

A large, glowing green graphic of a plant sprout with two leaves is positioned behind the main title. The background is a futuristic, blue-toned digital landscape with glowing lines and data patterns.

GREEN NETWORKS



Il **Notiziario Tecnico** è un webmagazine, con taglio tecnico-divulgativo che presenta in modo ragionato l'evoluzione del settore delle tecnologie dell'informazione, dando particolare attenzione alle sinergie tra innovazione digitale e scenari di business.

Notiziario Tecnico

Anno 32 - Numero 2, Luglio 2023

www.telecomitalia.com/notiziariotecnico

Proprietario ed editore

TIM S.p.a.

Direttore responsabile

Michela Billotti

Comitato di direzione

Gabriele Elia

Daniele Franceschini

Elisabetta Romano

Federica Romano

Web Director

Enrico Gallo

Photo

123RF Archivio Fotografico

Archivio Fotografico TIM

Redazione

Roberta Bonavita

Giampiero Rossi

Contatti

Via G. Reiss Romoli, 274, 10148 Torino

notiziariotecnico.redazione@telecomitalia.it

Registrazione

Presso il Tribunale di Torino n. 60 del 03/11/2021 - ISSN 2038-1921

Gli articoli possono essere pubblicati solo se autorizzati dalla Redazione del Notiziario Tecnico.

Gli autori sono responsabili del rispetto dei diritti di riproduzione relativi alle fonti utilizzate.

Le foto utilizzate sul Notiziario Tecnico sono concesse solo per essere pubblicate su questo numero; nessuna foto può essere riprodotta o pubblicata senza previa autorizzazione della Redazione della rivista.

Vorrei aprire questo editoriale con una provocazione: il settore delle Telecomunicazioni e quello ICT aiutano a ridurre l'impatto energetico sul pianeta. Già perché 1 ora di videoconferenza in alta qualità emette meno CO2 di 1 solo km di viaggio in automobile. Se pensiamo ad esempio a 10 persone che si incontrano in video invece che a valle di uno spostamento aereo, il risparmio stimato è ben di 5.000 volte la CO2 emessa!

Tuttavia, secondo uno studio del 2021 le TLC e il mondo ICT consumano dal 5% al 9% dell'intera produzione di energia elettrica a livello mondiale; la sola componente TLC, secondo GSMA, vale il 2-3%. La crescita dell'uso delle tecnologie digitali è tale che se non si agisce in maniera efficace e proattiva, il settore arriverà nel 2030 a consumare ben il 20% dell'energia elettrica prodotta nel mondo.

Per noi di TIM, però, l'impegno verso la sostenibilità ambientale è tale che non potevamo non raccogliere la sfida di lavorare sempre più per raggiungere il traguardo delle "emissioni-zero", come previsto dalla legge europea sul clima.

Per questo già dal 2020 abbiamo avviato politiche sostenibili sia sui consumi che sugli acquisti di energia: un programma di progressiva decarbonizzazione delle attività della filiera produttiva industriale, di efficientamento dei consumi energetici degli asset, di ricorso crescente a fonti di energia rinnovabile per l'alimentazione dei nodi di rete, anche con energia autoprodotta, e di promozione di modelli circolari per ridurre gli sprechi e valorizzare le risorse di rete.

Nel 2022, a fronte di una sostenuta crescita del traffico voce, dati mobile e fisso e delle attività dei Data Center, siamo riusciti a contenere l'incremento del consumo totale di energia per combustibili, gas ed energia elettrica: un traguardo raggiunto attraverso l'uso di tecnologie che hanno consentito migliori prestazioni a parità di risorse energetiche. Anche i nostri uffici e i Data Center sono stati ripensati per dismettere quegli spazi e quelle tecnologie non più funzionali, in modo da ridurre i costi e i consumi energetici; abbiamo, infatti, realizzato i Data Center «Public Cloud» con criteri ecosostenibili, impiegando materiali privi di contaminanti, pitture ecologiche, oltre che sistemi di illuminazione che riducono l'inquinamento luminoso.

Siamo intervenuti anche sui Data Center «Core», con un risparmio energetico medio di circa 2,8 GWh/a; continuiamo ad ottimizzare il raffrescamento e l'illuminazione delle sale, per rinnovare i sistemi di continuità (UPS) e gli impianti di condizionamento, oltre che intervenire sulle infrastrutture informatiche. Grazie a tutto ciò nel 2022 abbiamo ottenuto un risparmio medio di circa 13,5 GWh/a.

La nostra trasformazione sostenibile passa anche attraverso una precisa strategia di acquisto energetico: in TIM potenziamo sempre di più l'acquisto di energia elettrica da fonti rinnovabili e investiamo nell'autoproduzione, con l'obiettivo di arrivare al 100% di energia elettrica green entro il 2025. Infatti, oggi l'energia elettrica che serve alle nostre centrali e ai Data Center in gran parte viene acquistata e solo in piccola parte autoprodotta dagli impianti di trigenerazione, da gruppi elettrogeni e

dagli impianti fotovoltaici, tanto che abbiamo avviato un piano di installazione di 14 impianti fotovoltaici per una potenza di circa 0,7 GWp. Teniamo conto che nel 2022 l'energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili ha rappresentato ben il 61% dell'energia elettrica complessiva del Gruppo.

Forti di questo impegno, dedichiamo questo Notiziario Tecnico ad approfondire le nostre soluzioni tecniche per rendere TIM sempre più green.

Vi auguro una buona lettura



Elisabetta Romano

Chief Network, Operations & Wholesale Office, TIM

Indice

▶ KPIs and Objectives for a Green Network	8
▶ La nuova strategia di “acquisto energetico” tra risorse tradizionali e fonti rinnovabili	20
▶ Il valore del decommissioning	28
▶ 5G ed efficientamento energetico	42
▶ L’Intelligenza Artificiale per il saving energetico delle centrali	58
▶ Green Data Center	74
▶ Standard e collaborazioni internazionali	96

KPIs and Objectives for a Green Network

Author: NGMN Alliance
Executive summary by Giovanni Romano



This article summarizes the vision of NGMN (Next Generation Mobile Networks), an operator driven Alliance, in the White Paper “Green Future Networks: KPIs and Target Values for Green Network Assessment”.

The White Paper (https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/230222_NGMN_GFN_KPIs_Target_Values-V1.0.pdf) identifies a set of KPIs and objectives for measuring network performance in terms of energy efficiency and quality of service.

Energy efficiency and the achievement of the zero emissions target are not only technical issues but also very relevant economic and image aspects for every operator. It therefore becomes important to share “best practices” and identify common objectives and methodologies by exchange of opinions within industry associations such as the NGMN Alliance (Next Generation Mobile Networks, www.ngmn.org) and the GSM Association (www.gsma.com) [1].

In line with the increasing emphasis on sustainability and considering the quality of service that the customer expects, NGMN has defined a methodology that combines performance and quality of experience KPIs (Key Performance Indicators) together with sustainability, environment, and energy criteria.

The result is the publication of the White Paper “Green Future Networks: KPIs and Target Values for Green Network Assessment” (https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/230222_NGMN_GFN_KPIs_Target_Values-V1.0.pdf) [2].

This article summarizes the view expressed by NGMN.

In particular, NGMN identified the strategic topic “Sustainability and Green Future Networks” and started a project in 2020 aimed at identifying the main opportunities and challenges and to publish feasible recommendations on the issue of environmental sustainability [3].

In addition to the document covered by this article, NGMN published a number of White Papers available at <https://www.ngmn.org/publications.html> [4, 5, 6, 7] and plans to publish other documents on how to reduce the environmental impact (for example, water consumption, materials) and how to improve the networks energy efficiency.

In 2023, the work of NGMN will focus on three areas: networks energy efficiency, metering, and environmental sustainability and telco circular economy enablement. NGMN plans two publications on the networks energy efficiency: “Energy Savings Best Practices”, with the aim of highlighting how energy can be saved thanks to new operating methods; “Energy Efficiency – industry roadmap”, with the aim of providing decision makers with a list of key technologies, processes and optimizations.

On environmental sustainability and circular economy NGMN plans to analyze together with suppliers how to enable the minimization of CO2 and the use of critical raw materials and how to recycle products and equipment as much as possible.

Finally, the topic on measurement methodologies starts from the KPIs described in this article to define a standard procedure that can be adopted by all operators.

Green Future Networks: KPIs and Target Values for Green Network Assessment

The White Paper, published in February 2023 in time for the Mobile World Congress in Barcelona (see Fig.1), identifies a set of Key Performance Indicators (KPI) and objectives and proposes a methodology for consolidating the KPIs in a common way for all operators. Two categories of KPIs are identified: environmental KPIs and energy and quality of experience KPIs. NGMN wanted to put energy and quality of experience KPIs in the same family to ensure that efficiency is not at the expense

of the quality that customers expect from the network.

Combining these KPIs makes it possible to propose numerical and/or qualitative thresholds and measurement methodologies to evaluate network performance.

In particular, NGMN recommends the following:

- it is required to identify the metrics (KPI) and to define a unified measurement methodology;
- it is recommended to develop and adopt KPIs that allow for a high level of granularity in reporting results. For example,

allowing the analysis of specific aspects such as energy usage in each part of the network and ideally at a geographical and/or site level.

The activity of NGMN does not end with this publication. The plan is to improve the procedures and metrics based on the experience gained in the field.

Performance indicators

Fig.2 shows the two categories (pillars) of indicators identified by NGMN:

Figure 1 – The cover of the NGMN White Paper [2]



- **environmental KPIs** – CO2 equivalent emissions [8] play a key role in assessing a company’s impact on climate change. Another key aspect is the contribution to the circular economy, considering aspects such as waste production, recycling activities and the use of additional resources (for example water). These KPIs are normally published in the companies’ sustainability reports. In addition to these factors, long-term strategies towards the goal of zero emissions should also be considered. This requires identifying intermediate targets such as direct and indirect emissions;
- **energy consumption and quality of experience KPIs** – these KPIs consider the total energy consumed by the operator and the efficiency and intensity of its usage [4][5]. However, energy indicators must be closely related to the quality of experience, to ensure transparency on energy consumption required to provide a certain level of quality of service.

Based on the classification above, and with the aim of evaluating the different network segments, the White Paper identifies the KPIs reported in Tables 1 and 2.

Measurement methodology

NGMN proposes a measurement methodology based on mapping each KPI into families.

A numerical score is associated with each KPI and then the evaluation for the “family” can be derived from these scores.

For the qualitative parameters the score is zero points if the KPI is not met and a pre-established value if it is achieved. Instead for the quantitative parameters it is necessary to define the range of values, for example based on progressive thresholds.

Figure 2: High level overview of the identified KPIs [2]



Table 1: Environmental KPIs and their thresholds [2]

KPI NAME	Target Maximum threshold	value	Other thresholds
1 Sustainability reporting with audit	Sustainability report with the auditing company mentioned		
2 Net Zero goal is set	2040		2045, 2050
3 Sustainability goals set with a clear path to achieving these goals	Passed if a clear path to achieving Net Zero goals is indicated. The operators are advised to follow the ITU-T industry standards L1470 [9] and L1471 [10]. The best assurance is if climate targets are verified by SBTi or another competent third party [11].		
4 Target to reduce Scope 1 & 2 to near zero	2025		2030, 2035
5 Target amount of scope 3 emission reduction by 2030 (emission reduction compared to 2010 or later)	45% 22% if Scope 1 & 2 are near zero		30%
6 Investing in carbon compensation	KPI met if an operator has started investigating solutions to deal with the residual emissions		
7 Direct emissions, Scope 1, reported	KPI met if reported as tCO ₂ or metric tonnes in CO ₂ equivalent		
8 Indirect emissions, Scope 2, reported	KPI met if reported as tCO ₂ or metric tonnes in CO ₂ equivalent		
9 % of electricity used that is generated from renewable or nuclear sources.	100%		Above world (~40%) and/ or country average
11 Largest downstream and upstream categories from Scope 3 reported	KPI met if categories 1 [purchased goods and services], and 11 [use of sold goods] and/or 13 [downstream leased assets] are reported in tonnes of CO ₂ or mtCO ₂ equivalent		
12 Number of Scope 3 categories reported	15		Linear mapping to 0
13 Avoiding emissions through innovative services (optional)	KPI met if a company offers customers “greener” than usual products or services, such as repairable or upgradable phone, smart IoT solutions, etc.		
14 Wastes reported	KPI met if quantity of reported wastes is reported either overall on in a subcategory		
15 Recycling & reuse reported	KPI met if percentages of recycled and reused goods are provided either overall or in a (product) subcategory e.g., mobile phones		
16 Water usage reported	KPI met if the volume of consumed water is reported		

Table 2: Energy consumption and quality of experience KPIs and their thresholds [2]

KPI NAME	Target Maximum threshold	value	Other thresholds
1 Quality-of-Experience (QoE) assessment	The top possible category or class, e.g., outstanding, very good, ..., sufficient. Corresponds to very high percentage of the points/values achievable		Other QoE classes
2 Energy and electricity consumption reported	Passed if both the energy and the electricity consumptions are reported		
3 Historical trend of network energy and/or electricity consumption	Decreasing		Stable
4 PUE of data centres reported	KPI met if the company wide value is reported		
5 Historical PUE trend of data centres	Decreasing (improving)		Stable
6 Energy intensity	Difficult to set at the current stage, more investigation is needed, see related KPI discussion		May be derived from historical performance of the operators, see related KPI discussion

The White Paper recommends expressing both a final evaluation and partial evaluations based on a family of KPIs, whose result is the sum of the associated KPIs. The final classification, on the other hand, can be obtained in two ways:

- combine family results into a single score to be reflected in the company’s energy or “green” classification;
- or
- classify family results in a “green class” and then combine the results into an overall energy classification.

The second approach is recommended, since it allows operators to focus corrective actions on the issues of greatest interest.

NGMN also proposes a methodology to harmonize how the various KPIs are quantified and published in sustainability reports. In particular, the greater the granularity used in the evaluation, the greater the ability to analyze and intervene on network performance.

For example, country-level reporting allows each company to compare itself with peers operating in that country and, in the case of groups, with other subsidiaries operating in different countries. It is also recommended to develop structured reporting standards, contrary to what happens in some cases, where the data is only present in the form of text or graphics.

Conclusions

Energy efficiency and the achievement of the zero emissions target are increasingly important not only from the point of view of image but also from a technical and economic point of view for every operator.

With this in mind, operators' associations such as GSMA and NGMN Alliance have addressed the problem and discussed how to measure and improve system performance.

For this reason, NGMN has published the White Paper "Green Future Networks: KPIs and Target Values for Green Network Assessment" (https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/230222_NGMN_GFN_KPIs_Target_Values-V1.0.pdf) [2]

with the aim of identifying performance targets and common reporting methodologies.

The effort to define standard reporting methods is very important, as it makes it possible to define homogeneous classifications among the various operators and at the same time take into account national conditions (for example, availability of the electricity grid) or the quality of the service provided (for example, in terms of Gbytes supplied per customer and number of customers).

The activity to define proper KPIs is not static and requires continuous adjustments both to take into account the new regulations and to further refine the various KPIs. ■

Acknowledgments

Main contributors to the NGMN White Paper "Green Future Networks: KPIs and Target Values for Green Network Assessment", in alphabetical order: Javan Erfanian (Bell Canada), Saima Ansari (Deutsche Telekom), Lee Valerius (HPE), Marc Peters (IBM), Richold Van der Wal (KPN), Pary Arpoudam (Orange), Ioana Lupa (Orange), Elena Meshkova (Umlaut)

Project lead: Saima Ansari/Deutsche Telekom, NGMN Programme Manager: Chris Hogg

Highlight on NGMN

NGMN Alliance

About NGMN Alliance

The Next Generation Mobile Networks Alliance (NGMN Alliance) is a forum founded by world-leading Mobile Network Operators and open to all Partners in the mobile industry. Its goal is to ensure that next generation network infrastructure, service platforms and devices will meet the requirements of operators and, ultimately, will satisfy end user demand and expectations.

The vision of the NGMN Alliance is to provide impactful industry guidance to achieve innovative,

sustainable and affordable mobile telecommunication services for the end user with a particular focus on Mastering the Route to Disaggregation/ Operating Disaggregated Networks, Green Future Networks and 6G, whilst continuing to support 5G's full implementation.

The NGMN Alliance seeks to incorporate the views of all interested stakeholders in the telecommunications industry and is open to three categories of participants (NGMN Partners): Mobile Network

home page at ngmn.org

WE MAKE BETTER CONNECTIONS

The vision of the NGMN Alliance is to provide impactful industry guidance to achieve innovative and affordable mobile telecommunication services for the end user with a particular focus on supporting 5G's full implementation, Mastering the Route to Disaggregation, Green Future Networks, as well as 6G.

Learn more



NGMN logo

Operators (Members), vendors, software companies and other industry players (Contributors), as well as research institutes (Advisors).

The purpose of the alliance is to provide requirements and guidelines for providing mobile services that are both innovative and accessible with focus:

- evaluate and guide the technological evolution towards the full implementation of 5G;
- network disaggregation with the aim of driving the development of open, disaggregated, virtualized and Cloud native solutions with a focus on an end-to-end operating model;
- green future networks with the aim of building sustainable and environmentally friendly technical solutions;
- 6G with the aim of identifying the use cases required by society and the main technological developments for their provision, design considerations and requirements.

The activity of NGMN is divided into projects, task forces and workshops in order to:

- establish clear requirements for next generation mobile networks;
- contribute to standardization bodies;
- provide a collaboration platform for assessing and addressing technical challenges;
- share best practices;
- identify and resolve the technical barriers to the creation of mobile telecommunication services.

NGMN publications are accessible here <https://www.ngmn.org/publications.html>.

NGMN plays a strategic role for TIM as it allows for discussions with peers worldwide and at the same time to discuss technical issues of interest. TIM is a member of the Board, consisting of the CTOs and the R&D Directors of the main global operators, and of the Strategic Program Committee. Furthermore, TIM leads the "Base Station Antenna Architecture" project, which defines the methods of describing the characteristics of the antenna systems of the mobile radio stations.

NGMN Projects in 2023



References

1. GSMA, "ESG Metrics for Mobile," giugno 2022. <https://www.gsma.com/betterfuture/wp-content/uploads/2022/06/ESG-Metrics-for-Mobile-June-2022.pdf>
2. NGMN Alliance, "Green Future Networks: KPIs and Target Values for Green Network Assessment," February 2023. https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/230222_NGMN_GFN_KPIs_Target_Values-V1.0.pdf
3. NGMN Alliance, "NGMN ALLIANCE LAUNCHES GREEN FUTURE NETWORKS PROJECT," October 2020. <https://www.ngmn.org/ngmn-news/press-release/ngmn-alliance-launches-green-future-networks-project.html>
4. NGMN Alliance, "Green Future Networks Network Equipment Eco-Design and End to End Service Footprint.," July 2021. https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/210719-NGMN_Green-future-Networks_Eco-design-v1.0.pdf
5. NGMN Alliance, "NETWORK ENERGY EFFICIENCY," October 2021. <https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/211009-GFN-Network-Energy-Efficiency-1.0.pdf>
6. NGMN Alliance, "Metering for sustainable networks," January 2022. <https://www.ngmn.org/publications/metering-for-sustainable-networks.html>
7. NGMN Alliance, "Green Future Networks: Telco Supply Chain Sustainability," January 2023. https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/230117-NGMN-GFN_Supply-Chain-Sustainability_v1.0.pdf
8. EC Eurostat, "Statistics explained: Carbon Dioxide Equivalent," March 2017. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent
9. ITU-T, "L.1470 Greenhouse gas emissions trajectories for the information and communication technology sector compatible with the UNFCCC Paris Agreement," January 2020. <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1470>
10. ITU-T, "L.1471 Guidance and criteria for information and communication technology organizations on setting Net Zero targets and strategies," Septemebr 2021. <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1471>
11. Science Based Targets Initiative (SBTi), "Science Based Targets Initiative," 2022. <https://sciencebasedtargets.org/>

Executive summary



Giovanni Romano

giovanni.romano@telecomitalia.it

Giovanni Romano coordina in TIM le attività di standardizzazione tecnica relative all'accesso radio e all'uso dello spettro.

Nell'ottobre 2016 è stato nominato Alternate Board Director, rappresentando TIM in NGMN e dal 2020 partecipa all'Executive Committee di O-RAN ALLIANCE. Dal 1996 è stato delegato TIM nell'ambito di enti di standardizzazione e attualmente partecipa ai lavori di 3GPP RAN, NGMN ed O-RAN ALLIANCE. In ambito 3GPP è coordinatore delle attività verso ITU-R. Nel periodo 2013-2017 ha ricoperto il ruolo di vice-presidente del comitato 3GPP RAN. Fino al 2005 Giovanni ha ricoperto il ruolo di responsabile di progetto di attività di ricerca relative ad analisi di prestazioni del sistema UMTS, verifica della qualità del servizio, standardizzazione, trial in campo e testing. Giovanni è entrato nel gruppo TIM nel 1992. ■

La nuova strategia di “acquisto energetico” tra risorse tradizionali e fonti rinnovabili

Luca Adesso, Giulia Magistri, Daniele Nutini, Nicola Ussia



Per il loro funzionamento le infrastrutture di rete fissa e mobile e i data center su cui si fonda l'intero settore delle telecomunicazioni necessitano di quantitativi di energia considerevoli e sono causa dell'emissione di ingenti quantità di CO2.

L'acquisto di energia è dunque un ambito nel quale le problematiche connesse all'aspetto puramente economico del costo della risorsa acquistata si uniscono a quelle della sostenibilità ambientale del business, rendendo ogni scelta l'esito di una dialettica complessa, nell'ambito della quale nel corso dell'ultimo anno sono state adottate strategie che coinvolgono ambiti diversi ma che, nel loro insieme, sono destinate a consentire il funzionamento delle infrastrutture del Gruppo TIM con il 100% di energia green nel 2025.

Il primo importante pilastro della strategia adottata per contribuire alla sostenibilità ambientale è quello di contenere i consumi con l'ambizione di ridurli sensibilmente, anche avendo ben chiaro che su alcuni comparti aziendali i consumi andranno ad aumentare: Cloud su Noovle e 5G sul Mobile.

Un altro punto significativo della nostra strategia sarà quella di aumentare la produzione di energia da fonte rinnovabile in modo da autofinanziare i consumi di TIM.

Infine, per coprire il fabbisogno si procederà con l'acquisto di energia da fonte rinnovabile mediante complessi accordi a lungo termine, quali i Power Purchasing Agreement (PPA) off-site e, in via residuale, mediante l'acquisto delle Garanzie di Origine (GO).

Il consumo di TIM nell'anno 2022 è stato pari a 2.957 GWh (671 GWh per TIM Brasil, 2.286 GWh per TIM Domestic). Fatte le dovute proporzioni, se si analizzano questi valori nel dettaglio, si riscontra un mix differente in termini di autoproduzione e di acquisto di energia rinnovabile.

In TIM Brasil l'energia acquistata (350GWh) e quella autoprodotta (321 GWh) quasi si equivalgono; in TIM Domestic l'energia acquistata, al netto di quella destinata ad Inwit (ca 347 GWh) e agli OLO (ca 365 GWh), è stato pari a ca 1460 GWh, mentre l'autoproduzione ha coperto meno di un decimo del necessario, fermandosi a 114 GWh. Peraltro, mentre l'autoproduzione di TIM Brasil è quasi tutta da fonte rinnovabile, in TIM Domestic è nella quasi totalità co-generata da gas.

Se poi si procede ancora più nel dettaglio questi dati, in particolare quelli relativi alla tipologia di energia acquistata, a sua volta proveniente da impianti tradizionali o green, si riscontra che in Brasile l'utilizzo di energia green sale al 98%, mentre in Italia si arriva al 45%, un risultato buono e in crescita grazie alle strategie adottate.

Se questi dati si considerano in forma aggregata, per misurare la qualità del consumo energetico del gruppo, si ha che TIM Brasil e TIM Domestic insieme già ora impiegano il 61% di energia green, l'obiettivo è incrementare questo dato, fino a annullare ogni altra forma di approvvigionamento.

Per quanto riguarda l'efficientamento degli asset, le strategie messe in atto

prevedono nei prossimi anni una diminuzione dei costi di energia relativamente soprattutto alla rete fissa, dall'attuale 63% al 59% l'anno prossimo e così via, fino al 47% del 2030.

Composizione del costo dell'energia e strategia di acquisto

Nel corso degli ultimi anni il settore dell'energia ha subito diversi cambiamenti legati alle dinamiche di mercato, nonché, ultimamente, alla crisi energetica globale innescata dall'invasione russa ai danni dell'Ucraina.

Nel 2022 c'è stato un incremento esponenziale dei prezzi dell'energia dovuto in particolar modo al riorientamento dei flussi di approvvigionamento del gas al continente europeo.

Il prezzo dell'energia costituisce ben il 62% del costo totale dell'energia; la restante quota è rappresentata dagli oneri di sistema, così ripartiti:

- distribuzione breve distanza (trasporto): 20%;
- distribuzione lunga distanza (trasmissione sulla rete elettrica): 11%;
- accise: 7%.

A seguito di queste significative oscillazioni nello scenario di mercato si è reso necessario rimodellare le politiche di approvvigionamento dell'energia e di conseguenza, le scelte strategiche volte a coprire il fabbisogno energetico di TIM e delle Società del Gruppo per tutto il 2023.

Nel 2022 si è stati in grado di assicurare per l'anno successivo una copertura del fabbisogno energetico del Gruppo pari all'80%, incrementando l'acquisto di energia elettrica da fonti rinnovabili e dagli investimenti sull'autoproduzione (Fig.1).

Ad aprile 2023, TIM ha siglato con ERG un'integrazione del Power Purchase Agreement precedentemente sottoscritto nel 2021 per la fornitura di 340 GWh/anno per 10 anni, con un volume aggiuntivo di 200 GWh/annuo "base-load" di energia 100% green in quanto prodotta da impianti rinnovabili ERG.

Grazie a questo accordo TIM arriverà a coprire circa il 41% di acquisti di energia da fonti rinnovabili rafforzando così il suo impegno per il raggiungimento dell'obiettivo di utilizzo di energia green al 100% entro il 2025 e di contestuale riduzione delle emissioni di CO2.

L'obiettivo è perseguito anche attraverso l'acquisto di Garanzie d'Origine, ovvero certificati elettronici che attestano l'origine rinnovabile dell'energia prodotta dagli impianti qualificati.

Progetti di efficienza

Sul fronte dei progetti dedicati all'efficienza energetica, il 2023 è un anno ricco di iniziative poiché dedicato sia a finalizzare una serie di interventi già lanciati nel 2022, sia a realizzare nuovi impianti che porteranno la produzione di energia green a ben 6 GWh/anno a regime.

I progetti in questione riguardano 120 impianti Fotovoltaici realizzati e/o in fase di realizzazione sulla copertura di altrettante centrali distribuite su tutto il territorio nazionale, con lo scopo di produrre energia green destinata all'autoconsumo dei siti e di conse-

guenza con l'obiettivo di ridurre i prelievi da rete e le bollette da pagare agli Enti erogatori. In particolare, gli interventi previsti, parte dei quali già avviati nel 2022, prevedono:

- N. 101 impianti FV in manutenzione straordinaria per garantire la massima efficienza degli impianti;
- N. 14 impianti FV in attivazione (di cui 3 già avviati in Puglia a Maggio 2023);
- N. 1 impianto FV in installazione (Pisa la Figuretta con EnelX - Capex 0);
- N. 5 impianti FV in valutazione (~1,8GWh/y).

Ma le iniziative di efficienza energetica non si fermano qui.

Le attività di decommissioning, per un totale di ~570 GWh/anno, (stima saving energetico al 2030), continueranno a rappresentare un filone importante sul fronte del delayering in continuità con il 2022 sulle tre piste consolidate: Switch off Rete Mobile 3G (~120 GWh), Centrali bypass (~175 GWh) e Servizi Legacy (~275 GWh).

Inoltre, nel 2023 vedrà la luce un'iniziativa importante e discontinua nella storia di TIM: l'implementazione di un nuovo modello di business "cosiddetto a capex zero", per la sostituzione degli impianti tecnologici più vecchi di 10 anni (ammodernamento con apparati di ultima generazione e più efficienti).

L'investimento sostenuto verrà totalmente finanziato dai saving realizzati su un arco temporale di 10 anni e riguarderà circa 19.500 componenti fra

Figura 1: Incremento acquisto di energia elettrica da fonti rinnovabili e dagli investimenti sull'autoproduzione



stazioni di energia, gruppi frigo, batterie, UPS, condizionatori sulle circa 3.500 centrali più importanti del territorio nazionale.

All'attività di ammodernamento degli asset si aggiungerà la realizzazione di nuovi impianti fotovoltaici laddove possibile, dando origine a contratti PPA on-site, oltre a prevedere progetti specifici di ulteriore efficientamento energetico sito per sito attraverso azioni di reingegnerizzazione delle sedi che consolideranno la posizione di TIM anche sul fronte della certificazione ISO 50001.

L'insieme delle azioni prevede un totale di efficientamento energetico pari a circa 250 GWh (stima saving energetico al 2030).

Altro importante progetto meritevole di menzione particolare è il cosiddetto "IOT Connect" che prevede la realizzazione di una infrastruttura di monitoraggio e controllo basata su IoT ("BMS", Building Management System) che ha l'obiettivo di collegare da qui al 2025 le 600 centrali circa facenti parte del bacino di maggiore strategicità nazionale in base alla presenza di apparati/servizi di importanza primaria per il business e per il Paese.

Tale infrastruttura rappresenta il mezzo con il quale abilitare lo smart manufacturing, cioè il telecontrollo/telegestione, delle macchine elettriche per l'alimentazione (stazioni di energia, UPS) e per il condizionamento (gruppi frigoriferi, condizionatori, UTA) a servizio delle sale di centrale, abilitando con l'aiuto di appositi algoritmi di In-

telligenza Artificiale, scenari di gestione assistita per realizzare la migliore efficienza energetica, oltre che intraprendere la strada della Predictive Maintenance.

Comportamenti

Ulteriore tema, ma non in ordine di importanza, è rappresentato dall'attenzione ai comportamenti.

È stato stimato che comportamenti virtuosi possono portare ad un beneficio in termini di saving energetici, diretti o evitati, tra il 3% e il 10% per ciascun sito.

Attraverso l'infrastruttura BMS di cui sopra, realizzata sui siti industriali, grazie anche all'installazione di sonde di misura delle condizioni microclimatiche, di power-meter e conta-impulsi e dei necessari gateway per raccogliere e trasmettere i dati, si rende possibile il controllo da remoto delle temperature, degli assorbimenti degli asset infrastrutturali e delle TLC.

Questo scenario infrastrutturale, unito anche in questo caso a specifici algoritmi di Intelligenza Artificiale, potrà fare la differenza nell'energy monitoring al fine di monitorare le temperature negli immobili industriali ma soprattutto di intercettare anomalie tecniche e comportamentali.

Inoltre, l'attività di controllo da remoto così strutturata inoltre, ci permette già oggi di indirizzare specifici interventi in campo per il ripristino delle normali condizioni climatiche nelle centrali garantite dai set point di temperatura stabiliti da policy.

Il filone comportamentale è veramente efficace se tutti i dipendenti che lavorano negli uffici e il personale interno ed esterno che opera nelle centrali, adottassero comportamenti virtuosi.

Proprio per questo sono stati predisposti due decaloghi dedicati alle dieci buone abitudini da utilizzare nei rispettivi ambienti (Fig.2).

Conclusioni

Nei prossimi anni TIM sarà impegnata su diversi fronti, sia dal punto di vista

dell'incremento progressivo dell'auto-produzione e dell'approvvigionamento di energia green, sia dal punto di vista del contenimento dei consumi dove giocano ruoli chiave l'attenzione, la cura, la virtuosità dei comportamenti e delle azioni messe in campo dai colleghi e imprese che operano presso gli immobili, nonché il decommissioning della rete.

Tutto questo permetterà al Gruppo TIM di evolversi rispettando il target di sostenibilità prefissato del 100% di energia green nel 2025, diventando così sempre più efficiente e sostenibile dando, pertanto, un contributo importante in questa direzione al sistema paese. ■

Figura 2: Decalogo comportamenti



Acronimi

BMS	Building Management System	TLC	Telecomunicazioni
GO	Garanzia di Origine	UPS	Uninterruptible Power Supply
ICT	Information and Communication Technologies	UTA	Unità Trattamento Aria
PPA	Power Purchasing Agreement		

Autori



Luca Adesso

luca.addesso@telecomitalia.it

Laureato in Ingegneria Elettronica all'Università degli Studi di Firenze, entra in TIM nel 2012 con un percorso di Apprendistato di Alta Formazione. Dopo una piccola esperienza in ambito Rete Fissa si trasferisce a Catania dove comincia a occuparsi di Open Innovation fino ad arrivare a coordinare l'acceleratore di startup TIM WCAP Catania. Nel 2019 si trasferisce a Roma dove effettua numerose esperienze come Project Manager in Strategy & Transformation e successivamente in ambito Risorse Umane. Nel 2022 entra a far parte della funzione Real Estate dove assume la Responsabilità del gruppo Building Sustainability. ■



Giulia Magistri

giulia.magistri@telecomitalia.it

Laureata in Scienze Politiche con Master in Economia, si occupa di Procurement e Amministrazione dal 2016 con una lunga esperienza in diverse agenzie delle Nazioni Unite (e in diversi paesi). Entra in TIM nel 2022 come Procurement Analyst, dall'Aprile 2023 diventa Head of Portfolio Management in ambito Energy&Gas. ■



Daniele Nutini

daniele.nutini@telecomitalia.it

Perito industriale in Telecomunicazioni è in TIM dal 1990 ed attualmente ricopre l'incarico di Responsabile della Funzione Technical Infrastructures & Energy Efficiency in ambito Real Estate. Ha iniziato il suo percorso in Azienda quando SIP decise di affrontare la grande avventura della telefonia cellulare ed ha vissuto la storia di TIM fin dagli albori, occupandosi negli anni di Esercizio, di Progettazione, di Realizzazione e di Qualità delle reti mobili e dei servizi associati, svolgendo la propria attività professionale sempre in ambito territoriale dalle sedi di Firenze e Bologna. Dal 2018 si sposta a Roma come Responsabile della Maintenance Area Centro di Network e dal 2019 a capo del NOC-Roma. Dal 2020 inizia l'esperienza in HQ come Technical Infrastructures. ■



Nicola Ussia

nicola.ussia@telecomitalia.it

Laureato in Informatica presso l'Università di Pisa, entra nel Gruppo TIM nel 1987 ove ricopre i seguenti ruoli più significativi. Fino al 2016 matura la sua esperienza in ambito Finanza & Controllo, nel ruolo di Responsabile Cash Cost Control. Dal 2010 al 2018 ricopre in contemporaneità anche il ruolo di CFO di HR Services. Dal 2017 assume la Responsabilità di Real Estate del Gruppo TIM, fino al 2019. Dal 2019 al 2021 è Responsabile di RE & Energy di TIM Brasile. Dal 2022 ad oggi, assume la responsabilità di Real Estate del Gruppo TIM. Dal Febbraio 2023 è anche nominato AD di Telenergia. ■

Il valore del decommissioning

Marco Battisti, Umberto Ferrero, Michele Picca



Nel lavoro di tutti i giorni in TIM siamo abituati ad “inventare, costruire e soprattutto migliorare la percezione dei Clienti” e tutti i processi aziendali sono sviluppati in maniera da garantire il migliore risultato possibile sulla rete e sulle piattaforme disponibili. Tuttavia l’esperienza ci ha insegnato che, per raggiungere gli obiettivi in maniera efficiente, occorre anche “saper spegnere e recuperare gli asset dismessi” ed occorre farlo mentre i Clienti sono attivi in Rete.

Il contesto in cui ci muoviamo attualmente è quello di una rete che abilita diverse tipologie di connettività sia fissa che mobile e con diversi livelli di performance erogabili in maniera massiva (ossia per tutti i clienti di un’area), piuttosto che dedicata (ossia ai clienti che fruiscono di servizi personalizzati, nelle sedi in cui si trovano). In ogni caso, riferendoci alla Rete Fissa, i piani di copertura FTTH garantiscono un livello elevato anche se non equamente distribuito in tutte le aree del paese.

Inoltre, anche a seguito delle iniziative intraprese come Sistema Paese, sono in corso di sviluppo dei progetti di copertura con servizi FTTH con la finalità di rendere disponibile massivamente un servizio ultrabroadband e, di fatto, completare la copertura oggi disponibile in FTTH.

Quindi dobbiamo partire dal considerare che, attivando nuove connettività in rete e “trasformando” i servizi utilizzati dai Clienti, avremo sempre la necessità di “spegnere e recuperare” le tecnologie che erogano i servizi tradizionali quali ad esempio la Fonia a commutazione di circuito (RTG) o i primi servizi multicanale (ISDN BRA) piuttosto che i primi servizi di connettività dati asimmetrici (ADSL). Questo è la sfida dei Progetti di Decommissioning e di Valorizzazione degli asset.

Perché il decommissioning

Il decommissioning è il processo di dismissione delle tecnologie obsolete negli impianti industriali: nel caso delle telecomunicazioni, accanto al normale avvicendamento delle tecnologie fisse e mobili per incremento prestazioni ed efficienza, il decommissioning è reso possibile dall’ampliamento della rete di accesso mediante l’impiego delle fibre ottiche.

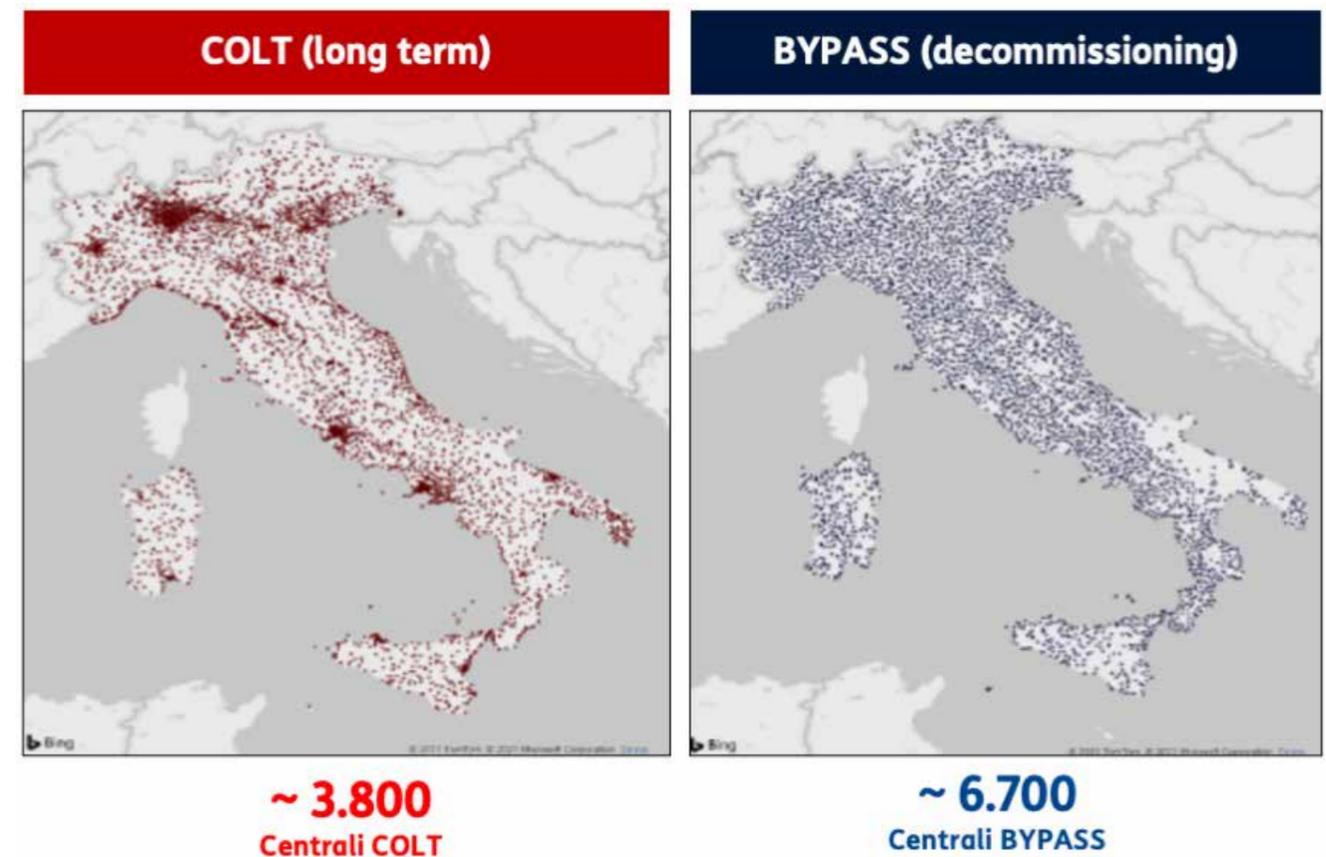
In altre parole, il numero di centrali necessario per coprire il territorio nazionale non è più vincolato dai limiti trasmissivi del rame e può così essere drasticamente ridotto.

La rete di TIM è costituita da circa 10.500 centrali: questo numero è sostanzialmente dovuto alle caratteristiche della rete in rame oltre che alla distribuzione della popolazione sul territorio.

L’impiego della rete di accesso in fibra, oltre a consentire migliori prestazioni in termini di performance di servizio e consumi energetici, permette anche di ridurre il numero di centrali necessarie a 3.800, definite COLT (Central Office Long Term), dismettendo le restanti 6.700 centrali definite bypass.

Nella Fig.1 si può vedere la situazione a regime dopo il processo di switch off delle centrali superflue, che vengono riattestate

Figura 1: La rete target TIM: centrali COLT e BYPASS



alla più vicina centrale COLT, come illustrato nella Fig.2.

Per poter dismettere le centrali bypass è però necessario che venga realizzata la copertura FTTX, eventualmente completata in minima parte da FWA, e che i clienti abbandonino i servizi su rame per passare a quelli ultrabroadband offerti dalla rete in fibra.

Per quanto riguarda invece l'obsolescenza delle tecnologie, nella rete di TIM ne sono presenti numerose (ad esempio PSTN, ISDN, ATM, ADSL, PDH, SDH), necessarie per abilitare i servizi legacy ancora fruiti dai Clienti, attraverso le funzionalità di accesso, commutazione e trasporto per tutta la rete fissa; queste tecnologie sono tra di loro vincolanti nel senso che, se non si completa lo spegnimento dei servizi e quindi le necessità di tecnologie in accesso, non si può neanche dismetterle nella rete di commutazione e di trasporto. Quindi solo cessando tutti i servizi legacy for-

niti in un'area di centrale si possono spegnere le tecnologie legacy necessarie per abilitarli e conseguentemente procedere al loro recupero.

Inoltre, esiste una complessità aggiuntiva derivante dalla normale "mobilità dei clienti" per ragioni commerciali; infatti, i clienti possono spostarsi da un operatore all'altro e/o spostarsi di area (ad esempio traslocando) e questo modifica la situazione di occupazione degli apparati di centrale.

Nella situazione di rete reale, considerando gli apparati in centrale ed i punti di accesso lato cliente (tali punti sono definiti porte), la mobilità dei clienti unitamente alla situazione delle porte può portare ad avere su un singolo apparato un numero di schede di elettronica attive molto superiore a quelle strettamente necessarie.

Quindi, in attesa di raggiungere la completa migrazione dei clienti dai servizi legacy a quelli FTTX su ogni apparato, l'unica

alternativa che esiste per poter "spegnere" schede di elettronica è quella di andare a movimentare i clienti in rete in maniera da concentrarli sul numero minimo di schede di elettronica necessarie ad abilitare tutti i servizi richiesti. Questa operazione, definita appunto "compattamento", richiede un'attività di progettazione degli spostamenti dei clienti, la realizzazione delle configurazioni degli apparati oltre che la permutazione fisica dei collegamenti necessari.

Appare quindi evidente che un potente acceleratore delle attività di Decommissioning è la migrazione commerciale dei clienti da servizi legacy ad FTTX, attività che in genere avviene in maniera non localizzata su un'area, ma in base ad iniziative commerciali nazionali, talvolta supportate da incentivi (voucher).

In base a quanto realizzato nei vari piani la copertura FTTX delle linee attive sulla rete di TIM è pari a circa il 95% con valori elevati per la gran parte centrali; inoltre è da considerare che sono in corso ulteriori realizzazioni per incrementare la copertura FTTH nei prossimi anni.

Per quanto concerne invece la penetrazione del servizio FTTX, si rilevano ampie possibilità di miglioramento considerando la distanza dai valori di copertura esistente e quindi sono in corso iniziative commerciali per poter "stimolare" i Clienti a migrare da servizi legacy a servizi FTTX (si veda ad esempio la campagna di "rottamazione ADSL" che TIM ha lanciato in giugno 2023).

mercati come switch off dei servizi su rame, dismissione delle centrali o superamento delle tecnologie obsolete, evidenziando i benefici per i clienti, per l'Operatore e per il Sistema Paese.

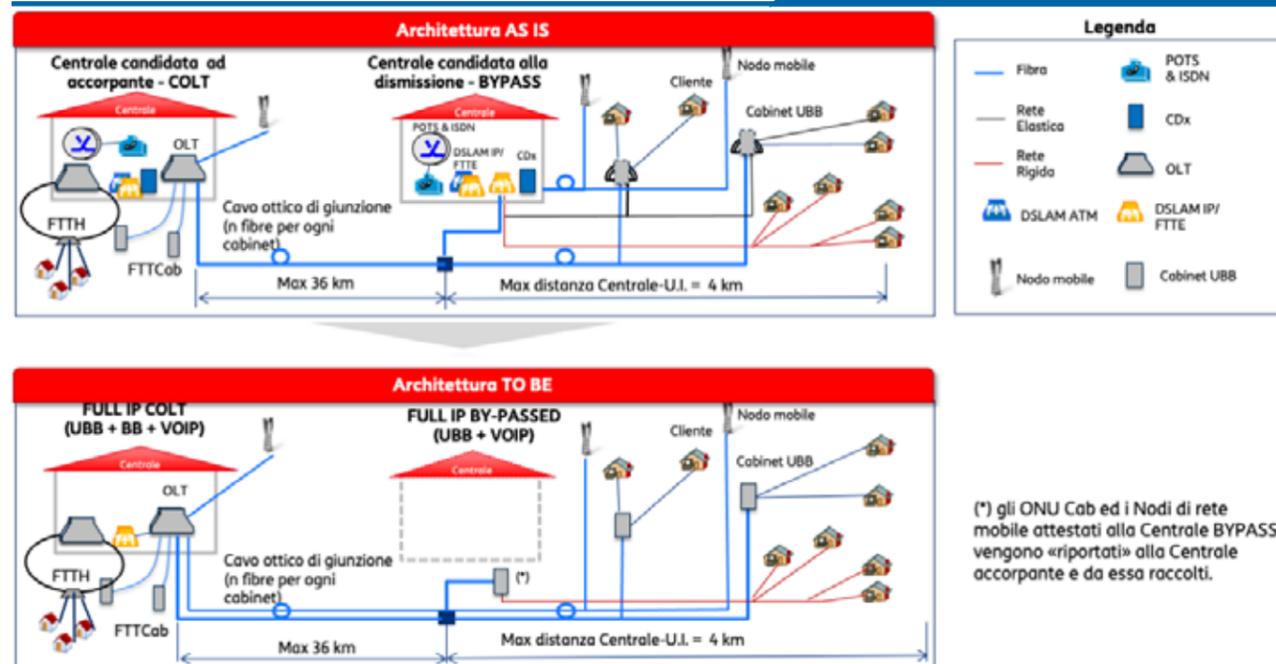
Le modalità, i tempi previsti e gli avanzamenti sono molto diversi in base alle strategie degli operatori, ai vincoli delle regolamentazioni nazionali e in relazione al percorso di evoluzione dei servizi e migrazione dei clienti da legacy a FTTX ("take up FTTX").

La situazione internazionale può essere riassunta classificando tre principali aggregazioni: "forerunners" (Singapore, Giappone e Corea), "follower" (Spagna, Francia e UK) e "wait and see" (Germania ed USA).

Focalizzando la situazione in Europa si osserva che:

1. in Spagna:
 - a. è stato avviato lo switch off delle centrali nel 2016, sono state comunicate come spente 2.000 centrali (26% del totale) ed è previsto lo spegnimento di ulteriori 1.000 centrali nel 2023;
 - b. la cessazione dei servizi su rame è prevista entro il 2024 a seguito anticipo comunicato a fine anno 2022 (la precedente previsione era entro il 2025).
2. in UK:
 - a. è stato avviato lo switch off dei servizi legacy su rame con ipotesi di completarlo entro il 2025;
 - b. è stata pianificata lo switch off di 4.500 centrali con un primo lotto di 100 centrali previsto nel 2025.
3. in Francia:
 - a. è stato pianificato lo switch off dei servizi legacy in rame al 2030 con la cessazione della vendita degli stessi a partire dal 2026;
 - b. è stato ipotizzato lo switch off per area geografica, a seguito del traguardo di copertura con ser-

Figura 2: La riattestazione delle centrali Bypass



Il contesto internazionale ed i servizi legacy attivi in Italia

Il processo di decommissioning a livello internazionale viene comunicato a seconda dei

vizi evoluti, con un progetto pilota previsto nel 2023.

4. in Germania:

a. è stato avviato il compattamento delle tecnologie di accesso e commutazione Fonia (PSTN)

b. è stato anche avviato il compattamento delle tecnologie di trasporto (SDH).

La situazione dei servizi legacy di rete fissa attivi in Italia - fonte Osservatorio AGCOM 2022 (pubblicato in aprile 2023, aggiornato a fine dicembre 2022 [1]), evidenzia un numero di accessi complessivi in lieve flessione su base trimestrale ed annua, rispettivamente pari a -115 mila e -184 mila linee; la customer base complessiva si mantiene non lontano dai 20 milioni di linee.

Nel corso del 2022 le tradizionali linee in rame si sono ridotte di oltre 1,1 milioni (circa 7,5 milioni nell'ultimo quadriennio), mentre le linee

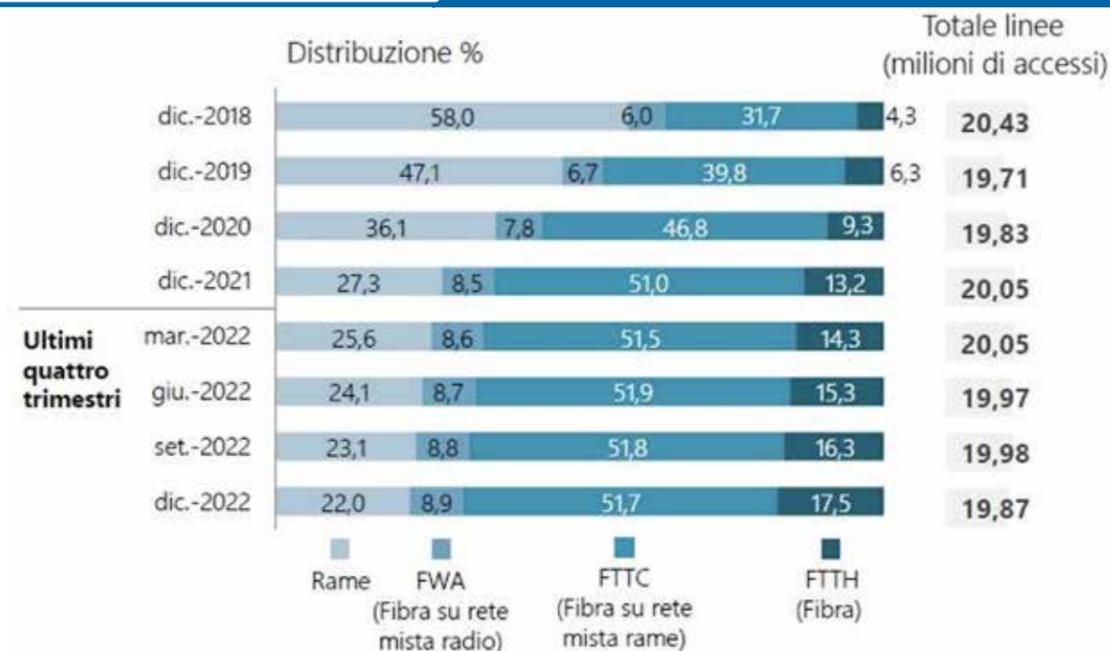
che utilizzano altre tecnologie, nello stesso periodo, sono aumentate di circa 920 mila.

Ne consegue che a dicembre 2018, il 58% degli accessi alla rete fissa era in rame e dopo quattro anni sono scesi al 22%.

Allo stesso tempo sono sensibilmente cresciuti gli accessi con tecnologie che consentono prestazioni avanzate:

- le linee FTTC sono aumentate di circa 39 mila su base annua e di circa 3,8 milioni nell'intero periodo;
- quelle FTTH sono incrementate di circa 820 mila unità su base annua e, a fine dicembre, risultano non lontane dai 3,5 milioni di accessi;
- in crescita, anche se in misura più contenuta, risultano anche le linee Fixed Wireless Access che, con un incremento di circa 80 mila unità nell'anno, hanno quasi raggiunto 1,8 milioni di linee.

Figura 3: Evoluzione copertura e penetrazione ultrabroadband in Italia [1]



Nota: Sono compresi gli accessi fisici TIM, Full ULL, SLU, Vula, DSL Naked, WLR, Bitstream NGA, Fibra e FWA

Nel quadro competitivo degli accessi broadband ed ultra-broadband, a fine dicembre, TIM si conferma il maggiore operatore con il 40%, seguito da Vodafone con il 16,8%, Fastweb con il 14,4% e Wind Tre con il 14,3%.

Le regole del decommissioning delle centrali ed il primo lotto

Il processo di switch off delle centrali è regolamentato da una Delibera dell'Autorità competente (Delibera AGCOM N.348/19/CONS) che definisce le modalità secondo le quali TIM può provvedere a realizzare lo switch off delle centrali a seguito della migrazione dei clienti su servizi FTTX ed in minima parte FWA.

Il processo descritto stabilisce che TIM debba "annunciare" le centrali per cui ha intenzione di procedere alla dismissione o riconversione per altri fini ed a seguire comunicare all'autorità i valori di copertura FTTX delle linee attestata alla centrale accorpante oltre che il rispettivo livello di penetrazione.

Poiché il processo può avvenire soltanto con il traguardo del 100% della copertura, TIM dovrà anche comunicare la volontà eventuale di servirsi a tale scopo delle reti di altri operatori piuttosto che di società controllate e collegate; inoltre, nel caso TIM intenda servirsi in maniera residuale di servizi alternativi (ad es.

FWA), dovrà comunicarlo precisando la soluzione tecnica e le condizioni dell'offerta. L'annuncio in oggetto potrà inoltre avvenire soltanto se ogni centrale interessata sarà stata oggetto di migrazione per almeno il 60% dei clienti legacy.

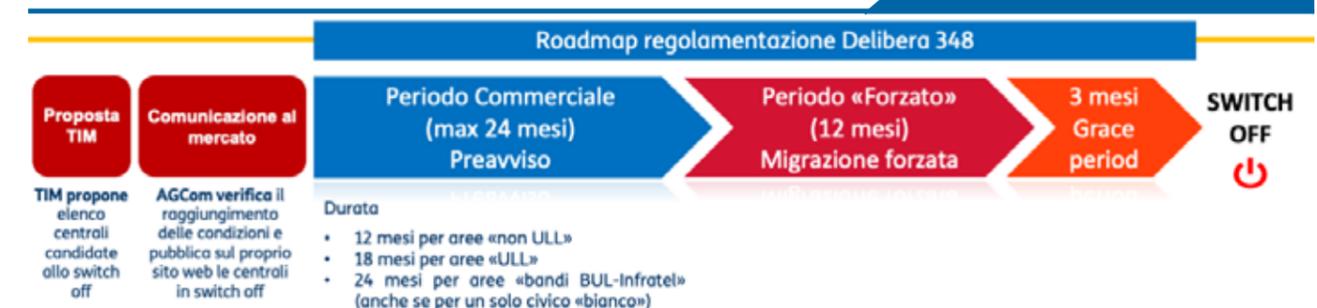
A seguito dell'annuncio, il processo tecnico di switch off, detto "migrazione forzata", non potrà iniziare prima di un periodo che varia da 12, 18 o 24 mesi a seconda che le centrali siano aperte a bistream e WLR, piuttosto che ULL piuttosto che relative a finanziamento pubblico non a favore di TIM (bando Aree Bianche anno 2016).

L'annuncio di TIM, una volta che l'Autorità abbia verificato i requisiti richiesti, sarà comunicato al Mercato e quindi a tutti gli OAO e, dalla data di pubblicazione, inizierà il percorso precedentemente descritto.

Il periodo di "migrazione forzata" avrà una durata di 12 mesi dopo i quali, qualora fossero ancora presenti dei clienti da migrare dai servizi legacy, il processo di switch off dovrà completarsi entro ulteriori 3 mesi, previa comunicazione ai clienti interessati di cessazione del contratto in essere.

Le attività in oggetto sono state eseguite per quanto riguarda l'annuncio e le verifiche per un primo lotto di 62 centrali che, a partire dal 24 febbraio 2023 è entrato nella fase di "migrazione forzata" e quindi è in corso un primo caso concreto per sperimentare in det-

Figura 4: - Roadmap Delibera 348 [2]



taglio tutti gli aspetti e le implicazioni correlati a tale fase.

Per quanto concerne gli altri lotti è stata predisposta una roadmap delle attività congruente con i vincoli della Delibera e che, in linea con i Piani Strategici di TIM, permetterà di abilitare quanto previsto anche dagli obiettivi dell'Agenda Digitale Europea 2030.

Decommissioning ed efficienza

La rete di TIM si sviluppa in una componente passiva e tipicamente esterna alle centrali costituita da cavi (rame e fibra ottica) e da una componente attiva (ossia che viene alimentata e consuma energia) costituita da tutti gli apparati installati nelle 10.500 centrali.

Nelle centrali, sono "presenti ed alimentati" anche apparati ormai obsoleti, ma necessari a garantire la funzionalità di servizi legacy ed in parallelo sono "accessi" anche apparati che invece garantiscono la fornitura dei "servizi innovativi" quali ad esempio quelli FTTX, servizi questi ultimi con grandissime capacità di banda. Quindi, gli apparati correlati alle tecnologie legacy, oltre ad essere di fatto "una ridondanza di rete", occupano molto più spazio e consumano molta più energia di quelli che forniscono i servizi FTTX che hanno performance pari ai Gigabit al secondo (ossia 1.000 volte superiore a quelli legacy).

I clienti che non migrano verso le nuove tecnologie, oltre a non poter fruire di un servizio enormemente più performante, richiedono il doppio dell'energia rispetto alla rete FTTCab o addirittura il triplo rispetto alla rete FTTH.

I consumi energetici totali della Rete TIM dovuti ai servizi legacy sono pari a circa 475 GWh annui (consumi misurati nel 2022) ed essendo TIM la seconda società italiana in termini di

utilizzo di energia elettrica, rappresentano un grande punto di attenzione non soltanto economico, ma anche ambientale. La compensazione delle emissioni di CO2 correlate a questi consumi, richiederebbe l'introduzione in natura di 17 Milioni di alberi.

Il decommissioning delle vecchie tecnologie oltre all'impatto energetico ed ambientale, abilita importanti benefici in termini di riduzione degli spazi, permettendo l'eliminazione di 6.700 centrali a livello nazionale, e ulteriori risparmi in termini di manutenzione degli immobili, degli apparati e relativi costi associati.

Progetti di decommissioning di rete fissa e di rete mobile

Accanto al percorso di razionalizzazione e spegnimento delle centrali bypass, sono contemporaneamente stati avviati numerosi progetti di spegnimento selettivo delle tecnologie obsolete, che possono avvenire in due modi: compattamento di una specifica tecnologia utilizzata da servizi legacy, conseguentemente ad una bassa occupazione a seguito di migrazione dei clienti verso nuovi servizi; oppure spegnimento di uno specifico servizio.

Appartengono alla prima categoria i progetti di compattamento della rete di commutazione, delle reti dati broadband e di trasporto.

Il primo e più importante esempio è la rete di commutazione: gli apparati, le cosiddette centrali, hanno livelli di occupazione modesti, a seguito della migrazione dei clienti verso i servizi VoIP. Questo permette di concentrare le linee attive su un numero minore di schede e apparati, permettendo di spegnere e dismettere le parti non più utilizzate. In questo ambito sono in corso progetti di compattamento degli accessi, accorpamento o trasformazione SGU (Stadi di Gruppo Urbani) nonché la dismissione

dei concentratori stradali, o multiplex (in varie tecnologie quali MPX 1, UCR, MX1).

Nell'ambito delle reti broadband di prima generazione sono in corso di compattamento i DSLAM ATM, che offrono servizi ADSL a velocità ridotta, e in generale l'intera rete ATM, costituita da elementi centralizzati (MGX). Sono anche in avvio attività di compattamento dei DSLAM IP oltre che dismissioni mirate di router IP obsoleti.

Per quanto riguarda la rete di trasporto sono in corso progetti di spegnimento mirato a seguito migrazione su tecnologie più moderne e compattamento PDH, SDH, WDM di prima generazione e PTN.

Anche le piattaforme informatiche sono oggetto di decommissioning: lo spegnimento di tecnologie obsolete permette il contemporaneo spegnimento dei relativi element manager e sistemi di gestione. Inoltre, il percorso di evoluzione tecnologica e razionalizzazione permette lo spegnimento di ulteriori piattaforme: in questo caso i benefici energetici sono modesti, mentre è importante l'effetto di semplificazione architetture e di processo.

Il secondo percorso di decommissioning degli apparati parte invece dai servizi: l'esempio più importante è lo spegnimento del servizio mobile 3G, trattato in questo numero del Notiziario Tecnico TIM 2-2023 [4].

Altri progetti di spegnimento di servizi riguardano l'interconnessione TDM, che permetterà di spegnere la rete BBN. Vanno infine menzionati tre servizi in corso di spegnimento, entro la fine dell'anno, che tutti i clienti ricordano avendoli utilizzati in passato, ed ormai sostituiti da tecnologie, e abitudini d'uso ben diverse: si tratta del servizio dial-up di navigazione Internet via modem a banda stretta, il servizio di filodiffusione e la telefonia pubblica, e più precisamente le cabine telefoniche stradali.

Conclusioni

La diffusione della rete di accesso FTTX e la digitalizzazione del paese hanno creato le condizioni per avviare una fase di forte accelerazione dei progetti di decommissioning, traguardando lo spegnimento di migliaia di centrali bypass nei prossimi anni.

Il decommissioning delle tecnologie obsolete è indispensabile per ottenere efficienza economica, principalmente grazie alla riduzione dei consumi energetici e alla riduzione del numero delle centrali, e insieme ridurre l'impatto ambientale delle reti di telecomunicazioni grazie alla maggiore efficienza delle nuove tecnologie.

In sintesi, proseguendo nel percorso dei piani e puntando quindi a spegnere mediamente tre/quattro centrali al giorno, stiamo anche contemporaneamente investendo sui progetti di compattamento hardware per ridurre gli apparati accesi ed ottenere i saving energetici correlati. In parallelo, vista anche l'evoluzione degli scenari, continueremo a cercare ogni strada possibile per accelerare l'esecuzione di tutte le attività, sempre nel rispetto dei vincoli esistenti.

Inoltre, come evidenziato, le strutture commerciali sono fortemente impegnate nel processo di migrazione da servizi legacy ad FTTX accompagnando i clienti nel percorso di digitalizzazione e noi del Team di Decommissioning continueremo a farci "promotori" per fare in modo che, nel più breve tempo possibile, non resti più attiva nessuna linea legacy nella nostra rete.

Tutti possiamo contribuire alla trasformazione di TIM attraverso il decommissioning: facciamo nostro lo slogan "no more legacy!". ■

Sviluppo FTTH internazionale

Panorama di mercato FTTH/B nel 2023

Il numero totale di abitazioni passed con Fiber to the Home (FTTH) e Fiber to the Building (FTTB) nell'UE39 ha raggiunto i 219 milioni di abitazioni nel settembre 2022, rispetto ai 198,4 milioni di settembre 2021. I principali incremen-

ti in numeri assoluti sono avvenuti in Regno Unito (+4,2 M), in Francia (+3,5 M), in Turchia (+2,9 M) ed in Italia (+2,1 M).

Il tasso di copertura FTTH/B nell'UE39 ammonta ora al 62,2% (in aumento di 5 punti percentuali rispetto al 2021). Questi dati riconfermano

la continua tendenza al rialzo osservata ormai da diversi anni consecutivi.

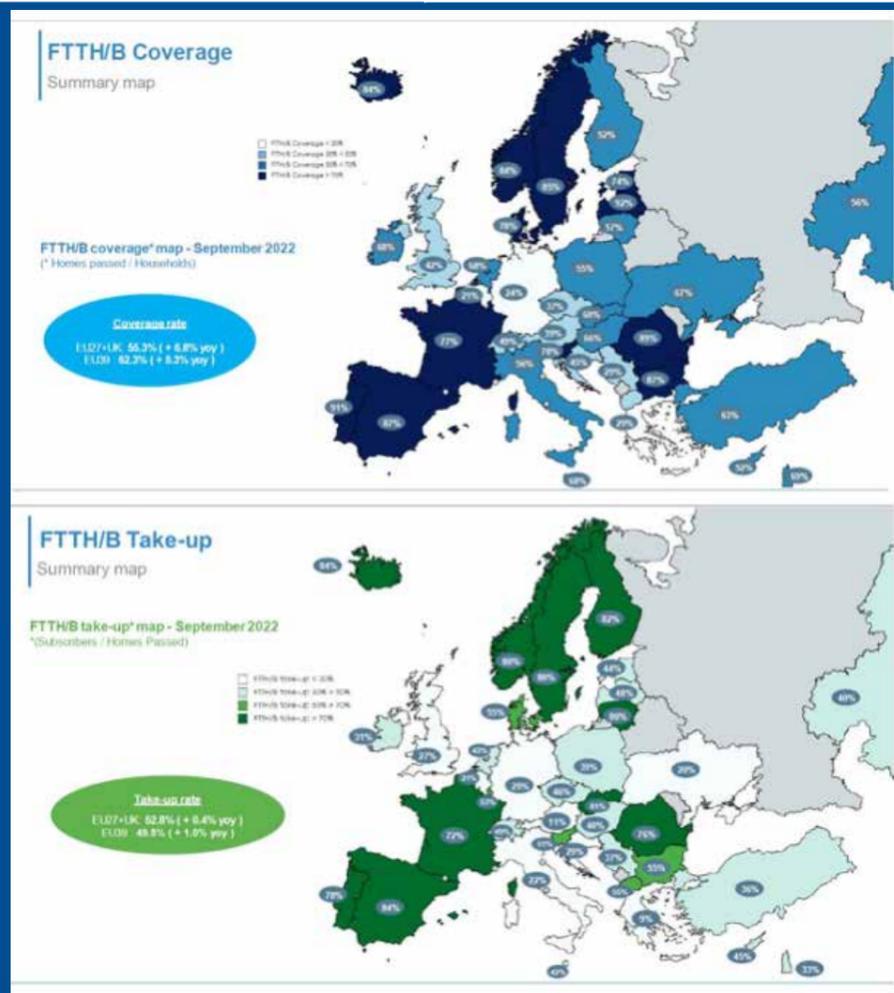
Il numero di clienti FTTH e FTTB nella regione UE39 ha raggiunto i 108 milioni. I 5 mercati in più rapida crescita in termini di nuovi clienti sono stati Francia (+3,3 milioni), Regno Unito (+1,5 milioni), Spagna (+1,1 milioni), Turchia (+898.000) e Italia (+822.000). Entro settembre 2022, il tasso di utilizzo dell'FTTH/B UE39 è salito al 49,5% (in aumento dell'1% rispetto all'anno precedente). Una chiara indicazione del fatto che, nonostante i progressi compiuti, esiste ancora un enorme divario tra la copertura della fibra e l'adozione.

Un'iniziativa della FTTH Councils Global Alliance ha prodotto il rapporto che analizza i tassi di penetrazione FTTH/B in tutto il mondo ed i dati di settembre 2022 mostrano che 22 Paesi hanno raggiunto tassi di penetrazione superiori al 50%.

Nella regione europea, per il quarto anno consecutivo, l'Islanda è in cima alla classifica europea di penetrazione FTTH/B con un tasso di penetrazione del 76,8%, seguono Spagna (73,5%) e Portogallo (71,1%); sette Paesi hanno superato il tasso di penetrazione del 50% (Islanda, Spagna, Portogallo, Svezia, Norvegia, Romania, Francia).

Le previsioni di mercato sono coerenti con le stime precedenti e in linea con le conclusioni del FTTH/B Market Panorama. I dati prevedono che circa 308 milioni di case saranno passed nella regione UE39 e si prevede che i primi 3 Paesi in termini di case passed saranno Germania (33,5 milioni), Francia (33,2 milioni) e Regno Unito (30,7 milioni). Secondo le previsioni, il numero di clienti dovrebbe raggiungere i 196 milioni nella regione UE39, con tassi di penetrazione in crescita costante.

Figura A: Copertura e penetrazione FTTH in Europa [2]



Previsioni di copertura e penetrazione del servizio FTTH/FTTB per gli anni 2023-2028

Per quanto riguarda le abitazioni ancora da coprire, Germania, Regno Unito e Italia sono i Paesi con più lavoro da fare: complessivamente 89 milioni di abitazioni non sono ancora collegate alle reti FTTH/B.

La valorizzazione degli asset

Il superamento e dismissione delle tecnologie obsolete implica anche numerose opportunità di valorizzazione dei beni dismessi, con benefici di carattere economico e di impatto ambientale.

Apparati e materiali dismessi, a seconda della natura ed anzianità possono essere rotamati e valorizzati come rifiuti tecnologici (apparati, cavi, impiantistica di centrale) oppure rivenduti come beni.

L'effetto complessivo è un ricavo per l'azienda e un percorso virtuoso di riutilizzo dei materiali come materie prime "seconde", ossia frutto di un'azione di riciclo, oppure come beni che verranno riutilizzati da altri operatori.

Quando vengono dismesse centrali ed apparati, una parte dei materiali recuperati, se necessario, viene conservata quale scorta per attività di esercizio. In caso di tecnologie molto vecchie, l'utilizzo delle scorte è residuale e quindi i materiali vengono avviati al ciclo di trasformazione: aziende certificate e selezionate raccolgono i materiali e li trasformano in nuove materie prime, minimizzando,

o meglio azzerando, la quantità di materiali che vanno in discarica.

TIM ha avviato da tempo un percorso di raccolta e trattamento dei rifiuti tecnologici, favorendone il riutilizzo e la trasformazione in materie prime seconde: TIM produce oltre 2.000 tonnellate di rifiuti tecnologici, e la concretizzazione del percorso di switch off delle centrali fa prevedere un importante incremento di questi volumi.

La rivendita degli "apparati di telecomunicazioni usati" sta crescendo a livello internazionale per varie ragioni: la maggiore sensibilità sulle tematiche ambientali ed energetiche, le difficoltà di approvvigionamento dei chip e la continua ricerca di efficienza economica hanno spinto gli operatori di tutto il mondo a ricorrere più frequentemente sia alla vendita di apparati non più utilizzati, sia all'acquisto di apparati usati (cosiddetto mercato "grigio").

TIM ha avviato numerose collaborazioni con aziende specializzate, in particolare con broker operanti nella compravendita di apparati e componenti sul mercato mondiale.

Oltre agli apparati e alle infrastrutture di centrale, TIM si è impegnata a recuperare e valorizzare i cavi in rame: la progressiva migrazione dei clienti alle tecnologie FTTX rende superflui crescenti porzioni dei cavi in rame; questi cavi possono così essere dismessi, estratti e conferiti ad aziende recuperatrici specializzate che danno nuova vita

al rame, riconoscendone il valore economico. I cavi per essere rimossi devono essere completamente liberi da servizi attivi: per questo motivo l'attività di rimozione e vendita dei cavi ha avuto finora volumi modesti, ma crescerà in modo importante con la progressiva cessazione dei servizi legacy e quindi delle aree cavo relative ad intere aree di centrale.

Bibliografia/Urlografia

1. Osservatorio AGCOM 2022 <https://www.agcom.it/documents/10179/28977374/Documento+generico+22-12-2022/>
2. Delibera AGCOM 348/19/CONS <https://www.agcom.it/documents/10179/15564025/Delibera+348-19-CONS/>
3. FTTH Council Report 2023 <https://www.ftthcouncil.eu/knowledge-centre/all-publications-and-assets/1707/european-ftth-b-market-panorama-2023>
4. Articolo su Notiziario Tecnico TIM 2-2023 - "5G ed efficientamento energetico"

Acronimi

ATM	Asynchronous Transfer Mode	OAD	Others Authorised Operator
BBN	BackBone Nazionale	OLT	Optical Line Termination
COLT	Central Office Long Term	PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	PSTN	Public Switched Telephone Network
FTTB	Fiber to the Building	PTN	Packet Transport Network
FTTH	Fiber To The Home	RTG	Rete Telefonica Generale
FTTX	Fiber To The X (X: H-Home, Cab-Cabinet, B-Building)	SDH	Synchronous Digital Hierarchy
FTTC	Fiber To The Cabinet (o Curb)	SGU	Stadio di Gruppo Urbano
FWA	Fixed Wireless Access	TDM	Time Division Multiplexing
ISDN BRA	Integrated Service Digital Network Basic Rate Access	ULL	Unbundling Local Loop
MPX	Multiplex	VoIP	Voice Over IP
		WLR	Wholesale Line Rental
		WDM	Wavelength Division Multiplexing

Autori



Marco Battisti

marco.battisti@telecomitalia.it

Laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università La Sapienza di Roma, attualmente responsabile del Decommissioning nell'ambito di Network Operations, si occupa di pianificare e realizzare i progetti correlati, in accordo con tutte le Funzioni di TIM e le imprese coinvolte. Entra in Telecom Italia nel 1993 nella Direzione Tecnica della Rete Fissa ed ha ricoperto incarichi di responsabilità in ambito Esercizio e Sviluppo Impianti, Trasmissioni e Dati ed Help Desk; nel 2003 è diventato responsabile di Area Territoriale in ambito Field e in ambito Assurance Service Operations, e successivamente responsabile di Operations Area prima in area Sud e poi in area Nord Ovest. In ambito internazionale, ha operato in Telecom Argentina, per circa 2 anni, come responsabile delle Operations. ■



Umberto Ferrero

umberto.ferrero@telecomitalia.it

Laureato in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Torino, è attualmente responsabile, in ambito Decommissioning, delle attività di Asset Lifecycle Management, dove si occupa di coordinare gli aspetti di valorizzazione di apparati e materiali di rete. Entra a far parte del Gruppo Telecom Italia nel 1992 nell'allora CSELT (Centro Studi e Laboratori e Laboratori Telecomunicazioni), dove inizia a occuparsi di tecnologie broadband innovative su fibra ottica e su rame, nell'ambito di progetti nazionali e internazionali. Successivamente si è occupato di tematiche di pianificazione e architetture di rete, ed ha avuto responsabilità in vari ambiti tra i quali testing dei servizi e delle sperimentazioni in campo, innovazione delle tecnologie radiomobili, ingegneria delle piattaforme di servizio e di digital transformation. ■



Michele Picca

michele.picca@telecomitalia.it

Laureato in Ingegneria Elettronica con indirizzo Telecomunicazioni presso il Politecnico di Bari. Dopo una precedente esperienza in altra azienda in ambito ICT, entra nel 2001 nell'allora Telecom Italia ricoprendo vari ruoli con crescente responsabilità sul territorio sia in ambito Delivery che Progettazione delle reti di trasporto e commutazione regionali. Dal 2014 in HQ come responsabile dello sviluppo della rete di accesso fissa e di trasporto, nonché dei progetti di decommissioning della rete fissa di cui è attualmente il riferimento. ■

5G ed efficientamento energetico

Andrea Castellani, Maria Gabriella Derro, Enrico Marocco, Giuseppe Parlati



È vero che gli obiettivi di sostenibilità delle aziende posseggono sempre maggiore priorità; ed è anche vero che le nuove tecnologie stanno diventando sempre meno energivore; ma occorre prendere coscienza che la crescita del traffico dati supera di gran lunga la diminuzione del consumo energetico per bit. Per questo, un approccio “Business as Usual” sarebbe fallimentare per il risparmio energetico. Occorre adottare un diverso mindset, una strategia olistica che bilanci ed ottimizzi tutti gli indici prestazionali dell’azienda, quelli tecnologici, ma anche quelli di business (Fig.1) [1]. Bella sfida.

Il 5G: una opportunità per il Green

Innovazione, tecnologie sempre più performanti e trasformazione digitale rappresentano percorsi obbligati per le aziende nascondendo una doppia sfida: da un lato la sfida verso la tecnologia, sempre più evoluta, complessa e spesso dai costi elevati ma indispensabile a mantenere le aziende competitive; dall’altro, la sfida forse più difficile, quella di perseguire le priorità in tema di efficienza energetica con quella di mantenere una QoS adeguata, o meglio ancora, invariata.

Da un report di 451 Research [2, 3], emerge che il 43% dei network stakeholder dichiara che l’efficienza energetica è la caratteristica più importante da considerare quando si scelgono gli edge server e solo al secondo posto troviamo la sicurezza e le trust credential con il 37%.

In questo scenario, il 5G costituisce un attore di primo piano che mette a di-

sposizione tutte le sue caratteristiche e architetture innovative per poter affrontare la sfida tecnologica e soprattutto per poter attuare nuove strategie di implementazione e gestione delle reti mobili e trovare il bilanciamento ottimale tra QoS (quindi Business) ed efficienza energetica.

Il MUST che accompagna tutte le strategie evolutive ed i Piani di Innovazione di TIM è quello del risparmio energetico.

Un orientamento promosso da molte aziende ed enti Telco come, ad esempio, il 5G PPP [4, 5] che ha inserito tra i 5 obiettivi più ambiziosi del 5G quello di ridurre il consumo energetico della rete fino al 90%.

In questo contesto, TIM conferma il suo approccio deciso e strutturato verso gli obiettivi di sostenibilità, operando concretamente attraverso un doppio ruolo, come spiega Elisabetta Romano, Chief NOW di TIM, [6] (Fig.2):

1. prima di tutto TIM è un contributore, applicando azioni volte al risparmio

Figura 1: Occorre cambiare strategia rispetto al passato ed occorre adottare un approccio olistico [1]



energetico nella realizzazione e gestione operativa delle proprie reti e nello svecchiamento di reti legacy con l'introduzione di nuove tecnologie di rete più efficienti, come descritto nel paragrafo che segue;

2. inoltre, TIM, mettendo a disposizione tecnologie come 5G, Cloud e IoT, assume un ruolo di abilitatore per quelle aziende che vogliono intraprendere un percorso di Trasformazione Digitale ed hanno tra le loro priorità la sostenibilità, come spiegato nel paragrafo "TIM come Abilitatore ESG".

L'architettura digitale open delle reti 5G, ovvero reti mobili sempre più Cloud-Native, disaggregate, decentralizzate, l'Edge Computing, l'ammodernamento tecnologico ed un approccio olistico alle loro implementazioni e gestione operativa permette da un lato di rimpiazzare reti ed infrastrutture legacy con nuove tecnologie più

sostenibili e dall'altro, anche attraverso l'uso di Intelligenza Artificiale, di migliorare l'efficienza operativa attraverso funzionalità di automazione ed ottimizzazione delle coperture di rete, senza impattare sulla QoS.

5G TIM come contributore ESG

In questo capitolo descriviamo alcune delle attività principali con impatto sul risparmio energetico che TIM svolge nell'ambito del dispiegamento della propria rete 5G.

La prima sezione riguarda un risparmio che scaturisce direttamente dalle attività di preparazione alla realizzazione e gestione della rete 5G mentre la seconda riguarda il risparmio che si può ottenere dalla dismissione della rete legacy 3G a favore delle più nuove tecnologie 4G e 5G.

Figura 2: Il doppio ruolo di TIM nella sostenibilità nel 5G



La Rete Mobile 5G

A partire dal 2020 è stato avviato un processo di modernizzazione della rete di accesso radio il cui elemento trainante è stato la predisposizione delle stazioni radio base per lo sviluppo del 5G.

In questo paragrafo mostriamo come TIM abbia abbinato gli obiettivi di realizzazione della Rete 5G a quelli di risparmio energetico, sfruttando le potenzialità del 5G, ovvero:

- le caratteristiche evolute dei nuovi prodotti HW;
- l'efficientamento dello spettro;
- le funzionalità software Intelligenti.

Le caratteristiche evolute dei nuovi prodotti HW

I nuovi apparati radio di tipo Multistandard gestiscono su uno stesso modulo e su una stessa banda di frequenza il

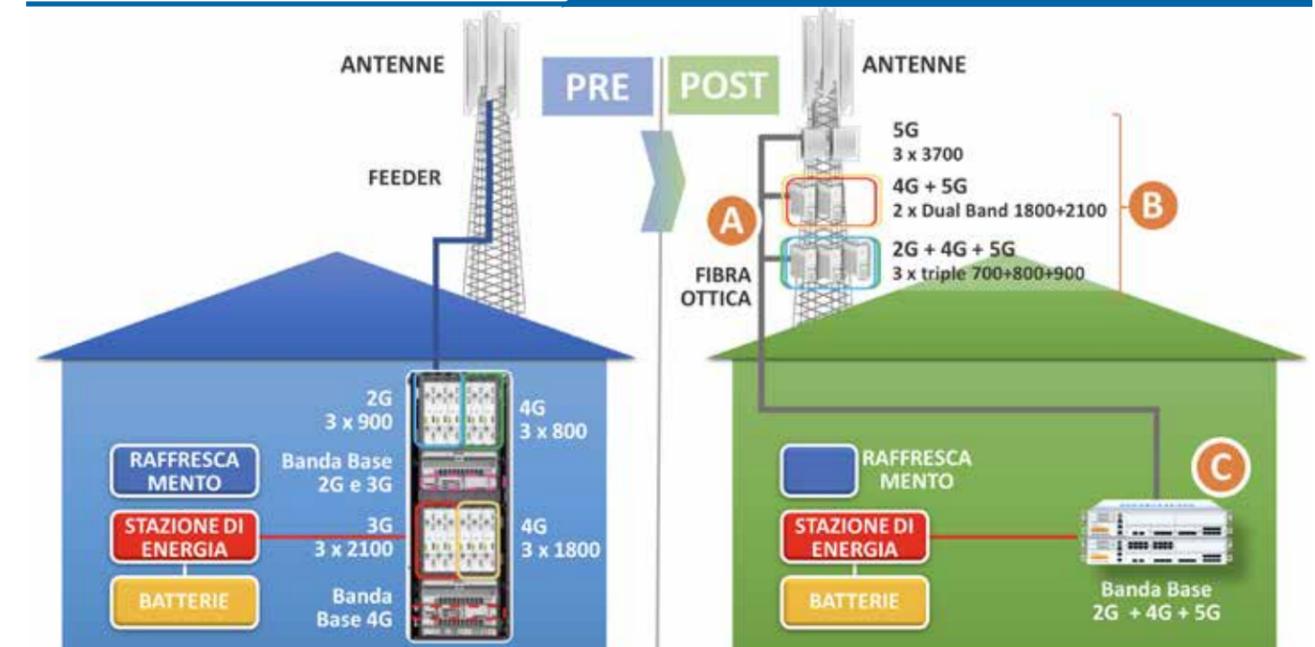
5G, 4G e 2G e consentono una graduale transizione tra le diverse tecnologie.

Con l'attivazione della funzionalità di Dynamic Spectrum Sharing (DSS), è possibile condividere dinamicamente la stessa banda tra due tecnologie radio a seconda delle capability dei terminali e della profilazione dell'utenza.

Gli impatti sul risparmio energetico sono sensibili (Fig 3):

- A. i nuovi moduli radio di tipo Remote Radio Unit (RRU) sono installati in esterno ed il più possibile in prossimità dell'antenna consentono una diminuzione del condizionamento dei siti indoor dell'energia dissipata sui feeder;
- B. i moduli radio di nuova generazione hanno una maggiore efficienza energetica, possono gestire anche tre gamme e più settori con uno stesso apparato;

Figura 3: Transizione verso i nuovi apparati radio di tipo Multistandard



C. i nuovi moduli di banda base sono Multistandard e gestiscono un elevato numero di portanti, consentendo un'ottimizzazione sul numero dei moduli necessari ed un miglioramento dell'efficienza energetica.

La Fig.4 mostra la diminuzione dei consumi energetici con l'evoluzione dell'HW; in particolare, i dati si riferiscono a consumi tipici di un sito trisetoriale con apparati Ericsson e rilevano un risparmio fino al 57%.

L'efficientamento dello spettro

Mentre da un lato l'introduzione della tecnologia 5G comporta un incremento del consumo energetico dovuto all'introduzione di un nuovo layer a banda larga, dall'altro le funzionalità innovative del Massive Multiple-Input Multiple-Output (MIMO), degli schemi avanzati di modulazione e codifica (MCS) e di con-

divisione dinamica dello spettro (DSS) permettono di incrementare l'efficienza spettrale di circa 3,36 volte rispetto al 4G arrivando ad un risparmio di consumo per bit che passa da 0,54 a 0,10 Watt/bit, come mostra la Tab.1.

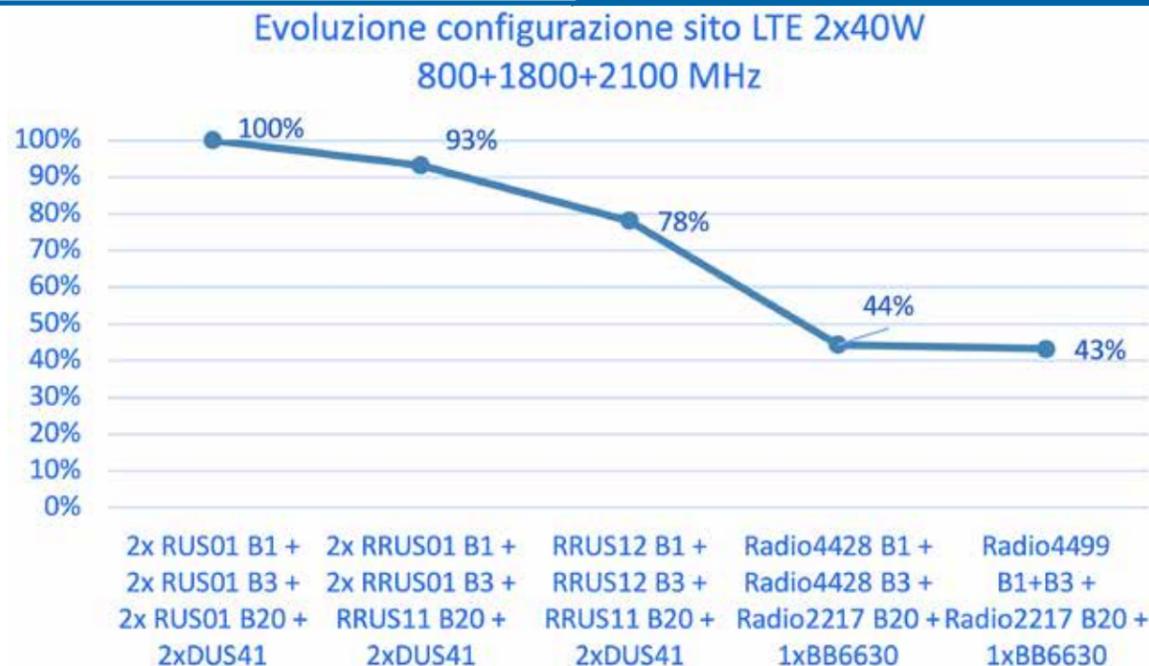
Le funzionalità software intelligenti

In aggiunta all'efficientamento portato dal nuovo HW, TIM sperimenta ed applica in campo nuove funzionalità mirate ad ottenere ulteriori saving energetici.

Tra tutte quelle testate, due sono state oggetto di approfondite analisi:

- Cell Sleep: consente di ottenere un risparmio energetico spegnendo le "celle capacitive" quando queste sono in condizioni di traffico scarso o nullo;
- MIMO Sleep: consente, in funzione del traffico, di passare da una modalità MIMO a una SIMO e viceversa,

Figura 4: Trend Consumi Energetici con l'evoluzione dell'HW



spegnendo o riaccendendo dinamicamente i path trasmissivi verso l'utente.

Tali feature si aggiungono alla funzionalità di MicroTxSleep che consente la "micro-interruzione" della trasmissione in downlink, in corrispondenza dei simboli OFDM che non trasportano dati di utente, e che è nativamente disponibile su tutti gli apparati di nuova generazione.

Le prove finora effettuate sull'impiego congiunto delle RAN feature, hanno dimostrato risparmi energetici che mostrano una forte dipendenza dai livelli di traffico, con una riduzione dei consumi media intorno al 10%.

Infine, la diffusione di algoritmi AI-based e centralizzati possono portare ad ulteriori saving energetici [vedi Box di approfondimento dell'articolo "AI per il saving energetico nelle centrali"].

termini di risparmio energetico, e non solo in ambito reti.

TIM, appena l'AGCOM ha dato il via libera nel maggio 2022, ha iniziato il processo di dismissione della rete legacy 3G integrando il suo piano di dismissione sia con il piano di realizzazione della rete 5G sia con le coperture già presenti della rete 4G.

L'intero processo, articolato e complesso, terminerà a fine 2023 e si stima che il risparmio energetico guadagnato alla fine del processo raggiungerà circa 130 GWh.

Un risparmio non certo gratuito. Sono stati coinvolti centinaia di tecnici ed ingegneri TIM, ben 18.555 stazioni di accesso radio e 155 elementi di core network RNC.

L'intera operazione è stata suddivisa in tre fasi, ciascuna mirata a massimizzare il risparmio energetico:

- disabilitazione del servizio radio, senza spegnere effettivamente la stazione radio base. Ad eccezione di poche stazioni radio critiche che dovranno temporaneamente rimanere

Lo switch off della rete 3G

Tecnologie legacy che fanno posto a quelle più nuove ed efficienti. È uno dei paradigmi che porta sensibili risultati in

Tabella 1: Consumo per bit

	Throughput in DL [Mbps]	Bit/Hertz	Consumo Tipico [W]	Potenza emessa per Hertz [W/Hz]	Consumo per Hertz [W/Hz]	Consumo per bit [W/bit]
4G RRU@1800 x40W (20 MHz, 256 QAM, MIMO 4x4)	390	19,50	209	8	10,45	0,54
5G AAU 140W (80 MHz, 8:2; S slot DL:GP, UL=6:4:4; 64TX, MU-MIMO 16; 8 users)	3.900	65,62	397	2,36	6,68	0,10

operative, ad esempio in prossimità di ospedali o in aree dove la copertura 2G, 4G e 5G non è ancora completamente sufficiente, la pressoché totalità del servizio è stata disattivata tra giugno ed ottobre 2022, portando già un risparmio energetico di circa 20 GWh;

- spegnimento degli elementi di core network RNC, tuttora in corso in maniera incrementale, aggregando man mano il traffico su poche unità di rete fino allo spegnimento totale previsto a fine anno;
- spegnimento definitivo e disalimentazione delle stazioni radio. A maggio 2023, è stato raggiunto il 93,8% di spegnimento delle stazioni radio, che si completerà anch'esso a fine 2023.

Un aspetto particolarmente critico è stato rappresentato dalla diversa modalità di gestione della voce da parte delle diverse reti: tecnologia a circuiti per le reti 2G e 3G, rispetto a quella più

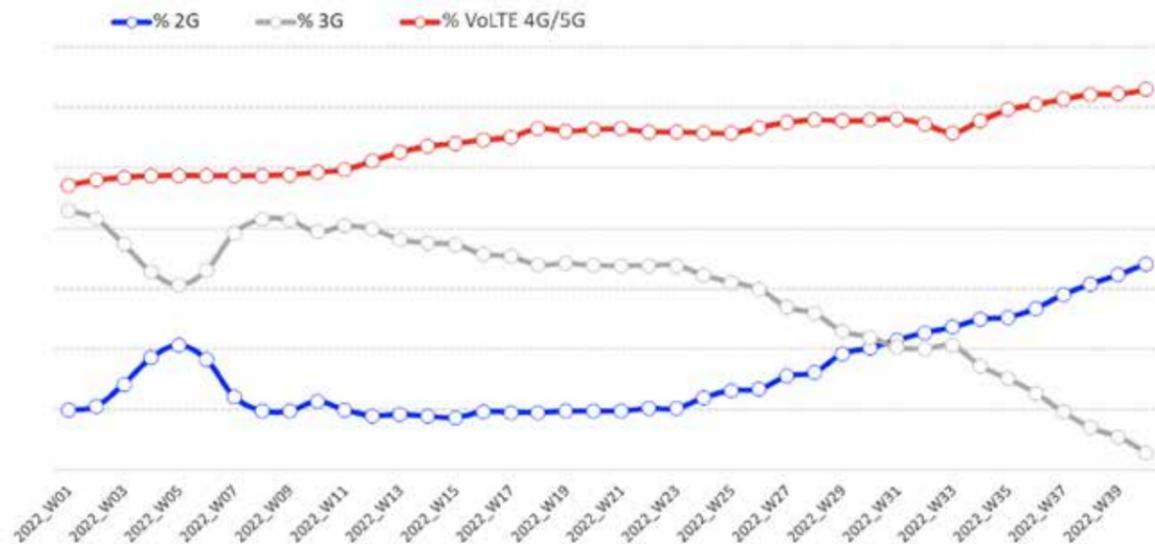
evoluta del 4G e 5G a commutazione di pacchetto, nota come Voice over LTE - VoLTE.

Per assicurare la compatibilità tra il VoLTE delle reti 4G/5G ed il parco cellulari in campo, preliminarmente allo spegnimento 3G, sono state necessarie attività preparatorie come il completamento su tutti i segmenti di mercato della core network VoLTE (basata su piattaforma IMS) e programmi di test, certificazioni ed abilitazioni di supporto sui dispositivi 4G e 5G.

Questo ha evitato che dopo lo spegnimento del 3G i terminali si attestassero tutti sulla rete 2G, causando congestione e saturazione.

Come si vede nel grafico in Fig.5, la transizione verso il 4G/5G è stata in grado di massimizzare l'efficienza e la capacità della rete, mantenendo al contempo un servizio vocale ininterrotto.

Figura 5: Trend distribuzione traffico voce da 3G verso 2G e 4G/5G



5G TIM come abilitatore ESG

L'articolo di Ericsson [7], riporta che l'adozione della tecnologia 5G nei quattro settori ad alta intensità di carbonio - energia, trasporto, manifatturiero ed edilizia - assicurerebbe un risparmio annuale di emissioni tra i 55 e i 170 milioni di tonnellate di CO2 (Fig. 6) [7].

TIM, mettendo a disposizione delle aziende le stesse tecnologie che utilizza per rendere le proprie reti 5G sostenibili, le abilita a sostenere trasformazioni digitali green.

In particolare, le soluzioni di TIM si muovono su due direttrici: la connettività 5G ed il Beyond 5G, ovvero i servizi innovativi abilitati dal 5G.

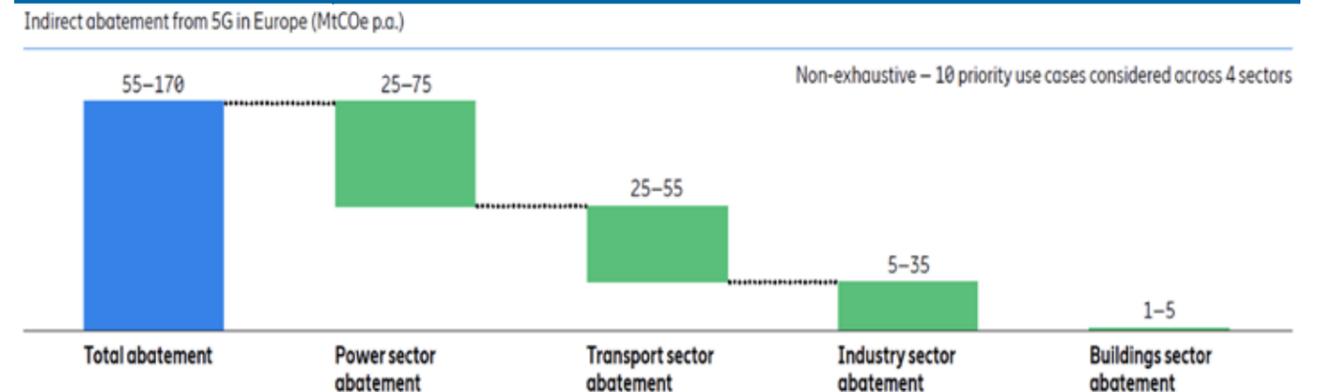
- **Connettività 5G.** Oltre alla connettività basata su infrastruttura pubblica, TIM offre alle aziende soluzioni di Reti Private 5G, Reti Distrettuali ed Edge Computing on-premise, che permettono alle aziende di **(r)innovare le proprie infrastrutture di connettività in maniera green.**
- **Beyond 5G.** TIM, inoltre, propone alle aziende soluzioni di **servizi avanzati**

per ottimizzare i processi produttivi, migliorarne l'operatività e la gestione. Questi servizi possono essere sia di interesse trasversale a molteplici ambiti industriali come, ad esempio, Veicoli a Guida Autonoma (AGV), Droni, Video Analytics, Smart Monitoring, Smart Logistics, sia possono riguardare ambiti verticali come Smart Manufacturing, Smart City, Sanità 4.0, Smart (Air)Port, Agricoltura 4.0.

Queste soluzioni 5G abilitano molteplici use case che permettono alle aziende di perseguire i loro obiettivi di sostenibilità:

- WiFi & Cable Connectivity Replacement, permette di utilizzare un'unica tecnologia di connettività ottimizzando il tipo ed il numero di apparati di connessione, facendo quindi saving;
- efficienza guidata dall'utilizzo di sensoristica IoT (es. smart meters);
- sviluppo di sensoristica/applicazioni 5G nel settore delle energie rinnovabili;
- flexible/smart working (es. meeting virtuali che sostituiscono i viaggi di lavoro);
- utilizzo ottimizzato della flotta tramite sensoristica IoT;

Figura 6: I casi d'uso del 5G consentono un abbattimento indiretto incrementale (Europa) [7]



- utilizzo di veicoli autonomi, senza conducenti, monitorati da remoto e alimentati da fonti energetiche rinnovabili;
- ottimizzazione dei percorsi cittadini evitando congestione del traffico e inquinamento;
- sviluppo di sensoristica 5G in ambito industriale per monitoraggio da remoto e prevenzione guasti tramite applicazioni di AI;
- utilizzo di feature di smart maintenance tramite AI/AR, che limitano interventi di tecnici specializzati compensando con l'assistenza remota;
- utilizzo di sensoristica 5G e IoT per ottimizzare i consumi tramite sistemi di gestione intelligente degli edifici.

nuove reti 4G e 5G con un piano di dismissione della rete legacy 3G che terminerà entro fine 2023 con un risparmio energetico stimato attorno ai 130 GWh.

Ma il ruolo di TIM si estende al di fuori della propria azienda. TIM, infatti, propone ai propri clienti le sue stesse tecnologie di rete che portano risparmio energetico sia per le funzionalità di “pura” connettività sia per i numerosi use case che, attraverso il 5G e le tecnologie che abilita come il Cloud, l'Edge Computing e l'IoT, permettono ottimizzazioni dei processi, manutenzioni preventive, gestione e controllo degli ambienti da remoto, portando risparmi energetici soprattutto in ambito trasporto e industriale. ■

Conclusioni

Anche il mondo della Rete TIM concorre, insieme ad altri, ad un piano di sostenibilità sempre più sfidante. Le nuove tecnologie 5G, seppur energivore, grazie ai nuovi approcci intelligenti ed olistici (sostenibilità senza trascurare i KPI aziendali) rappresentano una opportunità per mettere in campo molteplici azioni che portano risparmio energetico insieme all'ammodernamento delle reti.

Le tecnologie, sempre più intelligenti, ottimizzano le risorse e i comportamenti della rete puntando ad un risparmio energetico senza compromettere l'esperienza utente.

Nel contempo, adottando una strategia incrementale e oculata, è stato possibile coordinare i piani evolutivi delle

Bibliografia/Urlografia

1. Ericsson, “On the road to breaking the energy curve”, <https://www.ericsson.com/4aa14d/assets/local/about-ericsson/sustainability-and-corporate-responsibility/documents/2022/breaking-the-energy-curve-report.pdf>, ottobre 2022
2. CorCom, “5G, l'efficienza energetica delle reti diventa priorità”, <https://www.corrierecomunicazioni.it/green-economy/5g-lefficienza-energetica-delle-reti-diventa-priorita/>, aprile 2020
3. 451 Research. “5G, Edge and the Quest to be Green”, <https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2023/04/05152153/quest-to-be-green.pdf>, dicembre 2022
4. <https://5g-ppp.eu/>
5. emedia, “A che punto siamo con le reti 5G”, <https://blog.econocom.com/it/blog/a-che-punto-siamo-con-le-reti-5g/>
6. IlSole24Ore, “Tim, Romano: abilitatori e contributori per sviluppo sostenibile”, https://stream24.ilsole24ore.com/video/economia/tim-romano-abilitatori-e-contributori-sviluppo-sostenibile/AE160j5B?refresh_ce=1, ottobre 2022
7. Ericsson, “Connectivity and climate change”, <https://www.ericsson.com/4ab228/assets/local/about-ericsson/sustainability-and-corporate-responsibility/environment/accelerate-5g-report-27102021.pdf>

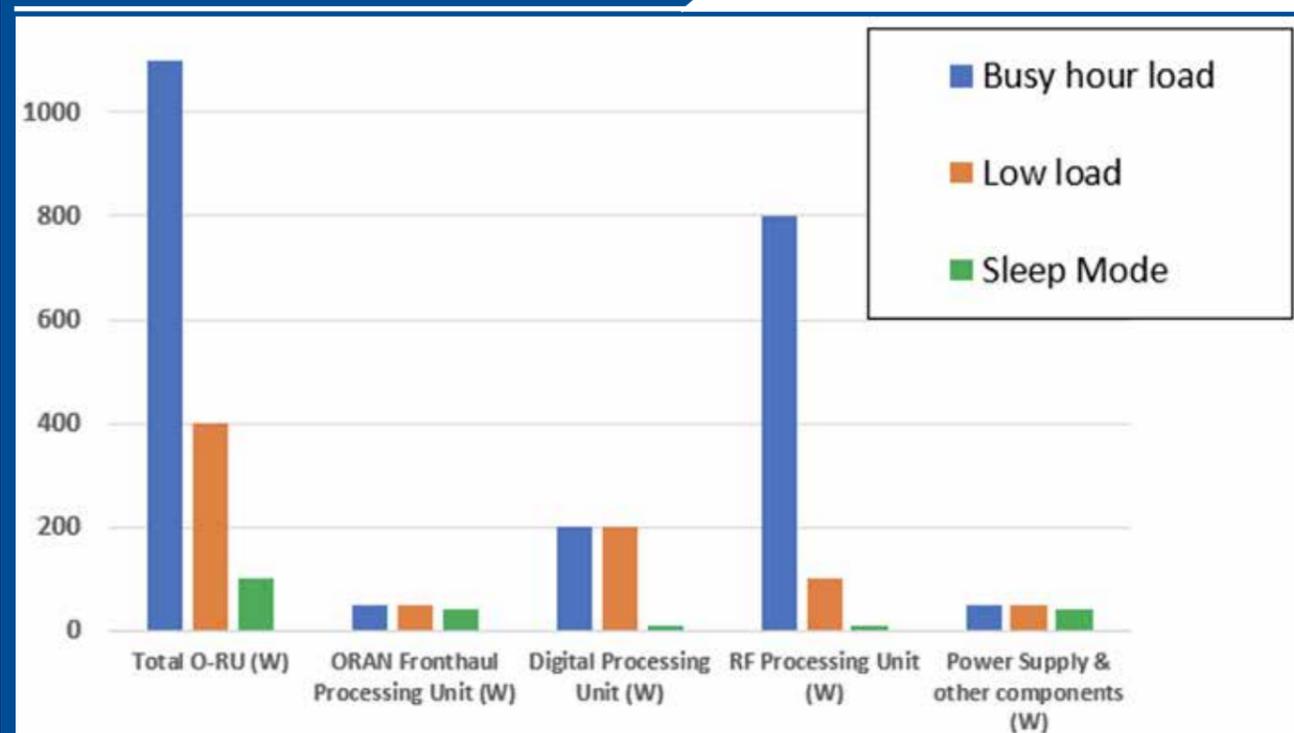
Risparmio energetico nelle architetture O-RAN

Come descritto dallo studio GSMA [1], in media la rete determina il 90% dei consumi energetici per un operatore di rete radio mobile (MNO, Mobile Network Operator). La rete d'accesso (RAN), determina da sola più dell'80% dei consumi suddetti. Si capisce quindi, come l'attenzione ai consumi energetici della Rete per i MNO rappresenti il problema da affrontare.

L'architettura O-RAN, descritta in [2] e semplificata in Fig.A, affronta anche queste pro-

blematiche attraverso l'adozione di applicazioni software in grado di adattare le risorse radio (fisiche o in Cloud) ai requisiti di servizio, grazie all'impiego di algoritmi di predizione basati su AI/ML (Artificial Intelligence/ Machine Learning). Tali applicazioni (denominate xApp e rApp) possono essere sviluppate anche da terze parti e sono installate nel c.d. RAN Intelligent Controller (RIC), il quale abilita la programmabilità della RAN e delle sue risorse.

Figura A: Architettura semplificata definita da O-RAN



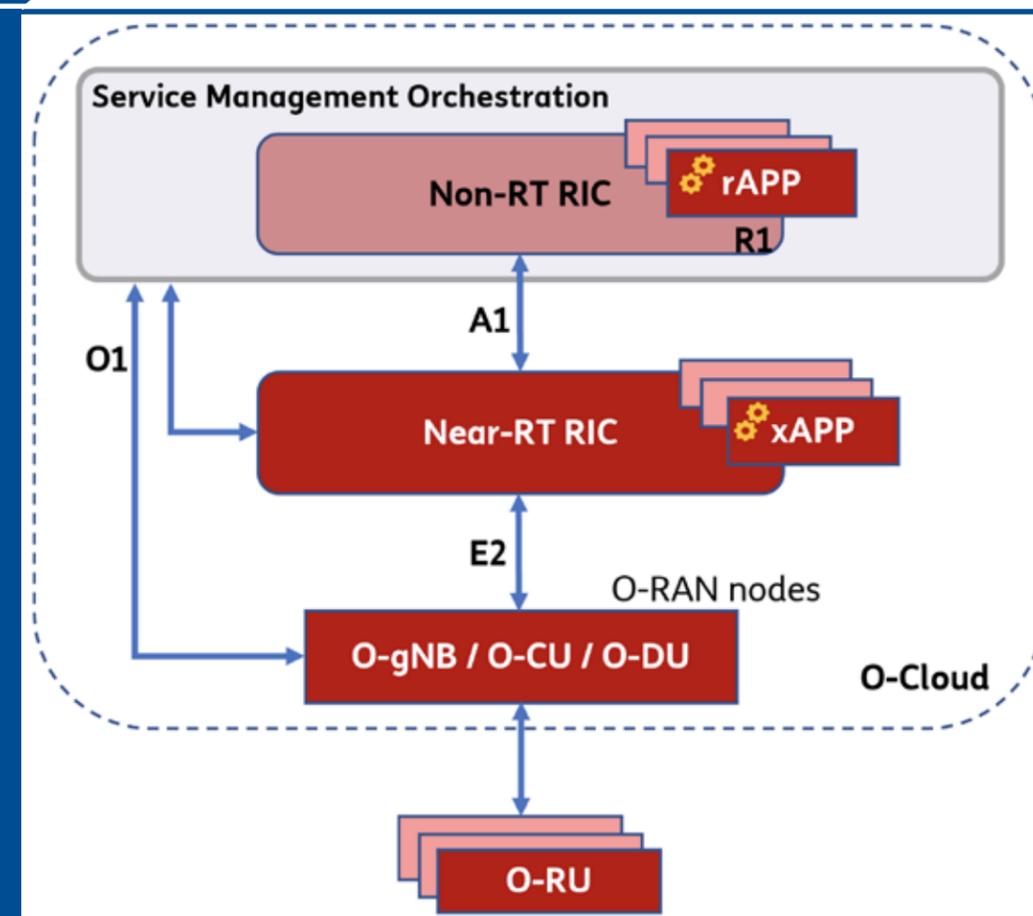
TIM, come già anticipato in [3], è da tempo impegnata attivamente nello studio e sperimentazione di soluzioni Open-RAN, sia attraverso l'adesione al consorzio "Open-RAN Alliance", sia mediante la creazione del laboratorio accreditato OTIC di Torino (Open Testing and Integration Centre [4]).

In O-RAN Alliance sono in fase di standardizzazione soluzioni che afferiscono all'efficiamento energetico degli apparati (Energy Efficiency, EE) e alla riduzione dei consumi

(Energy Saving, ES), mediante applicazioni software basate su algoritmi di Machine Learning (ML), istruiti a partire dai dati provenienti dalla RAN. Alcune strategie di Energy Saving (ES) proposte in O-RAN sono:

1. accensione/spegnimento di cella e/o di portanti radio;
2. riconfigurazione adattativa delle antenne attive (mMIMO);
3. configurazione avanzata dello "sleep-mode" degli apparati radio, per ridurre il consumo nello stato di "sleep mode";

Figura B: Ripartizione di potenza in una Radio Unit 64T64R su una Portante di banda di 100MHz ([5])



4. allocazione/deallocazione adattativa delle risorse Cloud (Cloud Network Function, CNF) in O-Cloud.

Il documento [5] realizzato da O-RAN contiene un rapporto tecnico su un'analisi energetica della componente Radio, riassunta in Fig.B. L'analisi mostra come la parte di "RF Processing Unit" (contenuta nella O-RU) è la più soggetta al carico della rete. Di conseguenza TIM si sta orientando sulle prime due opzioni dell'elenco precedente.

Il gruppo di Innovazione in TIM è attualmente impegnato nello sviluppo di componenti dell'architettura O-RAN ed è attivo in alcuni progetti come quelli del programma "RESTART", finanziato con i fondi europei del PNRR [6]. Quest'ultimo vede la partecipazione delle maggiori Università italiane e dei Player nazionali del settore Telco. In RESTART è previsto l'impiego delle strategie di ES che contribuiranno a realizzare una RAN riprogrammabile e adattativa, in grado di offrire alte prestazioni ed un efficiente uso delle risorse.

sergio.benco@telecomitalia.it
gianmichele.dellaera@telecomitalia.it
enrico.guarino@telecomitalia.it

Bibliografia

1. GSMA, Mobile Net Zero – State of the Industry on Climate Action, 2023 Overview of Open Testing and Integration Centre (OTIC) and O-RAN Certification and Badging Program White Paper, April 2023, (fonte: <https://www.o-ran.org/resources>)
2. O-RAN.WG1.OAD-R003-v08.00, "O-RAN Architecture Description", 2023
3. <https://www.gruppotim.it/content/dam/gt/notiziario-tecnico/pdf/Notiziario-Tecnico-TIM-2021-n3.pdf>
4. Overview of Open Testing and Integration Centre (OTIC) and O-RAN Certification and Badging Program White Paper, April 2023, (fonte: <https://www.o-ran.org/resources>)
5. O-RAN.WG1.NESUC-R003-v01.00.02, "Network Energy Saving Use Cases Technical Report", 2023
6. Fondazione RESTART (<https://www.fondazione-restart.it/>)

Acronimi

AGV	Automated Guided Vehicle	LTE	Long Term Evolution
AI	Artificial Intelligence	MCS	Modulation and Coding Scheme
AI/ML	Artificial Intelligence/Machine Learning	MIMO	Massive Multiple-Input Multiple-Output
AR	Augmented Reality	MNO	Mobile Network Operator
DSS	Dynamic Spectrum Sharing	OTIC	Open Testing and Integration Centre
EE	Energy Efficiency	QoS	Quality of Service
ES	Energy Saving	RAN	Radio Access Network
GSMA	Global System for Mobile Association	RIC	RAN Intelligent Controller
GWh	GigaWatt-ora	RNC	Radio Network Controller
HW	Hardware	RRU	Remote Radio Unit
IoT	Internet of Things	SLA	Service Level Agreement
LMR	Land Mobile Radio	VoLTE	Voice over LTE

Autori



Andrea Castellani

andrea.castellani@telecomitalia.it

Laureato in Ingegneria delle TLC, in TIM dal 1998, mi sono sempre occupato di tecnologie nell'ambito del gruppo di Ingegneria radio, dapprima come delegato nei gruppi di standardizzazione radiomobile ETSI SMG (Special Mobile Group) e 3GPP RAN, poi come product e project manager per le attività del gruppo. Ho seguito in particolare l'ingegnerizzazione e introduzione in rete delle tecnologie 2G/3G/4G/5G di diversi fornitori, tra i quali Siemens/NEC, Huawei ed Ericsson, con particolare riferimento alle architetture e alle funzionalità radio.

Attualmente sto seguendo l'introduzione in rete della tecnologia NR SA (Stand Alone), nonché progetti relativi all'ammodernamento della rete e all'introduzione di nuove tecnologie e soluzioni radio. ■



Maria Gabriella Derro

maria.derro@telecomitalia.it

Laureata in Ingegneria Elettronica Telecomunicazioni, in Telecom dal 1996 si è occupata di ingegneria dei sistemi Microwave, progettazione, specifiche tecniche e standard ETSI; è stata riferimento del gruppo Transmission di BLU per circa due anni; dal 2002 in TIM Ingegneria Accesso Radio, si è occupata di sistemi punto multipunto e di ingegneria di apparati della rete di accesso Mobile nelle tecnologie 2G/3G/4G/5G di diversi fornitori, Siemens, Nokia e Huawei e da qualche anno di soluzioni O-RAN. ■



Enrico Marocco

enrico.marocco@telecomitalia.it

Informatico per formazione e per passione, è in TIM dal 2003 ed è attualmente responsabile delle attività di decommissioning della rete mobile e della gestione del ciclo di valorizzazione degli asset in dismissione. In passato ha lavorato in vari ambiti, con varie responsabilità in progetti e gruppi di ricerca, sviluppo software e Digital Transformation. Ha partecipato e guidato attività di standardizzazione in organizzazioni internazionali, ha contribuito a diversi progetti open source ed è autore di varie pubblicazioni su riviste tecniche di primo livello. ■



Giuseppe Parlati

giuseppe.parlatti@telecomitalia.it

Laureato in Scienze dell'Informazione, si è occupato di ricerca scientifica in ambito Algoritmi Paralleli e Distribuiti Fault-Tolerant presso l'Università di Salerno e la Columbia University (NY), pubblicando diversi articoli scientifici su riviste e conferenze internazionali. Entrato nel Gruppo TIM nel 1997, si è unito al gruppo di innovazione VAS e successivamente ai principali progetti di Digital Transformation e di Innovazione, con la responsabilità dello sviluppo dei Portali Consumer, Customer Care e Dealer. Attualmente lavora in ambito Portfolio Management di TIM e si occupa di promuovere servizi innovativi verso il Marketing. Ha conseguito le certificazioni PMP e SCRUM MASTER I. ■

L'Intelligenza Artificiale per il saving energetico delle centrali

Roberta Giannantonio, Cristina Persico, Federico Tebaldi, Alena Trifirò



Dati, Cloud e Intelligenza Artificiale insieme alle competenze di dominio dell'energy management sono la ricetta vincente per migliorare ancora di più le prestazioni energetiche delle centrali telefoniche TIM e muovere i primi passi verso un approccio data-driven nel campo del monitoraggio ed ottimizzazione dei consumi energetici.

I cambiamenti climatici, la grande fluttuazione dei mercati energetici e una forte sensibilità ai temi ambientali, soprattutto delle nuove generazioni, spingono sempre di più ad un'attenta osservazione e ottimizzazione dei consumi energetici.

Lo facciamo comunemente tutti noi nelle nostre abitazioni: siamo diventati molto attenti ai consumi degli elettrodomestici in fase di acquisto, alla scelta di sorgenti a basso consumo per la nostra illuminazione domestica fino ad arrivare ai più virtuosi che auto-producono energia da fonti rinnovabili rendendo concreta la possibilità di creare comunità energetiche.

Da sempre TIM, secondo consumatore energetico nazionale dopo le ferrovie, è attenta al monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici: dal 2013 si certifica secondo lo standard ISO 50001 [1], il che significa che si è dotata di un metodo, riconosciuto a livello internazionale, per ottimizzare i consumi.

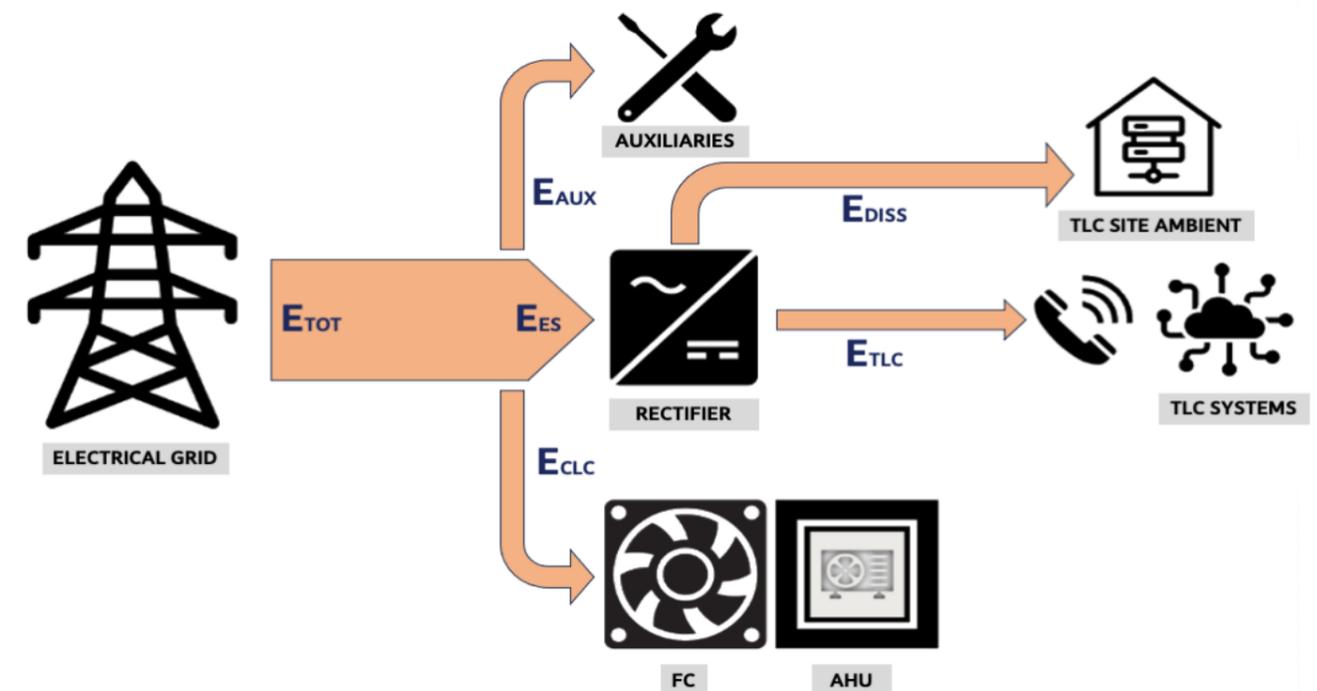
In questo contesto sono stati realizzati numerosi progetti di efficientamento, installazione di impianti di autoproduzione, interventi sui siti più energivori con il supporto e la continua formazione dei tecnici sul territorio.

Oltre a queste iniziative, nel corso degli anni si è acquisita sempre più consapevolezza dell'enorme valore dei **dati energetici** che, grazie anche alle potenzialità dell'Intelligenza Artificiale, più precisamente del Machine Learning, riescono a descrivere i comportamenti energetici e a fornire un aiuto concreto per l'ottimizzazione dei consumi.

I dati sono il punto da cui siamo partiti, interrogandoci su quali siano i più importanti per descrivere il consumo energetico e per identificare eventuali margini di miglioramento.

Al tavolo di lavoro sono stati radunati esperti di dati ed algoritmi, di ottimizzazio-

Figura 1: Componenti del bilancio energetico di una centrale telefonica



ne e acquisto dell'energia, di manutenzione dell'infrastruttura TIM, di gestione degli edifici insieme ai colleghi di architetture, ingegneria e piattaforme IT, dove le soluzioni saranno sviluppate e messe in esercizio. Un prezioso supporto è stato anche fornito tramite le collaborazioni con l'Energy Center del Politecnico di Torino e il dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Salerno.

Occorre precisare che il progetto si concentra al momento prevalentemente sui siti ad uso industriale, con particolare riferimento alle centrali di rete fissa, dove i consumi non sono influenzati dalla presenza di personale.

In tali siti il bilancio energetico [2], descritto in Fig.1, può essere semplificato e descritto attraverso la seguente formula :

$$E_{tot} = E_{tlc} + E_{clc} + E_{diss} + E_{aux}$$

Dove:

E_{tot} è l'energia totale del sito (consumo al contatore), E_{tlc} è l'energia necessaria

per il funzionamento degli apparati di telecomunicazioni, E_{clc} è l'energia dedicata al raffreddamento del sito, E_{diss} è la dissipazione dell'energia nei processi di conversione (rendimento degli apparati) ed E_{aux} è il consumo degli ausiliari (es. ascensori, luci, pc, ...).

Gli ultimi due termini sono considerati trascurabili rispetto ai primi per cui il principale consumo energetico di una centrale si può approssimare a

$$E_{tot} \approx E_{tlc} + E_{clc}$$

Inoltre, peculiarità delle centrali di rete fissa è il consumo pressoché costante nel tempo delle apparecchiature di telecomunicazioni, a meno di dismissioni o nuove installazioni.

La componente importante su cui fare il monitoraggio e l'ottimizzazione è quindi, in questo contesto, la parte necessaria per il raffreddamento che dipende forte-

mente dalle condizioni meteo, in particolare modo dalla temperatura esterna.

A valle di queste considerazioni il gruppo di lavoro ha deciso di concentrare la prima analisi sulle due principali tipologie di dati che descrivono il consumo energetico di un sito, ovvero il **consumo totale del sito stesso e le condizioni meteo esterne**.

Il Cloud come abilitatore e il modello MLOps

In parallelo si è lavorato alla definizione dell'architettura IT ottimale per consentire lo sviluppo e il rapido deploy di una soluzione di **Artificial Intelligence (AI)** in ambiente di esercizio.

Un fattore chiave è stato l'adozione di una soluzione **Cloud based**, in grado di

offrire potenza di calcolo su richiesta, scalabilità immediata e supporto per algoritmi iterativi e dinamici su grandi set di dati, assicurando allo stesso tempo strumenti di monitoraggio per il controllo dei consumi e il contenimento dei costi.

Grazie all'adozione del Cloud, secondo l'architettura descritta in Fig.2, è stato possibile rilasciare molto velocemente una piattaforma in grado di abilitare funzionalità di **Machine Learning (ML)** basate su reti neurali per sviluppare **modelli predittivi**.

Le macro-fasi di un processo di Machine Learning possono essere sintetizzate come riportato di seguito e illustrato in Fig.3:

- **estrazione e analisi dei dati** funzionali all'attività di Machine Learning;
- **preparazione dei dati**, inclusa la pulizia, la convalida e i test;

Figura 2: Architettura Cloud-based

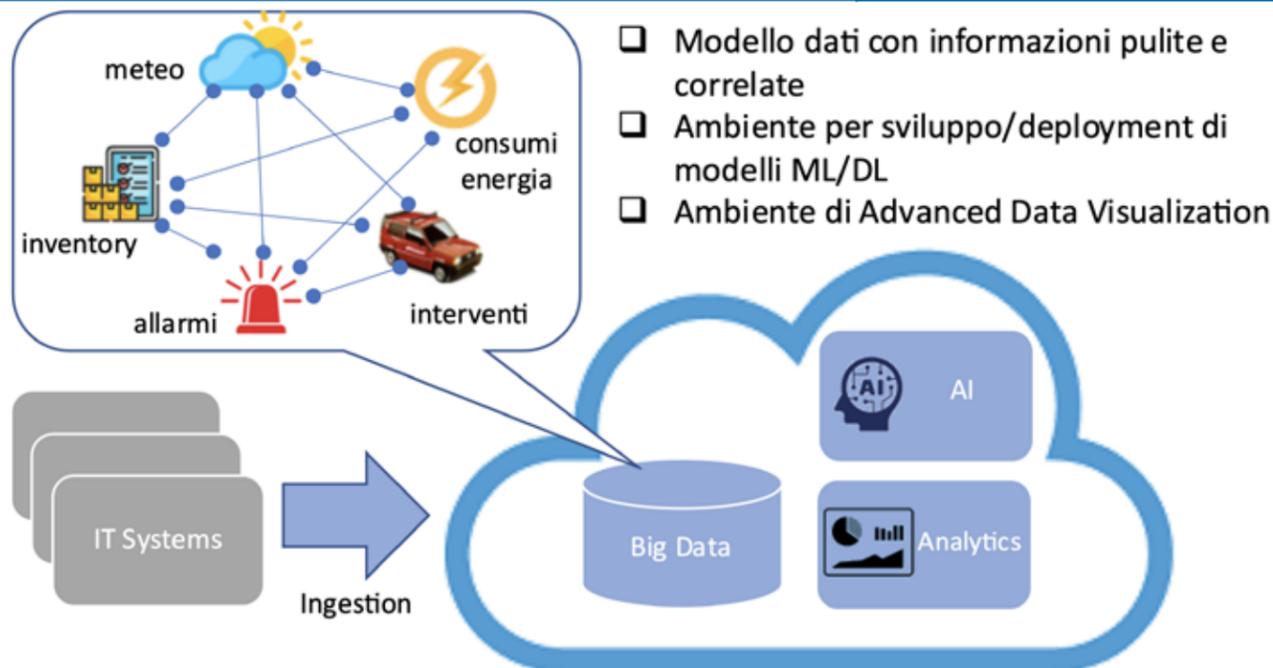
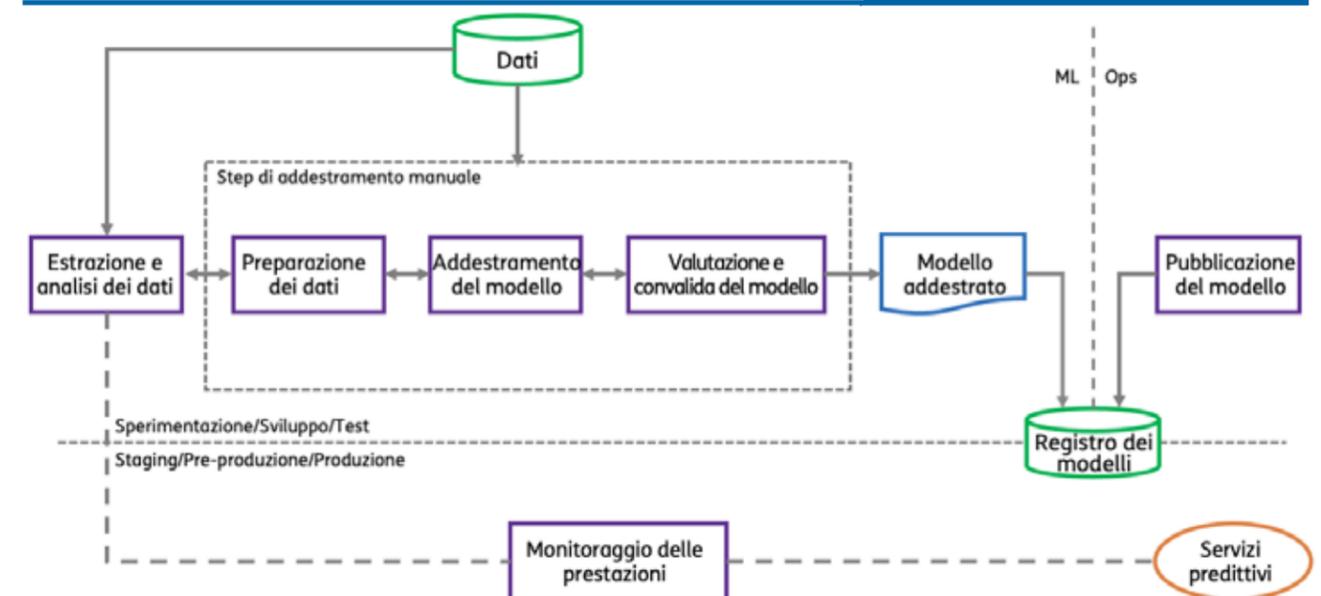


Figura 3: Processo di Machine Learning



- **addestramento del modello** mediante algoritmi implementati dai data scientist (training);
- **valutazione della qualità** del modello su un set di dati di test e sua convalida per verificare le prestazioni predittive rispetto ad una base di riferimento;
- **pubblicazione** del modello convalidato in un ambiente target a fini predittivi (prediction);
- **monitoraggio delle prestazioni** del modello, con eventuale innesco di iterazioni successive.

Un aspetto su cui ci si è focalizzati è la **data quality**. La celebre citazione “Garbage In, Garbage Out” nel contesto dell’apprendimento automatico sottolinea che la qualità del modello di ML dipende dalla qualità dei dati utilizzati per l’addestramento, poiché questi influenzano indirettamente le prestazioni complessive del sistema di produzione. Un altro elemento importante è quello

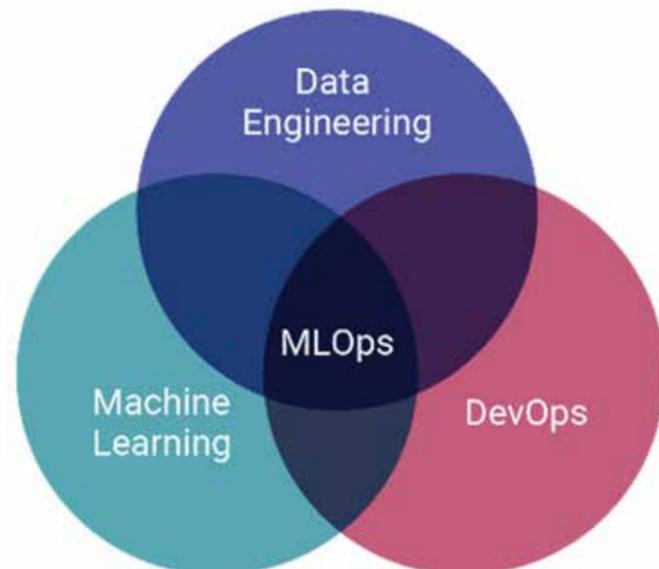
relativo all’implementazione di una **governance** “by design” in grado di conciliare le esigenze dei data scientist con un processo di gestione dei dati e degli accessi sufficientemente sicuro e ben regolamentato.

Per facilitare la collaborazione tra le comunità di data science e ingegneria del software si sta lavorando per aumentare il livello di automazione del processo tramite l’implementazione di **MLOps** [3].

MLOps (Fig.4), noto anche come DevOps per l’apprendimento automatico, è un termine generico che comprende filosofie, procedure e tecnologie correlate all’implementazione di cicli di vita di Machine Learning.

MLOps consente di distribuire e mantenere modelli di apprendimento automatico in produzione in modo affidabile ed efficiente, grazie all’**automatizzazione** dell’intero ciclo di vita degli algoritmi, a partire dall’addestramento iniziale del modello fino all’implementazione e al

Figura 4: MLOps = Machine Learning + DevOps + Data Engineering



riaddestramento con nuovi dati, minimizzando gli interventi manuali. L’obiettivo è la realizzazione del processo rappresentato in Fig.5.

Esplorazione visuale dei dati

Primo risultato del progetto è stata una dashboard di esplorazione visuale dei consumi energetici che ha dato la possibilità di visionare l’andamento storico dei consumi, paragonarlo agli anni passati e verificarne l’andamento in funzione della temperatura esterna.

È quindi nata la dashboard **E.V.A. Energy Visual Analytics** (Fig.6), utile strumento per l’analisi a consuntivo dei consumi e per discussione delle potenzialità algoritmiche per indirizzare gli sviluppi seguenti.

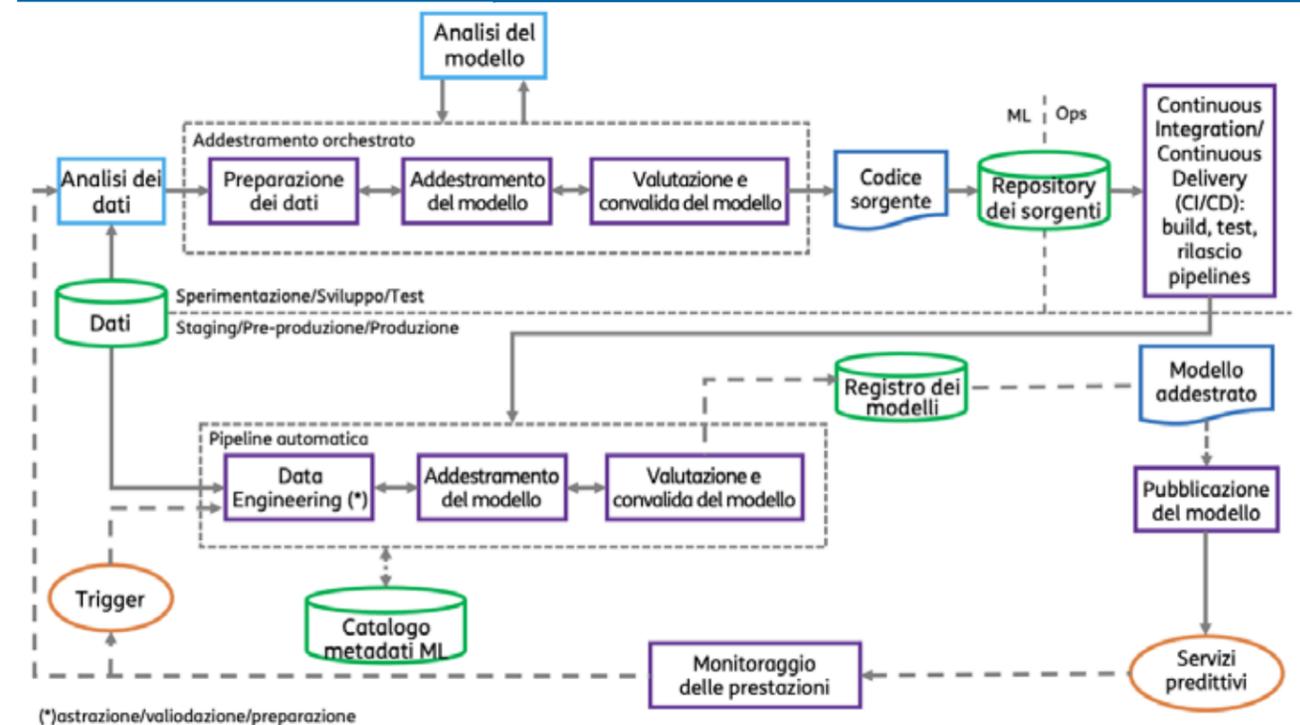
Grazie a tale strumento, abbiamo iniziato a ragionare su come algoritmi di **Machine Learning**, imparando il tipico comportamento di consumi di un sito, possano dare informazioni utili per identificare potenziali margini di miglioramento sui consumi energetici.

È da notare che l’approccio utilizzato può essere applicato a tutti i siti dove siano disponibili i dati di consumo a livello orario e permette quindi di identificare potenziali anomalie di consumo contemporaneamente su molti siti.

Anomaly detection

Gli algoritmi di anomaly detection ragionano sui consumi del sito in funzione della temperatura esterna, questa informazio-

Figura 5: Processo di Machine Learning con automatizzazione delle pipelines



(*)astrazione/validazione/preparazione

Figura 6: E.V.A. Energy Visual Analytics: schermata esplorativa



ne viene rappresentata graficamente dalla firma energetica (Fig.7).

La firma energetica [4] di un anno solare è la retta che meglio interpola i consumi consuntivati nei giorni dell'anno di interesse in funzione della temperatura media del luogo dove si trova la centrale.

Per i siti di tipo centrale, la retta che meglio interpola il comportamento è una spezzata con una prima parte, a basse temperature, con consumi costanti, principalmente dovuti ai consumi della infrastruttura di telecomunicazioni, e una seconda parte con una linea inclinata che rappresenta il contributo della temperatura sulla quota di condizionamento.

Per ogni sito è stato dunque realizzato un modello di Machine Learning che, imparando dal comportamento dell'anno precedente,

rileva eventuali scostamenti dal previsto che vengono segnalati come anomalie.

Risultati sperimentali

I primi risultati sperimentali di questa soluzione sono stati molto incoraggianti. Grazie ai dati e al Machine Learning sono state identificati un primo gruppo di siti con consumi incoerenti rispetto all'atteso, come illustrato in un esempio in Fig.8.

Da verifiche in campo, su tali siti è effettivamente emerso che vi erano margini di ottimizzazione nella logica di funzionamento degli apparati di raffrescamento.

Figura 7: Firma Energetica

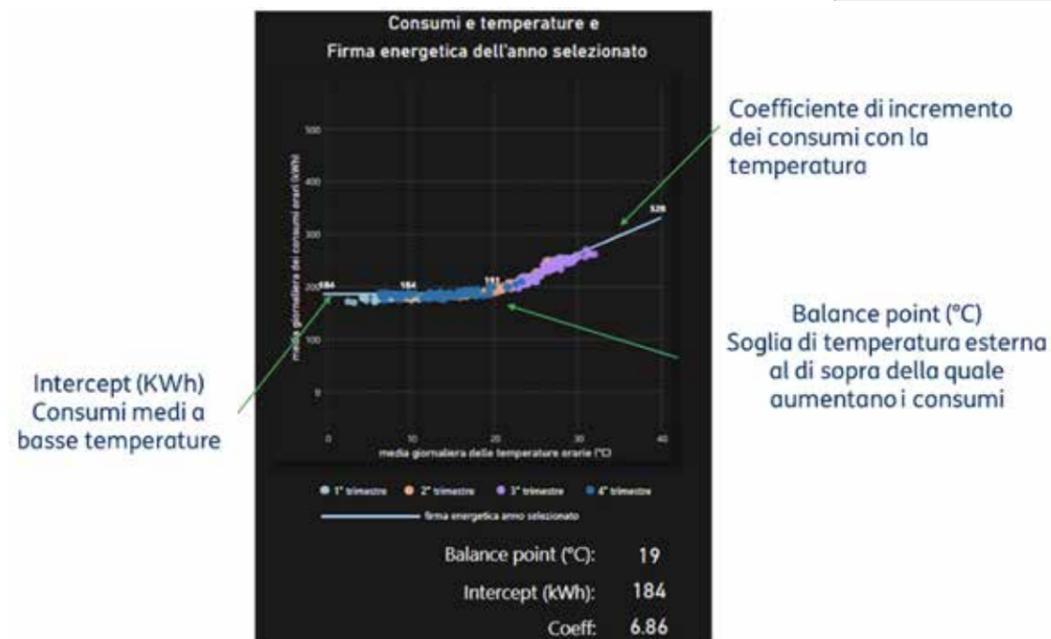
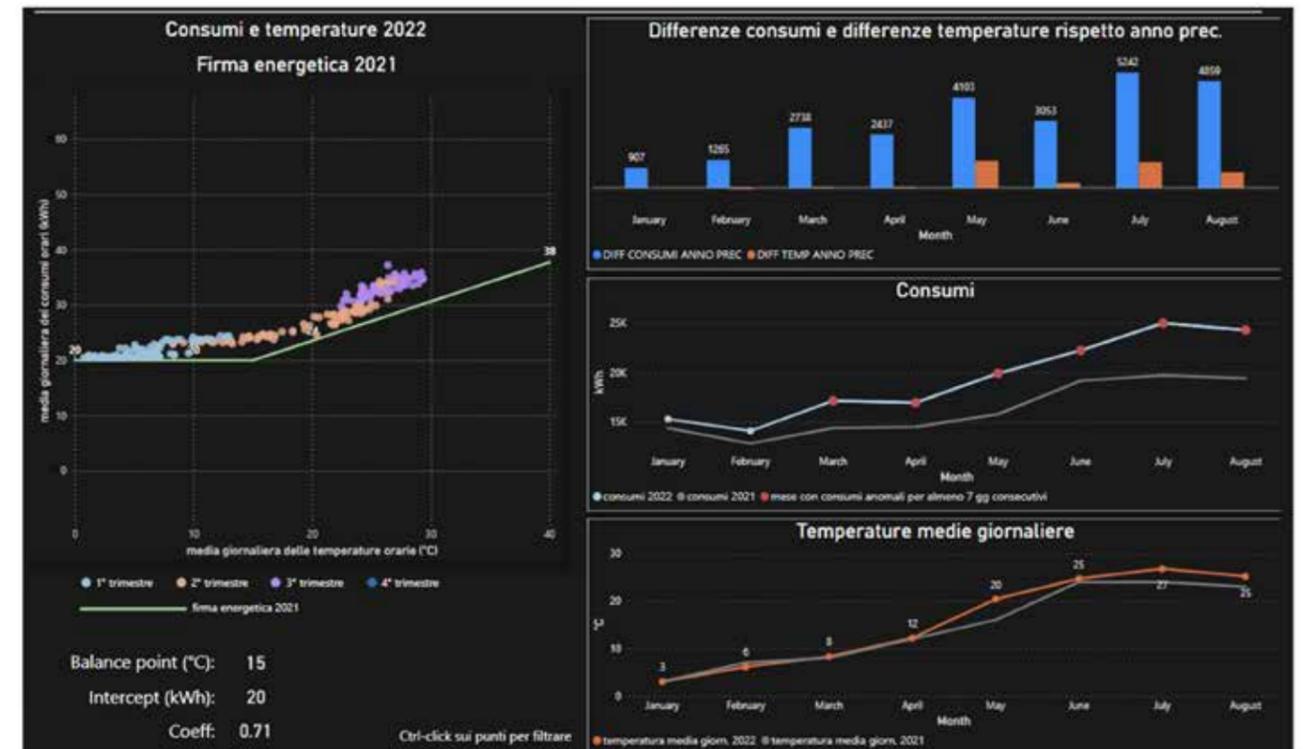


Figura 8: E.V.A. : segnalazione sito potenzialmente anomalo



In questo caso un sito è stato segnalato come potenzialmente anomalo nei consumi in riferimento ad un certo periodo di tempo.

Il sopralluogo ha confermato il sussistere di un'anomalia sulla configurazione del condizionamento di una specifica sala ed un problema ai filtri del freecooling.

Un intervento di manutenzione ordinaria ha risolto il problema riportando il sito a consumare come previsto, come si evince da Fig.9. In virtù di questi primi risultati, è stato quindi avviato un processo di anomaly detection periodico ed il coinvolgimento della manutenzione specialistica affinché siano intercettate le anomalie ed implementate le necessarie azioni manutentive volte all'efficientamento energetico (setting dei PLC, corretto utilizzo del pulsante benessere, pulizia filtri, ...) come illustrato dalle immagini di Fig.10.

pulizia filtri, ...) come illustrato dalle immagini di Fig.10.

Conclusioni

Le potenzialità dell'Intelligenza Artificiale, in particolare degli algoritmi di Machine Learning, consentono di estrarre informazioni utili per ottimizzare i consumi energetici delle centrali telefoniche. In particolare, la segnalazione di potenziali derive dei consumi energetici di un sito rispetto al comportamento previsto è un utile campanello di allarme per indirizzare in modo mirato gli interventi di manutenzione.

Tuttavia, affinché il sistema abbia valore, è necessario integrarlo in un processo industriale di produzione, aumentando il

livello di automazione del processo di MLOps e, di conseguenza, il suo livello di maturità.

Ciò garantirà una maggiore velocità nell'implementazione di nuovi modelli e abiliterà un processo iterativo di addestramento e affinamento continuo. È anche fondamentale ottenere un feedback operativo sul campo riguardo alle segnalazioni fornite dagli algoritmi, al fine di migliorare i risultati ottenuti e indirizzare nuovi casi d'uso.

Ad esempio sarà possibile ottenere dei profili previsionali di consumo sempre più precisi così da migliorare sempre più le pianificazioni di acquisto di energia; oppure, aumentare la base dati con ulteriori informazioni di input (piani di development, tipologia di asset, traffico gestito, ...) per ottenere modelli sempre più evoluti di consumo arrivando così a pensare ad una manutenzione predittiva e/o indirizzare ottimizzazione e attivazioni di features volte all'efficientamento energetico.■

Figura 9: E.V.A. : verifica dell'impatto dell'intervento di manutenzione

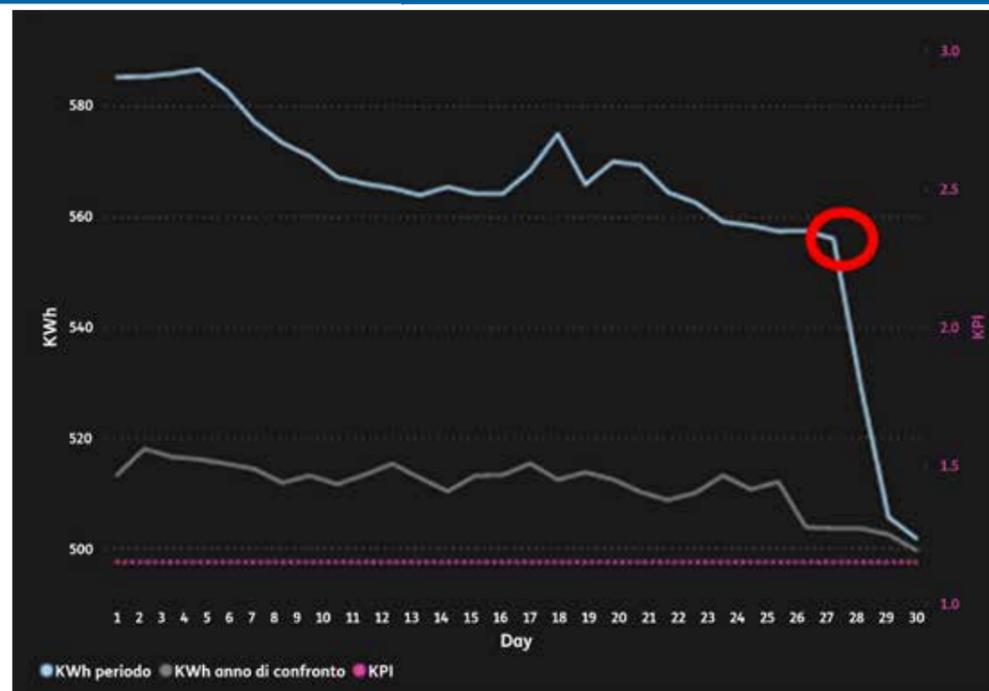


Figura 10: Foto di elementi su cui è stata effettuata la manutenzione (pulsante benessere a sinistra e filtri free-cooling a destra)



L'Intelligenza Artificiale per l'ottimizzazione energetica della rete di accesso radiomobile

TIM sta analizzando algoritmi evoluti, anche basati su Intelligenza Artificiale, in grado di migliorare l'efficienza energetica minimizzando l'impatto sulle prestazioni in termini di Quality of Experience (QoE).

Tali algoritmi possono essere classificati in due categorie, in base all'architettura descritta in Fig.A:

- algoritmi, anche basati su soluzioni di Intelligenza Artificiale, integrati nei nodi radio 4G e 5G e resi disponibili dai fornitori (in particolare Ericsson e Nokia per la rete TIM) attraverso le "features" software dei nodi stessi;
- soluzioni di Intelligenza Artificiale "vendor agnostic" che utilizzano i dati raccolti dalla rete ed utilizzano le interfacce di

"automatic configuration management" per impostare opportune policies di configurazione, che controllano le features al punto precedente.

In entrambi i casi, le soluzioni di fatto intervengono, anche se in modo diverso, sullo "spegnimento" totale o parziale delle celle.

Per la descrizione delle feature RAN disponibili per i RAN vendor per l'efficientamento energetico fare riferimento Notiziario Tecnico TIM 2-2023 "[5G ed efficientamento energetico](#)".

L'architettura descritta è coerente con l'impostazione introdotta nel N. 1-2023 del Notiziario Tecnico, che prevede una piattaforma aperta di "service management ed Orchestration" (Open SMO), "Cloud native" e sviluppata a micro-servizi, e in linea con quanto definito negli standard di riferimento O-RAN Alliance e 3GPP.

L'attuazione di strategie di risparmio energetico, tramite l'attivazione delle diverse funzionalità del singolo nodo di rete, deve tenere conto di diversi fattori quali il numero e le diverse tipologie di celle che coprono la stessa area geografica, le frequenze utilizzate, nonché il volume di traffico dati e il numero di terminali connessi alla rete nelle diverse ore della giornata.

L'elevato numero di variabili in gioco, la relazione con il consumo energetico e la loro variazione nel tempo, rendono piuttosto complessa la scelta ottima di quali componenti disattivare e in quali momenti della giornata, in particolare se si vuole tenere conto sia del

criterio di risparmio energetico che sia della qualità del servizio offerto.

Attraverso l'adozione di tecniche di AI/ML è possibile creare un modello che apprenda il comportamento del singolo nodo o piccoli cluster di nodi in relazione alle caratteristiche tecniche e di traffico e al consumo energetico nelle diverse condizioni operative e alla posizione geografica delle aree servite.

Introducendo nei modelli ML anche la misura istantanea delle prestazioni di rete, si può stimare l'effetto dello spegnimento delle diverse componenti radio congiuntamente sia sul consumo energetico sia sulla qualità del servizio. In questo modo è possibile determinare un buon compromesso tra la riduzione dei consumi e le prestazioni di rete offerte ai clienti.

In Fig.B sono rappresentati i grafici del traffico dati su due layer frequenziali e il consumo energetico del nodo corrispondente. Si può notare come allo spegnimento notturno del layer frequenziale usato per offrire capacità, si osserva una riduzione significativa del consumo energetico.

L'adozione di modelli predittivi, opportunamente addestrati sui dati di rete, permette di anticipare le variazioni di traffico in tutte le ore della giornata ed applicare le strategie descritte ai passi precedenti in modo proattivo, evitando cioè di reagire alle variazioni potenzialmente in ritardo e non solo in intervalli prefissati (tipicamente notturni).

Gli algoritmi appena descritti sono addestrati e testati negli ambienti di prototipazione ("sandbox") collegati ai sistemi TIM utilizzati

Figura A: Architettura algoritmi

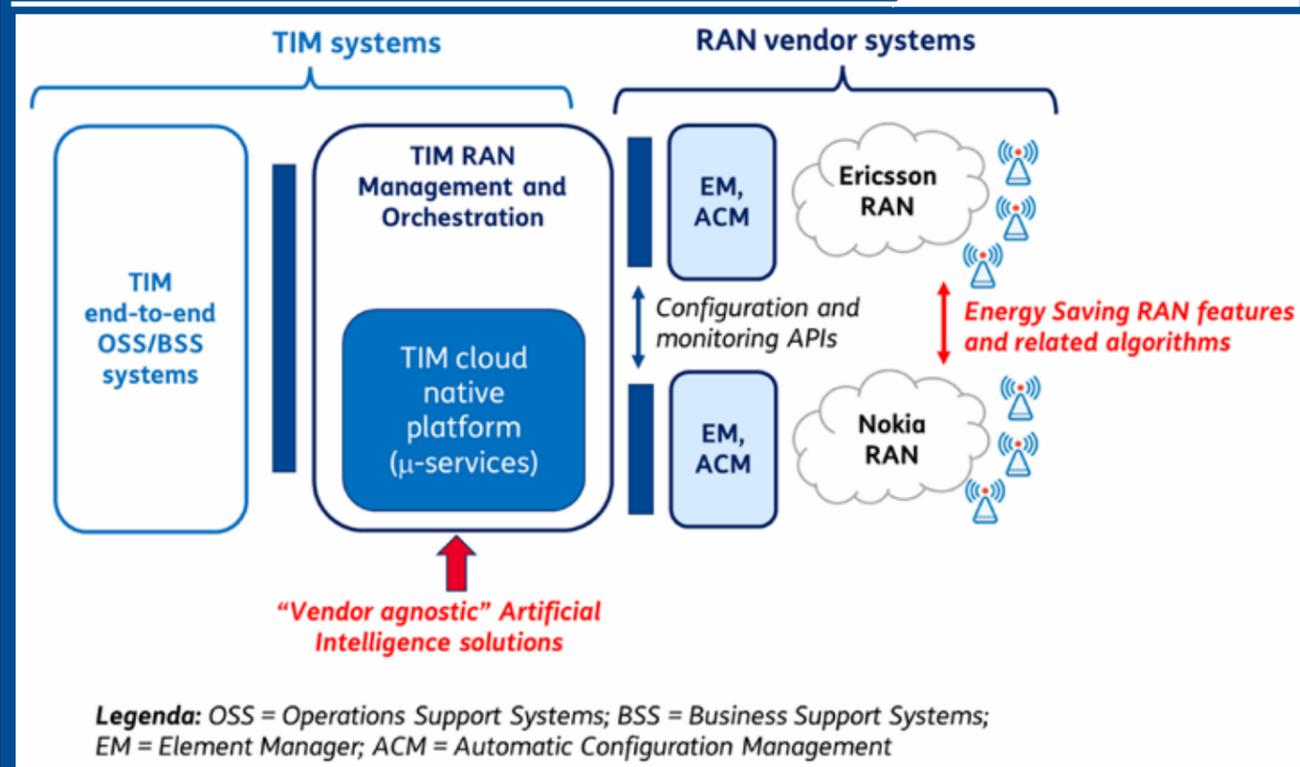
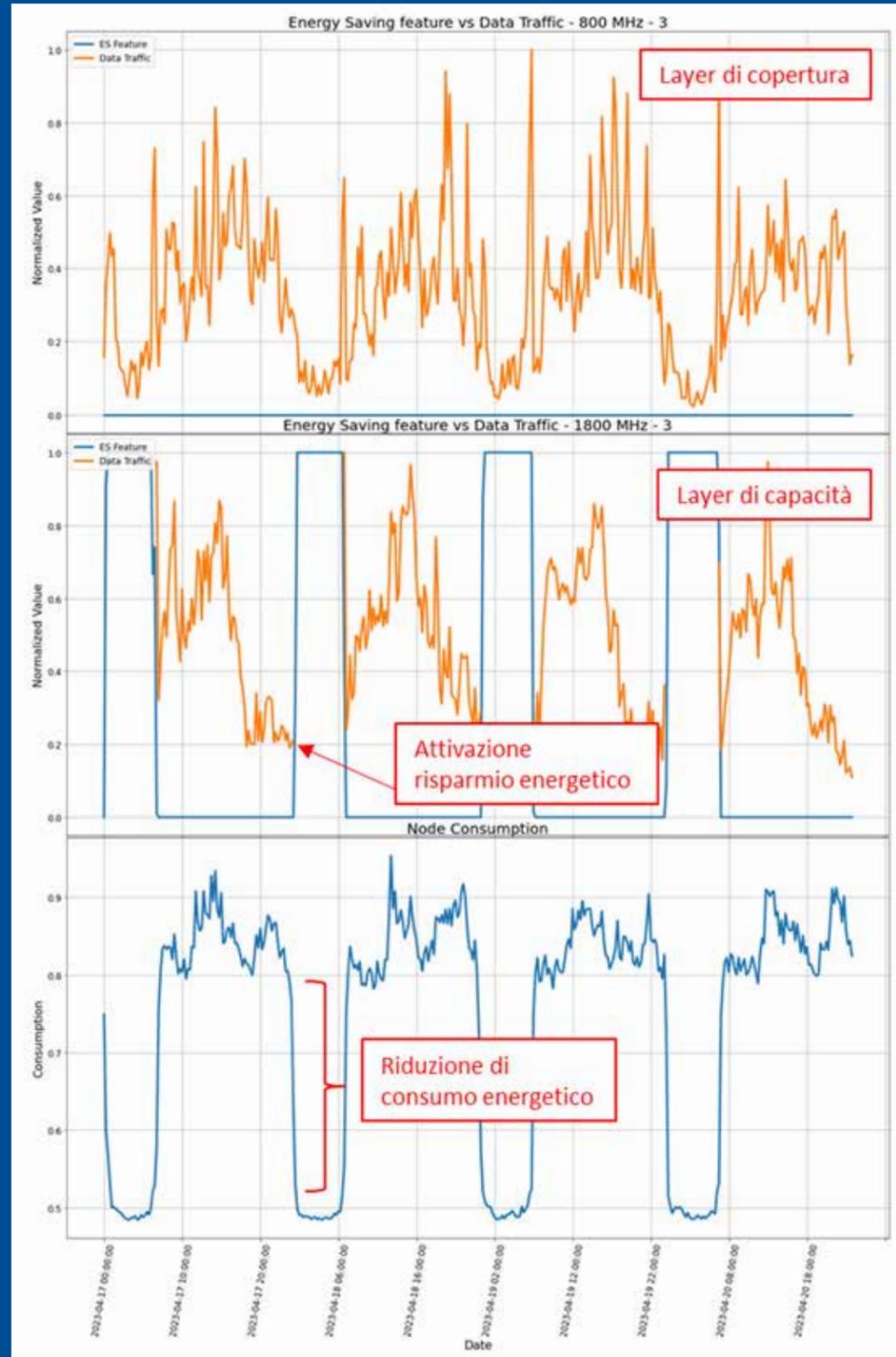


Figura B: Esempio di traffico dati e risparmio energetico ottenuto dallo spegnimento di celle in un nodo campione



in campo, tipicamente utilizzando dati relativi a porzioni di rete. L'approccio consente un tuning "in campo" ed un'integrazione con le funzionalità di management che agiscono sulle configurazioni dei

nodi di rete, gestendo in modalità "CI/CD" le diverse fasi del ciclo di vita dei modelli, che vanno sotto il nome di MLOps (Notiziario Tecnico TIM 2-2023 "L'Intelligenza Artificiale per il saving energetico delle centrali").

andrea.buldorini@telecomitalia.it
 gianluca.francini@telecomitalia.it
 giovanna.zarba@telecomitalia.it

Bibliografia

1. <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>
2. Malafronte, L.; Sorrentino, M.; Trifiro, A. Development and experimental verification of data-driven approaches to real-time energy monitoring and diagnosis of telecommunication sites INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY RESEARCH. Vol. 45. Pag.15139-15159 ISSN:0363-907X.
3. <https://ml-ops.org>
4. Eiraudo; S., Barbierato, L.; Giannantonio, R.; Patti, E.; Bottaccioli, L.; Lanzini, A. A Neural Network-based Methodology for Non-Intrusive Energy Audit of Telecom Sites 2022 International Conference on Smart Energy Systems and Technologies (SEST)

Acronimi

DevOps	Development and Operations	ML	Machine Learning
ISO	International Organization for Standardization	MLOps	Machine Learning Operations
IT	information technology	PLC	Programmable Logic Controllers

Autori



Roberta Giannantonio *roberta.giannantonio@telecomitalia.it*

Laureata a pieni voti in ingegneria delle telecomunicazioni presso il Politecnico di Torino nel 2004, lavora dallo stesso anno in TIM su progetti di innovazione principalmente legati a tecnologie wireless. Dal 2016 si occupa di progetti di Intelligenza Artificiale a supporto dell'operatività di TIM in contesti come l'assurance, la pianificazione di rete e l'ottimizzazione dei consumi energetici e da fine 2022 ha assunto il ruolo di responsabile della relativa funzione aziendale denominata Data Network Learning. ■



Cristina Persico *cristina.persico@telecomitalia.it*

Dopo essersi laureata in Ingegneria Informatica con lode nel 1996, inizia a lavorare in DATAMAT nella Space & Environment Unit. Nel 1998 entra a far parte di TIM, dove lavora nei sistemi informativi dedicati alla rilevazione delle frodi nel traffico mobile. Dal 2015 si sposta in ambito Wholesale, dove coordina un gruppo di lavoro impegnato nei sistemi di CRM e Order Management. Di recente, ha assunto il ruolo di responsabile della funzione Wholesale & Operations Data Platform dell'Area IT Operations & Wholesale Systems di TIM. ■



Federico Tebaldi *federico.tebaldi@telecomitalia.it*

Laureato in Ingegneria delle Telecomunicazioni, dopo un'esperienza in Omnitel, entra in TIM nel 2000, come cell planner di rete mobile nel territorio Nord Est. Dopo vari incarichi in ambito mobile network, nel 2015 comincia ad occuparsi di infrastrutture di centrale come responsabile della manutenzione di Technical Infrastructures. Nel 2022 entra a far parte della funzione di Energy Management & Procurement. Dal 2023 è l'Energy Manager di TIM. ■

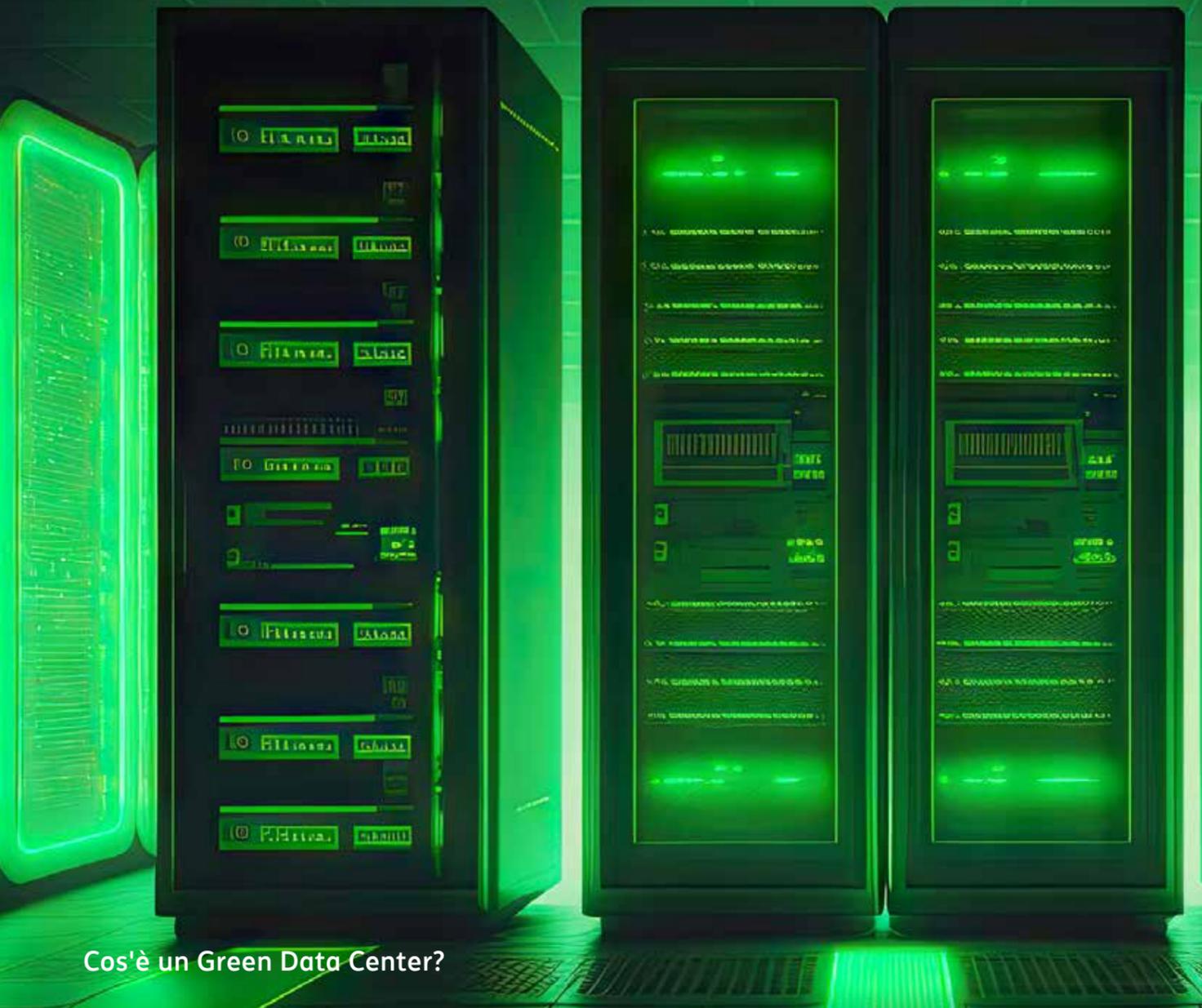


Alena Trifirò *alena.trifiro@telecomitalia.it*

Laureata con il massimo dei voti presso l'Università di Bologna nel 1996. Inizialmente ha lavorato per il gruppo ENI, occupandosi di sviluppo sostenibile. Successivamente, nel 2001, ha conseguito un master in Information and Communications Technologies presso il Cefriel di Milano, e da allora è entrata a far parte del gruppo TIM. A partire dal 2007, si è specializzata nell'efficienza energetica. Dal 2014, è responsabile del sistema di gestione dell'energia di TIM, in conformità allo standard ISO 50001. ■

Green Data Center

Luigi Bellani, Vincenzo Di Lizia, Francesco Edemetti, Salvatore La Scala



Cos'è un Green Data Center?

Un DC è un sito di prelievo ad alto consumo energetico derivante dalla necessità di alimentare e raffreddare in continuità un numero elevato di apparati informatici. Un Green Data Center è quindi un'infrastruttura progettata per ridurre l'impatto ambientale dei tradizionali data center, mediante l'adozione di tecnologie e pratiche che mirano a ridurre il consumo di energia, l'uso di acqua e le emissioni di carbonio, senza compromettere le capacità di elaborazione e di archiviazione dei dati. Un Green Data Center adotta un approccio olistico per l'efficienza energetica, l'utilizzo di energie rinnovabili e la gestione sostenibile delle risorse.

I Data Center sono progettati, da sempre, adottando le migliori pratiche ambientali disponibili allo stato dell'arte. Questo di per sé non dà la certezza di realizzare un Data Center "green". La vera discriminante sull'efficacia di tali pratiche deriva dall'adozione, poi, di un protocollo di gestione che sia orientato a garantire e perseguire i criteri e gli obiettivi delineati nella fase di progetto al fine di massimizzarne il risultato.

Noovle, la società del gruppo TIM deputata alla realizzazione e gestione dei Data Center Domestic del Gruppo, in quanto Società Benefit, è altamente sensibile alle tematiche di sostenibilità ambientale e punta a costruire e gestire Data Center altamente sostenibili, dove l'efficienza energetica e la gestione responsabile delle risorse sono alla base delle best practice adottate. I Green Data Center così realizzati sono: dotati di sistemi di monitoraggio del Power Usage Effectiveness (PUE), certificati secondo lo standard ISO 50001 per la gestione dell'energia, conformi al sistema di gestione ambientale ISO 14001 e aderenti al Codice di Condotta Europeo (EU CoC). Tutte queste pratiche sono utili al mantenimento della focalizzazione sugli aspetti di gestione virtuosa delle grandezze ambientali impattate e delle politiche ESG.

Non ultimo, si sta affermando sul panorama nazionale dei Data Center anche la richiesta della certificazione Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), un tempo ad esclusivo appannaggio delle costruzioni civili (abitazioni, uffici, centri direzionali). Tale certificazione testimonia l'impegno riguardo alla sostenibilità ambientale nella sua interezza.

Di seguito, verranno sviluppati gli argomenti che in questo momento storico rappresentano le pratiche più consolidate per fornire

al data center una connotazione "Green", partendo dalle conseguenze pratiche della scelta nell'adozione di certificazioni e standard fino ad arrivare alle tecnologie di maggior rilievo.

Molte altre soluzioni tecnologiche stanno emergendo in via sperimentale o prototipale per i Data Center, soprattutto adesso che le applicazioni di Intelligenza Artificiale (IA) cominciano a pervadere tutti i campi della tecnologia, ma in un Data Center commerciale, dove il fattore critico di successo, in ultima istanza, è la continuità di servizio per i clienti ed i servizi ivi contenuti, la possibilità di adozione è accettabile solo una volta raggiunto un grado di maturità compatibile con i Service Level Agreement (SLA) commercializzati.

Codice di Condotta Europeo: Una linea guida per tutti i Data Center della Comunità

Il Codice di Condotta Europeo per i Data Center (European Code of Conduct for Data Centres Rif. [1]) è stato concepito in seno alla Commissione Europea nel 2008, in pratica nello stesso periodo in cui The Green Grid Association (Rif. [2]) formulava il parametro PUE come indicatore di efficienza dei DC, in risposta al crescente incremento dei consumi energetici dei Data Center, che con il loro rapido sviluppo andavano via via conquistando l'attuale condizione di uno dei comparti industriali a più elevato consumo di energia.

Fin dall'inizio, pertanto, l'European Code of Conduct for Data Centres (EU CoC) ha avuto lo scopo principale di individuare

tutte le possibili soluzioni e best practices atte a migliorare l'efficienza energetica dei Data Center, per ridurre i consumi ed i conseguenti impatti ambientali ed economici e per la salvaguardia della disponibilità di energia per la comunità.

Obiettivo del EU CoC è quindi informare ed indurre gli operatori del settore a ridurre il consumo energetico, in modo economicamente vantaggioso e senza ostacolare la funzione mission-critical dei data center, favorendo la comprensione degli utilizzi di energia all'interno delle diverse parti dell'infrastruttura, elevando così il grado di consapevolezza e l'orientamento verso le migliori pratiche raccomandate e gli obiettivi di efficienza energetica.

Sviluppato e gestito dal Joint Research Centre (JRC), il servizio della Commissione per la scienza e la conoscenza, il Codice di Condotta stabilisce ambiziosi standard per le aziende disposte, in maniera volontaria, ad aderire e partecipare (Participants), concentrando l'attenzione su questioni chiave legate al consumo di risorse energetiche ed identificando soluzioni concordate e condivise.

Tali soluzioni sono individuate, definite e descritte nella linea guida "Best Practice Guidelines for the EU Code of Conduct on Data Centre Energy Efficiency" Rif.[3], che costituisce il documento di riferimento e di formazione del Codice di Condotta per gli operatori di data center interessati all'identificazione ed alla attuazione di misure per migliorare l'efficienza energetica dei loro impianti. La redazione e la revisione periodica di tale documento coinvolge un ampio gruppo di revisori esperti provenienti da operatori, fornitori, consulenti, accademici, organismi professionali e nazionali.

Un sottoinsieme delle Best Practices è definito come set di minime pratiche attese (Expected Minimum Practices), quale livello minimo richiesto di attività di risparmio energetico che il richiedente si impegna ad adottare per ottenere l'adesione al codice di condotta in qualità di Partecipante (Participant).

L'iscrizione consiste nell'invio al JRC della commissione europea di un form di adesione e di un report predisposto, nel quale fornire le informazioni generali relative al Data Center candidato, l'impegno ad adottare e lo stato di adozione delle best practices richieste e le misure mensili di energia elettrica assorbita dai sistemi IT e dall'intera infrastruttura di facility al servizio del Data Center. Per il mantenimento dell'iscrizione è richiesto che il report venga aggiornato ed inviato alla EU con cadenza annuale presentando degli indicatori di miglioramento anno dopo anno. Lo scopo è appunto quello di stimolare gli aderenti ad un continuo miglioramento del loro livello "Green" dei Data Center.

L'adesione comporta la pubblicazione nell'elenco dei Participants sul sito predisposto del JRC della Commissione Europea Rif. [4]. Per garantire un certo livello di flessibilità agli aderenti, è anche riconosciuto che un certo numero di Best Practices tra quelle identificate come attese possono, alla data di adesione, risultare inadeguate o presentare un onere eccessivo se applicate ad un Data Center nello stato d'esercizio di quel momento. In tal caso, l'adesione prevede che queste pratiche si adottino nel caso di variazione del parco installato IT o in caso di adeguamenti/ampliamenti dell'infrastruttura.

L'elenco delle Best Practices attese è suddiviso in sezioni sulla base dell'ambito tecnico procedurale alle quali esse si applicano:

- **Data Center Utilization, Management and Planning**
 - Coinvolgimento organizzativo
 - Politiche generali
 - Livello di resilienza e provisioning
- **IT Equipment and Services**
 - Selezione e Implementazione di nuovi apparati IT
 - Distribuzione di nuovi servizi IT
 - Gestione degli apparati e dei servizi IT già esistenti
 - Data Management
- **Cooling**
 - Gestione e progettazione dei flussi d'aria
 - Gestione del raffreddamento, impostazioni di temperature e umidità
 - Free Cooling/Economised Cooling, Impianti di raffreddamento ad alta efficienza
 - Condizionatori d'aria/Ventilazione, Isolamento di contenimento
 - Raffreddamento diretto a liquido, riutilizzo del calore di scarto dei DC
- **Power Equipment**
 - Selezione e Implementazione di nuove apparecchiature elettriche, sistemi ad alta efficienza
 - Gestione delle apparecchiature elettriche già esistenti

- **Building**
 - Layout fisico dell'edificio, posizione geografica e fonti d'acqua
- **Monitoring**
 - Misurazione del Consumo energetico ambientale
 - Raccolta e registrazione del consumo energetico e ambientale
 - Report sul consumo energetico e ambientale

Come si evince dalla lista il EU CoC implica interventi su tutti gli aspetti costruttivi e gestionali del DC. Questo è proprio il messaggio centrale che persegue il codice: chi aderisce si impegna a pensare green a 360 gradi.

I Data Center del Gruppo TIM risultano iscritti al Codice di Condotta fin dal 2012 (Tab.1), quando venne richiesta l'adesione come Participant per il Data Center di Rozzano. Successivamente, sono stati iscritti i Data Center di Acilia, Cesano, Bologna e Padova, e più recentemente hanno ottenuto l'iscrizione i nuovissimi Data Center di Cebrosa, Moncalieri, Rivoli, Santo Stefano e Cassina de Pecchi, progettati e realizzati secondo criteri all'avanguardia dal punto di vista delle soluzioni tecnologiche orientate all'efficienza energetica ed alla sostenibilità.

Tabella 1: Estratto aderenti all' EU CoC - Rif. [4] [<https://e3p.jrc.ec.europa.eu/node/575>]

COMPANY	N. DATA CENTRES	DATA CENTRES	YEAR REGISTERED	ADDRESS
Noovle Spa	10	1. Acilia (RM)	2012	Via Gaetano Negri, 1 20123 - Milano Italy
		2. Bologna		
		3. TIM Noovle Cassina de' Pecchi		
		4. TIM Noovle Cebrosa - Settimo Torinese		
		5. Cesano Maderno (MB)		
		6. TIM Noovle Moncalieri		
		7. Padova		
		8. Rivoli (TO)		
		9. Rozzano		
		10. TIM Noovle S.Stefano Ticino		

La progressiva adesione, all'EU CoC DC, implica e testimonia quindi l'impegno, consolidato negli anni, del Gruppo TIM ad adottare ed implementare tutte le migliori e più efficaci pratiche orientate all'efficienza energetica ed alla sostenibilità, con l'obiettivo di rendere sempre più pervasiva la gestione Green dei DC.

Power Usage Effectiveness (PUE): Significato e Misure

Il PUE è un parametro definito dall'organizzazione internazionale The Green Grid (Rif. [2]) per valutare l'efficienza energetica di un Data Center, attraverso il rapporto tra l'energia totale consumata da tutto il Data Center, con la quota parte della stessa energia utilizzata direttamente dagli apparati IT.

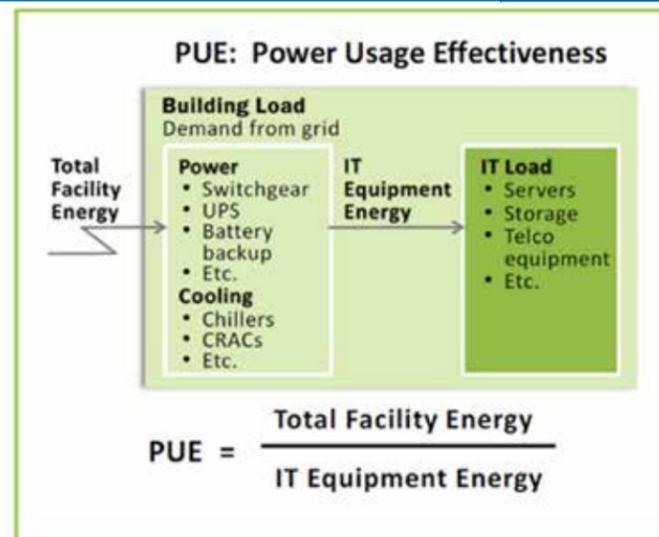
In sostanza, il parametro indica quante unità di energia vengono assorbite dalla rete elettrica per ogni unità di energia

utilizzata per il funzionamento degli apparati IT (Fig.1). Questa grandezza per la sua semplicità ed intuitività è diventata lo standard "de facto" per stabilire il livello di efficienza di un Data Center. Tale grandezza, a livello teorico, può variare da un minimo di 1,0 (il consumo totale del centro è uguale al consumo dei soli apparati IT) ad un massimo grande a piacere (in linea ipotetica può arrivare ad un valore infinito).

$$PUE = (Total Facility Energy) / IT Equipment Energy$$

- **IT equipment energy:** l'energia associata direttamente al funzionamento dei sistemi IT (computing, storage e network) e loro componenti ausiliarie (switches, monitors, and workstations/laptops used to monitor or otherwise control the data center).
- **Total facility energy:** tutta l'energia dei sistemi IT di cui al punto precedente, più l'energia consumata da tutte le infrastrutture di supporto al

Figura 1: Calcolo del PUE per un DC (Rif. [5])



corretto funzionamento degli stessi, come:

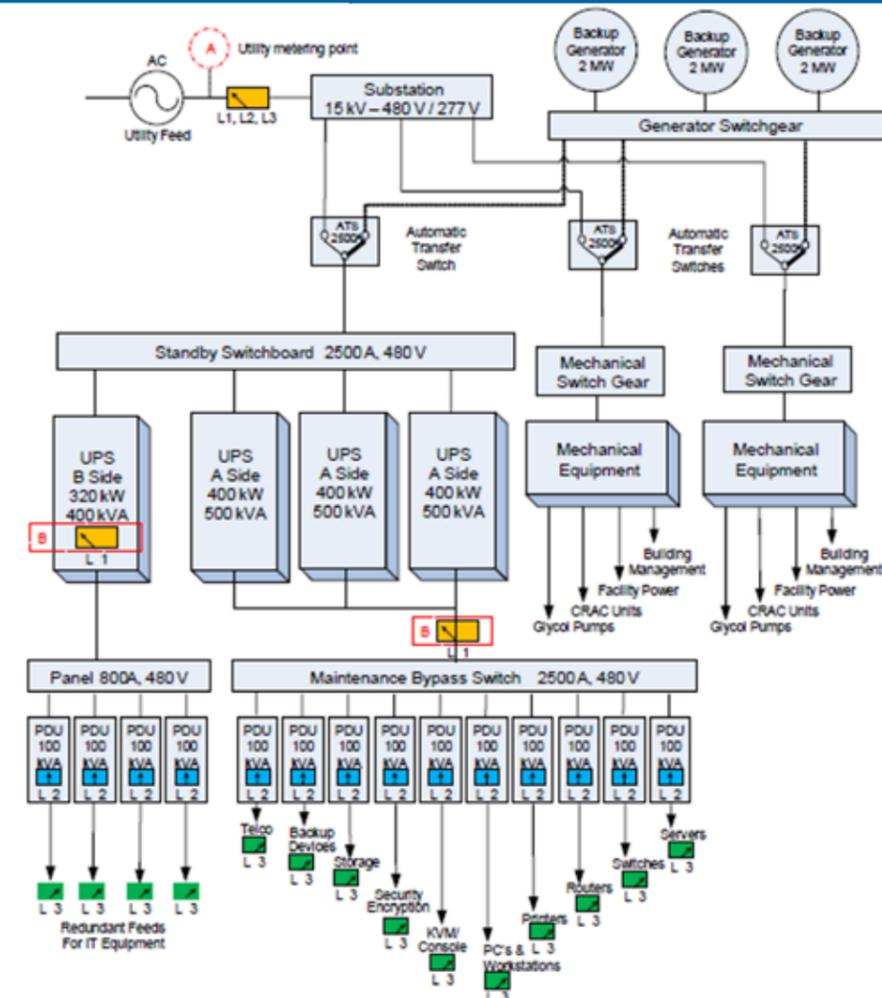
- componenti per la distribuzione di Potenza, incluso sistemi UPS systems, gruppi elettrogeni, quadri elettrici e Power Distribution Units (PDUs), batterie, perdite lungo tutta la linea di distribuzione fino agli apparati IT, ecc.;
- componenti dei sistemi di raffreddamento dedicati ai sistemi IT: gruppi frigoriferi per la produzione del freddo, torri di raffreddamento, pompe, CRAHs (computer room air

handling units), CRACs (computer room air conditioning units), eventuali sistemi di raffreddamento ad espansione diretta (DX units direct expansion air handler);

- altri carichi al Servizio dei sistemi IT come, ad esempio, i sistemi di illuminazione delle sale dati.

Il Green Grid ha definito tre livelli di misurazione del PUE sulla base dell'accuratezza e campionatura del dato. I punti di misurazione sono rappresentati nella Fig.2.

Figura 2: Rappresentazione grafica dei punti di misura del PUE (Rif. [5])



In Tab.2, invece, sono riportati i 3 livelli di PUE. Da diversi anni, è garantita nei DC di TIM la misura del PUE mediante rilevazioni mensili di livello 1 “L1”, che valuta il consumo dei sistemi IT direttamente mediante la misura di potenza in uscita agli UPS.

In una logica di Continuous Improvements volta alla misurazione più puntuale di questa grandezza, negli anni sono stati sviluppati dei sistemi di monitoraggio (Building Management System - BMS) che permettono di rilevare le grandezze in modalità più frequente e con maggiore accuratezza.

I nuovi Data Center, ad esempio, adottano già una metodologia di misura corrispondente al livello 2 “L2”: il parametro viene calcolato con valori di energia effettivamente consumata, misurati ogni ora attraverso i BMS, e con punti di rilevazione dei consumi dei sistemi IT in uscita dai Quadri Elettrici di continuità (PDU), metodologia che è in via di adozione anche per i DC già esistenti. La rilevazione del PUE, e sta proprio qui la sua importanza nella gestione di un Data

Center, ha consentito di valutare gli effetti e l’efficacia delle azioni di efficientamento messe in atto nel corso degli ultimi anni sulle infrastrutture.

In proposito, il PUE medio annuo globale dei DC del Gruppo TIM a regime nel 2022, esclusi quindi i nuovi DC entrati in esercizio nel corso del 2022, è stato di 1,54, al di sotto delle medie del settore, come risulta dalla Global Data Center Survey 2022 pubblicata dall’Uptime Institute (Rif. [6][7])(Fig.3).

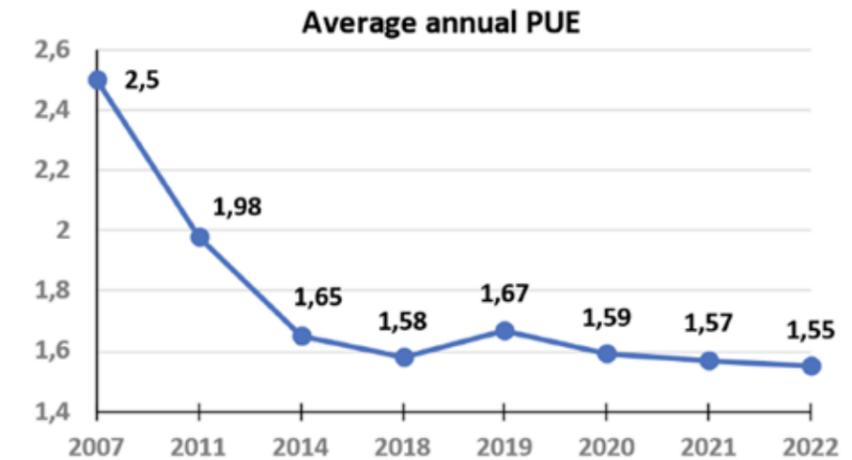
Per i Data Center del Gruppo TIM di ultima generazione, entrati in esercizio nel corso del 2022 e realizzati secondo i più avanzati criteri di progetto e con le più evolute soluzioni tecnologiche orientate all’efficienza energetica, il PUE target di progetto a pieno carico nominale è di 1,3.

Per poter posizionare il livello del PUE e stabilire se un DC può essere considerato non efficiente, efficiente, molto efficiente, in letteratura sono stati sviluppati una serie di studi volti a identificare le classi di efficienza, basati sui livelli di PUE misurati.

Tabella 2: Tabella riepilogativa dei 3 livelli di misura del PUE (Rif. [5])

	Level 1 (L1) Basic	Level 2 (L2) Intermediate	Level 3 (L3) Advanced
IT Equipment Energy	UPS Outputs	PDU Outputs	IT Equipment Input
Total Facility Energy	Utility Inputs	Utility Inputs	Utility Inputs
Measurement Interval	Monthly/Weekly	Daily/Hourly	Continuous (15 minutes or less)

Figura 3: Rete considerata per le misure di consumo e efficienza secondo la specifica ES203228/ITU-T L.1331



Tali tabelle sono distinte in funzione dell’area geografica in cui i DC sono posizionati. L’Italia rientra nell’area del bacino del Mediterraneo, comunemente più calda rispetto all’area del Nord Europa. Su questa base si considera vedi Tab.3.

Il tema della localizzazione geografica è essenziale quando si ragiona sui livelli di PUE raggiunti; infatti, è possibile apprezzare come le differenze di tale indice per zona climatica possano essere molto significative.

Ad esempio, nel grafico seguente, estratto dalla pubblicazione dei dati 2017 del PUE del Codice di Condotta Europeo [6], sono riportati i valori medi europei

di PUE suddivisi per fascia climatica in quell’anno (uno tra i cinque più caldi di sempre, soprattutto in Europa)(Fig.4).

Un quadro di riferimento normativo: ISO 50001:2018

La gestione di un centro della complessità tecnologica di un Data Center necessita di processi e procedure che rendano efficaci le performance ambientali in maniera continuativa.

La certificazione ISO 50001 è uno standard internazionale che riguarda il Si-

Tabella 3: Tabella riepilogativa efficienza del PUE Area Sud-Europea/Mediterraneo (Rif. [2])

LIVELLO DI EFFICIENZA	PUE RANGE
Non Efficiente	>1,7
Efficiente	1,5 - 1,7
Molto Efficiente	1,3 - 1,5

stema di Gestione dell'Energia (SGE). Questo standard fornisce linee guida e requisiti per l'implementazione di un sistema di gestione dell'energia efficace all'interno di un'organizzazione (Rif [8]).

L'obiettivo principale della certificazione ISO 50001 è aiutare le organizzazioni a migliorare le proprie performance energetiche, ottimizzando l'utilizzo delle risorse energetiche e diminuendo l'impatto ambientale associato all'uso dell'energia.

Una società che gestisce Data Center, quindi, trova nell'applicazione efficace di questo standard normativo grande beneficio nel perseguire gli obiettivi

“Green”, dato che, molte delle prescrizioni sono orientate agli aspetti gestionali delle risorse per l'implementazione di un processo orientato al miglioramento continuo delle performance energetiche del centro.

La norma ISO 50001 specifica i requisiti per l'implementazione di un SGE basato su un approccio sistematico. Questi requisiti comprendono:

1. Definire e condividere una politica energetica: l'organizzazione deve definire una politica energetica che includa gli obiettivi di miglioramento delle performance energetiche, il rispetto delle normative energetiche e gli indirizzi strategici dell'or-

ganizzazione. Tale politica deve essere pubblicata e condivisa da tutti gli stakeholder, dai vertici aziendali ai fornitori di servizi esterni che hanno influenza sul sistema di gestione, come ad esempio le imprese di manutenzione.

2. Condurre una valutazione energetica: è necessario analizzare i consumi energetici dell'organizzazione, definendo un modello di consumo energetico atto a definire la “firma energetica” del data center, identificando le variabili che influenzano gli usi significativi delle risorse energetiche ed ambientali, le leve e le opportunità di miglioramento.
3. Definire obiettivi e piani di azione: sulla base dei risultati della valutazione energetica, vengono stabiliti obiettivi specifici e misurabili per migliorare l'efficienza energetica. Vengono quindi sviluppati piani di azione per raggiungere tali obiettivi.
4. Implementare le azioni di miglioramento: l'organizzazione deve mettere in atto le azioni definite nel piano energetico, che possono includere l'adozione di tecnologie efficienti, l'ottimizzazione dei processi, l'educazione e la formazione del personale, e così via.
5. Monitorare e misurare le performance energetiche: deve essere utilizzato un sistema per monitorare tutte le azioni definite nel piano energetico, al fine di valutarne l'efficacia e identificare eventuali deviazioni rispetto agli obiettivi prefissati. In particolare, in riferimento agli usi significativi dell'energia dei Data Center, ovvero il servizio di alimentazione degli apparati informatici, l'indice di prestazione energetica principale è il

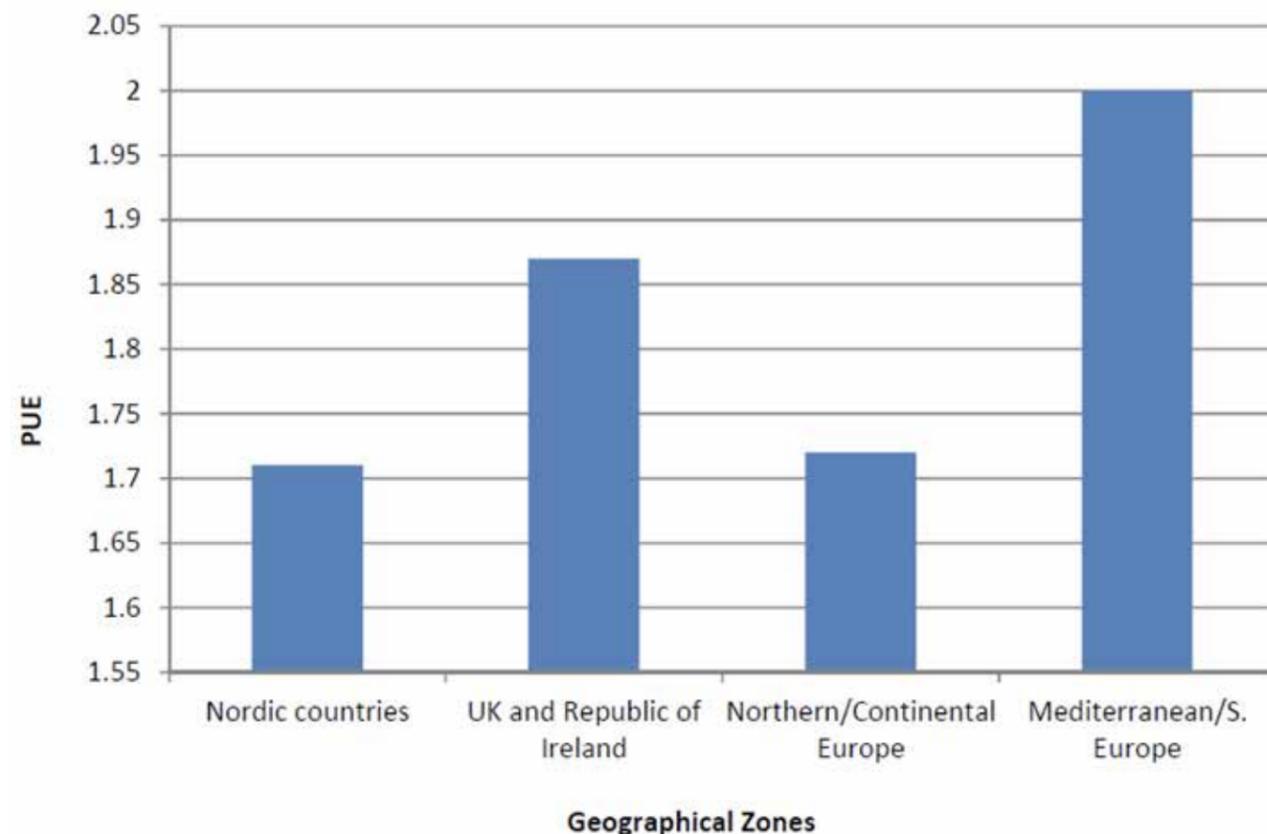
PUE, in quanto fornisce l'indicazione di quanta energia in più è stata utilizzata dal Data Center (catena alimentare, raffreddamento, servizi, [...]), rispetto all'energia necessaria per permettere il solo funzionamento degli apparati stessi.

6. Effettuare verifiche e revisioni periodiche: grazie al sistema di monitoraggio sono previste verifiche periodiche per valutare l'efficacia del sistema di gestione dell'energia e per apportare eventuali correzioni o miglioramenti, coinvolgendo tutti gli stakeholder interessati.
7. Miglioramento continuo: l'organizzazione si impegna a perseguire il miglioramento continuo delle performance energetiche, attraverso l'identificazione di nuove opportunità di risparmio energetico e l'implementazione di azioni correttive.

Ottenere la certificazione ISO 50001, per un sito di Data Center, dimostra l'impegno dell'organizzazione tutta per una gestione efficiente dell'energia e per la riduzione dell'impatto ambientale. La certificazione viene rilasciata da organismi di certificazione terzi che verificano l'adeguatezza e l'efficacia del sistema di gestione dell'energia dell'organizzazione rispetto agli standard richiesti dalla norma ISO 50001.

I Data Center del Gruppo TIM risultano certificati ISO 50001 fin dal 2017, quando venne certificato il data center di Rozzano. Negli anni, tale certificazione è stata conseguita anche per i data center di Bologna, Padova, Acilia, Pomezia, Santo Stefano ed è definito un piano che porterà entro il 2023 tutti i Data Center ad essere certificati.

Figura 4: Media del PUE suddiviso per fascia climatica europea – anno 2017 (Rif. [7])



Tecniche di raffrescamento: un key point per l'efficienza di un DC

Per quanto sopra già descritto, un livello di PUE che rappresenti un data center come efficiente o molto efficiente, non può prescindere dall'adozione di tecniche di raffrescamento a "basso consumo energetico".

Infatti, dell'energia utilizzata per il funzionamento di un data center (esclusa quindi l'energia consumata dagli apparati informatici), circa i due terzi sono attribuibili al raffrescamento.

Nei nostri Data Center, tra le diverse tecnologie e soluzioni adottate, due sono particolarmente indicate per garantire un raffrescamento efficiente: il Free Cooling, diretto o indiretto, e il contenimento in isola del caldo/freddo nella data hall.

Free Cooling

Il Free Cooling è una tecnica di raffreddamento che sfrutta le condizioni climatiche esterne favorevoli per ridurre o eliminare l'uso dell'aria condizionata tradizionale e dissipare il calore generato dai server e dagli apparati di rete.

Di solito, nei data center tradizionali, l'aria condizionata viene utilizzata per mantenere la temperatura e l'umidità all'interno dell'ambiente di lavoro entro limiti accettabili per il corretto funzionamento delle attrezzature. Tuttavia, il raffreddamento tramite compressori richiede una notevole quantità di energia. Il free cooling, invece, sfrutta le temperature esterne più basse rispetto a quelle interne per abbassare la temperatura dei locali del data center senza l'uso intensivo dell'aria condizionata. Tale tec-

nica, quindi, è diventata di uso comune nei data center da quando i costruttori di apparati informatici hanno immesso sul mercato sistemi in grado di operare a temperature sempre più alte (18 °C - 27°C) e con range esteso di umidità relativa (20% - 80%).

Le tipologie di free cooling principali sono:

Free cooling diretto (Fig.5)

L'aria esterna viene introdotta direttamente nel data center attraverso filtri per rimuovere particelle di polvere o impurità. L'aria esterna, più fredda rispetto all'interno del data center, viene utilizzata per raffreddare direttamente i server. Sono controllati e gestiti contemporaneamente sia la temperatura che l'umidità relativa dell'aria, affinché le condizioni climatiche della sala sia conforme alle policy definite. Il free cooling diretto è indicato specialmente per le località temperate (non eccessivamente fredde e umide).

Free cooling indiretto (Fig.6)

In questa modalità, l'aria esterna non viene direttamente in contatto con gli apparati elettronici.

Sono state previste e implementate nei data center due diverse soluzioni che intervengono contemporaneamente o meno in relazione alle condizioni climatiche esterne:

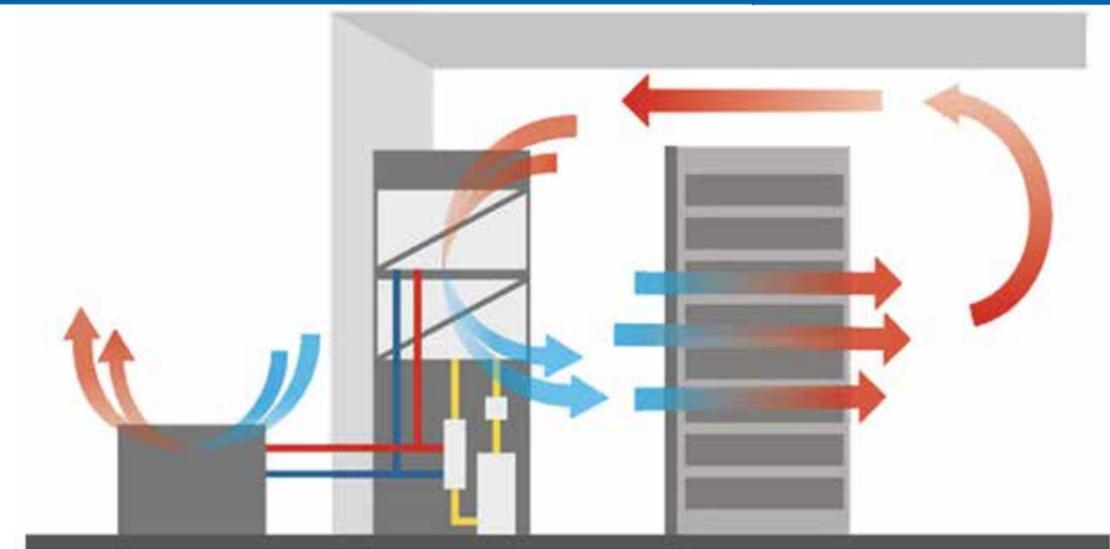
- È presente uno scambiatore di calore per separare l'aria esterna dal circuito di raffreddamento dall'aria interna del data center e l'aria esterna raffredda il fluido refrigerante nell'unità di scambio termico che, a sua volta, raffredda l'aria interna;
- È presente un dry cooler dove l'aria esterna viene utilizzata per raffreddare il refrigerante del chiller riducendo così la necessità di utilizzare il compressore per il raffreddamento.

Il beneficio è significativo poiché il compressore richiede meno energia per comprimere il refrigerante e raffreddarlo, essendo annullata o diminuita in rela-

Figura 5: Funzionamento del FC diretto



Figura 6: Funzionamento del FC indiretto



zione alle condizioni di funzionamento del sistema di free cooling indiretto. Il free cooling indiretto è indicato specialmente per le località continentali fredde e secche.

Monitoraggio del funzionamento del FC

L'efficienza energetica in aree con clima temperato è fortemente correlata all'uso del free cooling, perché consente di sfruttare una fonte di raffreddamento gratuita e naturalmente disponibile, riducendo così la dipendenza da sistemi di refrigerazione più energeticamente intensivi. Pertanto, è di fondamentale importanza il monitoraggio delle condizioni abilitanti.

Uno strumento di monitoraggio molto utile sono le "heat map", o mappe termiche, che consentono di rappresentare e visualizzare graficamente la distribuzione e l'intensità del funzionamento free cooling mediante l'uso del colore.

Innanzitutto, per creare una mappa termica è necessario raccogliere i dati di misura.

Nel nostro caso, nei Data Center con free cooling diretto, tramite il Building Management System (BMS) (Rif. [9] e [10]) sono raccolti i dati di funzionamento orario di ciascuna unità di raffrescamento presente nella data hall, i più significativi dei quali sono la temperatura e la % di umidità relativa dell'aria esterna, la % di apertura della serranda di utilizzo dell'aria esterna, la % di funzionamento

del sistema di ventilazione presente e la % di apertura della valvola del circuito idronico, chiusa quando il sistema utilizza solo il free cooling diretto (le unità di sala possono utilizzare entrambe le tecnologie, ad acqua refrigerata e/o free cooling).

Per la rappresentazione grafica è stato utilizzato il dato orario della % di apertura media delle serrande di tutte le unità presenti in sala, in quanto più rappresentativo del funzionamento in FC dell'intero sistema.

Pertanto, nella heat map l'uso del FC in ciascuna ora nel periodo di analisi è stato rappresentato con colore che va dal rosso (0% FC) al verde (100% FC). Per cui ogni punto della mappa rappresenta

l'intensità dell'uso del FC in quella determinata.

Inoltre, il sistema automatico di gestione dei sistemi di raffrescamento massimizza l'uso del free cooling in relazione alle condizioni climatiche esterne, garantendo i range di temperatura e di umidità di funzionamento degli apparati informatici all'interno delle sale (Fig.7).

Considerando il diagramma psicrometrico dell'aria, riportato nella figura seguente, è possibile valutare se le condizioni di temperatura e umidità relativa dell'aria esterna permettono l'uso del FC. Ne deriva la possibilità di affiancare alla heat map di misura, una heat map di controllo, (lato sinistro e destro rispettivamente, della Fig.8) per verificare il

Figura 7: Diagramma psicrometrico con condizioni di funzionamento del FC per un Data Center

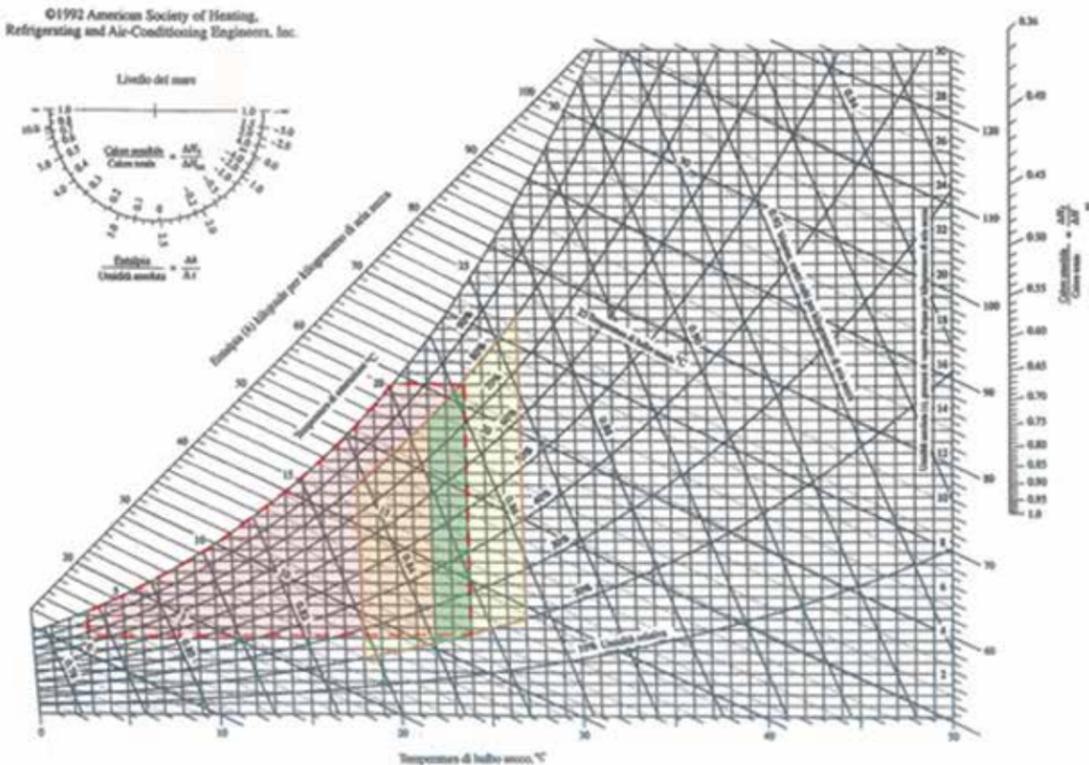
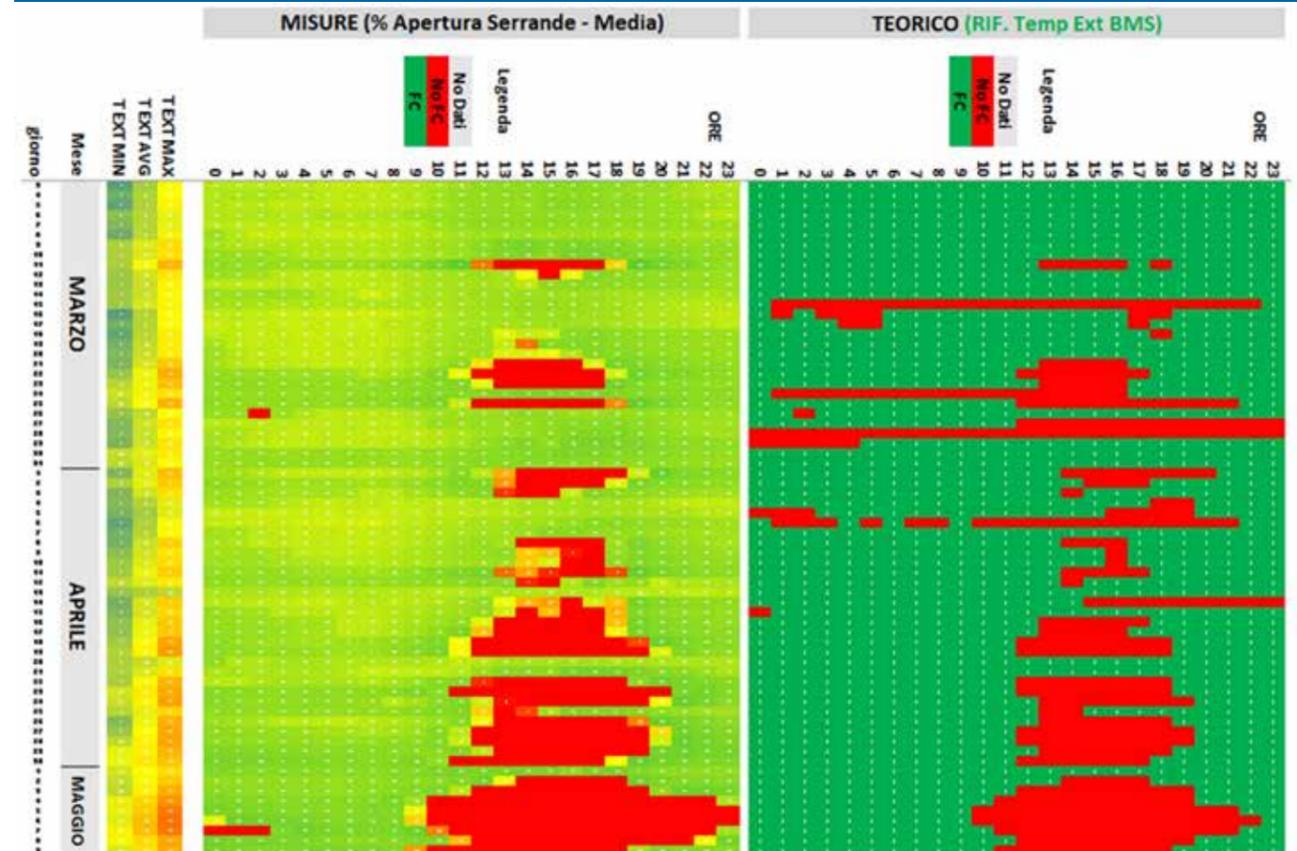


Figura 8: Heat Map di funzionamento del FC su un DC per un periodo



corretto funzionamento. Ciò premesso, un esempio del risultato finale dell'attività del monitoraggio sistematico dell'utilizzo del FC nei nostri Data Center è riportato nella heat map in Fig.8.

Trattasi del monitoraggio di una sala di 1MW di un DC Tier IV dotato di FC diretto, dove è possibile notare che, nel periodo indicato (marzo/maggio 2023), il funzionamento del FC (mappa a sinistra - MISURE) è stato sostanzialmente in linea con le aspettative teoriche di progetto (mappa a destra - TEORICO).

Tale metodologia permette inoltre alle persone deputate alla gestione del Centro di verificare la bontà del posizionamento dei sensori a comando del consenso all'uso del free-cooling; non è raro, infatti, che un errato posizionamento delle sonde possa ridurre l'efficacia del sistema o aumentare i rischi di esercizio.

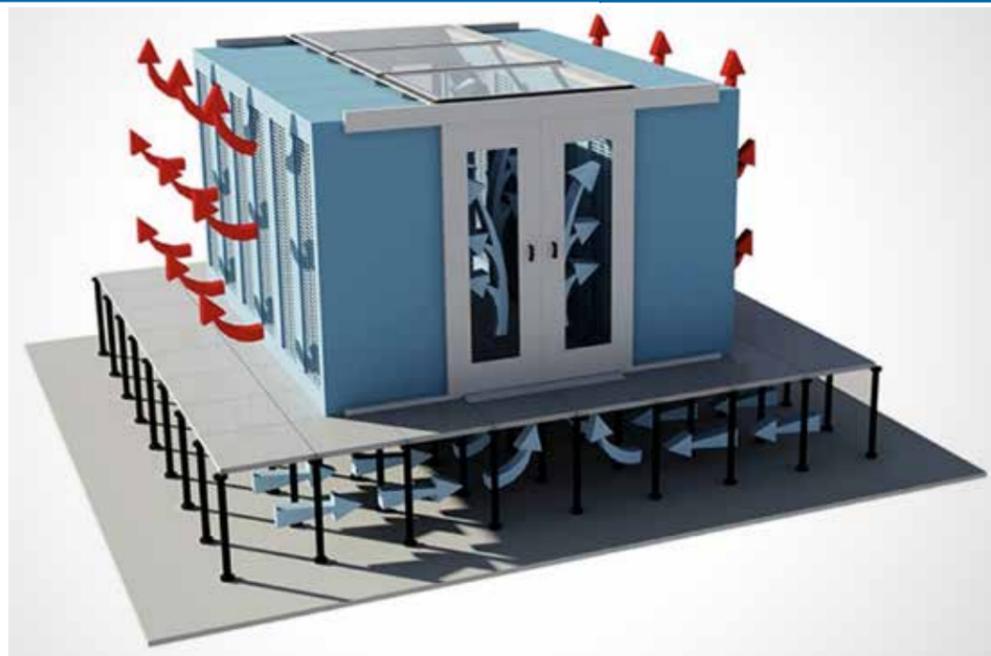
Hot/Cold aisle containment

Il contenimento del caldo/freddo, noto anche come "hot/cold aisle containment", è una pratica utilizzata nei data center per ottimizzare il flusso dell'aria e ridurre la miscelazione tra l'aria calda e l'aria fredda all'interno dell'ambiente (Rif [3] e [11]).

Tale pratica è consigliata soprattutto in condizioni di alto assorbimento elettrico (> 1kW/mq). Il contenimento può essere effettuato sia per il freddo che per il caldo. Nei nostri data center è stato utilizzato il contenimento in corsie fredde (cold aisles).

L'aria fredda viene fornita direttamente ai rack dei server, riducendo la miscelazione con l'aria calda di scarico che viene quindi convogliata verso l'infrastruttura di raffreddamento o estratta dall'edificio in modo efficiente (Fig.9).

Figura 9: Cold Aisle containment del Data Center



Tutto ciò determina l'aumento dell'efficienza energetica: il contenimento/compartimentazione riduce la miscelazione tra l'aria calda e l'aria fredda, riducendo la necessità di raffreddare una quantità eccessiva di aria, migliorando così l'efficienza energetica complessiva del sistema di raffreddamento.

In aggiunta migliora anche la gestione della temperatura e dell'umidità relativa in relazione agli SLA contrattuali definiti.

Conclusioni

In conclusione, un Green Data Center è un'infrastruttura progettata per minimizzare l'impatto ambientale dei tradizionali data center adottando tecnologie e pratiche che riducono il consumo di energia, l'utilizzo di acqua e le emissioni di carbonio, pur mantenendo la capacità di elaborazione e archiviazione dei dati.

Noovle, la società del gruppo TIM deputata alla realizzazione e gestione dei Data Center Domestic del Gruppo, in quanto Società Benefit, si impegna per la sostenibilità e si sforza di costruire e gestire data center altamente sostenibili.

I Green Data Center di Noovle incorporano le migliori pratiche, hanno un sistema di gestione energetico certificato ISO 50001, sono conformi al sistema di gestione ambientale ISO 14001 e stanno ottenendo la certificazione LEED.

Inoltre, aderendo al EU CoC, i data center rispettano standard ambiziosi di miglioramento continuo dell'efficienza energetica e della gestione delle risorse.

Il PUE medio annuale dei data center esistenti nel 2022 è stato di 1,539, al di sotto delle medie del settore.

I Data Center di ultima generazione, costruiti con principi di progettazione avanzati e tecnologie ad alta efficienza energetica, puntano a un obiettivo di PUE minore/uguale di 1,3 a pieno carico che rappresenta un valore di eccellenza nell'area climatica sud europea/mediterranea.

Complessivamente, attraverso il monitoraggio continuo, l'adozione delle migliori pratiche e gli avanzamenti tecnologici introdotti, il risultato punta a ridurre al minimo l'impronta ambientale pur offrendo servizi affidabili di elaborazione dei dati, rendendo il Gruppo TIM all'avanguardia italiana nella realizzazione di "Green Data Center". ■

Leadership in Energy and Environmental Design

La certificazione Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) (Rif. [12]), testimonia l'impegno nel perseguire pratiche sostenibili atte a ridurre l'impatto ambientale delle proprie attività. Nel seguente paragrafo vengono elencati i punti salienti della certificazione e un focus sul conseguimento ottenuto per il data center di Cassina de Pecchi.

La certificazione LEED è un riconoscimento internazionale per la sostenibilità edilizia, dove si attesta che il Data Center, è stato progettato e costruito secondo standard ESG. L'ottenimento della certificazione parte dalla fase progettuale, dove vengono adottate delle scelte di design atte a garantire il conseguimento di quest'ultima. Segue la fase di costruzione con l'adozione di materiali innovativi, soluzioni efficienti e innovativi.

Le caratteristiche salienti della certificazione LEED includono:

- efficienza energetica: Data Center progettato per ottimizzare l'efficienza energetica, con l'utilizzo di soluzioni innovative come l'impiego di sistemi di raffreddamento ad alta efficienza, l'adozione di sistemi di illuminazione a basso consumo energetico e l'implementazione di tecnologie per il monitoraggio e la gestione intelligente del consumo energetico;
- gestione delle risorse idriche: vengono adottate misure per ridurre il consumo di acqua nell'edificio e nel Data Center, come l'utilizzo di apparecchiature a basso flusso d'acqua e l'implementazione di sistemi di recupero e/o riciclo dell'acqua piovana;

- materiali sostenibili: per la costruzione sono impiegati materiali a basso impatto ambientale, provenienti da fonti sostenibili e riciclabili o anche vernici "mangia-smog". Inoltre, sono adottate pratiche di gestione dei rifiuti, con l'obiettivo di massimizzare il riciclo e la riduzione dei rifiuti generati durante la fase di costruzione e nel corso dell'operatività dell'edificio data center;
- qualità ambientale interna: sono adottate misure per garantire un'alta qualità dell'aria interna e un ambiente di lavoro salubre per il personale del data center. Ciò include l'uso di sistemi di filtraggio dell'aria avanzati, la riduzione delle fonti di inquinamento indoor e l'implementazione di politiche di gestione dei prodotti chimici per garantire un ambiente di lavoro sicuro e salutare.

Il Data Center di Cassina de Pecchi ha ottenuto la certificazione LEED a livello GOLD. Nello specifico sono state implementate:

- soluzioni estensive di Free Cooling (vedi par. Free Cooling) diretto;
- materiali ad alto isolamento termico in grado di garantire una maggiore tenuta onde evitare dispersioni termiche;
- utilizzo di vernici esterne "mangia smog" basate su micro-catalizzatori che scindono a contatto le molecole di SO, CO₂, NO, ..., liberando ossigeno e trattenendo gli altri elementi che vengono portate a terra al cadere della pioggia;
- utilizzo di vernici interne "mangia batteri", la cui composizione non ne favorisce la

circolazione e proliferazione nell'ambiente. In aggiunta, sono utilizzati materiali a bassa emissione di composti organici volatili (COV) per una maggiore qualità dell'aria;

- adozione di apparecchiature illuminanti a basso consumo energetico mediante tecnologia LED e sensoristica di movimento, che contribuiscono ulteriormente al risparmio energetico;
- sistemi avanzati di monitoraggio e gestione per ottimizzare il consumo energetico;
- implementazione di un sistema di recupero per l'acqua piovana, per ridurre il consumo di acqua. Il sistema è a servizio della rete idrica duale, andando a ridurre il consumo complessivo dell'acqua all'interno dell'edificio. L'implementazione di tale tecnologia

innovativa permette di minimizzare il ricorso all'acqua potabile e di ottimizzare l'uso delle risorse idriche disponibili;

- riciclo di materiale per la costruzione del Data Center al fine di ridurre l'impatto ambientale e l'utilizzo di materie prime e selezione, nella realizzazione, di prodotti ad alto tasso di materiale recuperato;
- riuso di componenti, arredi e apparecchiature dandogli una seconda vita. Sono stati ricondizionati porte, finestre, mobili e apparecchiature elettriche provenienti da uffici dismessi e/o rinnovati. Questo ha ridotto la quantità di rifiuti generati conseguendo una gestione sostenibile delle risorse e orientata all'economia circolare.

Firma Energetica dei Data Center

La firma energetica di un data center rappresenta il profilo di consumo energetico caratteristico di tale infrastruttura, in funzione delle condizioni operative e delle variabili che incidono sul consumo stesso.

Per i nostri Data Center, la firma energetica è stata individuata modellando la relazione esistente tra il PUE e le variabili che lo influenzano maggiormente, essendo il consumo totale del sito dato dal prodotto del carico IT per il PUE stesso.

Definite le condizioni ambientali di funzionamento degli apparati informatici, tali variabili sono:

- la percentuale di potenza impegnata dagli apparati IT rispetto alla capacità massima di potenza elettrica della data hall;
- le condizioni climatiche esterne.

Per la modellazione del PUE è stata effettuata un'analisi di regressione non lineare a due variabili (% carico IT e i gradi giorno di raffreddamento CDD (Rif. [13]) mediante il seguente processo:

1. definizione del perimetro tecnologico: data center Tier IV, con presenza di "free cooling" diretto e "cold aisle containment";
2. raccolta dei dati: monitoraggio orario del target (PUE) e delle variabili individuate (% IT Load e CDD) per oltre 12 mesi di esercizio, comprendendo tutta la fase di

sviluppo temporale del carico IT e le diverse condizioni climatiche esterne;

3. selezione della funzione di regressione. In base ai criteri di progettazione adottati e al relativo PUE atteso (il cui valore a carico IT nullo tende ad infinito e a regime tende asintoticamente a quello di progetto, ovvero con andamento iperbolico), si è selezionata la seguente funzione:

$$PUE(X_1, X_2) = a \cdot X_1^b + c \cdot X_2 + d$$

dove:

X1= % Carico IT

X2= CDD [°C]

(a,b,c,d) sono i coefficienti della regressione non lineare

4. Elaborazione dati e analisi di regressione: il risultato di tale analisi (Rif. [14]) è la curva riportata in figura seguente, con R-squared pari a circa 0,991 con un'ottima indicazione della bontà del modello (Fig.A).

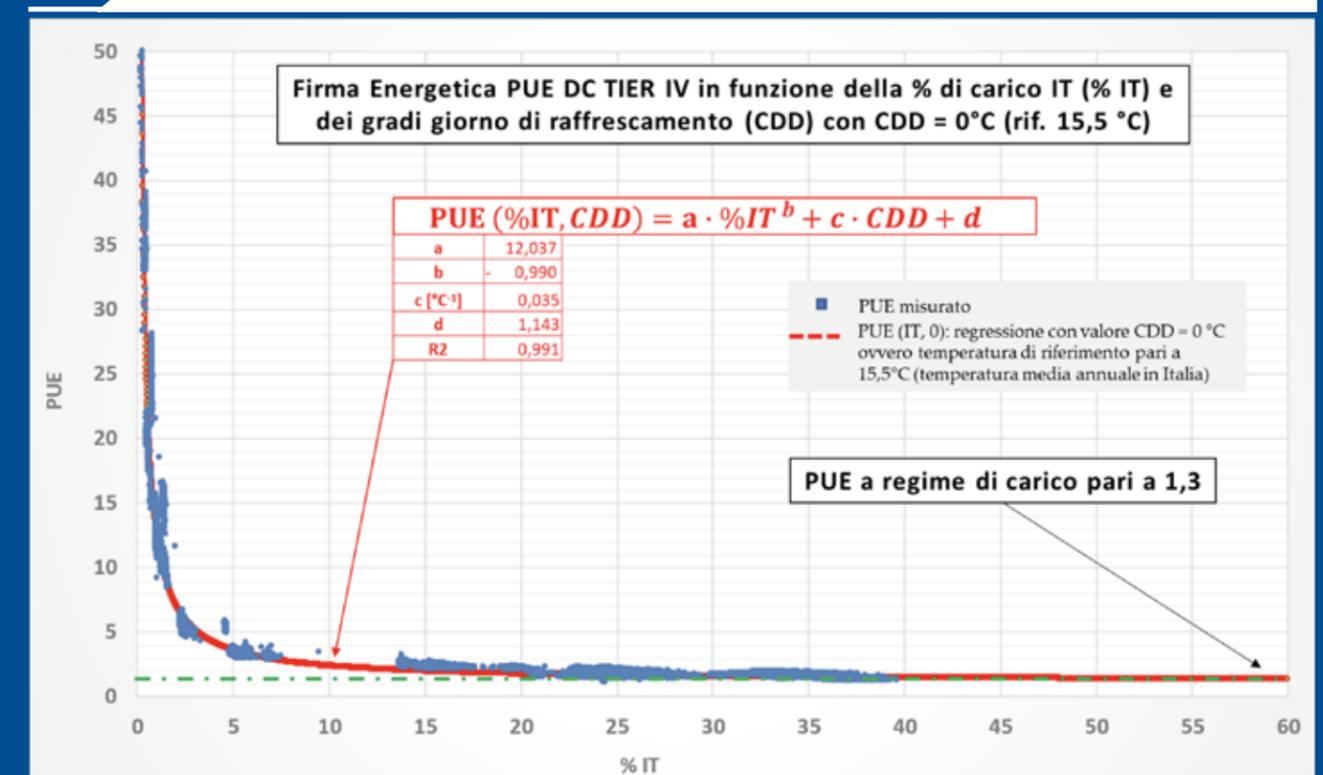
Uso della firma energetica individuata

Oltre a verificare la bontà del progetto del Data Center, disponendo della misura oraria delle condizioni di carico IT e di quelle climatiche esterne, la firma energetica individuata è stata utilizzata come carta di controllo dinamica per il monitoraggio "near real time" del PUE dei data center appartenenti al perimetro tecnologico oggetto di analisi, in modo da individuare tempestivamente

possibili problemi di efficienza energetica e prendere decisioni informate per attuare le correzioni necessarie e verificarne successivamente l'efficacia.

Inoltre, ha consentito di pianificare i consumi di energia elettrica delle data hall anche in condizioni di carico non a regime e a differenti condizioni climatiche esterne.

Figura A: Dati sperimentali ed equazione di regressione dell'andamento del PUE – teorico vs misurato (Rif. [15])



Urlografia

1. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/energy-efficiency/energy-efficiency-products/code-conduct-ict/code-conduct-energy-efficiency-data-centres_en
2. <https://www.thegreengrid.org/>
3. <https://e3p.jrc.ec.europa.eu/publications/2022-best-practice-guidelines-eu-code-conduct-data-centre-energy-efficiency>
4. <https://e3p.jrc.ec.europa.eu/node/575>
5. <https://www.thegreengrid.org/en/resources/library-and-tools/237-PUE%3A-A-Comprehensive-Examination-of-the-Metric>
6. <https://uptimeinstitute.com/resources/research-and-reports/uptime-institute-global-data-center-survey-results-2022>
7. https://www.researchgate.net/publication/32223249_Trends_in_data_centre_energy_consumption_under_the_European_Code_of_Conduct_for_data_centre_energy_efficiency
8. https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_50001
9. https://www.johnsoncontrols.com/it_it/automazione-e-controllo-degli-edifici/gestione-degli-edifici/sistema-di-automazione-degli-edifici
10. <https://www.siemens.com/it/it/prodotti/buildingtechnologies/automation/desigo.html>
11. https://www.missioncriticalmagazine.com/ext/resources/MC/Home/Files/PDFs/WP-APC-Hot_vs_Cold_Aisle.pdf/
12. <https://gbcitalia.org/certificazione/leed/>
13. <https://www.degreedays.net/>
14. <https://www.knime.com/>
15. <https://orangedatamining.com/>

Autori



Luigi Bellani

luigi.bellani@noovle.com

Laureato in ingegneria, dopo alcuni anni di impegno in attività di ricerca e sviluppo in ambito oceanografico, durante i quali è autore di numerosi articoli scientifici a livello nazionale ed internazionale, entra a far parte del gruppo TIM (allora Sip) nel 1992. Fino al 2000 in Saritel, con livelli di responsabilità via via crescenti, si occupa della fornitura, integrazione e gestione delle piattaforme per i servizi VAS della rete radiomobile italiana e delle controllate estere. A seguito dell'accordo TIM-IBM del 2000 per la creazione dei primi Internet DataCenter italiani, viene chiamato a dirigerne la progettazione, la realizzazione e la successiva gestione. Nei successivi 23 anni si occupa, attraversando le diverse aziende create in TIM per la gestione delle infrastrutture IT, dello sviluppo, razionalizzazione e gestione dei datacenter del gruppo.

Negli anni ha partecipato ai gruppi di lavoro per lo sviluppo delle norme CEI per i datacenter e dal 2022 è membro dell'Advisory Board italiano dell'associazione Datacenter Nation. E' anche il rappresentante per Noovle all'Italian Datacenter Association (IDA). ■



Vincenzo Di Lizia

vincenzo.dilizia@noovle.com

Laureato in Ingegneria nel 1993. Lavora fino al 1997 nel gruppo R&D di STMicroelectronics in qualità di Reliability Manager di dispositivi Super Smart Power. Successivamente passa in TIM dove si occupa di sviluppo di sistemi IT per il Resource e l'Order Management in ambito Mobile. Nel 2012 passa alla funzione di Energy Management di TIM occupandosi prevalentemente di efficienza energetica e incentivazioni. Nel 2016 acquisisce la certificazione Accredia di Esperto in Gestione dell'Energia (EGE). Dal 2021 passa a Noovle nella funzione DC CO.IS con il ruolo di Energy Manager dell'azienda, occupandosi dell'intero processo di gestione dell'energia, mantenendo e sviluppando ulteriormente la certificazione ISO 50001 e le azioni necessarie per migliorarne la sostenibilità ambientale dei Data Center, occupandosi dei progetti di fornitura, autoproduzione, monitoraggio, efficientamento e decarbonizzazione delle risorse energetiche. ■



Francesco Edemetti

francesco.edemetti@noovle.com

Laureato in Ingegneria nel 2016 e dopo due diverse esperienze lavorative ed un PhD in Energia e Ambiente, approda in Noovle nel Novembre 2021, per ricoprire un ruolo di Energy nel gruppo di gestione infrastrutture dei Data Center in ambito Colocation & Infrastructure Services. Si occupa di efficientamento energetico degli asset di Noovle con azioni mirate al saving energetico e proposizione di nuove tecnologie; inoltre gestisce la raccolta e gestione dei dati riguardanti il bilancio di sostenibilità del perimetro Environment per Noovle. A Giugno 2023 è stato nominato membro del technical board all'interno dell' Italian Data Center Association (IDA) in ambito sostenibilità e progetti innovativi per i Data Center. ■



Salvatore La Scala

salvatore.lascale@noovle.com

Laureato in Ingegneria, viene assunto in SIP nel maggio 1988, nel settore Immobili e Servizi dell'allora DR Lazio, fino al 1998 si è occupato di progetti e realizzazioni di impianti tecnologici al servizio dei nuovi apparati telefonici a tecnica numerica in tutta la Regione. Passato nei Sistemi di Alimentazione e Condizionamento della Direzione Generale di Telecom Italia, si è occupato della redazione di normative e capitolati tecnici, di collaudi in fabbrica e di progetti di grandi impianti, svolgendo missioni di consulenza presso le partecipate in Argentina, Bolivia e Cuba. Nel 2001 è stato distaccato per un anno presso la società partecipata Menta, Cable y Television de Catalunya, a Barcellona. Dal 2006 fa parte del team di gestione delle infrastrutture dei Data Center di TI, oggi Noovle, dove tra l'altro si occupa di aspetti legati all'efficienza energetica delle infrastrutture, come membro dell'Energy Management Team ISO 50001. ■

Standard e collaborazioni internazionali

Claudio Bianco, Mauro Boldi, Luca Pesando



In questo capitolo si esaminano le attività in ambito di standardizzazione e le collaborazioni internazionali sul tema delle “Green Networks”, declinato in particolare come “sostenibilità” delle soluzioni implementate, un tema molto presente anche, ad esempio, nella definizione dei futuri sistemi 6G. Dopo una introduzione generale, si esaminano gli standard per Cloud, data centers, rete fissa e successivamente quelli per rete mobile. Due schede su progetti finanziati relativi al tema “green” completano il capitolo.

Tra i gruppi di standard citiamo in particolare ETSI TC EE [1] “Environmental Engineering” ed ITU-T, specialmente con lo “Study Group” 5, dedicato a “Environment, climate change and circular economy” [2] dove l’attività di TIM è stata più ampia negli ultimi anni, anche con ruoli di riferimento nella stesura delle specifiche e delle raccomandazioni dei due SDO.

Questi due gruppi lavorano spesso in sinergia tra loro, con alcune specifiche/raccomandazioni congiunte e tecnicamente allineate.

Sugli aspetti di rete fissa, l’ISG F5G (Fixed 5G) in ETSI si occupa di efficienza energetica di reti in fibra (superiore a quella mobile), con incremento dell’usabilità per ulteriore efficientamento. Anche questo ISG lavora in sinergia con ITU-T, SG15, specialmente per lo standard FTTR (Fiber to the Room). È necessario in futuro definire in questi ambiti opportune metriche di misura.

Di rilievo è anche l’attività in 3GPP, e specialmente nel gruppo SA5, che vede alcune attività specifiche sul tema “Green Networks”.

In particolare, a partire dalla Release 17 [3], SA5 ha lavorato su meccanismi di management e API standardizzate per misure di efficienza su apparati e reti, e in Release 18 ha in programma di estendere gli studi anche a reti virtualizzate.

Altri gruppi presidiati sono:

- GSMA, che a Giugno 2022 ha definito un set di misure e Key Performance Indicators (KPIs) per l’efficienza di reti mobili [4]. GSMA collabora anche con Gesi, specialmente su temi di rete fis-

sa, ma con metodologie simili a quelle della rete mobile;

- NGMN Alliance, che ha pubblicato a Febbraio 2023 un report [5] incentrato su metodologie per la riduzione dei consumi e l’incremento dell’efficienza;
- Open RAN MoU, insieme a Vodafone, Telefonica, DT e Orange, con attività principale su Open RAN, con il tema dell’efficienza in evidenza, come si rileva anche dal report in cui si evidenzia la necessità di monitorare e misurare i consumi delle reti [6];
- ETNO Sustainable Development Working Group – Energy Task Force, che discute le politiche europee sugli ESG ed elabora best practices e benchmarks sulle migliori pratiche di sostenibilità in ambito TLC ed ICT [7].

Per gli standard occorre infine citare UNI EN ISO 50001. È uno standard che fornisce linee guida per ottimizzare l’uso dell’energia e promuovere la sostenibilità aziendale.

La norma promuove un approccio per l’ottimizzazione dell’uso dell’energia, consentendo all’azienda di identificare aree di miglioramento e di implementare azioni correttive mirate. TIM è certificata ISO 50001 dal 2014, dimostrando il suo impegno a migliorare continuamente le prestazioni energetiche.

Ad integrazione, si riportano anche alcune attività che sono in corso su progetti finanziati e che riguardano temi di efficienza e sostenibilità. TIM è coinvolta nella serie di progetti Hexa-X ed Hexa-X-II, aventi l’obiettivo di definire in pre-standardizzazione il futuro sistema 6G. Nel fare ciò, un posto di grande rilievo è riservato alla sostenibilità, e alle “Green Networks”.

Anche il progetto “6GREEN” studia soluzioni di efficientamento delle reti future, specialmente a livello di core network.

Attività per Cloud, datacenter, rete fissa

Per le attività di standardizzazione tecnica in ambito rete fissa, data center e Cloud occorre segnalare le già citate attività congiunte di ETSI EE ed ITU-T SG5, enti impegnati nel rendere disponibili specifiche incentrate sul tema dell’efficienza energetica ed ambientale.

Vanno evidenziate le seguenti raccomandazioni:

- ETSI ES 203 475 / ITU-T L.1315 - Standardization terms and trends in energy efficiency;

- ETSI EN 303 471 - Energy Efficiency measurement methodology and metrics for Network Function Virtualisation (NFV);
- ETSI ES 203 539 / ITU T L.1361 - Measurement method for energy efficiency of Network Functions Virtualisation (NFV) in laboratory environment;
- ETSI EN 303 470 - Energy Efficiency measurement methodology and metrics for servers;
- ETSI ES 203 136 - Measurement methods for energy efficiency of router and switch equipment;
- ETSI EN 303 215 / ITU-T L.1310 - Measurement methods and limits for power consumption in broadband telecommunication networks equipment;
- ITU-T L.1304 - Procurement Criteria for Sustainable Data Centres;
- ITU-T L.1305 - Data centre infrastructure management system based on big data and artificial intelligence technology.

Per le infrastrutture a servizio degli apparati TLC ed ICT, quali i sistemi di alimentazione, le batterie ed il condizionamento, si segnalano le seguenti specifiche:

- ETSI EN 300 019 series - Environmental condition for equipment and site;
- ETSI EN 300 119 series - Mechanical and Thermal management;
- ETSI TS 103 553-1/2/3 (ITU-T L.1020/L.1021/L.1023) - Part 1: Overview of energy storage//Part 2: Battery/Part 3: Supercapacitor;
- ITU-T L.1210 - Sustainable power-feeding solutions for 5G networks;
- ITU-T L.1380/L.1381/L.1382/L.1383 - Smart energy solution for telecom sites/for data centres/for telecommunication room/for cities and home applications;
- ETSI EN 300 132 series - AC and DC power feeding (compresa la nuova architettura “up to 400 VDC for TLC/ICT

loads”, tematica su cui è attivo anche il CEI in ambito CT320);

- ETSI TS 103 685 - Liquid cooling solutions for Information and Communication Technology (ICT) infrastructure equipment.

Nella Fig.1 si riporta un esempio di architettura di alimentazione per apparati in rete di accesso, raccomandata da ITU-T L.1382. Per le attività congiunte ETSI EE/ ITU-T SG5 in corso, si segnala l’attività di sviluppo del nuovo standard “Liquid Cooling Solution for High density BBU”, di cui si riporta uno schema nella Fig.2.

Un altro importante fronte di attività congiunta è rappresentato dalla revisione degli standard della serie ETSI ES 202 336, che copre gli aspetti di monitoraggio e controllo dei sistemi di alimentazione e condizionamento e dei parametri ambientali

Figura 1: Architettura di alimentazione per apparati in rete di accesso raccomandata da ITU-T L.1382

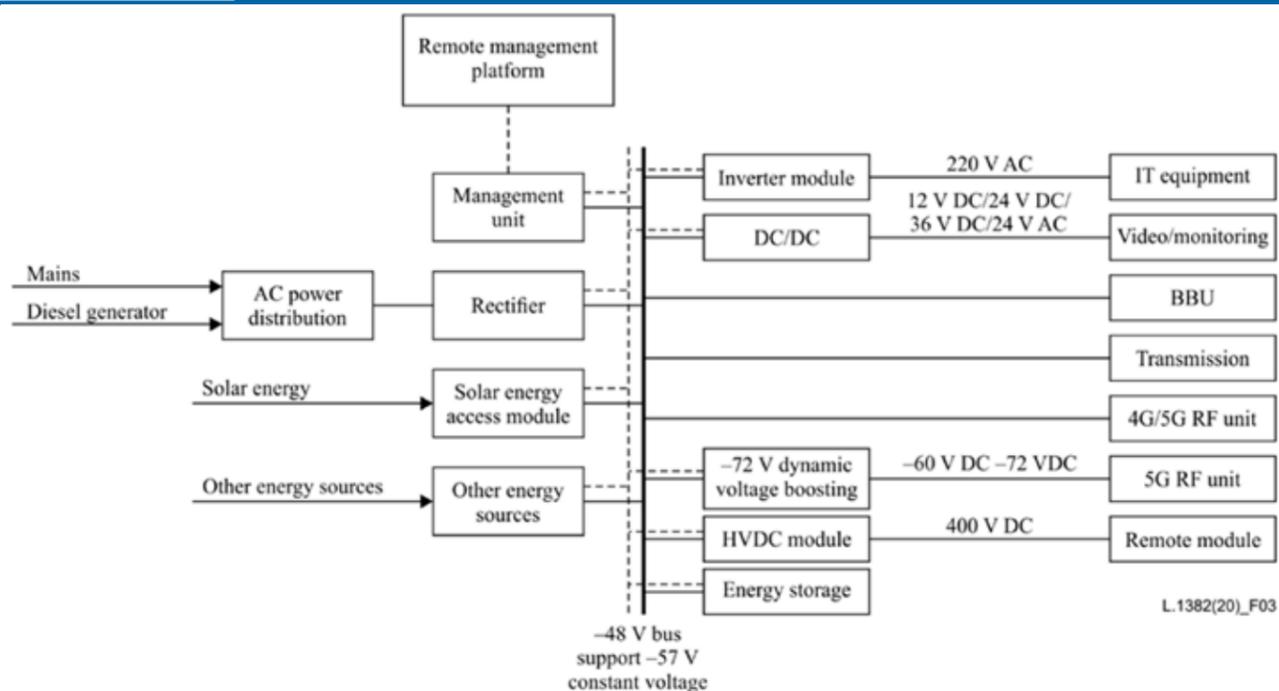
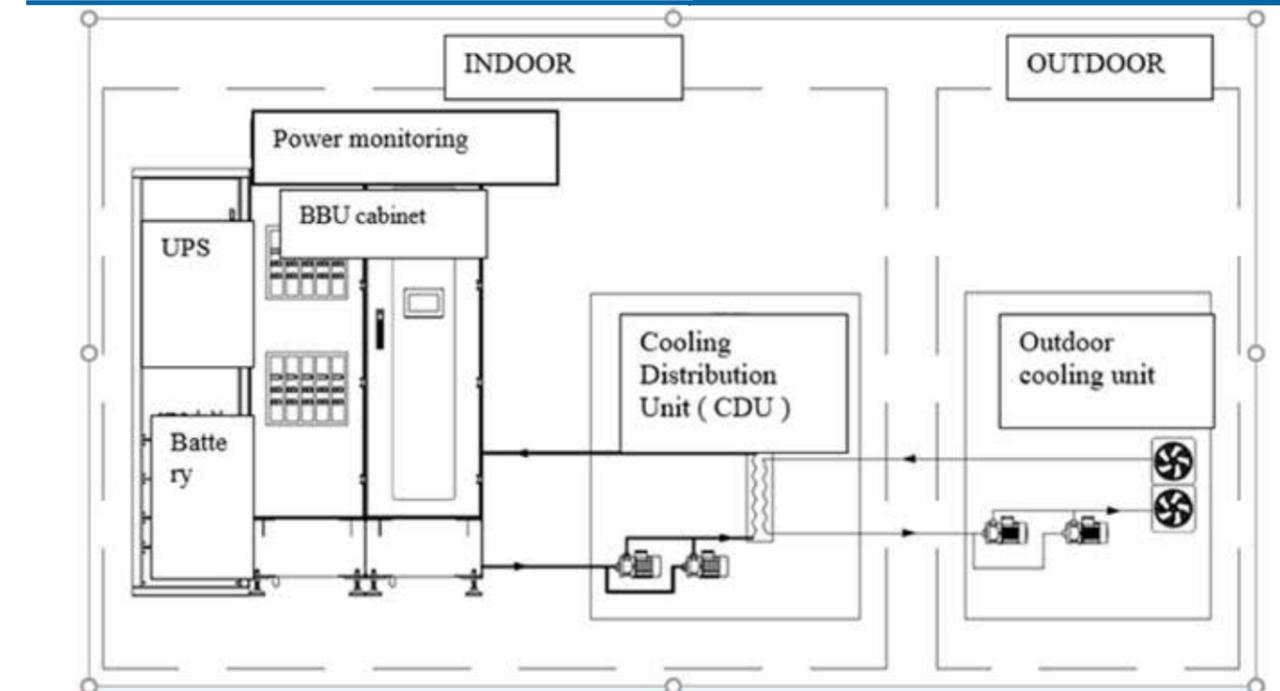


Figura 2: Schema per 5G BBU spray liquid cooling system



ed energetici degli apparati ICT (i.e. Part 12: “ICT equipment power, energy and environmental parameters monitoring information model”).

Il tema della Economia Circolare è sviluppato, invece, con le seguenti raccomandazioni:

- ITU-T L.1022 - Circular Economy: Definitions and concepts for material efficiency for Information and Communication Technology;
- ITU-T L.1023 - Assessment method for circular scoring;
- ITU-T L.1450 - Methodologies for the assessment of the environmental impact of the ICT sector;
- ITU-T L.1470 - GHG trajectories for the ICT sector compatible with the UNFCCC Paris Agreement;
- ITU-T L.1471 - Guidance and criteria for ICT organizations on setting Net Zero targets and strategies.

Si evidenzia, infine, l’iniziativa promossa dalla JRC (European Commission – Joint Research Center) EU con il “Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Equipment”, che punta a massimizzare l’efficienza energetica degli apparati delle reti di accesso, fissando dei target di consumo massimo (periodicamente aggiornati in funzioni delle evoluzioni tecnologiche) da perseguire da parte dei vari soggetti interessati (manifatturiere ed operatori). Informazioni di dettaglio disponibili [8].

Attività nell’ambito accesso mobile

Per la rete mobile, l’attività negli standard si è concentrata negli ultimi anni in alcuni gruppi, tra i quali in particolare occorre

citare ETSI EE, con il gruppo denominato EEPS (“Environmental affairs”) per i temi della sostenibilità di reti ed apparati ed il gruppo denominato M-ICT (“Mobile ICT devices”) per i dispositivi mobili.

Inoltre, anche in 3GPP, in particolare nel gruppo SA5 sono presenti attività su metodi di misura e soluzioni di efficientamento per la rete mobile, in liaison con i comitati in ETSI EE ed ITU-T SG5.

Per quanto riguarda ETSI-EE, di particolare rilevanza sono due specifiche elaborate negli ultimi anni sui metodi e le metriche di misura dell’efficienza energetica delle stazioni radio e delle reti mobili.

Per la parte di stazioni radio valgono le specifiche ES202706 [9] e TS102706-2 [10]; la ES202706 definisce metodi “statici” di misura dei consumi e dell’efficienza di stazioni radio dal GSM all’LTE (per il 5G NR vale la TS 103786), laddove con statico si intende il livello di carico di traffico in corrispondenza del quale si eseguono le misure di consumo (tipicamente con livelli low, medium e high opportunamente definiti nella specifica).

È definito (si veda la Fig.3) il set-up di misura sia in condotta che in irradiazione, e per ogni sistema radio i parametri specifici di set-up della stazione radio, compreso il caso di multi-standard.

Uno specifico test report è definito nella specifica, ed usato in alcune normative di settore, con tutte le informazioni da riportare per la valutazione dei consumi e il confronto delle performance dei vari costruttori delle stazioni radio.

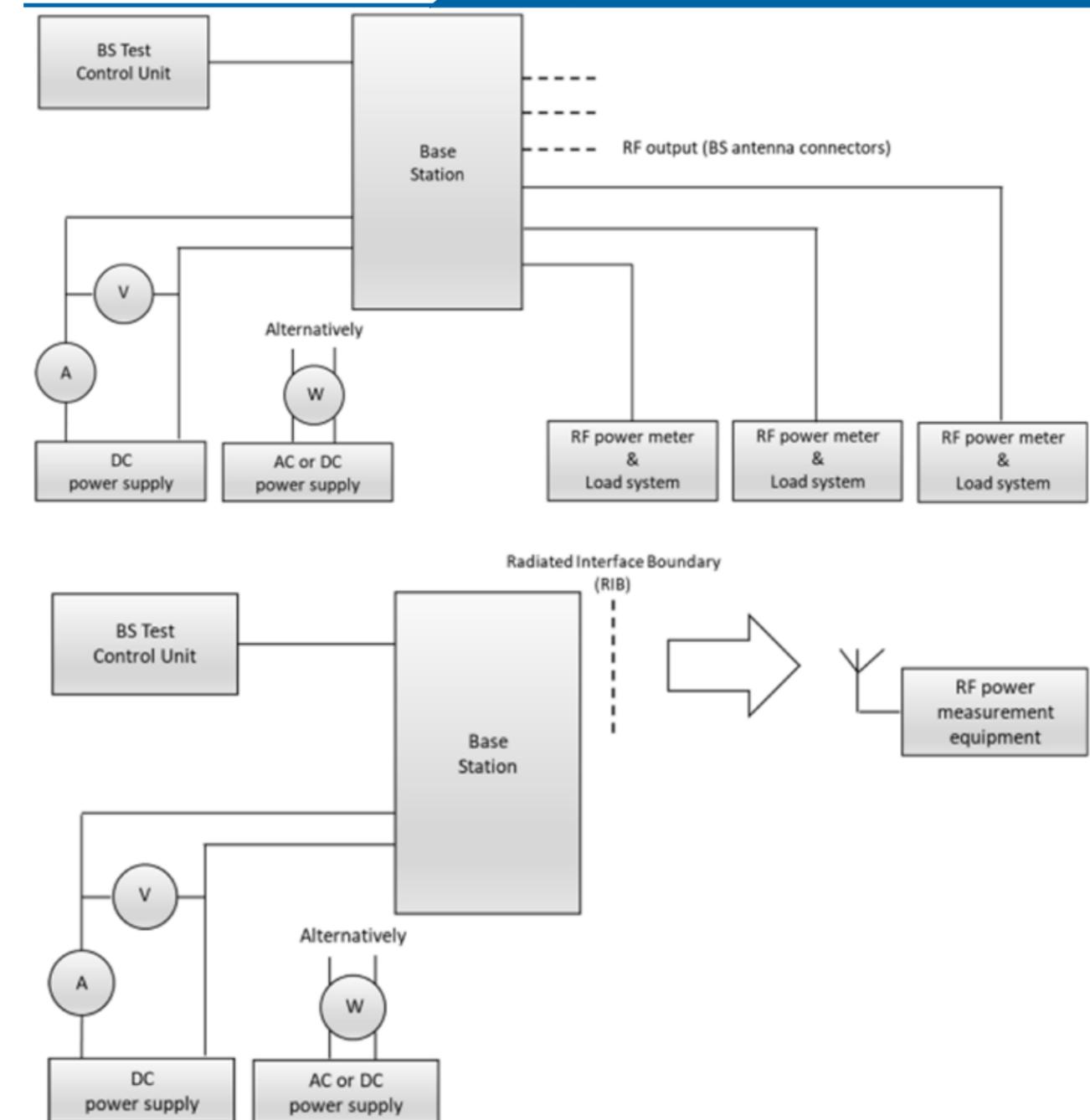
La specifica TS102706-2 estende la ES202706 al caso di condizioni di traffico “dinamiche”, ovvero con variazioni tem-

porali pre-definite. Il banco di misura in questo caso è più complesso ed è riportato in Fig.4.

Questa seconda specifica integra la precedente offrendo una visione più “realisti-

ca” dei consumi di una stazione radio, per quanto con un sistema di misura più complesso. Passando ai consumi della rete di accesso, e alla definizione delle metriche di efficienza energetica, ETSI EE (e cor-

Figura 3: Test set-up dei consumi di una stazione radio secondo la specifica ES202706 per il caso di un solo settore, in condotta e in irradiazione



rispondentemente, ITU-T) ha definito una specifica ad hoc, la ES203228 [11].

Quest'ultima, di cui TIM ha curato la redazione sia in ETSI che in ITU-T (dove equivale alla L.1331 [12]), introduce da un lato criteri di misura dei consumi della rete di accesso mobile, dal GSM al 5G NR, dall'altro criteri di misura del traffico generato nella stessa rete, eliminando eventuali ridondanze, per determinare l'efficienza energetica complessiva con alcune metriche.

Inizialmente le metriche erano basate, nelle prime versioni della specifica, sul rapporto tra traffico e consumi (bit/Jou-

le), ma più recentemente altre metriche sono state introdotte, ad esempio il rapporto tra area di copertura e consumo, oppure considerando anche latenza e numero di clienti connessi, per il 5G in particolare.

La specifica seleziona una rete "under-test", come rappresentata nella Fig.5, e su quella calcola consumi, traffico e gli altri parametri menzionati per tutti i siti, siano essi macro, micro o altre celle.

Da questa rete si effettua poi una estrapolazione per l'intera rete che si vuole considerare, ad esempio, l'intera rete

in un ambito simile a quello della rete "under-test", per minimizzare il numero di misurazioni da effettuare.

L'esito della estrapolazione può essere poi utilizzato per confronto con altre reti o altre aree.

Un report standard è anche definito per evitare ambiguità. L'attività de gruppi in ETSI e ITU descritti è svolta in "liaison" con l'SA5 in 3GPP.

In questo ambito sono in corso alcune attività relative all'efficienza energetica delle reti 5G, in particolare la definizione di Key Perfomance Indicator (KPI) per l'efficienza energetica di gNB, della 5G Core network e delle relative slice per eMBB, URLLC, MIoT, etc.

Il gruppo si occupa anche della definizione di KPI per il consumo energetico di reti 5G, e di "network function" (NF)

relative, anche nel caso di NF virtualizzate (VNF).

In queste definizioni, avendo la liaison in essere con ETSI/ITU, SA5 fa uso delle stesse metriche definite in quell'ambito e riportate in precedenza in questo paragrafo. Infine, il gruppo SA5 si occupa anche di use case e soluzioni orientate al risparmio energetico per il 5G, e tra queste, a titolo di esempio, varie implementazioni di switch-off controllati in corrispondenza di periodi di basso carico.

Documenti di interesse per SA5 sono il TS28.310 [13] e il TS28.554 [14].

Conclusioni

La sostenibilità delle future reti è un tema analizzato in molti aspetti, sia per

Figura 4: Test set-up dei consumi di una stazione radio secondo la specifica TS102706-2 con il metodo "dinamico"

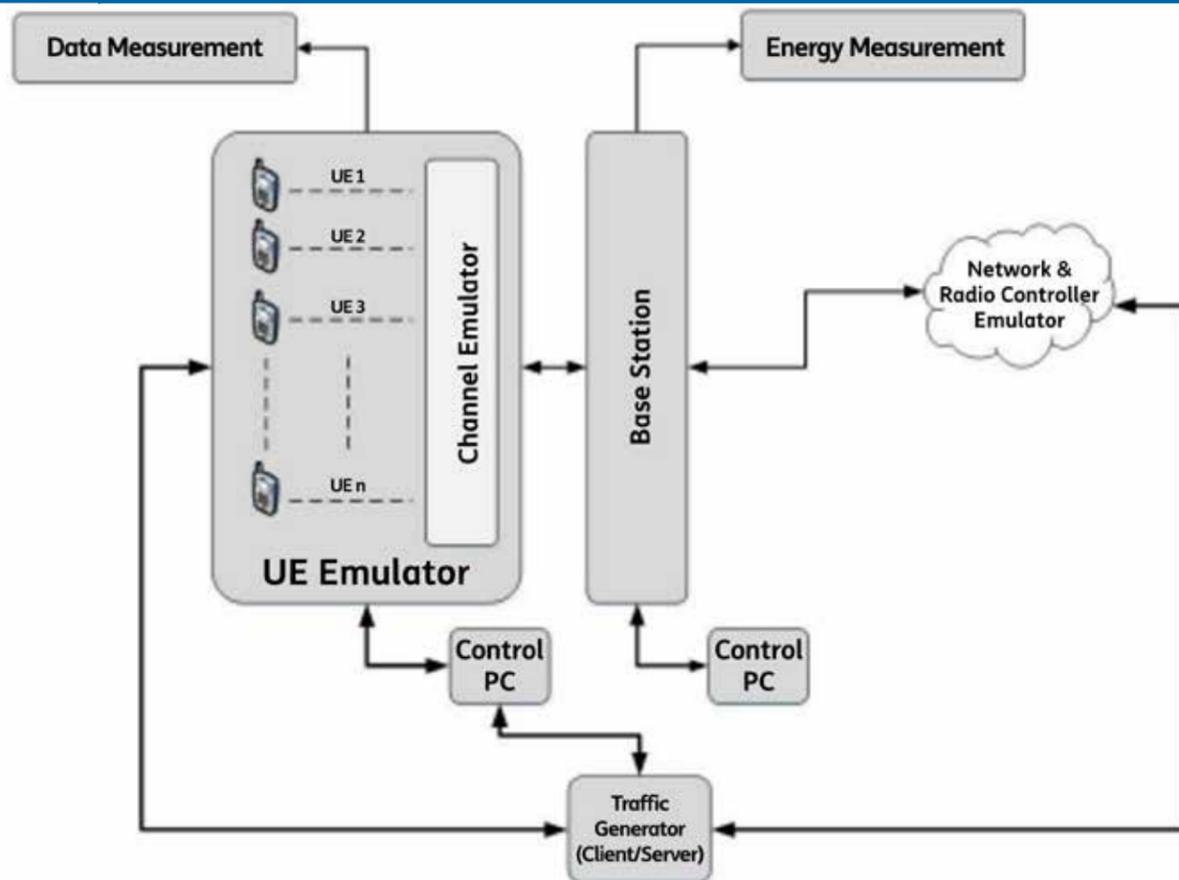
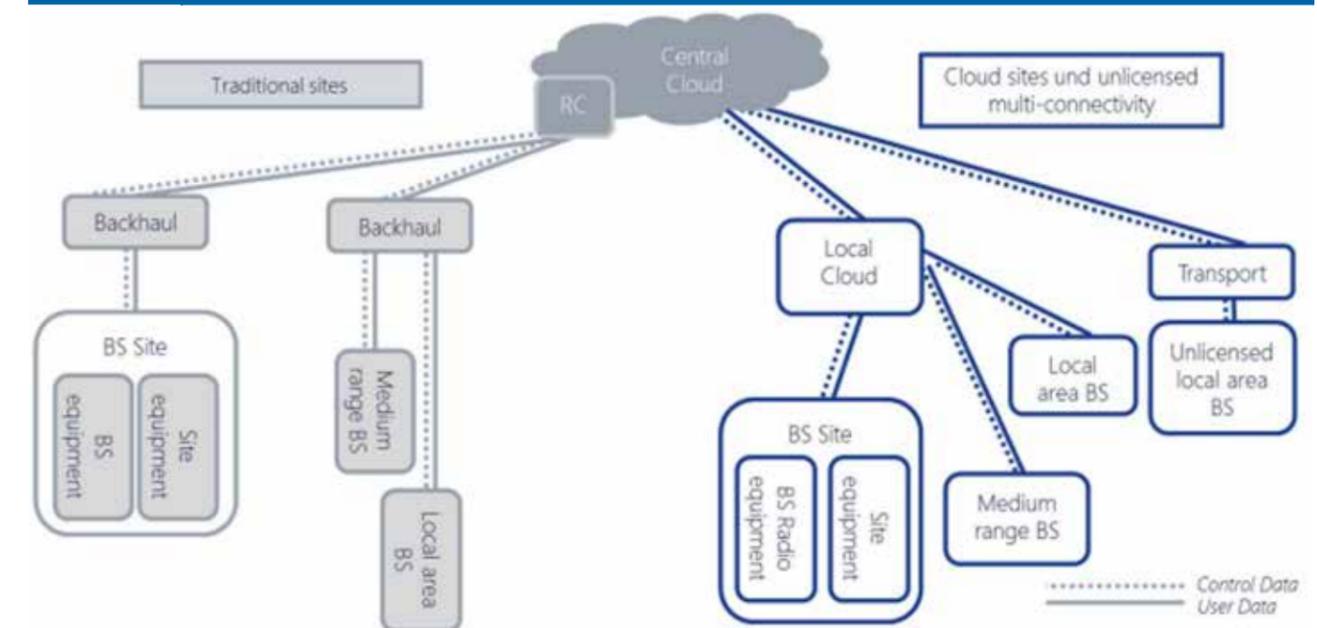


Figura 5: . Rete considerata per le misure di consumo e efficienza secondo la specifica ES203228/ITU-T L.1331



le reti esistenti e la loro gestione, che per le reti innovative che ci attendiamo nei prossimi anni, il cui progetto non può che essere ispirato al contenimento dei consumi e alla efficienza nel suo complesso.

In questo contesto, le attività di standardizzazione e quelle più propriamente di ricerca finanziata rivestono un ruolo fondamentale nel guidare il processo di definizione e di monitoraggio della sostenibilità quale parametro di progetto

e di ispirazione per le telecomunicazioni del futuro.

In questa sezione si sono pertanto presentate le attività di standard seguite da TIM, sia per la parte di Cloud/data centers/rete fissa, che per le reti mobili.

Si sono inoltre brevemente illustrati due progetti, Hexa-X e 6Green, finanziati dalla Commissione Europea, che si occupano del tema per gli aspetti dell'innovazione verso le reti dei prossimi anni.■

Bibliografia

1. ETSI EE <https://www.etsi.org/committee/ee>
2. ITU-T SG5 <https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/05/Pages/default.aspx>
3. Specifica 3GPP 28.813 Specification # 28.813 ([3gpp.org](https://www.3gpp.org))
4. GSMA Metriche per Mobile ESG-Metrics-for-Mobile-February-2023.pdf ([gsma.com](https://www.gsma.com))
5. NGMN KPI Target Values https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/230222_NGMN_GFN_KPIs_Target_Values-V1.0.pdf
6. TIP project Joint MoU joint-mou-white-paper-mwc-2023.pdf ([telecominfraproject.com](https://www.telecominfraproject.com))
7. ETNO Sustainable Development <https://etno.eu/working-groups/sustainable-development.html>
8. JRC Code of Conduct <https://e3p.jrc.ec.europa.eu/communities/ict-code-conduct-energy-consumption-broadband-communication-equipment>
9. Specifica ETSI ES 202706-1 https://www.etsi.org/deliver/etsi_es/202700_202799/20270601/01.07.01_60/es_20270601v010701p.pdf
10. Specifica ETSI TS102706-2 https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/10270602/01.05.01_60/ts_10270602v010501p.pdf
11. Specifica ETSI ES203228 https://www.etsi.org/deliver/etsi_es/203200_203299/203228/01.04.01_60/es_203228v010401p.pdf
12. Raccomandazione ITU-T SG5 L.1331 <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1331>
13. 3GPP TS28.310 <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3550>
14. 3GPP TS28.554 <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3415>

6Green

Il progetto 6Green mira a promuovere l'efficienza energetica nelle reti 5G/6G, con l'obiettivo principale di ridurre l'impronta di carbonio di queste reti, e delle applicazioni verticali che le sfruttano, di almeno un fattore 10.

Una delle strategie chiave proposte dal progetto è la transizione dalla "Cloud Agility" alla "Edge Agility", un nuovo paradigma che permette di spostare dinamicamente le applicazioni e i servizi sull'edge-Cloud in tempo reale, ottenendo un utilizzo più efficiente e green delle risorse. Il progetto introduce inoltre il concetto

di "Green Elasticity", che grazie all'Intelligenza Artificiale automatizza la fornitura e l'ottimizzazione delle risorse di rete e di calcolo, sfruttando in modo dinamico le caratteristiche degli acceleratori hardware disponibili.

Un altro aspetto fondamentale è la realizzazione di una catena di "controreazione energetica", che garantisce un monitoraggio accurato del consumo energetico delle singole applicazioni sull'intera architettura ed innesca i processi di ottimizzazione.

Integrando queste soluzioni in una proposta architetturale innovativa, il progetto intende abilitare nuovi modelli di business Green e introdurre SLA (Service Level Agreement) finalizzati alla Decarbonizzazione, con un modello che permetta la rinegoziazione dinamica degli accordi a favore di politiche più sostenibili, che coinvolgano tutti gli stakeholder.

La visione complessiva del progetto 6Green, calata sull'architettura 5/6G, è rappresentata in Fig.A con le componenti di Edge Agility, Green Elasticity, la controreazione energetica,

le componenti di rete e le applicazioni Cloud Native.

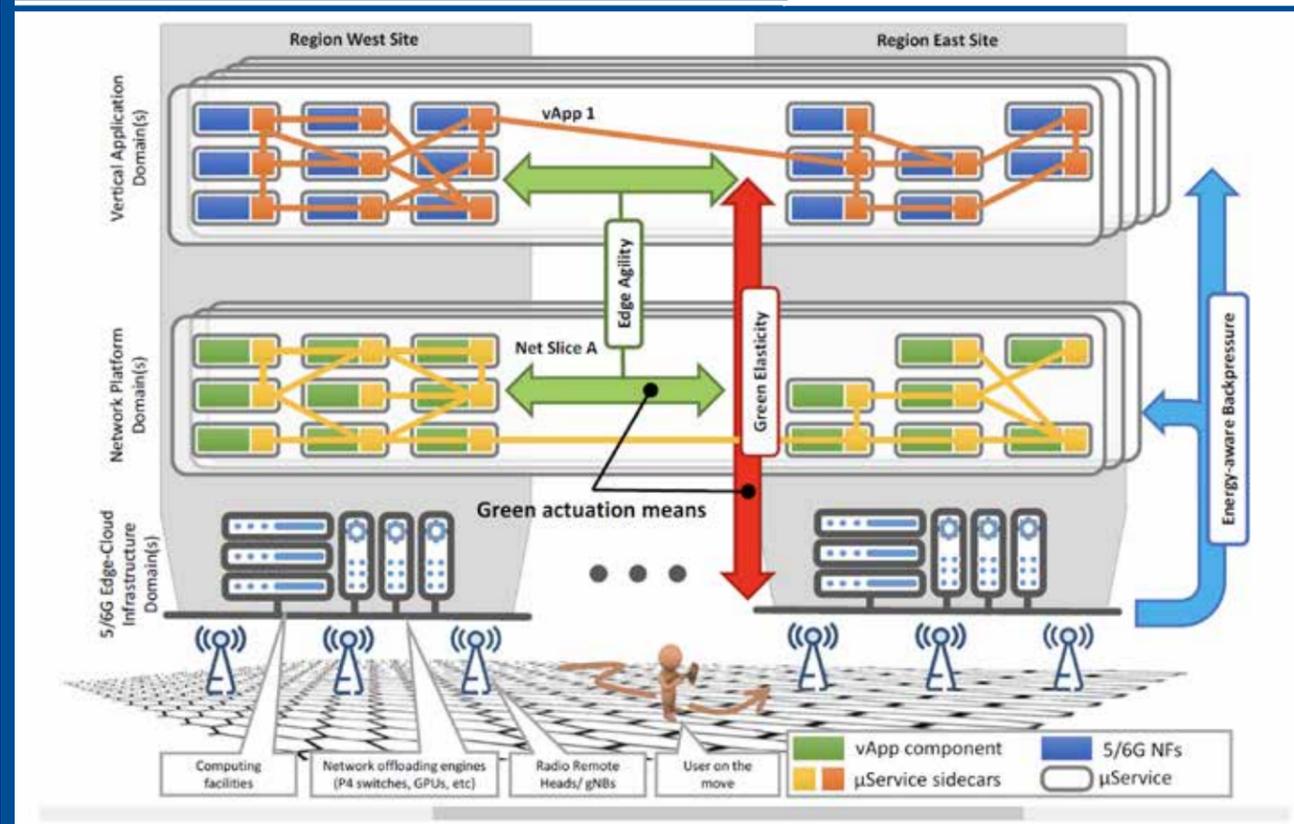
Per dimostrare l'efficacia delle soluzioni sviluppate, il progetto ha selezionato tre casi d'uso che verranno implementati sulla piattaforma realizzata dal progetto.

L'obiettivo finale è creare un ecosistema 5G/6G che sia flessibile, scalabile e sostenibile, riducendo l'impatto ambientale delle reti e delle applicazioni verticali di prossima generazione.

Acronimi

SLA Service Level Agreement VNF

Figura A: L'architettura innovativa di 6Green



maurizio.depaola@telecomitalia.it
roberto.fantini@telecomitalia.it
elisa.zimaglia@telecomitalia.it

Figura B: Logo 6Green



Hexa-X

Hexa-X è il progetto finanziato dalla Commissione Europea ed avviato ad inizio 2021 per gettare le basi della prossima generazione di telecomunicazioni mobili (6G): a differenza delle generazioni precedenti, lo sviluppo del 6G nell'ottica di Hexa-X non deve semplicemente offrire tecnologie sempre più performanti, ma deve in primo luogo rispondere ai bisogni della società in termini di sostenibilità, inclusione digitale, resilienza e sicurezza che sono parte degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (SDGs) definiti dalle Nazioni Unite (Fig.A). In particolare, al fine di delineare una chiara direzione per le attività legate al 6G in relazione alla sostenibilità, Hexa-X ha stabilito alcuni obiettivi chiave nei seguenti ambiti: TCO (Total Cost of Ownership), EE (Energy Efficiency)

e Enablement (ossia la capacità dei sistemi ICT di aiutare gli altri settori industriali a ridurre l'emissione dei gas serra).

Si evince quindi che l'approccio di Hexa-X mira a raggiungere sia un "6G sostenibile" che un "6G per la sostenibilità". In ambito TCO, il progetto Hexa-X si propone di analizzare la possibilità di ridurre i costi associati alla creazione, manutenzione e gestione della futura rete 6G rispetto a quelli equivalenti per una rete 5G. Questo obiettivo può essere raggiunto sfruttando abilitatori tecnologici come l'Intelligenza Artificiale e il distributed MIMO (Multiple-Input-Multiple-Output). In ambito EE invece, lo scopo è quello di ottenere una sostanziale riduzione del consumo energetico andando principalmente a identificare leve tecnologiche

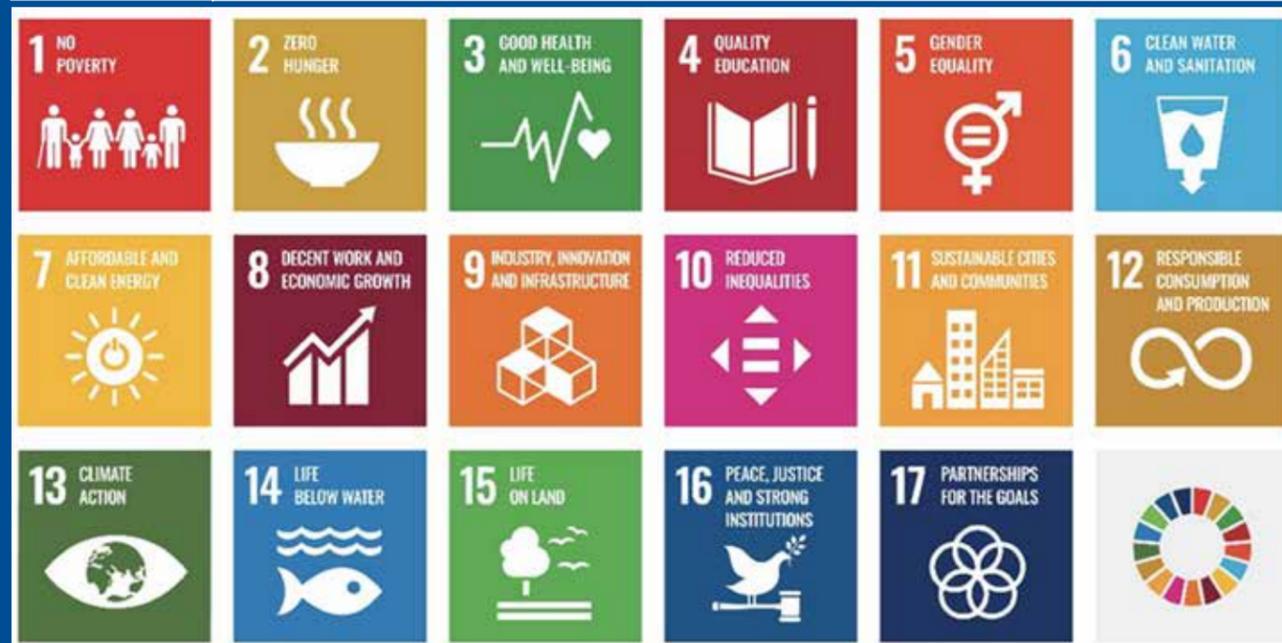
che in grado di garantire un utilizzo più efficiente dell'energia. Per quanto riguarda l'Enablement, un'analisi quantitativa è al momento prematura per la mancanza di dati sulle tecnologie future; inoltre, una metodologia di calcolo consolidata è stata rilasciata da ITU solo a fine 2022 (ITU-T L.1480).

L'analisi della letteratura disponibile ha permesso di appurare che per sfruttare appieno gli effetti dell'enablement la sola tecnologia non è sufficiente: la si deve accompagnare con appropriate politiche e strategie che promuovano

cambiamenti culturali e comportamentali che ne indirizzino l'adozione.

Sostenibilità, inclusione e affidabilità sono anche fra gli obiettivi di Hexa-X-II, avviato ad inizio 2023, che, partendo dai risultati di Hexa-X, intende trarre la progettazione del sistema 6G per offrire servizi innovativi che rispondano alle esigenze della società nel prossimo decennio. In particolare, Hexa-X-II continuerà ad approfondire le tematiche di sostenibilità nei tre ambiti di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

Figura A: Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals) definiti dalle Nazioni Unite



Bibliografia

Raccomandazione ITU-T L.1480 - Enabling the Net Zero transition: Assessing how the use of information and communication technology solutions impact greenhouse gas emissions of other sectors, 2022.

Acronimi

SDGs Sustainable Development Goals

giuseppe.avino@telecomitalia.it
giorgio.calochira@telecomitalia.it
nicola.magnani@telecomitalia.it

Figura B: Logo dei due progetti europei



Acronimi

API	Application Programming Interface	ISO	International Organization for Standardization
BBU	Base-Band Unit	ITU	International Telecommunication Union
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano	JRC	Joint Research Center (group)
EE	ETSI Environmental Engineering Technical Committee	KPI	Key Performance Indicator
EEPS	ETSI EE- Product Specifications	NF	Network Function
ESG	Environmental Sustainability Goals	NFV	Network Function Virtualization
ETNO	European Telecommunications Network Operators' Association	NGMN	Next Generation Mobile Networks (group)
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	NR	New Radio
EU	European Union	RAN	Radio Access Network
FTTR	Fiber to the Room	SDO	Standard Developing Organization
GFN	Green Future Networks	SG	Study Group
GHG	GreenHouse Gas Emissions	TIP	Telecom Infra Project
GSMA	GSM Association	URLLC	Ultra Reliable Low Latency Communications
ISG	Industry Standard Group	VNF	Virtual Network Function

Autori



Claudio Bianco

claudio1.bianco@telecomitalia.it

Claudio Bianco, ingegnere elettrico, nel 1995 entra in Azienda. Le sue attività di ricerca ed ingegnerizzazione spaziano dall'efficienza energetica ed ambientale ai sistemi d'energia e di condizionamento innovativi, dall'accumulo energetico all'analisi dei consumi dei nuovi apparati di rete per l'accesso UltraBroadBand (architetture FTTx). In tema di standardizzazione tecnica, all'interno dei Comitati Tecnici ETSI EE (Environmental Engineering) è chairman del Working Group EE1, mentre in ITU-T/SG5 (EMF, Environment, Climate Action, Sustainable Digitalization, and Circular Economy) opera come associate rapporteur per le attività Q6 e Q12 sull'efficienza energetica ed il climate change. ■



Mauro Boldi

mauro.boldi@telecomitalia.it

Mauro Boldi ha ottenuto la Laurea con Lode in Ingegneria Elettronica al Politecnico di Torino nel 1997, con una tesi di Laurea elaborata in CSELT, sui temi dell'accesso radio, della propagazione, e sulla pianificazione. Successivamente ha lavorato in CSELT e poi in Telecom Italia su soluzioni Radio over Fiber, e più in generale sull'accesso mobile. Si occupa di efficienza energetica dal 2010, come vice-chairman del gruppo ETSI EE. Gestisce le partecipazioni ai progetti Europei nell'ambito del programma Horizon Europe. ■



Luca Pesando

luca.pesando@telecomitalia.it

Luca Pesando ha più di 30 anni di esperienza in TIM, durante i quali si è occupato di R&D in diversi campi di interesse aziendale. Da molti anni si occupa di gestire la partecipazione dell'azienda nei diversi gruppi di standardizzazione tecnica per le TLC, con particolare riferimento ad aspetti di rete fissa e trasporto. Attualmente è membro del Board di ETSI e Chair del ISG F5G (Fixed F5) nello stesso ente. È membro del Consiglio del CEI (ente Nazionale Italiano corrispettivo dell'IEC). In passato ha avuto ruoli di Chair in altri gruppi ETSI, in CEI, ITU-T e OIPF. ■

