



COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI

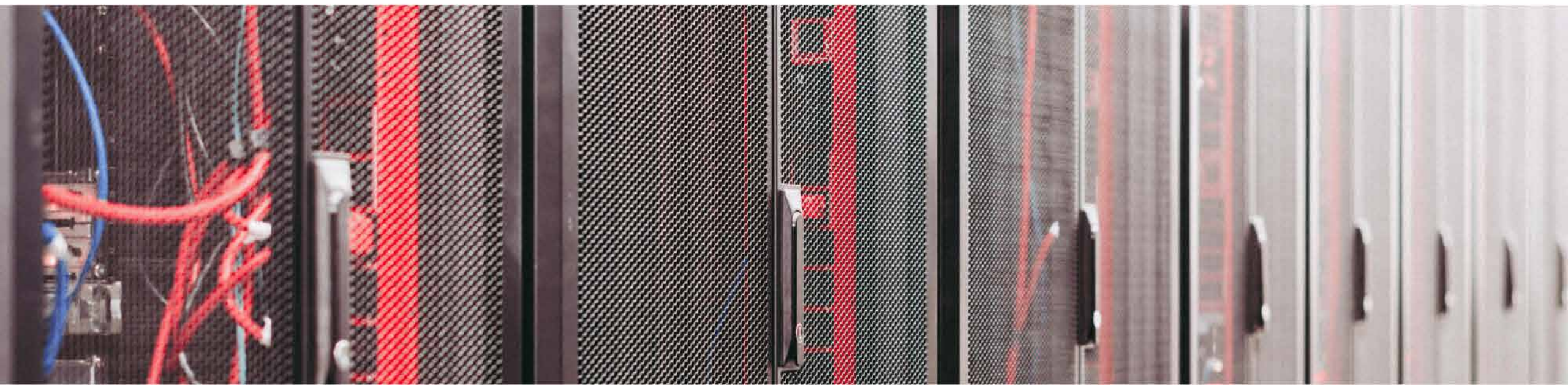
CONVEGNO ON-LINE

APPROCCIO TECNICO NORMATIVO PER LA CONTINUITA' DI FUNZIONAMENTO E PER L'EFFICIENZA DEI DATA CENTER

21.07.2026

15:00 ÷ 17:00

DIRETTA STREAMING





COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

CONVEGNO ON-LINE

DATA CENTER: APPROCCIO TECNICO E NORMATIVO

- INTRODUZIONE
- COSTITUZIONE DI UN DATA CENTER: ANALISI DELLA STRUTTURA, CONTINUITA' DI SERVIZIO, EFFICIENZA ENERGETICA
- I DUE PILASTRI DI UN DATA CENTER
- CONFLITTI TRA I DUE: FIDATEZZA CONTRO EFFICIENZA
- PROBLEMATICHE E POSSIBILI SOLUZIONI
- NORMATIVE EUROPEE E ITALIANE
- SCHEMI ELETTRICI PER GARANTIRE LA CONTINUITA'

ING. DOMENICO TRISCIUOGGIO
MEMBRO DEL CEI CT 64 – CT 81 DAL 1980





Nella notte tra l'8 e il 9 marzo 2020 il traffico della rete internet, in Italia, è aumentato del 70% in una notte, pari all'incremento normalmente registrato in un anno. Lo stesso è avvenuto in tutto il mondo, man mano che la pandemia si diffondeva.



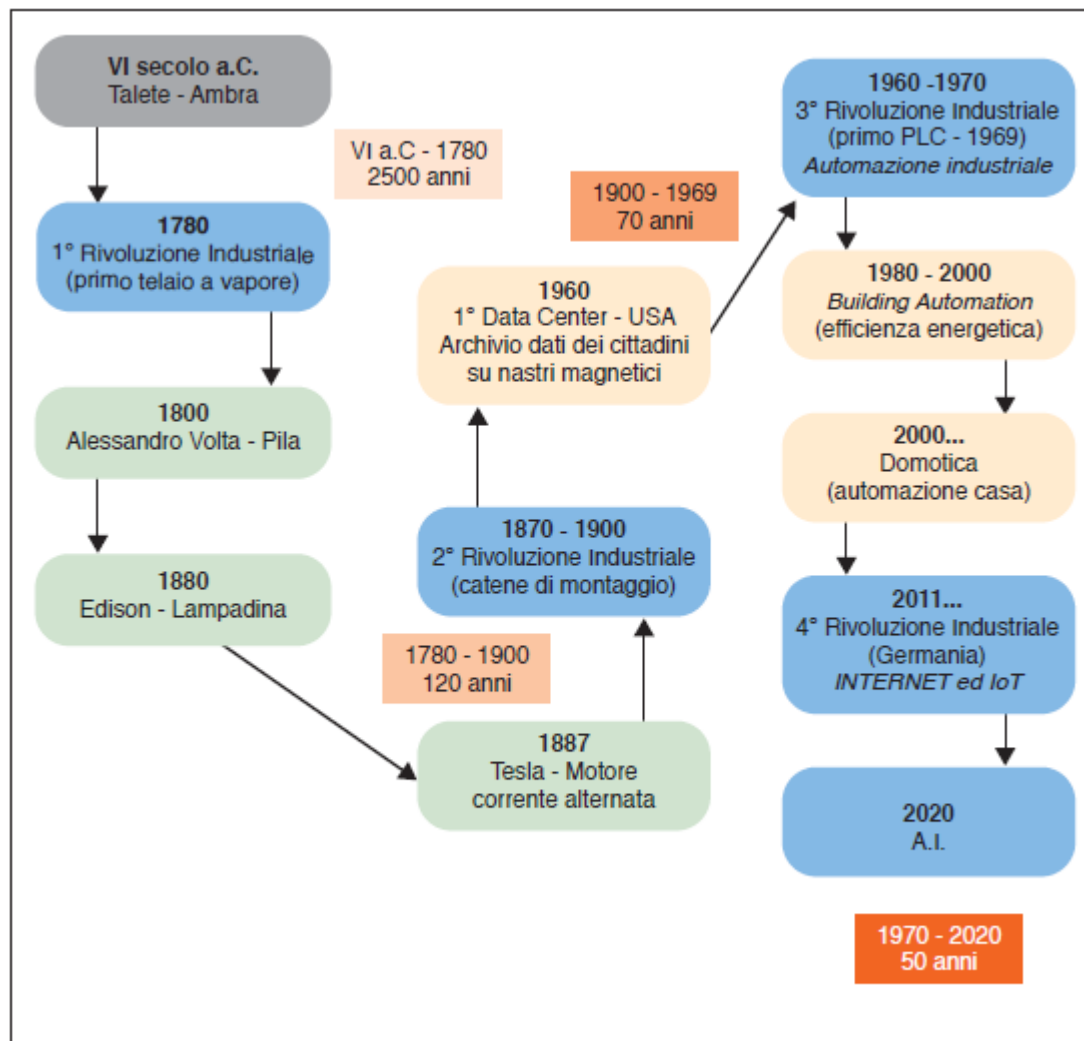


Figura 1.7 – Le quattro rivoluzioni industriali.

Rivoluzioni industriali

1° - 1780 – Primo telaio a vapore

2° - 1870 – 1900 – Catene di montaggio

3° - 1960 – 1970 - Primo PLC

4° - 2011 – Internet e IoT

2020 – A.I.

Il Concetto di Industria 4.0

Il termine Industria 4.0 fu adoperato per la prima volta nel 2011 durante la Fiera di Hannover da tre studiosi



Wolf-Dieter Lukas

I tre lo impiegarono per annunciare
il
«ZUKUNFTSPROJECT INDUSTRIE
4.0»

quella che, a loro parere,
doveva essere l'industria del futuro



Wolfgang Wahlster



Henning Kagermann

La Germania aveva ormai da un po' di tempo perso
la leadership
industriale in Europa ed aspirava a
riconquistarla rapidamente

**Il progetto presentato nel 2011 per l'industria del futuro
prevedeva investimenti in :**

- **Infrastrutture**
- **Scuole**
- **Sistemi energetici**
- **Enti di ricerca**
- **Aziende**

**allo scopo di ammodernare il sistema produttivo tedesco e
riportare l'industria tedesca ai vertici mondiali.**





1) **robotica e automazione avanzata (advanced manufacturing solution):**

sistemi di produzione tecnologicamente avanzati, interconnessi e modulari, pertanto molto flessibili e performanti. Tra i principali troviamo la robotica con i robot collaborativi;

2) **manifattura additiva e/o stampa tridimensionale (additive manufacturing):**

sistemi di produzione che aumentano l'efficienza di utilizzo dei materiali, come stampanti 3D connesse a software di sviluppo digitali;

3) **realtà aumentata e virtuale (augmented reality):** utilizzo di sistemi di visione a realtà aumentata a supporto dei processi produttivi;

4) **simulazione (simulation):** simulazione tra macchine intelligenti e interconnesse per aumentare la produttività e ottimizzare i processi;

5) **integrazione orizzontale e verticale (horizontal e vertical integration):**

integrazione di informazioni e dati tra tutte le aree della filiera produttiva, dal fornitore al consumatore finale;

6) **cybersecurity (cyber security):** nuove norme di sicurezza per proteggere i dati, sempre più esposti al rischio di compromissioni per le numerose interconnessioni interne ed esterne; diffusione e implementazione di soluzioni di cloud computing e di gestione dei dati su sistemi aperti;

7) **Industrial Internet e IoT (Industrial Internet):**

comunicazione multidirezionale tra gli elementi della produzione, sia all'interno che all'esterno dell'azienda, attraverso l'uso di Internet;

8) **cloud (cloud):** è un modello di infrastrutture informatiche che consente di disporre, tramite Internet, di un insieme di risorse di calcolo (per esempio reti, server, storage, applicazioni e servizi) che possono essere rapidamente erogate come un servizio;

9) **Big Data Analytics (Big Data Analytics):** analisi di grandi quantità di dati per ottimizzare i processi di produzione.

I risultati che la Germania ottenne portarono rapidamente al diffondersi del progetto in tutto il mondo

2011 – Germania
 2012 – USA
 2012 – Danimarca
 2013
 Australia
 Belgio
 2014
 UK
 SVEZIA
 OLANDA
 2015
 CANADA
 FRANCIA
 KOREA del SUD
 GIAPPONE
 CINA



Multipli del byte					
Prefissi SI			Prefissi binari		
Nome	Simbolo	Multiplo	Nome	Simbolo	Multiplo
chilobyte	kB	10^3	kibibyte	KiB	2^{10}
megabyte	MB	10^6	mebibyte	MiB	2^{20}
gigabyte	GB	10^9	gibibyte	GiB	2^{30}
terabyte	TB	10^{12}	tebibyte	TiB	2^{40}
petabyte	PB	10^{15}	pebibyte	PiB	2^{50}
exabyte	EB	10^{18}	exbibyte	EiB	2^{60}
zettabyte	ZB	10^{21}	zebibyte	ZiB	2^{70}
yottabyte	YB	10^{24}	yobibyte	YiB	2^{80}

TeraBytes

Il bilione (1 000 000 000 000 o 10^{12}) ossia "mille miliardi",



ZetaBytes

Il triliardo, numero che equivale a mille miliardi di miliardi

1 - Potenziamento delle reti che dovranno offrire prestazioni sempre maggiori

2 - Sicurezza dell'alimentazione elettrica che dovrà essere garantita sempre e comunque

Il decreto "Cura Italia" è del **2020**, è il decreto-legge n. 18 del **17 marzo 2020**, emanato per far fronte alle conseguenze economiche e sociali dell'emergenza epidemiologica da COVID-19.

Art. 82 Decreto Cura Italia (Misure destinate agli operatori che forniscono reti e servizi di comunicazioni elettroniche)
Le imprese che svolgono attività di fornitura di reti e servizi di comunicazioni elettroniche, autorizzate ai sensi del Capo II del d.Lgs n. 259/2003 e s.m.i., intraprendono misure e svolgono ogni utile iniziativa atta a potenziare le infrastrutture e a garantire il funzionamento delle reti e l'operatività e continuità dei servizi.

- **Industria 4.0**
- **Dati aziendali**
- **IoT**
- **Intelligenza artificiale**
-

Emergenza sanitaria

Pluralità di
settori

Pluralità di
discipline



DATA CENTER = CROCEVIA DEL MONDO DIGITALE

«I dati saranno il nuovo petrolio»

Alec Ross – 2008 (saggista americano)

COS'E' UN DATA CENTER?

Un **data center** (o centro elaborazione dati) è un **edificio o uno spazio fisico che ospita l'infrastruttura informatica** necessaria per archiviare, elaborare e distribuire grandi quantità di dati digitali.

COME DEVE ESSERE UN DATA CENTER?

- affidabile;
- efficiente;
- scalabile.

Per **affidabilità** si intende la probabilità che un impianto, un apparecchio, un qualsiasi componente facente parte di un impianto ha di funzionare correttamente; equivale, quindi, a “**sicurezza di funzionamento**” e ad altre espressioni simili (cit. Treccani).

Per **efficienza si intende** la capacità di raggiungere un risultato ottimale riducendo al minimo lo spreco di risorse, tempo ed energia

La **scalabilità** del Data Center serve a garantire due criteri sostanziali: in primo luogo **la possibilità di ampliare** le capacità del Data Center stesso, laddove ve ne fosse bisogno, sia in termini di potenza che in termini di spazi disponibili; in secondo luogo **evitare**, almeno in fase di prima realizzazione, **strutture iper-dimensionate** senza una vera necessità, aggravandone inutilmente i costi.

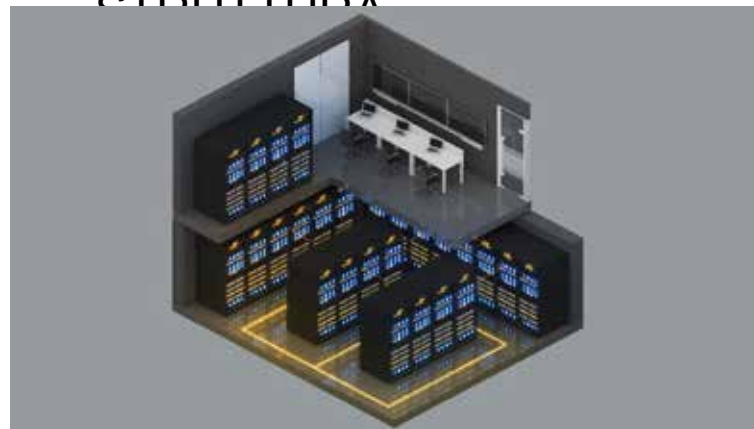
L'**analisi dei carichi** è l'altro fondamentale parametro di cui occorre tenere conto, come in qualsiasi altro tipo di progettazione impiantistica.

Ecco quindi delineate le linee guida di una corretta progettazione di un Data Center:

- 1) in primo luogo l'**involucro edilizio** che contiene il Data Center: è fondamentale lo studio delle relazioni tra le sale apparati vere e proprie, cioè quelle che contengono i componenti IT, e gli ambienti di servizio del Data Center o anche tra l'intero Data Center e altri ambienti dello stesso edificio;
- 2) quindi l'**impianto di alimentazione e distribuzione** dell'energia elettrica che serve per il funzionamento di tutti gli apparati, sia quelli di potenza che quelli informatici;
- 3) il **sistema di climatizzazione**, vale a dire il sistema di riscaldamento, di ventilazione e di aria condizionata, elementi altrettanto importanti nella progettazione di un Data Center;
- 4) infine i cosiddetti **impianti speciali** quali rilevazione fumi, videocamere di sorveglianza, sistemi di controllo accessi ecc.

Da queste iniziali considerazioni si può dunque trarre una prima conclusione abbastanza importante quando si lavora alla progettazione e/o realizzazione di un Data Center, vale a dire la necessità di una **progettazione integrata**, dove le varie componenti non soltanto devono funzionare, e funzionare bene, a livelli qualitativi molto elevati, ma devono anche interagire tra di loro per migliorare tutte le caratteristiche del Data Center e consentire non solo il suo corretto funzionamento in ogni condizione di alimentazione elettrica ma anche il contenimento dei consumi energetici attraverso l'aumento dell'efficienza secondo diverse logiche.

1 - ANALISI della STRUTTURA



2 - SICUREZZA DELLA ALIMENTAZIONE CONTINUITA' di SERVIZIO



3 – EFFICIENZA ENERGETICA



??? UTILIZZO DEL DATA CENTER ???

1 - ANALISI della STRUTTURA

Piccolo o grande che sia, l'architettura del Data Center è sostanzialmente la stessa.

Sono invece notevoli le differenze legate alla complessità, alla numerosità e alla criticità

dei sistemi serviti e degli obiettivi aziendali

1 – Dimensioni del data center

- Poche decine di mq

- Piccole/medie imprese
- Scuole ecc.
- Servizi informatici solo interni



Vale sempre la pena di considerare la **SCALABILITA' DELLA STRUTTURA**, elemento importante per migliorare l'efficienza energetica

1 – Dimensioni del data center

- Grandi spazi (anche migliaia di mq)

- Data center generali di grandi imprese
- DC che offrono servizi IT a terzi dalla semplice ospitalità dei dati fino alla gestione completa



INTERNET DATA CENTER : Data Center accessibili ad un gran numero di utenti attraverso internet

Funzionano, si configurano, si controllano con semplici applicazioni presenti sul computer come Google, o Internet Explorer

DATA CENTER AZIENDALI: Data Center limitati ai soli utenti dell'Azienda

Utilizzano numerosi programmi ed applicazioni al servizio specifico dell'Azienda

DATA CENTER di GRANDI AZIENDE

- Server room di grandi dimensioni (500-1.000 mq) o interi edifici

DATA CENTER di MEDIE AZIENDE

- Più armadi rack distribuiti/ server room di notevoli dimensioni (100-200 mq)

DATA CENTER di UFFICI e/o PICCOLE AZIENDE

- Un semplice armadio rack o piccola server room

INSTALLAZIONI DOMESTICHE

- Uno o più PC con rete di distribuzione interna e/o WIFI



1 - ANALISI della
STRUTTURA

Questo si riferisce ormai a tutti i settori, comprese le singole abitazioni :

Se prima andava via la corrente nelle nostre case, il danno peggiore che avevamo era la perdita dei cibi in

Oggi se cade l'alimentazione di rete in una casa il danno può essere grande, considerando che la casa è diventata luogo di lavoro



1 - ANALISI della STRUTTURA

??? UTILIZZO DEL DATA CENTER ???

2 – Criticità dei servizi forniti

Elemento importante è la valutazione della criticità dei servizi
intesa come requisiti dei servizi IT ospitati in termini di

«FIDATEZZA»

In questa valutazione occorre considerare tutti i fattori
che concorrono alla determinazione del

DANNO

conseguente alla interruzione del servizio erogato.

Elevati requisiti di **fidatezza** (continuità di servizio)

=

adozione di architetture **ridondanti** sia dei sistemi IT che
delle infrastrutture di servizio.



2 - CONTINUITA' DI SERVIZIO - SICUREZZA DELLA ALIMENTAZIONE

COMPONENTI IT Information

Technology

1. Un **server (servitore)** : componente informatico che elabora e gestisce un traffico di informazioni e che fornisce qualunque servizio ad altre componenti (**clients o clienti**) che le richiedono, attraverso **computer** o all'interno di un **sistema informatico**
2. Gli **storage** ossia i **supporti hardware** per la memorizzazione di informazioni ed i relativi software a ciò destinati
3. I **router (instradatori)** ossia i **dispositivi di rete** che, nell'ambito della rete informatica, si occupano di instradare i dati tra reti diverse



2 - CONTINUITA' DI SERVIZIO - SICUREZZA DELLA ALIMENTAZIONE

Criticità dei servizi forniti

- Elemento importante è la valutazione della criticità dei servizi intesa come requisiti dei servizi IT ospitati in termini di «CONTINUITA' DI SERVIZIO»
- Elevati requisiti di «CONTINUITA' DI SERVIZIO» comportano l'adozione di architetture ridondanti sia dei sistemi IT che delle infrastrutture di servizio.
- In questa valutazione occorre considerare tutti i fattori che concorrono alla determinazione del DANNO conseguente alla interruzione del servizio erogato.

3 - EFFICIENZA ENERGETICA

UN DATA CENTER ENERGETICAMENTE EFFICIENTE DERIVA DA

SISTEMI IT

La **Tecnologia dell'informazione** (Information Technology) è l'insieme delle tecnologie che si adoperano per l'archiviazione, la trasmissione e l'elaborazione di dati, attraverso l'uso di reti, elaboratori e attrezzature di telecomunicazione:

- **Hardware**
- **Software**
- **Comunicazione digitale (ICT)**

INFRASTRUTTURE DI SERVIZIO

- Involucro edilizio
- Sistema HVAC (Heating, Ventilation & Air Conditioning)
- Impianto di distribuzione dell'energia elettrica
- Relazione tra le sale apparati e gli ambienti di servizio del Data Center o tra esso ed altri ambienti dello stesso edificio

Aumento dell'efficienza secondo diverse logiche :

- aumento dell'efficienza del componente (es. server, UPS, macchina frigorifera)
- aumento dell'efficienza del sottosistema componente ad esempio impianto HVAC o infrastruttura elettrica

- Requisiti di continuità di servizio sono contrastanti con criteri di efficienza energetica
o
- Livelli di affidabilità di servizio eccessivi sono causa di inefficienza energetica



Rocky Balboa vs Apollo Creed

COMPONENTI IMPIANTISTICI DI UN DATA CENTER



**1 - Impianti di illuminazione – FM -
Altri**

2 - Sistemi di climatizzazione

3 - Impianti speciali

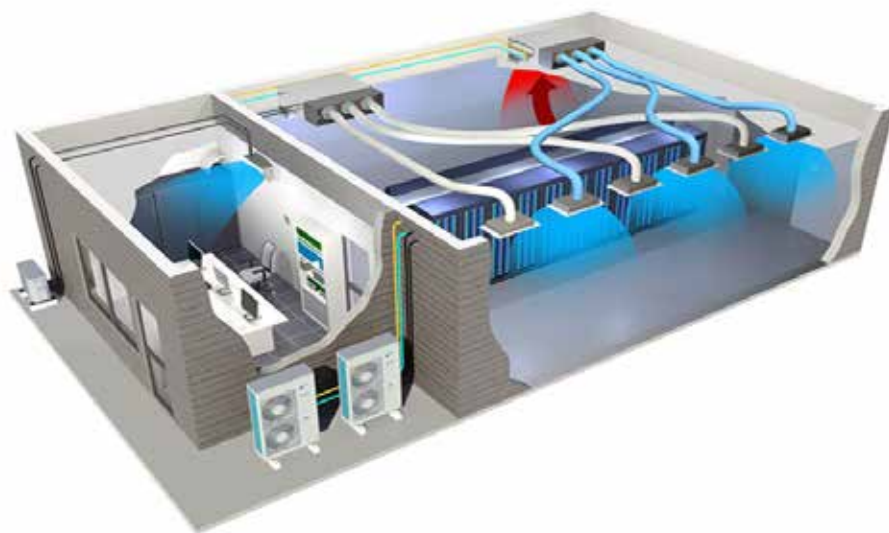
ALIMENTAZIONE ELETTRICA

CRITERI BASILARI

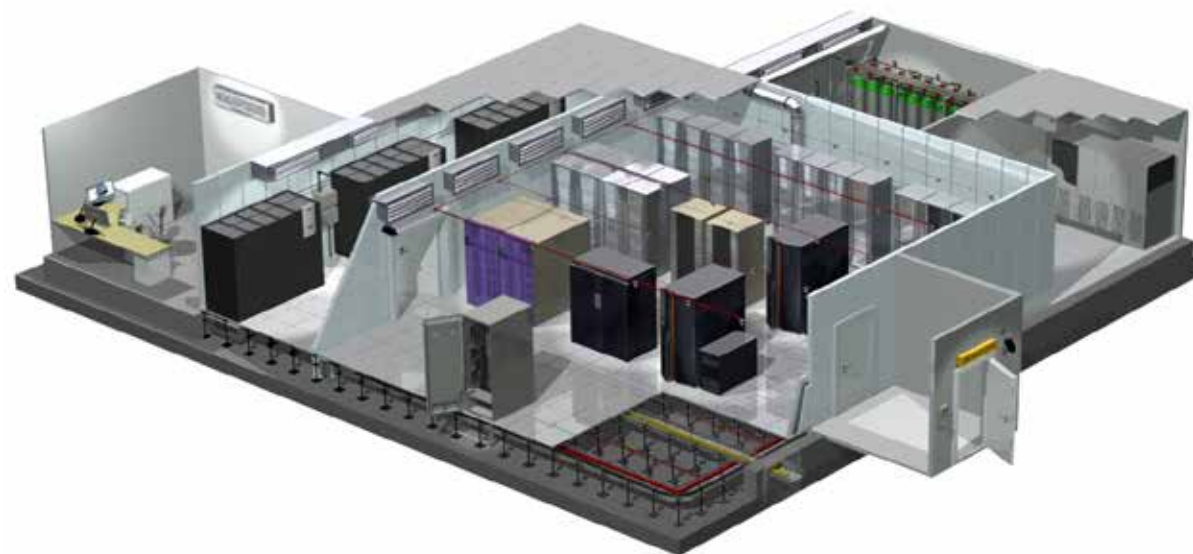
- 1 – affidabilità**
- 2 – scalabilità**
- 3 - efficienza**

COMPONENTI IMPIANTISTICI DI UN DATA CENTER

SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE



IMPIANTI ELETTRICI



Impianti speciali

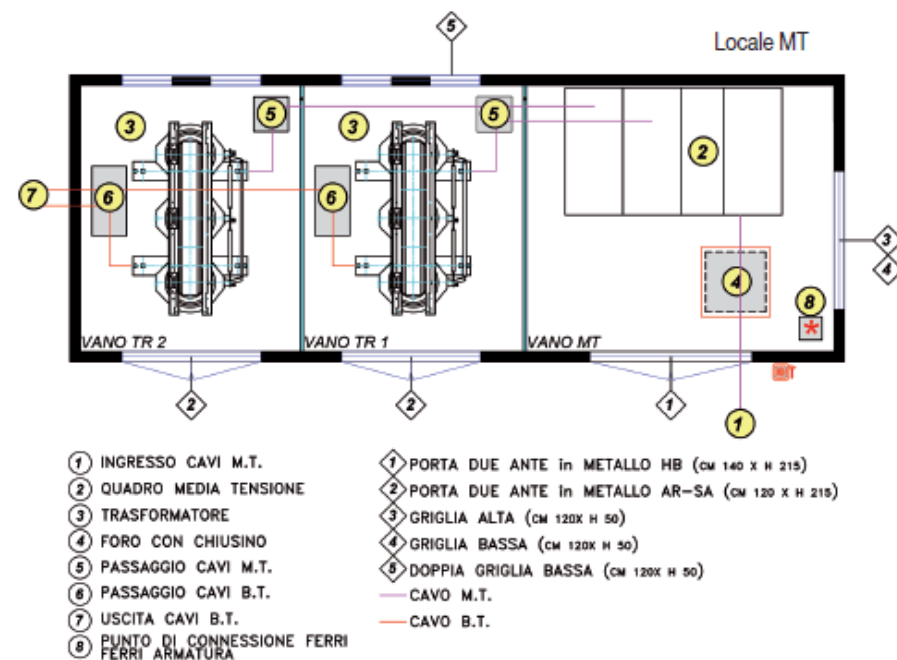
ALIMENTAZIONE ELETTRICA

IMPIANTI ELETTRICI

1. Impianti Elettrici e di Continuità (Power)

Rappresentano il cuore del data center e sono progettati con forti criteri di ridondanza per evitare interruzioni.

- **Cabine di Trasformazione (MT/BT):** Ricevono l'energia in Media Tensione dalla rete pubblica e la trasformano in Bassa Tensione.
- **Gruppi di Continuità (UPS):** Intervengono istantaneamente in caso di blackout per alimentare i server senza interruzioni.
- **Generatori di Emergenza (Gruppi Elettrogeni):** Motori diesel ad attivazione rapida che garantiscono autonomia energetica prolungata.



IMPIANTI ELETTRICI

- **Quadri Elettrici e ATS:** I commutatori automatici (Automatic Transfer Switch) scambiano la sorgente di alimentazione in millisecondi.



Figura 9.10 – Tipico quadro di bassa tensione.

SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE

2. Impianti di Raffreddamento e Climatizzazione (Cooling/HVAC)

I server generano enormi quantità di calore che devono essere smaltite per evitare guasti hardware.

- **Unità CRAC (Computer Room Air Conditioner) e CRAH :** Sistemi di condizionamento specifici per sale server che controllano temperatura e umidità
- **Chiller e Torri di Evaporazione:** Centrali frigorifere esterne per la produzione di acqua refrigerata
- **Sistemi a Contenimento del Flusso:** Compartimentazione fisica dei corridoi caldi o freddi per evitare la miscelazione dell'aria e ottimizzare l'efficienza.
- **Free Cooling:** Sistemi che sfruttano direttamente l'aria esterna fresca per raffreddare l'ambiente senza azionare i compressori
- **Raffreddamento a Liquido (Liquid Cooling):** Soluzioni ad immersione o "direct-to-chip" per l'hardware ad altissima densità (es. server per Intelligenza Artificiale).

Strategie di raffreddamento

SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE

- **unità di precisione CRAC poste perimetralmente**, a espansione diretta. i cosiddetti “sistemi perimetrali” hanno la caratteristica di poter raffreddare rack di vario tipo (bassa, media, alta densità) su superfici molto ampie ottenendo quindi un’ottima economia di scala; a fronte di questo vantaggio va però segnalato anche un aspetto negativo, vale a dire il controllo delle superfici occupate della sala e dei singoli rack per individuare i punti in cui il calore prodotto dalle macchine potrebbe essere così elevato da non poter essere smaltito dalle macchine stesse;

Vantaggi

- **Economia di scala:** massima efficienza su superfici molto ampie.
- **Versatilità:** capacità di raffreddare rack a bassa, media e alta densità.

Svantaggi e Limiti

- **Punti caldi (*hot spot*):** il calore di alcuni rack può superare la capacità di smaltimento perimetrale.
- **Controllo degli spazi:** richiede un monitoraggio costante e rigoroso delle superfici della sala e dei singoli rack.
- **Ingombro a terra:** le unità perimetrali occupano spazio utile calpestabile all'interno del data center.



SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE

UNITA' CRAH - Computer Room Air Conditioner

Sistemi di condizionamento specifici per sale server di
notevoli dimensioni

A differenza dei sistemi a espansione diretta, i CRAH utilizzano una batteria alimentata da acqua refrigerata proveniente da un impianto centralizzato (chiller) per sottrarre calore all'ambiente.

Sono molto efficienti per grandi infrastrutture su larga scala



CHILLER

SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE

Impianti di Raffreddamento e Climatizzazione

- **Sistemi a Contenimento del Flusso:** Compartimentazione fisica dei corridoi caldi o freddi per evitare la miscelazione dell'aria e ottimizzare l'efficienza.
- **Free Cooling:** Sistemi che sfruttano direttamente l'aria esterna fresca per raffreddare l'ambiente senza azionare i compressori
- **Raffreddamento a Liquido (Liquid Cooling):** Soluzioni ad immersione o "direct-to-chip" per l'hardware ad altissima densità (es. server per Intelligenza Artificiale).

Corridoi Caldo-Freddo

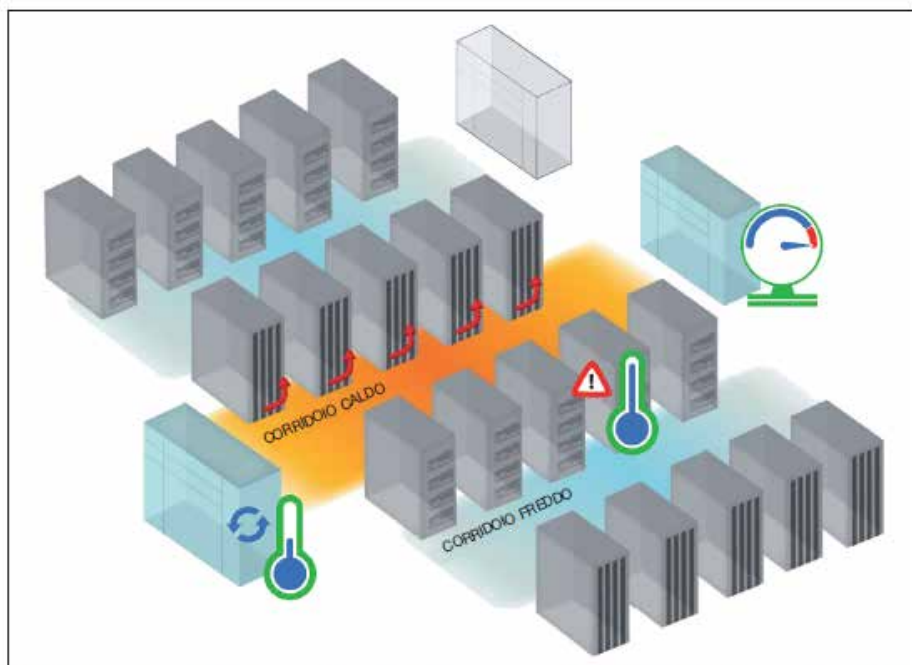


Figura 8.2 – Separazione dei flussi d'aria calda (rosso) e fredda (azzurro) in corridoi separati; l'aria calda è libera di circolare.

Oltre al corretto dimensionamento degli impianti di climatizzazione, bisogna anche individuare quali sono i principi fondamentali della distribuzione dell'aria all'interno della sala DC. Nel caso di impianti di tipo tradizionale o anche nei casi che utilizzano il free-cooling, è palese che esistono nella sala due vie per l'aria:

- la prima è quella che tende a estrarre dal locale l'aria calda prodotta dal sovra riscaldamento dei componenti IT e, in generale, dagli apparecchi che notoriamente tendono a riscaldarsi durante il funzionamento;
- la seconda è invece quella dedicata all'aria fredda proveniente dai sistemi di refrigerazione e condizionamento.

Appare evidente che vi sono nella sala luoghi dove queste correnti d'aria possono "mescolarsi" tra loro generando punti in cui la temperatura non è più calda ma neanche sufficientemente raffrescata come richiesto dal sito e dalle condizioni climatiche.

In questo caso, ciò che deve guidare il progettista è sostanzialmente l'analisi del sito, del posizionamento fisico dei componenti IT nonché delle macchine refrigeranti e/o condizionatori ed evitare che vi sia miscelazione di tali correnti d'aria che, in definitiva non risolvono il problema di fondo.

Per ottenere un ottimo risultato, si può agire attraverso la creazione di “vie preferenziali” per le correnti d’aria calda e d’aria fredda, facendo in modo che le due non si mescolino facilmente.

I rack vengono disposti in modo che l’aspirazione avvenga dalla stessa parte per tutti i rack di una coppia di file (corridoio freddo) e l’espulsione avvenga nel corridoio opposto (corridoio caldo).

Quindi i corridoi si alternano in modo da avere una separazione completa tra le correnti di aria calda e quelle di aria fredda, come visibile dalle prossime immagini.

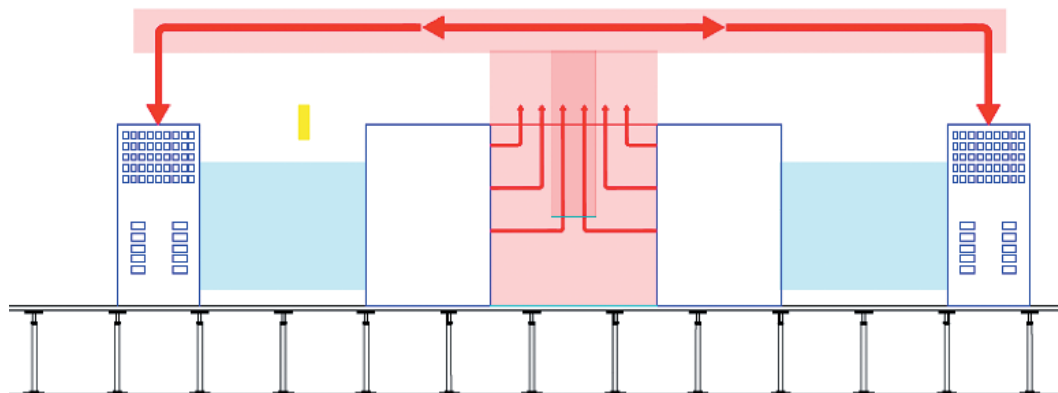


Figura 8.4 – Compartimentazione totale corridoio caldo

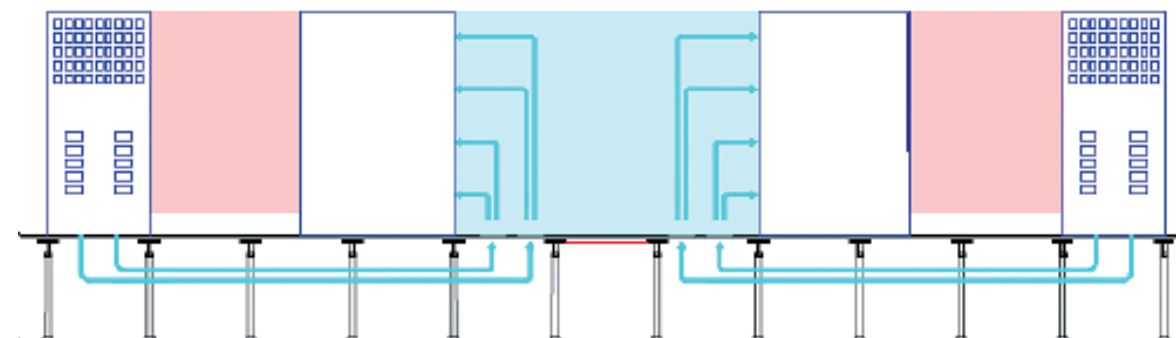


Figura 8.5 – Compartimentazione corridoio freddo.

Impianti speciali

3. Impianti di Sicurezza e Controllo Accessi

Proteggono i dati da minacce fisiche, intrusioni e sabotaggi esterni.

- **Controllo Accessi Biometrico:**
Lettori di impronte o iride combinati con badge per regolare gli ingressi alle aree protette.
- **Videosorveglianza (TVCC):** Telecamere intelligenti con analisi video interna ed esterna attiva 24/7
- **Sistemi Anti-Intrusione:** Sensori volumetrici, barriere perimetrali e sistemi di rilevamento calpestio.
- **Sistemi BMS (Building Management System):** Software centrale per monitorare in tempo reale lo stato di tutti gli impianti fisici ed elettrici

Impianti speciali

4. Impianti Antincendio e Sicurezza Ambientale

I sistemi idrici tradizionali danneggerebbero i circuiti elettrici, pertanto si utilizzano tecnologie speciali.

- **Sistemi VESDA (Rilevazione Precoce):** Sensori ad aspirazione d'aria che analizzano costantemente l'ambiente per intercettare particelle di fumo prima che si sviluppi una fiamma.
- **Spegnimento a Gas Inerte o Chimico:** Sistemi che saturano la stanza con gas puliti per spegnere il fuoco riducendo l'ossigeno o per sottrazione termica, senza danneggiare i server.
- **Rilevamento Allagamento:** Sonde posizionate sotto il pavimento flottante per intercettare perdite d'acqua dai sistemi di condizionamento

IMPIANTI SPECIALI

Rilevazione fumi

Tutte le strategie che vengono attuate mirano essenzialmente alla prevenzione attraverso analisi predittive di ciò che sta per avvenire.

Tipologia di rilevazione fumi in un locale quadri, in cui il campionamento avviene direttamente all'interno del quadro elettrico di bassa tensione.

Figura 10.5 – Rilevazione fumi in cabina.

- 1) ASD prelievo aria primaria su griglia uscita aria condizionata;
- 2) 2) tubi capillari per campionamento interno al quadro.



IMPIANTI SPECIALI

Rilevazione fumi

Tutte le strategie che vengono attuate mirano essenzialmente alla prevenzione attraverso analisi predittive di ciò che sta per avvenire.



Figura 10.2 – Esempio di posizionamento sensori per Data Center con corridoio caldo.



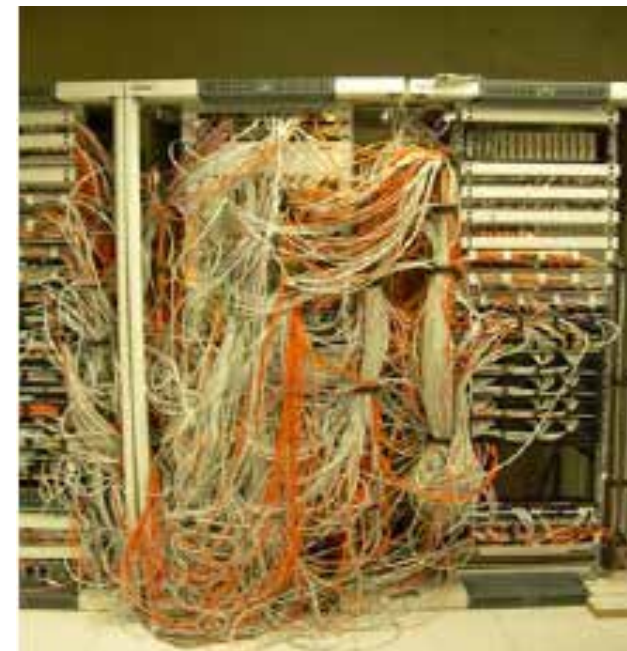
Figura 10.3 – Esempio di posizionamento sensori per Data Center con corridoio freddo.

Impianti speciali

5. Impianti di Connettività e Cablaggio Strutturato

Rappresentano l'autostrada digitale che collega il data center al resto del mondo.

- **Passaggi e Canaline:** Strutture aeree o sottomantello (sotto il pavimento galleggiante) per separare i cavi dati in fibra ottica dai cavi di potenza.
- **Sale Meet-Me (MMR):** Spazi fisici blindati in cui i diversi operatori di telecomunicazioni si interconnettono alla rete interna della struttura.



Protezione da sovratensioni di origine atmosferica

Le sovratensioni di origine atmosferica, o LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse), sono generate da scariche elettriche dirette o indirette che colpiscono l'edificio o i sistemi elettrici che entrano nell'edificio. La loro classificazione è sinteticamente riportata nella Figura 10.15.

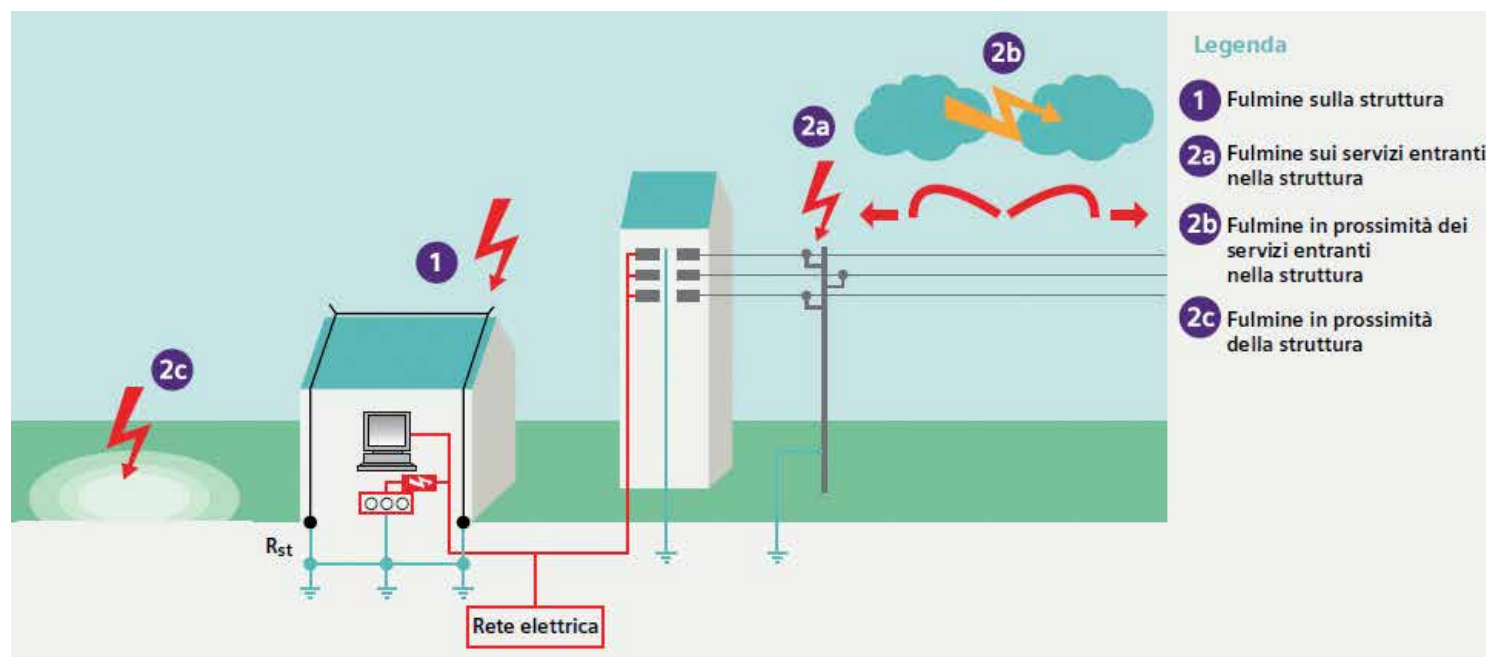


Figura 10.15 – Definizione dei fulmini in funzione del luogo di caduta.

Se i calcoli teorici portano a determinare che l'edificio può potenzialmente essere colpito da una fulminazione diretta, occorre installare **un sistema di protezione esterno contro i fulmini LPS** (Lightning Protection System) solitamente costituito da una gabbia di Faraday, calate e dispersione a terra.

Per la protezione interna, si devono prendere opportune contromisure aggiuntive. È infatti necessario **installare un sistema di dispositivi di protezione dalle sovratensioni a più livelli definito SPD** (Surge Protective Device – Dispositivi di protezione contro le sovratensioni).

Continuità di servizio (fidatezza)

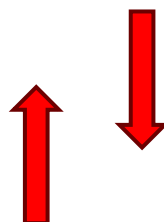
Valutazione del RISCHIO

Analizzare dettagliatamente i requisiti dei servizi IT in termini di continuità di servizio



Per fare questo occorre considerare tutti quei fattori che concorrono al danno conseguente quindi alla interruzione del servizio erogato sia quelli diretti che quelli indiretti (perdita dati – perdita di immagine - ecc.)

Maggiori requisiti di affidabilità richiesti
Implicano l'adozione di architetture
ridondanti



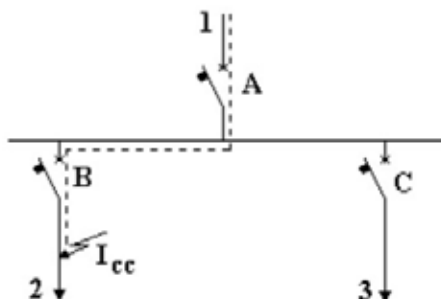
Minore efficienza energetica

- Modelli di distribuzione elettricità
- Architettura dell'impianto
- Selettività delle protezioni
- Equilibratura dei carichi
- Manutenibilità possibile

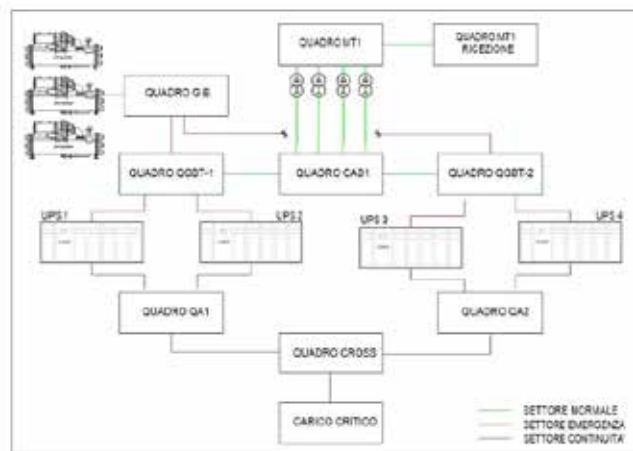
2 - SICUREZZA DELLA ALIMENTAZIONE

Continuità di servizio (fidatezza)

- Selettività delle protezioni



- Architettura dell'impianto



- Manutenibilità possibile



VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI FIDATEZZA DEL SERVIZIO RICHIESTO

IMPIANTISTICA ELETTRICA

Per far questo occorre dare garanzia circa la continuità assoluta della energia elettrica che alimenta i carichi IT

1° livello di protezione

In caso di mancanza di alimentazione della rete generale di guasto sulla stessa, occorre prevedere **UPS e/o gruppi elettrogeni** in modo da sopperire alla mancanza della alimentazione principale

2° livello di protezione

Nel caso in cui il problema si verificasse in un altro punto della rete distributiva e non all'origine occorre ricorrere al principio della **RIDONDANZA**.

Tale principio presuppone che esista, in pratica, una completa duplicazione dei circuiti e dei

componenti della rete principale, creandone una seconda esattamente uguale alla prima: in caso di guasto sulla prima rete o su un suo componente, la seconda subentra sostituendola in toto.

Ciò comporta inevitabilmente un incremento (praticamente una duplicazione) dei costi relativi all'intervento.

VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI FIDATEZZA DEL SERVIZIO RICHiesto

IMPIANTISTICA MECCANICA (CLIMATIZZAZIONE)

Per far questo occorre dare garanzia circa la continuità di funzionamento della climatizzazione: infatti un Data Center e le sue apparecchiature funzionano bene se temperatura ed umidità restano costanti e nei range previsti per le apparecchiature che vi sono installate.

1° livello di protezione

In caso di guasto di un componente specifico dell'impianto di climatizzazione, deve esserci la possibilità di commutare quella parte d'impianto sotto un **secondo componente** che faccia le veci del primo, lasciando tutto immutato.

Nel caso in cui il problema fosse di più ampia natura, occorre anche in questo caso ricorrere al **principio della RIDONDANZA**.

2° livello di protezione

Tale principio presuppone che esista, in pratica, una completa duplicazione dei circuiti e dei componenti della rete principale, creandone una seconda esattamente uguale alla prima: in caso di guasto sulla prima rete o su un suo componente, la seconda subentra sostituendola in toto.

Ciò comporta inevitabilmente un incremento (praticamente una duplicazione) dei costi relativi all'intervento.

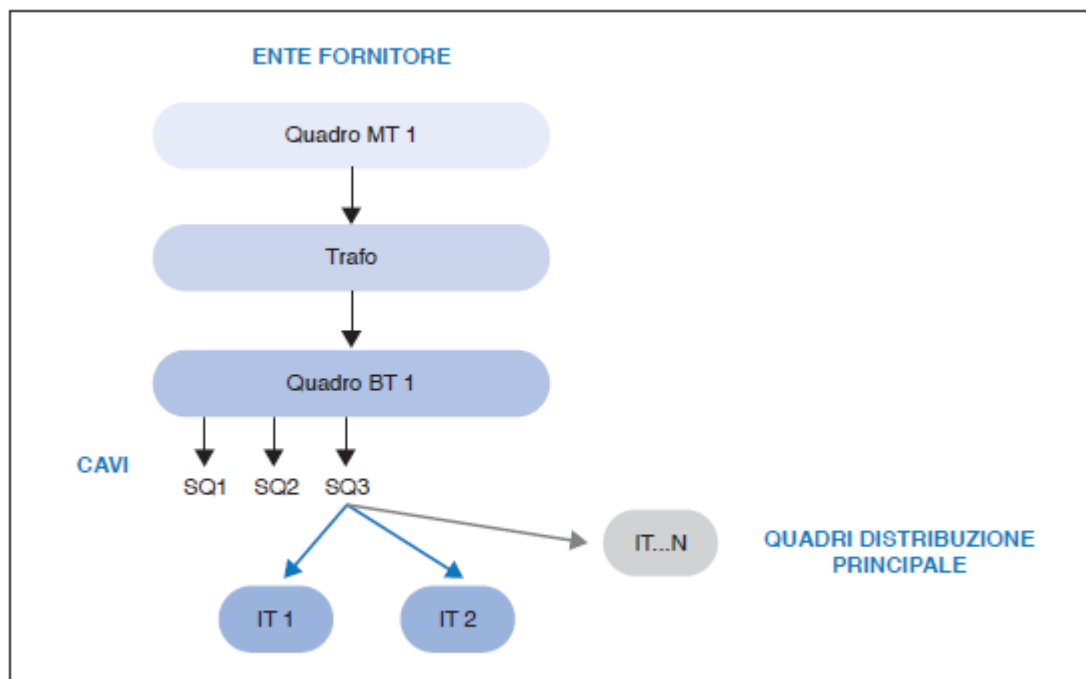


Figura 4.5 – Tipologia di collegamento elettrico senza alcuna ridondanza.

L'energia viene fornita da un ente fornitore al complesso e si attesta sul quadro di media tensione.

Da qui, tramite cavo, ci si collega al trasformatore MT/BT e l'energia in bassa tensione viene trasferita al quadro generale di bassa tensione.

Dal quadro di bassa tensione nel quale si trovano “N” partenze, si va agli “N” quadri di sotto-distribuzione e da questi ai carichi IT.

In questa situazione (un solo componente per ciascun servizio) si comprende bene che qualsiasi guasto, deficienza, errore anche umano, comporta che una parte del carico IT resti completamente disalimentato con successiva caduta e perdita di tutti i dati sottesi a quel ramo d'impianto.

Più si va a monte e più il danno cresce in maniera proporzionale.

Per superare questa difficoltà e minimizzare il rischio, si possono prendere le seguenti precauzioni:

- 1) utilizzare componenti di **grande qualità** in modo che sia massima la loro resistenza a qualsiasi tipo di sollecitazione;
- 2) **dimensionare** al meglio i componenti in modo da evitare eventuali malfunzionamenti dovuti per esempio a sovraccarichi o altro;
- 3) utilizzare come sorgenti di alimentazione la **rete elettrica principale, un gruppo di continuità assoluta, un gruppo elettrogeno**;
- 4) in aggiunta a questi accorgimenti, risolvere ogni problema l'inserimento in questi impianti del criterio di **ridondanza** dei componenti e delle intere funzioni.

In campo tecnico, con il termine **“ridondanza”** si intende la caratteristica dell'impianto di essere costituito da più elementi capaci di svolgere la stessa funzione in modo da aumentare l'affidabilità dell'intero sistema.

Oltre alla ridondanza elettrica, è necessario valutare anche la **ridondanza meccanica**, intesa come impianti di climatizzazione.

Un guasto nell'impianto di climatizzazione, tale da pregiudicarne il funzionamento, potrebbe mandare in sofferenza l'intero Data Center

Indipendenza delle linee di alimentazione

Sempre in relazione alla richiesta di “ridondanza” degli impianti elettrici e meccanici, essa si ottiene non solo con la duplicazione delle apparecchiature ma anche delle linee, elettriche o meccaniche, le quali devono essere inoltre assolutamente “indipendenti” l’una dall’altra.

Per indipendenza si intende la caratteristica di queste linee di non essere mutuamente interferenti.

Le linee quindi:

- dovranno essere in numero di una linea per ciascun tratto di comunicazione tra un quadro e il derivato;
- non dovranno avere alcun tipo di interferenza reciproca;
- dovranno seguire dal punto di partenza al punto di arrivo due percorsi distinti e separati sotto l’aspetto fisico:
 - quindi nessun tratto di canalina o di tubazione unica per entrambe;
 - percorsi separati e distanti il più possibile tra di loro;
 - nessun punto di connessione, incrocio o semplice sovrapposizione reciproca;
 - assoluta indipendenza rispetto all’omologa per tutto il tratto di posa ipotizzata.

2 - SICUREZZA
DELLA
ALIMENTAZIONE

VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI FIDATEZZA DEL SERVIZIO
RICHiesto
RETI DI CONNESSIONE INTERNE INDIPENDENTI

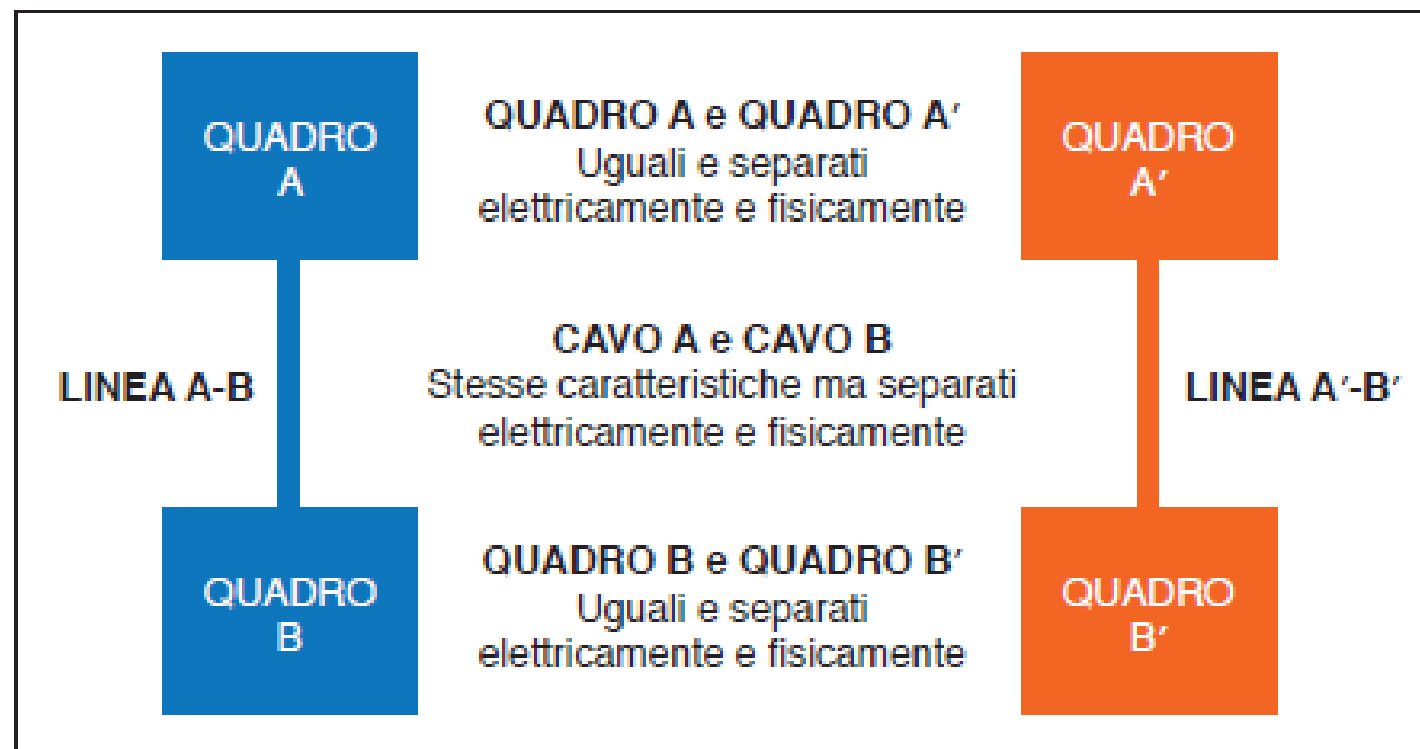


Figura 4.6 – Esempio di quadri e linee ridondanti e non interferenti.

STANDARD INTERNAZIONALI DI RIFERIMENTO

In base alle caratteristiche dell'impiantistica che utilizzano, dei livelli di ridondanza e di molti altri fattori, i Data Center vengono «classificati» per categorie, ciascuna delle quali codifica il livello prestazionale di affidabilità del data Center.

STANDARD INTERNAZIONALE = METODO **RICONOSCIUTO LOCALMENTE O GLOBALMENTE** DI REALIZZARE C

Gli standard per essere definiti e riconosciuti dovrebbero avere la caratteristica di essere «**PUBBLICI**»

Al contrario, lo STANDARD più conosciuto e diffuso è lo
STANDARD «TIER TOPOLOGY di UPTIME INSTITUTE»

Nato nel 1993, per un'iniziativa privatistica, come consorzio di Società impegnate nello sviluppo di corsi e consulenze relative ai Data Center, esso manca della caratteristica di essere «**pubblico**»

Tuttavia per tradizione e valenza è riconosciuto in tutto il mondo ed è, ad oggi, l'organizzazione che effettua attività di certificazione.

UPTIME INSTITUTE rilascia

- Una **DESIGN CERTIFICATION** (Certificazione sul progetto)
- Una **FACILITY CERTIFICATION** (Certificazione sul come realizzato)

UPTIME INSTITUTE, ha sviluppato e registrato la classificazione

TIER I, TIER II, TIER III, TIER IV,

vale a dire degli standard di certificazioni che stabiliscono le performance richieste per l'infrastruttura Elettrica e di Condizionamento, inclusa la capacità di ridondanza, la pianificazione di attività di manutenzione o risposta agli incidenti.

TIER I : Viene garantita la disponibilità del 99.67 %, equivalente a 28.8 ore di interruzione/anno e nessuna ridondanza

TIER II : Viene garantita la disponibilità del 99.75 %, equivalente a 22 ore di interruzione/anno e ridondanza parziale

TIER III : Viene garantita la disponibilità del 99.982 %, equivalente a 1,6 ore di interruzione/anno e ridondanza **N+1.**

TIER IV : Viene garantita la disponibilità del 99.995 %, equivalente a 26,3 minuti di interruzione/anno e ridondanza **2N+1.**

N+1 : N si riferisce alla capacità per supportare l'intero carico
+ 1 indica un componente aggiuntivo a scopo di backup

2N+1 : Ridondanza **2N** significa che la struttura dispone di un sistema indipendente completamente speculare in stand-by.
Se succede qualcosa a un componente primario, una replica di backup identica inizia a funzionare per garantire la continuità delle operazioni.
Il modello **2N+1** fornisce il doppio della capacità operativa (2N) e un componente di backup aggiuntivo (+1) nel caso in cui si verifichi mentre un sistema secondario è attivo.

STANDARD INTERNAZIONALI DI RIFERIMENTO

Un secondo STANDARD di riferimento è la **TIA** che, nel 2005, ha presentato la norma:

ANSI / TIA 942 denominata **TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE STANDARD for DATA CENTER**

Nasce per certificare il cablaggio strutturato e le infrastrutture di telecomunicazione più che le infrastrutture meccaniche ed elettriche anche se, nel tempo fa riferimento anche a queste attraverso **l'allegato «F»**

Anche per TIA i livelli di certificabilità sono 4, indicati come:

«RATING 1, 2, 3, 4 con caratteristiche crescenti da 1 a 4

La **norma ANSI/TIA 942** è citata da **AgID (Agenzia per l'Italia Digitale)** nelle “Linee Guida razionalizzazione infrastruttura digitale della PA” quale **riferimento per la classificazione dei data center**.

STANDARD INTERNAZIONALI DI RIFERIMENTO

Un ulteriore **STANDARD** di riferimento è la norma **EN 50600 ed ISO 22237** elaborate dal **CEN**

(Comité Européen de Normalisation) che è l'Ente di Normazione Europea
TUTTI I PAESI MEMBRI DEVONO QUINDI RECEPIRE LE NORMATIVE EUROPEE ED
APPLICARLE E QUINDI QUESTE NORME DIVENTANO COGENTI, ANCHE SE AD OGGI
ESISTONO SOLO DOCUMENTI CHE FORNISCONO LE LINEE GUIDA

Le EN 50600 ed ISO 22237 classificano i Data Center con 3 parametri:

1 – Disponibilità

2 – Sicurezza

3 – Efficientamento energetico

STANDARD INTERNAZIONALI DI RIFERIMENTO

**EN 50600 ed ISO
22237**

Le EN 50600 ed ISO 22237 classificano i Data Center con 3 parametri:

1 – Disponibilità:

Si riferisce agli impianti meccanici ed elettrici e definisce 4 classi denominate «Availability Class» che vanno da 1 a 4 dove la Class 1 è la base e la class 4 qualifica i Data Center con caratteristiche di «fault tolerance» cioè la capacità del sistema di continuare a funzionare nonostante guasti o malfunzionamenti.

2 – Sicurezza :

Fa riferimento alla sicurezza fisica (accesso, intrusione, protezione da eventi esterni ecc. e dà una classificazione in 4 zone:

da **zona 1** – la meno sicura a **zona 4** con la massima sicurezza

3 – Efficientamento energetico :

Vengono classificati 3 livelli di cui il **livello 1** è il meno efficiente ed il **3** è il più efficiente.

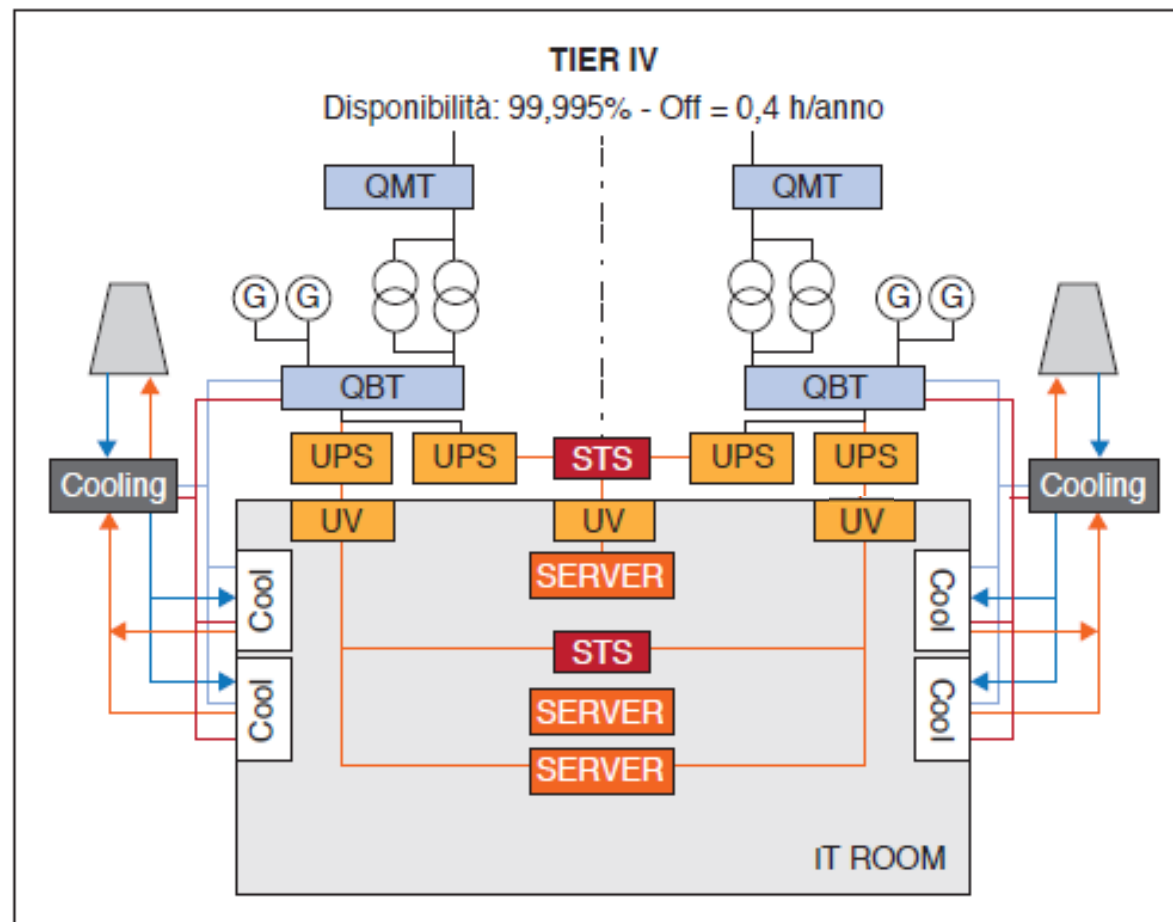


Figura 5.4 – Configurazione Tier IV.

EFFICIENZA ENERGETICA NEI DATA CENTER

Un Data Center può essere visto come un edificio o un locale tecnologico, destinato ad ospitare un sistema IT

Da quanto visto, la finalità principale è quella di assicurare che le apparecchiature che compongono il sistema IT dispongano sempre dell'energia necessaria per funzionare correttamente.

Per fare questo, in fase di progettazione è fondamentale effettuare una corretta ANALISI dei CARICHI, come peraltro avviene in ogni progetto.

Nello specifico, possiamo coerentemente affermare che i carichi in un CED sono essenzialmente

- 1 – Il Carico Critico
- 2 – Gli impianti di climatizzazione
- 3 – Altri carichi generici

EFFICIENZA ENERGETICA NEI DATA CENTER

Carico Critico :

E' costituito da tutte le componenti Hardware che costituiscono l'architettura dell'attività:

- Server
- Router
- Computer
- Dispositivi di archiviazione
- Apparecchiature per le telecomunicazioni
- Sistemi di sicurezza e monitoraggio
- Sistemi Antincendio
- Sistemi di raffreddamento

L'esatta valutazione del **CARICO CRITICO** è di fondamentale importanza per il dimensionamento di tutte le componenti elettriche e di climatizzazione nonché per una esatta valutazione dell'efficienza energetica del Data Center

Pertanto tutti questi componenti «informatici» non devono essere valutati solo in relazione alla velocità di funzionamento elemento fondamentale per la funzionalità elettronica del data Center, ma anche in termini di assorbimento di energia.

Essi, insieme agli altri apparati presenti nella sala CED, trasformano parte dell'energia assorbita in calore che va poi opportunamente dissipato facendo entrare in gioco gli impianti di climatizzazione.

Impianti di climatizzazione

Gli impianti di climatizzazione devono essere dimensionati in relazione al potenziale calore dissipato dalle macchine e al range di temperatura in cui le stesse devono lavorare indefinitamente e senza problemi.

Altri carichi generici

Tra questi ricadono gli impianti di illuminazione, di fm normale, di videosorveglianza ecc.

Sulla scorta di esperienze fino ad oggi maturate, si può individuare la suddivisione percentuale seguente:

1 – Il Carico Critico	50% della potenza totale
2 – Gli impianti di climatizzazione	30% della potenza totale
3 – Altri carichi generici	20% della potenza totale

L'obiettivo fondamentale per ottimizzare i consumi energetici di una Data Center è quello di ridurre al minimo la differenza tra l'energia impiegata dal sistema IT e quella totale impiegata nel data center

Per misurare questa differenza e «qualificare» quindi il Data Center sotto questo profilo energetico

Sono stati definiti due indicatori di efficienza:

Il PUE (Power Usage Effectiveness)

Il DCIE (Data Center Infrastructure Efficiency)

Power Usage Effectiveness (PUE) :

Misura quanto sia efficiente un data center nell'usare l'energia elettrica che lo alimenta.

E' un parametro che indica quanta potenza elettrica sia dedicata all'alimentazione degli apparati IT (Information Technology) rispetto ad altri servizi, quali il condizionamento, gli UPS ecc.

IL DCIE: (Data Center Infrastructure Efficiency)

Efficienza delle infrastrutture espresso in percentuale

EFFICIENZA ENERGETICA NEI DATA CENTER

Questi due indici sono calcolati come segue:

$$\text{PUE} = \frac{\text{Potenza totale assorbita dal Data Center nel suo complesso}}{\text{Potenza assorbita dal solo sistema IT}}$$

$$\text{DCIE} = \frac{1}{\text{PUE espresso in percentuale}}$$

Il valore massimo (ideale) di ciascuno dei due indici si raggiunge quando
tutta l'energia assorbita dal Data Center è utilizzata per il Carico
Critico

$$\text{PUE} = 1 \quad \text{DCIE} = 100 \%$$

I valori massimi non possono naturalmente ottenersi ma, agendo sui parametri di cui abbiamo discusso, ci si può avvicinare sensibilmente alla soluzione ideale, come riportato nella seguente tabella

Tabella 3 – Possibile correlazione tra il valore del PUE e del DCiE di un Data Center e la sua prestazione energetica

Valore degli indicatori PUE e DCiE	Prestazione energetica
PUE > 3 (DCiE < 33 %)	Molto inefficiente
PUE compreso tra 2,5 e 3,0 (DCiE compreso tra 33% e 40 %)	Inefficiente
PUE compreso tra 2 e 2,5 (DCiE compreso tra 40% e 50 %)	Mediamente efficiente
PUE compreso tra 1,5 e 2,0 (DCiE compreso tra 50 % e 67 %)	Efficiente
PUE compreso tra 1,1 e 1,5 (DCiE compreso tra 67 % e 83 %)	Molto efficiente

Secondo l'UPTIME INSTITUTE, ad oggi il tipico DATA CENTER ha un valore di **PUE = 2,5**
Ciò significa che per ogni 2,5 W in ingresso, solo 1 watt viene erogato al carico IT.

UPTIME INSTITUTE stima inoltre che la maggior parte delle strutture potrebbe raggiungere un valore di **PUE = 1,6**, in qualche caso anche **PUE = 1,2**, attraverso una migliore progettazione e l'utilizzo di attrezzature e tecnologie più efficienti.

Il PUE e il DCIE hanno ricevuto un'ottima accettazione dall'industria IT perchè hanno le seguenti caratteristiche:

- 1 – semplici da misurare
- 2 – permettono di valutare in modo immediato l'efficienza energetica di un CED
- 3 – permettono di confrontare la prestazione di infrastrutture di Data Center diversi

Abbiamo dunque detto tutto?

ASSOLUTAMENTE NO !!!!

I due indicatori, fin qui codificati, hanno l'inconveniente di valutare solo gli aspetti infrastrutturali dei data Center

Ignorano del tutto lo scopo per cui il Data Center esiste, cioè

OSPITARE TECNOLOGIE IT CON LO SCOPO DI ELABORARE INFORMAZIONI

Per questo motivo, l'attenzione si sta spostando su una classe di indicatori più evoluti che tengano conto non solo dell'energia in ingresso ma anche della **PRODUTTIVITA' DEL DATA CENTER** in quanto

MACCHINA PER INFORMATION TECHNOLOGY

Questi indicatori, basati sulla produttività, vanno sotto il nome di : **DCEP : Data Center Energy Productivity**

ed il loro obiettivo è quello di misurare quanta energia viene utilizzata per «unità di prodotto» del Data Center

$$\text{DCIE} = \frac{\text{Lavoro utile prodotto dal Data Center}}{\text{Energia consumata per produrlo}}$$

Non è semplice definire l'Unità di Prodotto di un Data Center

N O R M A I T A L I A N A C E I

Guida

CEI 315-8

Data Pubblicazione

2013-12

Titolo

Linee guida sull'efficienza energetica nei Data Center

Title

Data Center energy efficiency: Guidelines

INDICE

1	Scopo	
2	Destinatari del documento	
3	Introduzione	
4	Generalità	
4.1	Dimensioni del Data Center	
4.2	Criticità dei servizi forniti (livello di fidatezza del servizio)	
4.3	Valutazione del Livello di Fidatezza del Servizio richiesto	
5	Indicatori di efficienza energetica del Data Center	
5.1	Generalità	
5.2	Indicatori dell'efficienza energetica dell'infrastruttura a servizio del sistema IT	
5.3	Indicatori dell'efficienza energetica del Data Center nel suo complesso	
6	Valutazione Sistema IT	
6.1	Generalità	
6.2	Sistema di controllo di un Sistema IT	
6.3	Parametri di efficienza complessiva	
6.4	Apparati di rete	
6.5	Server	
6.6	Dispositivi di storage	
7	Infrastruttura a servizio del sistema IT	
7.1	L'impianto di climatizzazione e trattamento aria	
7.2	Caratteristiche dell'impianto di distribuzione e continuità elettrica	
8	Valutazione ambientale per locali preesistenti	40
8.1	Conteggio dello spazio rack disponibile nel Data Center	40
8.2	Sistemi di cablaggio per i Data Center	42
8.3	Cifre di merito di riferimento dell'infrastruttura installata	44
8.4	Modello di utilizzo operativo del locale Data Center	50
9	Definizione dei requisiti minimi per locali di nuova installazione	54
9.1	Dimensioni dei locali	54
10	Linee guida sull'operatività del locale Data Center	55
10.1	Accesso al locale	55
10.2	Ingombri da materiale non IT	55
10.3	Utilizzi impropri del locale	56
11	Assessment complessivo dell'installazione	56
11.1	Schema complessivo di valutazione	56
	Allegato A Sintesi delle attività internazionali	63

ESEMPI DI SCHEMI CIRCUITALI



CONTINUITA' DI SERVIZIO : UTILIZZO DI PIU' SORGENTI DI ALIMENTAZIONE

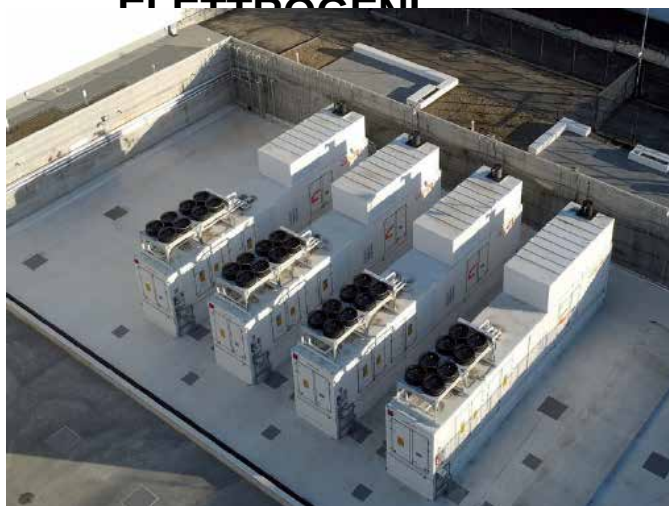
TRASFORMATO RI



GRUPPI DI CONTINUITA' STATICI



GRUPPI ELETTOGENI



Motore
Diesel

Accumulatore di
energia cinetica

Macchina
sincrona

RIDONDANZA

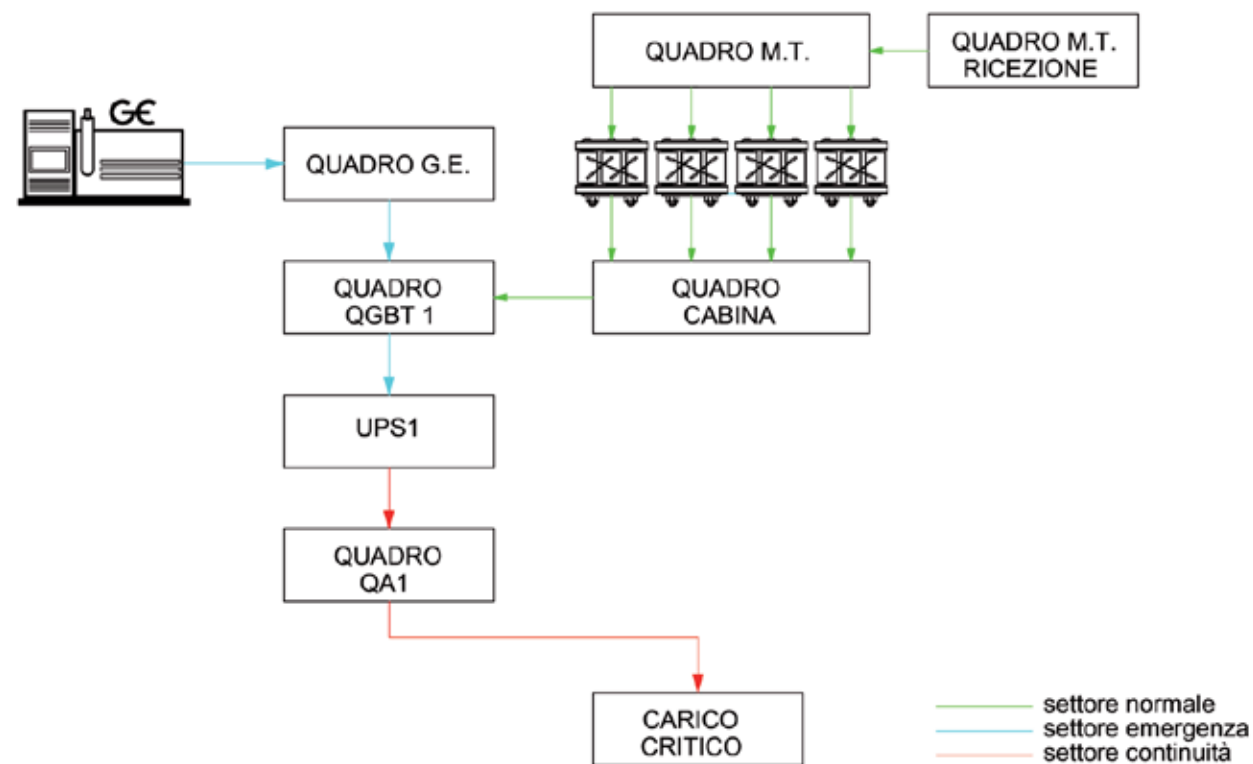


Figura 9.2 – Schema a blocchi alimentazione Carico Critico senza ridondanze.

RIDONDANZA

Per valutare quanto e come “ridondare” un impianto elettrico occorre valutare i possibili “incidenti” e comunque tutti quegli eventi negativi che hanno un impatto sulle apparecchiature del Data Center.

Per questi incidenti vi sono esatte definizioni e parametri di valutazione, in particolare nella ISO 27001, lo standard internazionale della sicurezza delle informazioni, dove si analizzano i possibili rischi quali l’incendio, l’allagamento, i guasti tecnici ecc.

Devono poi considerarsi tra i possibili danni conseguenti all’incidente anche:

- l’indisponibilità;
- la perdita di riservatezza;
- la distruzione del dato o la perdita di integrità;
- la mancata attività dei dipendenti;
- la perdita di immagine;
- i costi di ripristino.

1° step

Si aggiunge un secondo gruppo elettrogeno per ridondare il primo.

RIDONDANZA

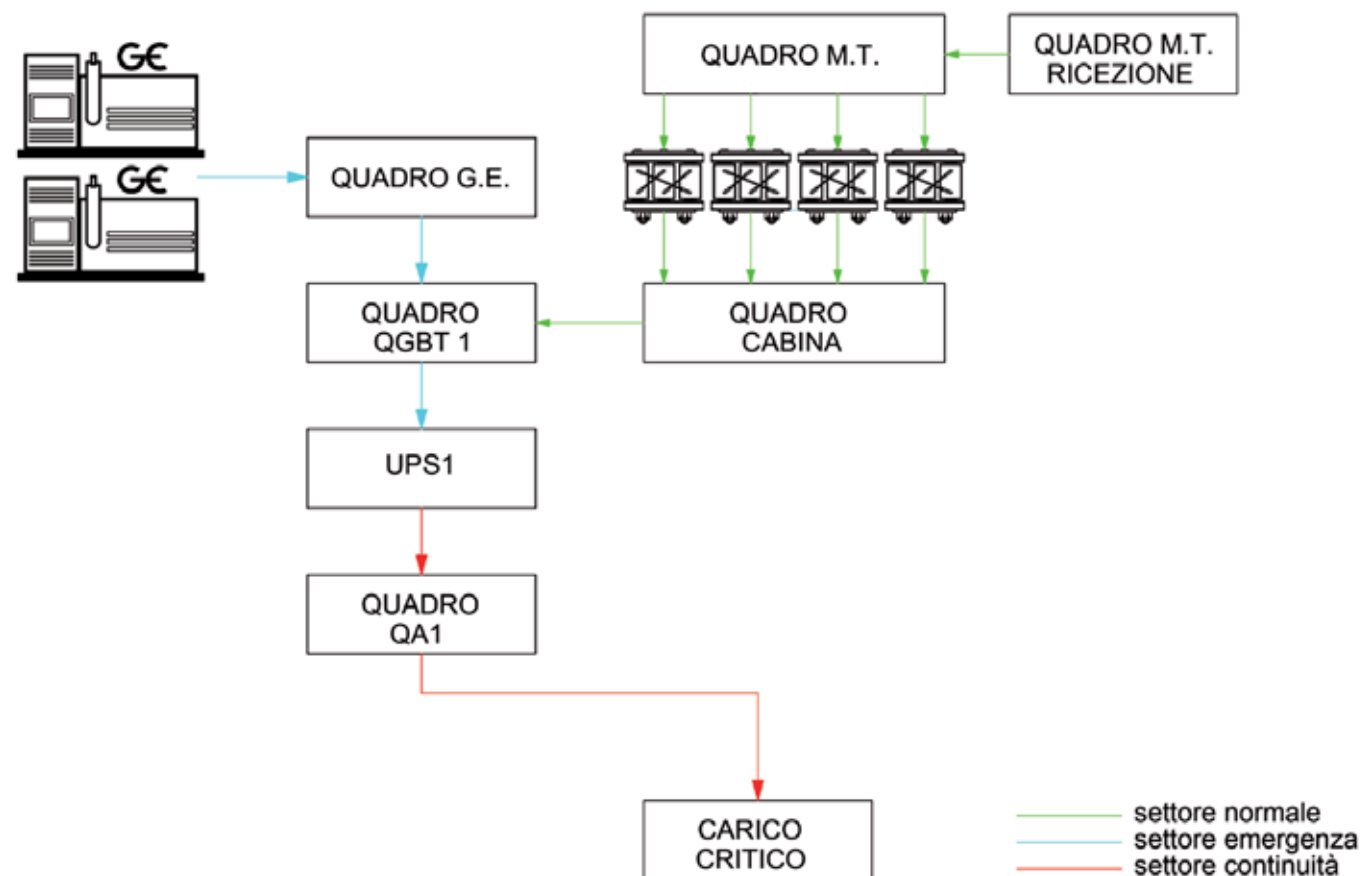


Figura 9.3 – Alimentazione Carico Critico con ridondanza G.E.

2° step

Si aggiunge un secondo gruppo di continuità per ridondare il primo.

RIDONDANZA

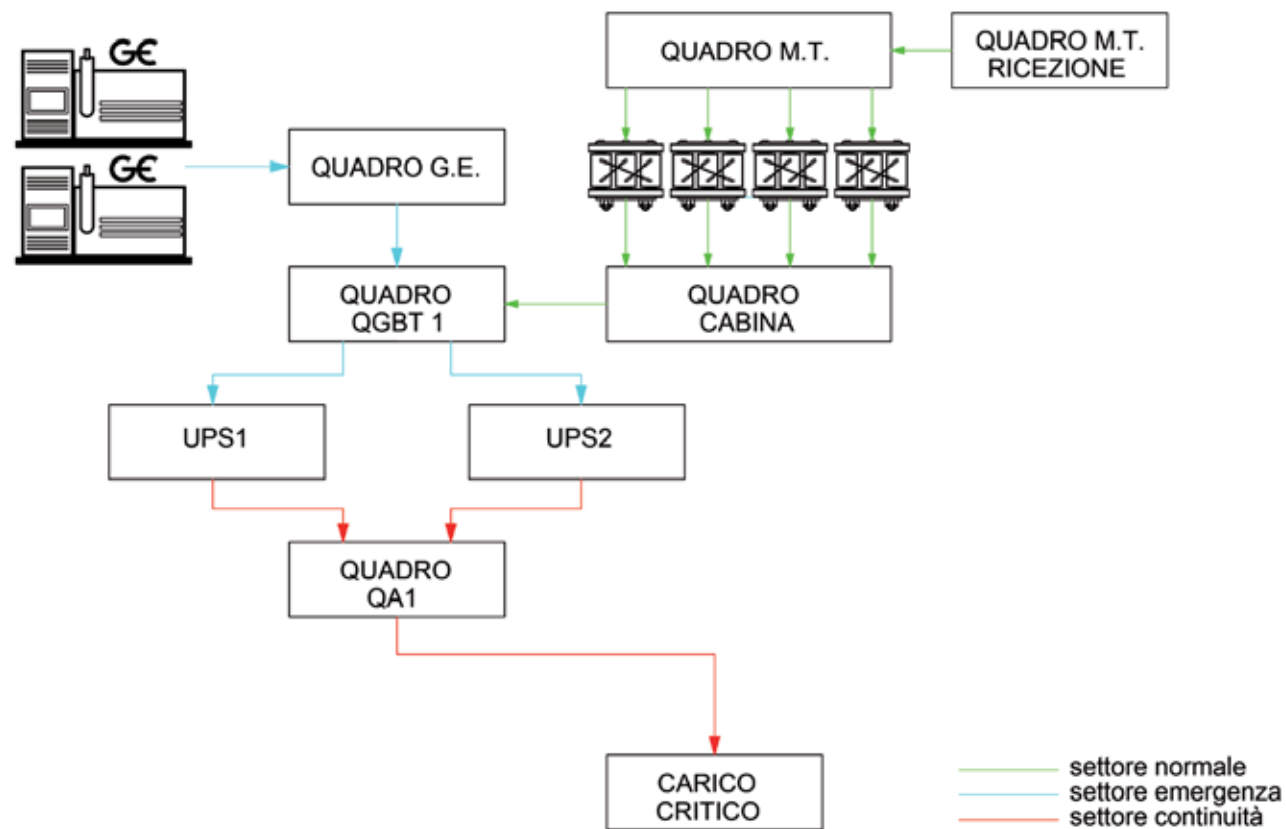


Figura 9.4 – Alimentazione Carico Critico con ridondanza G.E. e UPS.

RIDONDANZA

3° step

Si inizia a “duplicare” un’intera parte di impianto, in particolare:

- si aggiunge un secondo quadro generale di bassa tensione uguale al primo;
- si duplicano i due UPS che perciò diventano quattro accoppiati due a due;
- si duplica il quadro di sala Data Center (QA2);
- si aggiunge, a valle dei due quadri QA1 e QA2, un quadro generalmente chiamato “CROSS” che è in grado, attraverso automatismi propri, di prelevare automaticamente energia dal lato QGBT1 o QGBT2 in relazione a parametri di tensione, armoniche e, più in generale, alla rispondenza dei due rami di alimentazione a tutti i parametri ottimali della fornitura elettrica.

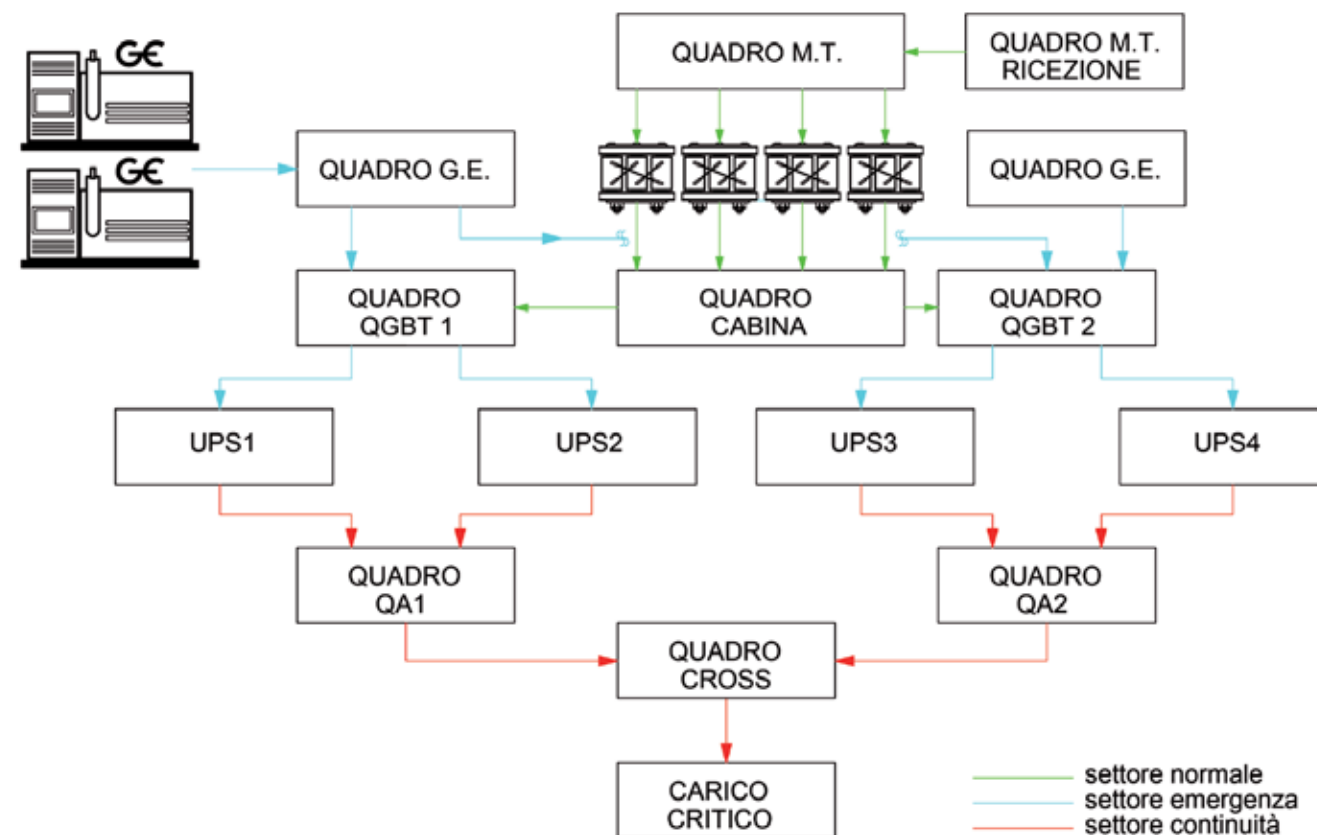
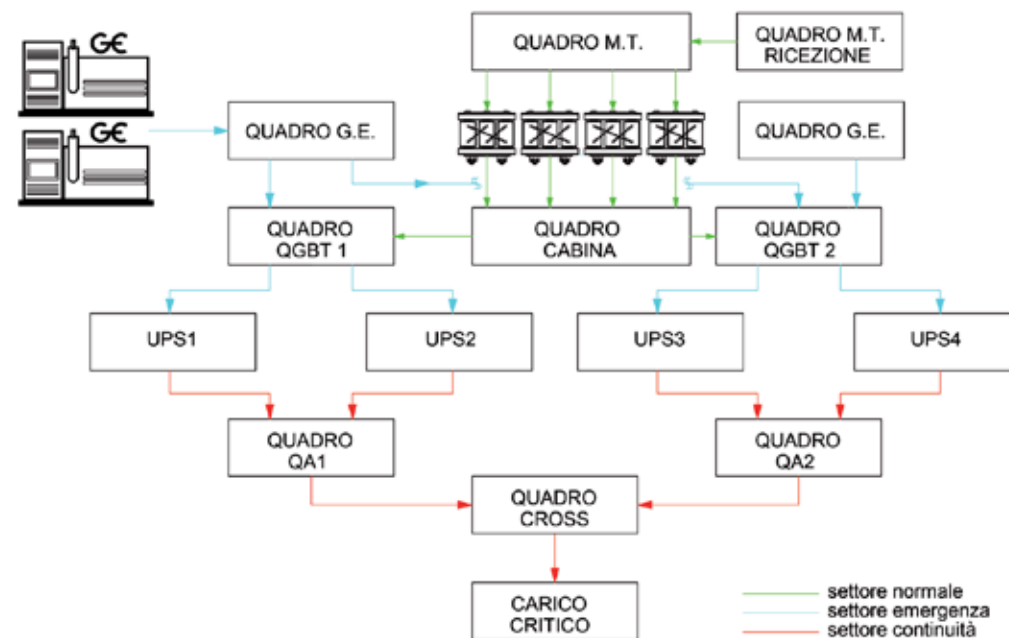
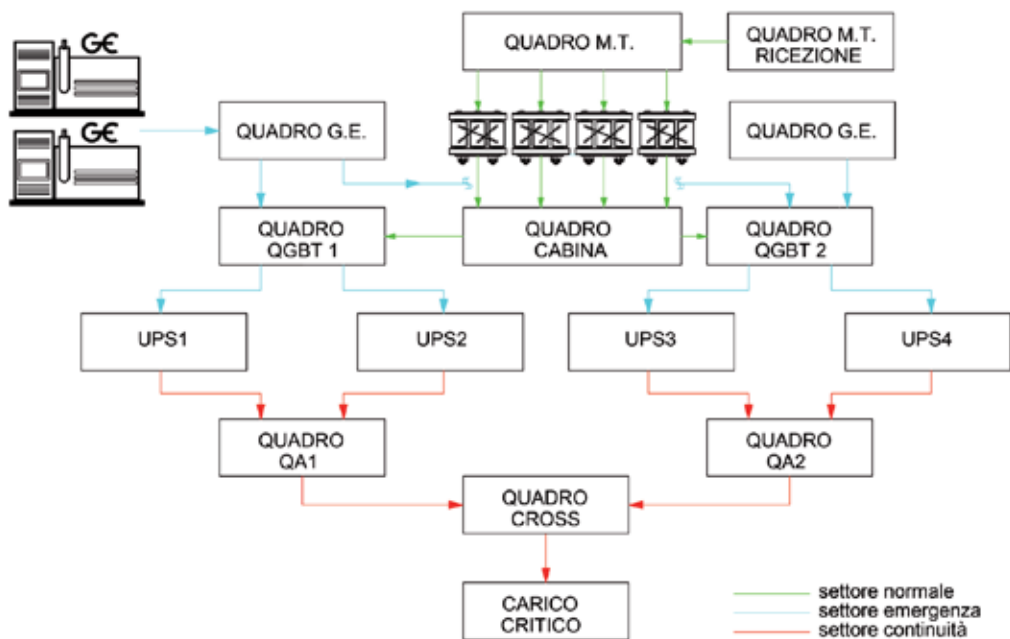


Figura 9.5 – Alimentazione Carico Critico con ridondanza di tutti i componenti.

4° step

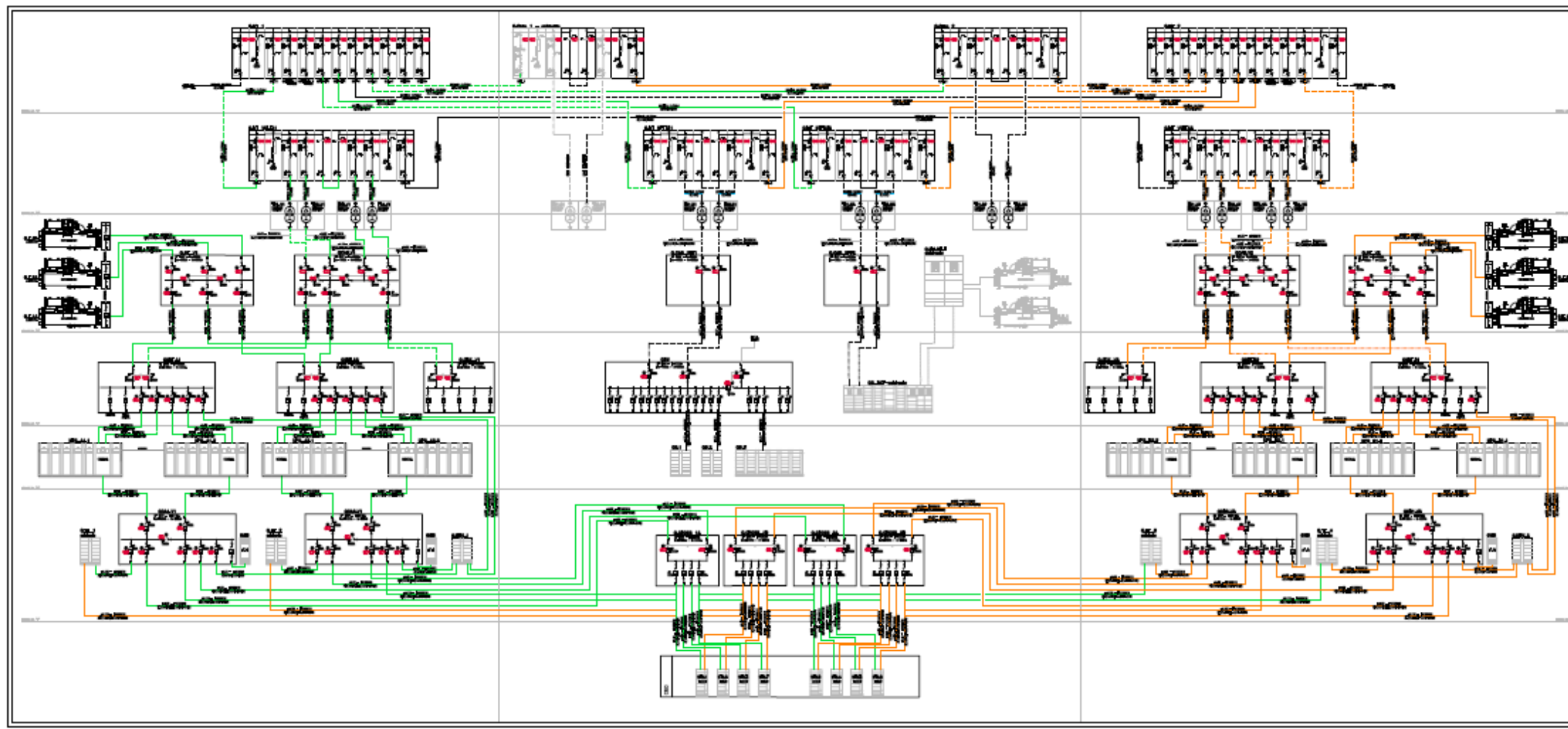
RIDONDANZA

Figura 9.6 – Duplicazione totale di tutte le linee di alimentazione e di tutti i componenti.





RIDONDANZA



PROGETTAZIONE INTEGRATA



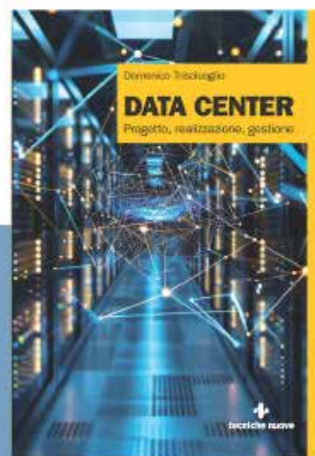
*I Data Center sono oggi il crocevia del mondo digitale. Se i dati costituiscono la vera ricchezza di qualsiasi azienda, la loro **conservazione**, la loro **elaborazione** e **trasmissione** sono diventate attività **indispensabili per l'umanità**.*

*Dalle grandi multinazionali alle piccole aziende e, con l'avvento dello smart working, persino nelle singole abitazioni, **si rende indispensabile realizzare un Data Center**.*

Domenico Trisciuglio

DATA CENTER

Progetto, realizzazione, gestione



I disegni, schemi, foto, contenuti in questa presentazione sono tratti dal libro «DATA CENTER Progetto, realizzazione, Gestione» scritto da Domenico Trisciuglio ed edito da Tecniche Nuove

© Domenico Trisciuglio -
2025



ING. DOMENICO TRISCIUOGGIO

System Integrator

*Roma – Milano – Napoli
Boston (MA)*

335 6377654

direzione@trisciuoglio.it

www.trisciuoglio.it

CEI 64.8-81.1