



**Università
degli Studi
di Palermo**

Dipartimento di Ingegneria
Direttore: prof. Livan Fratini



Allegato 1

Scheda di partecipazione per l'assegnazione di fondi per Progetti di Ricerca sviluppati da Gruppi di Ricerca

Anno 2025

TITOLO DELLA RICERCA

Beyond Digital Twins: Sustainable Agentic AI
for Smart Water Distribution Networks

PAROLE CHIAVE

1	Agentic Artificial Intelligence
2	Digital Twin
3	Smart Water Distribution Networks
4	Green IoT

PROPONENTE/COORDINATORE

COGNOME E NOME

Restuccia Gabriele

RUOLO

Ricercatore a tempo determinato di tipo A
(RTD-A)

E-MAIL

gabriele.restuccia@unipa.it

SSD

IINF-03/A

Attività editoriale del proponente/coordinatore negli ultimi tre anni

- 1) [Journal] **Restuccia G.**, Garlisi D., Giuliano F., Pagano A., "The Synergy of Digital Twins and Machine Learning in Sustainable Water Management: SWIM" (accettato su rivista "IEEE Computer Magazine" il 12/09/2025 – in attesa di pubblicazione).
- 2) [Conference Proceedings] **G. Restuccia**, F. Giuliano and D. Garlisi, "LoRaWAN AI-Powered Digital Twins for Smart Water Distribution Networks," 2025 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Milan, Italy, 2025, pp. 1-3, doi: 10.1109/WCNC61545.2025.10978232.
- 3) [Workshop at ICML 2025] **Restuccia, Gabriele**, Ilenia Tinnirello, and Francesco Restuccia. "Semantic Subgraph Extraction Attacks To Convolutional Neural Networks." ICML 2025 Workshop on Machine Learning for Wireless Communication and Networks (ML4Wireless).
- 4) [Tesi di dottorato] **Restuccia, Gabriele**. "Shaping a Sustainable Future with IoT and AI for Water Distribution Networks." (2024).
- 5) [Conference Proceedings] Garlisi, D., **Restuccia, G.**, Tinnirello, I., Cuomo, F., & Chatzigiannakis, I. (2023, September). Real-Time Leakage Zone Detection in Water Distribution Networks: A Machine Learning-Based Stream Processing Algorithm. In International Symposium on Algorithmic Aspects of Cloud Computing (pp. 86-99). Cham: Springer Nature Switzerland, ISBN : 978-3-031-49360-7.
- 6) [Conference Proceedings] **Restuccia, G.**, Tinnirello, I., Valvo, F. L., Baiamonte, G., Garlisi, D., & Giaconia, C. (2023). A distributed analysis of vibration signals for



leakage detection in Water Distribution Networks. Materials Research Proceedings, 26, DOI: <https://doi.org/10.21741/9781644902431-88>.

7) [Conference Proceedings] Garlisi, D., **Restuccia, G.**, Tinnirello, I., Cuomo, F., & Chatzigiannakis, I. (2022, December). Leakage detection via edge processing in LoRaWAN-based smart water distribution networks. In 2022 18th International Conference on Mobility, Sensing and Networking (MSN) (pp. 223-230). IEEE, DOI: 10.1109/MSN57253.2022.00047.

RICERCATORI DEL DIPARTIMENTO PARTECIPANTI

N.	COGNOME E NOME	RUOLO	SSD
1	Pagano Antonino	RTD-A	IINF-03/A
2	Giuliano Fabrizio	RTT	INFO-01/A
3	Garlisi Domenico	PA	INFO-01/A

Attività editoriale di ciascun ricercatore del dipartimento negli ultimi tre anni⁽¹⁾

Pagano Antonino:

1) Restuccia G., Garlisi D., Giuliano F., **Pagano A.**, "The Synergy of Digital Twins and Machine Learning in Sustainable Water Management: SWIM" (accettato su rivista "IEEE Computer Magazine" il 12/09/2025 – in attesa di pubblicazione).

2) Alessio Vicario, **Antonino Pagano**, Alessandra Dino, Daniele Croce, and Ilenia Tinnirello. 2025. Towards Intelligent Mobility Management: Customized Handover in 5G O-RAN Networks. In Proceedings of the ACM Workshop on Wireless Network Testbeds, Experimental evaluation & Characterization (WiNTECH '25). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 65–72. <https://doi.org/10.1145/3737895.3768302>

3) **Antonino Pagano**, Federico Amato, Matteo Ippolito, Dario De Caro, Daniele Croce,

A machine learning framework to estimate crop coefficient dynamics of citrus orchards, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 238, 2025, 110797, ISSN 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110797>.

4) **A. Pagano** et al., "Piezoelectric Energy Harvesting and Battery-Free LoRa Node for Sustainable IoT," 2025 International Conference on Information and Communication Technology (IColCT), Bandung, Indonesia, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/IColCT66265.2025.11192933.

5) Fabrizio Giuliano, **Antonino Pagano**, Daniele Croce, Gianpaolo Vitale, Ilenia Tinnirello, Dynamic transmission adaptation algorithms for battery-free LoRaWAN networks, Internet of Things, Volume 33, 2025, 101706, ISSN 2542-6605, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2025.101706>.

6) Rahmati, M.; **Pagano, A.** Federated Learning-Driven Cybersecurity Framework for IoT Networks with Privacy Preserving and Real-Time Threat Detection Capabilities. Informatics 2025, 12, 62. <https://doi.org/10.3390/informatics12030062>

7) **Antonino Pagano**, Domenico Garlisi, Fabrizio Giuliano, Tiziana Cattai, Redemptor Jr Laceda Taloma, Francesca Cuomo, Introducing and evaluating SWI-FEED: A smart water IoT framework designed for large-scale contexts, Computer Communications, Volume 237, 2025, 108146, ISSN 0140-3664, <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2025.108146>.

8) Roccatello, E.; **Pagano, A.**; Levorato, N.; Rumor, M. State of the Art in Internet of Things Standards and Protocols for Precision Agriculture with an Approach to



Semantic Interoperability. Network 2025, 5, 14.
<https://doi.org/10.3390/network5020014>

8)

9) D. Garlisi, **A. Pagano**, F. Giuliano, D. Croce and I. Tinnirello, "Interference Analysis of LoRaWAN and Sigfox in Large-Scale Urban IoT Networks," in IEEE Access, vol. 13, pp. 44836-44848, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3550014.

10) **Antonino Pagano**, Ilenia Tinnirello, Stefano Giordano, Giacomo Morabito. Special Issue on Internet of Things and Machine Learning in Smart Agriculture. Internet of Things, 2025, (10.5281/zenodo.14947636).

11) Mario Costanza, Abdo-Rahmane Anas Laaraibi, **Antonino Pagano**, Gurvan Jodin, Florence Razan, Ilenia Tinnirello, Samuel Margueron, Roberto La Rosa, Innovative battery-free wireless piezoresistive sensor for green-IoT applications, Internet of Things, Volume 30, 2025, 101483, ISSN 2542-6605, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101483>.

12) **Antonino Pagano**, Domenico Garlisi, Ilenia Tinnirello, Fabrizio Giuliano, Giovanni Garbo, Mariana Falco, Francesca Cuomo, A survey on massive IoT for water distribution systems: Challenges, simulation tools, and guidelines for large-scale deployment, Ad Hoc Networks, Volume 168, 2025, 103714, ISSN 1570-8705, <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2024.103714>.

13) Tiziana Cattai, Stefania Colonnese, Domenico Garlisi, **Antonino Pagano**, and Francesca Cuomo. 2024. GraphSmart: A Method for Green and Accurate IoT Water Monitoring. ACM Trans. Sen. Netw. 20, 6, Article 130 (November 2024), 32 pages. <https://doi.org/10.1145/3695769>

14) **A. Pagano**, D. Garlisi, F. Giuliano, T. Cattai and F. Cuomo, "Application-Aware LoRaWAN Gateway Placement in Massive IoT Water Distribution Networks," 2024 IEEE 10th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Ottawa, ON, Canada, 2024, pp. 475-480, doi: 10.1109/WF-IoT62078.2024.10811321.

15) **A. Pagano**, Internet of Things and Artificial Intelligence for Smart Sustainable Agriculture, Tesi di Dottorato, 2024

16) Rosa, R.L.; Boulebnane, L.; **Pagano, A.**; Giuliano, F.; Croce, D. Towards Mass-Scale IoT with Energy-Autonomous LoRaWAN Sensor Nodes. Sensors 2024, 24, 4279. <https://doi.org/10.3390/s24134279>

17) T. Sarantakos et al. (**A. Pagano**), "A Tool to Facilitate the Design of Smart Contracts in Smart Water Distribution Networks," 2024 IFIP Networking Conference (IFIP Networking), Thessaloniki, Greece, 2024, pp. 708-713, doi: 10.23919/IFIPNetworking62109.2024.10619818.

18) **A. Pagano**, D. Garlisi, F. Giuliano, T. Cattai and F. C. Sapienza, "SWI-FEED: Smart Water IoT Framework for Evaluation of Energy and Data in Massive Scenarios," 2024 IFIP Networking Conference (IFIP Networking), Thessaloniki, Greece, 2024, pp. 583-585, doi: 10.23919/IFIPNetworking62109.2024.10619752.

19) M. Costanza, **A. Pagano**, S. Margueron, I. Tinnirello and R. La Rosa, "An Energy-Autonomous and Battery-Free Resistive Sensor using a Time-Domain to Digital Conversion with Bluetooth Low Energy connectivity," 2024 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), Singapore, Singapore, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISCAS58744.2024.10558483.

20) **A. Pagano** et al., "Internet of Things and Artificial Intelligence for Sustainable Agriculture: A Use Case in Citrus Orchards," 2023 IEEE 9th World Forum on Internet



of Things (WF-IoT), Aveiro, Portugal, 2023, pp. 01-06, doi: 10.1109/WF-IoT58464.2023.10539593.

21) **Pagano, Antonino**, et al. "Machine learning models to predict daily actual evapotranspiration of citrus orchards under regulated deficit irrigation." *Ecol. Informatics* 76 (2023): 102133.

22) Giuliano, F.; **Pagano, A.**; Croce, D.; Vitale, G.; Tinnirello, I. Adaptive Algorithms for Batteryless LoRa-Based Sensors. *Sensors* 2023, 23, 6568. <https://doi.org/10.3390/s23146568>

23) D. Garlisi, **A. Pagano**, F. Giuliano, D. Croce and I. Tinnirello, "A Coexistence Study of Low-Power Wide-Area Networks based on LoRaWAN and Sigfox," 2023 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Glasgow, United Kingdom, 2023, pp. 1-7, doi: 10.1109/WCNC55385.2023.10118692.

24) **A. Pagano**, D. Croce, I. Tinnirello and G. Vitale, "A Survey on LoRa for Smart Agriculture: Current Trends and Future Perspectives," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 10, no. 4, pp. 3664-3679, 15 Feb.15, 2023, doi: 10.1109/JIOT.2022.3230505.

Giuliano Fabrizio:

1) Restuccia G., Garlisi D., **Giuliano F.**, Pagano A., "The Synergy of Digital Twins and Machine Learning in Sustainable Water Management: SWIM" (accettato su rivista "IEEE Computer Magazine" il 12/09/2025 – in attesa di pubblicazione).

2) Alessandra Dino, **Fabrizio Giuliano**, Stefano Mangione, Domenico Garlisi, and Ilenia Tinnirello. 2025. Silent Drain: From Energy Profiling to Practical Denial-of-Energy Attacks in 5G. In *Proceedings of the ACM Workshop on Wireless Network Testbeds, Experimental evaluation & Characterization (WiNTECH '25)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 113–120. <https://doi.org/10.1145/3737895.3768308>

3) Marco Siino, **Fabrizio Giuliano**, Ilenia Tinnirello, Integrating Large Language Models into network testbeds: A novel approach for automated experimentation and optimization, *Journal of Network and Computer Applications*, Volume 243, 2025, 104281, ISSN 1084-8045, <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2025.104281>.

4) **Fabrizio Giuliano**, Antonino Pagano, Daniele Croce, Gianpaolo Vitale, Ilenia Tinnirello, Dynamic transmission adaptation algorithms for battery-free LoRaWAN networks, *Internet of Things*, Volume 33, 2025, 101706, ISSN 2542-6605, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2025.101706>.

5) Franzone, I.; Antonacci, Y.; **Giuliano, F.**; Pernice, R.; Busacca, A.; Faes, L.; Giaconia, G.C. Time-Resolved Information-Theoretic and Spectral Analysis of fNIRS Signals from Multi-Channel Prototypal Device. *Entropy* 2025, 27, 694. <https://doi.org/10.3390/e27070694>

6) Antonino Pagano, Domenico Garlisi, **Fabrizio Giuliano**, Tiziana Cattai, Redemptor Jr Laceda Taloma, Francesca Cuomo, Introducing and evaluating SWI-FEED: A smart water IoT framework designed for large-scale contexts, *Computer Communications*, Volume 237, 2025, 108146, ISSN 0140-3664, <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2025.108146>.

7) G. Restuccia, **F. Giuliano** and D. Garlisi, "LoRaWAN AI-Powered Digital Twins for Smart Water Distribution Networks," 2025 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Milan, Italy, 2025, pp. 1-3, doi: 10.1109/WCNC61545.2025.10978232.

8) D. Garlisi, A. Pagano, **F. Giuliano**, D. Croce and I. Tinnirello, "Interference Analysis of LoRaWAN and Sigfox in Large-Scale Urban IoT Networks," in *IEEE Access*, vol. 13, pp. 44836-44848, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3550014.

9) Antonino Pagano, Domenico Garlisi, Ilenia Tinnirello, **Fabrizio Giuliano**, Giovanni Garbo, Mariana Falco, Francesca Cuomo, A survey on massive IoT for water distribution systems: Challenges, simulation tools, and guidelines for large-scale



deployment, Ad Hoc Networks, Volume 168, 2025, 103714, ISSN 1570-8705, <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2024.103714>.

10) A. Pagano, D. Garlisi, **F. Giuliano**, T. Cattai and F. Cuomo, "Application-Aware LoRaWAN Gateway Placement in Massive IoT Water Distribution Networks," 2024 IEEE 10th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Ottawa, ON, Canada, 2024, pp. 475-480, doi: 10.1109/WF-IoT62078.2024.10811321.

11) M. Siino, **F. Giuliano** and I. Tinnirello, "LLM Application for Knowledge Extraction from Networking Log Files," 2024 4th International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME), Male, Maldives, 2024, pp. 01-06, doi: 10.1109/ICECCME62383.2024.10796967.

12) Rosa, R.L.; Boulebnane, L.; Pagano, A.; **Giuliano, F.**; Croce, D. Towards Mass-Scale IoT with Energy-Autonomous LoRaWAN Sensor Nodes. Sensors 2024, 24, 4279. <https://doi.org/10.3390/s24134279>

13) A. Pagano, D. Garlisi, **F. Giuliano**, T. Cattai and F. C. Sapienza, "SWI-FEED: Smart Water IoT Framework for Evaluation of Energy and Data in Massive Scenarios," 2024 IFIP Networking Conference (IFIP Networking), Thessaloniki, Greece, 2024, pp. 583-585, doi: 10.23919/IFIPNetworking62109.2024.10619752.

14) **Giuliano, F.**; Pagano, A.; Croce, D.; Vitale, G.; Tinnirello, I. Adaptive Algorithms for Batteryless LoRa-Based Sensors. Sensors 2023, 23, 6568. <https://doi.org/10.3390/s23146568>

15) Ngo, K.T., **Giuliano, F.**, Mangione, S., Farnham, T., Tinnirello, I. (2024). Seamless Handover in Hybrid VLC and WiFi Network: A Testbed Scenario. In: Ma, M. (eds) Proceedings of the 12th International Conference on Communications, Circuits, and Systems. ICCAS 2023. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 1193. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-2636-3_8

16) D. Garlisi, A. **Pagano, F. Giuliano**, D. Croce and I. Tinnirello, "A Coexistence Study of Low-Power Wide-Area Networks based on LoRaWAN and Sigfox," 2023 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Glasgow, United Kingdom, 2023, pp. 1-7, doi: 10.1109/WCNC55385.2023.10118692.

17) **Giuliano, Fabrizio**, et al. "Amarelli's Industry 4.0 Transformation with IoT and Digital Advertisement: Optimizing Operations and Engaging Customers." EDBT/ICDT Workshops. 2023.

18) A. Dino, D. Garlisi, **F. Giuliano**, D. Croce and I. Tinnirello, "Dynamic Adaptation of LoRaWAN Traffic for Real-time Emergency Operations," 2022 18th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), Thessaloniki, Greece, 2022, pp. 457-460, doi: 10.1109/WiMob55322.2022.9941684.

19) K. T. Ngo, **F. Giuliano**, D. Croce, S. Mangione, I. Tinnirello and G. Garbo, "Hybrid VLC/WiFi Architectures with Priority Feedback Channels," 2022 61st FITCE International Congress Future Telecommunications: Infrastructure and Sustainability (FITCE), Rome, Italy, 2022, pp. 1-6, doi: 10.23919/FITCE56290.2022.9934522.

Garlisi Domenico:

1) Restuccia G., **Garlisi D.**, Giuliano F., Pagano A., "The Synergy of Digital Twins and Machine Learning in Sustainable Water Management: SWIM" (accettato su rivista "IEEE Computer Magazine" il 12/09/2025 – in attesa di pubblicazione).

2) Alessandra Dino, Fabrizio Giuliano, Stefano Mangione, **Domenico Garlisi**, and Ilenia Tinnirello. 2025. Silent Drain: From Energy Profiling to Practical Denial-of-Energy Attacks in 5G. In Proceedings of the ACM Workshop on Wireless Network Testbeds, Experimental evaluation & Characterization (WiNTECH '25). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 113–120. <https://doi.org/10.1145/3737895.3768308>

3) R. Alaimo, I. Tinnirello and **D. Garlisi**, "Exploiting DCI Leakage: A Stealthy 5G Uplink Jamming Attack Using Compromised UE," 2025 IEEE International



- Conference on Omni-layer Intelligent Systems (COINS), Madison, WI, USA, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/COINS65080.2025.11125746.
- 4) Antonino Pagano, **Domenico Garlisi**, Fabrizio Giuliano, Tiziana Cattai, Redemptor Jr Laceda Taloma, Francesca Cuomo, Introducing and evaluating SWI-FEED: A smart water IoT framework designed for large-scale contexts, Computer Communications, Volume 237, 2025, 108146, ISSN 0140-3664, <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2025.108146>.
- 5) G. Restuccia, F. Giuliano and **D. Garlisi**, "LoRaWAN AI-Powered Digital Twins for Smart Water Distribution Networks," 2025 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Milan, Italy, 2025, pp. 1-3, doi: 10.1109/WCNC61545.2025.10978232.
- 6) **D. Garlisi**, A. Pagano, F. Giuliano, D. Croce and I. Tinnirello, "Interference Analysis of LoRaWAN and Sigfox in Large-Scale Urban IoT Networks," in IEEE Access, vol. 13, pp. 44836-44848, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3550014.
- 7) Antonino Pagano, **Domenico Garlisi**, Ilenia Tinnirello, Fabrizio Giuliano, Giovanni Garbo, Mariana Falco, Francesca Cuomo, A survey on massive IoT for water distribution systems: Challenges, simulation tools, and guidelines for large-scale deployment, Ad Hoc Networks, Volume 168, 2025, 103714, ISSN 1570-8705, <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2024.103714>.
- 8) Alaimo, Rosolino, et al. (**D. Garlisi**) "Undercover Disruption: Stealth Jamming Attacks on 5G Synchronization Stages." CEUR WORKSHOP PROCEEDINGS. Vol. 3962. <https://ceur-ws.org/Vol-3962/>, 2025.
- 9) Tiziana Cattai, Stefania Colonnese, **Domenico Garlisi**, Antonino Pagano, and Francesca Cuomo. 2024. GraphSmart: A Method for Green and Accurate IoT Water Monitoring. ACM Trans. Sen. Netw. 20, 6, Article 130 (November 2024), 32 pages. <https://doi.org/10.1145/3695769>
- 10) A. Pagano, **D. Garlisi**, F. Giuliano, T. Cattai and F. Cuomo, "Application-Aware LoRaWAN Gateway Placement in Massive IoT Water Distribution Networks," 2024 IEEE 10th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Ottawa, ON, Canada, 2024, pp. 475-480, doi: 10.1109/WF-IoT62078.2024.10811321.
- 11) Stefano Milani, **Domenico Garlisi**, Carlo Carugno, Christian Tedesco, Ioannis Chatzigiannakis, Edge2LoRa: Enabling edge computing on long-range wide-area Internet of Things, Internet of Things, Volume 27, 2024, 101266, ISSN 2542-6605, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101266>.
- 12) P. Spadaccino, **D. Garlisi**, A. Franceschi, I. Tinnirello and F. Cuomo, "Accelerating Network Resource Allocation in LoRaWAN via Distributed Big Data Computing," in IEEE Access, vol. 12, pp. 141237-141250, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3465634.
- 13) **Garlisi, D.**, Milani, S., Tedesco, C., Chatzigiannakis, I. (2025). Achieving Processing Balance in LoRaWAN Using Multiple Edge Gateways. In: Doka, K., Tsiropoulou, E.E. (eds) Algorithmic Aspects of Cloud Computing. ALGOCLOUD 2024. Lecture Notes in Computer Science, vol 15455. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-94677-6_4
- 14) T. Sarantakos et al. (**D. Garlisi**), "A Tool to Facilitate the Design of Smart Contracts in Smart Water Distribution Networks," 2024 IFIP Networking Conference (IFIP Networking), Thessaloniki, Greece, 2024, pp. 708-713, doi: 10.23919/IFIPNetworking62109.2024.10619818.
- 15) A. Pagano, **D. Garlisi**, F. Giuliano, T. Cattai and F. C. Sapienza, "SWI-FEED: Smart Water IoT Framework for Evaluation of Energy and Data in Massive Scenarios," 2024 IFIP Networking Conference (IFIP Networking), Thessaloniki, Greece, 2024, pp. 583-585, doi: 10.23919/IFIPNetworking62109.2024.10619752.
- 16) **Garlisi, D.**, Restuccia, G., Tinnirello, I., Cuomo, F., & Chatzigiannakis, I. (2023, September). Real-Time Leakage Zone Detection in Water Distribution Networks: A Machine Learning-Based Stream Processing Algorithm. In International Symposium



on Algorithmic Aspects of Cloud Computing (pp. 86-99). Cham: Springer Nature Switzerland, ISBN : 978-3-031-49360-7.

17) **Garlisi, D.**, Martino, A., Zouwayhed, J. et al. Exploratory approach for network behavior clustering in LoRaWAN. J Ambient Intell Human Comput 14, 15745–15759 (2023). <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03121-z>

18) Bartoletti, Stefania, et al. "Security, Integrity, and Privacy Aspects." Positioning and Location-based Analytics in 5G and Beyond (2023): 99-123.

19) Stefano Milani, **Domenico Garlisi**, Matteo Di Fraia, Patrizio Pisani, and Ioannis Chatzigiannakis. 2023. Enabling Edge processing on LoRaWAN architecture. In Proceedings of the 29th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (ACM MobiCom '23). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 103, 1–3. <https://doi.org/10.1145/3570361.361407>

20) F. Meneghello, N. D. Fabbro, **D. Garlisi**, I. Tinnirello and M. Rossi, "A CSI Dataset for Wireless Human Sensing on 80 MHz Wi-Fi Channels," in IEEE Communications Magazine, vol. 61, no. 9, pp. 146-152, September 2023, doi: 10.1109/MCOM.005.2200720.

21) **D. Garlisi**, A. Pagano, F. Giuliano, D. Croce and I. Tinnirello, "A Coexistence Study of Low-Power Wide-Area Networks based on LoRaWAN and Sigfox," 2023 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Glasgow, United Kingdom, 2023, pp. 1-7, doi: 10.1109/WCNC55385.2023.10118692.

22) Restuccia, G., Tinnirello, I., Valvo, F. L., Baiamonte, G., **Garlisi, D.**, & Giaconia, C. (2023). A distributed analysis of vibration signals for leakage detection in Water Distribution Networks. Materials Research Proceedings, 26, DOI: <https://doi.org/10.21741/9781644902431-88>.

23) **D. Garlisi**, G. Restuccia, I. Tinnirello, F. Cuomo and I. Chatzigiannakis, "Leakage Detection via Edge Processing in LoRaWAN-based Smart Water Distribution Networks," 2022 18th International Conference on Mobility, Sensing and Networking (MSN), Guangzhou, China, 2022, pp. 223-230, doi: 10.1109/MSN57253.2022.00047.

24) A. Dino, **D. Garlisi**, F. Giuliano, D. Croce and I. Tinnirello, "Dynamic Adaptation of LoRaWAN Traffic for Real-time Emergency Operations," 2022 18th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), Thessaloniki, Greece, 2022, pp. 457-460, doi: 10.1109/WiMob55322.2022.9941684.

25) Croce, Daniele, **Domenico Garlisi**, and Marco Siino. "An SVM Ensemble Approach to Detect Irony and Stereotype Spreaders on Twitter." CLEF (Working Notes). 2022.

26) Kaminski, Nicholas, et al. (**D. Garlisi**) "Wireless software and hardware platforms for flexible and unified radio and network control (WiSHFUL)." Building the Future Internet through FIRE. River Publishers, 2022. 385-421.

27) F. Meneghello, **D. Garlisi**, N. D. Fabbro, I. Tinnirello and M. Rossi, "SHARP: Environment and Person Independent Activity Recognition With Commodity IEEE 802.11 Access Points," in IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 22, no. 10, pp. 6160-6175, 1 Oct. 2023, doi: 10.1109/TMC.2022.3185681.

28) Spadaccino, Pietro, et al. (**D. Garlisi**) "Discovery privacy threats via device de-anonymization in LoRaWAN." Computer Communications 189 (2022): 1-10.

29) Meneghello, Francesca, et al. (**D. Garlisi**) "Wi-Fi channel frequency response database for contactless human activity recognition." (2022).

(1) inserire tanti riquadri quanti i ricercatori partecipanti



RICERCATORI ESTERNI PARTECIPANTI

N.	COGNOME E NOME	RUOLO	UNIVERSITA'/ORG. ESTERNA	EVIDENZA DI COLLABORAZIONE IN ATTO ⁽²⁾
1.	Margueron Samuel	Full Professor of Materials	Universite de Bourgogne Franche-Comte (Francia)	Nella lista delle pubblicazioni scientifiche di Pagano Antonino riferirsi ai numeri: 11, 19.

(2) es. riferimento a pubblicazioni scientifiche in collaborazione con il proponente o uno dei partecipanti al gruppo di ricerca, accordi di collaborazione scientifica, etc.

SCOPO, DESCRIZIONE E RISULTATI ATTESI DELLA RICERCA

Stato dell'arte (max 10 righe):

I digital twin (DT) costituiscono un elemento chiave per la gestione e l'ottimizzazione delle infrastrutture critiche, come le reti idriche (WDN), integrando dati di telemetria in tempo reale da sensori IoT a basso consumo con modelli idraulici per analisi predittive e supporto decisionale. Le implementazioni attuali restano in gran parte statiche e supervisionate, richiedendo elevate competenze specialistiche. L'introduzione della intelligenza artificiale (AI) generativa offre nuove opportunità di automazione, ma solleva sfide rilevanti in termini di sicurezza, sovranità dei dati e sostenibilità energetica. Le ricerche recenti convergono su approcci edge-oriented e di sustainable AI, finalizzati a sviluppare DT proattivi e adattivi, capaci di colmare il divario tra complessità e accessibilità delle decisioni operative in un'ottica di efficienza.

Obiettivi, ipotesi e metodologia (max 12 righe):

Il progetto mira a sviluppare un framework di Agentic AI per l'evoluzione dei DT per reti idriche verso sistemi reattivi, autonomi e sostenibili. L'ipotesi è che modelli open-weights locali di piccole e medie dimensioni, eseguiti su infrastrutture edge, possano garantire un equilibrio tra accuratezza, efficienza energetica e tutela della sovranità dei dati. La metodologia prevede la progettazione di un'architettura modulare basata su sistemi di AI cooperativa, capace di interpretare linguaggio naturale, generare ed eseguire codice per simulatori idraulici (EPANET) e gestire l'intero ciclo di validazione in ambienti isolati e sicuri. Le attività saranno coordinate da un motore di orchestrazione che supervisionerà le fasi di ragionamento, pianificazione e controllo dell'esecuzione. Le sperimentazioni saranno condotte su scenari realistici di gestione delle WDN, analizzando accuratezza, latenza, consumo energetico e affidabilità operativa in contesti di DT integrati con dispositivi Green IoT.



**Università
degli Studi
di Palermo**

Dipartimento di Ingegneria
Direttore: prof. Livan Fratini



Contributo atteso da ciascuno dei ricercatori coinvolti (max 3 righe per ricercatore):

Restuccia Gabriele - Sviluppo dei moduli di Agentic AI, con particolare attenzione ai modelli linguistici locali e alla progettazione dei cicli di ragionamento e pianificazione autonoma per l'interazione con i simulatori idraulici.

Pagano Antonino - Responsabile della integrazione dei modelli idraulici e dei flussi di dati provenienti dall'infrastruttura IoT per il DT. Supervisiona l'architettura generale del sistema edge.

Garlisi Domenico - Raccolta, sincronizzazione e gestione dei dati provenienti dai nodi IoT, curando gli aspetti di comunicazione e interoperabilità tra dispositivi edge e piattaforma centrale del DT.

Giuliano Fabrizio - Validazione e sull'ottimizzazione del framework, analizza il comportamento collaborativo degli agenti, la robustezza del ciclo di esecuzione e gli aspetti di efficienza energetica e sostenibilità del sistema AI.

Margueron Samuel - Sviluppo di soluzioni di embedded Machine Learning per sensori IoT battery-free per Smart WDN.



Risultati attesi (max 5 righe):

Realizzazione di un framework sperimentale di Agentic AI integrato nei DT per WDN. Si intende dimostrare la fattibilità di modelli di AI locali eseguiti su infrastrutture edge-oriented, capaci di garantire efficienza e autonomia decisionale. Il framework sarà progettato secondo principi di sostenibilità, ridotto consumo energetico e tutela della sovranità dei dati nelle infrastrutture critiche.

Caratteristiche di interdisciplinarietà del progetto (max 5 righe):

Il progetto si colloca pienamente nell'ambito ICT, integrando competenze di ingegneria del software, sensoristica, informatica e telecomunicazioni. Combina lo sviluppo di architetture distribuite e sistemi di comunicazione intelligenti con tecniche di Agentic AI e analisi dei Big Data, con ricadute nei settori energetico e industriale per infrastrutture critiche autonome e sostenibili.

DESCRIZIONE DEI PRODOTTI DELLA RICERCA ATTESI, pari al 50% della numerosità del gruppo di ricerca (tipologia, collocazione editoriale, co-autore straniero se previsto, tempi attesi), evidenziando il numero di prodotti attesi entro la fine del 2028.

Si prevede la realizzazione di tre pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali indicizzate in fascia Q1 o Q2, nei settori Computer Science, Artificial Intelligence, Networking. Entro la fine del 2028 sarà sviluppato un primo prototipo funzionante del framework di Agentic AI per DT, validato su casi di studio realistici e reso disponibile come base sperimentale per successive attività di ricerca e trasferimento tecnologico.

INDICAZIONI SUL SODDISFACIMENTO DEI CRITERI DI CUI ALL' ART. 15 COMMA E ED F DEL REGOLAMENTO PER IL SISTEMA DI INCENTIVAZIONE, SOSTEGNO E PREMIALITÀ DELLA RICERCA DIPARTIMENTALE

Il progetto si configura come ricerca di base e *curiosity driven*, esplorando nuove sinergie tra Agentic AI, edge computing e digital twin per le reti idriche di distribuzione, infrastrutture critiche spesso obsolete e centrali nei dibattiti regionali, nazionali ed europei sulla modernizzazione e sostenibilità. L'iniziativa si colloca nel paradigma dell'Industria 5.0, del Sustainable AI, e del Green IoT, coniugando efficienza, autonomia e responsabilità ambientale. La ricerca è in coerenza con i settori ERC PE6 (Computer Science and Informatics) e PE7 (Systems and Communication Engineering), e rappresenta una base propedeutica per future partecipazioni a programmi PRIN, PNRR ed ERC.

FINANZIAMENTO RICHIESTO (max 4.000,00 €)

4.000,00 €



**Università
degli Studi
di Palermo**

Dipartimento di Ingegneria
Direttore: prof. Livan Fratini



DESCRIZIONE DELLE SPESE PREVISTE

Pubblicazione scientifica (≈ 2000 €) - Copertura delle spese di pubblicazione su riviste internazionali.

Attività di ricerca e sviluppo (≈ 1500 €) - Licenze software, calcolo cloud e materiali necessari per la modellazione e validazione dei prototipi AI applicati alle reti idriche.

Disseminazione e collaborazione (≈ 500 €) - Partecipazione a conferenze o workshop per presentare i risultati e avviare nuove sinergie di ricerca.

Il sottoscritto, proponente del progetto, dichiara:

- di non avere disponibilità di fondi di ricerca per un importo superiore a 10.000,00 €;
- di non avere coordinato gruppi di ricerca risultati assegnatari di finanziamento nei tre anni precedenti della misura;
- di non avere già presentato una proposta a tale misura nell'anno in corso;
- di non essere risultato beneficiario in qualità di Coordinatore della misura nei sei anni precedenti e non avere speso almeno l'80% dell'importo assegnato o non avere sottomesso una pubblicazione nelle modalità e nei termini stabiliti dall'art. 17 del Regolamento per il Sistema di Incentivazione, Sostegno e Premialità della Ricerca Dipartimentale.

Luogo e data: Palermo (PA), 07/11/2025

Firma
