
Laboratorio Edge Data Center

Rapporto di analisi
e consapevolezza
sullo sviluppo
dell'ecosistema Edge
in Italia



Indice

1. Introduzione e contesto

1.1	Evoluzione del paradigma DataDriven	3
1.2	Il concetto esteso di "Edge"	3
1.3	Classificazione dell'Edge secondo gli standard internazionali	5
1.3.1	Il continuum cloud-edge: una visione strutturata	5
1.3.2	La tassonomia di riferimento: Service Provider Edge e User Edge	5
1.3.3	Relazione tra Core DC, Regional DC e EDC	6
1.3.4	Trade-off tecnici lungo il continuum	7
1.3.5	Un modello italiano in linea con la tassonomia LF Edge	7

2. Il Laboratorio EDC – Missione e obiettivi

3. Dinamiche politico-regolamentari e impatti di policy

4. Criteri di selezione e qualificazione degli EDC

4.1	Parametri tecnico-operativi	13
4.2	Parametri economico-contrattuali	16
4.3	Parametri strategici	17

5. Panorama italiano del rollout Edge

5.1	Edge e territorio	20
-----	-------------------	----

6. Casi d'uso e mercati verticali

6.1	Housing e colocation	23
6.2	Intelligenza Artificiale localizzata	23
6.3	IoT e Smart City	24
6.4	Industria 4.0	24
6.5	Disaster Recovery e Cybersecurity	25
6.6	Healthcare	25
6.7	Realtà italiane abilitanti	25

7. Ecosistema e modelli di collaborazione

7.1	Interazione tra Edge, Hyperscaler e Cloud Provider	27
7.2	L'interconnessione dei Data Center: il continuum tra i grandi DC, gli Edge DC, le imprese e gli utenti	27
7.3	Nuove opportunità di coinnovazione	28

8. Conclusioni e prospettive di sviluppo

8.1.1	Un'infrastruttura abilitante per distretti e territori	30
8.1.2	Edge come infrastruttura territoriale	30
8.1.3	Un ecosistema allineato al quadro europeo	30
8.2	Il contributo del Laboratorio EDC e di IDA	31

1.

Introduzione e contesto

La trasformazione digitale degli ultimi anni, unita alla crescita esponenziale dei dati generati da reti, sensori, applicazioni industriali e servizi digitali, sta ridefinendo in profondità l'architettura ICT moderna. In questo scenario, l'Edge Computing emerge come estensione naturale e necessaria del cloud, capace di rispondere a esigenze sempre più pressanti di riduzione della latenza, ottimizzazione del traffico di rete, maggiore resilienza dei servizi e rafforzamento del controllo sui dati nei luoghi in cui vengono prodotti.

Il **Laboratorio Edge Data Center** (di seguito "**Laboratorio EDC**") nasce in seno all'IDA con l'obiettivo di fornire un riferimento tecnico e strategico per comprendere, misurare e promuovere lo sviluppo dell'Edge Computing nel contesto nazionale. L'iniziativa si colloca all'interno di una visione coerente con le linee guida europee in materia di sovranità digitale, interoperabilità e adozione di standard aperti, riconoscendo il ruolo dell'Edge come tassello infrastrutturale essenziale per la competitività del Paese.

L'approccio del **Laboratorio EDC** mira a catalizzare la collaborazione tra istituzioni, operatori di rete, industria ICT e mondo accademico. Obiettivo primario è costruire un linguaggio condiviso e una comprensione comune del ruolo dell'Edge nel supportare la crescita dell'economia dei dati, nel rafforzare i servizi digitali locali e nel sostenere l'evoluzione delle infrastrutture critiche nazionali.

1.1 Evoluzione del paradigma DataDriven

La transizione verso un modello economico e industriale sempre più data-driven comporta un aumento senza precedenti del volume, della varietà e della velocità dei dati generati. Secondo IDC, il Global Datasphere è passato da circa 33 Zettabyte nel 2018 a una traiettoria che lo porterà a superare i 175 Zettabyte entro il 2025." Sebbene si tratti di una proiezione maturata negli anni precedenti, rimane uno dei riferimenti più utilizzati per descrivere la scala della trasformazione in atto.

Questo incremento non è soltanto quantitativo: riguarda anche la distribuzione geografica e la natura eterogenea dei dati, sempre più prodotti da dispositivi connessi, applicazioni IoT, sistemi industriali e piattaforme di interazione digitale. Di fronte a questa crescita, il modello cloud-centrico – sebbene ancora insostituibile per compiti intensivi come addestramento AI, analisi massive e archiviazione – necessita dell'ausilio di soluzioni più orientate a superare i limiti strutturali in termini di latenza, congestione della banda e dipendenza da punti di concentrazione del traffico.

L'Edge Computing nasce quindi non come alternativa al cloud, ma come estensione necessaria. Introduce un continuum operativo in cui capacità di calcolo e storage vengono distribuite e avvicinate alle sorgenti del dato, mentre il cloud resta il layer scalabile di orchestrazione, consolidamento ed elaborazione avanzata. In questo modello ibrido, la prossimità computazionale diventa un fattore critico per garantire velocità, sovranità del dato e sostenibilità dell'intera filiera digitale. L'architettura si perfeziona. Non c'è un'antitesi, ma un completamento.



1.2 Il concetto esteso di "Edge"

L'Edge Computing rappresenta un'evoluzione naturale dell'architettura cloud, nata dall'esigenza di avvicinare capacità di calcolo, analisi e storage ai luoghi in cui i dati vengono generati. Non si tratta di un elemento separato rispetto al cloud tradizionale, ma di una sua estensione tecnologica e operativa: un cloud distribuito in cui le risorse computazionali sono collocate lungo un continuum che va dai grandi data center centralizzati fino ai nodi locali sul territorio.

In questo continuum, l'allocatione dell'elaborazione non è definita da una posizione fisica rigida, ma da criteri funzionali: latenza, prossimità, autonomia, sovranità del dato, resilienza e costi di trasporto. L'Edge permette di trattare i dati "in prossimità" della loro sorgente, riducendo la necessità di trasferirli integralmente verso il cloud centrale e migliorando le prestazioni di servizi time-critical, applicazioni distribuite e sistemi interattivi ad alta sensibilità temporale.

La definizione proposta da LF Edge – State of the Edge interpreta l'Edge Computing come un insieme di risorse e piattaforme software distribuite, progettate per garantire prestazioni prevedibili, affidabilità, sicurezza, efficienza operativa e, quando necessario, elaborazioni real-time o near-real-time. Questo

modello consente di abilitare applicazioni complesse in ambiti quali smart city, industria 4.0, mobilità, sanità, energia e media digitali, preservando al tempo stesso i principi di interoperabilità, scalabilità e integrazione con il cloud centrale.

Il termine “Edge” racchiude una molteplicità di significati, spesso dipendenti dal dominio applicativo, dal tipo di rete e dal livello di applicazione considerato. In maniera molto semplice possiamo denominarlo come un’infrastruttura informatica che posiziona l’elaborazione e lo storage dei dati più vicino a dove vengono generati, ovvero all’edge della rete. Invece di inviare tutti i dati a un data center centrale, cioè, questi centri di elaborazione locali riducono la latenza, migliorano l’efficienza e la velocità, e possono contribuire ad aumentare la sicurezza, poiché i dati non vengono necessariamente trasmessi su lunghe distanze. Una descrizione semplice, certo, ma che racchiude l’essenza e il significato dell’Edge. In termini più spinti e descrittivi è utile rivedere la sua definizione all’interno dell’architettura che si immagina possa esistere una volta che viene generato un dato. La generazione anticipa la gestione del dato e, per questo motivo, iniziative internazionali come LF Edge della Linux Foundation hanno sviluppato tassonomie volte a definire in maniera coerente il concetto di Edge lungo un percorso di risorse distribuite.

Secondo la classificazione LF Edge, l’infrastruttura si estende:

- dal core, costituito da data center centralizzati, tradizionali o hyperscale;
- al Service Provider Edge, tipicamente situato presso infrastrutture di telecomunicazione o nodi metropolitani;
- all’Enterprise Edge, distribuito presso sedi aziendali, stabilimenti industriali o campus;
- fino all’User Edge, che comprende gateway locali, micro-data center, dispositivi IoT, terminali e sistemi embedded.

Questa visione permette di comprendere il funzionamento dei meccanismi di prossimità computazionale, orchestrazione distribuita e interoperabilità, favorendo lo sviluppo di standard aperti e di un ecosistema che garantisca portabilità e coerenza operativa dal cloud ai dispositivi periferici.

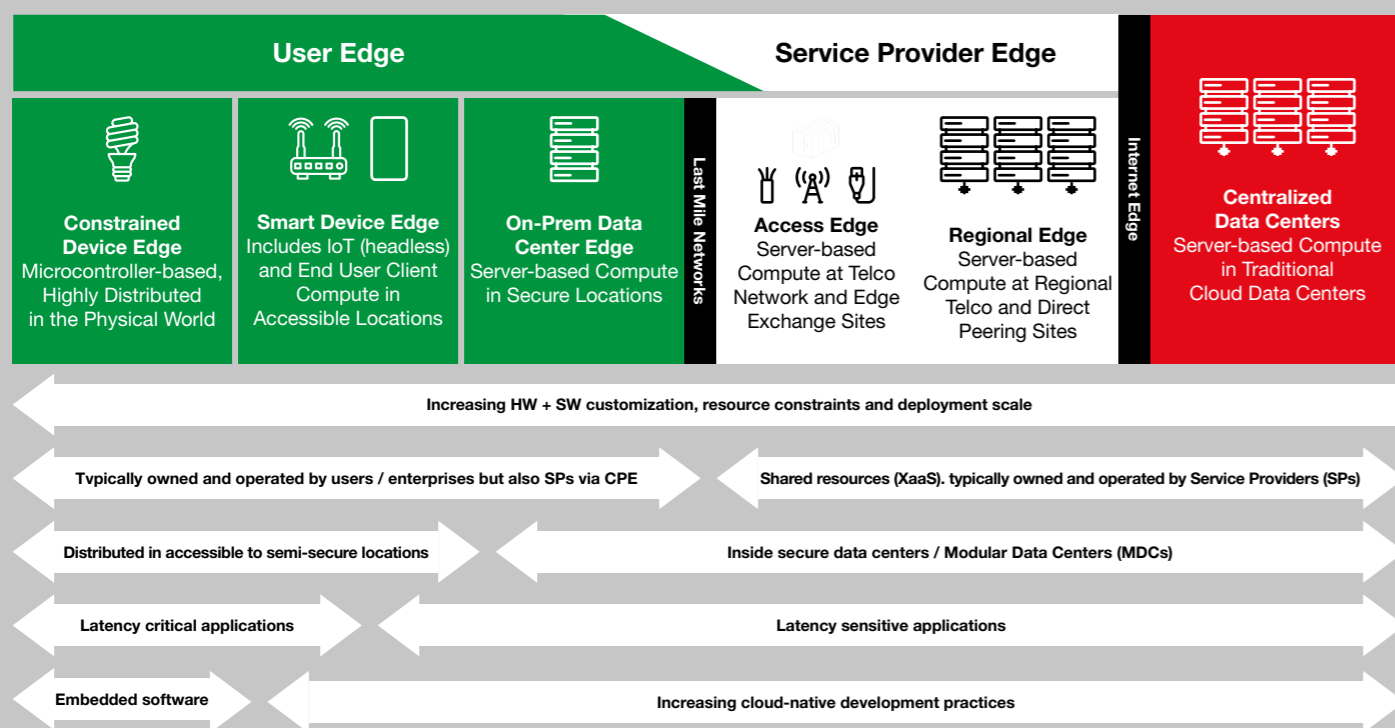


Figure 1 - Edge computing continuum. Fonte: LF Edge

1.3 Classificazione dell’Edge secondo gli standard internazionali

1.3.1 Il continuum cloud-edge: una visione strutturata

Nel modello internazionale, il cloud e l’edge formano un unico ecosistema integrato. I livelli di questo continuum non rappresentano categorie rigide, ma zone funzionali con requisiti tecnici specifici. Mentre il paragrafo 1.2 introduce il concetto generale di architettura distribuita, questa sezione descrive come l’edge viene classificato per garantire coerenza terminologica e interoperabilità. Dal punto di vista delle telecomunicazioni, un EDC deve essere interpretato non come una semplice “versione ridotta” del data center tradizionale, ma come un nodo funzionale della rete. Un Edge diventa tale quando è integrato nell’architettura di accesso e/o di aggregazione, è raggiungibile tramite percorsi di rete a latenza prevedibile e partecipa attivamente ai meccanismi di instradamento e orchestrazione dei carichi applicativi.

Questa visione consente di distinguere l’Edge da approcci puramente localistici o frammentati e ne chiarisce la natura di asset infrastrutturale distribuito.

1.3.2 La tassonomia di riferimento: Service Provider Edge e User Edge

Per ridurre l’ambiguità del mercato, LF Edge propone una classificazione semplice e universalmente adottabile:

Service Provider Edge (SP Edge)

È lo strato dell’Edge collocato all’interno delle infrastrutture di operatori di rete, provider di connettività, broadcasting e carrier-neutral. Include siti telco, POP metropolitani, nodi di accesso ottici e punti di interconnessione distribuiti sul territorio.

È caratterizzato da:

- disponibilità e continuità del servizio,
- integrazione con reti a bassa latenza,
- capacità di scalare risorse in modo modulare,
- gestione centralizzata tramite piattaforme cloud-native.

User Edge

Si colloca presso il dominio dell’utente finale: stabilimenti industriali, campus universitari, ospedali, smart building, infrastrutture di mobilità, dispositivi sul campo e asset IoT.

È progettato per:

- autonomia operativa anche in caso di connettività intermittente,
- latenza minima,
- protezione dei dati sensibili,
- personalizzazione spinta per casi d’uso specifici.

La distinzione SP Edge / User Edge è oggi la tassonomia di riferimento internazionale perché permette di leggere l’ecosistema edge senza ricorrere a categorie frammentate o non comparabili.

1.3.3 Relazione tra Core DC, Regional DC e EDC

Sebbene l'Edge Computing sia parte integrante dell'ecosistema cloud, resta fondamentale distinguere:

Core Data Center: strutture di grandi dimensioni, ad alta densità computazionale e forte efficienza energetica, che ospitano cloud pubblici e workload su larga scala.

Regional Data Center: nodi intermedi distribuiti sul territorio nazionale o europeo, ottimizzati per ridurre la latenza senza rinunciare a capacità e resilienza.

Edge Data Center: siti compatti, prossimi agli utenti o ai dispositivi, che abilitano lavorazioni locali e servizi a bassa latenza.

Nel modello LF Edge, Core e Regional appartengono al "lato cloud" del continuum, mentre lo SP Edge ne rappresenta la prima estensione territoriale, e lo User Edge il punto di massima prossimità alla sorgente del dato.

In merito a quanto specificato, all'interno del panorama infrastrutturale contemporaneo è possibile identificare tre macro-categorie di data center, ciascuna con un ruolo distinto nel supportare l'erogazione di servizi digitali:

Core Data Center

Strutture di grandi dimensioni, spesso gestite da hyperscaler o provider globali, caratterizzate da alta capacità computazionale, eccellente connettività backbone e funzioni centralizzate di orchestrazione e consolidamento dati.

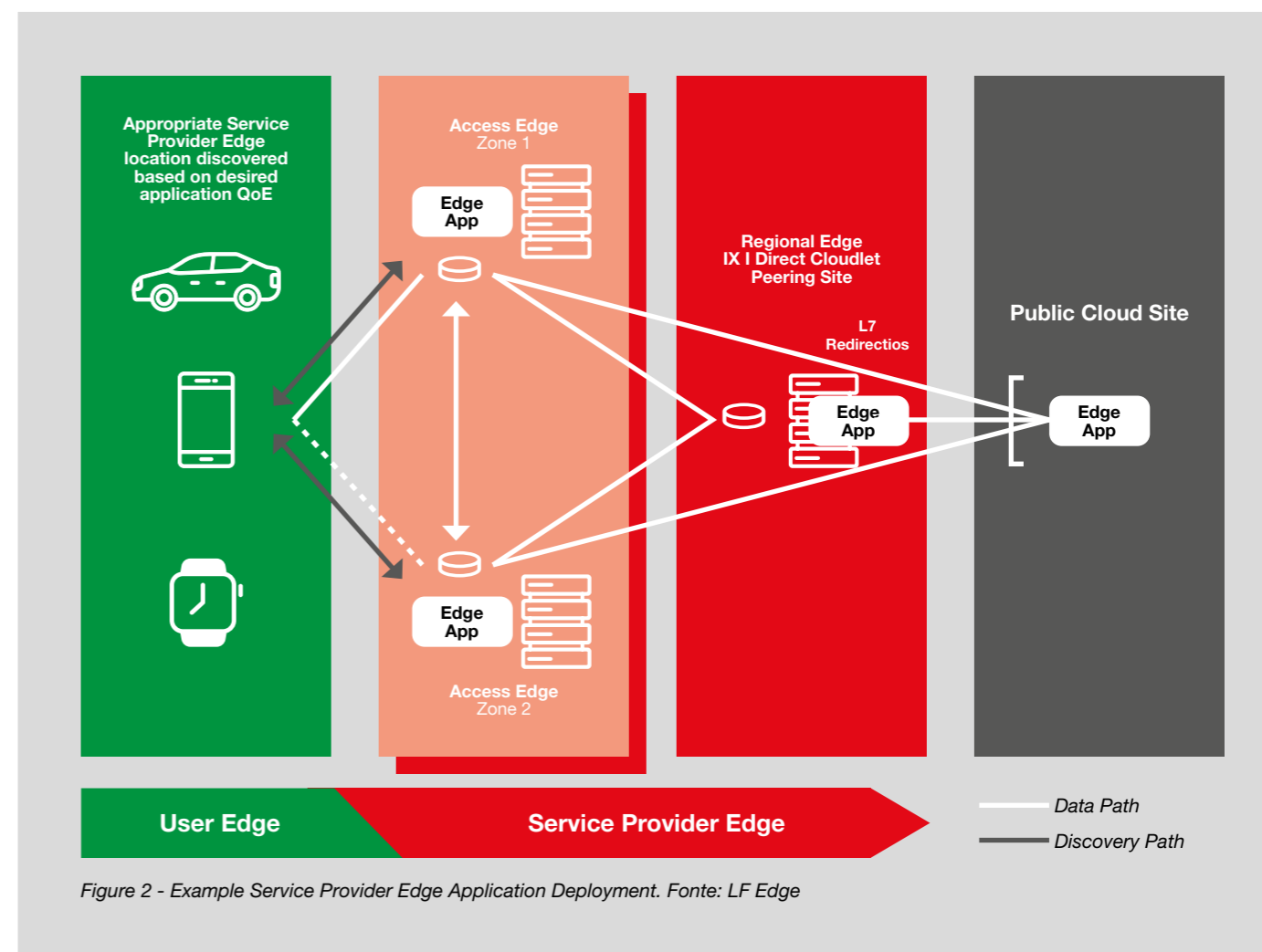
Regional e Metro Data Center

Infrastrutture collocate in aree geografiche strategiche per fornire capacità a bassa latenza a una determinata regione o area metropolitana, fungendo da ponte tra il core e i carichi distribuiti.

Edge Data Center (EDC)

Strutture modulari, installate in prossimità dei luoghi in cui i dati vengono generati: zone industriali, siti produttivi, infrastrutture di rete, aree urbane ad alta densità digitale o asset critici. Gli EDC combinano prossimità fisica, capacità computazionale mirata ed elevata automazione operativa.

All'interno di questo quadro, gli EDC rappresentano il punto di convergenza tra rete e servizi digitali locali. Abilitano un paradigma di computing distribuito, in cui il dato può essere elaborato "dove serve e quando serve", sostenendo applicazioni mission-critical, servizi real-time e architetture ibride Cloud-Edge Continuum sempre più diffuse nelle imprese, nella pubblica amministrazione e nelle infrastrutture critiche.



1.3.4 Trade-off tecnici lungo il continuum

Ogni livello del continuum presenta caratteristiche ottimizzate per specifici requisiti:

Latenza: minimizzata nell'User Edge; intermedia nello SP Edge; più elevata nei DC centrali.

Prossimità al dato: massima nello User Edge.

Autonomia operativa: elevata nell'User Edge, media nello SP Edge, ridotta nei DC centrali.

Scalabilità: massima nei Core e Regional DC; intermedia nello SP Edge; limitata nello User Edge.

Sicurezza e sovranità del dato: aumentano man mano che l'elaborazione si avvicina all'origine del dato.

Questi trade-off non rappresentano confini rigidi, ma strumenti per determinare dove posizionare un carico di lavoro in base ai requisiti applicativi.

1.3.5 Un modello italiano in linea con la tassonomia LF Edge

L'Italia presenta caratteristiche peculiari che favoriscono un modello di edge computing distribuito:

Policentrismo urbano: la presenza di città medie e piccole distribuite sul territorio crea una domanda di elaborazione locale per servizi pubblici e privati.

Densità di infrastrutture: reti FTTH, POP metropolitani, siti di broadcasting, tower companies e MMR distribuiti rappresentano già oggi livelli naturali dello SP Edge.

Ecosistema multi-attore: realtà come Open Fiber, Rai Way, Retelit, Data Felix, Inwit e operatori regionali stanno definendo nodi edge interoperabili e integrabili con i data center centrali.

Queste peculiarità consentono al Paese di allinearsi rapidamente alla tassonomia internazionale, adottando un modello ibrido e pragmatico in cui cloud centrale, edge territoriale e edge locale operano come un unico sistema federato.

2.

Il Laboratorio EDC Missione e obiettivi

Il **Laboratorio EDC** dell'Italian Data Center Association (IDA) nasce con l'obiettivo di costituire un punto di riferimento qualificato per lo studio e la valorizzazione degli EDC all'interno del più ampio ecosistema digitale. La sua missione si articola in diverse direttrici complementari:

- promuovere la consapevolezza tecnica e regolatoria: diffondere conoscenze e competenze sull'EDC, evidenziandone il ruolo cruciale come componente del continuum cloud-rete. Il **Laboratorio EDC** intende sensibilizzare operatori, istituzioni e stakeholder sull'importanza di queste infrastrutture per garantire prestazioni elevate, resilienza e prossimità ai servizi digitali;
- analizzare lo stato dell'arte italiano ed europeo: monitorare costantemente l'evoluzione del settore, raccogliendo dati e best practice a livello nazionale e internazionale. L'analisi comparativa consente di individuare punti di forza, criticità e opportunità di sviluppo, favorendo una visione integrata e aggiornata del mercato;
- favorire la standardizzazione e l'interoperabilità tra operatori e fornitori: sostenere iniziative che mirano a definire regole comuni e protocolli condivisi tra operatori e fornitori. La convergenza verso standard riconosciuti è essenziale per ridurre frammentazioni, aumentare l'efficienza e garantire la piena compatibilità tra soluzioni tecnologiche diverse;
- supportare la definizione di linee guida: contribuire alla creazione di criteri chiari e trasparenti per la qualificazione e la certificazione delle infrastrutture Edge. Tali linee guida rappresentano uno strumento fondamentale per assicurare qualità, sicurezza e conformità alle normative europee, rafforzando la fiducia degli utenti e degli investitori.

L'approccio del **Laboratorio EDC** è multistakeholder e coinvolge imprese, istituzioni, centri di ricerca e associazioni di categoria in un dialogo costruttivo e inclusivo. Questo osservatorio si propone di offrire un contributo oggettivo al dibattito europeo, in coerenza con le politiche IPCEI-CIS e con la strategia di sovranità digitale delineata dalla Commissione Europea. In questo modo è possibile rafforzare il posizionamento dell'Italia nel panorama europeo e globale, favorendo lo sviluppo di un'infrastruttura digitale resiliente, sicura e competitiva.

3.

Dinamiche politico- regolamentari e impatti di policy

L'evoluzione degli EDC si inserisce in un contesto regolatorio europeo e nazionale sempre più strutturato, orientato a garantire sicurezza, resilienza operativa e tutela del dato. In questo quadro risulta utile chiarire che un EDC non è definito soltanto dalla prossimità geografica o dalla potenza installata, ma dal suo ruolo come nodo funzionale della rete. Un Edge è tale quando è integrato nelle architetture di accesso/agggregazione, raggiungibile con percorsi a latenza prevedibile e capace di partecipare ai meccanismi di instradamento e orchestrazione applicativa. **Questa integrazione rete+calcolo costituisce la base tecnica del Cloud-Edge Continuum.** Questo quadro non rappresenta un freno allo sviluppo, ma costituisce un riferimento essenziale per favorire un'adozione consapevole e armonizzata dell'Edge nei territori e nelle filiere industriali.

L'Edge deve essere interpretato come parte integrante delle infrastrutture critiche digitali, non come un'eccezione rispetto ai modelli centralizzati. La distribuzione geografica dei nodi richiede una governance matura, che combini prossimità operativa e gestione centralizzata tramite standard aperti, orchestrazione e monitoraggio federato.

L'obiettivo del quadro regolatorio non è ostacolare la diffusione degli EDC, ma guidarne una crescita ordinata e sicura, favorendo l'adozione di standard condivisi e creando condizioni di mercato più affidabili per imprese, PA e operatori.

Sicurezza

La sicurezza rappresenta uno dei pilastri fondamentali per l'evoluzione dell'Edge. Normative come NIS2 e il D.lgs. 138/2024 includono tra i soggetti essenziali le infrastrutture che abilitano servizi critici, riconoscendo pienamente il ruolo svolto dagli EDC.

L'Edge non introduce vulnerabilità aggiuntive: richiede l'applicazione delle stesse misure già consolidate per i data center tradizionali, declinate in un modello più vicino al territorio. Tra i presidi principali:

- sicurezza fisica multilivello (perimetro, accessi, rack intelligenti);
- monitoraggio continuo e incident reporting coerente con CSIRT/ACN;
- segmentazione logica, Zero Trust e controllo degli accessi;
- infrastrutture ridondate per alimentazione, cooling e rete, anche in forma compatta.

Queste misure sono pienamente compatibili con standard come EN 50600 e ISO/IEC 27001. La prossimità fisica, combinata con orchestrazione centralizzata, permette di realizzare architetture resilienti e scalabili, adeguate a servizi a bassa latenza e ad alta continuità operativa. Accanto alla sicurezza fisica e logica, per gli EDC assume particolare rilievo **la resilienza di rete**: percorsi ridondate, tecniche di fast-reroute e segmentazione del traffico sono elementi infrastrutturali necessari quanto i controlli IT. **L'integrazione con policy carrier-grade rafforza la conformità ai requisiti NIS2 e ACN.** Dal punto di vista delle telecomunicazioni, la resilienza degli EDC dipende anche dalla progettazione dei percorsi di rete: ridondanza geografica, fast reroute, segmentazione del traffico e controllo degli instradamenti sono elementi che consentono di mitigare i rischi legati alla distribuzione fisica dei nodi. La combinazione di resilienza infrastrutturale e resilienza di rete consente all'Edge di allinearsi pienamente ai requisiti NIS2 e DORA.

Data Protection

L'elaborazione in prossimità non altera i principi del GDPR, ma ne semplifica l'attuazione riducendo trasferimenti non necessari e facilitando il controllo del dato.

La prossimità computazionale riduce l'esposizione a rischi lungo la rete e rafforza la sovranità del dato, semplificando l'applicazione dei principi di minimizzazione, limitazione della finalità e controllo dell'accesso.

Gli EDC possono essere considerati estensioni operative dell'infrastruttura del titolare o responsabile del trattamento. Gli aspetti chiave riguardano:

- localizzazione chiara dei dati e riduzione dei flussi transfrontalieri;
- accountability semplificata grazie a orchestrazione e audit uniformi;
- protezione tramite crittografia, autenticazione forte e segregazione di rete;
- politiche di retention e logging applicate in modo coordinato.

La prossimità del dato facilita la compliance e abilita architetture privacy-by-design.

Continuità operativa nei servizi regolati (DORA)

Il DORA introduce requisiti stringenti di resilienza per il settore finanziario.

L'Edge è coerente con questi principi poiché abilita:

- architetture multi-sito distribuite per disaster recovery;
- riduzione dei tempi di ripristino (RTO) grazie alla vicinanza dei nodi;
- implementazione di *data vault* o *clean rooms* locali, utili nel contrasto a ransomware;
- maggior granularità nella gestione della business continuity.

La distribuzione geografica diventa un fattore abilitante, non un vincolo operativo. La continuità operativa negli EDC dipende anche dalla capacità della rete di garantire routing deterministico, rapida convergenza in caso di fault e instradamento ottimizzato dei carichi distribuiti. Questi aspetti completano la prospettiva DORA sulle architetture multi-sito.

Portabilità, interoperabilità e neutralità (Data Act)

Il Data Act promuove interoperabilità, portabilità e trasparenza dei servizi digitali. Gli EDC si inseriscono efficacemente in questo modello grazie alla loro architettura modulare e aperta.

L'Edge può favorire:

- portabilità dei dati tra servizi pubblici, privati e consorzi;
- riduzione del lock-in grazie a standard aperti e containerizzazione;
- applicazione di policy uniformi lungo l'intera catena Cloud-Edge Continuum.

Ecosistemi di fiducia e data sharing (Data Governance Act)

Il Data Governance Act introduce modelli di condivisione dati basati su neutralità, sicurezza e trasparenza. Gli EDC possono supportare tali modelli implementando:

- spazi locali di scambio dati sicuri;
- infrastrutture neutrali per i data intermediaries;
- protezione dei segreti commerciali e dei dataset sensibili;
- gestione tracciabile degli accessi e dei flussi informativi.

La prossimità infrastrutturale facilita l'adozione di spazi europei di dati settoriali. Nei contesti industriali e pubblici, gli EDC possono agire come spazi locali sicuri di gestione e scambio dati, integrati con funzioni MEC e con domini di rete segregati, elementi cruciali per la creazione di data space affidabili e conformi.

Intelligenza Artificiale e AI Act

L'AI Act introduce un quadro risk-based applicabile a tutti i sistemi di intelligenza artificiale ad alto impatto. L'Edge offre benefici chiave per la conformità:

- inferenza locale con riduzione dei flussi verso cloud extra-UE;
- auditabilità e tracciabilità dei modelli;
- possibilità di implementare controlli tecnici avanzati per sicurezza, qualità e robustezza;
- maggiore autonomia per servizi critici (sanità, industria, energia).

L'Edge diventa una piattaforma naturale per Small Language Models, Federated Learning e sistemi AI che richiedono bassa latenza o privacy avanzata.

Nei modelli AI distribuiti, la qualità del collegamento tra Edge, Regional e Core Data Center è determinante: la sincronizzazione dei dataset, i flussi del Federated Learning e le pipeline real-time richiedono connettività a bassa latenza e alta capacità. La rete diventa quindi parte integrante dei requisiti tecnici per la conformità all'AI Act.

Sintesi

Nel complesso, il quadro regolatorio europeo rappresenta un abilitatore e non un vincolo.

L'Edge si allinea pienamente ai principi UE di resilienza, decentralizzazione, sovranità dei dati e sostenibilità.

La conformità normativa diventa quindi un elemento distintivo e qualificante dell'ecosistema Edge italiano, favorendo fiducia, investimenti e maturità del mercato.

Il quadro normativo europeo non irrigidisce l'evoluzione dell'Edge: ne certifica la maturità.

Di fatto, le infrastrutture di prossimità emergono come parte integrante del Cloud-Edge Continuum e come elementi strategici per sovranità digitale, resilienza e competitività industriale.

L'obiettivo dei prossimi anni non sarà "fare più Edge", ma fare Edge meglio: con standard condivisi, governance trasparente, interoperabilità e piena integrazione con il tessuto produttivo e istituzionale del Paese.

4.

Criteri di selezione e qualificazione degli Edge Data

Da un punto di vista prettamente tecnico, gli Edge sono suddivisi in quattro categorie principali (Micro, Small, Medium e Large) ciascuna caratterizzata da specifici parametri quali: potenza IT, numero di rack, latenza, ridondanza (power/cooling), tecnologie per la connettività e la scalabilità. Nella seguente classificazione, per praticità, si farà riferimento alla potenza IT.

Micro Edge: potenza IT inferiore a 10 kW

Small Edge: potenza IT tra 10 e 200 kW

Medium Edge: potenza IT tra 200 kW a 1 MW

Large Edge: potenza IT superiore a 1 MW

In realtà per avere un approccio globale all'Edge occorre sempre valutare il servizio principale per il quale esso è progettato; quindi, torna utile anche la classificazione per ambito operativo. In Italia i principali ambiti per gli Edge potrebbero essere: **Smart city, Industria 4.0, Sanità e Ricerca, Telecomunicazioni, Retail e GDO.**

Analogamente a tutte le strutture del settore data center, anche la classificazione in base al modello di business può ritenersi applicabile agli Edge, ovvero: proprietario (gestito direttamente dall'azienda per uso interno), colocation (spazi condivisi tra più clienti), managed service (fornito come servizio da un provider).

La maturità del mercato richiede la definizione di parametri chiari per valutare e certificare gli EDC. Il **Laboratorio EDC** di IDA adotta una prospettiva basata su tre livelli di analisi: **parametri tecnico-operativi, parametri economico-contrattuali e parametri strategici.**

4.1 Parametri tecnico-operativi

Latenza e disponibilità di rete

Gli Edge elaborano i dati vicino alla fonte, riducendo i tempi di risposta rispetto ai data center centralizzati.

In Italia, con reti FTTH e 5G, la latenza può scendere sotto i 10 ms, contro i 50–100 ms del cloud tradizionale, dando ampio spazio anche ai Micro/Small Edge (contraddistinti da una latenza ultra-bassa).

Nei contesti industriali, sanitari e di mobilità connessa, il requisito non riguarda solo la latenza media, ma anche la sua prevedibilità nel tempo. Diventano quindi centrali elementi quali jitter, packet loss e variabilità del percorso di rete.

Per garantire questa stabilità sono necessari meccanismi di rete avanzati come segment routing, traffic engineering e slicing logico, che permettono di controllare la qualità del percorso end-to-end. La sola disponibilità di connettività FTTH o 5G, se non accompagnata da architetture coerenti lungo tutta la catena, non è sufficiente a soddisfare i requisiti deterministici delle applicazioni Edge più sensibili.

Per la disponibilità di rete i requisiti tipici sono SLA $\geq 99,9\%$ (Tier III) con downtime massimo di 8 ore/anno, mentre alcuni provider puntano a 99,99% (Tier IV).

Esempi concreti: mobilità (un Edge vicino alla strada elabora i dati in tempo reale per frenare automaticamente in caso di pericolo), Smart City (semafori intelligenti che regolano il traffico senza aspettare ordini da un server distante), Industria 4.0 (macchinari che si autoregolano in fabbrica senza ritardi, evitando guasti).



“Gli Edge elaborano i dati vicino alla fonte, riducendo i tempi di risposta rispetto ai data center centralizzati.”

Sicurezza

La stratificazione della sicurezza fisica negli Edge è tipicamente sviluppabile con livelli diversi che possono riguardare il perimetro dell'area di installazione dell'Edge, l'accesso all'Edge ed i rack con serrature elettroniche.

Un Edge installato in una stazione ferroviaria ha telecamere, badge per il personale e serrature sui rack per evitare manomissioni nei sistemi che gestiscono il traffico dei treni.

La sicurezza logica si costituisce con l'approccio Zero Trust Architecture (ZTA) cioè autenticazione continua e contestuale (utente, dispositivo, posizione), SASE (Secure Access Service Edge) come integrazione di sicurezza e rete per ambienti distribuiti e Cybersecurity by design, quale protezione integrata fin dalla fase di progettazione, con policy automatizzate e monitoraggio continuo.

Un Edge in un ospedale usa Zero Trust per garantire che solo medici autorizzati possano accedere alle immagini diagnostiche e crittografia per proteggere i dati dei pazienti.

Efficienza energetica e sostenibilità

Negli Edge l'andamento del PUE tipicamente migliora al pari dell'aumento della potenza IT.

Negli Edge il maggior contributo al miglioramento del PUE si ha tramite free cooling, UPS efficienti e contenimento corridoio caldo/freddo. Trattasi di tecnologie mature e già adottate in diversi ambiti.

Anche per gli Edge la progettazione di impianti green sarà un'integrazione crescente, basata su energia da fotovoltaico ed eolico. Ovviamente gli incentivi nazionali premiano tale scelta, ma ciò non incide sul PUE, piuttosto sul carbon footprint e sui costi operativi.



Alcuni esempi potrebbero riguardare gli Edge alimentati da energia solare come quelli dedicati alle zone rurali per supportare l'agricoltura di precisione oppure gli Edge ricavati nelle strutture ospedaliere più estese come servizio delle analisi d'immagini mediche.

Si precisa che, sebbene il liquid cooling sia una tecnologia molto efficiente, negli Edge non è ancora diffusa, in attesa che la modellazione di tale impianto sia sviluppata anche per container e locali tecnici, quali tipiche strutture destinate agli Edge.

4.2 Parametri economico-contrattuali

Modelli di pricing

Quando si parla di costi per i data center Edge, i modelli più comuni sono:

Pay-per-use: paghi solo quello che consumi.

Flat rate mensile: una tariffa fissa.

Alcuni provider italiani offrono pricing modulare, separando i costi per i seguenti fattori: spazio rack (€/U o €/m²), potenza elettrica (€/kW), banda garantita (Mbps/Gbps).

Ad esempio, il modello di pricing nell'industria 4.0 si potrebbe basare sul consumo a capacità (CPU, storage) e banda IoT; quindi, la fabbrica che elabora dati solo durante il turno di produzione (8 ore al giorno) paga l'Edge solo per quelle ore di utilizzo.

Invece, per un Edge di una smart city che gestisce semafori e videosorveglianza 24/7 ha più senso pagare un canone mensile fisso, indipendente dal traffico dati, oltre che avere prevedibilità delle spese.

Contrattualistica localizzata con SLA e penali personalizzabili

La contrattualistica localizzata negli Edge significa che i contratti non sono standard globali, ma vengono personalizzati in base al contesto geografico, normativo e operativo.

Ad esempio, un Edge dedicato all'agricoltura di precisione, con sensori nei campi e droni per monitoraggio delle colture, sarà soggetto a specifici vincoli quali le limitazioni sull'uso di suolo agricolo e l'obbligo di minimizzare l'impatto visivo (strutture basse, schermature verdi, ecc.). Tra le compensazioni, invece, potrebbero esserci la piantumazione di alberi per compensare il consumo di suolo.

Per gli Edge i parametri più importanti attinenti agli SLA sono: disponibilità (uptime), latenza, RTO (Recovery Time Objective) e RPO (Recovery Point Objective).

In base al servizio contrattualizzato le caratteristiche degli SLA si possono configurare su diverse soglie, adoperare l'RTO (Recovery Time Objective) e l'RPO (Recovery Point Objective) ad integrazione degli SLA significa aggiungere metriche di resilienza e disaster recovery, che sono sempre più richieste in architetture mission critical. Segue un esempio dedicato a 3 diversi settori tipici per gli EDC.

Smart city: RTO 2 h, RPO 5 min

Industria: RTO 30 min, RPO 1 h

Ospedale: RTO 15 minuti, RPO 1 minuto

Le penali sono proporzionali al downtime oltre soglia SLA, con possibilità di recupero delle penali se il provider migliora le performance nel periodo successivo.

Governance dell'infrastruttura e gestione della supply chain

La governance degli EDC rappresenta uno degli aspetti più rilevanti per garantirne scalabilità, sicurezza e operatività. Le pratiche attualmente adottate dagli operatori che già gestiscono architetture Edge multi-sito convergono verso un modello ibrido e a più livelli, che combina controllo centrale e flessibilità locale.

Modelli di governance

Si individuano tre schemi principali:

Governance centralizzata: il provider mantiene il controllo delle policy di sicurezza, orchestrazione, configurazione e monitoraggio.

Governance collaborativa (multi-stakeholder): telco, cloud provider, enti pubblici e utility condividono responsabilità operative e di servizio, tipica dei contesti smart city o distrettuali.

Governance locale: il nodo Edge è integrato nei processi operativi del sito ospitante (fabbrica, ospedale, infrastruttura critica), mantenendo però gli standard del framework centrale.

Nella maggior parte degli operatori europei il modello più diffuso è quello **ibrido federato**, nel quale:

- il framework centrale definisce uniformità e compliance (policy, SLA, sicurezza, audit, orchestrazione);
- i nodi Edge locali gestiscono le attività di prossimità (manutenzione, accessi, supporto on-site, vincoli territoriali).

Questo approccio consente di mantenere standard condivisi lungo tutta la rete Edge, pur adattandosi a esigenze normative e operative specifiche dei singoli territori o dei diversi settori verticali.

Gestione della supply chain

La gestione della supply chain negli EDC assume un ruolo critico poiché si tratta di infrastrutture ampiamente distribuite, spesso situate in aree urbane, industriali o periferiche.

I principali operatori che già gestiscono Edge multi-sito si concentrano su tre elementi chiave:

Regionalizzazione della logistica: magazzini locali o partnership territoriali per ridurre RTO/RPO e garantire rapidità negli interventi.

Uniformità degli standard tecnici: design replicabile, baseline di sicurezza comune, componentistica standardizzata per evitare eterogeneità.

Presidio operativo locale: supporto on-site tramite reti di manutentori qualificati o consorzi territoriali, in linea con SLA e requisiti di continuità.

L'obiettivo è assicurare che ogni nodo Edge operi secondo criteri omogenei di qualità, sicurezza e affidabilità, pur mantenendo la flessibilità necessaria per adattarsi ai vincoli e alle specificità del territorio.

4.3 Parametri strategici

Localizzazione geografica e interconnessione con reti ottiche e backbone nazionali

Riprendendo il tema della localizzazione geografica, occorre tenere conto della distribuzione capillare potenzialmente prevista in Italia per gli Edge: tali strutture sono indispensabili per ridurre la latenza e garantire resilienza in ciascuna regione.

L'obiettivo strategico è quello di colmare il divario infrastrutturale e di creare una dorsale digitale resiliente, integrando Edge e data center centrali per supportare AI, IoT, 5G e smart cities.

Grado di interoperabilità con hyperscaler e cloud pubblici

L'interoperabilità tra EDC e cloud pubblici non è un attributo binario, ma un concetto graduale che riflette il livello di integrazione possibile lungo l'intero Cloud-Edge Continuum. Parlare di *grado di interoperabilità* significa considerare quanto l'Edge possa operare come estensione funzionale, e non soltanto geografica, delle infrastrutture hyperscale.

Da un punto di vista tecnico-industriale, l'interoperabilità si articola in tre dimensioni principali:

1. Interconnessione di rete

La capacità dell'Edge di connettersi ai servizi cloud tramite percorsi a latenza prevedibile, elevata capacità e affidabilità. Ciò include peering privati, interconnessioni ottiche dedicate, segment routing e meccanismi di traffic engineering.

La qualità della rete diventa parte del requisito applicativo: la prossimità geografica da sola non è sufficiente senza percorsi deterministici e controllati.

2. Orchestrazione dei workload

L'Edge può fungere da nodo complementare per applicazioni che richiedono bassa latenza o prossimità al dato (IoT, AR/VR, inferenza AI, automazione industriale), mentre i data center hyperscale gestiscono elaborazioni pesanti, addestramento dei modelli, storage e analytics. Il grado di interoperabilità dipende dal livello con cui questo bilanciamento può essere automatizzato e governato da piattaforme cloud-native comuni.

3. Compatibilità applicativa

L'adozione di strumenti come container, API standard, funzioni MEC, piattaforme Kubernetes e soluzioni cloud-native distribuite permette alle applicazioni di funzionare in modo uniforme su Edge e cloud pubblico. Maggiore è la convergenza di questi stack tecnologici, maggiore è il grado di interoperabilità.

In questo quadro, l'apertura di availability zone regionali da parte degli hyperscaler in Italia favorisce modelli ibridi in cui l'Edge diventa parte di un continuum: non un sostituto del cloud centralizzato, ma un nodo di prossimità che abilita la ridistribuzione intelligente dei carichi di lavoro in funzione dei requisiti di latenza, resilienza, localizzazione e densità computazionale.

Aderenza a schemi di certificazione internazionali

Gli Edge per loro natura più compatti e distribuiti hanno alcune certificazioni internazionali più facili da ottenere rispetto ai data center hyperscale. Seguono le principali certificazioni e la relativa giustificazione.

ISO/IEC 27001 (Sicurezza delle informazioni): richiede l'implementazione di un Sistema di Gestione della Sicurezza delle Informazioni (ISMS), non vincolato alla dimensione fisica del data center. Gli Edge, essendo più piccoli, hanno meno superfici di attacco e processi più snelli; quindi, la governance è più rapida da implementare.

ISO 50001 (Gestione energetica): gli Edge hanno consumi energetici più contenuti e spesso sono progettati con efficienza energetica by design (PUE basso). Monitorare e ottimizzare l'energia è più immediato su infrastrutture compatte.

EN 50600 (Standard europeo per progettazione e sostenibilità): copre aspetti di progettazione, sicurezza e KPI energetici. Gli Edge, essendo nuovi e modulari, nascono già conformi a molti requisiti (cablaggio ottico, cooling efficiente, ridondanza minima).

5.

Panorama italiano del rollout Edge

L'Italia si colloca in una fase di consolidamento, con operatori infrastrutturali che stanno progressivamente implementando architetture Edge nei propri domini. Open Fiber, Rai Way, Inwit e altri player hanno avviato progetti pilota per data center distribuiti in prossimità delle dorsali di rete e dei nodi metropolitani. Queste iniziative contribuiscono alla creazione di un ecosistema Edge nazionale con potenzialità di federazione europea.

Il mercato è inoltre trainato da investimenti legati al PNRR e alle politiche di transizione digitale, che incentivano la localizzazione di risorse computazionali nei territori. Il mercato nazionale vede iniziative Edge in ambito telco, media e utility, con progetti pilota in prossimità dei nodi metropolitani e delle dorsali in fibra. Le traiettorie di adozione sono influenzate da PNRR, politiche di sovranità dei dati e dalla domanda di servizi a bassa latenza per industria e PA.

Citando il documento **“Strategia per l’attrazione in Italia degli investimenti industriali in Centri Dati (Data Center)” del Ministero delle Imprese e del Made in Italy**, *“Il territorio nazionale si presta, a differenza degli altri Paesi UE, in cui la concentrazione dei Data Center è localizzata intorno alle capitali, ad ospitare i centri dati in modo distribuito ed omogeneo grazie alla attrattività tecnologica dei propri territori. Questa attrattività è garantita dalla contemporanea presenza, in diverse Regioni, di elementi che a vario titolo incidono sulle caratteristiche di performance dei data center come ad esempio gli approdi di cavi sottomarini in fibra ottica, la rete terrestre capillare in fibra ottica, i punti di interscambio dati (IXP), la rete elettrica in altissima tensione, ed anche la presenza di distretti industriali, super computer ed altre realtà tecnologiche di particolare interesse come ad esempio le Space Factory e le Case delle Tecnologie Emergenti.”*

5.1 Edge e territorio

Nei capitoli precedenti il **Laboratorio EDC** ha inquadrato l'EDC dal punto di vista tecnologico, regolatorio e di mercato, descrivendone funzioni, attori e relazioni con il Cloud. In questa sezione lo sguardo si sposta sul territorio: dove si collocano concretamente questi nodi, quali sistemi locali intercettano, quali trasformazioni possono innescare.

Lo sviluppo degli EDC in Italia riguarda tanto la dimensione tecnologica quanto quella territoriale.

La prossimità computazionale coincide con una prossimità fisica ai luoghi in cui si generano i dati, si producono beni e servizi, si muovono persone e merci. In questo senso, gli EDC, di seguito anche Nodes, come definiti nel Capitolo 1, assumono il ruolo di nuove infrastrutture civili del territorio, al pari delle reti di trasporto o delle reti energetiche.

In un Paese caratterizzato da una forte policentricità urbana e produttiva come l'Italia, questo tema si intreccia naturalmente con la geografia dei distretti territoriali: distretti industriali, logistici, turistici ed energetici che da decenni strutturano lo sviluppo economico locale. Sono sistemi in cui si concentrano PMI specializzate, supply chain integrate, infrastrutture e competenze tecniche: contesti ideali per ospitare nodi Edge "di distretto".

Nei distretti industriali, l'Edge può diventare un'infrastruttura condivisa al servizio di più imprese, in grado di:

- abilitare servizi a bassa latenza per automazione di fabbrica, controllo di processo, manutenzione predittiva;
- supportare la gestione e l'analisi dei dati di produzione, qualità e tracciabilità;
- avvicinare risorse di calcolo e storage alle linee produttive, riducendo la dipendenza operativa dai poli data center remoti.

Nei distretti logistici e portuali, nei poli intermodali e nelle aree retro-portuali, l'Edge permette di orchestrare in tempo reale i flussi di merci, mezzi e persone, integrando:

- **sistemi di monitoraggio avanzato e sicurezza;**
- **piattaforme di gestione degli accessi e dei varchi;**
- **interfacce con sistemi doganali e piattaforme nazionali ed europee.**

Un ruolo analogo può essere svolto nei distretti dell'energia e dell'ambiente (comunità energetiche, reti intelligenti, impianti rinnovabili): l'Edge diventa il layer di controllo locale che abilita l'ottimizzazione dei carichi, la gestione predittiva degli asset e l'integrazione tra risorse energetiche diffuse e mercati dell'energia.

In tutti questi casi il distretto territoriale diventa il perimetro naturale per la localizzazione degli EDC, perché:

- **esiste una massa critica di domanda (imprese, servizi, PA locale);**
- **si possono attivare modelli consortili o pubblico-privati che condividono investimento e governance;**
- **l'infrastruttura digitale può essere integrata in progetti di rigenerazione (riuso di capannoni, aree dismesse, immobili pubblici sottoutilizzati), riducendo consumo di suolo e impatto paesaggistico.**

Il **Laboratorio EDC** di IDA propone quindi una lettura dell'Edge sia come "layer tecnico" del Cloud-Edge Continuum, sia come infrastruttura abilitante dei distretti territoriali, una rete di nodi di prossimità che rafforza la competitività delle filiere locali, rende più attrattivi i territori, facilita la cooperazione tra

imprese, PA e comunità e contribuisce a costruire una geografia digitale italiana coerente con la struttura policentrica del Paese, nello sviluppo tecnologico, lavorativo e sociale.

Nei capitoli successivi queste considerazioni territoriali vengono riprese in chiave operativa, nell'analisi dei modelli di partnership e dei requisiti autorizzativi e attraverso casi applicativi che mostrano come l'Edge, inserito nei distretti, possa agire come strumento concreto di politica industriale e di sviluppo locale.

6. Casi d'uso e mercati verticali

L'EDC rappresenta una piattaforma abilitante per molteplici settori industriali, offrendo capacità computazionale di prossimità e garantendo riduzione della latenza, resilienza dei servizi e sovranità del dato.

Le principali aree di applicazione comprendono:

- **Housing e colocation:** soluzioni decentralizzate per imprese e PA;
- **Intelligenza Artificiale localizzata:** inferenza e training distribuito (Edge AI, Federated Learning);
- **IoT e Smart City:** gestione locale di sensori e flussi ambientali;
- **Industria 4.0:** controllo predittivo, manutenzione e automazione di fabbrica;
- **Disaster Recovery e Cybersecurity:** resilienza distribuita e sandboxing;
- **Healthcare:** analisi in tempo reale e privacy by design.

6.1 Housing e colocation

Gli EDC offrono spazi di colocation di prossimità che permettono a imprese e PA di ospitare infrastrutture digitali vicino ai punti di utilizzo, riducendo i tempi di accesso e i costi di trasporto dati. Tali soluzioni consentono la localizzazione dei servizi critici, nel rispetto dei requisiti di sovranità e sicurezza previsti da normative come NIS2 e Data Act. In Italia, operatori infrastrutturali come Open Fiber, Inwit e Rai Way stanno implementando micro-data center in aree urbane e industriali per ospitare applicazioni cloud pubbliche e private.



6.2 Intelligenza Artificiale localizzata

L'Edge Computing consente di spostare l'inferenza AI vicino alla fonte del dato, riducendo la latenza e migliorando la reattività dei sistemi autonomi. Questo approccio è alla base del Federated Learning, modello in cui i dati restano locali e solo i pesi degli algoritmi vengono condivisi, garantendo privacy e compliance al GDPR. Esempi europei includono progetti Horizon Europe su "Edge AI for Manufacturing" e iniziative nazionali di Politecnico di Torino e CINI per l'addestramento distribuito in ambito industriale. Ulteriori applicazioni sono legate ai cosiddetti SLM (Small Language Models), che prevedono un consumo di risorse nettamente inferiore rispetto agli LLM e si prestano ad una adozione da parte di entità medio-grandi, come quelle che compongono il tessuto aziendale italiano.



6.3 IoT e Smart City

L'Edge rappresenta il livello operativo delle città intelligenti, consentendo l'elaborazione in tempo reale dei flussi provenienti da sensori ambientali, telecamere e dispositivi 5G. Abilita servizi di mobilità intelligente, monitoraggio energetico e sicurezza urbana, riducendo la dipendenza dai cloud centralizzati. Progetti come Torino City Lab, Milano Smart District, Piti, i progetti PNRR Smart City insieme all'esperienza di Pitigliano Smart Village promossa da Open Fiber, dimostrano come i micro-data center e le reti in fibra di prossimità possano abilitare servizi intelligenti anche in contesti urbani di piccola scala. In diversi contesti l'Edge si integra direttamente con architetture MEC (Multi-access Edge Computing) e con funzioni di rete distribuite, come gli UPF (User Plane Function) del 5G. Questa prossimità simultanea all'utente, alla rete radio e al dato abilita servizi di mobilità intelligente, sicurezza urbana e automazione critica con requisiti di latenza deterministica.



6.4 Industria 4.0

Nel settore manifatturiero, l'Edge abilita automazione e controllo predittivo delle linee produttive, con analisi dei dati in tempo reale e manutenzione preventiva. I nodi Edge on-premise consentono alle imprese di elaborare i dati sensibili localmente, senza trasferirli al cloud pubblico. Nei contesti industriali, l'EDC può ospitare applicazioni cloud-native in prossimità di piattaforme MEC e componenti di rete virtualizzate, aumentando l'affidabilità dei processi produttivi e garantendo un'integrazione nativa con i sistemi OT.



6.5 Disaster Recovery e Cybersecurity

L'EDC offre nuove prospettive per la resilienza distribuita: i dati possono essere replicati su nodi locali per garantire continuità operativa anche in caso di guasti di rete o incidenti informatici. La collocazione geografica diffusa degli Edge DC consente l'implementazione di strategie di fail-over multi-sito, sandbox di sicurezza e segmentazione logica dei carichi. Tali architetture risultano coerenti con i requisiti di DORA e ACN AI3/AI4, che enfatizzano backup disaster recovery disponibilità, isolamento e tracciabilità dei flussi informativi. Disporre di un edge datacenter può inoltre migliorare il livello di difesa dai sofisticati attacchi Ransomware, prevedendo di utilizzare i siti Edge come "data vault" o "clean room", cioè ambienti segregati rispetto ai Datacenters principali e dove dislocare copie sicure dei dati o predisporre ambienti asettici dedicati al loro ripristino.

6.6 Healthcare

Nel settore sanitario, l'Edge abilita analisi e decisioni in tempo reale, fondamentali per la telemedicina, la diagnostica per immagini e la chirurgia assistita da robot. Elaborando i dati vicino alla loro origine (ospedali, ambulanze, laboratori), si riducono i tempi di risposta e si migliora la privacy dei pazienti. In Europa si segnalano i progetti GAIA-X Health e Smart Health Edge (EIT Digital); in Italia alcune ASL regionali stanno sperimentando micro-data center per la gestione locale dei dati clinici e dei sistemi di telemonitoraggio.



6.7 Realtà italiane abilitanti

In Italia si stanno consolidando diverse realtà che favoriscono lo sviluppo e la diffusione degli use case sopra descritti. Tra queste:

- Open Fiber ha annunciato uno schema di Edge Data Center modulari distribuiti sul territorio, collegati alla propria rete POP.
- Rai Way propone servizi di colocation in data center Edge progettati per ridurre la latenza e supportare applicazioni locali, con infrastrutture carrier-neutral e alimentate al 100% da fonti rinnovabili.
- Data Felix ha realizzato un EDC nel quadrante Sud Italia, precisamente a Caserta.

Anche player come INWIT e operatori regionali del PNRR stanno investendo in micro-hub digitali che costituiscono la base per la crescita dell'ecosistema Edge nazionale.

7. Ecosistema e modelli di collaborazione

7.1 Interazione tra Edge, Hyperscaler e Cloud Provider

Il mercato mostra una crescente convergenza tra operatori di rete e provider cloud. Modelli ibridi consentono di estendere i servizi cloud verso nodi di prossimità, mantenendo interoperabilità e controllo locale dei dati.

Negli ultimi anni si è assistito a una progressiva convergenza fra cloud pubblico e infrastrutture di prossimità. I principali hyperscaler (AWS, Microsoft, Google, Oracle) collaborano con operatori di rete e data center locali per posizionare nodi Edge vicini agli utenti.

In Italia, questi modelli si integrano con i data center di Open Fiber, Rai Way e INWIT. Il modello emergente è un ecosistema interoperabile in cui:

- l'Edge pubblico è gestito da provider telco/infrastrutturali;
- l'Edge privato è presso siti industriali o enti pubblici;
- Gli Edge datacenter possono eventualmente comunicare con i servizi.

Cloud offerti dagli hyperscaler, accedendo ad applicazioni di orchestrazione, AI su larga scala e analytics.

Questo approccio ibrido riduce la dipendenza dal cloud centralizzato e favorisce la sovranità digitale europea (IPCEI-CIS). Questa evoluzione è coerente con le architetture 5G e con i modelli MEC, in cui la rete di telecomunicazioni e i nodi Edge condividono funzioni di calcolo, instradamento e ottimizzazione del traffico locale. Gli EDC diventano così parte integrante dell'infrastruttura service-provider, supportando funzioni di rete cloud-native e applicazioni mission-critical di nuova generazione.

7.2 L'interconnessione dei Data Center: il continuum tra i grandi DC, gli EDC, le imprese e gli utenti

I data center richiedono una connessione vitale per funzionare: la rete che consente questa connessione è altrettanto cruciale quanto il calcolo, l'energia, il raffreddamento e la locazione nel quadro generale delle infrastrutture cloud. Man mano che i data center si espandono e crescono, l'esecuzione del carico di lavoro può spostarsi su qualunque nodo offra il miglior rapporto prestazione-prezzo. L'applicazione può così determinare dove si trova il calcolo a costo più basso pur soddisfacendo la qualità richiesta dall'utente finale. Questo può essere un calcolo complesso ed implica che alcuni processi possano essere eseguiti localmente, altri a livello regionale e alcuni a livello globale. **Le tecnologie di nuova generazione, sia IP che ottiche, permettono oggi di considerare insiemi di Data Center geograficamente distribuiti – Core, Regional ed Edge – come un'unica piattaforma estesa.** Questo è particolarmente rilevante nelle architetture AI distribuite, nel Federated Learning e negli analytics in tempo reale, dove il rapporto tra larghezza di banda, latenza e sincronizzazione diventa un fattore progettuale centrale.

Il modello Cloud Edge Continuum nasce quindi per connettere i Data Center per eseguire le funzioni dove è più efficiente, bilanciando vicinanza e sostenibilità.

I requisiti nascono infatti non solo dalle applicazioni utilizzate (requisiti di latenza e Cybersecurity), ma anche dall'ottimizzazione dei consumi (impatto energetico limitato o equivalente ad un Central Office ad esempio) e dalla prossimità dei dati per gli utilizzatori dei dati stessi, e non la loro centralità.

Costruire il modello Cloud Edge Continuum richiede un approccio completo che garantisca:

- Connettività all'interno del data center;
- Connettività per il trasporto di traffico "tradizionale";
- Connettività per il trasporto di traffico generato o indotto da AI, misurato attraverso i KPI del tempo di esecuzione ed efficienza di esecuzione.

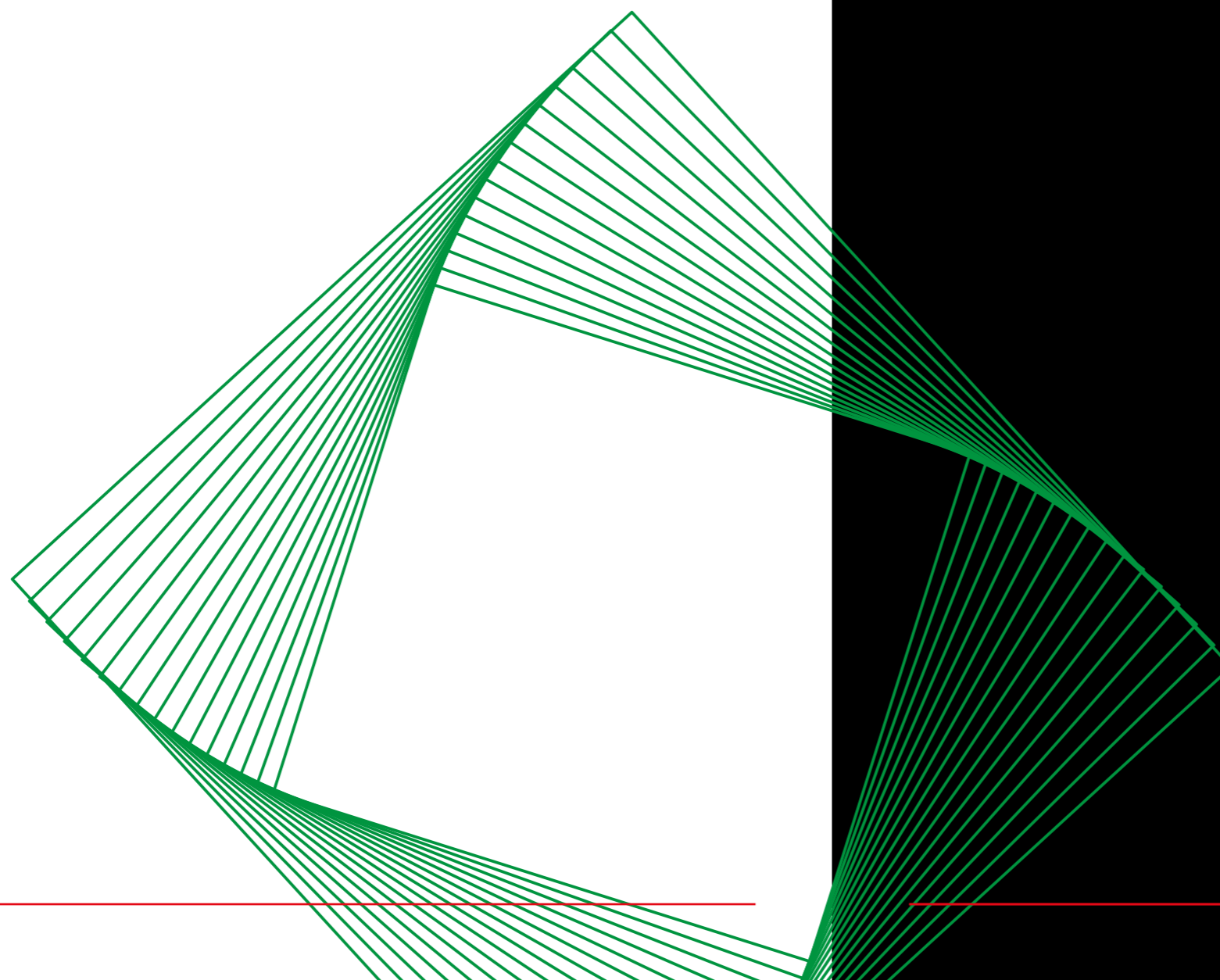
Il modello Cloud continuum è quindi un mix di Data Center centralizzati, Regional e Edge che interagiscono. Man mano che le applicazioni basate sull'intelligenza artificiale diventano più in uso tra i consumatori e le aziende, il ruolo dell'interconnessione dei data center (DCI) diventerà ancora più importante, soprattutto negli scenari in cui deve garantire:

- Connettività per fornire i dati necessari alla costruzione dei modelli;
- Connettività ad alta velocità tra nodi AI, dove i carichi di lavoro sono distribuiti in maniera strategica tra diverse sedi, creando un'unica rete di calcolo, a partire da cluster geograficamente dispersi.

Le tecnologie a livello IP che ottico sono in grado di soddisfare tutti i requisiti di connettività richiesti negli scenari di Cloud Continuum e la scelta della tecnologia dipende da fattori quali distanza, requisiti di larghezza di banda, latenza, sicurezza e costi. L'interconnessione non è quindi un elemento accessorio della filiera Edge, ma una condizione strutturale per consentire lo spostamento dinamico dei carichi di lavoro e l'esecuzione delle funzioni di calcolo nel punto più efficiente rispetto al requisito applicativo ed energetico.

L'Edge diventa una piattaforma per la collaborazione tra operatori, industria e ricerca. Iniziative aperte e federate possono generare ecosistemi resilienti, promuovendo la nascita di nuovi modelli di business in ambito AI, mobilità, energia e manifattura.

7.3 Nuove opportunità di coinnovazione



8.

Conclusioni e prospettive di sviluppo

L'analisi condotta dal **Laboratorio EDC** di IDA mostra come l'Edge non sia una moda passeggera, né una semplice estensione del data center tradizionale, ma una componente strutturale della nuova infrastruttura digitale del Paese.

Nel passaggio da un modello prevalentemente cloud-centrico a un CloudEdge Continuum federato, l'Italia ha l'opportunità di coniugare innovazione tecnologica, resilienza dei servizi critici e sviluppo territoriale.

I capitoli precedenti hanno evidenziato come l'EDC sia al tempo stesso:

- una piattaforma tecnologica per elaborare e archiviare dati in prossimità delle sorgenti;
- un nodo regolato all'interno di un quadro europeo e nazionale sempre più attento a resilienza, cybersecurity, responsabilità e tracciabilità;
- un'infrastruttura territoriale che si radica nelle geografie policentriche del Paese e nei distretti produttivi, logistici, energetici e urbani.

Da questa lettura integrata emergono tre ordini di considerazioni.

8.1.1 Un'infrastruttura abilitante per distretti e territori

L'analisi condotta dal **Laboratorio EDC** di IDA inquadra l'Edge come componente strutturale della nuova infrastruttura digitale del Paese. Nel passaggio verso un Cloud-Edge Continuum maturo, l'Italia ha l'opportunità di coniugare innovazione tecnologica, resilienza dei servizi critici, coesione territoriale e competitività industriale.

I capitoli precedenti hanno mostrato come l'EDC sia al tempo stesso:

- una piattaforma tecnologica per elaborare e archiviare dati in prossimità delle sorgenti;
- un ambito fortemente regolato, inserito in un quadro europeo e nazionale sempre più attento a resilienza, cybersecurity, responsabilità e tracciabilità;
- un'infrastruttura territoriale, che si innesta sulle geografie policentriche italiane e sui distretti produttivi, logistici, energetici e urbani.

8.1.2 Edge come infrastruttura territoriale

Da questa lettura integrata emergono tre direttrici di fondo che definiscono il posizionamento italiano e il contributo che IDA può offrire.

Come evidenziato nel Capitolo 5, l'Edge si lega in modo naturale alla struttura policentrica del Paese e ai distretti territoriali. Lì dove esistono filiere produttive integrate, sistemi logistici complessi, ecosistemi energetici e aree urbane in trasformazione, i nodi Edge diventano infrastrutture di base per:

- abilitare servizi digitali a bassa latenza per imprese, PA e cittadini;
- supportare automazione, qualità, tracciabilità, manutenzione predittiva e gestione integrata dei dati di processo;
- rafforzare la resilienza di servizi essenziali, funzioni urbane e reti energetiche.

In questa prospettiva, l'Edge si configura come strumento di politica industriale e territoriale, i siti EDC entrano a pieno titolo tra le infrastrutture da considerare nella pianificazione di distretti industriali e logistici, nei programmi di rigenerazione di aree dismesse, nelle politiche di riduzione del consumo di suolo e nelle strategie di coesione tra grandi città, sistemi distrettuali e aree interne.

Questo quadro attribuisce al settore privato, operatori di data center, telco, utility, imprese industriali, e alle pubbliche amministrazioni un ruolo condiviso:

- le imprese portano capitale, competenze, capacità realizzativa;
- lo Stato e gli enti territoriali assicurano visione, regole, strumenti autorizzativi e indirizzo di lungo periodo.
- IDA, come associazione di filiera, si pone come luogo di dialogo strutturato tra questi mondi, al servizio della competitività del Paese.

8.1.3 Un ecosistema allineato al quadro europeo

L'evoluzione dell'Edge italiano si colloca all'interno di una più ampia traiettoria europea verso un Cloud-Edge Continuum federato, in cui capacità di calcolo, storage e rete vengono distribuite e orchestrate secondo principi condivisi di sicurezza, interoperabilità e sovranità dei dati.

In questo scenario assumono particolare rilievo:

- il quadro regolatorio europeo (DORA, NIS2, AI Act, Data Act, Data Governance Act) che definisce requisiti stringenti per infrastrutture e servizi digitali critici;
- le iniziative come IPCEI-CIS, che collocano cloud ed edge tra le infrastrutture strategiche da sostenere a livello di Unione;
- il lavoro di armonizzazione tecnica portato avanti da organismi come ETSI e dalle comunità europee che operano attorno a framework come GAIA-X.

Per l'Italia questo contesto rappresenta la doppia occasione di rafforzare il proprio ruolo di piattaforma mediterranea per cavi sottomarini, landing point, hub di interconnessione e data center di nuova generazione e posizionare l'ecosistema Edge nazionale come parte attiva del Cloud-Edge Continuum europeo, valorizzando il policentrismo dei territori e la capacità industriale delle filiere locali.

L'EDC diventa così un tassello centrale di una sovranità digitale europea che guarda alla sicurezza dei servizi essenziali, alla tutela dei dati sensibili, alla capacità dell'Europa di generare e trattenere valore lungo la catena del digitale.

Da un punto di vista tecnico-industriale, l'Edge rappresenta un nuovo livello dell'infrastruttura nazionale: non una riduzione dei data center tradizionali, ma una convergenza tra rete di telecomunicazioni, calcolo distribuito e territori. Il suo riconoscimento richiede una lettura coerente con le architetture telco in evoluzione e con il ruolo crescente dell'interconnessione, della programmabilità di rete e delle piattaforme cloud-native distribuite.

Il lavoro svolto in questa prima fase ha natura fondativa: ha chiarito definizioni, perimetri, attori, intersezioni con il quadro regolatorio, relazione con distretti e territori.

Su queste basi, il **Laboratorio EDC** di IDA può contribuire allo sviluppo dell'ecosistema Edge italiano lungo tre linee principali:

Qualificazione e standard

Il Laboratorio può alimentare il dibattito nazionale su criteri di qualificazione degli EDC, promuovendo riferimenti comuni per aspetti infrastrutturali, energetici, di sicurezza, di interoperabilità e di permitting. L'obiettivo è offrire a operatori, progettisti, investitori e PA un quadro più chiaro per decisioni coerenti e comparabili.

Geografia e trasparenza dell'infrastruttura

In dialogo con i soci IDA e con le istituzioni, il Laboratorio può favorire la costruzione di una geografia condivisa dell'Edge italiano, mappando in modo progressivo nodi, interconnessioni, relazioni con backbone, poli cloud, distretti produttivi e infrastrutture critiche. Una maggiore leggibilità dell'infrastruttura contribuisce a orientare investimenti, politiche industriali e scelte localizzative.

Casi d'uso, partnership e capacità del sistema Paese

Attraverso la raccolta e l'analisi di casi applicativi, il Laboratorio può mettere in evidenza modelli tecnici, organizzativi, contrattuali e di business replicabili, con particolare attenzione alle partnership pubblico-private e ai modelli consortili di distretto. In parallelo, può sostenere iniziative di formazione, divulgazione e confronto rivolte a PA, imprese e stakeholder, contribuendo a ridurre le asimmetrie informative e ad accrescere la capacità del sistema Paese di governare l'evoluzione dell'Edge.

8.2 Il contributo del Laboratorio EDC e di IDA

Le informazioni contenute nel presente volume sono state accuratamente verificate; tuttavia, i contenuti potrebbero essere suscettibili di modifiche e aggiornamenti nel tempo. Eventuali segnalazioni o osservazioni possono essere inoltrate all'indirizzo info@italiandatacenter.com, nell'ottica di un continuo miglioramento della pubblicazione.

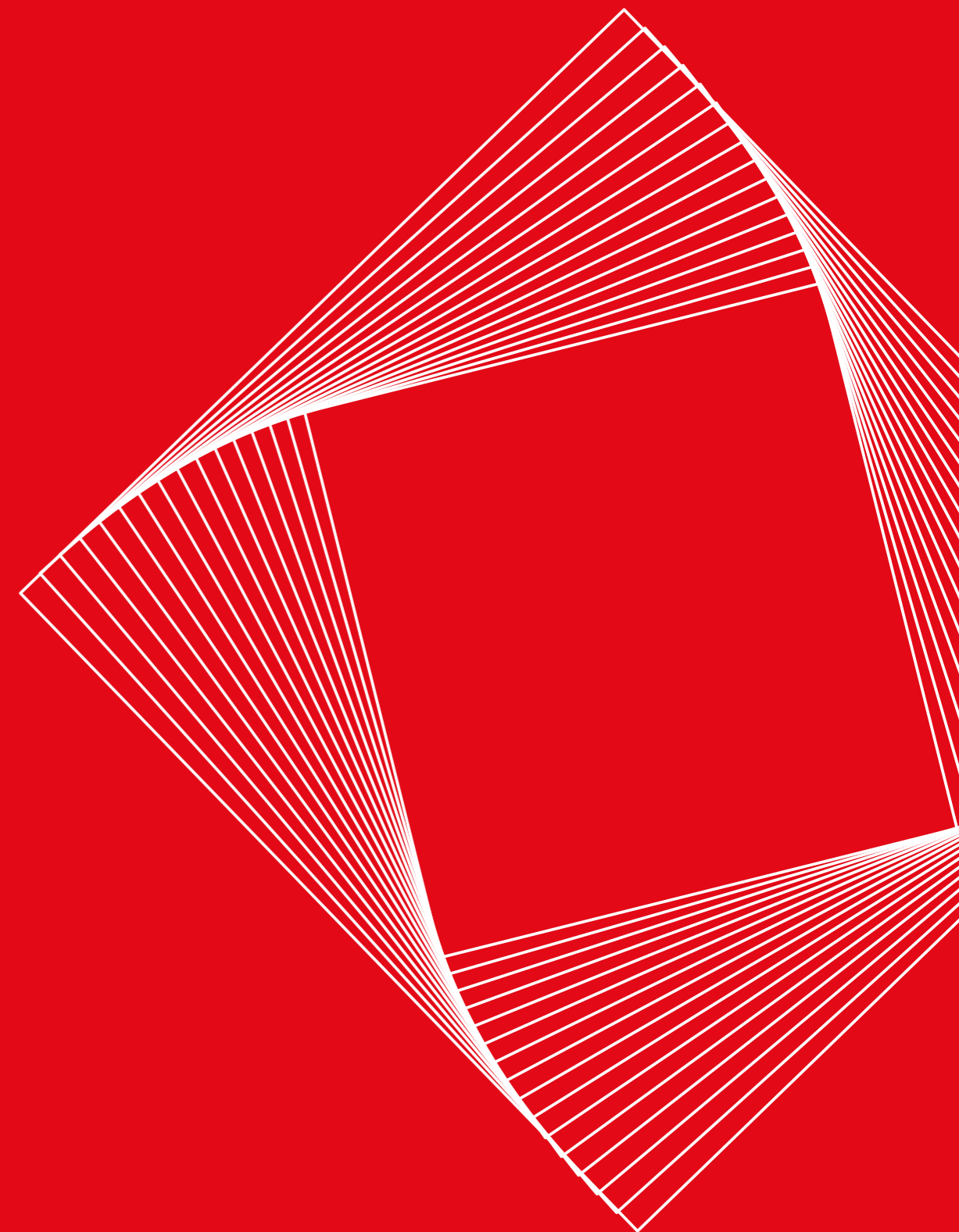
Chi è IDA

IDA (Italian Data Center Association) nasce a dicembre 2022 con l'intento di mettere insieme le aziende più rilevanti del settore per costruire uno spazio comune da cui operare per il **riconoscimento e lo sviluppo di un'industria dei Data Center forte ed efficiente in Italia**. L'associazione si propone infatti di mettere in campo tutti gli sforzi necessari per contribuire a fare dell'Italia la sede ideale, non solo a livello europeo ma anche a livello globale, dove rafforzare la presenza di Data Center. Grande parte del lavoro di IDA è proprio rivolto a favorire l'attivazione di processi che facilitino la costruzione di Data Center che siano sicuri ed efficienti dal punto di vista energetico, nel pieno rispetto della sostenibilità ambientale.

IDA si pone come portavoce a livello istituzionale delle esigenze delle aziende che ne fanno parte ma anche contribuisca a definire standard, norme, know-how del comparto e promuovere la formazione del talento.

Gli sforzi dell'associazione sono a 360 gradi: da un lato si occupa di formazione e sviluppo delle competenze necessarie per operare in modo altamente professionale nel settore, dall'altro porta avanti progetti di ricerca ed evangelizzazione, promuovendo la collaborazione con tutti gli attori e le organizzazioni della filiera.

Info su italiandatacenter.com



iDA ■ ITALIAN
■ DATACENTER
■ ASSOCIATION

