

Soluzioni architettoniche e tecnologiche associate alla piattaforma di Energy Aggregation

Milano, 23/2/2018

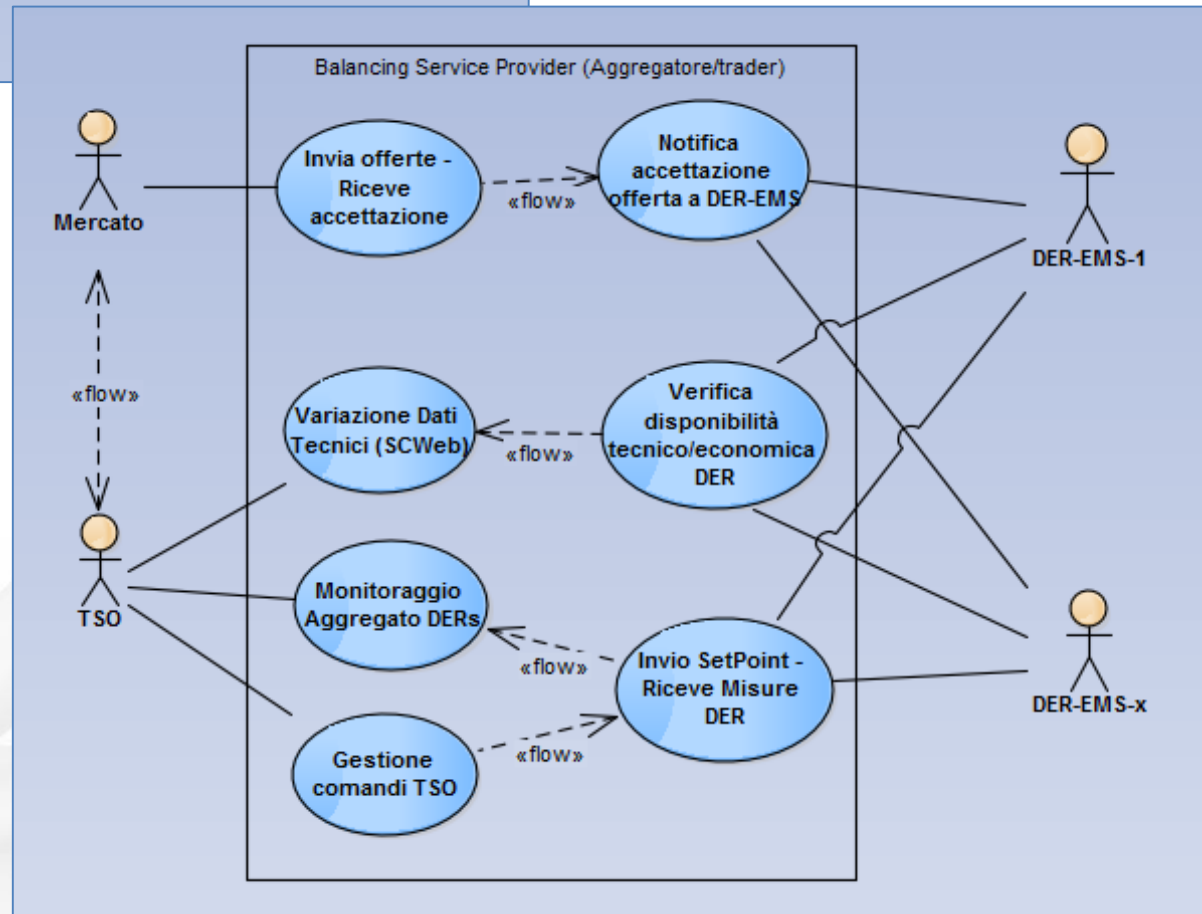
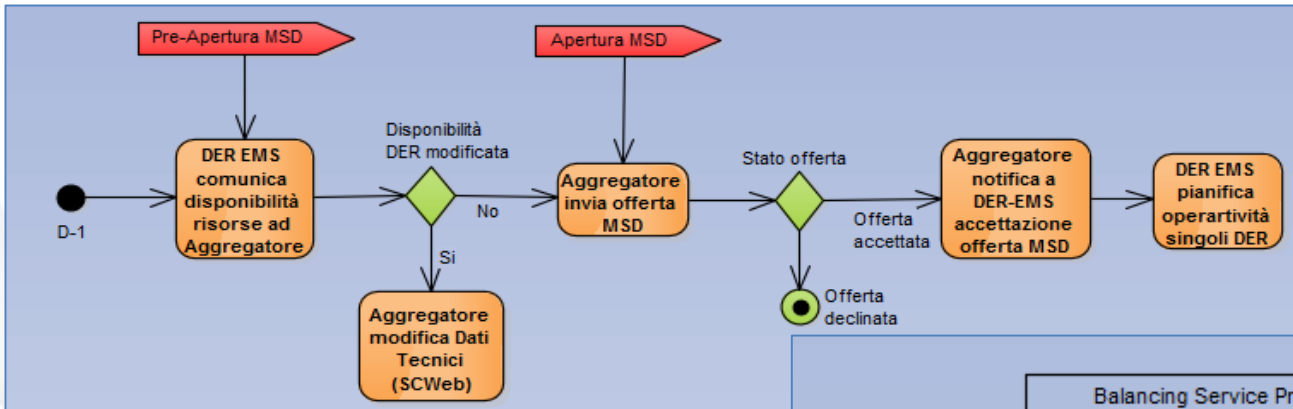
**Partecipazione della Domanda Flessibile
al Mercato per il Servizio di Dispacciamento**

Sommario

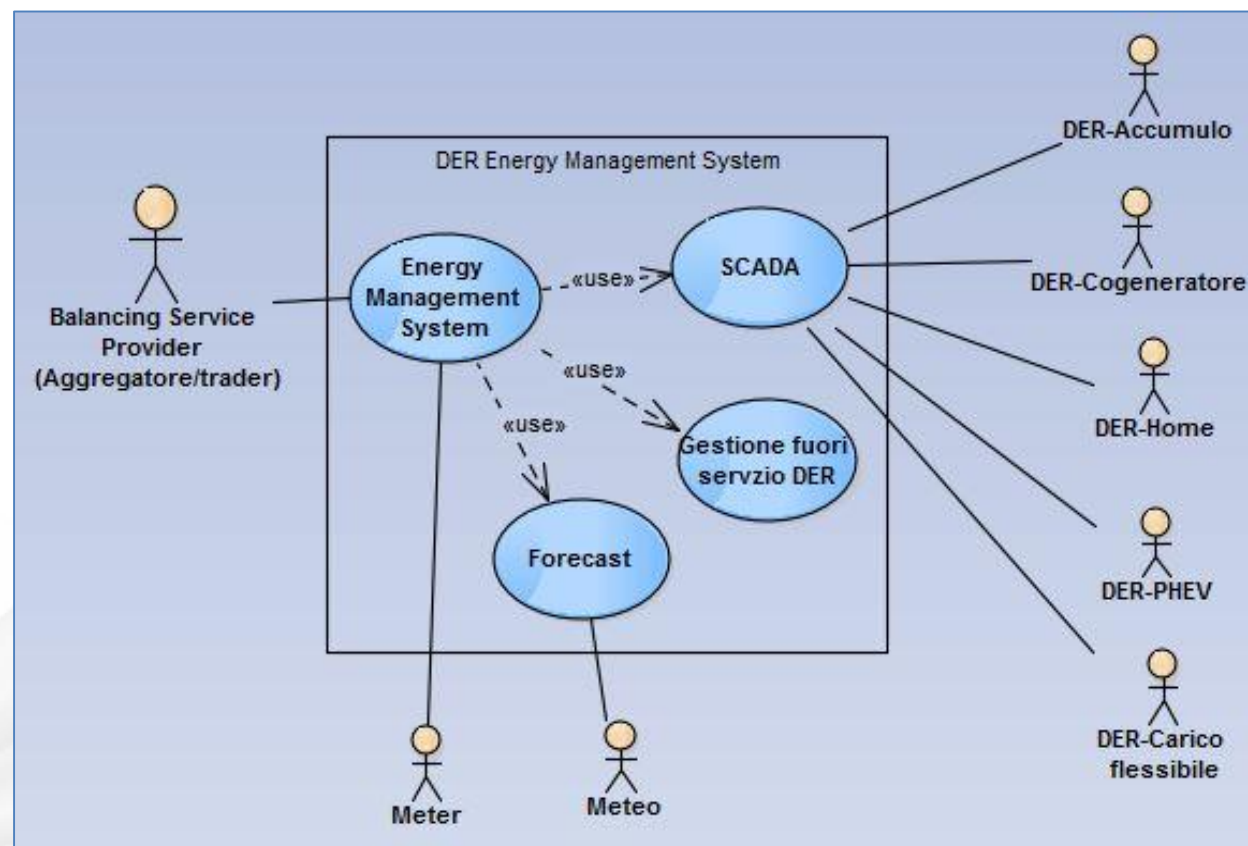
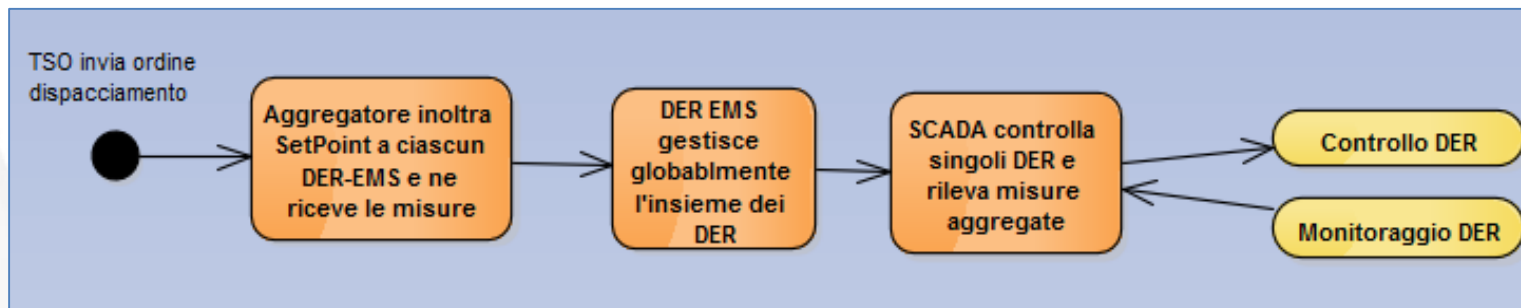


- Analisi dei processi associati alla fornitura dei servizi MSD
- Definizione dei requisiti funzionali e tecnico/economici associati ai processi individuati
- Riferimenti architetture applicabili ai casi d'uso
- Standard ICT applicabili al contesto MSD
- Integrazione delle informazioni di metering
- Ipotesi di soluzione tecnologica associata ai progetti pilota MSD
- Aspetti di cyber security
- Piattaforma di simulazione «Energy aggregation simulator»
- Implementazione prototipale del sistema
- Conclusioni

Requisiti funzionali associati al caso d'uso "Market & Operational Planning"



Requisiti funzionali associati al caso d'uso "Operation"

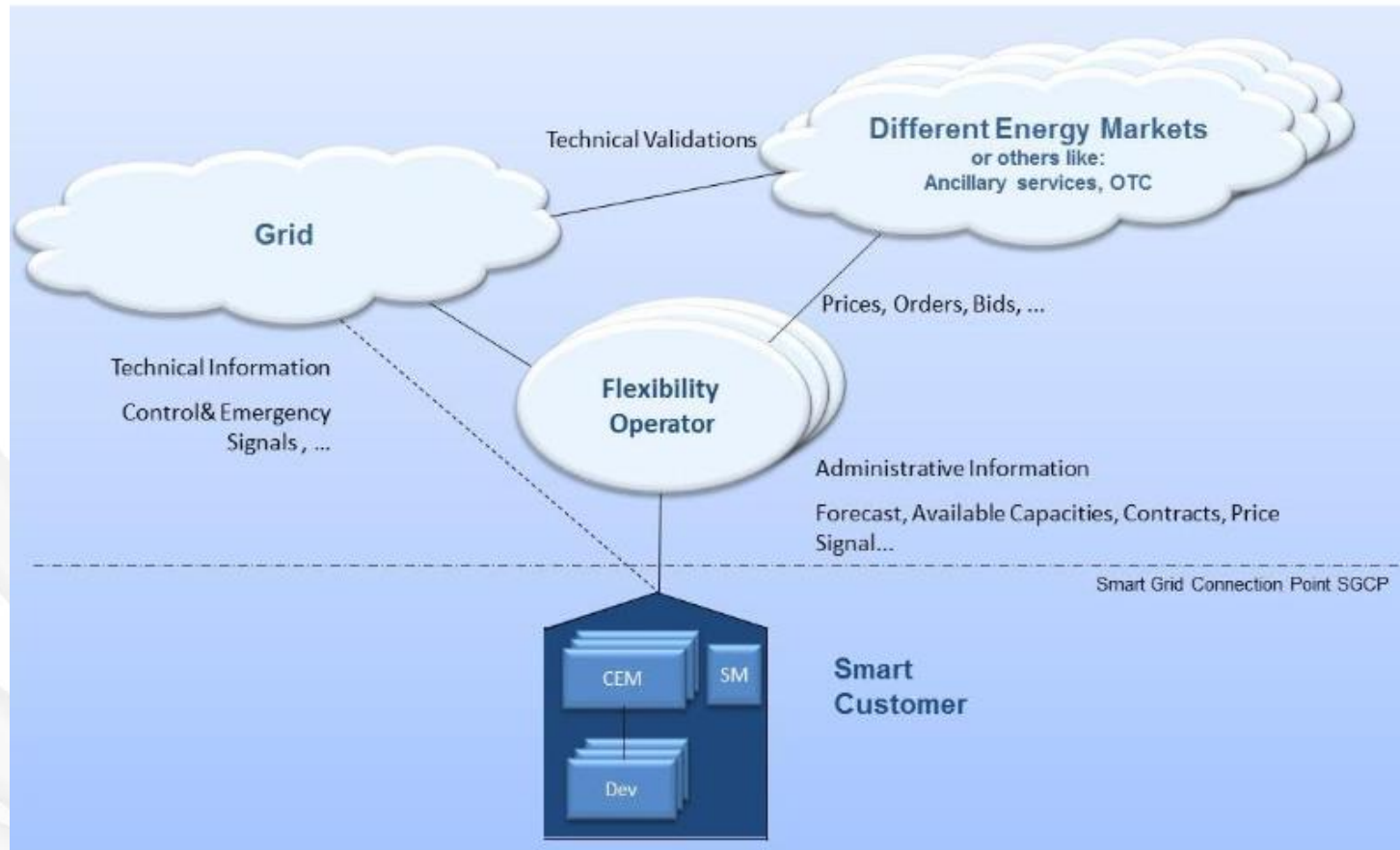


Requisiti 'non funzionali' associati ai caso d'uso

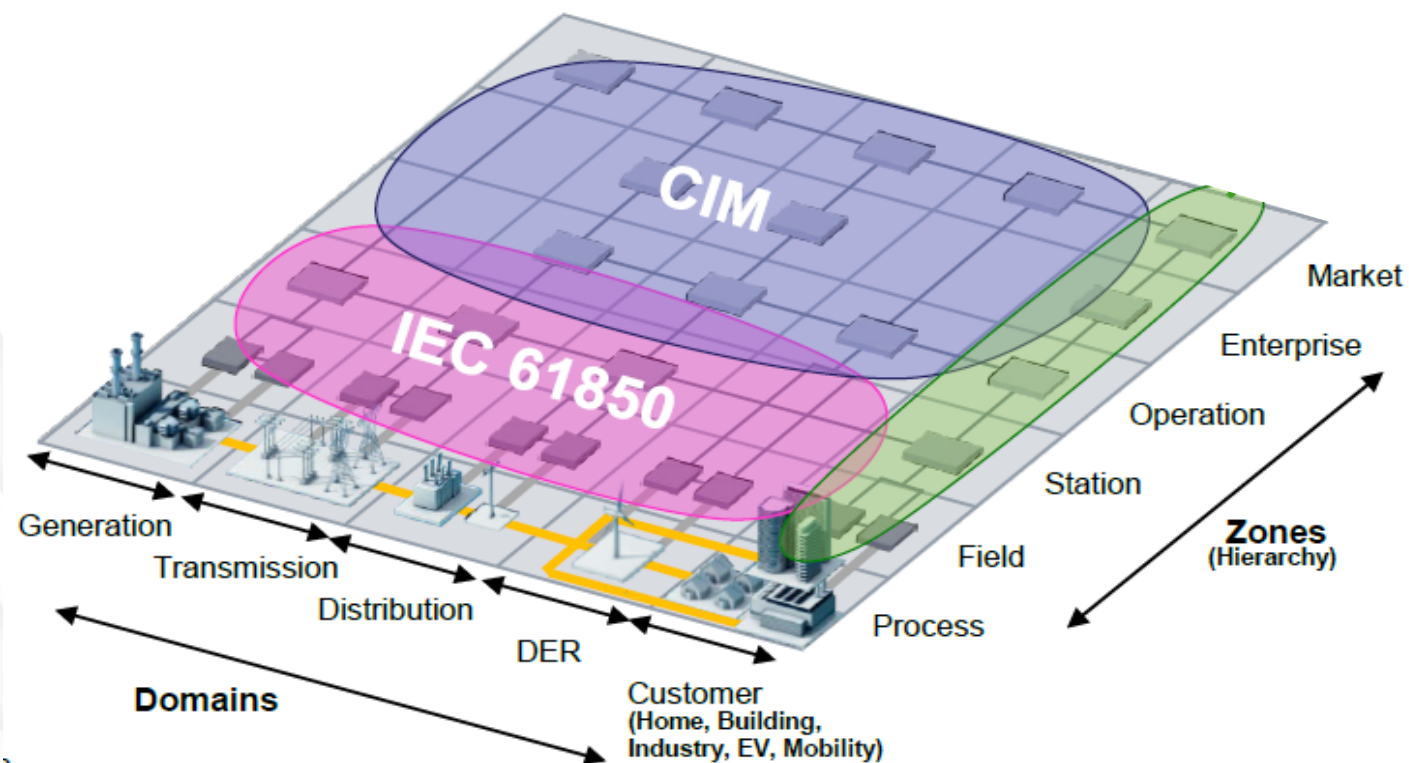


- Soluzioni ICT standardizzate
 - riducono i costi dei componenti ed il rischio di lock-in
- Compatibilità delle interfacce rispetto ad altri requisiti/attori
 - es. Network codes, DSO
- Requisiti tecnici
 - Sicurezza, latenza, banda, ...
- Flessibilità/scalabilità della soluzione tecnologica
 - Modelli di business e aspetti normativi non completamente stabilizzati
- Contenimento dell'impatto su impianto DER
- Costi di implementazione compatibili con il modello di business

Riferimenti architetturali applicabili ai casi d'uso



I principali standard ICT per la gestione del sistema elettrico



Lo standard IEC “Common Information Model” (CIM)



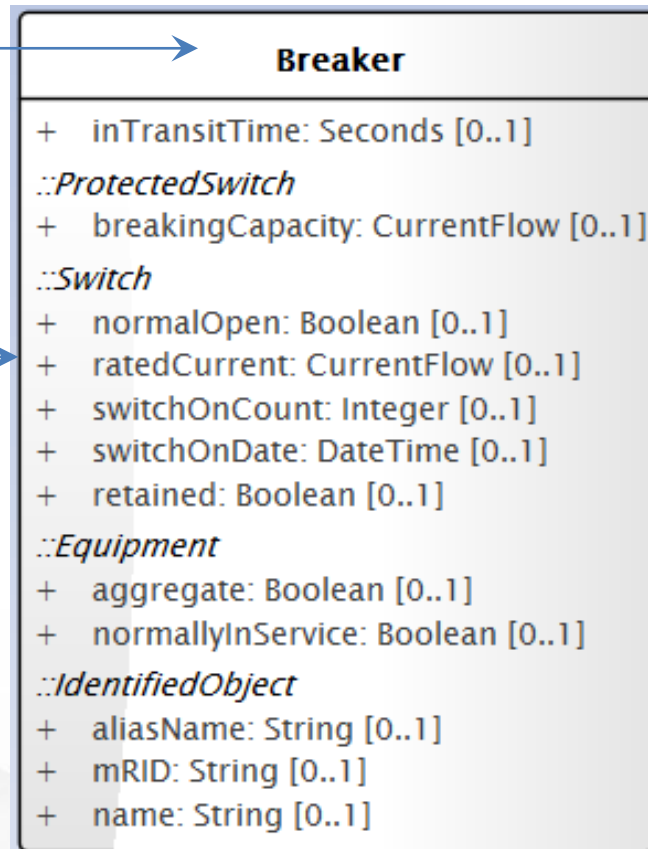
- **Cos'è ?**
 - Il “Common Information Model” (CIM) è un Modello Dati che rappresenta le principali risorse di un sistema elettrico da un punto di vista informatico

- **A cosa serve ?**
 - Definisce un «vocabolario» comune in grado di agevolare l'interoperabilità necessaria per l'integrazione dei sistemi

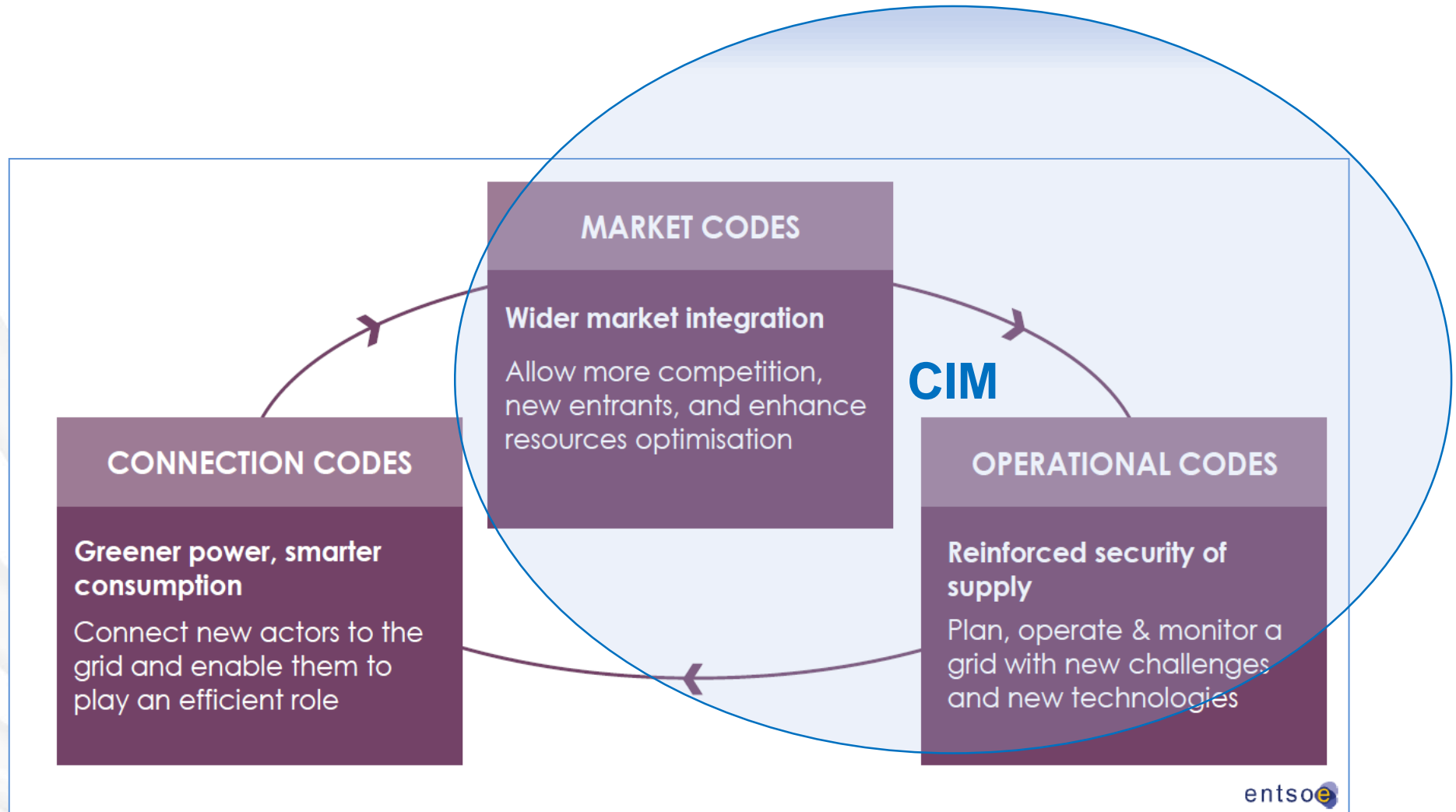
«CIM» definisce le modalità di rappresentazione degli oggetti del dominio elettrico e la relativa semantica

Definizione CIM della classe “Breaker”:
A mechanical switching device capable of making, carrying, and breaking currents ...

Definizione CIM della proprietà “ratedCurrent”:
“Current flow that this usage point is configured to deliver.”



Ambito applicativo dello standard CIM rispetto ai Network Codes europei



Framework europeo basato sullo standard CIM

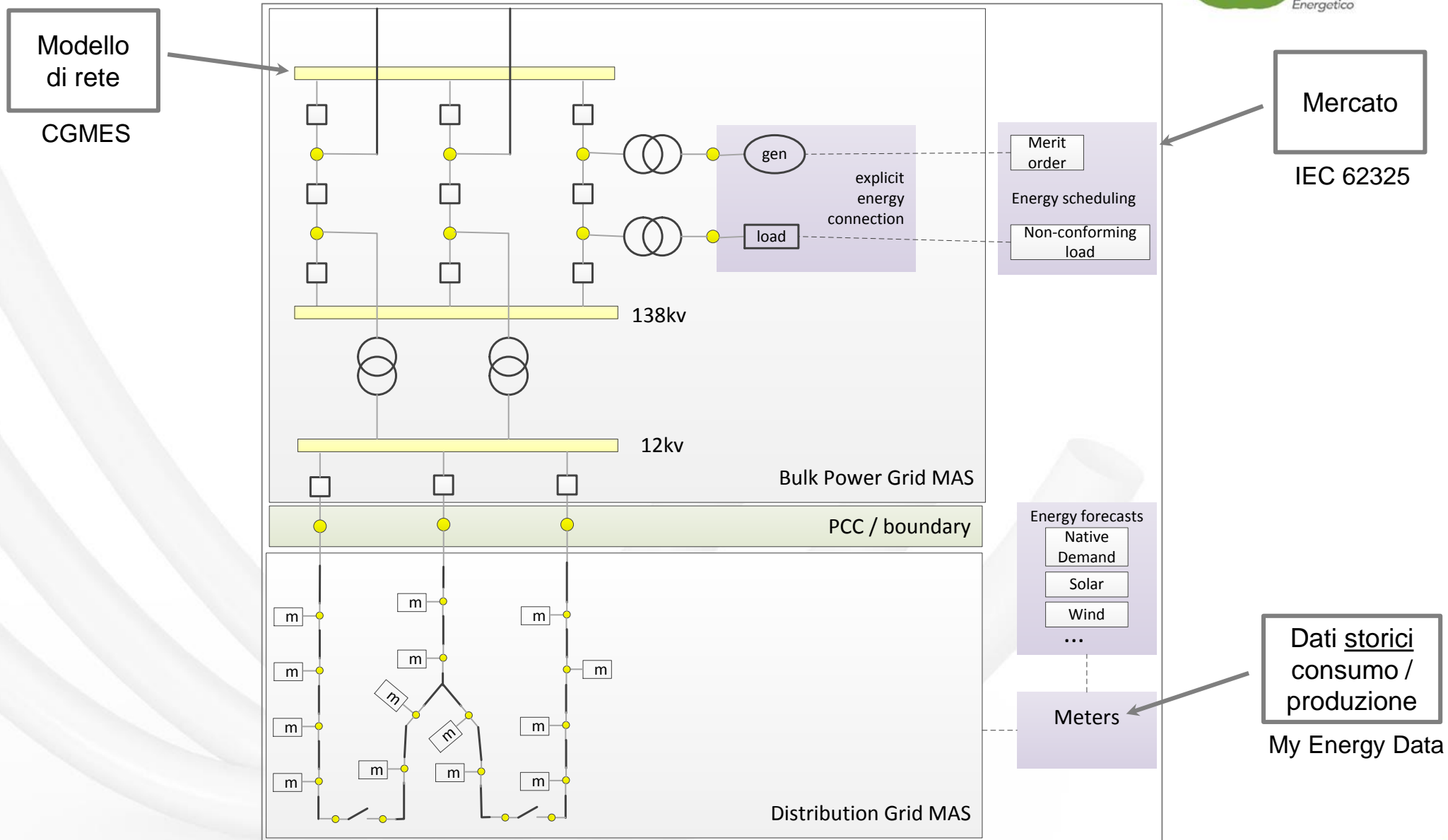
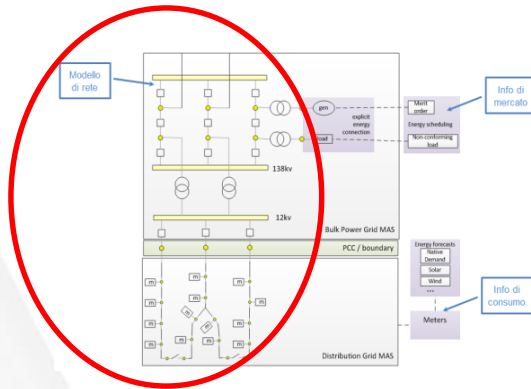


Diagramma tratto da presentazione di Jay Britton

CIM per la rappresentazione di reti elettriche



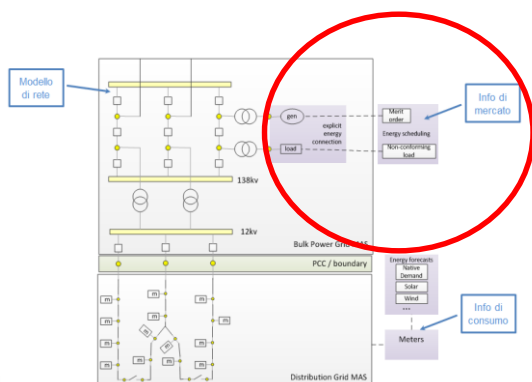
- Recente approvazione del Network Code europeo «System Operation Guideline» (SOGL) (1)
- Gli scambi informativi tra TSO, DSO e generazione connessa alla distribuzione previsti da «SOGL», includono sia dati strutturali che dati in tempo reale (1–Art. 48)
- Gli scambi informativi tra TSOs previsti in «SOGL» saranno verosimilmente implementati mediante «Common Grid Model Methodology» (2,3) basata su modello di rete CGMES (CIM based)
- Tale modalità potrà essere discrezionalmente applicata a livello nazionale anche agli scambi tra TSO e DSO

(1) https://electricity.network-codes.eu/network_codes/sys-ops/

(2) https://consultations.entsoe.eu/entso-e-general/cgmm-v2/supporting_documents/2017_03_27_1300h_PT_CGM_WP1_webinar_with_stakeholders_v02.pdf

(3) <http://mailchi.mp/entsoe/entso-e-friday-round-up-07-july-445677?e=cdb4c69772>

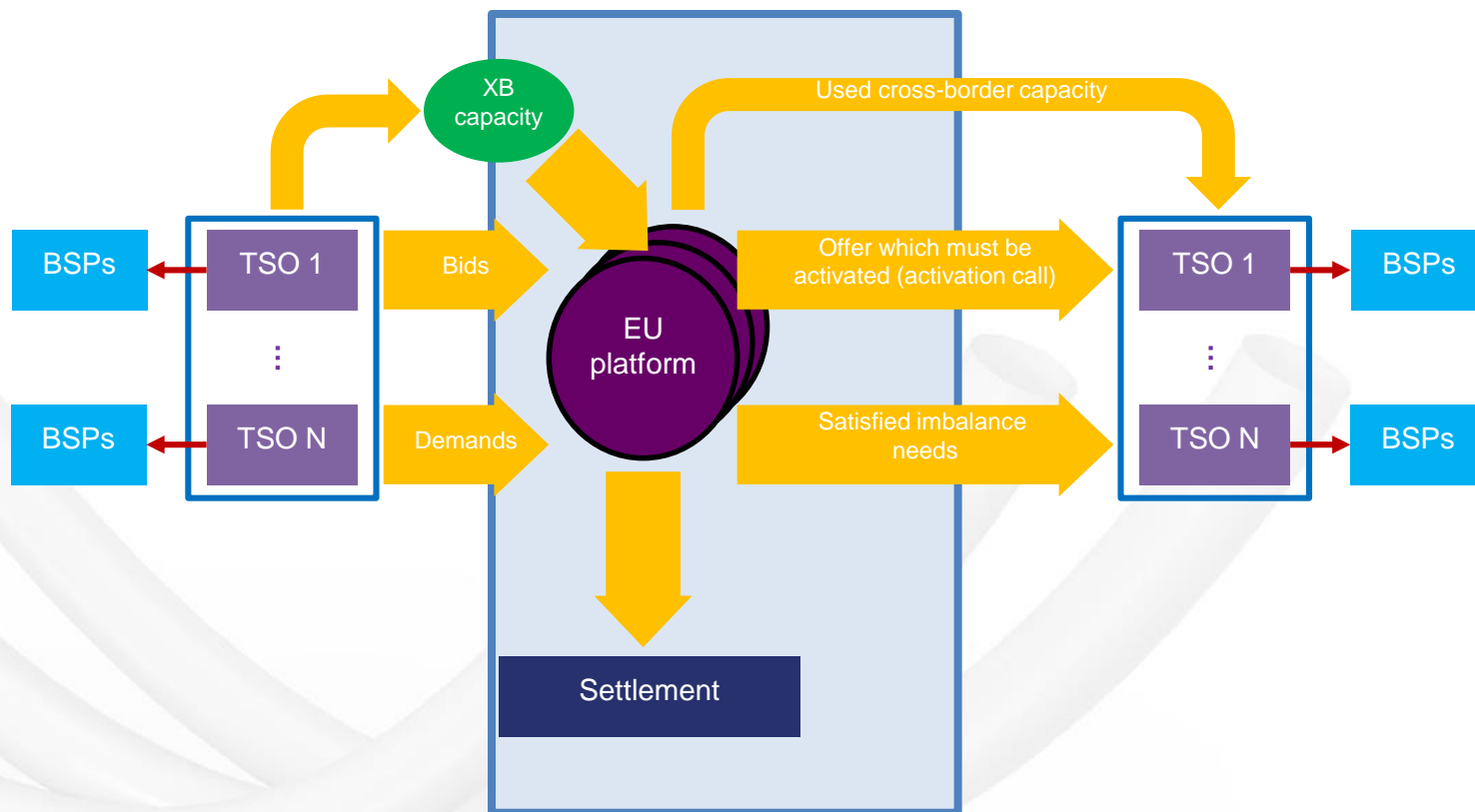
CIM per la gestione del mercato elettrico



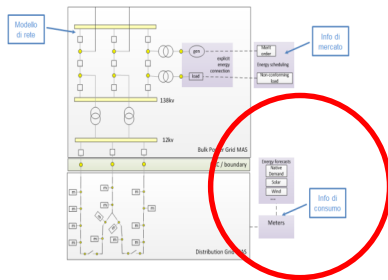
- **Processi di business attualmente supportati dallo standard IEC 62325**
 - Acknowledgement business process - IEC 62325-451-1
 - Scheduling - IEC 62325-451-2
 - Transmission capacity allocation - IEC 62325-451-3
 - Settlement and reconciliation - IEC 62325-451-4
 - Problem statement and status request - IEC 62325-451-5
 - Publication of information on market - IEC 62325-451-6
(ENTSO-E Transparency Platform)
 - ... futuro “Frequency Replacement Reserves” - IEC 62325-451-7

Prospettiva di un mercato di bilanciamento a livello europeo

- Il futuro standard IEC 62325-451-7 associato al processo di business FRR (*Frequency Replacement Reserves*), sarà sperimentato nel contesto del progetto europeo “TERRE”



Messa a disposizione dei dati storici di consumo “My Energy Data (EUMED)”



European Smart Grids Task Force Expert Group 1 – Standards and Interoperability

- Iniziativa industriale europea per un formato comune per lo scambio di dati energetici proposta nel contesto del documento «My Energy Data»^(1,2)

Coordination Group on Smart Energy Grids (CG-SEG) CEN-CENELEC-ETSI

- Iniziativa per la definizione di uno standard ICT a livello europeo: «My Energy Data»

(1) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/report_final_eg1_my_energy_data_15_november_2016.pdf

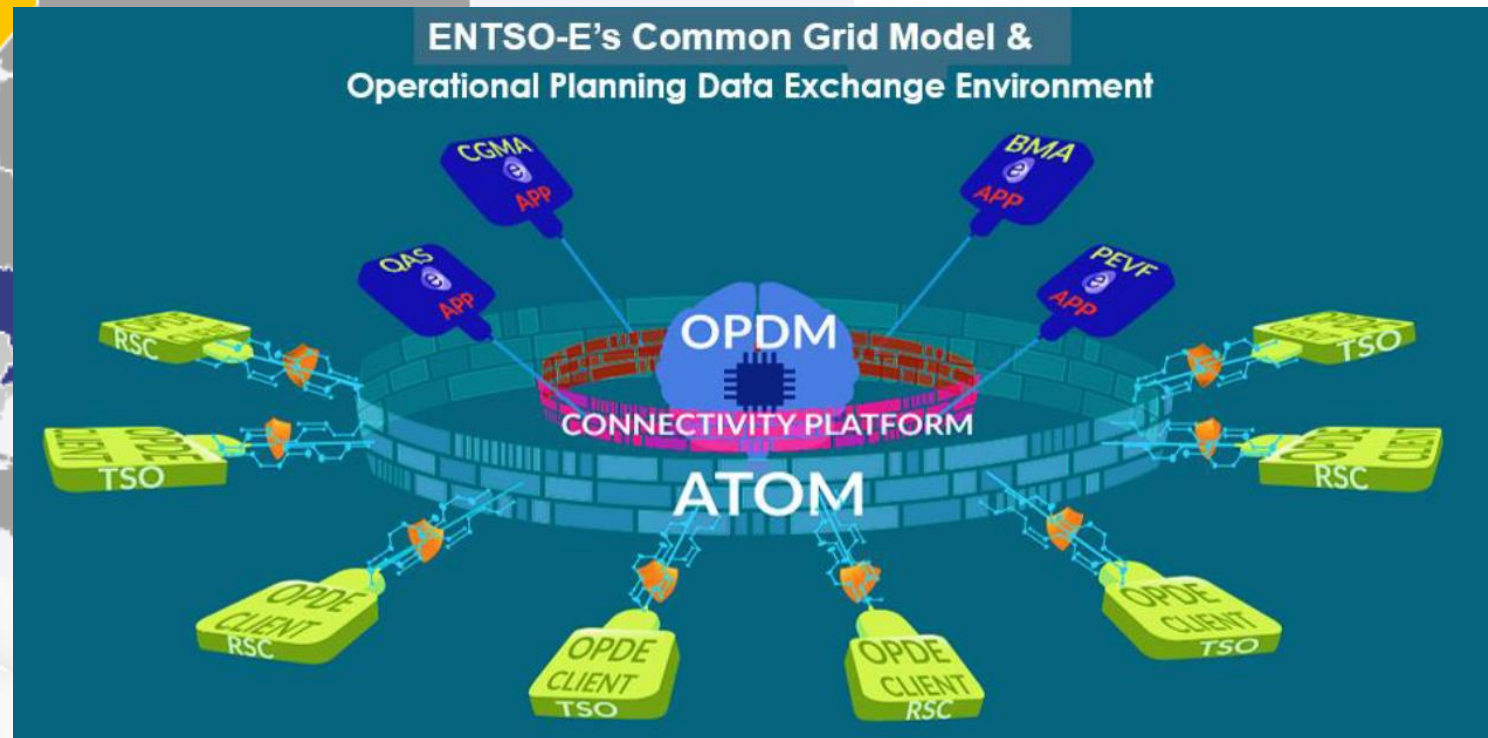
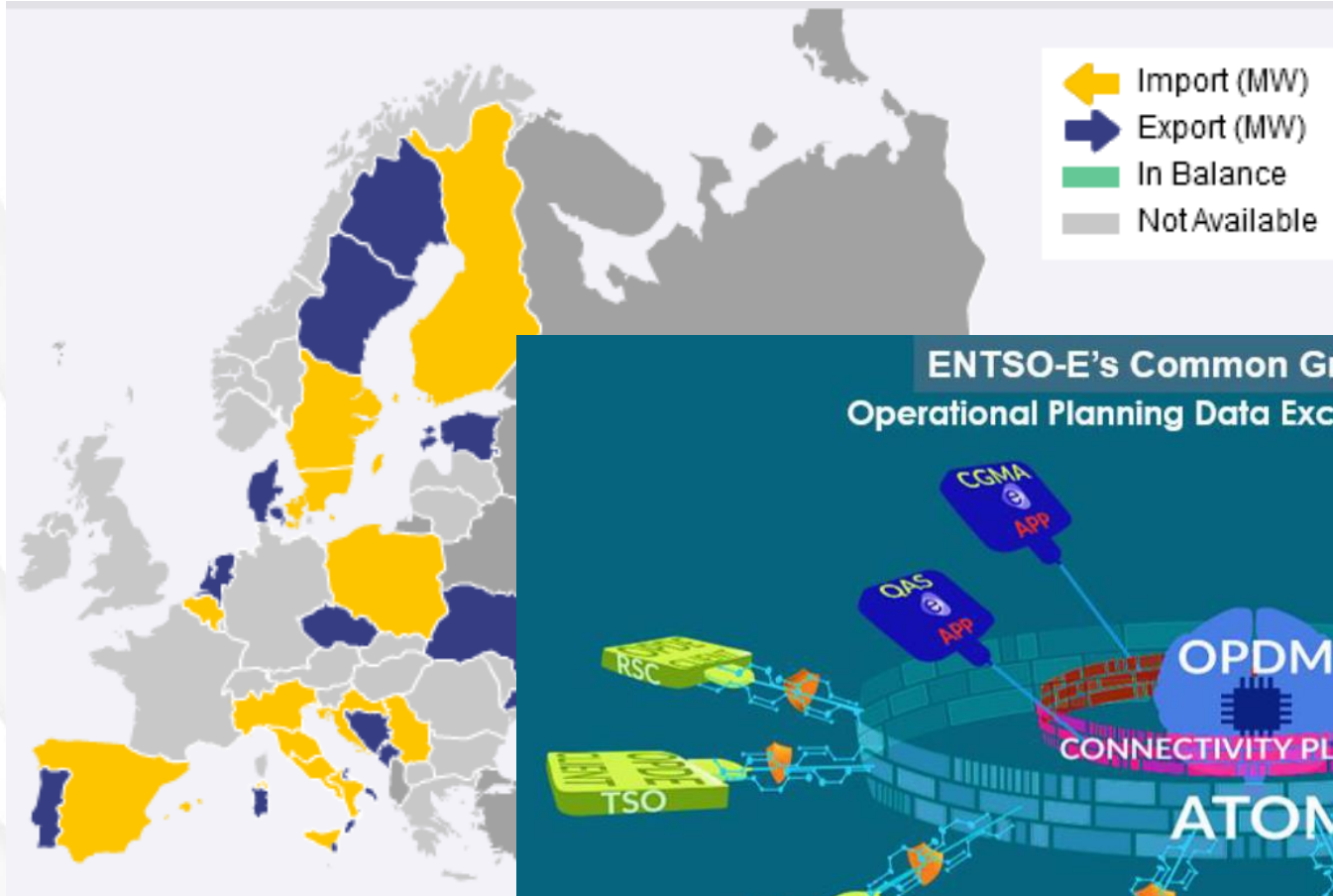
(2) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/tor_eg1_wg_on_data_format_procedures.pdf

Esempi di Data Hub ENTSO-E basati sullo standard CIM



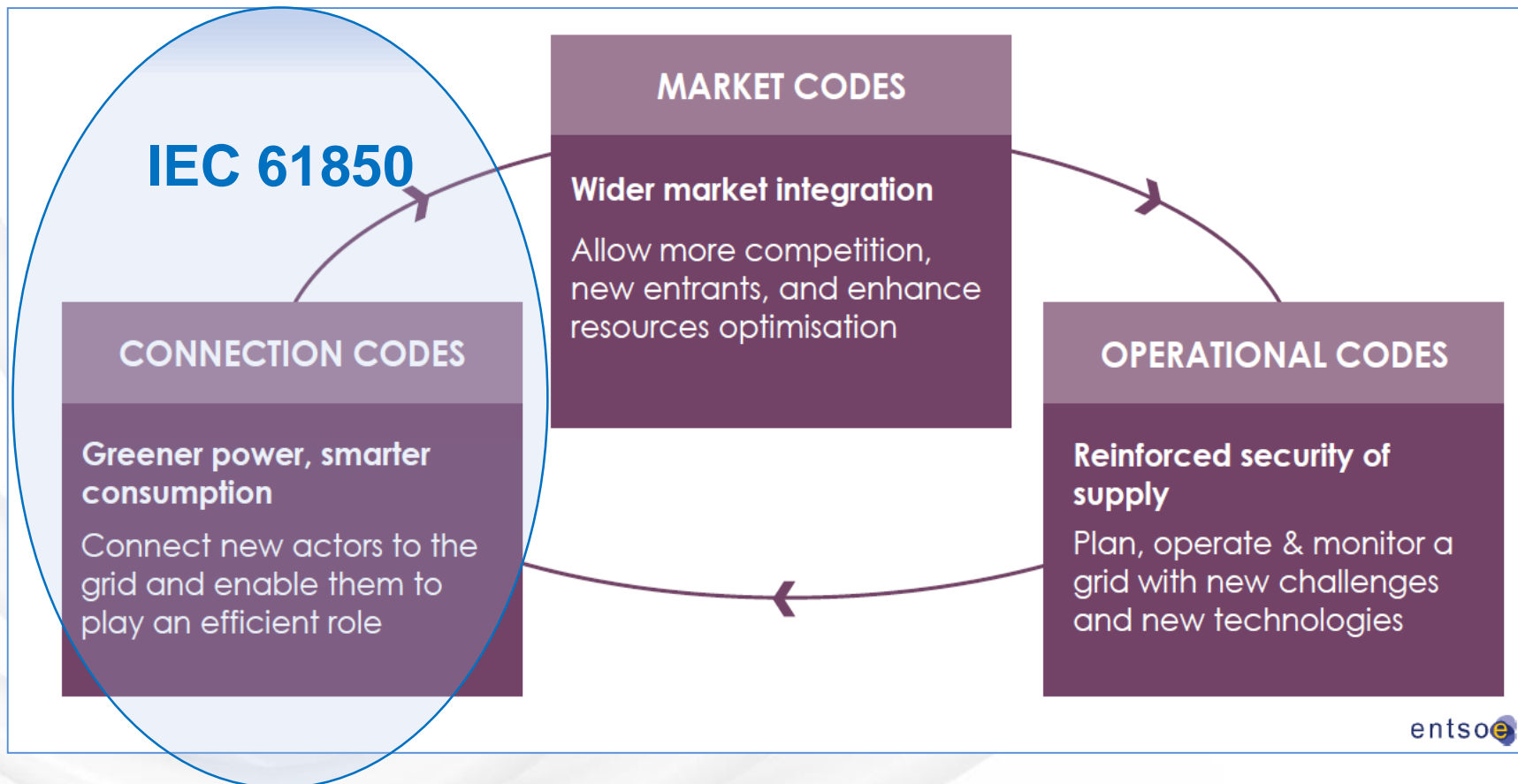
ENTSO-E transparency platform (<https://transparency.entsoe.eu>)

Central collection and publication of electricity generation, transportation and consumption data and information for the pan-European market



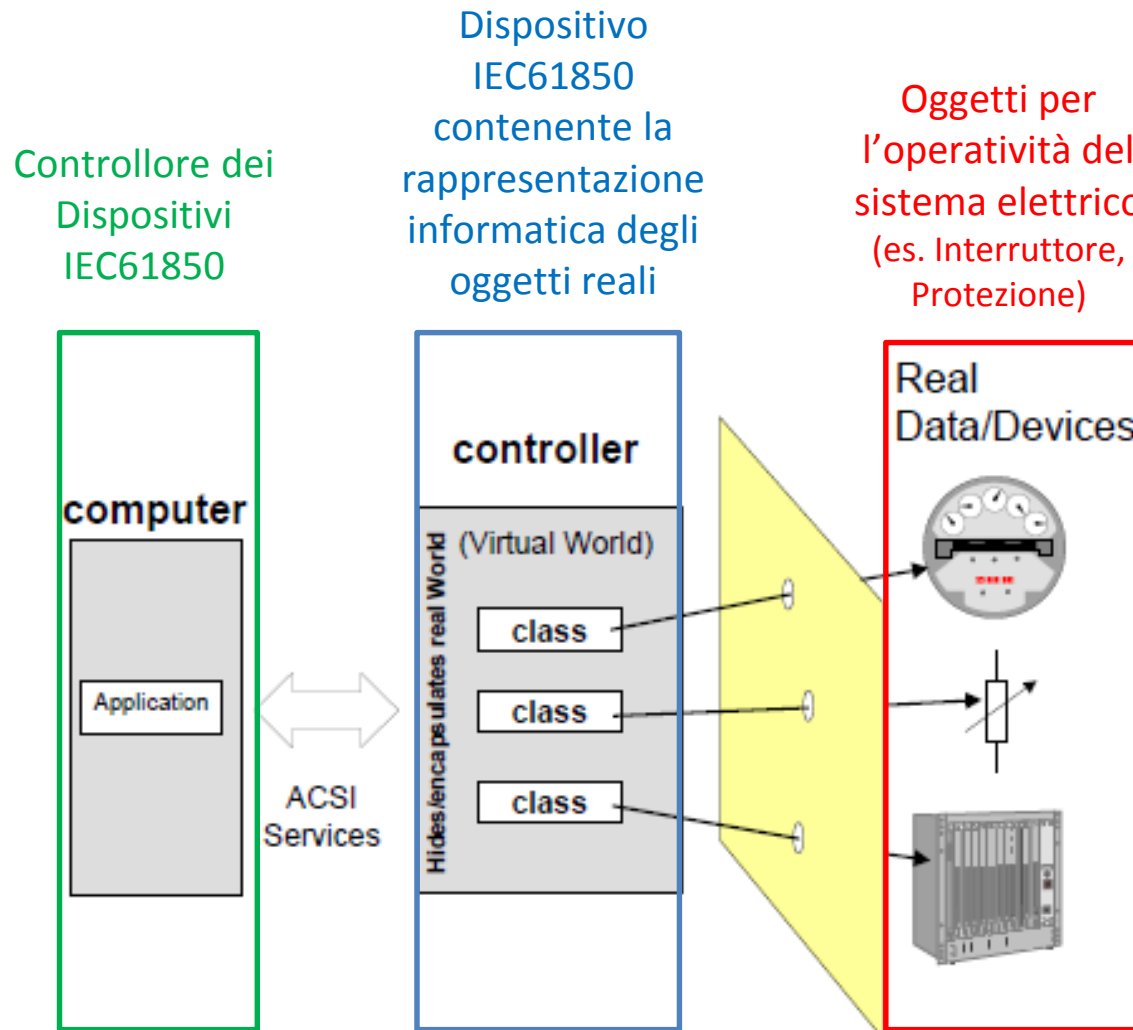
ENTSO-E Operational Planning Data Exchange

Ambito applicativo dello standard IEC 61850 rispetto ai Network Codes europei



Standard IEC 61850

Rappresenta gli oggetti reali del contesto elettrico mediante strutture dati controllabili da appositi servizi



Mappatura dei Network Codes su standard IEC 61850

(Parte IEC 61850-7-420)



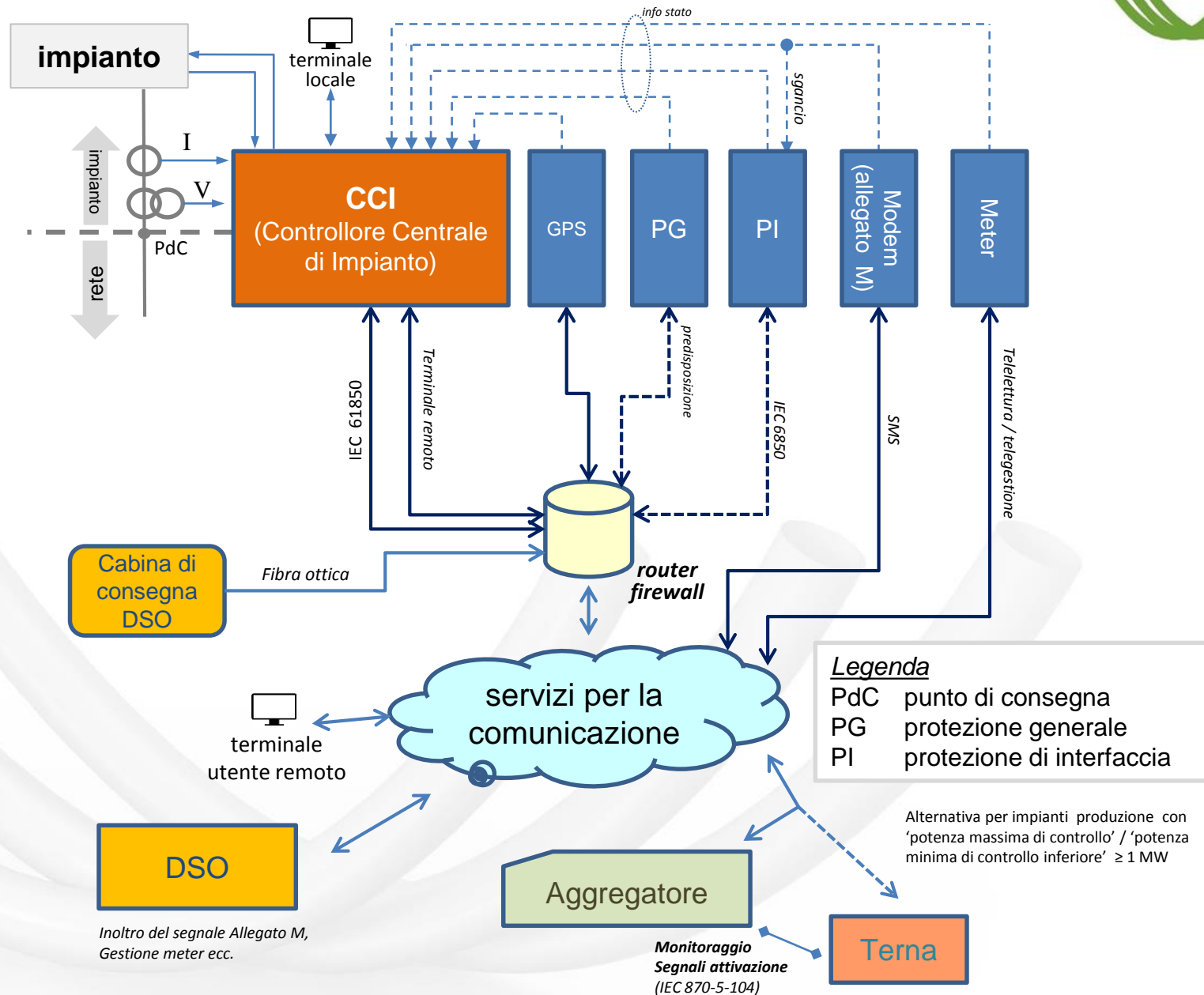
- **Obiettivo**

Definire l'interfaccia per il monitoraggio e controllo dei DER in accordo con i requisiti funzionali stabiliti dai Network Codes "Requirements for Generators", "Demand Connection Code" e "System Operation"

- **Esempio di funzioni DER previste dai Network Codes rappresentate in IEC 61850**

- Disconnect / Connect Function
- Cease to Energize / Return to Service Function
- High/Low Voltage Ride-Through (Fault Ride-Through) Mode
- High/Low Frequency Ride-Through Mode
- Dynamic Reactive Current Support Mode
- Frequency Watt Mode (Frequency Sensitivity Mode)
- Volt-Watt Mode
- Fixed (Constant) Power Factor Mode
- Fixed (Constant) Reactive Power Mode
- Volt-Var Mode
- Watt-Var Mode
- Watt-PF Mode
- Active Power Limiting Mode
- Active Power Setting Mode
- Low Frequency-Watt Emergency Mode for Demand Side Management (fast load shedding)
- Low Voltage-Watt Emergency Mode for Demand Side Management
- Monitoring key status, alarm, and measurement values...

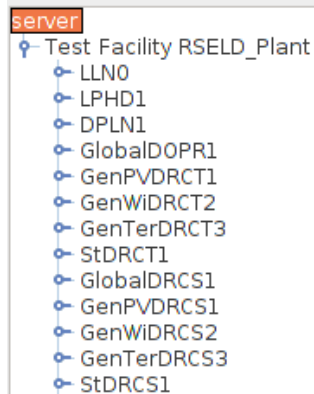
Architettura prevista dalla parte della norma CEI 0-16 attualmente in consultazione



Interfaccia IEC 61850 prevista dalla norma CEI 0-16



- Definizione dei requisiti funzionali (Allegato O)
- Definizione del modello dati IEC 61850 (Allegato T)

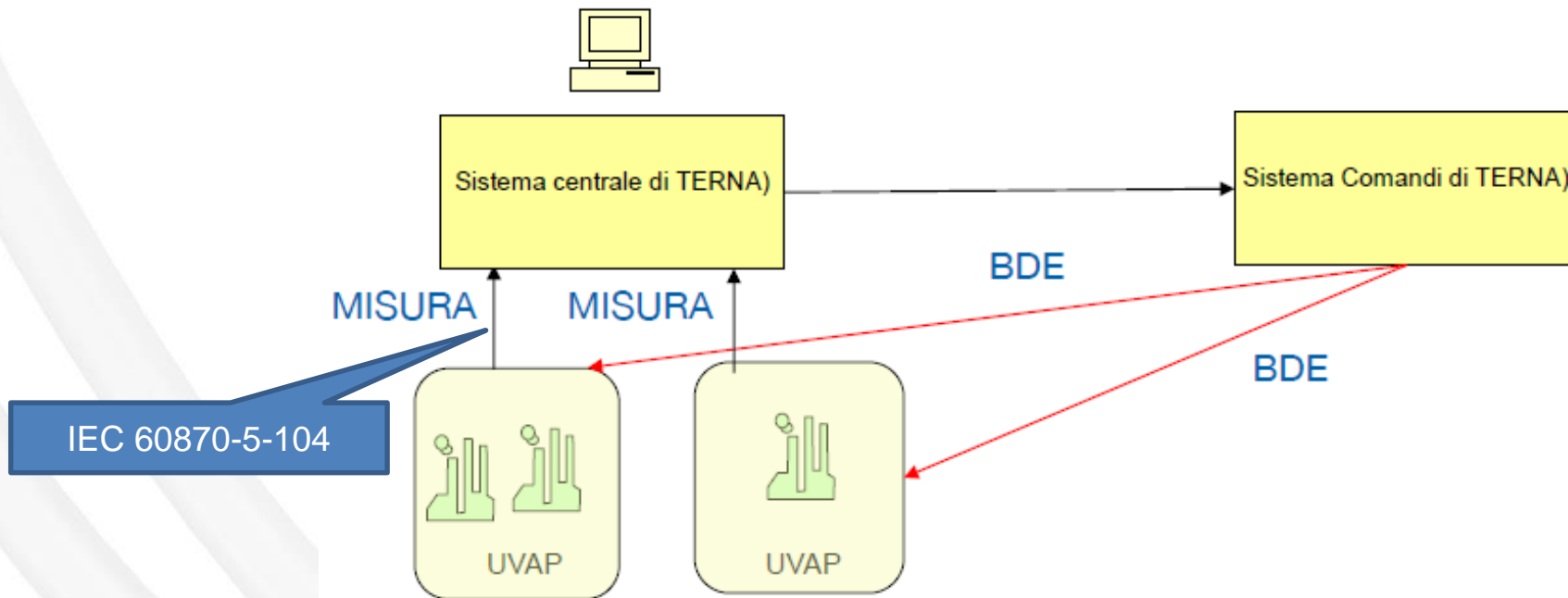


- Servizi ACSI

Classe ACSI	Servizi ACSI
Server	GetServerDirectory
Association	Release, Abort, GetServerDirectory
LogicalDevice	GetLogicalDeviceDirectory
Logical Node	GetLogicalNodeDirectory, GetAllDataValues
Data Object	GetDataValues, SetDataValues, GetDataDirectory, GetDataDefinition
DataSet	GetDataSetValues, SetDataSetValues, CreateDataSet, DeleteDataSet, GetDataSetDirectory
Buffered Report Control Block	Report, GetBRCBValues, SetBRCBValues
UnBuffered Report Control Block	Report, GetURCBValues, SetURCBValues

- Mappatura su protocollo MMS (IEC 61850-8-1)
- Aspetti di cybersecurity conformi allo standard IEC 62351

Interfaccia con sistema centrale di Terna



In discussione le modalità di integrazione interfaccia IEC 60870-5-104 nel CCI

Prospettive di soluzioni ICT applicabili alle Smart Grid



Internet of Things

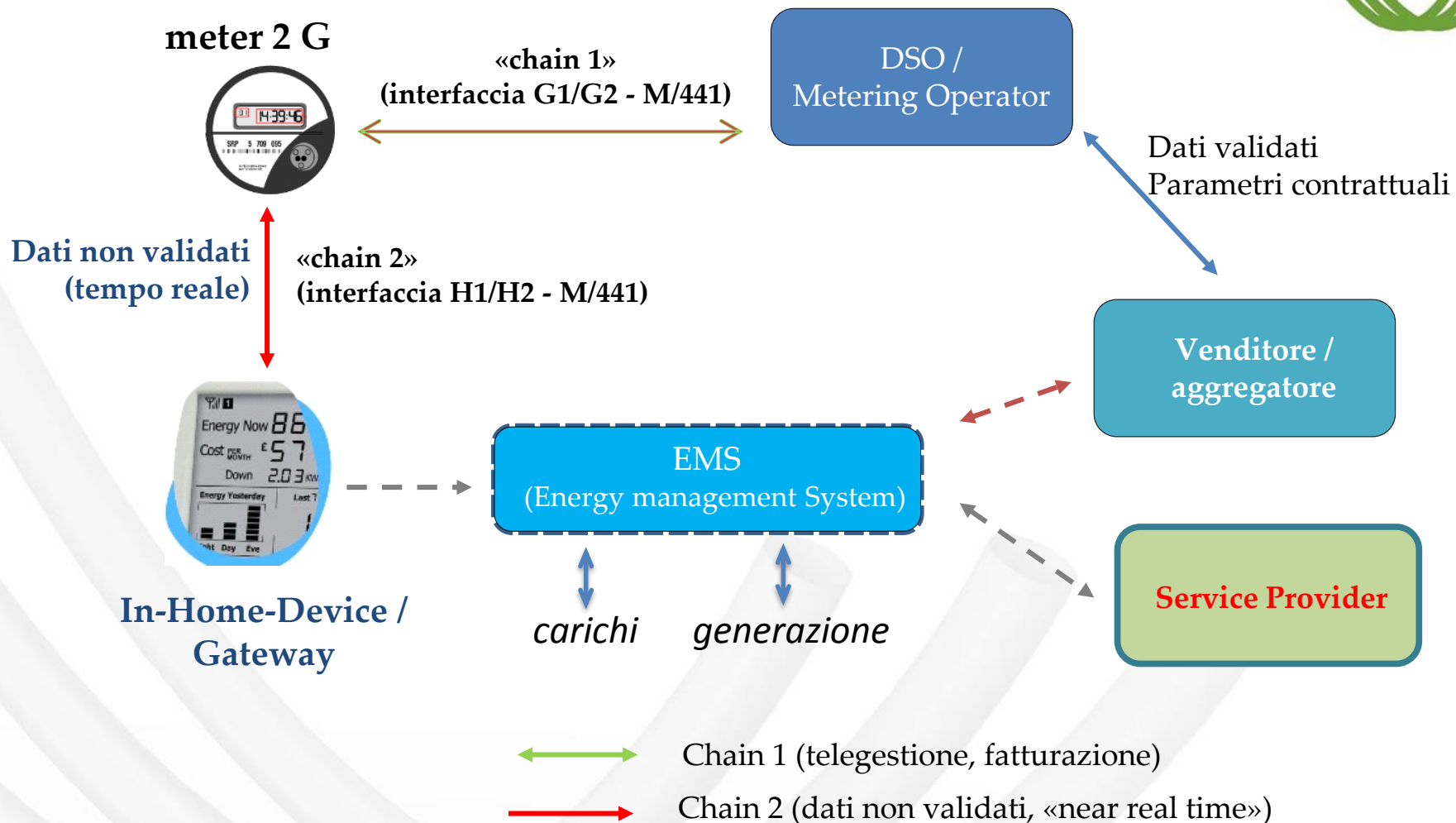
- Necessità di coniugare le soluzioni IoT orientate al trasporto delle informazioni a livello applicativo (MQTT, DDS, AMQP, CoAP, HTTP-REST) con un modello semantico standard (es. “Open Field Message Bus”)

Blockchain

- Blockchain fornisce un modo sicuro per registrare qualsiasi transazione senza necessità di autorità garante centrale
- Può facilitare un modello di business in cui l’abbinamento tra domanda e offerta di flessibilità potrebbe essere realizzata anche in assenza di un intermediario commerciale

Integrazione delle informazioni di metering

Contatori 2° generazione (*)



Chain 2:

TS 13-82 Parte 1: Casi d'uso

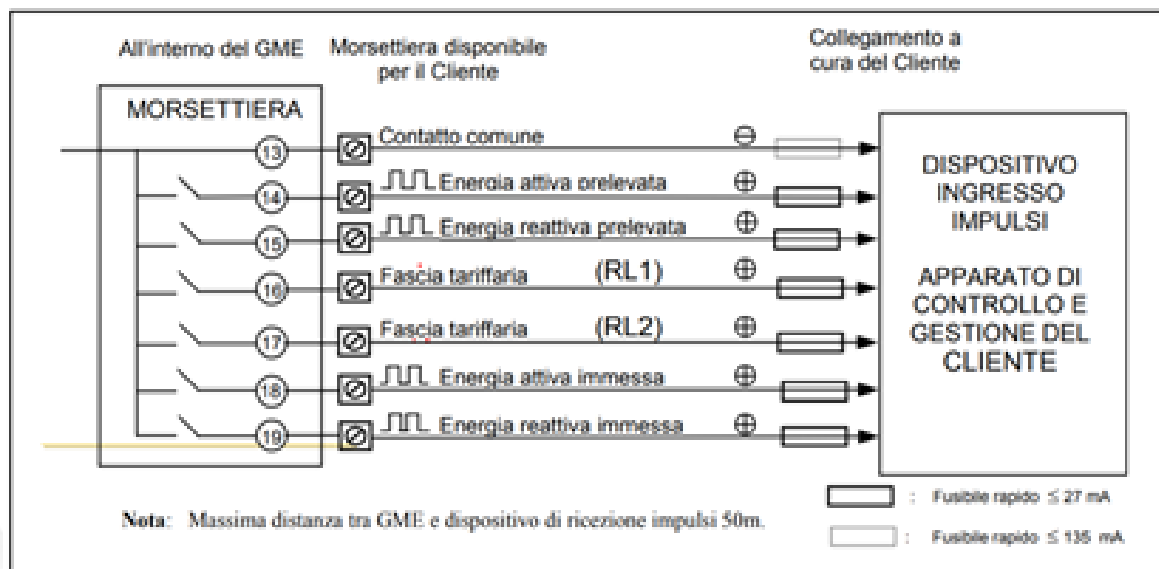
TS 13-83 Parte 2: Modello dati e livello applicativo

TS 13-84 Parte 3-1: Profilo protocollare PLC nella banda 125 kHz-140 kHz (Cenelec banda C)

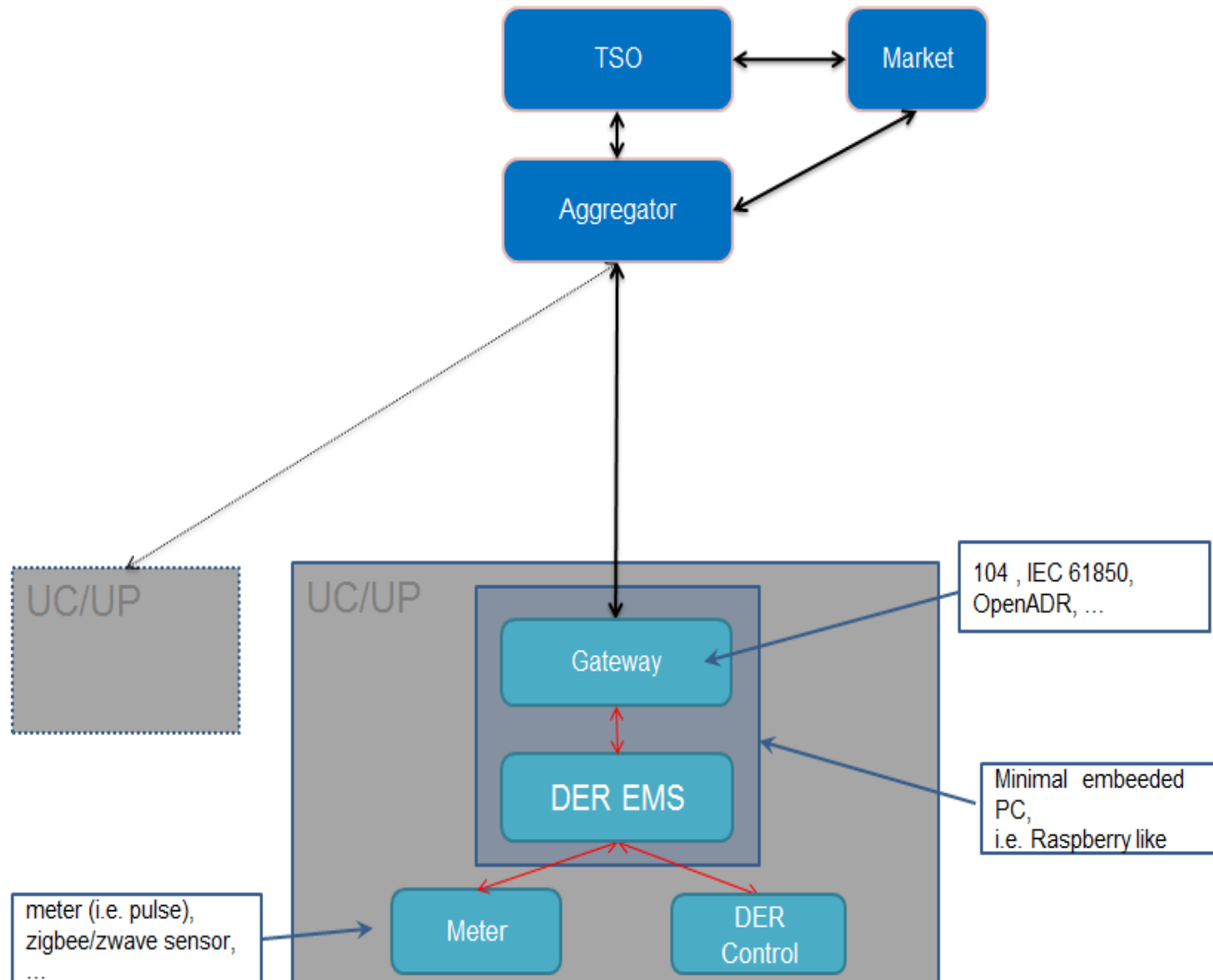
TS 13-85 Parte 3-2: Profilo protocollare RF in banda 169 MHz

Integrazione delle informazioni di metering

Scheda «Emittitore Segnali» per contatori GME



Ipotesi di soluzione tecnologica associata ai progetti pilota MSD



Direttiva (UE) 2016/1148 «NIS»

CAPO IV SICUREZZA DELLA RETE E DEI SISTEMI INFORMATIVI DEGLI OPERATORI DI SERVIZI ESSENZIALI

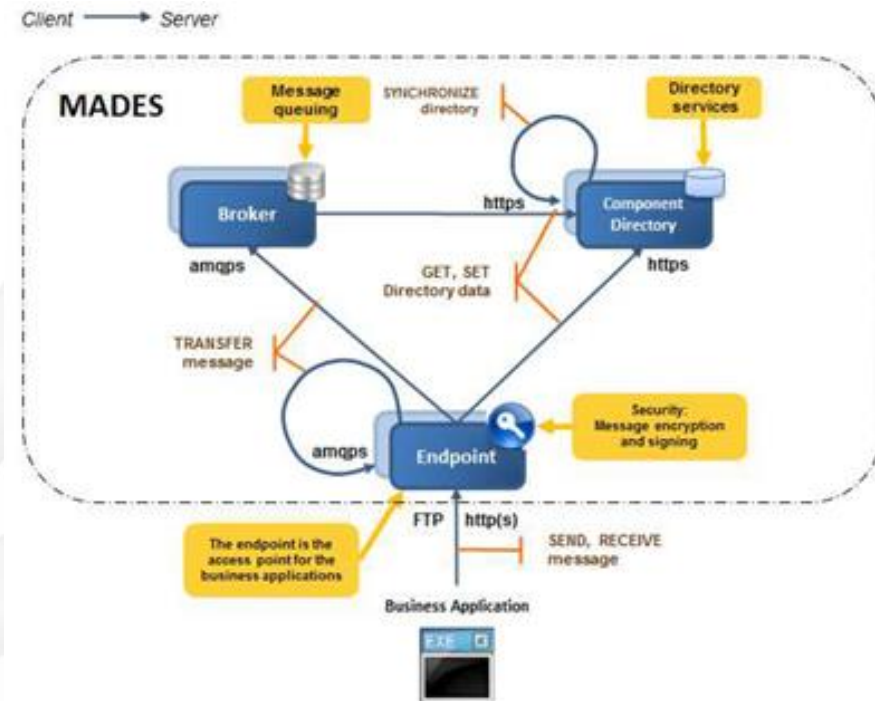
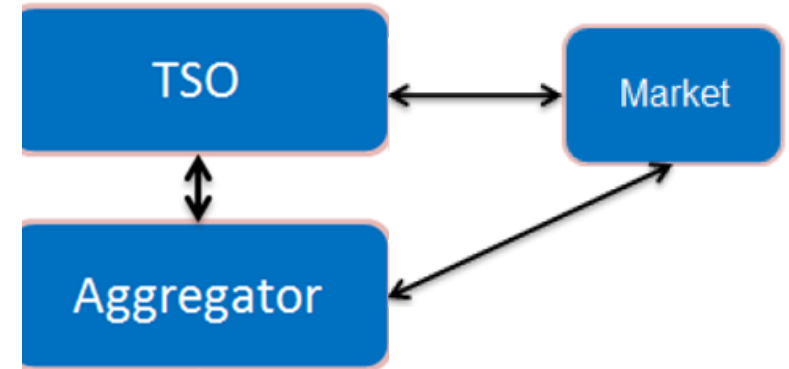
- Articolo 14 «Obblighi in materia di sicurezza e notifica degli incidenti»
- Articolo 15 «Attuazione e controllo»



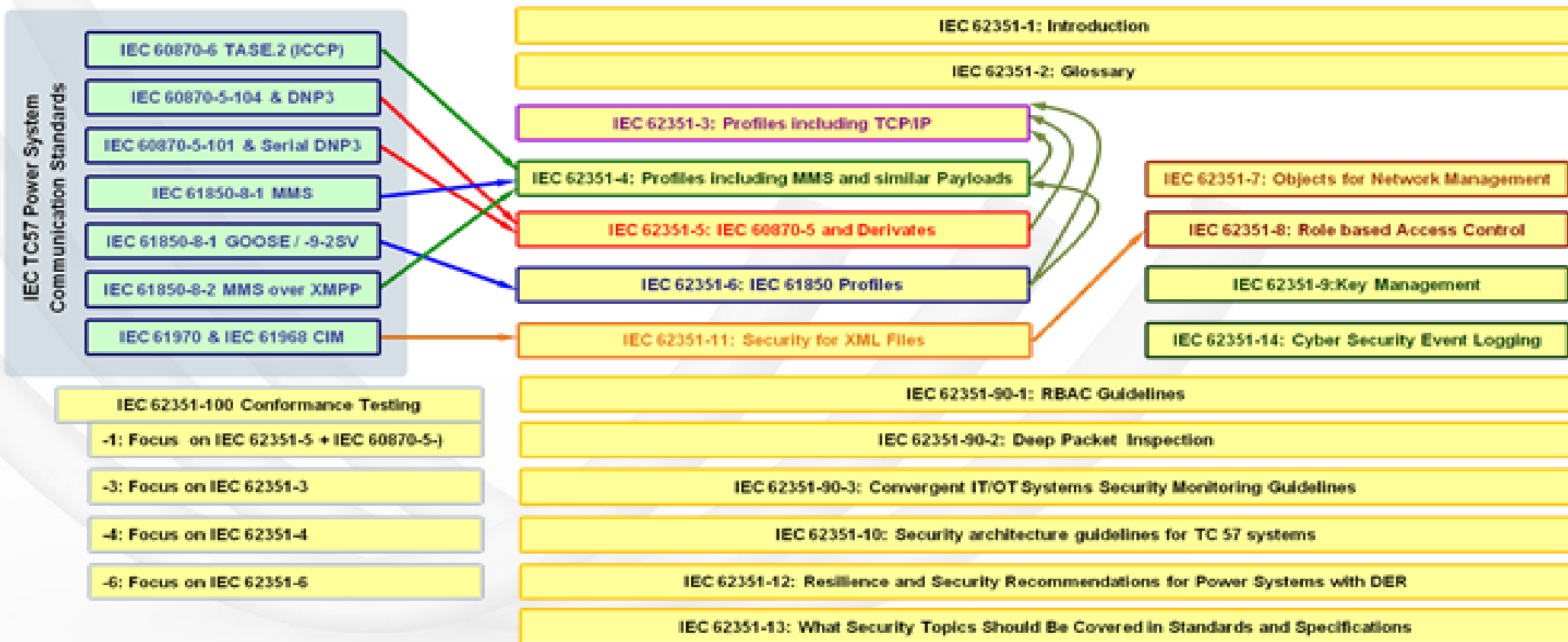
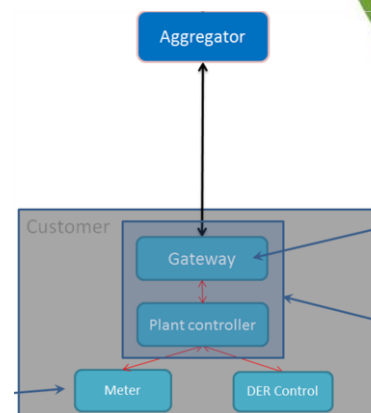
Processo di analisi della sicurezza

Sicurezza delle comunicazioni tra attori del mercato

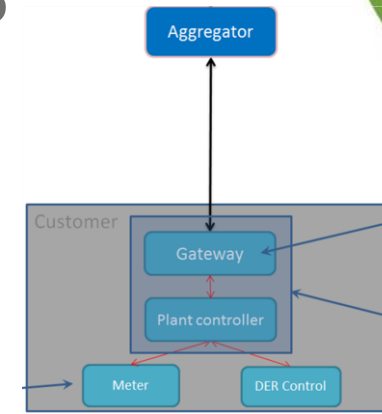
- Market, TSO, Aggregator
- Norma IEC 62325-503
- Piattaforma tecnologica: MADES (Market Data Exchange Standard)
- Layer a livello trasporto implementabile su reti IP: Internet, VPN, reti private
- Protocolli standard IT e IoT basati su sicurezza TLS: https e amqps
- Piattaforma ECP di ENTSO-E



Sicurezza delle comunicazioni tra Aggregatore e UC/UP



Sicurezza delle comunicazioni tra Aggregatore e UC/UP

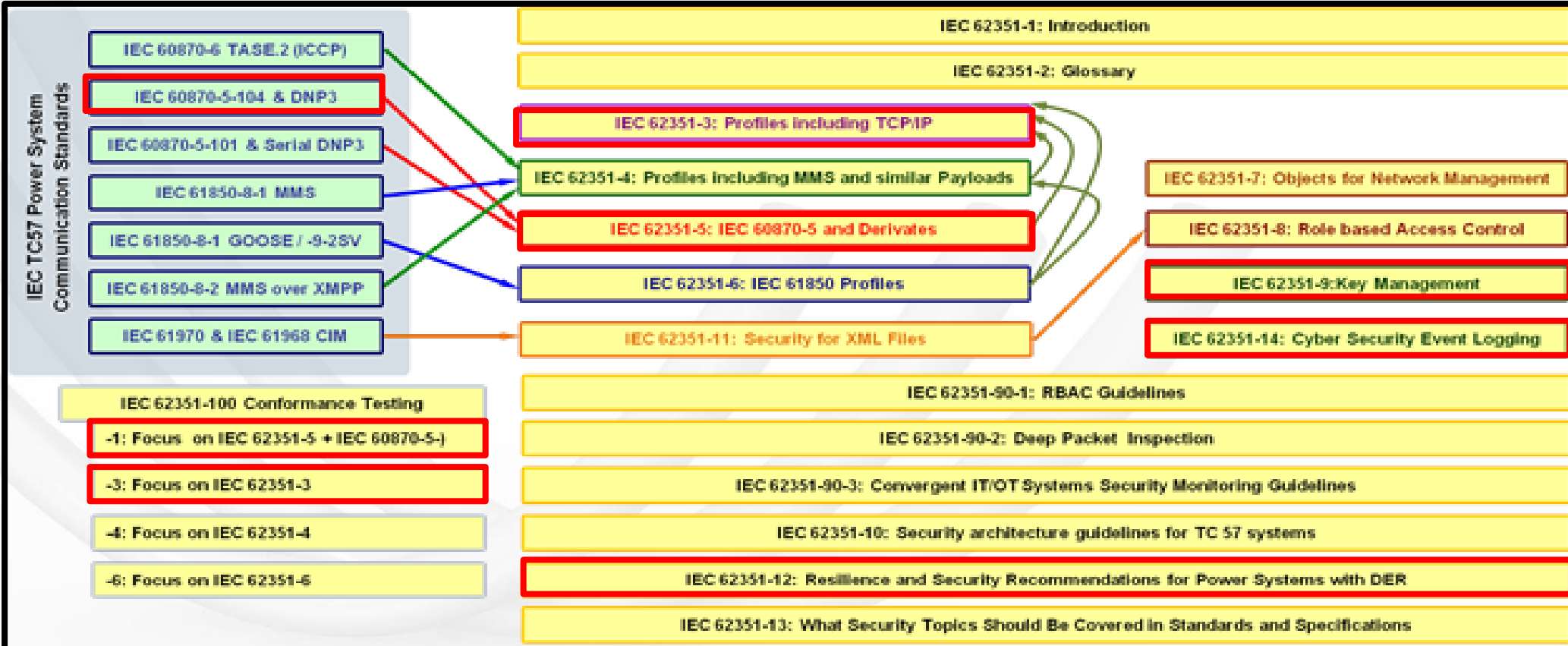
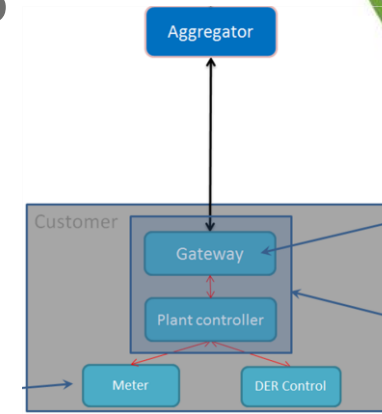


IEC TC57 Power System Communication Standards

- IEC 60870-6 TASE.2 (ICCP)
- IEC 60870-5-104 & DNP3
- IEC 60870-5-101 & Serial DNP3
- IEC 61850-8-1 MMS
- IEC 61850-8-1 GOOSE / -9-2SV
- IEC 61850-8-2 MMS over XMPP
- IEC 61970 & IEC 61968 CIM

- IEC 62351-1: Introduction
- IEC 62351-2: Glossary
- IEC 62351-3: Profiles including TCP/IP
- IEC 62351-4: Profiles including MMS and similar Payloads
- IEC 62351-5: IEC 60870-5 and Derivates
- IEC 62351-6: IEC 61850 Profiles
- IEC 62351-11: Security for XML Files
- IEC 62351-7: Objects for Network Management
- IEC 62351-8: Role-based Access Control
- IEC 62351-9: Key Management
- IEC 62351-14: Cyber Security Event Logging
- IEC 62351-100 Conformance Testing
 - 1: Focus on IEC 62351-5 + IEC 60870-5-)
 - 3: Focus on IEC 62351-3
 - 4: Focus on IEC 62351-4
 - 6: Focus on IEC 62351-6
- IEC 62351-90-1: RBAC Guidelines
- IEC 62351-90-2: Deep Packet Inspection
- IEC 62351-90-3: Convergent IT/OT Systems Security Monitoring Guidelines
- IEC 62351-10: Security architecture guidelines for TC 57 systems
- IEC 62351-12: Resilience and Security Recommendations for Power Systems with DER
- IEC 62351-13: What Security Topics Should Be Covered in Standards and Specifications

Sicurezza delle comunicazioni tra Aggregatore e UC/UP



Sicurezza delle comunicazioni IEC 62746-10-1 (OpenADR 2.0b)



• Livello di sicurezza Standard

- Si basa sull'uso del protocollo TLS tra VTN (Virtual Top Node) e VEN (Virtual End Node)
- Le specifiche per l'uso di TLS sono date in termini di versione TLS e cipher suite richieste per l'interoperabilità e la gestione dei certificati X509v3 tramite PKI OpenADR
- Sono inoltre previsti due meccanismi per l'autenticazione dei nodi VEN

• Livello di sicurezza High (opzionale)

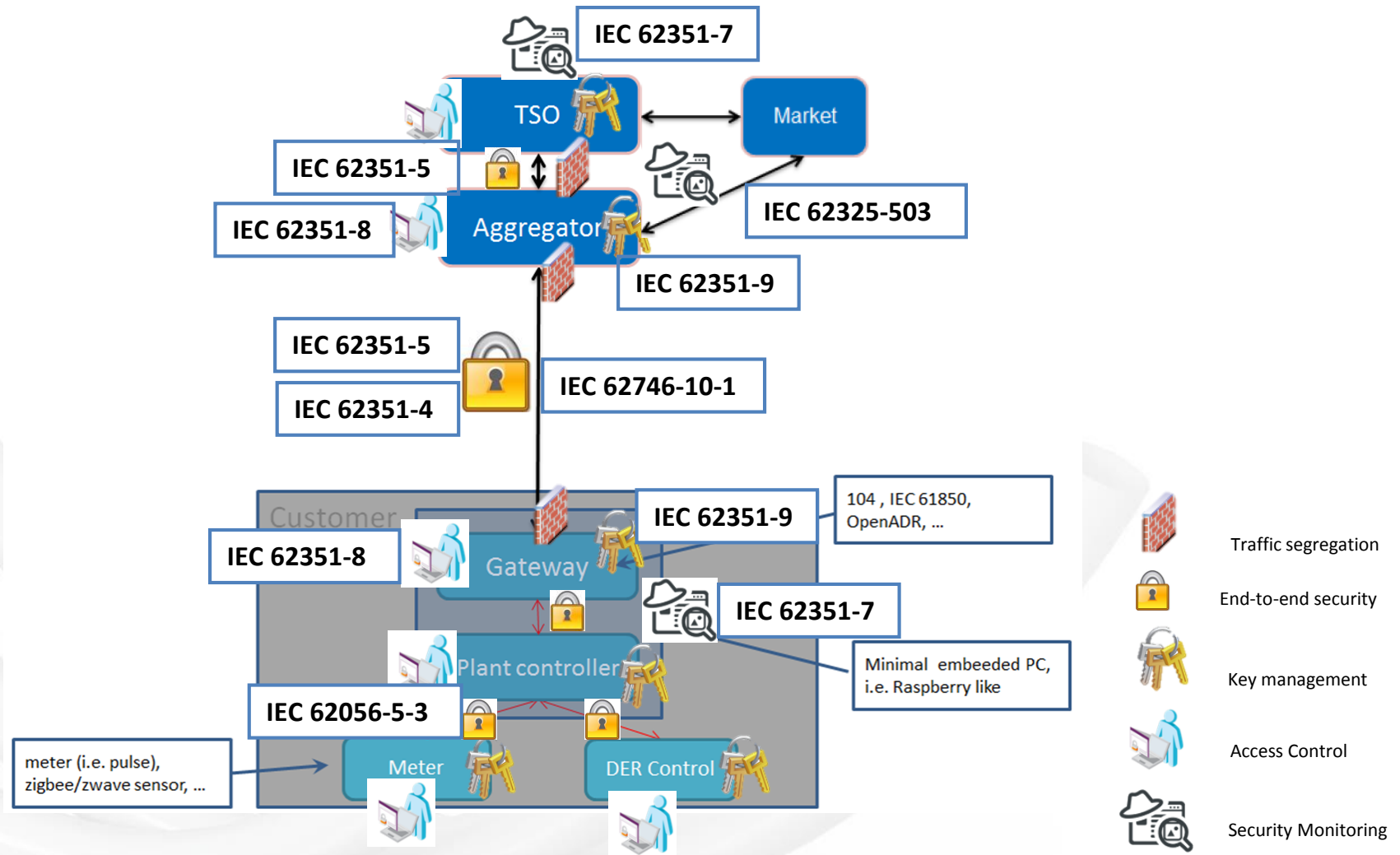
- Prevede l'uso addizionale dello strumento XML (EXtensible Markup Language) Signature

Canale «chain 2» (basato su tecnologia Power Line Carrier)

- Specifica Tecnica CEI TS 13-83:2017, norma IEC 62056-7-5, delibera ARERA 87/2016/R/EEL
- Garantire la confidenzialità, l'integrità e l'autenticità dei dati scambiati
- Sicurezza non solo nella protezione del dato, ma anche negli aspetti costruttivi dei dispositivi
- Sicurezza end-to-end a livello applicativo tramite crittografia, autenticazione e non copiabilità
- IEC 62056-5-3:2017 «Electricity metering data exchange – The DLMS/COSEM suite» – Part 5-3: DLMS/COSEM application layer



Standard di sicurezza nell'architettura di riferimento

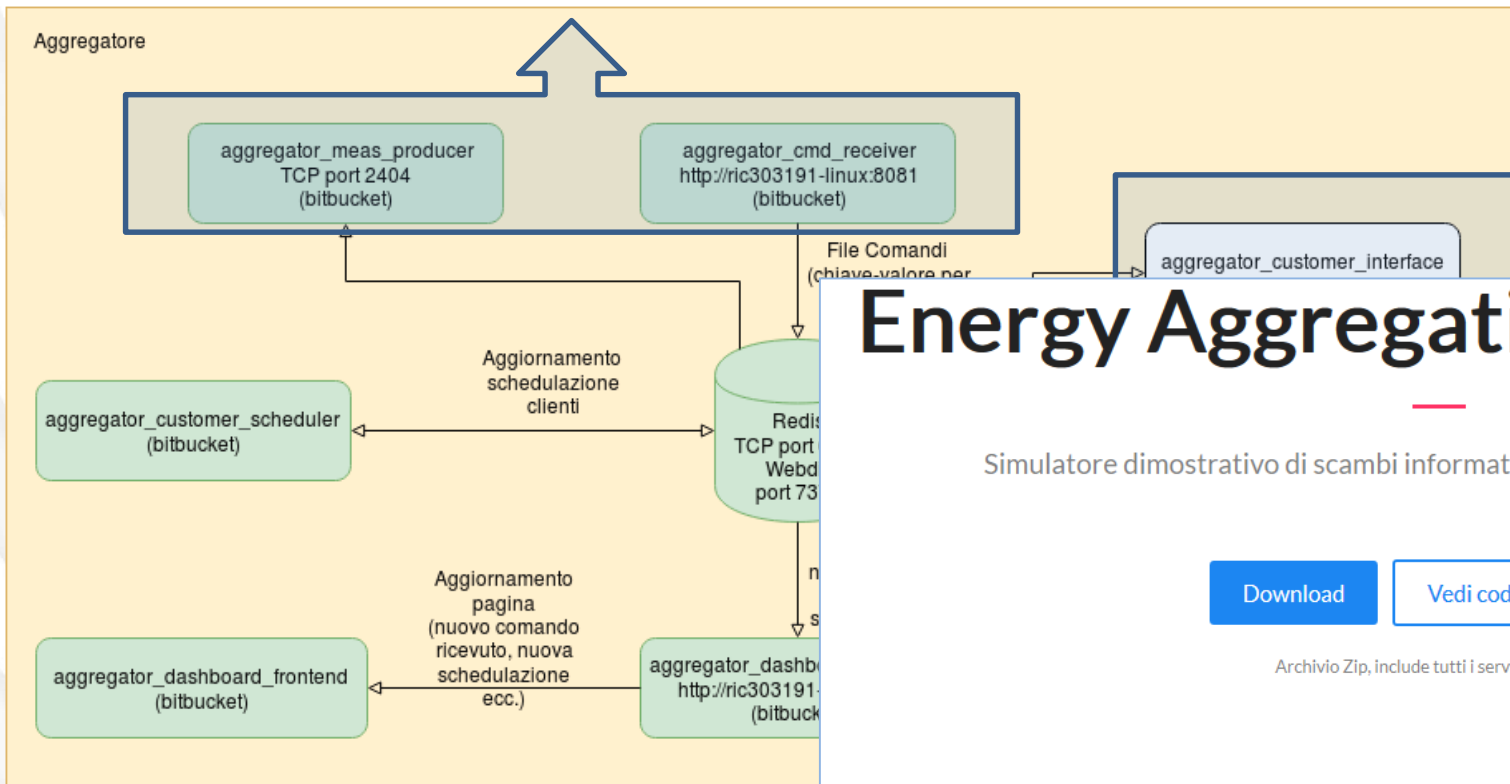


Piattaforma di simulazione «Energy aggregation simulator»



Il pacchetto open source di simulazione supporta gli scambi informativi tra:

- Aggregatore - TSO
- Aggregatore - Utente



Energy Aggregation Simulator

Simulatore dimostrativo di scambi informativi TSO-Aggregatore-Customer

Download

Vedi codice sorgente

Archivio Zip, include tutti i servizi necessari



Modulare

Basato su microservizi.



Standard

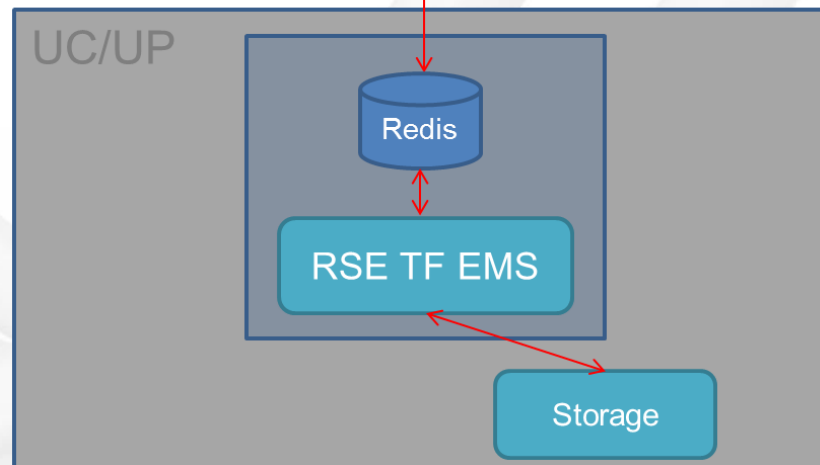
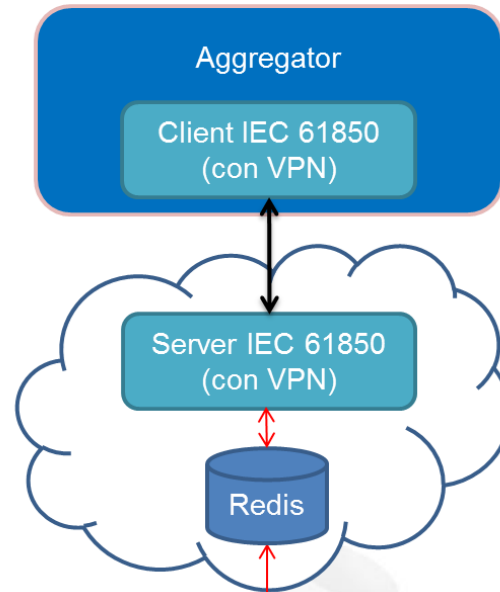
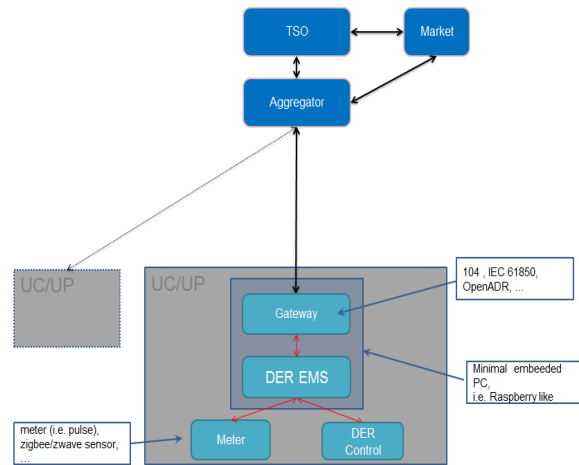
Basato su IEC 60870-104, IEC 61850.



Semplice

Interfaccia web-based.

Interoperability test IEC 61850 tra Test Facility RSE e Aggregatore



Conclusioni relative alle soluzioni tecnologiche per MSD



- L'adozione di interfacce ICT basate su standard europei evita situazioni di lock-in e agevola la prospettiva di realizzazione di un mercato europeo dell'energia
- Necessità di considerare i requisiti previsti dai Network Codes europei
- Attenta valutazione degli aspetti di cyber security
- Contenimento dell'impatto sugli impianti UC/UP
- Compatibilità economica rispetto al modello di business (es. costi sistemi misura)
- Adozione di soluzioni tecnologicamente flessibili (es. basate su cloud, IoT)

Grazie per
l'attenzione

Giovanna Dondossola
Diana Moneta
Daniele Pala
Gianluigi Proserpio
Roberta Terruggia
Renato Urban