

**POLITECNICO DI TORINO**

Corso di Laurea in INGEGNERIA ENERGETICA

Renewable Energy Systems

**Tesi di Laurea Magistrale**

**Analisi sulle tempistiche di installazione di infrastrutture di ricarica per  
veicoli elettrici sul territorio italiano**

Caso studio dell'azienda torinese Thef Charging



**Politecnico  
di Torino**

**Relatore:**

Prof. GIULIO MANGANO

**Corelatore:**

Prof. FILIPPO SPERTINO

**Candidato:**

ALESSIA JANNON

Anno Accademico 2022/2023



## SOMMARIO

1. ABSTRACT .....	7
2. MERCATO DELLE INFRASTRUTTURE DI RICARICA PER VEICOLI ELETTRICI .....	8
2.1 BREVE CENNO ALLE TIPOLOGIE DI VEICOLI ELETTRICI E ALLE INFRASTRUTTURE DI RICARICA .....	9
2.2 DIFFUSIONE E VENDITE DI VEICOLI ELETTRICI.....	11
2.3 DIFFUSIONE DELLE STAZIONI DI RICARICA PER VEICOLI ELETTRICI .....	13
2.4 RUOLI NELLA RETE DELLE INFRASTRUTTURE DI RICARICA .....	16
3. PRESENTAZIONE DELL’AZIENDA.....	17
4. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA INFRASTRUTTURA DI RICARICA .....	19
5. I DATI .....	24
5.1 DATI ESTRAPOLATI DAL DATABASE AZIENDALE.....	24
5.2 DATI AGGIUNTI DI INTERESSE PER L’ANALISI.....	29
5.3 DESCRIZIONE DEI DATI.....	32
6. METODOLOGIA.....	42
6.1 INTRODUZIONE ALLA STATISTICA E PROBABILITA’ .....	42
6.1.1 INTRODUZIONE .....	42
6.1.2 STATISTICA DESCRITTIVA .....	42
6.1.3 REGRESSIONE LINEARE SEMPLICE.....	47
6.1.4 REGRESSIONE LINEARE MULTIPLA.....	48
6.1.5 VARIABILI ALEATORIE DISCRETE E ASSOLUTAMENTE CONTINUE.....	50
6.1.6 STATISTICA INFERENZIALE: STIME PER UNA POPOLAZIONE .....	51
6.1.7 TEST D’IPOTESI.....	51
6.1.8 ANALISI DELLA VARIANZA (ANOVA).....	53
6.2 SOFTWARE A SUPPORTO: MINITAB .....	55
7. ANALISI E COMMENTI AI RISULTATI .....	58
7.1 ANALISI SUL LUOGO.....	58
7.1.1 ANOVA SUL LUOGO .....	58
7.1.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.....	73
7.2 ANALISI SUI SOGGETTI COINVOLTI.....	75
7.2.1 ANOVA SUI SOGGETTI COINVOLTI .....	75
7.2.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.....	77
7.3 ULTERIORI CONSIDERAZIONI SULL’ANALISI .....	78
7.3.1 ANOVA SUGLI ANNI DI RIFERIMENTO .....	78
7.3.2 ANALISI SUI GIORNI DI ATTIVAZIONE.....	80
8. CONCLUSIONI.....	82

8.1 CONSIDERAZIONI GENERALI .....	82
8.2 PROSPETTIVE FUTURE DI POWY .....	82
9. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	86
10. RINGRAZIAMENTI .....	88
11. APPENDICE .....	89
APPENDICE 1: LA SCELTA DEGLI HARDWARE.....	89
APPENDICE 2: DOCUMENTI A SUPPORTO DEL CAPITOLO 4 .....	95
APPENDICE 3: CODICE R UTILIZZATO PER LA DETERMINAZIONE DEGLI OUTLIER.....	100

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Tipologie di connettori di ricarica ( <a href="https://www.connectortips.com/whats-the-status-of-ev-charging-connector-standards">https://www.connectortips.com/whats-the-status-of-ev-charging-connector-standards</a> ) .....	10
Figura 2: Vendite globali di autovetture elettriche negli ultimi anni ( <a href="https://www.ev-volumes.com/#:~:text=Global%20light%20vehicle%20sales%20for,%25%20below%20pre%2D2020%20lev els.">https://www.ev-volumes.com/#:~:text=Global%20light%20vehicle%20sales%20for,%25%20below%20pre%2D2020%20lev els.</a> ) .....	11
Figura 3: Vendite per paese di autovetture elettriche a confronto tra 2021 e 2022 ( <a href="https://www.ev-volumes.com/#:~:text=Global%20light%20vehicle%20sales%20for,%25%20below%20pre%2D2020%20lev els.">https://www.ev-volumes.com/#:~:text=Global%20light%20vehicle%20sales%20for,%25%20below%20pre%2D2020%20lev els.</a> ) .....	12
Figura 4: Previsioni di punti di ricarica al 2025 e 2030 nel mondo ( <a href="https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer">https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer</a> ) .....	14
Figura 5: Evoluzione dei punti di ricarica in Italia ( <a href="https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer?gclid=EAIaIQobChMIo96us5bR_wIVi9F3Ch23fQqDEAAYAiAAEgIpszvD_BwE">https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer?gclid=EAIaIQobChMIo96us5bR_wIVi9F3Ch23fQqDEAAYAiAAEgIpszvD_BwE</a> ) .....	15
Figura 6: Colonnina di ricarica Powy ( <a href="https://powy.energy/news-powy/thef-charging-diventa-powy/">https://powy.energy/news-powy/thef-charging-diventa-powy/</a> ) .....	17
Figura 7: Valutazione del cliente e della location .....	21
Figura 8: CP installati per tipologia.....	32
Figura 9: Ripartizione location per zona geografica.....	33
Figura 10: Ripartizione location per regione .....	33
Figura 11: Ripartizione CP per zona geografica.....	34
Figura 12: Ripartizione CP per regione .....	35
Figura 13: Installazioni per tipologia di cliente .....	35
Figura 14: Ripartizione CP in Corrente Alternata .....	36
Figura 15: Ripartizione CP in Corrente Continua .....	36
Figura 16: Installazioni per cluster popolazione.....	37
Figura 17: Installazioni per cluster estensione geografica.....	37
Figura 18: Installazioni per cluster densità demografica .....	38
Figura 19: Installazioni per DEGURBA .....	38
Figura 20: Installazioni per cluster reddito procapite .....	39
Figura 21: Probability Plot dei Giorni Totali.....	58
Figura 22: Probability Plot dei Giorni Totali modificato .....	60
Figura 23: Raggruppamento Zona con metodo di Tukey .....	61
Figura 24: Interval Plot GG TOTALI vs ZONA (nuovo) .....	62
Figura 25: Grafici dei residui-ZONA (nuovo) .....	62
Figura 26: Interval Plot GG TOTALI vs POPOLAZIONE.....	64
Figura 27: Grafici dei residui-POPOLAZIONE.....	64
Figura 28: Interval Plot GG TOTALI vs ESTENSIONE GEOGRAFICA .....	65
Figura 29: Grafici dei residui-ESTENSIONE GEOGRAFICA .....	66
Figura 30: Interval Plot GG TOTALI vs DEGURBA.....	67
Figura 31: Grafici dei residui-DEGURBA .....	67
Figura 32: Interval Plot GG TOTALI vs REDDITO.....	68
Figura 33: Grafici dei residui-REDDITO.....	69
Figura 34: Raggruppamento Tipologia di luogo con metodo di Tukey .....	70
Figura 35: Interval Plot GG TOTALI vs TIPOLOGIA DI LUOGO.....	70
Figura 36: Grafici dei residui-TIPOLOGIA DI LUOGO.....	71
Figura 37: Interval Plot GG TOTALI vs TIPOLOGIA DI LUOGO (nuovo) .....	72
Figura 38: Grafici dei residui-TIPOLOGIA DI LUOGO (nuovo) .....	72
Figura 39: Interval Plot GG TOTALI vs INSTALLATORE .....	75
Figura 40: Interval Plot GG TOTALI vs DISTRIBUTORE LOCALE.....	77

Figura 41: Interval Plot GG TOTALI vs ANNO DI FIRMA.....	79
Figura 42: Interval Plot GG TOTALI vs ANNO DI ATTIVAZIONE.....	80
Figura 43: Probability Plot dei Giorni di Attivazione .....	81
Figura 44: Stazione di Metropark Pisa Centrale ( <a href="https://www.intoscana.it/it/articolo/attive-6-colonnine-di-ricarica-nel-parcheggio-metropark-alla-stazione-di-pisa-centrale/">https://www.intoscana.it/it/articolo/attive-6-colonnine-di-ricarica-nel-parcheggio-metropark-alla-stazione-di-pisa-centrale/</a> ) .....	83
Figura 45: Previsione di incremento dei punti di ricarica Powy.....	84
Figura 46: Caricatori AC: ENSTO Chago Wallbox, Alfen Double Pro-Line ( <a href="https://www.ensto.com/it/building-systems/prodotti/ricarica-di-auto-elettriche/work-charging/ensto-wallbox/">https://www.ensto.com/it/building-systems/prodotti/ricarica-di-auto-elettriche/work-charging/ensto-wallbox/</a> , <a href="https://alfen.com/it/eve-double-pro-line">https://alfen.com/it/eve-double-pro-line</a> ).....	93
Figura 47: Caricatori DC: Alpitronic Hypercharger, Wallbox Supernova GEN. 1 ( <a href="https://www.hypercharger.it/">https://www.hypercharger.it/</a> , <a href="https://wallbox.com/it_it/prodotti/supernova">https://wallbox.com/it_it/prodotti/supernova</a> ).....	94
Figura 48: Colonnina brandizzata Powy .....	94
Figura 49: Richiesta di installazione .....	95
Figura 50: Scheda di installazione.....	95
Figura 51: Richiesta di connessione alla rete elettrica.....	96
Figura 52: Specifica Tecnica del Distributore Locale .....	97
Figura 53: Planimetria con stalli scelti .....	97
Figura 54: Preventivo di connessione alla rete .....	98
Figura 55: Stato di Progetto.....	98
Figura 56: Schema elettrico unifilare .....	99

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Livelli di ricarica .....	10
Tabella 2: Fasi di processo .....	20
Tabella 3: Medie delle tempistiche.....	39
Tabella 4: Dettaglio tempistiche di installazione, attivazioni e totali.....	40
Tabella 5: Tempistiche per punti vendita contratto Tigros.....	41
Tabella 6: Suddivisione per ZONA .....	60
Tabella 7: Risultati ANOVA per ZONA .....	61
Tabella 8: Raggruppamento Zona con metodo di Tukey .....	61
Tabella 9: Risultati ANOVA per POPOLAZIONE.....	63
Tabella 10: Nuove categorie di popolazione .....	63
Tabella 11: Risultati ANOVA per POPOLAZIONE (nuove categorie).....	63
Tabella 12: Risultati ANOVA per ESTENSIONE GEOGRAFICA .....	65
Tabella 13: Risultati ANOVA per DEGURBA.....	66
Tabella 14: Risultati ANOVA per REDDITO .....	68
Tabella 15: Risultati ANOVA per TIPOLOGIA DI LUOGO.....	69
Tabella 16: Raggruppamento Tipologia di luogo con metodo di Tukey.....	69
Tabella 17: Risultati ANOVA per TIPOLOGIA DI LUOGO.....	71
Tabella 18: Risultati ANOVA per INSTALLATORE .....	75
Tabella 19: Categorizzazione per FORNITORE .....	76
Tabella 20: Risultati ANOVA per DISTRIBUTORE LOCALE .....	76
Tabella 21: Risultati ANOVA per DISTRIBUTORE LOCALE (nuove categorie) .....	76
Tabella 22: Risultati ANOVA per ANNO DI FIRMA.....	79
Tabella 23: Risultati ANOVA per ANNO DI ATTIVAZIONE .....	79
Tabella 24: Punti di ricarica al Q1-2023 .....	84
Tabella 25: Lista hardware selezionati .....	93

## 1. ABSTRACT

Lo scopo della presente tesi, svolta nell'azienda TheF Charging, è quello di analizzare le tempistiche di installazione delle infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici installate dall'azienda in Italia nel periodo di attività antecedente al 2023, allo scopo di individuare correlazioni con i fattori esterni che le caratterizzano e che potrebbero assumere carattere generale per qualsiasi progetto sul territorio nazionale.

In seguito ad un breve cenno alle motivazioni che hanno portato alla scelta di questo tema, si presenterà una introduzione al mercato e diffusione dei veicoli elettrici e di infrastrutture di ricarica nel paese e nel mondo.

Verrà descritto il processo strutturato che segue l'azienda per la realizzazione di una nuova stazione di ricarica: saranno quindi approfonditi i vari passaggi, dalla ricerca di nuovi business alla messa in esercizio dell'infrastruttura, e gli soggetti coinvolti in ognuno di questi passi.

Successivamente, partendo dal database aziendale, ne verrà creato uno ad hoc contenente le installazioni completate nel periodo di interesse, tenendo traccia di tutte le caratteristiche proprie riguardo al luogo di installazione, tipo di attività e cliente, categoria di infrastruttura realizzata, tipo di colonnina, distributore di zona per l'energia elettrica, ecc.

Con l'elenco completo di tutte le informazioni necessarie, si renderanno i dati fruibili per effettuare un'analisi di tipo statistico, in particolare creando le opportune categorie di riferimento. L'analisi dedicata verrà svolta con il supporto del software Minitab, allo scopo di individuare correlazioni tra le tempistiche di realizzazione di nuove infrastrutture e le caratteristiche distintive di ogni progetto. In particolare, si valuteranno gli attributi del luogo in cui è ubicata la stazione e i soggetti che sono stati coinvolti e che possono perciò essere responsabili nel processo di installazione. Gli esiti delle Analisi della Varianza verranno utilizzati come punto di partenza per commenti volti all'individuazione di lacune e criticità, con il fine ultimo di identificare una strategia di miglioramento ed efficienza dei processi e di scelta dei partners coinvolti. Allo stesso tempo, i risultati ottenuti saranno inseriti nello scenario italiano per valutarne la bontà di rappresentazione del campione.

Infine, questa trattazione terminerà con un cenno ai progetti futuri dell'azienda, con particolare riferimento al ritmo di crescita dei punti di ricarica; questo modello di espansione è lo specchio della crescente diffusione che si avrà in tutta la nazione.



## 2. MERCATO DELLE INFRASTRUTTURE DI RICARICA PER VEICOLI ELETTRICI

È dato ormai noto che molte azioni dell'uomo stanno contribuendo inesorabilmente al cambiamento climatico; tra queste, è indispensabile tenere in considerazione il settore dei trasporti, che è responsabile di oltre il 28% delle emissioni globali di anidride carbonica. Una delle possibili soluzioni individuate dalle autorità dei paesi più sviluppati per ridurre la concentrazione di inquinanti causata dalla circolazione dei veicoli è quella di incoraggiare l'uso dei veicoli elettrici. In particolare, questa transizione ad una più sostenibile ed efficiente mobilità deve essere promossa attraverso incentivi, aiuti per gli acquisti e altre misure a supporto. In questa trattazione non si entrerà volutamente nel merito di queste normative, ma è importante citare il loro fondamentale contributo.

Per quanto riguarda i punti a favore della tecnologia elettrica, verranno qui brevemente elencati i più significativi:

- Assenza di emissioni dirette dallo scarico di sostanze inquinanti come CO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>
- Manutenzione ridotta e più facile; il motore è più semplice e compatto
- Maggiore affidabilità, siccome di struttura più semplice
- Generalmente, costi di mantenimento del veicolo e di acquisto dell'energia di ricarica inferiori a quelli da sostenere per un veicolo tradizionale e per il rifornimento di combustibili fossili
- Comfort a bordo maggiore, assenza di rumori e vibrazioni del motore
- Maggiore efficienza rispetto ai veicoli tradizionali (fino al 70%)
- Assenza di penalizzazioni dovute alle restrizioni di traffico nei centri urbani

[1]

Affinché la transizione all'elettrico sia possibile, è però necessario creare una rete di infrastrutture per supportare la tecnologia: in particolare, questi veicoli necessitano di ricaricare con una certa frequenza la batteria contenuta al loro interno che alimenta il motore. Bisogna quindi fornire agli utenti l'adeguato sistema di ricarica al fine di mutare il meno possibile le loro abitudini e consentirgli di mantenere gli usuali spostamenti, che fino ad oggi sono stati effettuati con i mezzi di trasporto tradizionale.

In questo capitolo, verranno quindi brevemente trattati alcuni temi di carattere generale riguardo alla diffusione di veicoli elettrici, delle stazioni con i caricatori per le vetture e approfonditi i ruoli necessari alla gestione della rete di ricarica presente.

## 2.1 BREVE CENNO ALLE TIPOLOGIE DI VEICOLI ELETTRICI E ALLE INFRASTRUTTURE DI RICARICA

Per veicoli elettrici, identificati con la sigla VE o EV (Electric Vehicle) in inglese, si intendono tutti quei veicoli che sono equipaggiati di un motore elettrico. Questa macro categoria è in realtà composta da una serie di sottogruppi:

- vetture completamente elettriche, BEV (Battery Electric Vehicle): hanno un motore elettrico a batteria, che viene ricaricata con caricatori esterni, solitamente con le tradizionali colonnine pubbliche o semplici dispositivi domestici
- vetture ibride plug-in, PHEV (Plug-In Hybrid): sono dotate di due motori, uno tradizionale e uno elettrico; per quanto riguarda la batteria elettrica che alimenta il motore associato, essa deve essere ricaricata con un caricatore esterno. Queste auto consentono una maggiore autonomia e flessibilità, siccome forniscono due alternative di alimentazione
- vetture ibride leggere, MHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle): composte da un motore elettrico di piccole dimensioni che fa da appoggio a uno termico, non necessitano del supporto delle infrastrutture di ricarica di energia elettrica. Il motore elettrico ha la funzione di alternatore e starter, assistendo il motore principale nelle fasi di accelerazione. Le batterie che lo alimentano vengono invece ricaricate da un motogeneratore che si attiva nelle fasi di veleggiamento in marcia e frenata del veicolo. Questa tipologia consente quindi un risparmio di carburante tradizionale.

[2]

Come appena visto, gran parte dei veicoli dotati di motore e batterie elettriche necessita di uno strumento esterno in grado di procurargli l'energia consumata. Per questo scopo si sta creando a livello mondiale una rete di infrastrutture di ricarica sempre più fitta, in grado di sostenere il parco elettrico in circolazione.

Per quanto riguarda le stazioni di ricarica, esse possono essere suddivise, a seconda delle loro caratteristiche, in molteplici categorie. Principalmente, si distinguono in base alla tipologia di accesso (privati o pubblici), la localizzazione (abitazioni, supermercati, stazioni di servizio, ...) e la potenza di ricarica (lente, accelerate, rapide e ultrarapide). [3]

Le stazioni di ricarica possono essere composte da uno o più caricatori; essi possono presentare caratteristiche diverse, ad esempio di potenza, per garantire il più possibile un servizio di ricarica completo agli utilizzatori. Mentre le soluzioni casalinghe sono spesso simili tra loro, le infrastrutture di ricarica pubbliche o private con libero accesso per tutti i possessori di veicoli elettrici sono solitamente più diversificate. Per le utenze domestiche si installano piccoli dispositivi, tipicamente economici e a ricarica lenta, siccome generalmente il veicolo ha tempi di sosta più lunghi. Per i luoghi pubblici, invece, la scelta deve essere condotta in base al luogo: bisogna valutare se esso consente una fermata più o meno lunga. In particolare, lungo le autostrade, i caricatori veloci e ultrarapidi sono essenziali per permettere ai guidatori di intraprendere viaggi lunghi senza

avere apprensioni riguardo all'autonomia della propria vettura. Questo è fondamentale anche per aiutare ad abbattere le perplessità legate all'acquisto di veicoli elettrici. [4]

Passando ora nel dettaglio agli hardware, per parlare di rapidità con cui può avvenire il rifornimento è prima necessario distinguere le due grandi categorie di ricarica: a Corrente Alternata (AC) e a Corrente Continua (DC). Non si entra nel dettaglio delle tecnologie, si cita soltanto che la ricarica in continua consente di bypassare il caricatore integrato presente nelle auto, per andare direttamente ad alimentare la batteria. Essa permette di raggiungere velocità di ricarica elevate grazie alle potenze più alte. Al contrario, la tipologia AC ha potenze limitate e le sono quindi associati tempi maggiori.

I caricatori vengono quindi suddivisi secondo criteri di potenza e relativi tempi di ricarica, ma non esiste una classificazione universale: si tratta di un mondo in continua espansione ed evoluzione; verrà quindi riportata qui di seguito una possibile distinzione in livelli, ognuno caratterizzato dalle opportune fasce di valori, tra cui il tempo impiegato a ricaricare un veicolo da 40 kWh. [5]

LIVELLO	POTENZA [kW]	TEMPO DI RICARICA
LEVEL 1	1-1.8	22-40 ore
LEVEL 2	3-22	2-13 ore
LEVEL 3	30-360	15 min.- 1.5 ore

Tabella 1: Livelli di ricarica

Scendendo nel dettaglio, per quanto riguarda la Corrente Alternata si può ricorrere a colonnine AC Slow o AC Quick; come dice la stessa terminologia, le seconde sono più prestanti. In Corrente Continua si elencano in ordine di potenza crescente le classi: DC Fast, DC Fast +, HPC (Hypercharger).

Un'ulteriore categorizzazione viene fatta considerando la tipologia di connettori, ognuno utilizzato per una specifica modalità di ricarica e associato a uno dei livelli appena citati. Solitamente le diverse prese vengono utilizzate in paesi diversi. Alcuni esempi tra cui si può scegliere sono: Type 1, Type 2, CHAdeMO, ecc.



Figura 1: Tipologie di connettori di ricarica (<https://www.connectortips.com/whats-the-status-of-ev-charging-connector-standards>)

Al giorno d'oggi le alternative sul mercato sono numerose, per diverse fasce di prezzo e tecnologie integrate.

In appendice (Appendice 1) si trova un piccolo approfondimento sui caricatori che l'azienda Powy ha deciso di selezionare per le sue installazioni.

## 2.2 DIFFUSIONE E VENDITE DI VEICOLI ELETTRICI

Al termine del 2022, nel mondo si contano in totale 26 milioni le auto elettriche, un aumento del 60% rispetto al 2021. [4] Le vendite continuano a crescere; nell'anno sono state 10.5 milioni le vetture puramente elettriche BEVs e ibride plug-in PHEVs vendute: questo dato fa registrare un +55% rispetto al 2021 ed equivale al 14% del totale delle auto vendute. [6]

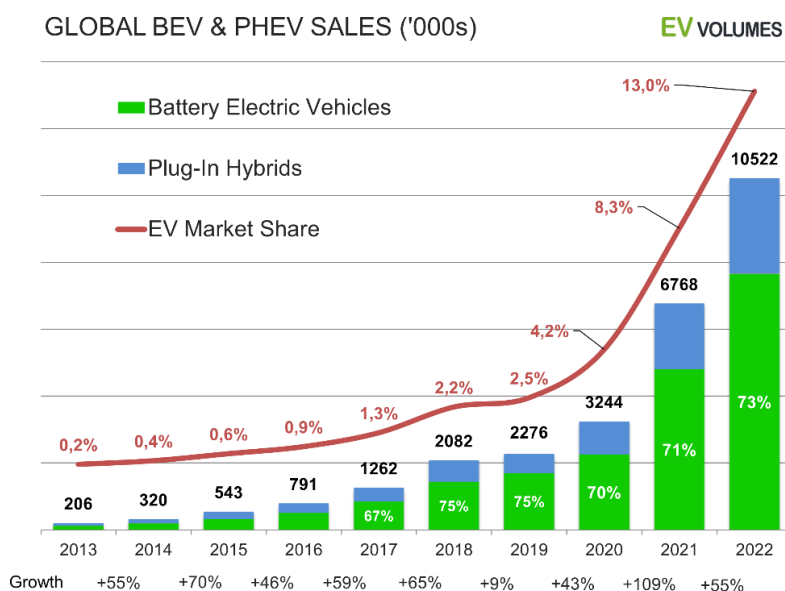


Figura 2: Vendite globali di autovetture elettriche negli ultimi anni (<https://www.ev-volumes.com/#:~:text=Global%20light%20vehicle%20sales%20for,%25%20below%20pre%2D2020%20levels.>)

Come si può apprezzare dalla figura qui sopra, il contributo delle PHEVs è stato del 27% delle vendite di elettrico nel 2022, rispetto al 29% nell'anno precedente. Percentualmente, le puramente elettriche sono cresciute del 59% e le ibride plug-in hanno registrato un +46%; a completare il quadro, gli incrementi annui del +15% per le non ricaricabili Full Hybrids e per gli ibridi leggeri dell'+1%. Riguardo alle categorie appena menzionate, per la prima volta, nel 2022, la vendita di veicoli ricaricabili dalla rete ha superato quella dei veicoli non ricaricabili: 10.5 milioni contro 8.4. [6]

È importante però menzionare che, nel complesso, nel 2022 la vendita di veicoli leggeri ha registrato un -0,5 % rispetto al 2021, per un totale mondiale di 81 milioni di unità, e che la percentuale corrispondente ai veicoli con motore a combustione interna si è ridotta al 76.8% dello share totale. Le autovetture a cella combustibile sono irrilevanti nel mix. [6]

Concentrandosi di nuovo sui diversi gruppi di elettrico, sempre nello scorso anno, BEVs e PHEVs hanno contato per il 9.5% e 3.5% di vendite di veicoli leggeri. La loro somma risulta superiore al valore di 8.3% registrato nel 2021. [6]

Interessante lo scenario a livello regionale, che sta cambiando rispetto agli anni precedenti.

Per quanto riguarda l'Europa, sono state circa 2.7 milioni le vetture elettriche (BEV e PHEV) vendute. C'è stato quindi un aumento del 15% rispetto al 2021, valore che però è inferiore rispetto agli incrementi più significativi che si erano avuti nei due anni precedenti; questo trend è effetto della debolezza del mercato, che in generale si è ripercossa anche sulle altre tipologie di veicoli, e della guerra in Ucraina. In ogni caso, il continente europeo è il secondo mercato più ampio al mondo per l'elettrico dopo la Cina; le cifre registrate portano ad avere in totale 4.4 milioni di auto elettriche e 3.4 milioni di elettriche ibride. [4]

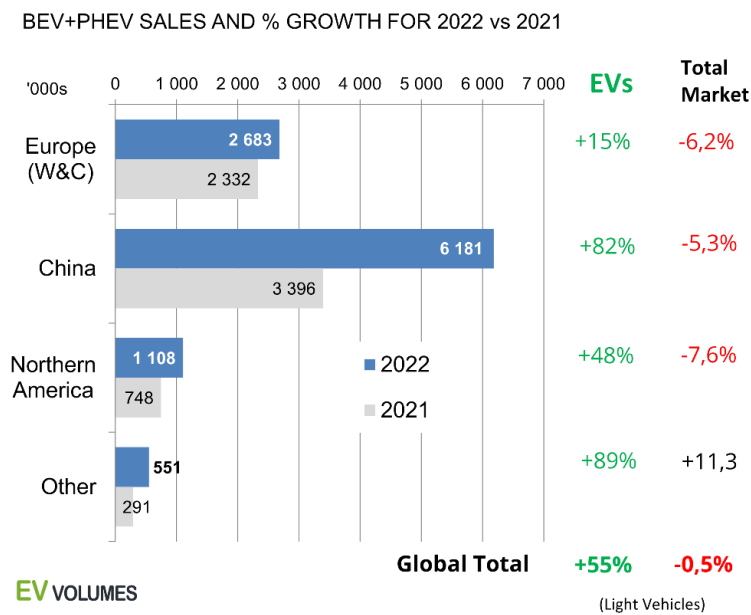


Figura 3: Vendite per paese di autovetture elettriche a confronto tra 2021 e 2022 (<https://www.ev-volumes.com/#:~:text=Global%20light%20vehicle%20sales%20for,%25%20below%20pre%2D2020%20levels.>)

Quanto ai singoli Stati membri, la Norvegia detiene il primato con le percentuali del 71% di BEV e dell'8% di PHEV sul totale delle auto vendute.

Relativamente a USA e Canada, benché una diminuzione delle vendite complessive di veicoli leggeri, c'è stato un aumento del 48% nella vendita di EV.

In Cina, nonostante le molteplici problematiche del paese tra lock-downs e crisi, lo scorso anno ha registrato un aumento di vendite dell'82% rispetto al precedente, con un totale di circa 6.2 milioni di veicoli; questo mercato rappresenta il 59% delle vendite globali per la categoria e porta la nazione a 13.8 milioni veicoli elettrici presenti.

In riferimento alla situazione globale, i paesi che registrano gli incrementi di vendite più rilevanti sono l'Indonesia, passata da 1000 a 10 mila unità, l'India con un +223% e un totale di 50 mila vendite nell'anno e, infine, la Nuova Zelanda con un +151% che corrisponde a 23 mila veicoli e 20% del mercato. Nel complesso, è possibile affermare che i veicoli elettrici si stanno diffondendo rapidamente nell'emisfero sud del globo. [6]

In generale, comunque, il 2022 non è stato un anno molto fortunato: alla fine dello stesso si è vista una diminuzione di vendite dovuta alla riduzione degli incentivi europei e cinesi e ai piani americani (IRA: Inflation Reduction Act).

Per il 2023, nonostante le fluttuazioni nel mercato, si aspettano 14.3 milioni di vendite di elettrico (con un aumento del 36% rispetto al 2022), di cui 11 milioni BEV. Questo porterebbe ad avere un totale di circa 40 milioni di veicoli elettrici in circolazione (di cui circa il 73% di elettriche a batteria). [6]

Concentrandosi infine sull'Italia, per quanto riguarda le vendite generali nel settore auto, anche questo paese europeo ha registrato una diminuzione generale dal 2021 al 2022: un -9.7%, che corrisponde a poco più di 1.3 milioni di unità. Questo trend ha inevitabilmente influenzato il mercato dell'elettrico. Le nuove immatricolazioni di puramente elettriche sono state 49.5 mila, numero in diminuzione rispetto all'anno precedente. Per quanto riguarda invece le ibride plug-in (PHEV), i numeri sono più alti, ma anch'essi in diminuzione: da 69.8 mila a 67.9 mila nuove immatricolazioni. A causa della contrazione del mercato, però, la loro quota sale al 5,1%. Nell'intero anno 2022, quindi, BEV e PHEV subiscono entrambe flessioni nei volumi, rispettivamente del 26,6% e del 8,1%. Al contrario, flessioni positive per le ibride leggere e le full hybrid che chiudono il 2022 con un guadagno di oltre 5%: dal 29% al 34,1%, cui maggior contributo è dato dalle ibride leggere. [7] Ad oggi, si è raggiunta una percentuale di elettrico sul totale degli autoveicoli circolanti dello 0.8% circa. [8]

## 2.3 DIFFUSIONE DELLE STAZIONI DI RICARICA PER VEICOLI ELETTRICI

Per quanto riguarda le infrastrutture di ricarica, si è già accennato al loro essere e suddivisione nel capitolo introduttivo; in questa sezione, verrà però approfondita la loro diffusione globale e più nello specifico in Europa e sul territorio italiano. Verrà incentrata l'attenzione sui punti di ricarica pubblici, il cui numero è in continuo aumento con l'obiettivo di raggiungere la stessa accessibilità e convenienza delle tradizionali stazioni di ricarica per veicoli a combustibili fossili. Questa necessità risulta particolarmente accentuata nelle aree urbane densamente popolate, in cui raggiungere il punto di ricarica casalingo è più complesso.

L'IEA (International Energy Agency, Agenzia Internazionale per l'Energia) nel 'Global EV Outlook 2023' riporta che alla fine del 2022 sono 2.7 milioni i punti di ricarica pubblica accessibili in tutto il mondo. Nell'arco di un solo anno sono state installate 900 mila nuove stazioni, con un aumento del 55% rispetto all'anno precedente. Scendendo nel dettaglio delle categorie di ricarica, si ha un incremento di 600 mila punti annuali per quanto riguarda la ricarica lenta e di 330 mila di ricarica veloce.

Nel continente europeo, nel 2022 sono stati installati 460 mila punti di ricarica lenta, +50% rispetto all'anno precedente. Relativamente a quelli a ricarica veloce, si conta un totale di oltre 70 mila, aumento del 55% rispetto al 2021. I paesi più virtuosi del continente si rivelano la Germania con 64 mila punti lenti e 12 mila

veloci, la Francia con 74 mila lenti e 9.7 mila veloci e la Norvegia con 117 mila lenti e 9 mila veloci. Per l'anno corrente, le previsioni sono molto positive, si attendono forti incrementi in seguito alle normative e ai fondi per il settore. [4]

Spostando lo sguardo più avanti, nel 2030, anche con uno scenario più conservativo in cui non vengono rispettati tutti gli obiettivi annunciati nel settore (STEPS-Stated Policies Scenario), si prevede un totale di quasi 2.4 milioni di punti di ricarica pubblici europei, di cui 1.9 milioni lenti e 480 mila veloci. Allargando le previsioni al mondo per lo stesso anno futuro, si parla di 12.7 milioni, suddivisi in 7.9 e 4.8 milioni rispettivamente. [9]

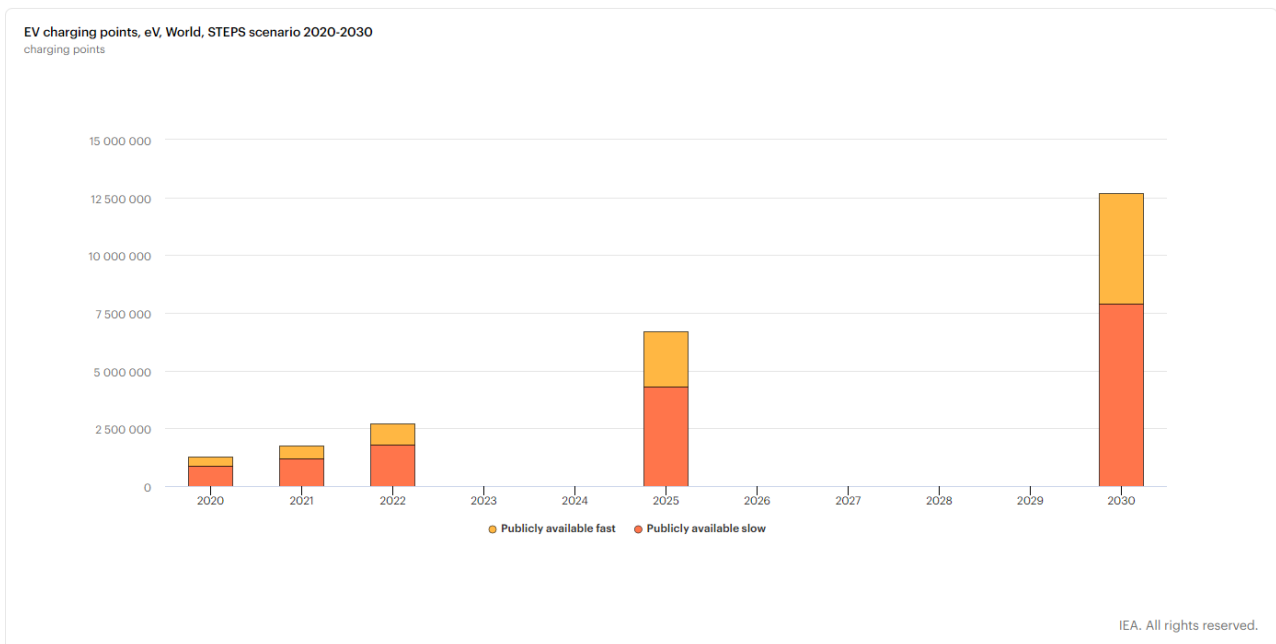


Figura 4: Previsioni di punti di ricarica al 2025 e 2030 nel mondo (<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>)

Per quanto riguarda l'Italia, da un studio dell'Agenzia Internazionale per l'Energia in collaborazione con l'Electric Vehicles Initiative (EVI), risulta che nel 2022 il numero di punti di ricarica pubblici per veicoli elettrici era di circa 31 mila per ricarica lenta e 6.5 mila per la veloce. [9]

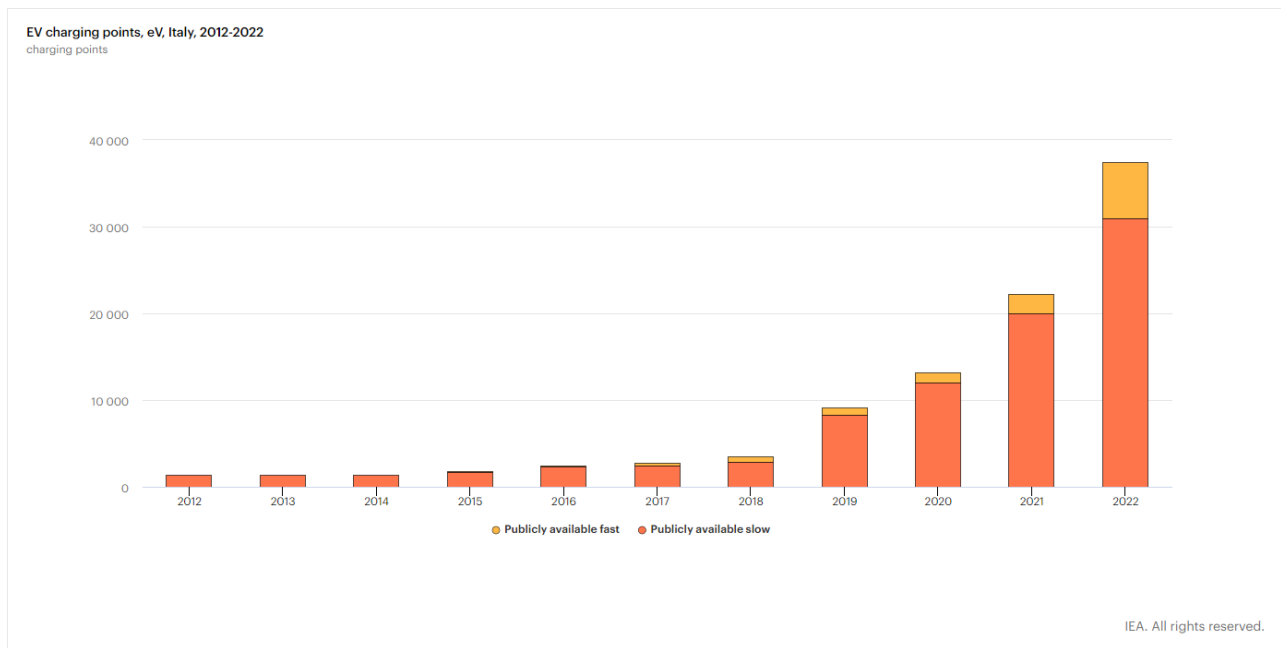


Figura 5: Evoluzione dei punti di ricarica in Italia ([https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer?gclid=EAIaIQobChMIo96us5bR\\_wIVi9F3Ch23fQqDEAAYAiAAEgIpzvD\\_BwE](https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer?gclid=EAIaIQobChMIo96us5bR_wIVi9F3Ch23fQqDEAAYAiAAEgIpzvD_BwE))

Uno sguardo sul resto del mondo è indispensabile; si evidenzia la situazione della Cina, che possiede in totale un milione di punti a ricarica lenta, più della metà di quelli presenti in tutto il pianeta, e 760 mila veloce; per la categoria veloce, il 90% dell'aumento globale nel 2022 appartiene a questo Stato. Spostandosi dall'altra parte del globo, gli Stati Uniti hanno ridotto i loro investimenti sulla ricarica lenta, ma hanno mostrato un +6.3 mila nel 2022 relativamente ai punti di ricarica veloci, portandoli ad un totale di 28 mila. [4]



## 2.4 RUOLI NELLA RETE DELLE INFRASTRUTTURE DI RICARICA

Nel mondo delle infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici, sono necessarie delle figure che gestiscano le stazioni di ricarica, sia dal punto fisico, per quanto riguarda il funzionamento dei caricatori, sia quello virtuale, della rete che gestisce il servizio di ricarica. A questo scopo esistono, quindi, due soggetti cruciali e interdipendenti della rete di ricarica: Charging Point Operator e Electro-Mobility Service Provider. Nulla vieta che questi due ruoli vengano svolti dalla stessa impresa. [10]

Il **CPO** (Charging Point Operator) è il soggetto che si dedica alla costruzione, monitoraggio, manutenzione e, più in generale, al controllo della stazione; si occupa, quindi, di garantire il corretto funzionamento dal punto di vista tecnico, ma anche di assicurare un'appropriata connessione del punto di ricarica. È inoltre responsabile della gestione dell'energia e della connettività della stazione (che nella maggior parte dei casi deve essere disponibile 24/7). L'acronimo CPO ha anche un altro significato: Charging Point Owner, ovvero il proprietario della stazione; non necessariamente le figure di Charging Point Owner e di Operator si sovrappongono, ma questo caso è frequente. [11]

Parallelamente, è necessaria la figura dell'**EMSP** (Electro-Mobility Service Provider) che, invece, si occupa di fornire al cliente finale il servizio di rifornimento, consentendogli l'accesso alla rete di ricarica; questo avviene principalmente attraverso le applicazioni disponibili per i guidatori di veicoli elettrici, sulle quali i clienti possono creare un account personale. Esistono anche altri metodi di autenticazione e riconoscimento, come le tessere RFID o di prossimità: piccoli dispositivi personali che vengono letti per consentire l'accettazione iniziale. Inoltre, la figura di EMSP si occupa di riferire agli utilizzatori informazioni utili quali la localizzazione, la disponibilità del caricatore, le tipologie di pagamento accettate. Questo servizio è indispensabile per garantire al cliente un'esperienza d'uso efficace che lo soddisfi (customer experience). [11]

### 3. PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA

Powy è una start up innovativa che nasce, con il nome Thef Charging, nel 2018 sulla base di un'esperienza pluriennale di esperti di mobilità elettrica e automotive su scala internazionale. Essa propone un percorso comune per privati e pubblici, al fine di realizzare un'infrastruttura per i servizi di ricarica di veicoli elettrici nelle aree di sosta. Si impegna a garantire a chi installa zero costi e ricavi immediati per poter crescere insieme nel mercato in continua evoluzione dell'elettrico.

Powy è dunque un CPO che possiede le infrastrutture di ricarica ad uso pubblico che vengono installate su suolo privato o pubblico grazie a contratti diretti stipulati con i proprietari.

L'azienda entra all'interno di un sistema virtuoso di sviluppo dei punti di ricarica, impegnandosi a creare un futuro sempre più sostenibile della mobilità; il primo passo affinché questo sia possibile è garantire ai suoi clienti energia 100% proveniente da fonti rinnovabili.

Nello scenario italiano, Powy sta creando un ecosistema di partner di alto livello, tra cui Stellantis, APCOA Parking, Metropark, Pittarello e Tigros. Allo stesso tempo, è riuscita ad ottenere la visibilità sui sistemi di navigazione satellitare dei principali car maker e su molte app dedicate alla ricarica dei veicoli elettrici italiane e internazionali.

L'azienda nasce e ha sede a Torino, ma per il futuro, prevede la diffusione in Europa con l'apertura di nuove sedi. Questo progetto ha avuto il primo risultato tangibile nel 2021, quando è stata fondata una nuova sede in Spagna. Powy è entrata nel mercato spagnolo con la prima installazione nel 2022 e per il nuovo anno il piano di installazioni è già cospicuo.

Nella seconda metà dello scorso anno, l'azienda ha deciso di effettuare un'operazione di completo rebranding dal vecchio nome e logo Thef Charging. Il rinnovamento della propria identità vuole segnare uno spartiacque dal passato, per entrare nell'età aziendale più matura in cui consolidare la sua presenza nel mercato. Il nuovo naming richiama il concetto di energia e il claim "CHARGE THE CHANGE" riassume perfettamente quello che è l'impegno dell'azienda.



Figura 6: Colonnina di ricarica Powy (<https://powy.energy/news-powy/thef-charging-diventa-powy/>)

Approfondendo ora gli aspetti più operativi, all'interno di Powy il team segue per intero il processo di realizzazione dell'infrastruttura di ricarica; in particolare le fasi di progettazione, autorizzazione, installazione, attivazione. Essendo la proprietaria delle infrastrutture di ricarica, si occupa anche della gestione delle stesse: per quanto concerne la vendita dell'energia per le ricariche ai clienti, la manutenzione delle stazioni e altri servizi associati. Può essere classificata, quindi, a tutti gli effetti nella categoria dei CPO, nonostante non si precluda per il futuro la possibilità di offrire il suo completo supporto con il servizio di eMSP. [12]

## 4. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA INFRASTRUTTURA DI RICARICA

In questo capitolo verrà brevemente descritto l'intero processo di realizzazione, per quanto riguarda la parte trattata dal team Operations, di una nuova infrastruttura di ricarica per veicoli elettrici. Il progetto viene preso in mano nel momento in cui viene firmato il contratto e si conclude quando l'infrastruttura diventa operativa a tutti gli effetti, ovvero la data del commissionamento. In realtà, l'impegno verso il cliente non termina con questo evento, siccome l'infrastruttura è di proprietà dell'azienda, che si occupa anche degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e della gestione e monitoraggio della stazione.

Per riassumere brevemente i principali steps del processo, qui sotto è riportata una tabella in cui sono aggiunti i soggetti coinvolti e le tempistiche medie di ogni fase:

MACRO FASI		FASI		SOGGETTI COINVOLTI	TEMPISTICA
1	Gestione e coordinamento del progetto	1.1	Gestione Tecnica del progetto	POWY	9 mesi in media
		1.2	Gestione finanziaria del progetto	POWY	-
		1.3	Monitoraggio e gestione del rischio	POWY	-
2	Procedura di acquisizione del sito	2.1	Acquisizione del contratto	POWY	-
3	Progettazione esecutiva e permessi	3.1	Lettera di incarico all'installatore	POWY	0-1 giorno
		3.2	Richiesta di connessione alla rete elettrica	POWY	1-2 giorni
		3.3	Sopralluogo	Installatore, Partner selezionati da POWY, Proprietà e DSO	20-30 giorni
		3.4	Preventivo di connessione alla rete/ Preventivo installazione	Distributore Locale (DSO)/ Partner installatore selezionato	10-20 giorni

		3.5	Progetto esecutivo	POWY attraverso partner selezionati	7 giorni
		3.6	Acquisizione permessi	POWY and Enti Locali	7-60 giorni
4	<b>Installazione, Connessione alla rete e Commissionamento</b>	4.1	Opere civili	POWY attraverso partner selezionati	Piccoli cantieri: 3-4 giorni Grandi cantieri: 5-10 giorni
		4.2	Connessione alla rete elettrica	POWY, attraverso partner selezionati e DSO	80 giorni in media
		4.3	Installazione dell'hardware	POWY attraverso partner selezionati	5 giorni
		4.4	Commissionamento	POWY attraverso partner selezionati e DSO	5 giorni
5	<b>Comunicazione e diffusione</b>	5.1	Definizione di una strategia di comunicazione	POWY	-
		5.2	Attività di ingaggio degli stakeholders	POWY	-

Tabella 2: Fasi di processo

Prima di procedere con la parte operativa, è opportuno un cenno all'attività di ricerca di nuovi investimenti portata avanti dalla sezione Commerciale (Business Development). Queste persone si occupano della ricerca e valutazione di possibili nuovi clienti. L'opinione complessiva attribuita ai clienti segue dei criteri definiti internamente, che prevedono varie sottocategorie: giudizio creditizio (Credit Rating), impegno per la soddisfazione dei clienti (Commitment to customer satisfaction), possibilità di scalabilità per il futuro (Scalability) e forza contrattuale di Powy (Powy Market Power). In breve, queste voci possono essere così descritte:

- giudizio creditizio: con il supporto del tool Credit Safe, che si basa principalmente sulle notizie finanziarie e i bilanci di ogni azienda, si attribuisce un punteggio sulla sicurezza finanziaria per il cliente selezionato
- impegno per la soddisfazione dei clienti: fattore qualitativo dato per valutare l'interesse del proprietario dell'attività a fornire un servizio di qualità ai suoi clienti
- possibilità di scalabilità per il futuro: il punteggio è tanto maggiore quanto più il cliente con cui si tratta possiede altri luoghi eventualmente dedicabili ad installazioni future
- forza contrattuale di Powy: giudizio che riflette quanto Powy si può imporre sul locatore

Per la valutazione della posizione, questa viene effettuata con l'ausilio di Mobilyze, una piattaforma che è in grado di stimare l'utilizzo di una potenziale infrastruttura di ricarica situata in qualsiasi punto in Europa; essa fornisce, come si può vedere qui sotto, punteggi su: livello di popolazione, traffico, punti di interesse, competizione. [13] Queste votazioni vengono confrontate con i valori medi nazionali, che fornisce sempre la piattaforma, così da determinare se si tratta di parametri accettabili. Per rendere completa l'analisi, vengono poi aggiunte delle ultime considerazioni, indipendenti da Mobilyze, sulla penetrazione di veicoli elettrici, le attrattive turistiche, i feedback di Google e/o Booking (se disponibili).

LANDLORD EVALUATION			
Credit Rating	Commitment to customer satisfaction	Scalability	POWY Market Power
HIGH	HIGH	MEDIUM	MEDIUM

LOCATION EVALUATION							
Mobilyze							
	Population	Traffic	Points of interest	Competition	EV Penetration	Touristic Attractiveness	Booking Feedback (hotel only)
Score (0-1)	0,11	0,15	0,50	1,00			
Evaluation	LOW	LOW	HIGH	HIGH	MEDIUM	MEDIUM	0

Figura 7: Valutazione del cliente e della location

Una volta giudicato profittevole l'investimento, si procede con la stesura del contratto, che necessariamente raccoglie gli interessi di entrambe le parti.

Nell'istante in cui il cliente firma l'accordo con l'azienda, il team Operations incomincia la sua attività.

Per prima cosa, il progetto viene assegnato ad uno degli installatori attraverso una lettera d'incarico formale che comprende sopralluogo, progetto e installazione. Gli installatori con cui Powy collabora sono stati scelti per la loro esperienza, qualità e affidabilità.

La prima condizione necessaria per l'avanzamento è la disponibilità di potenza di cui si esige per l'alimentazione dell'infrastruttura di ricarica. Per effettuare questa verifica, viene quindi presentata una richiesta di allaccio al Distributore Locale con indicata la quantità di potenza desiderata; solitamente si richiedono forniture in bassa tensione trifase (380 volt) fino a una potenza di 100 kW e in media tensione per potenze superiori (tipicamente tra 100 e 500 kW). Ogni domanda viene trasmessa al fornitore selezionato, che si occupa di inoltrarla al Distributore Locale a servizio della zona di interesse. Lo stesso venditore si occuperà per l'azienda dell'intera gestione della pratica. Nel modulo di nuova connessione deve anche essere indicato, oltre all'indirizzo di fornitura e la potenza, l'uso che se ne intende fare, specificando il settore merceologico (ricarica veicoli elettrici).

Per confermare di poter soddisfare la richiesta pervenuta, il Distributore Locale necessita di effettuare calcoli sulla rete di distribuzione e un sopralluogo in situ. L'ispezione avviene con la presenza dell'installatore e, solitamente, anche la proprietà dell'area interessata. In questo modo è possibile concordare dove il Distributore può portare il nuovo punto di consegna e, in contemporanea, con le opportune valutazioni dell'incaricato

installatore, determinare l'esatto punto per l'infrastruttura di ricarica. Infatti la posizione viene preliminarmente definita, ma solo con le pertinenti verifiche sul posto essa può essere confermata; in alcuni casi, si verificano condizioni tali (es. presenza di sottoservizi) da comportarne la modifica.

Dopo questo incontro, il tecnico Distributore formulerà un preventivo di spesa per la fornitura, che conterrà anche informazioni sulle tempistiche riservate ad attivare l'erogazione di energia. La quotazione viene tramessa a Powy attraverso il fornitore partner.

A questa preventivazione, si unisce la valorizzazione dell'installatore che comprende tutti i lavori necessari all'installazione della colonnina, comprendenti quelli richiesti dal Distributore (ad esempio la posa di un nuovo armadio per l'alloggiamento del contatore).

Per quanto riguarda l'approvvigionamento dei caricatori, è l'azienda stessa ad occuparsene affidandosi ai partners scelti; essi vengono accuratamente selezionati sulla base delle loro caratteristiche tecnologiche, alla loro comprovata affidabilità, competitività e a quella che è la loro tabella di marcia di sviluppo.

A questo punto, in seguito dell'accettazione dei preventivi, l'installatore inizia la fase progettuale; al termine di questo stadio Powy riceve il progetto esecutivo e il render qualitativo dello stato di progetto.

In contemporanea, si dà inizio all'iter autorizzativo: la Municipalità di riferimento o gli Enti Competenti devono autorizzare l'intervento.

Ottenute le autorizzazioni, si avviano le opere civili: esse sono eseguite dall'installatore, ma sotto il costante controllo di Powy. Vengono realizzati i lavori edili ed elettrici, inclusi quelli per il Distributore. Si può decidere se ultimare questo stadio con l'installazione dell'hardware, oppure rimandare questa operazione al momento in cui la fornitura di energia sarà attivata.

Per le prime installazioni, con il primo partner installatore con cui Thef Charging ha collaborato, la seconda alternativa appena indicata veniva adottata. In questo caso si evita di avere delle colonnine montate, ma non utilizzabili dai clienti, poiché non ancora alimentate. Al contrario, per i progetti più recenti, le lavorazioni sono di norma terminate con l'installazione dei caricatori. In ogni caso, questo tema verrà approfondito in seguito.

Terminata questa fase, è necessario comunicare l'avvenuto avanzamento attraverso un documento di Fine Opere al Distributore Locale, che darà inizio alla procedura a suo carico per la posa e attivazione del nuovo contatore, secondo le tempistiche indicate a preventivo.

Una volta notificata l'avvenuta attivazione del Punto di Distribuzione, va organizzata in primis l'installazione della colonnina, nel caso essa non risulti già stata collocata in precedenza. In seguito, va previsto il suo collegamento alla rete elettrica: l'installatore si recherà sul posto per effettuare il cosiddetto "commissioning". Dopo l'accessione, è essenziale la configurazione per consentire la visibilità sulle applicazioni di ricarica e altri sistemi: la scheda SIM presente all'interno permette la comunicazione con il sistema di backend dedito a

questo. Nei casi di potenze elevate, l'alimentazione può essere fornita solo con la partecipazione del Distributore, che controlla il corretto allaccio (allaccio congiunto).

Superato questo momento, i possessori di autoveicoli elettrici potranno trovare la colonnina sulle principali applicazioni riservate e sugli altri canali dedicati e utilizzarle secondo le modalità previste. Lato Powy, sarà possibile monitorare le ricariche e il corretto funzionamento del dispositivo. Quest'ultimo punto è molto importante per quanto riguarda il tema della manutenzione. L'azienda, siccome posseditrice degli apparecchi, si occupa della loro manutenzione ordinaria e straordinaria. Gli interventi di manutenzione ordinaria sono semestrali, mentre quelli di straordinari vengono pianificati ove viene rilevato un qualche malfunzionamento. L'intervento è, per cominciare, a carico all'azienda incaricata delle riparazioni; nel caso in cui non sia possibile risolvere la problematica in questo modo, viene coinvolta l'assistenza del fornitore, che spesso opera in garanzia.



## 5. I DATI

### 5.1 DATI ESTRAPOLATI DAL DATABASE AZIENDALE

Per quanto riguarda il dataset considerato nella presente analisi, i dati raccolti si riferiscono a tutte le installazioni realizzate in Italia dall'azienda nel periodo di tempo che va dal giorno di inizio attività di Thef Charging S.R.L. nel 2018, al termine dell'anno 2022. In particolare, il primo contratto è stato firmato nel novembre del 2019 e la prima installazione è stata realizzata poco dopo.

Sono stati presi in considerazione i contratti attivi, che hanno ad oggi associata un'infrastruttura operativa; verranno quindi escluse le installazioni ancora in corso, in fase di progettazione o attesa di titoli autorizzativi, e tutte le commesse in cui i caricatori sono stati installati, ma non ancora collegati alla rete siccome in attesa dell'attivazione della fornitura di energia elettrica ad opera del Distributore Locale. Verrà esclusa dall'analisi l'unica infrastruttura che è operativa in Spagna.

Al momento considerato, risulta un totale di 105 installazioni realizzate e attive, per un numero di 249 punti di ricarica; questi sono forniti da 123 hardware in corrente alternata (AC) e 8 in corrente continua (DC).

I dati necessari sono stati estrapolati dal Database aziendale che collocato sulla piattaforma Monday [14], che è dotata di un sistema operativo che ben si presta alla gestione di progetti di questo tipo. Ai fini aziendali, è necessario tenere traccia di molteplici dati; per lo scopo della seguente trattazione, solo alcune delle informazioni presenti verranno prese in considerazione.

Per ogni installazione, sono stati raccolti due estremi temporali: la data di firma del contratto e la data di inizio operatività delle colonnine. Inoltre, un'ulteriore data intermedia verrà presa in considerazione: quella di installazione del caricatore.

Per ogni progetto, si tiene inoltre traccia dei seguenti campi:

- **DATI GENERALI:**
  - **nome della commessa:** nome con cui l'azienda identifica l'installazione
  - **tipologia di luogo:** tipologia di attività che commissiona l'installazione
  - **data di firma del contratto:** data in cui Thef Charging e il cliente hanno stipulato il contratto
  - **provincia, regione e città:** per localizzare la commessa
  - **data di installazione:** data in cui viene installato il dispositivo di ricarica
  - **data di commissionamento:** momento a partire dal quale la colonnina è in grado di ricaricare i veicoli
  
- **DATI SULL'INFRASTRUTTURA DI RICARICA:**
  - **numero di parcheggi da elettrificare:** numero totale di parcheggi serviti
  - **numero di parcheggi in AC:** parcheggi in corrente alternata
  - **numero di parcheggi in DC:** parcheggi in corrente continua

- **tipologia di hardware e numero in AC:** per gli hardware in corrente alternata
  - **tipologia di hardware e numero in DC:** per gli hardware in corrente continua
  - **POD condiviso (Si/No):** se il Punto di Distribuzione di energia è di proprietà dell'azienda (dedicato) o del cliente (condiviso)
  - **potenza del POD (kW):** massima potenza contrattuale che il Punto di Distribuzione può fornire
- **DETTAGLI ESECUTIVI:**
    - **installatore:** ditta esterna che collabora con l'azienda e si occupa di installazione e attivazione
    - **distributore:** Distributore Locale dell'elettricità
    - **alimentazione del POD (gg):** giorni massimi riservati dal Distributore Locale per la posa e l'attivazione del Punto di Distribuzione
    - **titolo autorizzativo:** tipologia di permesso necessario per eseguire i lavori

Si andrà ora ad approfondire singolarmente ognuna di queste informazioni:

- **Nome della commessa**

È semplicemente il nome scelto per riferirsi alla specifica commessa. Solitamente prende il riferimento del luogo in cui si trova (es. "Hotel...", "Parcheggio...", "Comune di ...")

Nel database dell'azienda è accompagnato da un codice alfanumerico parlante, chiamato Codice Operations, che contiene al suo interno le informazioni principali del contratto ed è fondamentale per individuare immediatamente l'installazione in ogni fase di processo e gestirla nelle varie aree interne (es. Operations, Finance, Communication).

- **Tipologia di luogo**

I clienti con cui Powy stringe contratti possono essere di varia tipologia, pubblici o privati. Per quanto riguarda la categoria pubblica, le installazioni vengono eseguite per le municipalità; invece, i privati con cui l'azienda si interfaccia sono proprietari di parcheggi, centri commerciali, hotel, centri sportivi, stazioni di servizio. Non si effettuano installazioni per le abitazioni private e i condomini.

Le categorie identificate sono le seguenti:

- Pubblica Amministrazione
- Attività Commerciali
- Parcheggi
- Svago
- Stazioni di servizio
- Grandi flotte (aziendali o logistiche)

- **Data di firma del contratto**

Data in cui Powy e il cliente stipulano il Contratto per l'Erogazione di Servizi per Veicoli Elettrici. Con i privati si stipulano generalmente contratti standardizzati, mentre nel caso delle Municipalità si prevedono solitamente Convenzioni o Protocolli d'Intesa.

Nel contratto possono essere inserite richieste specifiche e/o tempistiche da rispettare decise di comune accordo tra le parti.

- **Provincia, regione e città**

Per ogni commessa viene registrato l'indirizzo completo. I dettagli di provincia, regione e città sono quindi disponibili per le analisi che verranno in seguito.

L'esatta localizzazione è necessaria in primis per la richiesta di fornitura di energia al Distributore Locale. Inoltre, la posizione della futura installazione gioca un ruolo chiave anche durante la scelta dell'installatore.

- **Data di installazione**

Indica il momento in cui le colonnine vengono installate. A seconda della strategia scelta (posa con successiva attivazione o posa coincidente con l'attivazione), la data può combaciare con la data di commissionamento.

- **Data di commissionamento**

Questa data corrisponde al giorno in cui il caricatore viene effettivamente acceso e diventa fruibile per le ricariche. Verrà da ora in avanti indicata anche come data di attivazione.

Dal punto di vista contrattuale, questo evento riveste un ruolo importante: generalmente segna l'inizio della durata contrattuale. Inoltre, spesso negli accordi si decide un termine massimo per l'attivazione (salvo ritardi non imputabili all'azienda).

- **Numero di parcheggi da elettrificare**

Il primo dato necessario alla progettazione di un'infrastruttura di ricarica è il numero di parcheggi che si vogliono dedicare alla ricarica di veicoli elettrici o, equivalentemente, il numero di punti di ricarica (CP, Charging Point). Questa informazione viene preliminarmente valutata e tiene conto del posizionamento e della necessità del cliente. Le variazioni possono essere effettuate in caso di ridotta o maggiore potenza, situazione nota in seguito al sopralluogo con il Distributore Locale.

Il numero di parcheggi da elettrificare usualmente non coincide con il numero di hardware da installare. In particolare, se l'hardware è monopresa, esso servirà un solo parcheggio (1 punto di ricarica); nel caso invece più frequente di bipresa, gli stalli serviti saranno due (2 punti di ricarica).

- **Numero di parcheggi in AC, numero di parcheggi in DC, tipologia di hardware e numero in AC, tipologia di hardware e numero in DC**

Per caratterizzare i parcheggi dedicati alla ricarica, è fondamentale specificare quanti si vogliono dedicare alla ricarica in corrente alternata AC e quanti in corrente continua DC. Fissato questo punto, si va a quantificare il numero di hardware necessari a soddisfare la richiesta e la loro tipologia. Le infrastrutture realizzate possono essere in sola alternata o continua, ma anche di tipo miste.

La progettazione dell'infrastruttura segue, ove possibile, dei modelli comuni; in questo modo, è possibile per Powy definire degli standard da rispettare, in accordo con l'installatore, che si troverà facilitato nella compilazione della quotazione del lavoro e del progetto.

- **POD condiviso (Si/No)**

Il Punto di Distribuzione (POD, Point of Delivery in inglese) può essere dedicato o condiviso. È preferibile la prima opzione, siccome nel caso in cui il POD sia di proprietà di Powy è possibile scegliere la potenza di cui si vuole disporre (previa conferma da parte del Distributore Locale) e che meglio si adegua all'infrastruttura. Per questo, sono pochi i casi in cui si decide di optare per l'allaccio al contatore esistente del cliente (POD condiviso), in cui si va ad utilizzare la frazione di potenza che la proprietà ha in eccesso; in questo modo viene meno l'indipendenza del sistema di ricarica.

- **Potenza del POD (kW)**

La massima potenza del POD, che deve essere specificata nella richiesta di nuova fornitura, viene decisa nella fase iniziale del progetto ed è commisurata sulla base degli hardware che si desidera installare, tenendo conto di eventuali ampliamenti futuri dell'infrastruttura di ricarica.

Tipicamente, fino a una potenza di 100-150 kW, la richiesta viene fatta in BT (bassa tensione); sopra questa soglia, la potenza va richiesta in MT (media tensione).

La potenza richiesta può venire confermata del Distributore Locale o negata nel caso in cui la rete di distribuzione di zona non sia in grado di fornire quanto richiesto; in questo secondo caso, il Distributore durante il sopralluogo potrebbe però riferire la disponibilità di potenza minore.

- **Installatore**

Powy non dispone di una squadra di tecnici, ma si appoggia ad un numero contenuto di aziende collaboratrici esterne.

L'installatore è associato singolarmente ad ogni progetto secondo alcuni criteri di massima; per prima cosa bisogna rispettare gli eventuali canoni commerciali stipulati con alcuni installatori, che aiutano l'azienda nella ricerca di nuovi investimenti. Si tiene poi conto della localizzazione, tempistiche e tipo di installazione previsti. Spesso infrastrutture simili e di uno stesso grande cliente, vengono affidate alla stessa ditta per continuità.

Le prime installazioni realizzate da Powy (all'epoca Thef Charging) furono assegnate ad un'unica impresa incaricata. Ad oggi, gli installatori su cui l'azienda può contare sono diversi.

Le commesse si affidano secondo un contratto "chiavi in mano": si incaricano quindi il sopralluogo, la progettazione, l'acquisizione di permessi, i lavori edili e elettrici e l'attivazione della colonna.

Nella fattispecie, nell'analisi svolta in questo lavoro di tesi, compariranno solo installazioni eseguite dalle aziende Jam (primo installatore) e Dp Service; la presenza di soltanto questi due è dovuta al fatto che gli altri installatori, di fatto quelli coinvolti più recentemente, sono stati incaricati per progetti con infrastrutture che non erano ancora operative alla fine dell'anno 2022.

- **Distributore**

Il distributore è colui che si occupa delle attività di trasporto e trasformazione di energia elettrica sulle reti di bassa e media tensione; è quindi responsabile del servizio di connessione e misura. I distributori hanno una competenza territoriale definita per legge. [15] Le aree di competenza sono consultabili sul sito ufficiale dell'ARERA; [16] alcuni esempi sono E-Distribuzione (per la maggiore in Italia), Areti, Ireti, Unareti.

Le richieste di allacciamento e attivazione di una nuova fornitura vanno inoltrate al distributore che è presente nella zona coinvolta.

Parallelamente alle figure di distributori, ci sono i venditori. Sono di competenza del venditore gli aspetti che riguardano l'acquisto dell'energia elettrica e quelli di tipo amministrativo e commerciale della fornitura. La scelta della società di vendita, siccome in Italia è presente il libero mercato, è a discrezione del cliente, che può affidarsi in base alle sue esigenze e alle offerte che gli vengono proposte. [15]

Powy si affida al venditore partner Edison S.P.A., che avanza a nome dell'azienda le richieste ai vari distributori territoriali.

Nel database considerato, si è tenuta traccia del distributore con cui ci si interfaccia per valutare se le tempistiche e i possibili ritardi di attivazione siano correlati al distributore di zona. Nei casi di POD condiviso, il distributore non è stato considerato poiché, ove non è necessario connettere un nuovo punto di fornitura, diventa ininfluenza quale è l'operatore presente.

- **Alimentazione del POD (gg)**

Questa tempistica viene definita dal Distributore Locale e non dipende in nessun modo da Powy. La specifica tecnica, redatta dal tecnico a valle del sopralluogo, ha indicata la tempistica massima prevista per la posa e attivazione del Punto di Distribuzione. Questa varia, per le preventivazioni ricevute nello storico interno, da un minimo di 10 giorni ad un massimo di 230 giorni per connessioni in bassa tensione. I giorni vengono definiti sulla base dei lavori che il Distributore dovrà svolgere e alle autorizzazioni di cui dovrà munirsi.

È infine necessario puntualizzare che non sempre la scadenza riferita viene rispettata e non è raro incorrere in ritardi di attivazione più o meno importanti.

I giorni indicati nella preventivazione scrono a partire dal comunicato di Fine Opere, dato dall'installatore una volta conclusi i lavori a carico del richiedente. Nel periodo riservato, la Distribuzione effettua tutti i lavori necessari. In seguito alla comunicazione di avvenuta posa e attivazione POD, è possibile procedere con l'attivazione della colonnina.

- **Titolo autorizzativo**

Come precedentemente discusso, per procedere con l'installazione, l'azienda deve disporre delle autorizzazioni necessarie.

La casistica è ampia e solitamente a fornire i titoli autorizzativi sono i Comuni, le Soprintendenze e gli Enti competenti. Per alcune installazioni, l'edilizia è libera, invece quando le attività coinvolgono aree protette (sia dal punto di vista ambientale, sia architettonico) è necessario ottenere le autorizzazioni delle autorità competenti.

I titoli abilitativi più comuni sono la CILA, la SCIA e la Paesaggistica. La CILA (Comunicazione di Inizio Lavori Asseverata) è una semplice comunicazione, per cui non necessita di approvazione per dare inizio ai lavori. Anche in caso di SCIA (Segnalazione Certificata di Inizio Attività), l'inizio delle opere può essere contestuale alla presentazione. L'Autorizzazione Paesaggistica va richiesta nei casi in cui sono presenti dei vincoli paesaggistici di vario tipo; l'amministrazione competente analizza la richiesta pervenuta assieme alla documentazione correlata (progetto completo) e si esprime con parere positivo o negativo. Fino a quando non si riceve tale parere, l'installazione è bloccata. Bisogna inoltre precisare che in seguito alla stessa, potrebbe essere necessario presentare anche la CILA o SCIA.

L'attesa dei titoli autorizzativi può essere causa di ritardo nell'installazione dell'infrastruttura di ricarica; per questo nella presente trattazione viene citata.

## 5.2 DATI AGGIUNTI DI INTERESSE PER L'ANALISI

Al fine di condurre un'analisi significativa, alcuni indicatori sono stati raccolti in aggiunta ai dati caratteristici del collocamento di ogni installazione.

Per prima cosa, le infrastrutture appartengono ad una macro area geografica; tipicamente, si considera una divisione dell'Italia in 5 gruppi come segue [17]:

- Nord Ovest: Valle d'Aosta, Liguria, Lombardia, Piemonte
- Nord Est: Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia Romagna
- Centro: Toscana, Umbria, Marche, Lazio
- Sud: Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria

- Isole: Sicilia, Sardegna

Ora, per approfondire l'analisi sui Comuni di appartenenza delle installazioni, sono stati raccolti e analizzati i dettagli ulteriori riguardanti le città di interesse; in particolare, si considererà:

- popolazione residente
- estensione comunale
- densità demografica
- reddito pro-capite comunale

La popolazione di ogni Comune è stata estratta dal Portale dell'ISTAT, che raccoglie i numeri dei residenti al 1 gennaio dell'anno corrente. [18]

La stessa fonte web è stata utilizzata per le estensioni comunali aggiornate al 2023; tra i database liberamente consultabili sul Portale dell'ISTAT, c'è quello sulle 'Classificazioni statistiche-e-dimensione-dei-comuni\_01\_01\_2023' [19] con il dettaglio sulle dimensioni dei Comuni.

Utilizzando i due dati precedentemente citati, è possibile calcolare algebricamente i valori di densità demografica, ovvero gli abitanti per chilometro quadrato, caratteristici di ogni Comune. Per ulteriore conferma, si è comunque proceduto a verificare quando determinato con quanto disponibile online.

I valori di reddito pro-capite a livello comunale sono stati ottenuti dividendo le cifre di reddito imponibile per il numero di contribuenti. I dati necessari sono stati estratti dalla più recente Dichiarazione sui redditi del Ministero dell'Economia e delle Finanze disponibile (Dichiarazioni 2021- Anno di imposta 2020 [20]).

I valori puntuali di tutti questi dati non sono, però, utili al fine dell'indagine statistica che si vuole svolgere; per questo motivo è necessario raggruppare i valori in gruppi, secondo criteri ragionevoli, al fine di ottenere delle variabili categoriali.

Per quanto riguarda la classificazione delle città per popolazione, si è seguito lo schema proposto dall'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) per le città europee [21], che prevede:

- Grandi aree metropolitane: con più di 1.5 milioni di abitanti
- Aree metropolitane: tra 500.000 e 1.500.000 abitanti
- Aree urbane medie: tra 200.000 e 500.000 abitanti
- Aree urbane piccole: tra 50.000 e 200.000 abitanti
- Aree minori: con meno di 50.000 abitanti

È doveroso precisare che l'Organizzazione tratta la suddivisione delle città che hanno un minimo di 50.000 abitanti; siccome nel database di cui si dispone sono presenti molti Comuni minori, si è deciso ragionevolmente di creare una nuova categoria per essi, che corrisponde a "Aree Minori" nella lista precedente.

Per la ripartizione per superficie sono state prese come riferimento le categorie di superficie individuate ed utilizzate da Istat all'interno degli Annuari Statistici Italiani nella sezione dedicata al territorio, che per l'appunto si prefigge di approfondire le caratteristiche del territorio nazionale [22]:

- Comuni molto estesi: superiore a 200.00 km<sup>2</sup>
- Superficie tra 60.01 e 200.00 km<sup>2</sup>
- Superficie tra 20.01 e 60.00 km<sup>2</sup>
- Comuni di piccole dimensioni: tra 10.01 e 20.00 km<sup>2</sup>
- Comuni di piccolissime dimensioni: fino a 10.00 km<sup>2</sup>

Questa semplice suddivisione, è efficace per intendere nell'immediato la vastità dell'Unità Amministrativa considerata e particolarmente adatta al territorio Italiano, che presenta una forte presenza di Comuni di piccolissime o piccole dimensioni.

Per la caratterizzazione delle aree urbane rispetto alla densità abitativa, in primis si è adottata una metodologia che fosse in linea con i dati trattati; raggruppando i Comuni con densità:

- Maggiore di 2000 residenti/km<sup>2</sup>
- Tra 1000 residenti/km<sup>2</sup> e 2000 residenti/km<sup>2</sup>
- Tra 500 residenti/km<sup>2</sup> e 1000 residenti/km<sup>2</sup>
- Fino a 500 residenti/km<sup>2</sup>

In seconda battuta si è deciso di utilizzare la classificazione secondo DEGURBA (Degree of Urbanisation), basata sulla popolazione che abita nell'agglomerato urbano e nel centro urbano. [23] In particolare, questa cataloga le Unità Amministrative Locali (LAU, Local Administrative Units) in:

- 1- Aree densamente popolate (chiamate 'Cities') : dove almeno il 50% della popolazione vive in centri urbani
- 2- Aree di densità intermedia (chiamate 'Towns and suburbs'): dove almeno il 50% della popolazione vive nei centri urbani e meno del 50% vive in celle a rete rurali
- 3- Aree a popolazione ridotta (chiamate 'Rural areas'): dove almeno il 50% della popolazione vive in celle a rete rurali

E, grazie ad un database di Eurostat [24], è possibile avere l'informazione della categoria di ogni comune italiano.

I valori di reddito pro-capite sono stati suddivisi, siccome relativi al 2020, seguendo il criterio scelto da una società di data intelligence per condurre un'analisi sui redditi nel periodo della pandemia di Covid [25]; nello specifico, si distinguono i redditi:

- Maggiori di 24.000 euro/anno
- Tra 21.000 e 24.000 euro/anno



- Tra 18.000 e 21.000 euro/anno
- Tra 15.000 e 18.000 euro/anno
- Fino a 15.000 euro/anno

### 5.3 DESCRIZIONE DEI DATI

Per prima cosa, verrà condotto un inquadramento generale delle installazioni dell'azienda.

Il numero di installazioni concluse e operative alla fine dell'anno 2022 in Italia è 105. Questo dato si riferisce quindi al numero di luoghi in cui si può trovare una infrastruttura di ricarica di Powy; per quanto riguarda le stazioni di ricarica realizzate, tutte sono costituite da un numero di punti di ricarica maggiore di uno: questo significa che vi è presente almeno un dispositivo bipresa o più monopresa. In parecchi casi, il numero di caricatori è in numero superiore a uno in modo da servire più parcheggi. Inoltre, spesso in questi casi, si dà la possibilità di effettuare la scelta tra ricarica lenta (dispositivi in AC) e ricarica veloce (dispositivi in DC).

Per meglio definire il servizio di ricarica fornito, è quindi necessario entrare nel dettaglio dei punti di ricarica. Il totale è di 249, che sono suddivisi in 237 in corrente alternata (AC) e 12 in corrente continua (DC). È evidente che la prevalenza di punti connessi appartenga alla prima categoria, circa il 95%. La motivazione di questo grande gap tra le due tecnologie è dovuta al fatto che, come già discusso, la modalità in AC è quella più matura e sviluppata, rispetto a quella in DC che sta prendendo piede recentemente nel mercato.

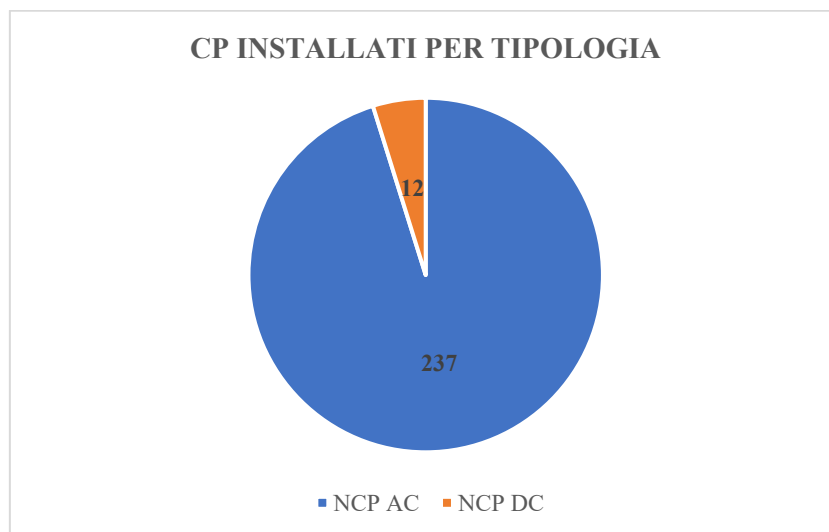


Figura 8: CP installati per tipologia

Si andranno ora ad analizzare e commentare le suddivisioni effettuate sulle localizzazioni delle installazioni.

Dalla categorizzazione per zone geografiche, emerge che le infrastrutture realizzate dall'azienda sono così ripartite:

- Nord Ovest: 72 location
- Nord Est: 27 location

- Centro: 3 location
- Sud: 3 location
- Isole: 0 location

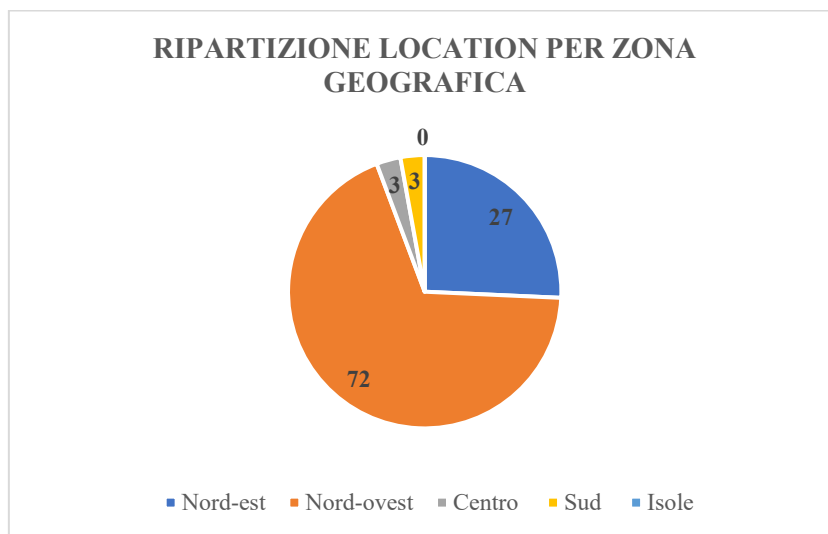


Figura 9: Ripartizione location per zona geografica

Più nel dettaglio, concentrandosi sulle regioni coinvolte:

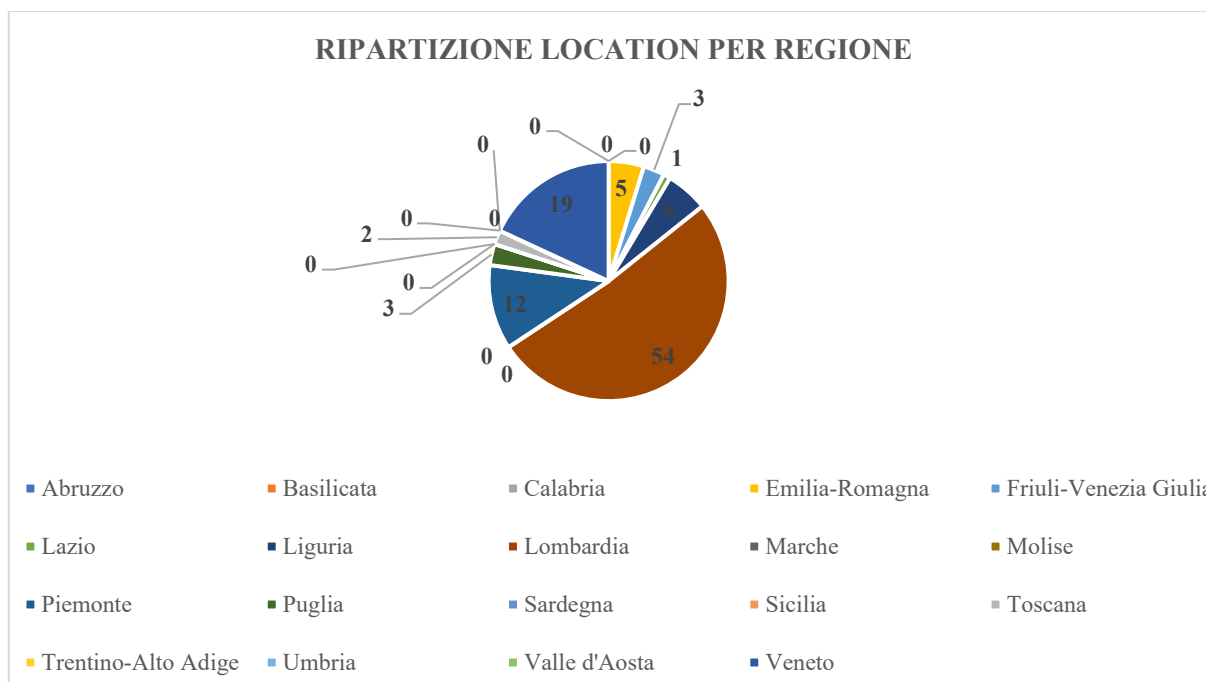


Figura 10: Ripartizione location per regione

Si può apprezzare che la regione che primeggia per numero di installazioni è la Lombardia, con 54 infrastrutture operative. In alcune regioni, per il periodo considerato, non ci sono infrastrutture attive; nello specifico sono 10 regioni, le quali si trovano principalmente nella zona meridionale e insulare del paese:

- Abruzzo

- Basilicata
- Calabria
- Marche
- Molise
- Sardegna
- Sicilia
- Trentino-Alto Adige
- Umbria
- Valle d'Aosta

Per avere uno sguardo d'insieme, si vanno ora ad effettuare le stesse considerazioni sui punti di ricarica disponibili.

Partendo dalle aree geografiche, la situazione è la seguente:

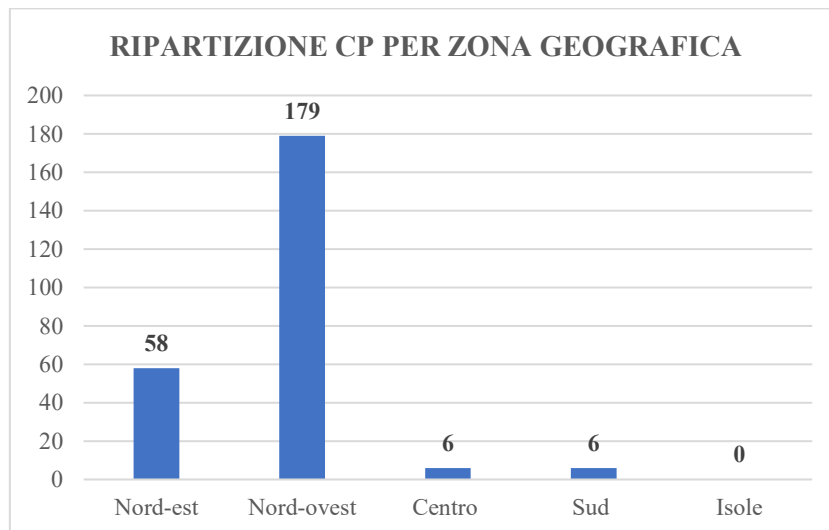


Figura 11: Ripartizione CP per zona geografica

Appare evidente il divario tra la zona Nord-Ovest, che conta quasi 180 punti, e il resto della penisola; a seguire la zona ad Est con circa 1/3 dei Charging Point. Infine, i contributi della zona centrale e di quella meridionale sono trascurabili.

Passando poi alla situazione regionale, il divario tra i territori risulta ancora più marcato:

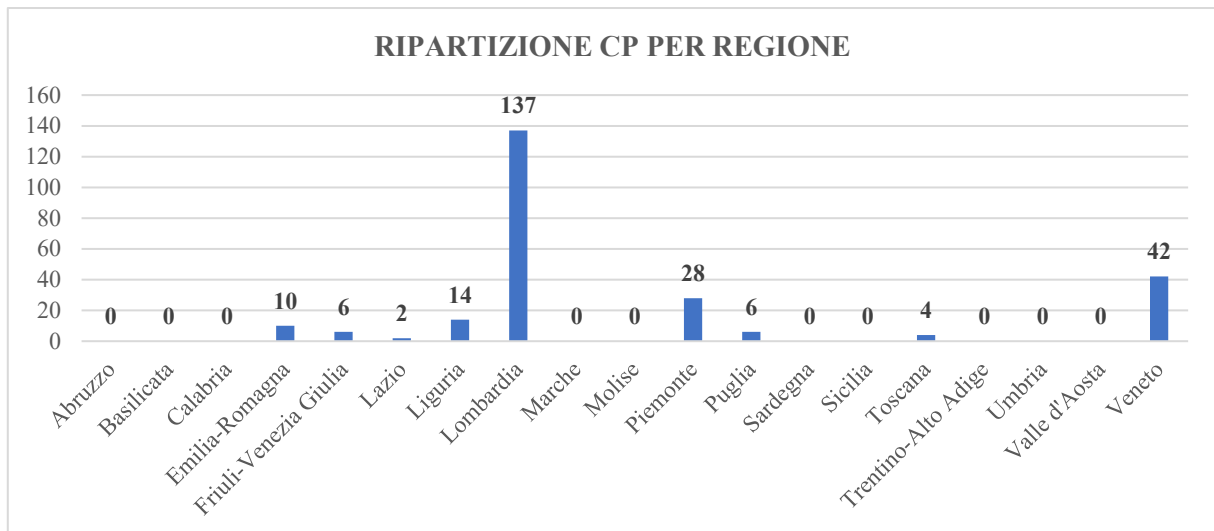


Figura 12: Ripartizione CP per regione

In particolare, è la Lombardia a contribuire maggiormente al conteggio della zona settentrionale; essa detiene un forte distacco dalle altre regioni con 137 punti di ricarica, seguita dal Veneto con 42.

Dopo l'inquadramento sulla localizzazione, si focalizzerà ora l'attenzione sulla tipologia di cliente per cui la stazione di ricarica è stata realizzata. Come già visto, sono individuabili 6 categorie primarie e i risultati mostrano la seguente molteplicità:

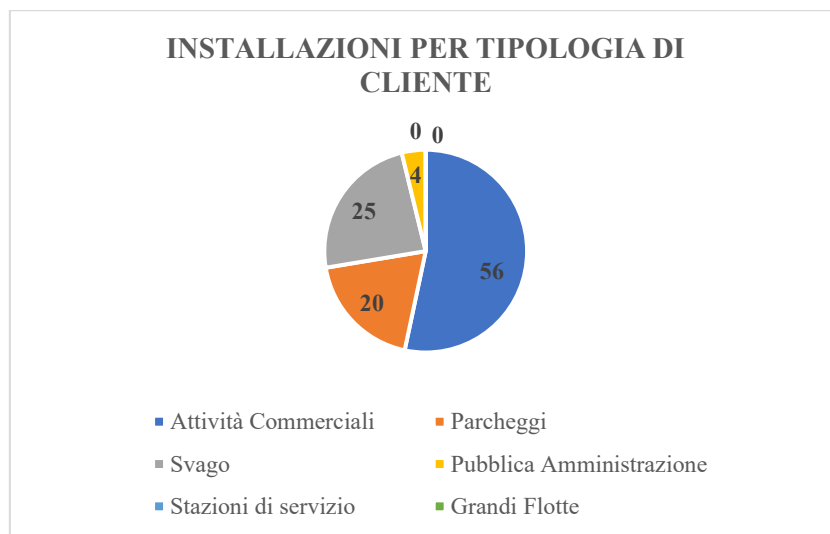
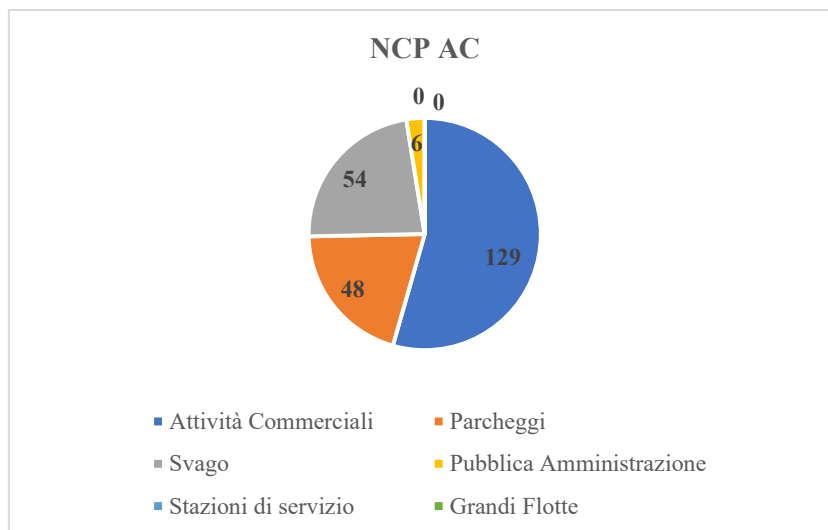
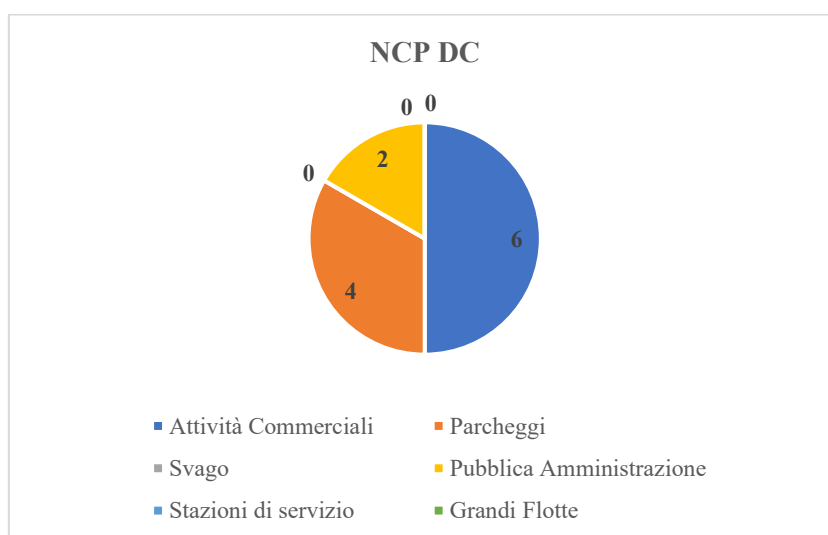


Figura 13: Installazioni per tipologia di cliente



*Figura 14: Ripartizione CP in Corrente Alternata*



*Figura 15: Ripartizione CP in Corrente Continua*

Basandosi ora su quelle che sono state le suddivisioni in cluster adottate nel Capitolo 5.2, è possibile quantificare le varie categorie. Iniziando dalla popolazione, l'istogramma mostra una evidente tendenza di installazioni nelle Aree Minori:

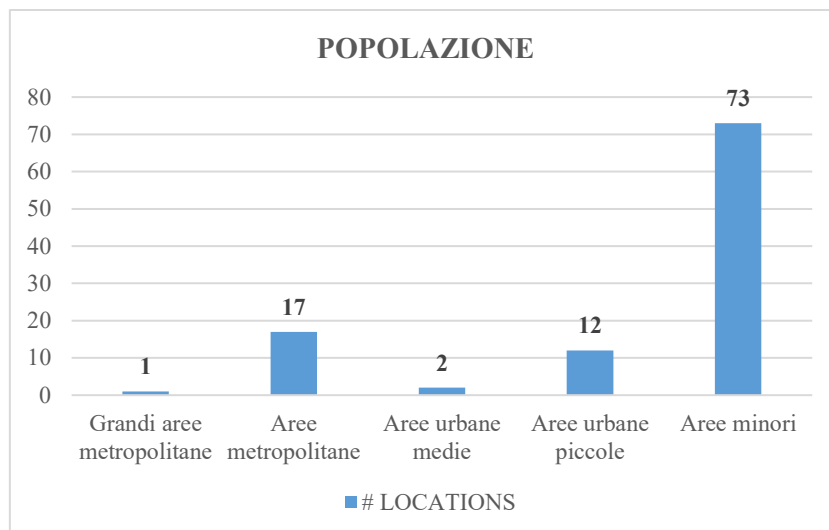


Figura 16: Installazioni per cluster popolazione

A seguire ci sono le Aree metropolitane e le Aree urbane piccole.

Per quanto riguarda l'estensione geografica, la situazione si rivela molto più uniforme:

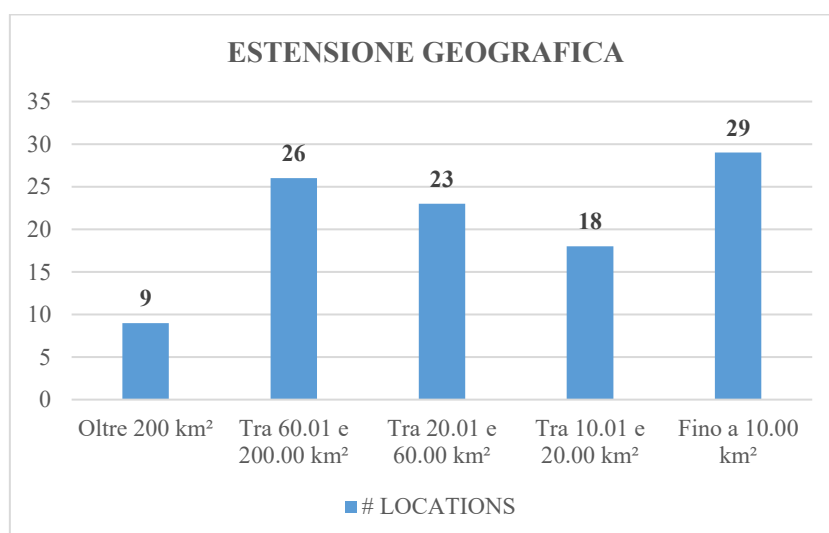


Figura 17: Installazioni per cluster estensione geografica

Le installazioni sono maggiormente presenti in aree poco o mediamente estese, in numero molto contenuto si trovano in aree con superficie superiore ai 200 km<sup>2</sup>.

Passando ora alla densità demografica, anche per questa il grafico non mostra particolari tendenze:

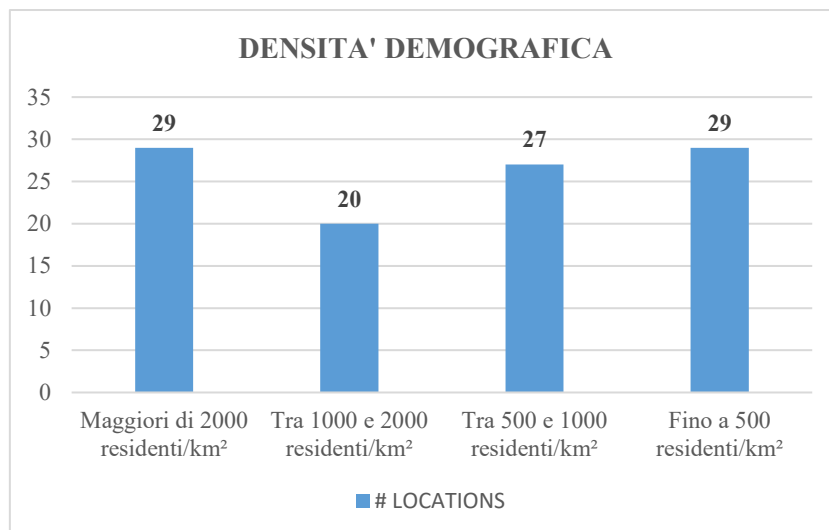


Figura 18: Installazioni per cluster densità demografica

Considerando la classificazione DEGURBA, a prevalere sono aree a densità intermedia, seguite da quelle densamente popolate. Sono circa una decina quelle con bassa densità.

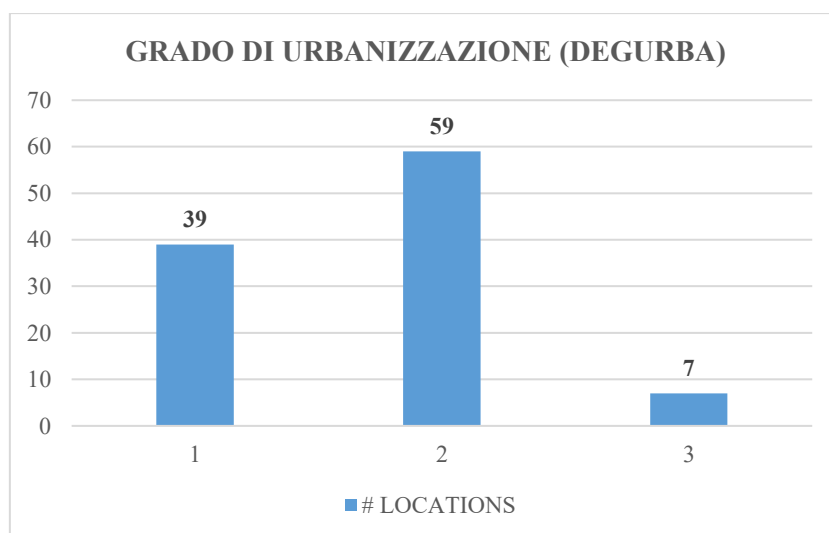


Figura 19: Installazioni per DEGURBA

È infine interessante visualizzare i risultati ottenuti per il reddito procapite; più della metà delle infrastrutture è localizzata in zone in cui il reddito è superiore a 21000 euro. In particolare, in 55 luoghi il reddito medio è compreso tra 21000 e 24000 euro annuali e 15 Comuni hanno valori di reddito superiori a 24000 euro. Solo 4 installazioni sono state realizzate in zone che potrebbero, sulla base dei dati, essere definite le più 'povere', con redditi inferiori a 15000 euro annui.

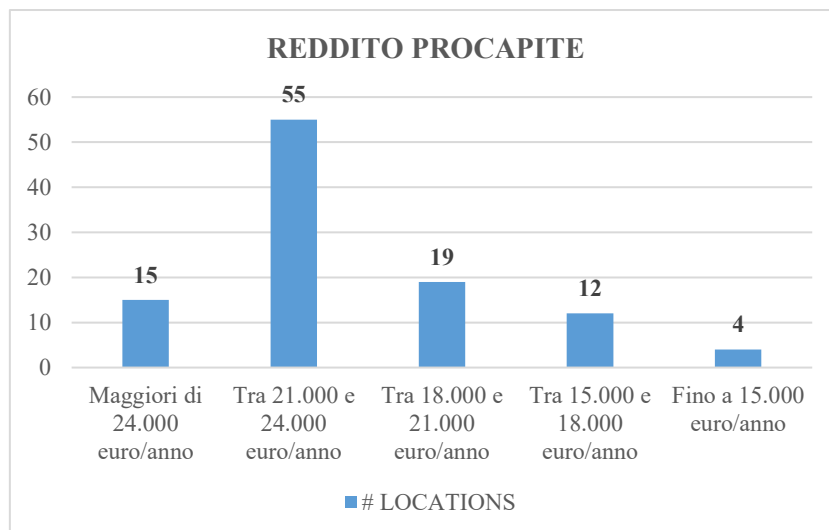


Figura 20: Installazioni per cluster reddito procapite

In chiusura al capitolo, al fine di avere un primo inquadramento generale delle tempistiche per la realizzazione delle infrastrutture di ricarica, si calcolano e riportano gli intervalli di tempo tra le date di riferimento coltate nel database a supporto. In particolare, si fa rimando a: data di firma del contratto, data di installazione e data di commissionamento. È quindi possibile definire i giorni:

- di installazione: tra la data di firma e quella di installazione
- di attivazione: tra installazione e attivazione
- totali: somma delle due precedenti

Per quanto riguarda questi tre intervalli di tempo, è interessante prendere in esame i loro valori medi:

	GIORNI DI INSTALLAZIONE	GIORNI DI ATTIVAZIONE	GIORNI TOTALI
MEDIA	240	54	294

Tabella 3: Medie delle tempistiche

Risulta quindi che, mediamente, il processo completo per una nuova stazione di ricarica richiede 294 giorni, vale a dire quasi un anno. Lo storico dimostra che la percentuale di tempo che maggiormente influisce su questo intervallo di tempo è quella che separa la stipulazione formale dell'accordo dal momento di posa dell'hardware. Questa tempistica è dedicata al raggiungimento delle condizioni necessarie alla realizzazione dell'infrastruttura e possono risultare particolarmente critici l'ottenimento dei permessi necessari, eventuali cambi di layout e l'ottenimento del caricatore. È però fondamentale notare che, a meno dei casi in cui i commissionamenti sono contestuali all'installazione, anche l'attesa dovuta all'attivazione del Punto di Distribuzione va ad allungare notevolmente le tempistiche di ultimazione delle stazioni.



Per un'analisi più dettagliata, si vanno ora a raggruppare le durate nei seguenti gruppi:

- 0 giorni
- Tra 0 e 100 giorni
- Tra 100 e 300 giorni
- Tra 300 e 500 giorni
- Più di 500 giorni

E a considerare il numeri di luoghi per ogni timing, come segue:

	<b>INSTALLAZIONE</b>	<b>ATTIVAZIONE</b>	<b>TOTALE</b>
<b>TEMPO (giorni)</b>	<b># LUOGHI</b>	<b># LUOGHI</b>	<b># LUOGHI</b>
Più di 500 gg	7	0	9
Tra 300 e 500 gg	28	0	35
Tra 100 e 300 gg	45	21	51
Tra 0 e 100 gg	25	30	10
0 gg	0	54	0

*Tabella 4: Dettaglio tempistiche di installazione, attivazioni e totali*

Si può vedere che il numero di installazioni che hanno necessitato di meno di 100 giorni per completare la prima fase di posa hardware è ridotto; è invece molto più frequente trovare un tempo di installazione superiore ai 100 giorni.

Per quanto riguarda il tempo di attivazione, circa la metà delle installazioni (54) presenta un'attesa nulla, dovuta alla simultaneità di installazione e attivazione della colonnina; della restante parte, 30 infrastrutture hanno atteso tra 0 e 100 giorni, 21 un tempo compreso tra 100 e 300 giorni.

I giorni totali, invece, sono principalmente superiori a 100; molti i casi che richiedono più di 300 giorni. Questi risultati consentono quindi affermare che non è raro osservare tempistiche superiori a quelle che l'azienda si era prefissata.

È però necessario fare una precisazione al fine di una corretta interpretazione di questi dati: una buona parte di commesse si riferisce ad un unico accordo. Esse, infatti, sono accomunate dalla data di stipulazione del contratto con la società italiana della grande distribuzione organizzata Tigros S.p.A., collaborazione iniziata nel novembre 2019. Essa prevedeva installazioni per le nuove aperture commerciali, alcune installazioni in centri vendita già esistenti e sostituzioni per quelli già dotati di vecchie colonnine di ricarica. I progetti delle nuove aperture venivano quindi presi in carico soltanto nel momento della richiesta da parte del cliente, spesso in tempi molto successivi all'accordo iniziale.

Il numero di centri commerciali interessati è importante, circa la metà del totale dei siti elettrificati dall'azienda. Per quanto riguarda le tempistiche associate, si evidenziano nella seguente tabella le installazioni che sono state attivate a più di un anno di distanza dalla firma:

	<b>OPERATIVE</b>	<b>TEMPISTICA TOTALE &gt; 1 ANNO</b>
<b># CENTRI COMMERCIALI</b>	50	18

*Tabella 5: Tempistiche per punti vendita contratto Tigros*

Tra quelle più prolungate, l'estremo superiore è 1112 giorni e in 7 centri si sono superati i 500 giorni.

Da ultimo, si enfatizza ulteriormente il seguente concetto: la durata del periodo di tempo intercorso tra la firma del contratto e l'installazione dipende anche dall'azienda Powy, mentre l'attesa dell'alimentazione del punto di fornitura è completamente addebitabile al Distributore Locale. È però altresì vero che in diverse occasioni le opere di realizzazione vengono ritardate non a causa dell'azienda, ma di terzi.

## 6. METODOLOGIA

In questo capitolo si arriverà a descrivere il metodo statistico e gli strumenti adottati per l'analisi dei dati, passando prima da un'introduzione del tutto generale di statistica e probabilità.

### 6.1 INTRODUZIONE ALLA STATISTICA E PROBABILITA'

#### 6.1.1 INTRODUZIONE

La teoria della probabilità aiuta la descrizione e il controllo di ciò che non si riesce completamente a descrivere, sia per quanto riguarda fenomeni di natura deterministica, sia per quelli per cui si ipotizza una casualità intrinseca. Vengono quindi ricercate delle leggi miste che presentano la seguente forma:

$$y = f(x, \varepsilon)$$

Con:

- $x$  ed  $y$  in spazi dimensionali
- $\varepsilon$  per la parte casuale

La statistica si pone, quindi, lo scopo di studiare la popolazione, stimando grandezze necessarie alla descrizione del fenomeno casuale.

Il punto di partenza sono i dati, che devono venire raccolti, presentati, analizzati e interpretati; per fare questo sono possibili due approcci diversi:

1. statistica descrittiva: dopo aver raccolto e caratterizzato i dati in forma sintetica, studia le relazioni tra di essi
2. statistica inferenziale: vengono determinati dei parametri e delle distribuzioni per far rientrare i dati in categorie matematiche prestabilite; lo scopo è quello di ottenere un modello, utilizzabile anche per delle previsioni.

[26]

#### 6.1.2 STATISTICA DESCRITTIVA

Lo scopo di questa statistica, detta descrittiva, è quello di studiare le relazioni tra i dati raccolti.

L'approccio prevede i seguenti passaggi:

- Raccoglimento dei dati e presentazione in forma grafica e/o tabulare
- Caratterizzazione con: (a) indici di posizione, (b) indici di dispersione, (c) indice di forma
- Studio delle relazioni tra i dati riguardanti variabili diverse

### 6.1.2.1 Tipi di dati

Per quanto riguarda i dati, si parte da un campione, ovvero una successione di dati  $\{x_i\}_{i=1}^n$  di ampiezza  $n$ . I dati possono essere di tipo:

1. numerico: possono essere variabili numeriche discrete (appartenente ad un insieme numerico finito o numerabile) o continue (appartenente ad un insieme non numerabile)
2. categorico: appartengono ad una categoria, non sono numerici

Di solito, i dati nella loro forma grezza, come raccolti, sono difficili da analizzare.

Un primo passo per migliorare la visualizzazione dei dati, per quanto riguarda le variabili numeriche discrete e continue, è quello di raggrupparli in classi: una volta decisa l'ampiezza, è possibile suddividere i valori. Questa operazione può essere matematicamente rappresentata come:

$$C_j := \{i \in \{1, \dots, n\} : x_i \in I_j\}$$

Dove:

- $C_j$  è la classe  $j$
- $x_i$  è un elemento appartenente al campione
- $I_1, \dots, I_{N_c}$  sono gli insiemi disgiunti la cui unione forma il campione di partenza

Viene quindi definita la cardinalità di ogni classe, ovvero il numero di valori presenti in ogni insieme; questo numero prende anche il nome di frequenza assoluta.

Per quanto riguarda le frequenze, ci sono diverse definizioni da menzionare:

- Frequenza assoluta:  $f_a(k) = \#C_k$  per ogni classe  $k$
- Frequenza relativa:  $f_r(k) = f_a(k)/n$
- Frequenza percentuale:  $f_p(k) = f_r(k) \cdot 100$
- Frequenza assoluta cumulativa:  $F_a(k) = \sum_{j=1}^k f_a(j)$
- Frequenza relativa cumulativa:  $F_r(k) = F_a(k)/n$
- Frequenza percentuale cumulativa:  $F_p(k) = F_r(k) \cdot 100$

È evidente che per quanto riguarda le variabili categoriali, le classi sono coincidenti con le categorie individuate. Per esse, si possono analogamente definire la frequenza assoluta, relativa e percentuale; di solito, non viene definita una relazione d'ordine e quindi definite le frequenze cumulative.

Infine, si precisa che:

- La scelta delle classi è arbitraria
- Con questo procedimento si perdono delle informazioni: dai dati raggruppati non si può ritornare alle singole osservazioni

- L'esposizione dei dati acquista chiarezza e facilità di comprensione

### 6.1.2.2 Metodi grafici

Per la visualizzazione grafica dei dati è possibile affidarsi a:

- Istogrammi: usati per la distribuzione di frequenze di dati numerici; si creano dei rettangoli le cui basi rappresentano le classi, le altezze sono proporzionali alla frequenza (o in modo tale che l'area sia proporzionale alla frequenza)
- Diagrammi a barre: soprattutto usati per variabili categoriche, le basi delle bare non hanno significato, le altezze sono proporzionali alla frequenza
- Grafici di frequenza cumulativa: usati per dati numerici, in ascissa mostrano i valori osservati (o gli estremi delle classi), in ordinata le frequenze cumulative corrispondenti

### 6.1.2.3 Indici

Gli indici definiti qui di seguito aiutano nella comprensione della distribuzione dei dati.

Iniziando dagli **Indici di Posizione**, definiamo:

- **Media:**  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  e per valori suddivisi in classi:  $\bar{x} = \sum_{k=1}^{N_c} f_r(k) \bar{x}_k$  dove si utilizzano le medie dei dati in ogni classe  $\bar{x}_k$
- **Mediana:** è il valore centrale dei dati disposti in ordine crescente; è preso tale e quale nel caso di osservazioni in numero totale dispari, altrimenti è la media tra i due valori centrali nel caso di numero pari
- **Moda:** è il valore con la frequenza assoluta maggiore (punto di massimo assoluto nella distribuzione in frequenza); può essere definita anche la classe più numerosa

È importante precisare che, nonostante entrambe forniscano un'indicazione di un valore abbastanza centrato dei dati, media e mediana sono tipicamente due valori non coincidenti.

Per quanto riguarda gli **Indici di Dispersione**, si hanno:

- **Range:** fornisce un'indicazione di estremo superiore (per insiemi non finiti)/massimo (per insiemi finiti) e estremo inferiore/minimo non tenendo conto della distribuzione; in particolare è:  $r = \sup\{x_i: i = 1, \dots\} - \inf\{x_i: i = 1, \dots\}$  oppure  $\max\{x_i: i = 1, \dots\} - \min\{x_i: i = 1, \dots\}$
- **Varianza campionaria:**  $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{n}{n-1} \bar{x}^2$
- **Deviazione standard** o **scarto quadratico medio:** radice quadrata della precedente quantità  $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$
- **Quantili, percentili, ecc:** dai campioni numerici ordinati in maniera non decrescente, è possibile estrarre ulteriori informazioni. I p-esimi quantili e percentili vengono definiti per dividere i campioni in due parti secondo definite regole che si applicano alla distribuzione di densità di probabilità.

Per quanto riguarda le altre definizioni, si menziona la **varianza di una popolazione**:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{n-1}{n} \bar{x}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2$$

Questa definizione sulla popolazione può però portare ad errori non trascurabili quando utilizzata su campioni con un numero di dati  $n$  non abbastanza elevato; per questo è preferibile utilizzare la prima definizione fornita. Lo stesso vale per la deviazione standard.

Nel caso di trasformazione affine dai dati  $x_i$  in  $y_i = ax_i + b$ , la varianza di quest'ultima è  $s_y^2 = a^2 s_x^2$  con  $s_x^2$ : varianza delle osservazioni.

A questo punto, è necessario definire la **variabile standardizzata** di un campione  $\{x_1, \dots, x_n\}$  tramite la seguente trasformazione affine:  $y = \frac{x - \bar{x}}{s_x}$ . Si va quindi a definire il campione standardizzato corrispondente  $y_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x}$ , caratterizzato da media nulla e varianza 1.

Infine, gli **Indici di Forma** sono i seguenti:

- Skewness
- Curtosi
- Momento centrato di ordine  $k$

#### 6.1.2.4 Analisi comparative: correlazioni tra variabili

Può presentarsi una situazione tale che il campione di dati sotto analisi, e quindi anche la popolazione originaria, presenti una dipendenza da più variabili; questo comportamento viene quindi individuato osservando simultaneamente più variabili riferite ad una stessa popolazione, i cui dati verranno definiti multivariati.

Come fatto in precedenza con i valori numerici semplici, è necessario trovare un modo per raggruppare i dati multivariati in classi. Prendendo in considerazione le osservazioni vettoriali:

$$\{x_i := (x_i(1), \dots, x_i(k))\}_{i=1}^n$$

Dove:

- $n$  è il numero totale di osservazioni
- $k$  è il numero di variabili in osservazione

Le classi individuate per la variabile  $j$ -esima saranno:  $C_1(j), \dots, C_{N_j}(j)$ , in numero  $N_j$ , e così per ogni altra variabile osservata. La definizione della classe è quindi:

$$C_i(j) := \{w \in \{1, \dots, n\} : x_w(j) \in I_i(j)\}$$

Dove:

- $\{I_i(j)\}_{i=1}^{N_j}$  sono gli insiemi utili a definire le classi, individuati per ogni variabile considerata  $j = 1, \dots, k$

Dalla precedente, si possono ottenere delle classi intersezione:

$$C_{i_1, \dots, i_k} := \bigcap_{j=1}^k C_{i_j}(j)$$

e definire per esse delle frequenze di interesse che ci permettono di caratterizzare il modo in cui i dati sono distribuiti.

Si può poi definire la **covarianza campionaria**:

$$s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{n}{n-1} \bar{x} \bar{y}$$

Una possibile variazione alla formula ha come denominatori  $n$  al posto di  $n - 1$ .

Inoltre, vale la seguente proprietà:  $s_{xy} = s_{yx}$ .

Ora, si va a definire il **coefficiente di correlazione campionario** di  $x$  e  $y$ :

$$\rho_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$$

Questo valore, compreso tra -1 e 1, ha lo stesso segno della covarianza e permette di capire quanto e se le variabili sono correlate; in particolare, vale quanto segue:

- Per  $\rho_{xy} > 0$  ( $s_{xy} > 0$ ) le variabili sono direttamente correlate
- Per  $\rho_{xy} < 0$  ( $s_{xy} < 0$ ) le variabili sono inversamente correlate
- Per  $\rho_{xy} = 0$  ( $s_{xy} = 0$ ) le variabili non sono correlate
- Per  $\rho_{xy} = \pm 1$  devono necessariamente esistere  $a$  e  $b$  tali che  $y_i = ax_i + b$ ;  $\rho_{xy}$  e  $a$  hanno lo stesso segno

È infine necessario precisare che questo metodo non consente di definire un legame causa-effetto tra le variabili, bensì un'indicazione qualitativa sulla monotonia "congiunta" delle due variabili; in primis, non si ha chiaro se sia  $x$  a dipendere da  $y$  o viceversa. Inoltre, potrebbe essere vero che gli effetti siano causati da una terza variabile che non è stata presa in considerazione.

Passando alle rappresentazioni grafiche, lo scatterplot aiuta a stimare le correlazioni tra variabile. In questa rappresentazione, si vanno ad inserire le singole osservazioni, individuate da un punto che ha per coordinate i valori delle due variabili.

Il risultato può essere una nuvola indistinta di punti e in questo caso i dati sono pressappoco slegati; alternativamente, può esserci una correlazione diretta, se al crescere di una variabile cresce anche l'altra, oppure correlazione inversa nel caso opposto.

[26]

### 6.1.3 REGRESSIONE LINEARE SEMPLICE

Date due variabili  $x$  e  $y$ , tipicamente si cerca una relazione affine; in particolare, una relazione lineare, ovvero una retta di regressione semplice o dei minimi quadrati che può essere espressa nel seguente modo:

$$y_i = ax_i + b + r_i$$

Dove:

- $x_i$  viene chiamato predittore (uno solo poiché si parla di regressione semplice)
- $y_i$  viene chiamato responso
- $a$  rappresenta il coefficiente angolare
- $b$  rappresenta il termine noto
- $r_i$  è il residuo, che si vuole quanto più piccolo possibile

Per la stima dei coefficienti  $a$  e  $b$  si utilizza il principio dei minimi quadrati, bisogna cioè garantire che sia minima la quantità:

$$f_{(a,b)} = \sum_{i=1}^n r_i^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)]^2$$

Con i dovuti calcoli differenziali, sviluppati ponendo le derivate parziali rispetto ai coefficienti  $a$  e  $b$  uguali a zero, si ottengono le seguenti formule per il calcolo dei coefficienti cercati:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2} = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$$
$$b = \bar{y} - a\bar{x} = \bar{y} - \frac{s_{xy}}{s_x^2} \bar{x}$$

Dove:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$
$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

rappresentano le medie degli  $n$  dati considerati.

Inoltre:

- $s_{xy}$  è la covarianza campionaria delle variabili  $x$  e  $y$
- $s_x$  è la varianza sulla variabile  $x$

A questo punto è necessario stimare la qualità della regressione trovata seguendo questi criteri:



- Il coefficiente di correlazione  $\rho_{xy}$  deve essere tale che il suo quadrato  $\rho_{xy}^2$  abbia all'incirca valore unitario
- Dalla rappresentazione grafica scatterplot devono risultare i punti dei dati vicini alla retta di regressione appena definita
- Dall'esame del grafico dei residui (in ascissa i valori previsti, in ordinata i residui) deve risultare una nuvola di punti con aspetto omogeneo, senza curvature, allargamenti o restringimenti.

È inoltre importante precisare che, dato il metodo scelto, la retta di regressione è tale da rendere minima la somma dei quadrati delle lunghezze dei segmenti verticali che congiungono ogni punto osservato con la retta individuata.

[26]

#### 6.1.4 REGRESSIONE LINEARE MULTIPLA

Un modello più complesso è quello di regressione lineare multipla che prevede che il responso  $y$  venga spiegato da più predittori, raccolti in un unico vettore:  $\underline{x} = (x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(d)})$ .

Il modello teorico ipotizzato è quindi così esprimibile:

$$y_i = a_0 + a_1x^{(1)}_i + a_2x^{(2)}_i + \dots + a_dx^{(d)}_i + r_i$$

Dove, un'altra volta, i coefficienti vengono stimati utilizzando il metodo dei minimi quadrati; si rende cioè minima la quantità:  $f(a_0, a_1, \dots, a_d)$ , imponendo tutte le derivate parziali uguali a 0. Il sistema lineare risultante, a meno di determinante nullo, ammette un'unica soluzione. In sintesi, dato il sistema da risolvere:

$$X^T X a = X^T y$$

Dove:

- $X$  è la matrice dei predittori: tutti i predittori per tutte le osservazioni
- $a$  è il vettore dei coefficienti incogniti della regressione lineare multipla
- $y$  è il vettore dei responsi

La soluzione sarà:  $a = (X^T X)^{-1} X^T y$ , trovata minimizzando la somma dei quadrati delle distanze congiungenti l'iperpiano  $y_i$  ai punti osservati.

Vengono ora fatte alcune considerazioni:

- È stato possibile arrivare al modello grazie a trasformazioni sul responso e/o sui predittori
- I predittori possono anche essere potenze o prodotti di predittori detti fondamentali
- I predittori potrebbero essere tutte potenze di un unico predittore, in questo caso la regressione viene chiamata polinomiale

- Così come per la regressione lineare semplice, anche in questo caso lo scatterplot ci permette di analizzare i residui per avere un'indicazione sulla bontà della legge trovata.

Possono venire definite delle quantità che aiutano a comprendere la distanza tra i responsi previsti dalla legge di regressione e quelli effettivamente osservati:

- Devianza totale:  $DT = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$  individuata come somma delle distanze tra i valori osservati e il valore medio
- Devianza spiegata:  $DS = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$  individuata come somma delle distanze tra i valori previsti (calcolati con la retta di regressione definita) e il valore medio
- Devianza dei residui:  $DR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$  individuata come somma delle distanze tra i valori osservati e quelli previsti.

È ancora necessario citare un'ulteriore quantità che prende il nome di coefficiente di determinazione multipla e fornisce un'indicazione della frazione di variabilità del responso che può essere spiegata dalla legge determinata. Viene così definita:

$$R^2 = \frac{DS}{DT} = 1 - \frac{DR}{DT}$$

e, variabile tra 0 e 1, nel caso di valori vicini all'unità indica un buon modello. Per la regressione semplice si nota che:  $R^2 = \rho_{xy}^2$ .

Prima di proseguire nella trattazione, è necessario approfondire un fenomeno associato alle regressioni multiple: la multicollinearità.

La multicollinearità si ha quando esiste una correlazione anche tra i predittori del modello; i predittori vengono considerate variabili indipendenti e quindi la presenza di questo fenomeno modifica i risultati dello studio della regressione che si effettua. [26]

Per meglio caratterizzare questo fenomeno indesiderato, viene definito un coefficiente chiamato Fattore di Inflazione Varianza o VIF (Variance Inflation Factor). Esso consente di stimare quanto la varianza viene sovrastimata a causa della multicollinearità presente. Di solito questo fattore viene calcolato dai software per ogni predittore messo insieme a uno degli altri, per tutte le combinazioni possibili. Si calcolano i coefficienti di determinazione e si applica la seguente definizione:

$$VIF = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

Il valore ottenuto è sempre maggiore di 1 e indica, per ogni coefficiente, la percentuale di varianza che è stata sovrastimata. Per considerazioni immediate, si può applicare la seguente regola pratica:

- Per valori uguali a 1 non c'è correlazione
- Per valori compresi tra 1 e 5 c'è una moderata correlazione

- Per valori maggiori di 5 c'è una forte correlazione

Quindi, per fattori maggiori di un certo valore limite, i risultati ottenuti per la regressione non vengono più considerati attendibili; questo confine per alcune trattazioni è a 10, per altri più cauti a 2.5. Questa consuetudine non è però da considerarsi universalmente valida: in alcuni casi anche valori di VIF elevati non devono preoccupare. Casi tipici sono quelli in cui si includono prodotti o potenze di altre variabili. In caso contrario, la legge di regressione va rivista eliminando le variabili che non aggiungono informazioni, bensì dipendono di già da variabili indipendenti incluse nel modello. [27]

## 6.1.5 VARIABILI ALEATORIE DISCRETE E ASSOLUTAMENTE CONTINUE

Nel paragrafo 6.1.2.1 è stata definita la differenza tra variabili discrete e continue; ora, nel presente sotto capitolo verranno approfondite queste due categorie con i rispettivi modelli che le descrivono.

### 6.1.5.1 Variabili aleatorie discrete

Una legge si dice discreta se è univocamente determinata e parte da un insieme  $S$  al più numerabile per assumere dei valori sugli eventi elementari.

La variabile  $X$ , quindi, si dice discreta se e solo se corrisponde una legge di probabilità discreta  $\mathbb{P}_X(\cdot) := \mathbb{P}(X^{-1}(\cdot))$  ( $\mathbb{P}$  prende il nome di misura di probabilità).

È possibile definire una funzione che si chiama densità discreta, o funzione di probabilità:

$$x \mapsto p_X(x) = \mathbb{P}(X = x)$$

Dove la legge della misura di probabilità è  $\mathbb{P}_X(A) := \mathbb{P}(X \in A) = \sum_{x_i} p_X(x_i)$ .

Per queste variabili si vanno a definire le seguenti quantità:

- valore atteso (anche media o speranza matematica):  $\mathbb{E}(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_X(x_i)$
- varianza:  $Var(X) = \mathbb{E}\left(\left(X - \mathbb{E}(X)\right)^2\right)$  e quindi deviazione standard  $\sigma_X = \sqrt{Var(X)}$
- covarianza per due variabili aleatorie  $X$  e  $Y$  (con varianza finita):  $cov(X, Y) = \sigma_{XY} = \mathbb{E}\left(\left(X - \mathbb{E}(X)\right)\left(Y - \mathbb{E}(Y)\right)\right)$

I modelli discreti possibili per le variabili aleatorie sono i seguenti:

1. Bernoulli
2. Geometrica
3. Di Poisson

### 6.1.5.2 Variabili aleatorie assolutamente continue

Verranno ora considerate le variabili aleatorie a valori in  $\mathbb{R}$ , che possano assumere un qualunque valore in un insieme continuo su  $\mathbb{R}$ . La legge, univocamente determinata dai suoi valori, è una applicazione:

$$A \mapsto \mathbb{P}(X \in A) := \mathbb{P}_X(A), \forall A \in \mathcal{R}$$

Inoltre, la variabile  $X$  si chiama assolutamente continua, o continua, se e solo se esiste una funzione  $f: \mathbb{R} \mapsto \mathbb{R}$  con le seguenti caratteristiche:

- $\mathbb{P}_X(A) = \int_A f_X(t)dt, \forall A \in \mathcal{R}$
- misurabile
- integrabile

Questa funzione  $f$  si chiama densità continua della variabile aleatoria  $X$ .

Per questo tipo di variabili è possibile definire:

- valore atteso:  $\mathbb{E}(X) = \int_A t f_X(t)dt$  (integrale finito)
- varianza:  $Var(X) = \mathbb{E}\left(\left(X - \mathbb{E}(X)\right)^2\right)$
- covarianza finita per due variabili aleatorie  $X$  e  $Y$  (con varianza finita):  $cov(X, Y) = \mathbb{E}\left(\left(X - \mathbb{E}(X)\right)\left(Y - \mathbb{E}(Y)\right)\right)$

Le variabili aleatorie continue possono essere descritte tramite una serie di modelli, qui elencati e poi molto brevemente definiti:

1. Densità uniforme
2. Densità Gaussiana
3. Esponenziale
4. Gamma
5. Weibull

[26]

### 6.1.6 STATISTICA INFERENZIALE: STIME PER UNA POPOLAZIONE

Per quanto riguarda il campionamento eseguito su una popolazione, è possibile avere delle stime per altri valori non osservati. Questo può essere fatto con un certo intervallo di confidenza, o fiduciario, che non è altro che un intervallo che verosimilmente contiene il parametro incognito; inoltre, è necessario affidarsi ad alcune distribuzioni continue, che verranno ora citate:

1. La legge chi-quadrato: solitamente usata per stimare la varianza di una popolazione normale
2. La legge t di Student: utilizzata per la stima del valore medio di una popolazione normale
3. La legge F

[26]

### 6.1.7 TEST D'IPOTESI

In questo sotto capitolo, si andrà a definire il test di ipotesi: esso viene utilizzato per verificare la bontà di una asserzione fatta su una popolazione, emersa dall'osservazione di un suo campione.

Il punto di partenza è la definizione di due ipotesi:

- Ipotesi nulla  $H_0$  da ritenersi vera fino a prova contraria, cioè si è disposti a rinunciare ad essa solo in caso in cui sia evidente il contrario;
- Ipotesi alternativa  $H_1$

A questo punto, un test o verifica di ipotesi deve essere svolto per decidere se accettare o no l'ipotesi appena fatta. L'esito del test può essere:

- Accettazione  $H_0$  quando l'ipotesi nulla è vera  $\rightarrow$  DECISIONE CORRETTA
- Rifiuto  $H_0$  quando l'ipotesi nulla è vera  $\rightarrow$  DECISIONE SBAGLIATA, ERRORE DI 1° SPECIE
- Accettazione  $H_0$  quando l'ipotesi nulla è falsa  $\rightarrow$  DECISIONE SBAGLIATA, ERRORE DI 2° SPECIE
- Rifiuto  $H_0$  quando l'ipotesi nulla è falsa  $\rightarrow$  DECISIONE CORRETTA

Per quanto riguarda gli errori che si possono commettere, è necessario precisare che l'errore di 1° specie è più grave rispetto a quello di 2°: per questo nell'impostazione del test va cercato di evitare che esso possa essere commesso.

#### 6.1.7.1 Regione critica e funzione potenza

Fissate l'ipotesi nulla e alternativa, il test di ipotesi si effettua su un campione di dimensione  $n$  con una statistica appropriata  $T = t(X_1, \dots, X_n)$ , chiamata stimatore di  $\theta$ , definendo una regola che permetta di decidere se accettare o rifiutare l'ipotesi.

Viene fissata una regola di decisione: si rifiuta l'ipotesi nulla se  $t(x_1, \dots, x_n) \in I$ , ovvero se appartiene all'intervallo che determina la regione di rifiuto dell'ipotesi nulla.

Si va quindi a definire la regione critica, cioè l'insieme delle realizzazioni campionarie che portano a rifiutare l'ipotesi nulla:

$$\mathcal{RC} = \{(x_1, \dots, x_n): t(x_1, \dots, x_n) \in I\}$$

#### 6.1.7.2 Livello di significatività

Si va ora a definire il livello di significatività  $\alpha$  del test: la massima probabilità di rifiutare l'ipotesi nulla, quando questa è vera. Nella pratica, questo valore viene scelto a priori. Più è piccolo e più si è sereni a rifiutare un'ipotesi nulla (errore di prima specie), ma allo stesso tempo valori piccoli portano a non rifiutare l'ipotesi nulla con più facilità (errore di seconda specie). Solitamente, si scelgono valori compresi tra 0.01 e 0.1.

La definizione formale di questo livello è:

$$\alpha = \sup_{\theta \in \Theta_0} Pot(\theta) = \sup_{\theta \in \Theta_0} \mathbb{P}(t(X_1, \dots, X_n) \in I)$$

Mentre, la massima probabilità di un errore di 2° specie è:  $\beta = \sup_{\theta \in \Theta_0} (1 - Pot(\theta))$ .

Dopo aver dato le definizioni necessarie, si andrà ora a elencare brevemente gli steps necessari per effettuare correttamente un test di ipotesi:

1. Scelta delle due ipotesi  $H_0$  e  $H_1$
2. Scelta della statistica test e della forma della regione di rifiuto o critica
3. Scelta del livello di significatività
4. Determinazione della regione critica in funzione del livello di significatività
5. Campionamento e calcolo della statistica

Alla fine del passaggio 5. verrà quindi accettata o rifiutata l'ipotesi nulla e, in questo modo, determinato l'esito della prova.

### 6.1.7.3 P-Value

Viene definito un livello di significatività limite, valore sotto al quale i dati campionari non consentono di rifiutare l'ipotesi nulla; questo livello prende il nome di P-Value:

$$\bar{\alpha} := \inf\{\alpha \in (0,1): t \in I_\alpha\} \equiv \sup\{\alpha \in (0,1): t \notin I_\alpha\}$$

Il criterio di accettazione/rifiuto dell'ipotesi nulla può quindi essere espresso anche nel seguente modo:

- Se e solo se  $\alpha > \bar{\alpha}$  rifiuto  $H_0$
- Se  $\alpha = \bar{\alpha}$  o molto vicino non posso concludere nulla a priori

In generale, possono essere prese come valide le seguenti affermazioni:

- Un valore di P-Value molto piccolo consente di rifiutare l'ipotesi nulla serenamente
- Un valore di P-Value piccolo, ma non a sufficienza, ovvero dell'ordine dei livelli di significatività (0.01, 0.05,..) denota una forte dipendenza della decisione del test dal livello di significatività fissato
- Un valore di P-Value alto consente di accettare l'ipotesi nulla

[26]

### 6.1.8 ANALISI DELLA VARIANZA (ANOVA)

Un diverso approccio di studio statistico è quello dell'analisi della varianza, o ANOVA (*Analysis of Variance*). Si tratta di un insieme di metodi statistici principalmente usati per l'analisi dell'influenza statistica di una serie di fattori categorici su una risposta quantitativa in cui la variazione totale che può essere osservata nella risposta di interesse viene scomposta nella variabilità spiegata per ogni diverso effetto, scelto in base alla struttura del modello sperimentale. Lo scopo principale è quindi quello di misurare l'importanza e la significatività di ciascun effetto. [28]

L'ANOVA può essere applicata ad un solo fattore fisso oppure, in forma generale, può essere applicata a studi sperimentali e osservazioni multifattoriali. Questi fattori possono essere fissi o randomici, eventualmente combinati tra di loro in strutture incrociate e/o gerarchiche. [28]

Si andrà qui di seguito ad approfondire la cosiddetta ANOVA a una via (One Way ANOVA). Per adottare la seguente procedura si assume che i gruppi identificati abbiano tutti stessa varianza e che le loro popolazioni siano normalmente distribuite. Inoltre, si dà per certa l'ipotesi di casualità e indipendenza.

Si tratta di dover fare un test per verificare se le medie di tutti i gruppi sono uguali, cioè come ipotesi nulla si ha:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_c$$

Dove in questo caso  $c$  rappresenta il numero di gruppi presenti.

È ora necessario scomporre la variabilità totale SST, ovvero la somma di tutti i quadrati, in due contributi distinti: la variabilità tra gruppi SSA e la variabilità all'interno di ogni gruppo SSW, ovvero:

$$SST = SSA + SSW$$

Dove questi termini possono essere esplicitati come segue:

$$SST = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2 \text{ con } (n - 1) \text{ gradi di libertà}$$

$$SSA = \sum_{j=1}^c (\bar{X}_j - \bar{X})^2 \text{ con } (c - 1) \text{ gradi di libertà}$$

$$SSW = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \text{ con } (n_j - 1) \text{ gradi di libertà}$$

In queste definizioni compaiono due medie diverse; la prima è la media complessiva:  $\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}}{n}$ ,

la seconda è la media campionaria nel  $j$ -esimo campione:  $\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}}{n_j}$

Precisando che  $n$  è la somma di tutte le ampiezze dei gruppi presenti  $n_j$ .

Dalle variabilità individuate, si passa ora alle varianze, o medie dei quadrati, che allo stesso modo vengono identificate dalle sigle MSA (media dei quadrati tra gruppi), MSW (media dei quadrati all'interno dei gruppi) e MST (media dei quadrati totale).

La verifica dell'ipotesi nulla viene effettuata con la statistica test F così descritta:

$$F = \frac{SSA/(n - c)}{SSW/(c - 1)} = \frac{MSA}{MSW}$$

Per accettare l'ipotesi nulla è necessario che la statistica presenti un valore approssimativamente uguale all'unità, altrimenti essa va rifiutata. La statistica ha per l'appunto una distribuzione di tipo F con i due gradi di libertà  $(c - 1)$  e  $(n - c)$ . Il criterio ufficiale applicato prevede che, fissato un livello di significatività  $\alpha$ , se il valore di statistica test è superiore al valore critico  $F_U$ , allora l'ipotesi nulla viene rifiutata e quindi i gruppi

sono significativamente diversi. Il valore critico è un valore caratteristico della specifica distribuzione, per fissati gradi di libertà, e si può trovare in tabelle dedicate. Inoltre, si associa al test il valore di P-Value calcolato, o più frequentemente fornito in output dal software di analisi statistica utilizzato. Come di consuetudine, esso consente di rifiutare l'ipotesi nulla se presenta un valore inferiore al livello  $\alpha$  scelto. Il P-Value rappresenta infatti la probabilità di osservare un valore di statistica test maggiore o uguale di quello effettivamente calcolato.

Un ulteriore approfondimento può essere condotto nel caso in cui l'ipotesi nulla venga rifiutata: è possibile stabilire quali gruppi abbiano media significativamente uguale tra di loro e quali no. Sono diversi i metodi, detti dei confronti multipli, di cui ci si può avvalere; uno dei metodi più utilizzati è quello di Turkey-Cramer. In breve, questo metodo si applica a due a due tra tutti i gruppi e si valutano le differenze tra le medie campionarie; se queste differenze sono maggiori del range critico:

$$Q_U \sqrt{\frac{MSW}{2} \left( \frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_{j'}} \right)}$$

Allora le corrispondenti medie dei gruppi sono, con un livello di significatività  $\alpha$ , diverse.

Da precisare il significato del termine nella formula  $Q_U$  che rappresenta il valore critico superiore della distribuzione del range studentizzato con gradi di libertà  $c$  al numeratore e  $n - c$  al denominatore.

[29]

## 6.2 SOFTWARE A SUPPORTO: MINITAB

Per il presente scopo di analisi dei dati dell'azienda si farà uso del software Minitab: tra le migliori piattaforme online accessibili per trattare problemi statistici. Le sue potenzialità sono vaste, principalmente viene utilizzato per prevedere tendenze e modelli, individuando relazioni nascoste tra le variabili.

Più nel dettaglio, sono presenti molteplici sezioni dedicate a:

- Rappresentazioni grafiche
- Statistica di base
- Regressione
- Analisi della Varianza
- Analisi predittive
- Serie temporali e previsioni.

Questi sono solo alcuni esempi delle possibilità del software.

Prima di inoltrarsi nelle analisi di interesse, è possibile fare un controllo preliminare sulla normalità della variabile dipendente, o responso. In particolare, con il grafico 'Probability Plot', Minitab rappresenta



graficamente i punti dell'osservazione sovrapposti alla linea di distribuzione normale 'fitted' (quella che meglio si adatta ai dati); più i punti sono distribuiti in maniera uniforme lungo la retta e senza discostarsi troppo da essa e più la normalità trova conferma; al contrario, l'ipotesi non può essere accolta se i punti sono raggruppati in cluster e non uniformemente disposti nell'intervallo del grafico. Inoltre, il criterio che si può applicare per avere questa conferma è il seguente: se il P-Value, il cui valore è fornito nel grafico, è superiore al 5%, allora l'ipotesi di normalità dei dati può essere accettata.

Per quanto riguarda la regressione, con MINITAB è possibile applicare il metodo dei minimi quadrati, o in alternativa la logistic regression. Con il primo si possono studiare regressioni lineari semplici, multiple, regressioni graduali (stepwise) o regressione del miglior sottoinsieme (best-subset-regression). È possibile visualizzare graficamente i risultati ottenuti, così come visualizzare alcuni grafici per i residui. Per effettuare la regressione, è necessario specificare una colonna con le variabili di uscita (responsi) e una con le variabili di ingresso (predittori). È inoltre possibile scegliere una regressione pesata o escludere l'intercetta. Gli output sono diversi e selezionabili per ogni analisi: in primis la retta di regressione, seguita dagli scarti quadrati dei parametri stimati e dal test di significatività t-student. Sono possibili 5 grafici per i residui: istogramma dei residui, grafico di probabilità normale dei residui, grafico dei residui in funzione del fit, grafico dei residui in funzione dell'ordine dei dati e grafico dei residui in funzione di una serie di variabili a scelta.

Prima ancora di trattare la regressione, si può chiedere a Minitab di valutare il coefficiente di correlazione tra due variabili. Passando i dati da analizzare, organizzati in due colonne, e semplicemente selezionando il comando della correlazione (contenuto nella statistica di base), si ottiene la matrice di correlazione completa. Analizzando il valore ottenuto, si può avere un'indicazione sul grado di correlazione dei dati: più il valore assoluto è vicino al numero 1 e più la correlazione è forte.

Tra le possibilità di analisi di Minitab, c'è anche quella di svolgere una ANOVA. Nei casi trattati in seguito verrà selezionata l'analisi della varianza a una via e, come punto di partenza, selezionati il responso di tipo continuo e i fattori di tipo categoriale. Si andrà quindi a determinare se le medie delle diverse popolazioni, individuate come risposta ad ogni fattore, sono significativamente diverse. La diversità viene usata come ipotesi alternativa, contro l'ipotesi nulla di tutte le medie uguali. Viene poi indicato il livello di significatività, per convenzione del 5%. Il risultato più importante che viene riportato è il valore del P-Value, che, se inferiore o uguale al livello di significatività, comunica che le differenze tra le medie delle popolazioni sono statisticamente significative. Inoltre, vengono restituite molteplici informazioni utili quali:

- la deviazione standard della risposta  $S$ : distanza tra valori reali e quelli ottenuti con il modello
- il coefficiente di determinazione  $R^2$   $R$ -sq: in percentuale, rappresenta la percentuale di variazione del responso spiegata dal modello; più la percentuale è alta e più il modello si adegua meglio ai dati
- il coefficiente di determinazione aggiustato  $R$ -sq ( $adj$ ): in percentuale, la variazione nella risposta spiegabile dal modello, aggiustata con il numero di predittori rispetto al numero di osservazioni.

- Il coefficiente di determinazione predetto  $R-sq$  (*pred*): in percentuale, indica la capacità del modello a prevedere le risposte a nuove osservazioni; sono quindi preferibili alti valori. Se esso è molto inferiore a  $R^2$ , potrebbe essere presenti dei termini non necessari nel modello
- la media di ogni gruppo
- la deviazione standard di ogni gruppo
- l'intervallo di confidenza con un livello di confidenza del 95% per ogni gruppo

In aggiunta, vengono mostrati alcuni grafici:

- grafico contenente media e intervallo di confidenza per ogni gruppo
- grafico dei residui - *Versus Fits*: contiene in ascissa i valori assunti dal modello e in ordinata i residui. Essi devono essere randomicamente distribuiti sopra e sotto lo zero, con varianza costante. In caso contrario, il modello non soddisfa i presupposti
- grafico dei residui - *Versus Order*: contiene in ascissa i valori assunti dal modello e in ordinata le varie osservazioni. Serve a verificare che i residui siano indipendenti tra di loro: nel grafico non ci devono essere particolari trend e devono essere equamente distribuiti sopra e sotto
- grafico di probabilità normale dei residui: con in ascissa i residui e in ordinata la percentuale che presenta quel residuo. Il grafico deve indicativamente essere una linea, altrimenti il modello potrebbe non essere corretto
- istogramma: con le frequenze dei residui

Siccome il test ci dice se i gruppi sono significativamente diversi, ma non quali, è necessario rintracciare anche questa informazione. Tra gli output, sono anche riportate le informazioni dei gruppi usando un metodo di comparazione, con livello di confidenza individuale o simultaneo (ad esempio Tukey), e il 95% di confidenza; in questo modo, è possibile ottenere degli insiemi di gruppi che sono tra di loro significativamente uguali. È importante precisare che un gruppo può contemporaneamente appartenere a più insiemi: questo caso verrà mostrato meglio in seguito e per semplicità Minitab utilizza delle lettere per queste suddivisioni. [30]

## 7. ANALISI E COMMENTI AI RISULTATI

### 7.1 ANALISI SUL LUOGO

#### 7.1.1 ANOVA SUL LUOGO

Come già detto in precedenza, l'Analisi della Varianza verrà svolta nella modalità ad una via. Per questo motivo è necessario fare analisi separate, tutte con la stessa variabile dipendente di giorni totali (installazione + attivazione dell'infrastruttura di ricarica), ma dove la variabile categoriale cambia. Per quest'ultima, verranno quindi considerate nell'ordine le seguenti categorie: zona geografica, popolazione, estensione geografica, DEGURBA, reddito e tipologia di luogo.

In primis, è necessario verificare l'ipotesi di normalità sul dataset dei giorni totali. Questo controllo si può effettuare grazie al supporto del grafico di probabilità, Probability Plot, studiando la distribuzione dei valori e esaminando il P-Value associato.

Il risultato trovato è il seguente:

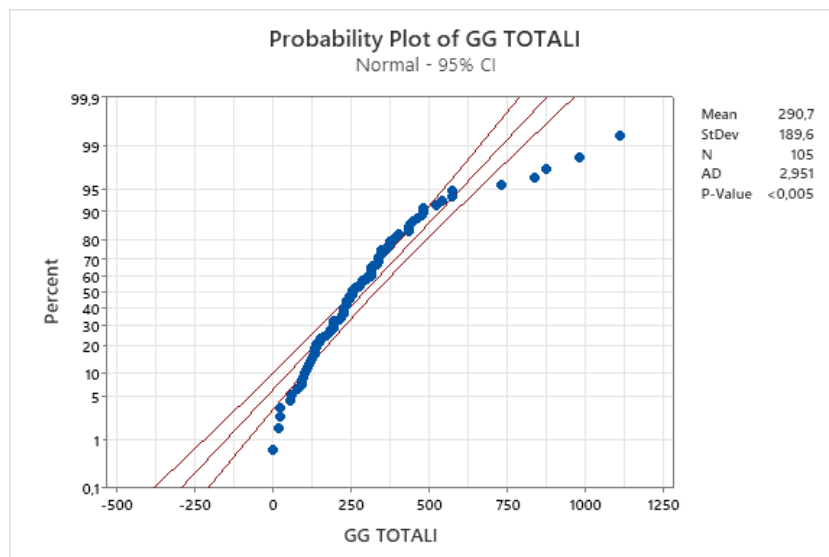


Figura 21: Probability Plot dei Giorni Totali

Come si può vedere, i dati sono distribuiti lungo la retta soprattutto nella zona centrale, mentre in quelle esterne sono visibilmente più lontani. Sono proprio questi valori che portano ad avere come risultato un irrilevante P-Value, non maggiore del 5%, che necessariamente obbliga al rifiuto dell'ipotesi di normalità. Queste osservazioni che intaccano negativamente il campione prendono il nome di 'outlier' (ovvero valori anomali) e, siccome la dimensione del campione è sufficientemente elevata, si può sensatamente decidere di eliminarli.

È però necessario applicare un criterio ragionevole per decidere quali e quanti valori cancellare dal gruppo. Sono diversi i test che si prestano a questo scopo: alcuni sono studiati per un solo outlier, altri per più, altri ancora si basano su un numero massimo che si immagina se ne possano trovare.

In questo caso, dove si sospettano outlier multipli, si utilizza il test di Tietjen-Moore [31], che non è altro che un test di ipotesi; l'ipotesi nulla è che non ci siano valori anomali e quella alternativa che ce ne siano esattamente  $k$  (dove il numero  $k$  viene scelto in principio da chi effettua questo test). In particolare, per gli outlier superiori la statistica test è calcolabile come:

$$L_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (y_i - \bar{y}_k)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Dove:

- $\bar{y}_k$  è la media di tutto il campione
- $\bar{y}$  è la media del campione senza i  $k$  outlier rimossi

Similmente per quelli inferiori:

$$L_k = \frac{\sum_{i=k+1}^n (y_i - \bar{y}_k)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Per generalizzare in un caso unico su entrambe le code, si può usare un procedimento più efficace, esposto qui di seguito. Prima si calcolano i moduli dei residui:

$$r_i = |y_i - \bar{y}|$$

e si ordinano in verso crescente nel vettore  $z_i$ . Successivamente, si calcola il valore di statistica test come:

$$E_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (z_i - \bar{z}_k)^2}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$$

A questo punto deve essere identificata la regione critica del test: questo può essere fatto tramite simulazione in cui viene generato un campione casuale di distribuzioni normali standard (tipicamente 10000) e calcolandone la statistica test. Il valore della statistica ottenuto andrà confrontato con la distribuzione di riferimento: trattandosi di un test a una coda, l'ipotesi nulla viene rigettata quando il valore calcolato  $E_k$  è inferiore al valore critico trovato con il campione casuale.

Il test sul set di dati considerato viene qui svolto con il supporto del software R [32], destinato a calcolo e grafica statistici; viene utilizzato un breve programma che esegue esattamente i passaggi necessari ad ottenere la risposta al quesito posto (codice riportato in Appendice 3). Osservando la *Figura 21*, si decide di ipotizzare 3 valori outlier: 876, 980 e 1112 giorni; essi sono i maggiori e quelli che più si distaccano dalla curva di riferimento. Il confronto tra statistica test e valore critico porta al seguente risultato:

$$E_k = 0.5892131 > 0.7628355 \text{ (valore critico)}$$

Con un livello di significatività del 5%.

I tre outlier sono quindi confermati e vengono eliminati per tutti gli studi successivi.

Si va ora a ripetere il grafico; si può notare che la distribuzione appare più uniforme e il valore di P-Value è superiore al 5%, in particolare uguale a 6.1%:

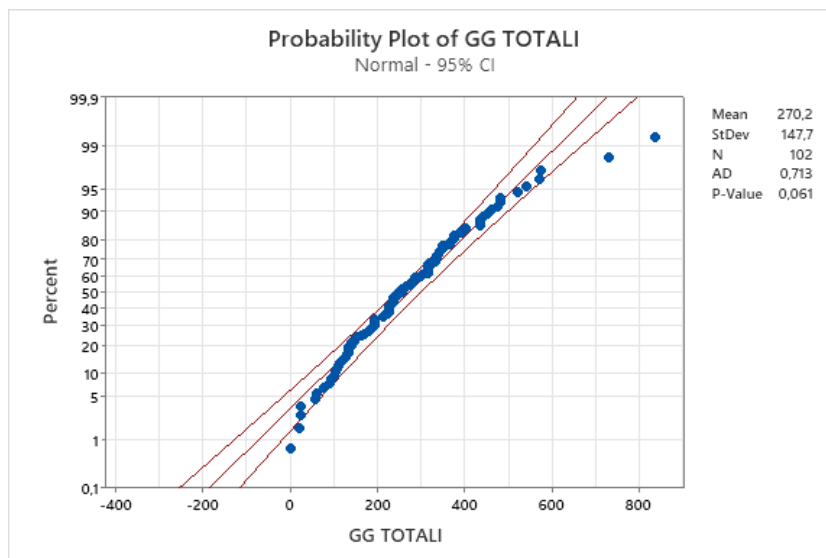


Figura 22: Probability Plot dei Giorni Totali modificato

È quindi ora soddisfatta l'ipotesi di normalità e si può proseguire con le Analisi della Varianza.

Per ogni diversa categoria, verranno raccolti qui di seguito i risultati numerici di media per ogni gruppo, P-Value del test di ipotesi di ANOVA, il coefficiente di determinazione aggiustato R-sq(adj) e i grafici significativi. Per quanto riguarda questi ultimi, verranno riportati quelli sui residui: grafico di probabilità normale, istogramma, Versus Fits, Versus Order e il grafico degli intervalli di confidenza (con un livello del 95%) per ogni gruppo considerato.

Iniziando dalle zone geografiche, le osservazioni risultano ora così distribuite:

ZONA	
CATEGORIA	# VALORI
Nord-est	27
Nord-ovest	69
Centro	3
Sud	3

Tabella 6: Suddivisione per ZONA

Le categorie di Centro e Sud hanno un numero di installazioni insufficienti e non equiparabile alle altre due per svolgere un'analisi significativa. Si decide quindi di unirle al fine di ottenere una cifra che più sensatamente possa essere comparata con le rimanenti.

Con questo nuovo assetto, viene adesso effettuata l'analisi; i risultati vengono riportati qui di seguito:

ZONA	P-Value: <b>0.025</b> R-sq (adj): <b>5.32%</b>	
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA
Nord-est	27	207.7
Nord-ovest	69	296.8
Centro e Sud	6	244.3

Tabella 7: Risultati ANOVA per ZONA

Siccome il valore di P-Value è minore del 5%, nello specifico pari a 2.5%, si può dire che i gruppi di zona considerati sono significativamente diversi tra di loro. Il valore del coefficiente di determinazione R-sq (adj) è statisticamente significativo, ma uguale al 5.32%; ciò indica che il modello in cui la tempistica di realizzazione dell'infrastruttura di ricarica dipende solo dalla zona non è del tutto rappresentativo del fenomeno reale, ma come immaginabile la variabile categoriale non può spiegare completamente la variabilità dei giorni totali.

La media più elevata corrisponde alla zona Nord-ovest, la più bassa al Nord-est. È però importante evidenziare che il numero di valori su cui sono state calcolate queste due è di molto superiore, e quindi più rappresentativo di quella che può essere la condizione, rispetto ai campioni di installazioni al Centro e Sud.

Si riportano qui di seguito le informazioni di raggruppamento utilizzando il metodo di Tukey con 95% di confidenza:

CATEGORIA	RAGGRUPPAMENTO	
Nord-ovest	A	
Centro e Sud	A	B
Nord-est		B

Tabella 8: Raggruppamento Zona con metodo di Tukey

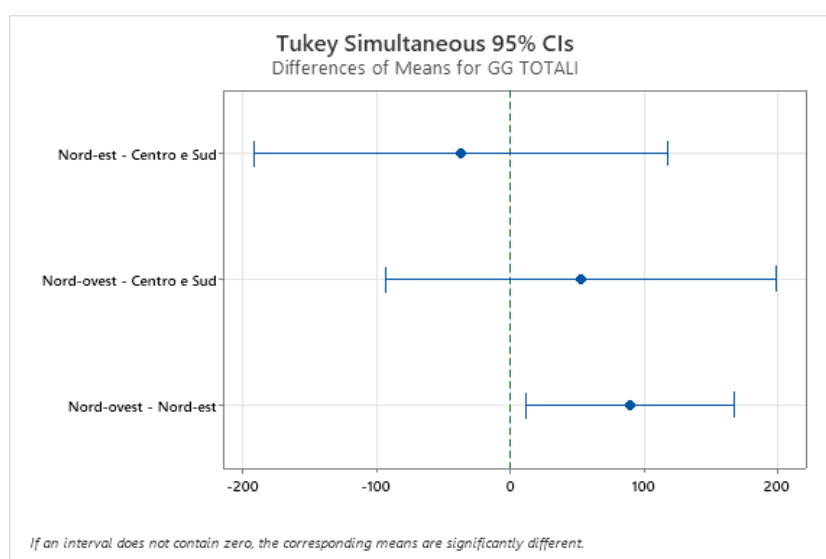


Figura 23: Raggruppamento Zona con metodo di Tukey

Si osserva che è possibile raggruppare le prime due categorie, oppure le seconde due, mentre Nord-ovest e Nord-est risultano significativamente diverse.

Per quanto riguarda le rappresentazioni grafiche, qui di seguito sono riportate quelle mostrate da Minitab:

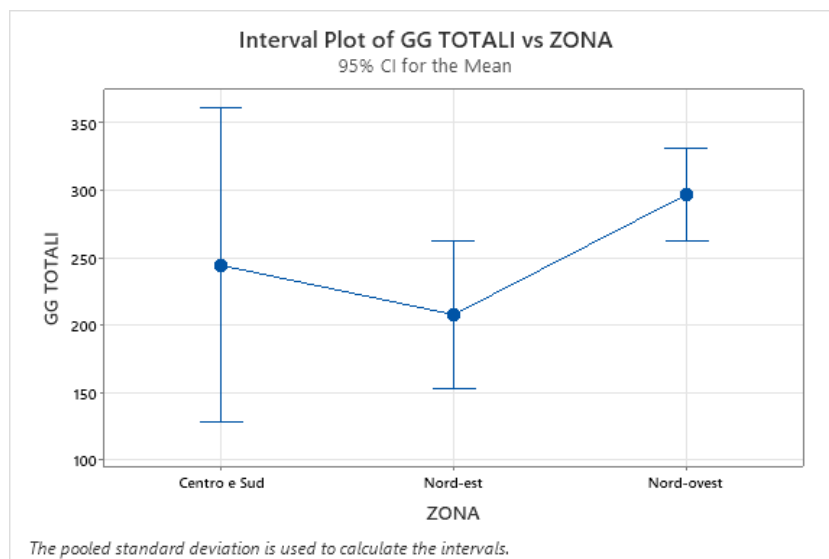


Figura 24: Interval Plot GG TOTALI vs ZONA (nuovo)

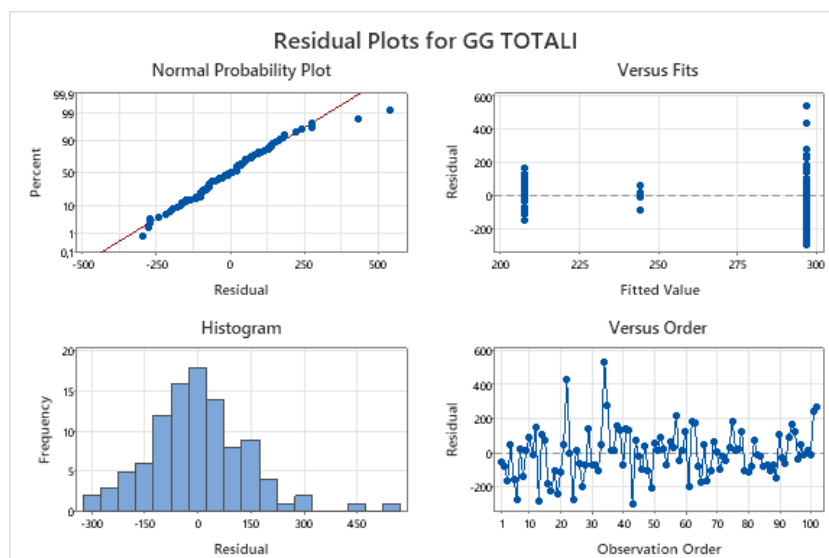


Figura 25: Grafici dei residui-ZONA (nuovo)

Dalla *Figura 24* si può notare che il gruppo di Centro e Sud ha un intervallo di confidenza molto ampio, al contrario Nord-est e Nord-ovest. Il grafico Versus Fits in *Figura 25* presenta una distribuzione che tende ai valori positivi sulle ascisse. Quello del Versus Order non mostra particolari trend.

Proseguendo ora con le categorie di popolazione, si nota che anche per esse le infrastrutture non sono per nulla comparabilmente suddivise:

POPOLAZIONE	
CATEGORIA	# VALORI
Grandi aree metropolitane	1
Aree metropolitane	17
Aree urbane medie	2
Aree urbane piccole	12
Aree minori	70

Tabella 9: Risultati ANOVA per POPOLAZIONE

Nello specifico, per quanto riguarda le grandi aree metropolitane e le aree urbane medie, i campioni sono insufficienti ad effettuare una analisi consistente. Per le città più popolate, la media non è altro che l'unico valore che si ha per questo gruppo. È quindi evidente che occorre ridimensionare le classi precedentemente definite; si decide perciò di raccogliere in un'unica categoria le aree metropolitane e in un'altra le aree urbane, mantenendo a sé quella di aree minori:

CATEGORIA	NUOVA CATEGORIA	#VALORI
Grandi aree metropolitane	Grandi aree e Aree metropolitane	18
Aree metropolitane		
Aree urbane medie	Aree urbane	14
Aree urbane piccole		
Aree minori	Aree minori	70

Tabella 10: Nuove categorie di popolazione

Si ripete quindi l'Analisi Statistica con il software, che restituisce i seguenti risultati:

POPOLAZIONE	P-Value: <b>0.900</b> R-sq (adj): <b>0.00%</b>	
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA
Grandi aree e Aree metropolitane	18	280.3
Aree urbane	14	256
Aree minori	70	270.4

Tabella 11: Risultati ANOVA per POPOLAZIONE (nuove categorie)

Il valore di P-Value è molto elevato: si può quindi affermare che le categorie non hanno medie significativamente diverse tra di loro e l'installazione richiede simili tempistiche in Comuni con elevata e ridotta popolazione. Allo stesso tempo, il coefficiente di determinazione nullo conferma che la variabile predittiva non spiega la variabilità dei giorni. In ogni caso, la media di tempo maggiore appartiene alle Grandi aree e Aree metropolitane, mentre quella minore alle Aree urbane.



I grafici sono qui di seguito riportati:

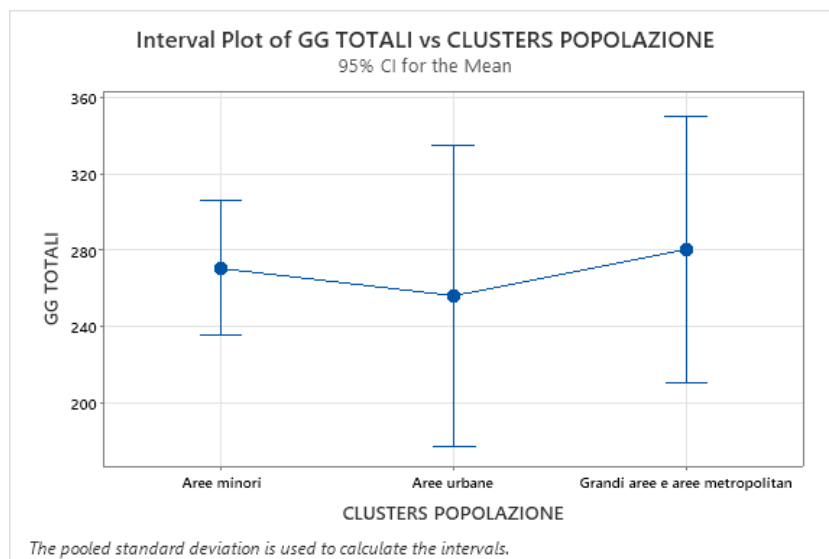


Figura 26: Interval Plot GG TOTALI vs POPOLAZIONE

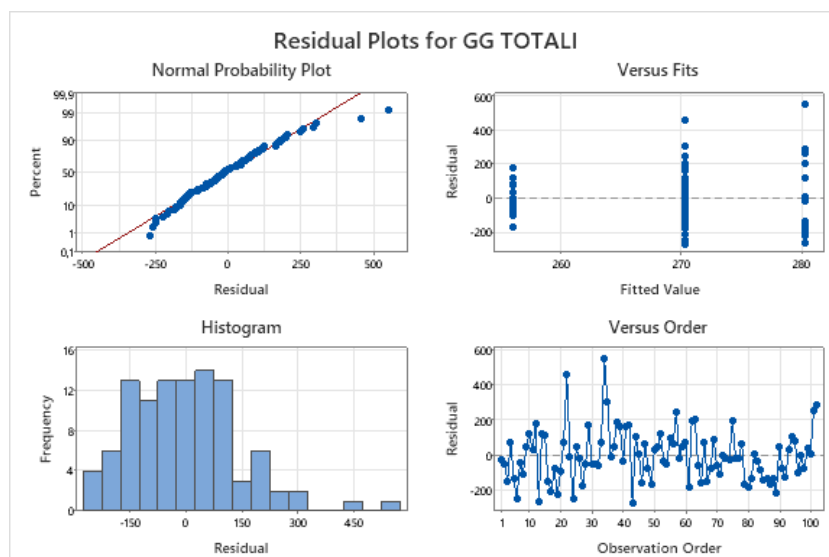


Figura 27: Grafici dei residui-POPOLAZIONE

Dalla Figura 26 si evince che le aree minori sono caratterizzate da un intervallo di confidenza di ampiezza ridotta rispetto a quelli tra di loro simili di aree urbane e grandi aree e aree metropolitane.

Dal grafico di Probabilità normale si osservano due valori che si discostano di molto dalla retta, ma in questo caso si decide di non eliminarli siccome il valore troppo elevato di P-Value non dà comunque modo di credere che si potrebbe arrivare ad un risultato diverso ripetendo l'analisi. Questa scelta verrà effettuata anche per i casi successivi trattati.

Dal secondo grafico di Figura 27 si nota che i residui positivi assumono valori molto più elevati di quelli negativi. L'istogramma appare di forma allargata.

Riguardo alla suddivisione per estensione geografica, anche per questo caso non si può concludere la presenza di una significativa differenza tra i cluster:

<b>ESTENSIONE GEOGRAFICA</b>		P-Value: <b>0.325</b> R-sq (adj): <b>0.70%</b>	
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA	
Oltre 200 km <sup>2</sup>	9	319.3	
Tra 60.01 e 200.00 km <sup>2</sup>	26	220	
Tra 20.01 e 60.00 km <sup>2</sup>	23	273.7	
Tra 10.01 e 20.00 km <sup>2</sup>	17	283.2	
Fino a 10.00 km <sup>2</sup>	27	290.8	

Tabella 12: Risultati ANOVA per ESTENSIONE GEOGRAFICA

Il valore di P-Value è infatti molto elevato, del 32.5%, e l' R-sq (adj) del 0.70%. Le tempistiche più elevate appartengono ai Comuni con estensione geografica maggiore ai 200 km<sup>2</sup>, ovvero i più estesi, le più rapide alle aree con estensione appena inferiore alla categoria precedente, tra 60.01 e 200 km<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda gli intervalli di confidenza qui sotto, la loro ampiezza è all'incirca simile:

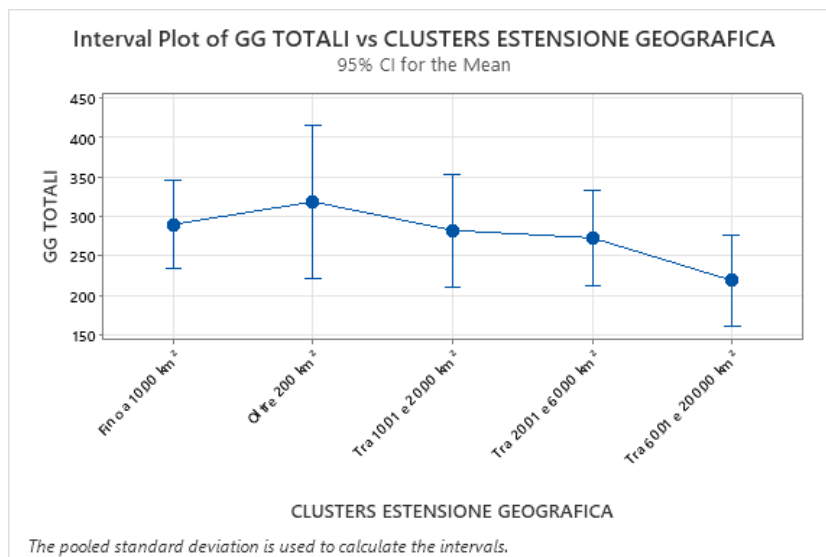


Figura 28: Interval Plot GG TOTALI vs ESTENSIONE GEOGRAFICA

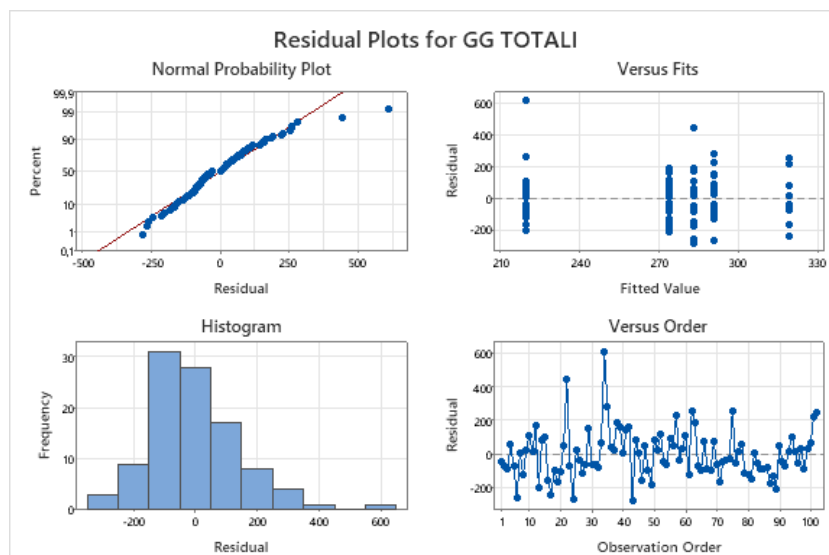


Figura 29: Grafici dei residui-ESTENSIONE GEOGRAFICA

Nel secondo grafico di *Figura 29*, si osserva che i residui positivi presentano valori molto elevati, fino a 600; la distribuzione altamente asimmetrica consente di affermare che il modello immaginato non è valido.

In riferimento alla densità dei Comuni di installazione, si ha:

<b>DEGURBA</b>		P-Value: <b>0.662</b> R-sq (adj): <b>0.00%</b>	
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA	
1	38	287.3	
2	57	261.0	
3	7	251.9	

Tabella 13: Risultati ANOVA per DEGURBA

Non si può quindi affermare che le medie dei gruppi siano significativamente diverse. Il coefficiente di correlazione ha valore nullo e non si può perciò concludere una dipendenza tra tempistica e concentrazione demografica del luogo di installazione. La media più alta appartiene alle aree più densamente popolate (DEGURBA 1), mentre la più bassa a quelle al contrario meno densamente popolate (DEGURBA 3).

Le figure mostrano i seguenti aspetti:

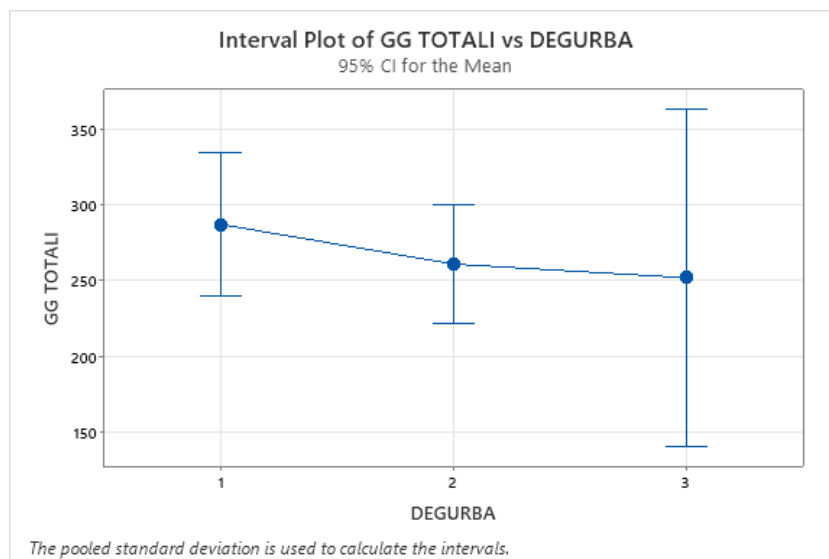


Figura 30: Interval Plot GG TOTALI vs DEGURBA

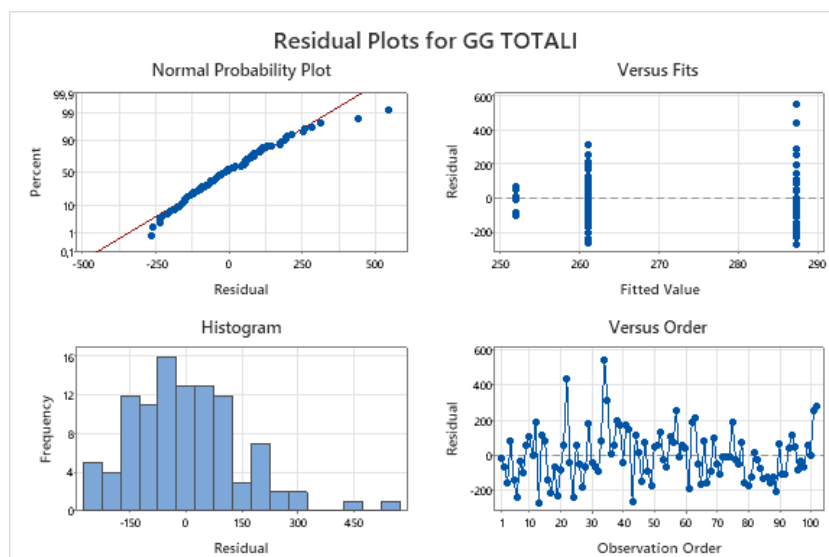


Figura 31: Grafici dei residui-DEGURBA

In particolare, si evidenzia un intervallo di confidenza molto ampio per la terza classe.

Per quanto concerne i redditi imponibili, le fasce sono state lievemente modificate per avere campioni costituiti da un numero di valori dello stesso ordine di grandezza. Infatti, la categoria inferiore è stata eliminata e accorpata a quella appena sopra. In tabella vengono riportati i risultati che consentono di affermare che anche per questa suddivisione non sono evidenziabili differenze sostanziali tra le categorie presenti:

REDDITO PROCAPITE	P-Value: <b>0.597</b> R-sq (adj): <b>0.00%</b>	
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA
Maggiori di 24.000 euro/anno	15	290.5
Tra 21.000 e 24.000 euro/anno	52	251
Tra 18.000 e 21.000 euro/anno	19	282.1
Fino a 18.000 euro/anno	16	299.3

Tabella 14: Risultati ANOVA per REDDITO

I valori di P-Value e R-sq (adj) sono rispettivamente 59.7% e 0.00%.

Qui le quattro categorie considerate hanno un buon numero di valori, che consentono di avere delle medie piuttosto rappresentative. La cifra di esse più alta si riferisce ai Comuni con reddito procapite inferiore ai 18000 euro/anno e questo tempo è appena superiore a quello della fascia più alta. Le tempistiche medie minori sono registrate in Comuni con redditi tra 21000 e 24000 euro/anno.

Gli intervalli di confidenza associati hanno ampiezza variabile, come si può osservare qui sotto:

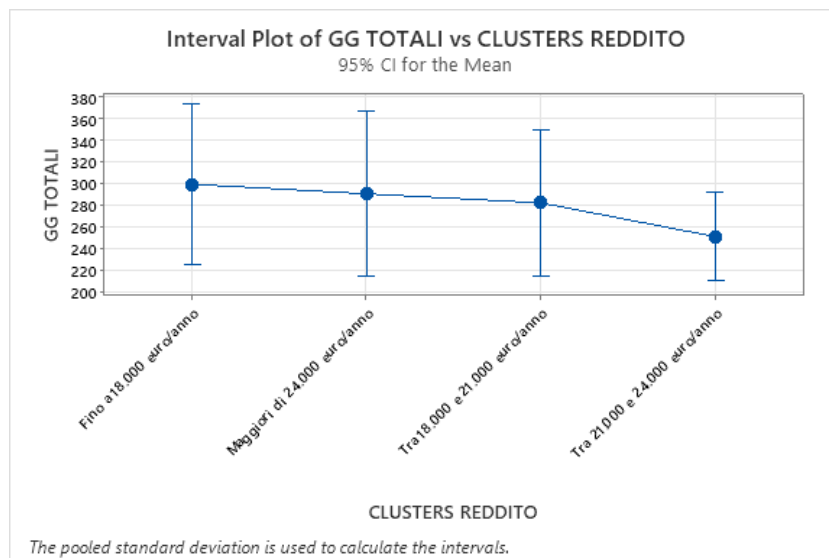


Figura 32: Interval Plot GG TOTALI vs REDDITO

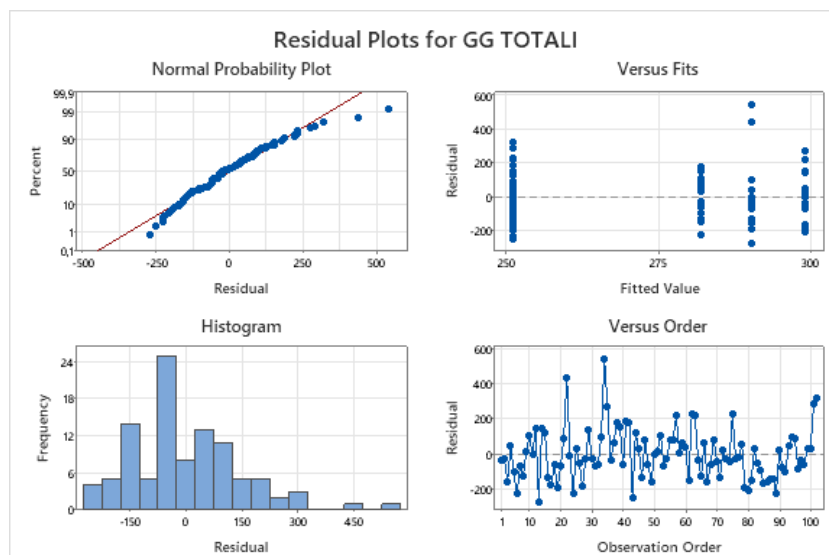


Figura 33: Grafici dei residui-REDDITO

Di nuovo, osservando *Figura 33*, si notano valori molto alti di residui positivi e non particolari trend dal grafico di Versus Order.

Occupandosi ora della tipologia di luogo, è utile comprendere se alcune categorie necessitano di tempi più lunghi per la realizzazione e messa in esercizio delle infrastrutture. Osservando i risultati:

TIPO DI LUOGO	P-Value: <b>0.004</b> R-sq (adj): <b>9.85%</b>	
	CATEGORIA	# VALORI
Attività commerciali	53	313.7
Parcheggi	20	259.9
Pubblica Amministrazione	4	129.8
Svago	25	208.6

Tabella 15: Risultati ANOVA per TIPOLOGIA DI LUOGO

Si può notare come in questo caso il valore di P-Value è inferiore al 5%, nello specifico 0.4%. Questo permette di affermare che almeno due delle categorie individuate presentano una media significativamente diversa. In particolare, il processo risulta più svelto per la Pubblica Amministrazione e più lento per le Attività Commerciali. La differenza tra queste due appare sostanziale, con circa 200 giorni di differenza.

Per quanto riguarda il coefficiente di determinazione, esso è significativo e registra un valore intorno al 10%, il più elevato tra quelli trovati fino ad ora; esso consente di affermare che una parte della variabilità della tempistica sia dipendente dalla categoria del luogo.

Secondo il metodo di Tukey, le diverse tipologie possono essere raggruppate come segue:

CATEGORIA	RAGGRUPPAMENTI	
Attività commerciali	A	
Parcheggi	A	B
Pubblica Amministrazione	A	B
Svago		B

Tabella 16: Raggruppamento Tipologia di luogo con metodo di Tukey

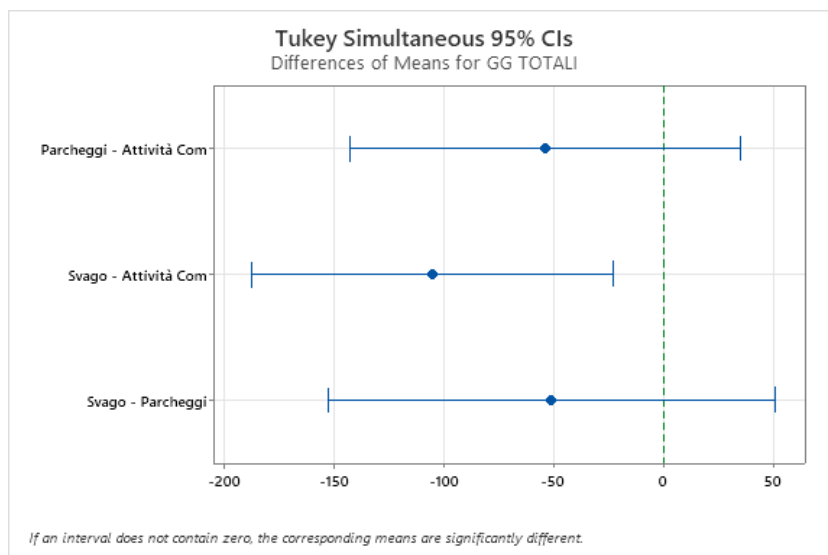


Figura 34: Raggruppamento Tipologia di luogo con metodo di Tukey

Il primo gruppo possibile è composto da Attività commerciali, Parcheggi e Pubblica Amministrazione, il secondo da Parcheggi, Pubblica Amministrazione e Svago. Prima e ultima categoria sono significativamente diverse.

È necessario un appunto sulla Pubblica Amministrazione: per essa si ha a disposizione un campione molto ridotto di dati, in numero di 4, e, come si può notare dalla figura qui sotto, l'intervallo di fiducia associato risulta anche il più ampio.

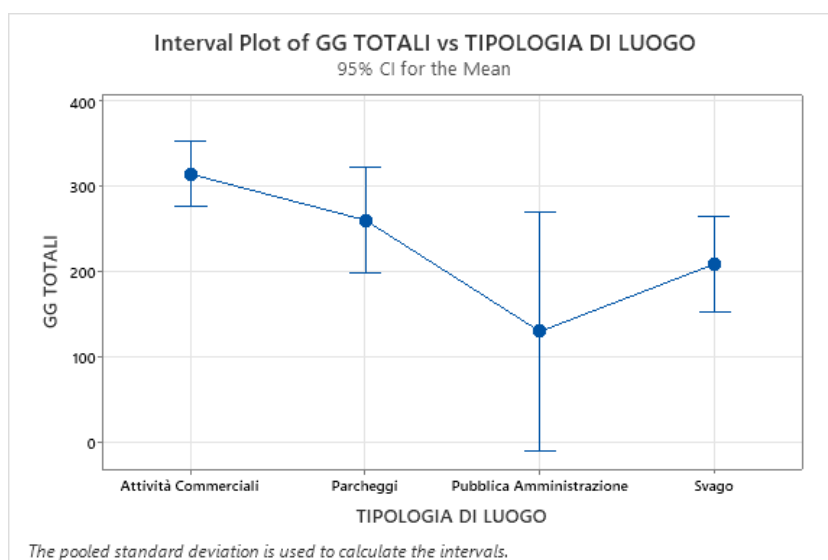


Figura 35: Interval Plot GG TOTALI vs TIPOLOGIA DI LUOGO

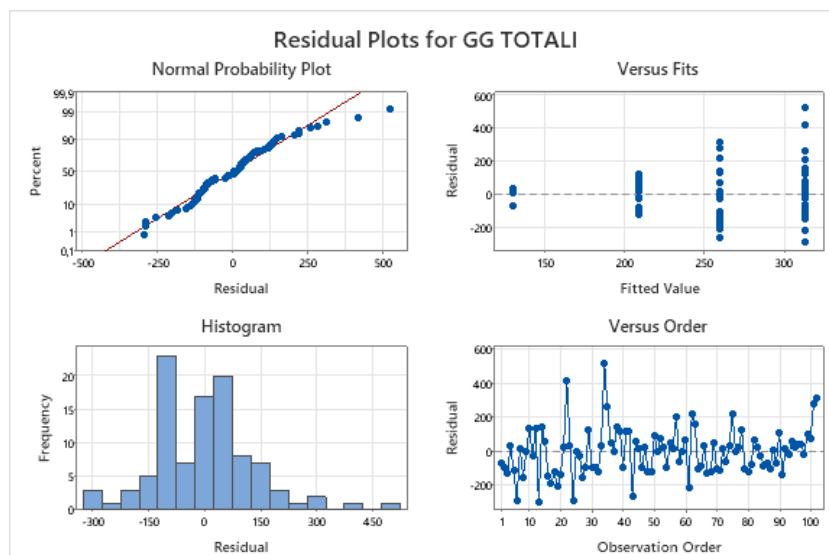


Figura 36: Grafici dei residui-TIPOLOGIA DI LUOGO

I comportamenti dei residui sono simili a quelli riscontrati nelle analisi precedenti.

Come appena precisato qui sopra e similmente a quanto riscontrato in altri casi in precedenza, è osservabile una situazione di sbilanciamento, in quanto le installazioni per la Pubblica Amministrazione sono in numero insufficiente a caratterizzare in modo valido dal punto di vista statistico il gruppo. Per rigore accademico, si decide allora di effettuare una nuova ed ulteriore analisi sul campione privato di essa. Gli esiti sono raccolti nella seguente tabella e nei correlati grafici:

<b>TIPO DI LUOGO</b>		P-Value: <b>0.010</b> R-sq (adj): <b>7.26%</b>	
<b>CATEGORIA</b>	<b># VALORI</b>	<b>MEDIA</b>	
Attività commerciali	53	313.7	
Parcheggi	20	259.9	
Svago	25	208.6	

Tabella 17: Risultati ANOVA per TIPOLOGIA DI LUOGO



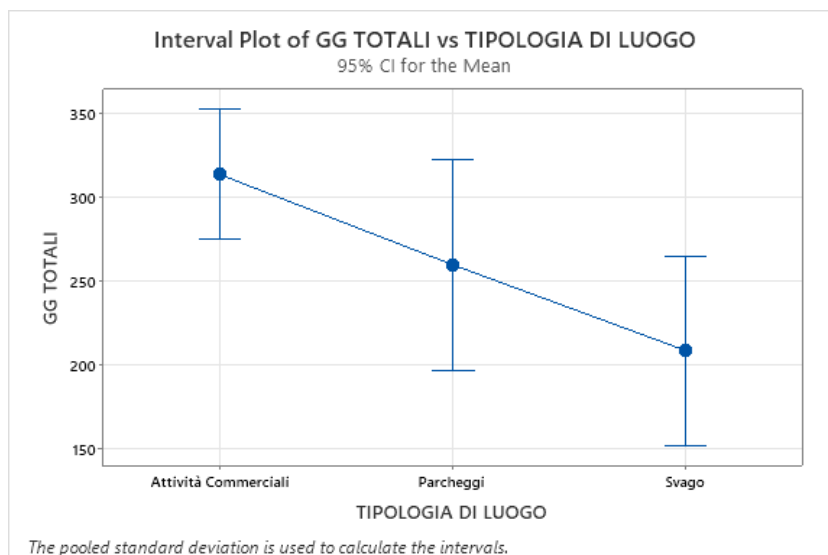


Figura 37: Interval Plot GG TOTALI vs TIPOLOGIA DI LUOGO (nuovo)

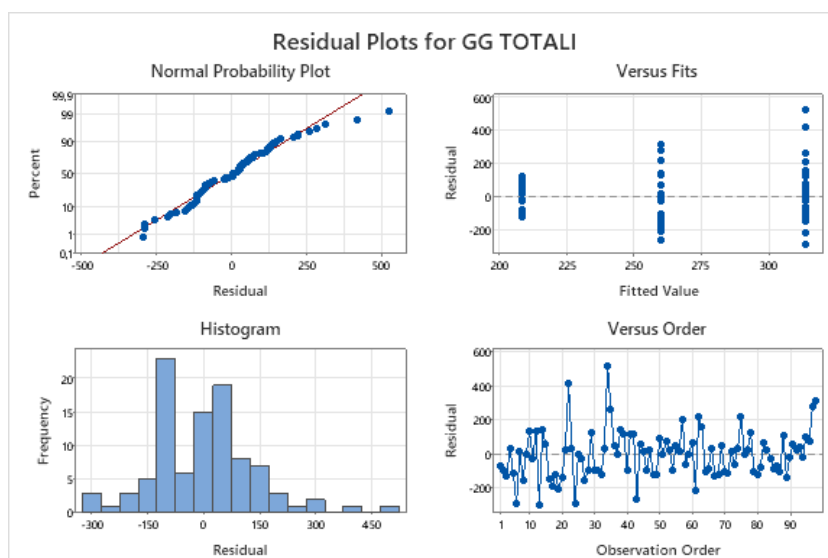


Figura 38: Grafici dei residui-TIPOLOGIA DI LUOGO (nuovo)

Anche in questo caso, la differenza tra i vari cluster è confermata dal valore del P-Value.

Al termine di questo primo gruppo di Analisi della Varianza sui giorni totali di realizzazione di una nuova infrastruttura di ricarica, si è quindi concluso che in due casi la categoria gioca un ruolo significativo nella tempistica: la zona geografica e la tipologia di luogo. Questo risultato è piuttosto ragionevole, siccome significa che non tutte le variabili sono così impattanti sulle tempistiche di installazione. Sarebbe infatti inverosimile una condizione per cui le caratteristiche del luogo di installazione determinano una significativa differenza di tempi. Al contrario, per le due impattanti, si tenterà di dare una spiegazione congrua approfondendo la fenomenologia nel seguente capitolo.

### 7.1.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Nella precedente sezione si sono analizzate da un punto puramente statistico le dipendenze delle tempistiche di installazione di infrastrutture di ricarica da fattori, quali caratterizzanti del territorio o dell'attività del cliente. Si tenterà ora di interpretare i risultati trovati, fornendo motivazioni in base alla conoscenza nel settore maturata.

Con la categorizzazione per zona geografica, si è potuto evidenziare che esiste una differenza notevole tra aree italiane. La maggiore elettrificazione e penetrazione di veicoli elettrici del Nord è manifestata nel numero di infrastrutture realizzate molto più elevato che nel resto del territorio nazionale. Quanto appena detto vale per l'azienda, ma più in generale per tutti i proprietari e gestori di sistemi di ricarica presenti nel paese.

Nelle zone nord orientali della penisola i processi sono più svelti, ad occidente più lenti e nel centro e sud la situazione è intermedia. Si nota però che la media dei tempi per la parte nord occidentale non è altresì ridotta come quella orientale. Questa caratteristica è certamente intrinseca dell'azienda; infatti, la localizzazione geografica degli installatori gioca un ruolo fondamentale. La vicinanza dell'installazione rende inevitabilmente alcuni progetti di più rapida visita e realizzazione, anche per la conoscenza dei luoghi, Municipalità, Autorità e Distributori. Questo ragionamento è quindi applicabile ad una grande parte dei progetti portati a termine nella zona a Nord-Est dall'azienda DP Service S.R.L., che ha sede a Padova.

Per quanto riguarda le categorie di popolazione, estensione geografica e DEGURBA, si può riportare una considerazione che le accomuna: in tutti i casi i tempi maggiori sono stati segnalati in corrispondenza del gruppo massimo. Le categorie di Comuni più estesi, di maggiore popolazione e dei più densamente popolati sono quelle in cui si hanno più difficoltà a realizzare le infrastrutture di ricarica. Ci sono diverse motivazioni imputabili a questo fenomeno. In primis, potrebbe sembrare controintuitivo: le zone più vivaci dovrebbero essere quelle con la rete elettrica più ramificata e potente. Questo certamente è corretto, ma è oltremodo necessario evidenziare che spesso proprio la moltitudine di utilizzatori rende più difficoltoso soddisfare la richiesta di potenza per le ricariche di veicoli elettrici. Soprattutto nelle ultime commesse dell'azienda, durante la fase di sopralluogo congiunto viene riferito che l'unico modo per soddisfare la domanda è quello di prevedere una nuova cabina di trasformazione dalla media alla bassa tensione, a carico del Distributore o del richiedente (quindi Powy). Ad oggi, non si sono ancora affrontati casi simili e si è deciso di optare unicamente forniture in bassa tensione. È però evidente che queste opere, previste di qui a breve per alcuni nuovi progetti, allungano parecchio le tempistiche. Smarcata la disponibilità di spazio per la cabina, i punti più complessi sono l'ottenimento delle autorizzazioni e l'esecuzione dei lavori.

Nei grossi centri metropolitani, la comunicazione con i Distributori Locali è certamente più difficoltosa; spesso, la pratica di connessione alla rete cambia i riferimenti dei tecnici incaricati, i lavori vengono assegnati ad aziende terze e inevitabilmente diventa più difficoltoso seguirne l'avanzamento. Sono questi i casi in cui il Distributore inizia ad accumulare ritardi che hanno come risolto una mancanza di fornitura entro i tempi comunicati in fase di preventivazione.

Inoltre, un comportamento notevolmente insolito è rappresentato dal divario presente nel numero di installazioni realizzate in aree metropolitane e urbane rispetto a quelle in aree minori. Infatti, lo scopo primario del settore di infrastrutture di ricarica è quello di elettrificare i grossi centri abitativi, rendendo i trasporti più efficienti, ed è certamente quello che sta avvenendo sul territorio italiano, ma più in generale nell'intero globo. Tuttavia, si precisa che nelle grandi città, il processo necessario per ottenere il permesso a realizzare una stazione è molto complesso e lungo. Queste maggiori difficoltà rappresentano quindi uno dei motivi per cui le installazioni dell'azienda sono ancora ridotte in numero, lasciando spazio a quelli che sono i grandi operatori nel settore, che hanno alle spalle maggiore esperienza e processi più strutturati. Powy si è quindi dedicata principalmente a progetti in centri più piccoli, spesso per clienti privati di strutture ricettive e commerciali.

In riferimento alle classi di reddito procapite, la categoria di reddito minore (sotto i 18000 euro annui) è stata identificata come la più lenta. È tuttavia necessario precisare che queste tempistiche sono in linea con quelle delle altre categorie, per cui non sono evidenziabili differenze rilevanti.

Infine, sulla tipologia di luogo, l'analisi statistica ha confermato la differenza significativa tra le varie categorie. Anche la seconda analisi, escludendo le installazioni per le municipalità, ha confermato questo fenomeno. Si tenta quindi di formulare alcune ipotesi riguardo ai possibili motivi di queste differenze e dei singoli comportamenti.

Per quanto riguarda la Pubblica Amministrazione, nonostante il numero di installazioni assai ridotto, si considerano in ogni caso rappresentativi della categoria. Durante le installazioni per i Comuni, il contributo di questi ultimi è fondamentale. Essendo personalmente coinvolti, è nel loro interesse diminuire le tempistiche di realizzazione, consentendo di organizzare le visite tecniche e di approvare i progetti proposti in tempi ridotti. Gli stessi possono rappresentare per l'azienda un grande aiuto anche nei confronti del Distributore, possono infatti esercitare pressioni sullo stesso e aiutare a velocizzare i tempi di ottenimento delle autorizzazioni necessarie ai lavori sulla rete (siccome spesso prevedono scavi in territori comunali).

Si vuole però puntualizzare che la tempistica media della categoria potrebbe verosimilmente aumentare con un campione più ampio, siccome non sempre il Comune avvantaggia i processi, ma potrebbe anche ritardare l'ottenimento dei permessi.

Per quanto riguarda le Attività commerciali, caratterizzate dalla tempistica più lunga, i pregressi raccontano che le richieste di queste ultime sono spesso motivi di rallentamento. Infatti, nonostante queste attività abbiamo spesso di loro proprietà estesi parcheggi, si possono riscontrare difficoltà nella definizione della posizione dell'infrastruttura di ricarica. Dal punto di vista di Powy, l'installazione deve essere posizionata in modo da essere molto visibile, ma allo stesso sono tenute ampiamente di conto le valutazioni tecnico-economiche. Se le distanze dal punto di consegna sono troppo elevate, l'impianto diventa ingiustificatamente costoso e anche inefficiente. In diversi casi si è quindi dimostrato più complesso trovare un accordo e far valere le proprie motivazioni con i clienti, che in ogni caso si mira a soddisfare.

Si deve infine precisare che in questa categoria ricadono le installazioni per la società Tigros S.p.A., firmate in un unico contratto datato 2019. Esse contribuiscono necessariamente ad aumentare il valore della media del gruppo.

## 7.2 ANALISI SUI SOGGETTI COINVOLTI

### 7.2.1 ANOVA SUI SOGGETTI COINVOLTI

Un nuovo scenario di analisi si può basare sulla possibile influenza dei soggetti coinvolti nel processo di installazione, oltre all'azienda Powy. In particolare, si parla quindi degli installatori, dei fornitori di caricatori e dei Distributori Locali.

Incominciando dagli installatori, si è visto in precedenza che le infrastrutture considerate nella presente trattazione sono riferite a due installatori; è interessante capire se esiste una differenza sostanziale nell'esecuzione dei lavori dei due. Inserendo i dati e svolgendo l'analisi con il software a supporto, emerge il seguente esito:

INSTALLATORE	P-Value: <b>0.317</b> R-sq (adj): <b>0.01%</b>	
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA
DP Service	52	255.8
Jam	50	285.1

Tabella 18: Risultati ANOVA per INSTALLATORE

Mediamente le due aziende hanno realizzato un numero quasi uguale di stazioni di ricarica, ma le tempistiche medie si discostano di circa un mese. DP Service risulta essere più rapida, con una media di circa 255 giorni. La differenza tra i due non è però significativa a livello statistico, siccome il P-Value presenta un valore elevato (circa 32%) e il coefficiente di determinazione è sostanzialmente nullo, a conferma della non correttezza di un modello di dipendenza. Un commento ulteriore verrà illustrato nella successiva sezione dedicata.

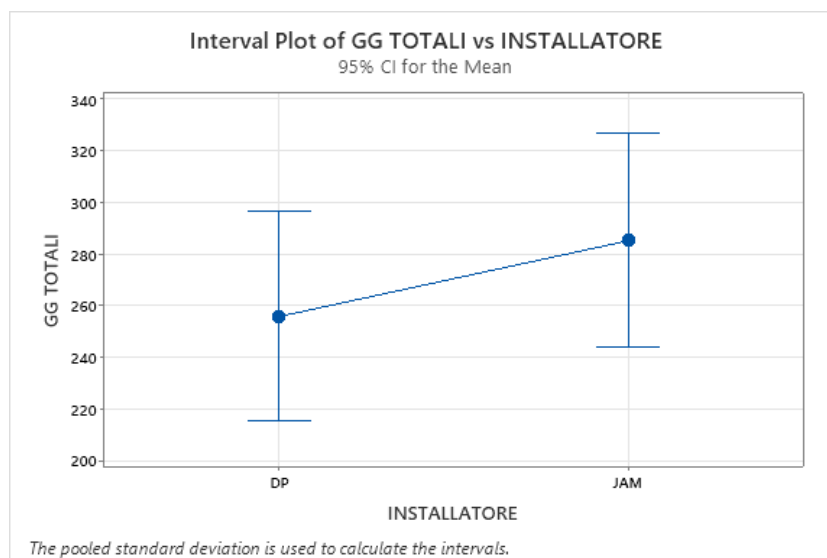


Figura 39: Interval Plot GG TOTALI vs INSTALLATORE

Gli hardware installati vengono categorizzati in riferimento al fornitore. Al termine del 2022, i dispositivi scelti appartengono a due aziende produttrici: Ensto e Alpitronic. Il numero dei primi è quello prevalente. I caricatori Alpitronic previsti sono unicamente della tipologia a corrente continua, per questo la quantità di installati è ancora esigua. È presente poi una infrastruttura in cui ci sono in compresenza due dispositivi, uno per fornitore. È quindi evidente che la distribuzione del campione a disposizione non è adatta a condurre un'analisi statistica.

<b>FORNITORE</b>		
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA
Alpitronic	4	247.3
Ensto	97	268.3
Mix (Alpitronic + Ensto)	1	541

Tabella 19: Categorizzazione per FORNITORE

Per quanto riguarda il Distributore Locale, prima di procedere con le considerazioni a riguardo, è importante ricordare che non tutte le infrastrutture di ricarica sono connesse da un nuovo punto di fornitura di proprietà dell'azienda; le alternative sono due: nuovo POD di proprietà (POD dedicato) o connessione a POD del cliente (POD condiviso).

La seguente Analisi della Varianza verrà quindi effettuata sul campione normale considerato in tutte le precedenti indagini. In particolare, esso è costituito da un numero di 53 installazioni associabili ad un Distributore Locale, in prevalenza E-Distribuzione, e da 49 casi di POD condiviso.

<b>DISTRIBUTORE LOCALE</b>		
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA
Areti	1	265
E-Distribuzione	41	258.5
IReti	5	253.2
Unareti	5	298
V-Reti	1	179
POD condiviso	49	280.8

Tabella 20: Risultati ANOVA per DISTRIBUTORE LOCALE

La criticità, evidente dai risultati qui sopra in *Tabella 20*, riguarda la presenza di due aziende distributrici, Areti (Roma) e V-Reti (Verona), che contano un'unica infrastruttura servita. Includendole nell'analisi, gli esiti non sarebbero significativamente validi; per questo motivo, si decide di non considerare i due Distributori per questa parte. Si precisa che prima di proseguire, è stata controllata la normalità della distribuzione dei dati (P-Value uguale a 7.3%). Sono qui di seguito riportati i nuovi valori caratteristici e il grafico risultante:

<b>DISTRIBUTORE LOCALE</b>		
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA
E-Distribuzione	41	258.5
IReti	5	253.2
Unareti	5	298
POD condiviso	49	280.8

Tabella 21: Risultati ANOVA per DISTRIBUTORE LOCALE (nuove categorie)

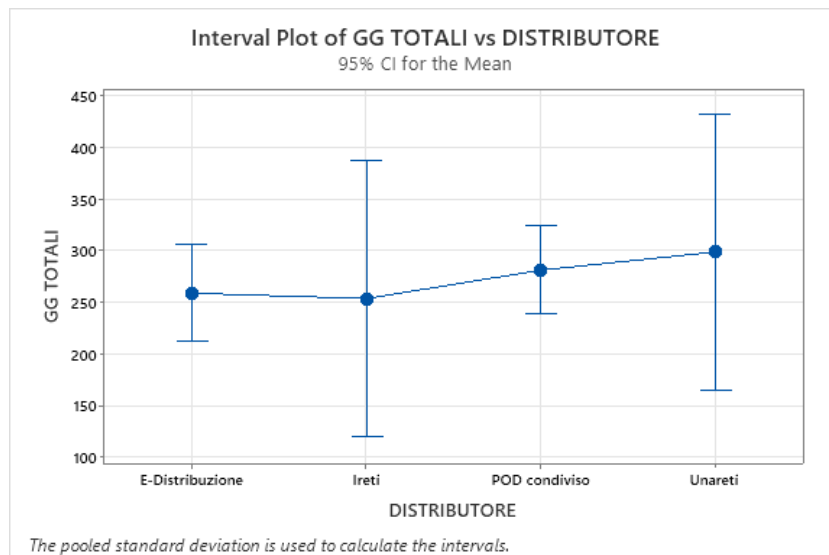


Figura 40: Interval Plot GG TOTALI vs DISTRIBUTORE LOCALE

Il P-Value è molto elevato e, nonostante le differenze di medie, non si può venire alla conclusione di differenze significative nelle categorie. Dalla *Figura 40* si può sottolineare che i Distributori Locali Ireti e Unareti, che sono quelli meno frequenti, hanno gli intervalli di confidenza più ampi. Dall'altra parte, nei casi di POD condiviso e di E-Distribuzione, l'ampiezza di tali intervalli risulta più ridotto. Dai risultati numerici si può concludere che le installazioni che hanno richiesto fornitura a Ireti sono state le più rapide, quelle con Unareti le più lente. Al fine di comprendere meglio i fenomeni emersi, è necessario fare ulteriori considerazioni per cercare di determinare in quale misura le tempistiche siano legate alle attese imputabili all'allaccio. A questo quesito si tenterà di rispondere qui sotto, insieme alle riflessioni sugli altri soggetti chiamati in causa.

## 7.2.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Si è potuta apprezzare una riduzione della tempistica di installazione con il passaggio al nuovo installatore DP Service. Questo risultato è senza dubbio positivo per l'azienda perché conferma la correttezza della strategia che si è deciso di seguire, che comprende tra le prime scelte quella dei partner installatori. Certamente ad influire sul tempo di esecuzione è anche il periodo storico correlato; in particolare, a Jam sono associabili i progetti iniziali, in cui l'esperienza nel settore era meno sviluppata. Inoltre, negli stessi anni, la pandemia di Covid ha indubbiamente rivestito un ruolo di rallentamento di tutti i processi. Per quanto concerne la collaborazione attuale con DP Service, l'azienda possiede una maturità nel settore fondamentale alla resa ed efficienza dei piani di Powy.

È necessario considerare che, dati i piani di crescita aziendali, si è già deciso di affidarsi a diversi installatori, in modo da distribuire territorialmente e in numero i progetti; sicuramente questa diversificazione aiuterà ad aumentare la rapidità dei processi.

Sulla dipendenza dalla casa madre produttrice delle colonnine è ancora difficile trarre conclusioni: sono infatti troppo scarse in quantità le commesse con modelli Alpitronic. Inoltre, bisogna precisare che per condurre

un'analisi rilevante andrebbe tenuto di conto il ruolo del magazzino: spesso si richiede ai fornitori un numero considerevole di hardware, senza la necessità di fare ordini puntuali per ogni infrastruttura da realizzare.

Infine sui Distributori, la consecutio logica tra attesa di fornitura e tempistica di realizzazione dell'infrastruttura è ovvia: in mancanza di alimentazione, la stazione di ricarica non è operativa e quindi non conteggiata nei numeri di punti di ricarica. Per un gruppo di installazioni, questa attesa si ha tra il momento di installazione e quello di attivazione; per le rimanenti in cui si è optato per installazione e attivazione in contemporanea, l'ottenimento del nuovo punto di consegna di elettricità ha certamente ritardato la realizzazione dell'infrastruttura, per cui erano già stati incaricati i lavori alla ditta e riservato il caricatore.

Oltre ad osservare le medie relative ai vari Distributori presenti sul territorio, è interessante notare che l'opzione di POD condiviso non determina una significativa riduzione dei tempi. Come già puntualizzato in precedenza, questa alternativa non necessita il riscontro del gestore la rete elettrica locale, ma si può verosimilmente immaginare che il tempo sia necessario per quello della proprietà. Più nel dettaglio, bisogna accordarsi sulla fatturazione dei consumi, definire la configurazione dell'infrastruttura e le modalità di esecuzione dei lavori. Da ultimo, bisogna fare presente che la condivisione dell'alimentazione è spesso stata scelta nelle installazioni per il cliente Tigros, che come enunciato ha seguito un piano dedicato per le installazioni.

## 7.3 ULTERIORI CONSIDERAZIONI SULL'ANALISI

Dopo aver effettuato le considerazioni qui sopra, si decide ora di aggiungere alcuni ulteriori spunti di riflessione su quanto trattato.

### 7.3.1 ANOVA SUGLI ANNI DI RIFERIMENTO

Si va qui a considerare una nuova variabile categoriale: l'anno di riferimento dell'installazione. Questo riferimento temporale potrebbe aiutare a determinare se, con il passare del tempo, le installazioni si sono sveltite o al contrario rallentate. Da una parte, si immagina che, grazie all'esperienza nel settore, i processi diventino con il tempo più efficienti e rapidi, dall'altra è necessario anche considerare altre variabili indipendenti dall'azienda.

Guardando all'anno di firma, trattando i due soli anni di riferimento di 2019 e 2020, si osserva una notevole differenza: la media di giorni di realizzazione dell'infrastruttura è diminuita, passando da 286.6 a 258.6.

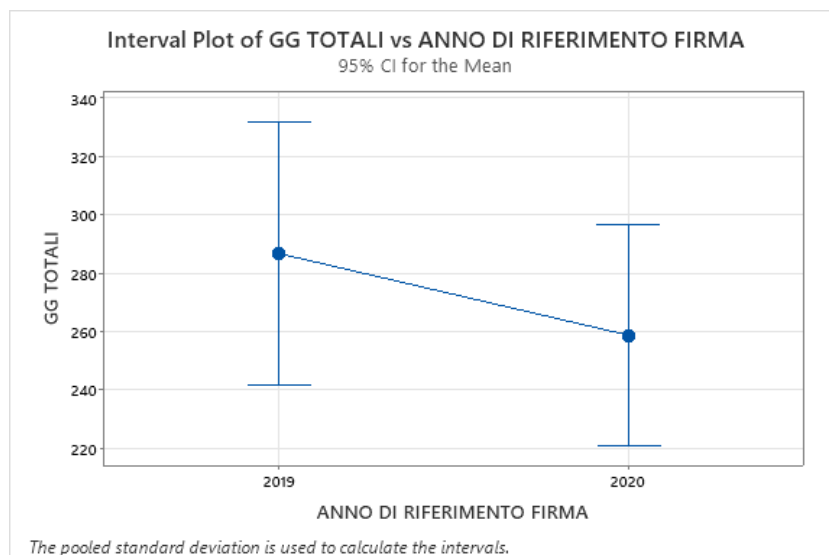


Figura 41: Interval Plot GG TOTALI vs ANNO DI FIRMA

Le singole caratteristiche statistiche sono qui di seguito mostrate:

ANNO DI FIRMA		P-Value: <b>0.349</b> R-sq (adj): <b>0.00%</b>	
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA	
2019	42	286.6	
2020	60	258.6	

Tabella 22: Risultati ANOVA per ANNO DI FIRMA

Nonostante il gap visibile delle medie, a livello statistico non si può concludere una differenza significativa tra i due cluster. Il valore di P-Value è del 34.9%, mentre quello del coefficiente di correlazione è nullo.

Si decide ora di prendere in esame l'anno della messa in esercizio dell'infrastruttura. In questo caso, si organizzano le installazioni in 2 categorie, le più equilibrate e ragionevoli possibili: anni 2019-2020 e anni 2021-2022. Si ottengono i seguenti risultati:

ANNO DI ATTIVAZIONE		P-Value: <b>0.585</b> R-sq (adj): <b>0.00%</b>	
CATEGORIA	# VALORI	MEDIA	
2019-2020	37	259.5	
2021-2022	65	276.2	

Tabella 23: Risultati ANOVA per ANNO DI ATTIVAZIONE

Il valore di P-Value molto elevato non consente di affermare che le medie sono significativamente diverse.

Gli intervalli di confidenza risultano di ampiezza simile:



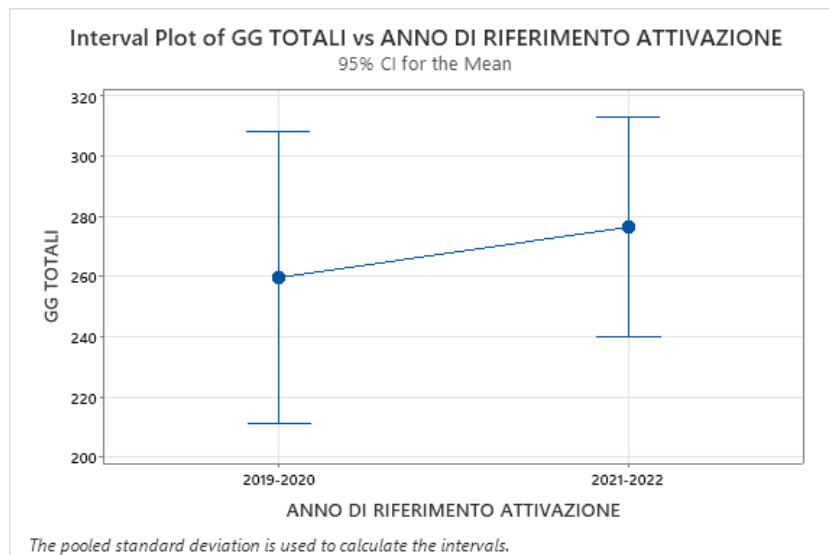


Figura 42: Interval Plot GG TOTALI vs ANNO DI ATTIVAZIONE

Le medie mostrate evidenziano che le durate di processo maggiore corrispondono alle infrastrutture diventate operative più recentemente. Questo comportamento dimostra che gran parte di esse si riferiscono a vecchi contratti e hanno riscontrato diverse difficoltà per essere completate.

### 7.3.2 ANALISI SUI GIORNI DI ATTIVAZIONE

Conclusa l'indagine sui giorni totali, si decide di valutare la distribuzione dei giorni di attivazione, ovvero la tempistica che intercorre dal momento in cui l'infrastruttura di ricarica viene installata e quando diventa operativa. In questo caso, si può già immaginare che le osservazioni non rispettino una distribuzione normale. È infatti presente un grande cluster corrispondente al valore di 0 giorni di attivazione, che si riferisce alla contemporaneità di installazione e attivazione della colonnina. Questo fatto trova conferma nel grafico qui di seguito:

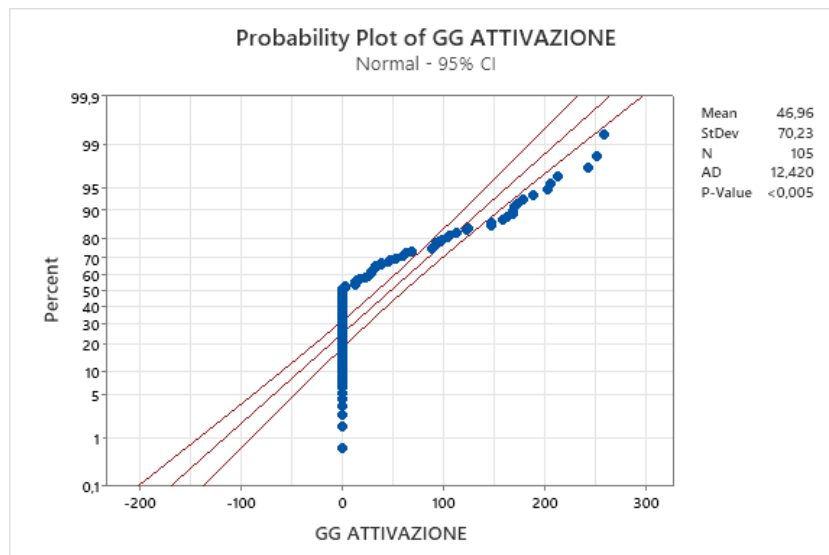


Figura 43: Probability Plot dei Giorni di Attivazione

Il valore di P-Value è inferiore a 0.005, valore realmente troppo esiguo che consente di rifiutare l'ipotesi di normalità con un'elevata certezza.

Relativamente alle rimanenti osservazioni, dove si distinguono i due momenti di installazioni e attivazioni, esse sono distribuite in maniera più uniforme lungo la retta individuata.

Su questa variabile si decide quindi non effettuare ulteriori ragionamenti.

## 8. CONCLUSIONI

### 8.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

La presente trattazione ha avuto come intento primario l'indagine delle correlazioni tra le infrastrutture di ricarica elettrica e gli agenti esterni. Alcuni risultati interessanti sono stati trovati e se ne sono fornite le possibili cause.

Addizionalmente, si sono potute evidenziare altre criticità riscontrabili nel processo qui descritto.

Ad esempio, è stato sottolineato che, oltre alla costruzione di nuova stazione, una fase particolarmente critica è rappresentata dalla sua attivazione. Questo fenomeno oltre ad allungare le tempistiche legate all'ampliamento della rete di ricarica, potrebbe influire negativamente nell'opinione pubblica. Infatti, le persone che trovano delle colonnine non funzionanti potrebbero associarle ad un apparato poco efficiente, danno di immagine, oltre che per l'azienda, anche alla categoria nella sua totalità. Una possibile soluzione, individuata anche da Powy al momento, si dimostra quindi essere quella di installare i dispositivi per la ricarica soltanto nel momento in cui essi possono erogare energia. Questa scelta di processo potrebbe anche aiutare a ridurre il tempo totale di completamento dell'infrastruttura, siccome si avrebbe la possibilità di sveltire i lavori richiesti dal Distributore, al fine di dare inizio al più presto a quelli a suo carico necessari per ottenere la connessione alla rete.

In ogni caso, è evidente che, date le prospettive future nel settore, sia necessario nel futuro prossimo un potenziamento della rete elettrica esistente, al fine di rendere il sistema nazionale più esteso, potente e smart. In questo modo sarà possibile accogliere nella totalità i flussi di energia provenienti da fonti rinnovabili e soddisfare appieno i fabbisogni dei sistemi di ricarica.

### 8.2 PROSPETTIVE FUTURE DI POWY

Come detto più volte nel corso dell'esposizione, il futuro della mobilità elettrica e delle reti di ricarica presenterà un'importante crescita.

Per questo motivo, si ritiene utile concludere con la presente sezione, in cui si andranno ad accennare i piani futuri dell'azienda e, a riprova di ciò, a riportare i primi risultati dell'anno corrente 2023, con le previsioni per la fine dello stesso.

Per prima cosa, alcune considerazioni qualitative. Si evidenzia, insieme all'aumento rilevante in numeri, quello relativo al bacino di clienti; si registra l'aggiunta di alcune categorie finora escluse e che, in generale, solo recentemente sono entrate nello scenario della mobilità sostenibile. Nello specifico si citano le stazioni di servizio e i parcheggi delle stazioni ferroviarie.

- **Assopetroli-Assoenergia**

Nel mese di novembre 2022, Powy ha stretto un accordo con la principale associazione di imprese ad oggi attiva nel settore di prodotti e servizi energetici e petroliferi. Assopetroli-Assoenergia possiede 11 mila stazioni di servizio e ha deciso di ampliare l'offerta dei suoi distributori con le ricariche elettriche. Questo mondo, fin ora lontano da quello dell'azienda, sta quindi accogliendo la transizione ecologica, rivedendo il suo assetto con l'inserimento, in parallelo ai distributori di combustibili fossili, di caricatori per auto elettriche. Spesso lo spazio a disposizione in questi luoghi è sufficiente ad ospitare anche più dispositivi di ricarica. In particolare, per questa categoria, la soluzione più efficiente, considerando il posizionamento e tipo di sosta associato, è la ricarica veloce o super veloce in corrente continua. In alternativa, per offrire un servizio ancora più di qualità per le stazioni più grandi si decide di prevedere una infrastruttura di ricarica ultrarapida (HPC), che necessariamente comprende la richiesta alla rete di potenze dell'ordine di 500 kW e la conseguente necessità di una nuova cabina di trasformazione alla bassa tensione (ad opera del Distributore o dell'azienda).

- **Metropark**

Nell'aprile 2022, Powy ha stretto un importantissimo accordo con Metropark, società del gruppo Ferrovie dello Stato per elettrificare i parcheggi delle più importanti stazioni ferroviarie italiane, per un totale di 600 punti di ricarica entro il 2025. Gran parte dei progetti è stata presa in carico lo scorso anno e si trova ora in fase avanzata. Per essi, i caricatori sono stati scelti in funzione della tipologia di sosta prevista: in maggioranza lunga, ma anche rapida per il carico e scarico in stazione. In particolare, nel mese di aprile si è inaugurata la prima stazione di ricarica nel parcheggio Metropark di Pisa Centrale. Questa installazione comprende 6 colonnine, per un totale di 5 punti di ricarica alternata e 1 in corrente continua.



Figura 44: Stazione di Metropark Pisa Centrale (<https://www.intoscana.it/it/articolo/attive-6-colonnine-di-ricarica-nel-parcheggio-metropark-alla-stazione-di-pisa-centrale/>)

È interessante, al fine di analizzare l'evoluzione della rete di ricarica, riferire i dati aziendali del primo trimestre del 2023. Si riportano infatti nella seguente tabella i punti di ricarica disponibili al 31 marzo, suddivisi nelle consuete tipologie.

	N CP TOT	N CP AC	N CP DC
<b>ATTIVI AL 31/12/2022</b>	249	237	12
<b>ATTIVI A TERMINE Q1-2023</b>	309	286	23
	<b>+60</b>	<b>+49</b>	<b>+11</b>
<b>INSTALLATI A TERMINE Q-2023</b>	62	49	13

Tabella 24: Punti di ricarica al Q1-2023

Nel complesso, sono stati attivati 60 nuovi punti di ricarica nei primi tre mesi dell'anno corrente. Di questi, 49 sono in corrente alternata: il numero elevato è prevalentemente dovuto al fatto che in parecchi parcheggi le colonnine sono state installate in un tempo passato in cui lo standard prevedeva i caricatori in AC e hanno atteso a lungo l'attivazione del punto di consegna di energia. Per quanto concerne gli stalli elettrificati in corrente continua, il loro numero è praticamente raddoppiato; questo a conferma del trend crescente di questa tecnologia, che verrà quindi preferita per le installazioni attuali e future.

Sono stati inclusi in tabella anche i punti di ricarica che risultano già installati al termine considerato, nello stesso anno 2023 o precedentemente, ma che non sono in grado di fornire ricariche siccome non ancora alimentati da elettricità. Si conta un totale di 62 punti, di cui 49 a ricarica alternata e 13 a corrente continua. È importante includere questi numeri nella presente discussione, siccome a breve avverrà la loro attivazione e si sommeranno alla categoria soprastante degli attivi.

Per meglio ancora mostrare il continuo incremento di parcheggi elettrificati, concentrandosi sul futuro prossimo, si va ora ad includere il seguente grafico:

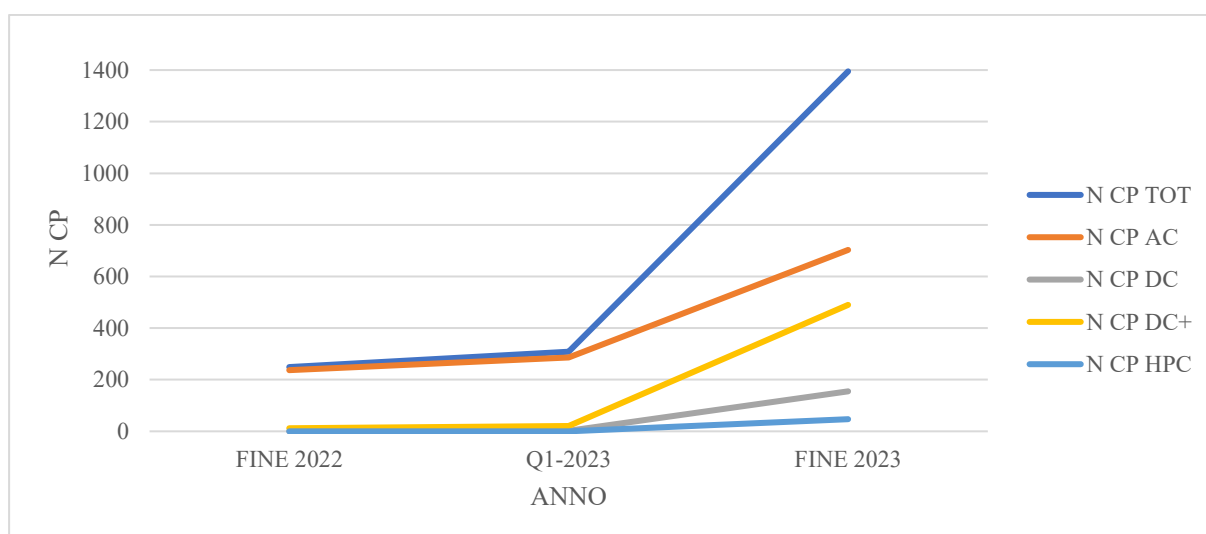


Figura 45: Previsione di incremento dei punti di ricarica Powy

Si può notare dalla pendenza delle linee che il ritmo con cui aumenteranno i numeri sarà sempre più sostenuto. Nello specifico, considerando i contratti ad ora attivi in mano all'azienda, si è potuto stimare con una buona attendibilità che a termine del 2023 ci saranno 1395 punti di ricarica disponibili. Nel dettaglio, si tratta di: 703 in AC, 155 in DC, 490 DC Fast+ e 47 in HPC. Per maggiore chiarezza si è introdotta qui la suddivisione di caricatori in corrente continua a seconda della potenza e, inoltre, si può notare la nuova categoria di dispositivi ultrarapidi aggiunta. Questi ultimi verranno installati per la prima volta nell'anno corrente e saranno tra i dispositivi prediletti in futuro.

## 9. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [1] Sanguesa, J.A.; Torres-Sanz, V.; Garrido, P.; Martinez, F.J.; Marquez-Barja, J.M. A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges. *Smart Cities* 2021, 4, 372–404.:  
<https://doi.org/10.3390/smartcities4010022>
- [2] Sito web Club auto: [https://club.auto-doc.it/magazin/cosa-significano-le-sigle-phev-mhev-bev-e-fcev%23La\\_sigla\\_BEV](https://club.auto-doc.it/magazin/cosa-significano-le-sigle-phev-mhev-bev-e-fcev%23La_sigla_BEV)
- [3] STUDIO RSE: Impatto delle infrastrutture di ricarica sulla rete elettrica di distribuzione, Luglio 2022
- [4] IEA (2023), Global EV Outlook 2023, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>, License: CC BY 4.0
- [5] Sito web di Evesco: [https://www.power-sonic.com/blog/levels-of-ev-charging/#:~:text=There%20are%20two%20types%20of,and%20DC%20\(Direct%20Current\)](https://www.power-sonic.com/blog/levels-of-ev-charging/#:~:text=There%20are%20two%20types%20of,and%20DC%20(Direct%20Current)).
- [6] Sito web EV Volumes: <https://www.ev-volumes.com/#:~:text=Global%20light%20vehicle%20sales%20for,%25%20below%20pre%2D2020%20levels>.
- [7] Sito web Rinnovabili: <https://www.rinnovabili.it/mobilita/veicoli-ecologici/auto-elettriche-2022-italia/>
- [8] European Alternative Fuels Observatory, European Commission: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/european-union-eu27/country-comparison>
- [9] IEA (2023), Global EV Data Explorer, IEA, Paris: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>
- [10] Sito web Virta: <https://www.virta.global/blog/emsp-cpo-ev-charging-roles-responsibilities>
- [11] Sito web Solid Studio: <https://solidstudio.io/blog/emobility-fundamentals-cpo-vs-emsp>
- [12] Sito web Powy: <https://powy.energy/>
- [13] Sito web Mobylyze: <https://www.mobilyze.it/>
- [14] Sito web Monday: <https://monday.com/lang/it>
- [15] Sito web E-Distribuzione: <https://www.e-distribuzione.it/supporto/qual-e-la-differenza-tra-distributore-e-venditore-.html>
- [16] Sito web Arera: <https://www.arera.it/ModuliDinamiciPortale/elencooperatori/elencoOperatoriHome>
- [17] Portale Eurostat: <https://ec.europa.eu/statistical-atlas/viewer/?config=RYB-2022.json&mids=BKGCNT,CNTOVL&o=1,0.7&ch=TRC,NUTS&center=38.02535,13.69736,3&>
- [18] Sito web ISTAT: <https://www.istat.it/it/popolazione-e-famiglie?dati>

- [19] Sito web ISTAT: <https://www.istat.it/it/archivio/156224>
- [20] Sito web del Dipartimento dell’Economia e delle Finanze:  
[https://www1.finanze.gov.it/finanze/analisi\\_stat/public/index.php?tree=2021](https://www1.finanze.gov.it/finanze/analisi_stat/public/index.php?tree=2021)
- [21] OECD (2023), "Urban population by city size" (indicator), <https://doi.org/10.1787/b4332f92-en> (accessed on 06 February 2023).
- [22] Annuario Statistico Italiano 2020 - Capitolo 1.Territorio: <https://www.istat.it/it/files/2020/12/C01.pdf>
- [23] Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/degree-of-urbanisation/methodology>
- [24] Database Eurostat ‘Correspondence table LAU – NUTS 2021, EU-27 and EFTA / available Candidate Countries’: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/local-administrative-units>
- [25] Sito web In.Twig:  
[regioni/#:~:text=Reddito%20pro%20capite%20medio%20degli,detrazioni\)%20%C3%A8%20di%2019.796%20%E2%82%AC.](regioni/#:~:text=Reddito%20pro%20capite%20medio%20degli,detrazioni)%20%C3%A8%20di%2019.796%20%E2%82%AC.)
- [26] Appunti di Probabilità e Statistica, Fabio Zucca, Politecnico di Milano
- [27] Sito web Statistics How To: <https://www.statisticshowto.com/variance-inflation-factor/>
- [28] The essentials on linear regression, ANOVA, general linear and linear mixed models for the chemist, Bernadette Govaerts, Bernard Francq, Rebecca Marion, Manon Martin, Michel Thiel
- [29] Fondamenti di Inferenza, Dott. L. Corain, Metodi Statistici e Probabilistici, Corso di Laurea in Ingegneria Civile Facoltà di Ingegneria, Università di Padova
- [30] Sito web software Minitab: <https://www.minitab.com/en-us/>
- [31] Sito web Nist: <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35h2.htm>
- [32] Sito ufficiale R: <https://www.r-project.org/>



## 10. RINGRAZIAMENTI

Ho deciso di dedicare questo spazio ai doverosi, ma soprattutto sentiti, ringraziamenti.

Inizio dai professori che mi hanno seguita nella stesura di questo elaborato. Ringrazio il Professore Giulio Mangano, che si è sempre dimostrato disponibile nei miei confronti e mi ha dispensato i suoi migliori consigli. Ringrazio il Professore Filippo Spertino, il cui supporto è stato prezioso.

Un grazie va alla mia famiglia; ringrazio tutti perché, nonostante fossi la prima ad intraprendere questo tipo di percorso, ho sempre trovato comprensione e sostegno.

Grazie a Davide per il suo continuo e inesorabile supporto.

Grazie a Simone perché è riuscito a capirmi, ma soprattutto ad ascoltarmi. Grazie per l'immensa pazienza.

Grazie ad Andrea, per la sua leggerezza e tranquillità che mi hanno aiutata molto.

Grazie a Francesca per aver condiviso con me le preparazioni a tanti esami, ma soprattutto i momenti più difficili prima e dopo gli appelli.

Ringrazio i miei amici del gruppo dei progetti, con cui ho realizzato i progetti più interessanti del mio percorso di Magistrale.

Grazie ad Alessia, la sua bontà e il suo sostegno sono stati importanti per me.

Grazie a Powy, che mi ha prima ospitata per il tirocinio e poi accolta come membro fisso all'interno del suo team. Grazie per aver visto in me delle potenzialità. Grazie a Federica, che è stata la mia tutor, per tutto quello che mi ha insegnato. Ma grazie anche a Fiorella, la sua correttezza è ammirabile. Ringrazio Vanessa per avermi coinvolta sempre in tutti i processi, aiutandomi ad apprendere più velocemente. Ma grazie anche a tutti gli altri, per ognuno posso trovare almeno un motivo per ringraziarli.

Grazie a me, perché solo chi in prima persona affronta un percorso come questo sa veramente che cosa ha provato e l'impegno che ci ha messo. Ringrazio me stessa per non avere mai mollato, anche nei momenti in cui sarebbe stata la cosa più semplice da fare.

## 11. APPENDICE

### APPENDICE 1: LA SCELTA DEGLI HARDWARE

La scelta dei caricatori riveste un ruolo fondamentale nella configurazione dell'infrastruttura di ricarica; per prima cosa deve essere selezionata la categoria AC o DC e la potenza desiderata, in seguito si passa ad analizzare le diverse alternative dei vari fornitori.

Powy sceglie e acquista personalmente i dispositivi da associare ad ogni progetto, spesso in ordini che colleghino un numero consistente di unità. Dal catalogo completo di cui dispone ogni venditore, di solito si prendono in considerazione alcuni modelli, con le caratteristiche ritenute più interessanti e adatte alle installazioni; in questo modo è possibile mantenere una certa coerenza nelle stazioni e una maggior facilità di monitoraggio e manutenzione.

I partner verranno brevemente presentati qui sotto:

- **Ensto**: azienda internazionale che crea soluzioni intelligenti per le reti di distribuzione dell'elettricità. In particolare, Ensto Building Systems progetta, produce e vende prodotti e soluzioni di elettrificazione di alta qualità. Va ad operare in 7 aree diverse tra cui quella di ricarica per veicoli elettrici. Le soluzioni che offre sono attraenti, modulari e ad alte prestazioni, concentrandosi sulla ricarica Smart EV. Nata ad impronta familiare, oggi Ensto punta alla crescita con la presenza in 18 paesi europei. (<https://www.ensto.com/>)
- **Alpitronic**: fornitore specializzato principalmente in elettronica di potenza per settore automobilistico; nasce nel 2017 a Bolzano e si occupa anche di produzione e distribuzione a livello mondiale di colonnine di ricarica rapida per veicoli elettrici. (<https://www.alpitronic.it/it/benvenuti/su-di-noi/>)
- **Alfen**: azienda internazionale, nata nei Paesi Bassi nel 1937, fulcro e elemento di connessione nella rete elettrica; produce sottostazioni di trasformazione, sistemi di accumulo energetico, infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici e tanto altro. (<https://alfen.com/it/proposito-di-alfen>)
- **Wallbox**: azienda globale che ha come obiettivo cambiare il modo in cui il mondo utilizza l'energia, liberandolo dai combustibili fossili e rendendo il trasporto elettrico. Si occupa quindi di fornire soluzioni di ricarica per case, aziende e città, che rendano possibile l'utilizzo e la condivisione dell'energia in modo più efficiente e sostenibile. Wallbox nasce a Barcellona nel 2015 con il primo caricatore; oggi ha sedi in 9 paesi e clienti in oltre 80. ([https://wallbox.com/it\\_it](https://wallbox.com/it_it))

Prima di entrare nel dettaglio degli hardware di ognuno, è necessario elencare le sottocategorie individuate dall'azienda:

- AC Slow: per potenze fino a 7.4 kW
- AC Quick: per potenze fino a 22 kW
- DC Fast: per potenze fino a 60 kW

- DC Fast +: per potenze fino a 150 kW
- HPC (Hypercharger): per potenze superiori a 150 kW

Le potenze citate si riferiscono al massimo valore che ogni presa è in grado di erogare e sono state definite internamente, siccome non esiste una ripartizione universalmente riconosciuta.

È su questa suddivisione che viene presentata la lista dei caricatori adottati con tutte le loro particolarità:

TIPO	MODELLO	FORNITORE	Massima potenza nominale (kW)	# DI PRESE	PRINCIPALI CARATTERISTICHE
AC Slow	Copper Business 1	Wallbox	7.4/22	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leggera (2 kg) e compatta (260x192x113 mm)</li> <li>• Particolare configurazione di Copper SB</li> <li>• Potenza di ricarica massima: 22 kW</li> <li>• Monopresa AC (type 2)</li> <li>• Corrente nominale: 32 A</li> <li>• Tensione nominale: 400 V</li> <li>• Configurato con Power sharing</li> <li>• Opzionali: Power Boost, Dynamic Power Sharing</li> <li>• No display</li> <li>• Copertura per presa</li> <li>• Funzionamento tra -25 a 40 °C</li> </ul>
	Single S- Line	Alfen	7.4/11	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design compatto</li> <li>• Potenza massima: 11 kW</li> <li>• Massima corrente: 32 A</li> <li>• Configurazione monofase a 7.4 kW (32 A) e trifase 11 kW (16 A)</li> <li>• Configurazione con presa o cavo fisso (5 o 8 m)</li> <li>• Da parete o su palo</li> <li>• Potenza regolabile</li> <li>• Meter MID</li> <li>• Bilanciamento dinamico del carico con smart meter</li> <li>• No Display</li> </ul>
AC Quick	Chago Wallbox 1x22kW	Ensto	22	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatta (348x481x191 mm)</li> <li>• Fissaggio a muro o su palo</li> <li>• Funzionamento da -30 a 50 °C</li> <li>• Modulo di monitoraggio corrente residua e regolazione corrente massima</li> <li>• Tecnologia 4G</li> </ul>
	Chago Wallbox 2x22kW	Ensto	22	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatta (348x481x191 mm)</li> <li>• Fissaggio a muro o su palo</li> <li>• Funzionamento da -30 a 50 °C</li> <li>• Modulo di monitoraggio corrente residua e regolazione corrente massima</li> <li>• Tecnologia 4G</li> </ul>
	Ensto Pro 2x22kW MID	Ensto	22	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struttura resistente ad agenti atmosferici e impatti provenienti dall'esterno</li> <li>• Fissaggio a terra o a muro</li> <li>• Dimensioni: 1325x575x180 mm</li> <li>• Gestione dinamica del carico</li> <li>• Interruttori differenziali e protezione da sovracorrente</li> <li>• Connessione dati 4G</li> <li>• Contatore MID</li> </ul>
	Ensto Pro 2x22kW	Ensto	22	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struttura resistente ad agenti atmosferici e impatti provenienti dall'esterno</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fissaggio a terra o a muro</li> <li>• Dimensioni: 1325x575x180 mm</li> <li>• Gestione dinamica del carico</li> <li>• Interruttori differenziali e protezione da sovracorrente</li> <li>• Connessione dati 4G</li> <li>• No contatore MID</li> </ul>
	Twin 4XL	Alfen	22	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensioni: 1385x335x220 mm</li> <li>• Acciaio inossidabile color grigio traffico per ambiente urbano</li> <li>• Funzionamento da -25 a 40 °C</li> </ul>
	Double Pro-Line	Alfen	22	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensioni: 590x338x230 mm</li> <li>• Montaggio a parete o su palo</li> <li>• Funzionamento tra -25 e 40 °C</li> <li>• Display a colori da 7''</li> <li>• Massima potenza per presa: 22 kW</li> <li>• Massima corrente di ricarica: 32 A per fase</li> <li>• Relè di attivazione, protezioni da sovracorrente e corrente residue</li> <li>• Opzione di configurazione di Smart Charging Network, Bilanciamento del carico standard, Bilanciamento attivo del carico</li> </ul>
<b>DC Fast</b>	Hypercharger 50	Alpitronic	50	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensioni: 1300x520x250 mm</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS2(*)</li> <li>• Massima efficienza: 97%</li> <li>• Massima potenza: 50 kW per un veicolo, 2x25 kW per due veicoli in parallelo</li> <li>• Massima corrente: 150 A</li> <li>• Funzionamento tra -30 e 55 °C</li> <li>• Display da 10.1''</li> <li>• Montabile a muro o su piedistallo</li> </ul>
	Supernova GEN.1 – 60 kW	Wallbox	60	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensioni: 2000x453x714 mm</li> <li>• Touchscreen da 10''</li> <li>• 6 moduli di potenza indipendenti</li> <li>• Possibilità di ricarica simultanea dalle due prese (max 30 kW)</li> <li>• Cavo fino a 5 m di lunghezza che si autoritira</li> <li>• Efficienza &gt;97% in condizioni nominali</li> <li>• Corrente massima in uscita: 150 A</li> <li>• Tensione in uscita: 150-500 V</li> <li>• Funzionamento da -35 a 50 °C</li> <li>• Possibilità di load balancing statico locale e dinamico</li> </ul>
<b>DC Fast +</b>	Hypercharger 150-1	Alpitronic	75	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensioni: 2185x854x420 mm</li> <li>• Configurazione con 1 Power-Stack per una potenza di 75 kW a presa</li> <li>• Configurazione 1 connettore di ricarica DC CCS Combo 2, 1 AC-type 2 (**)</li> <li>• Attribuzione intelligente e dinamica dei moduli di ricarica ed erogazione della potenza di ricarica ai punti di ricarica</li> <li>• Cavi da 3.5 o 5 m con possibilità di gestione cavi</li> <li>• Display da 15.6'' con 4 tasti</li> <li>• Funzionamento tra -30 e 55 °C</li> <li>• Possibilità di dispositivi di sicurezza supplementari</li> </ul>
	Hypercharger 150-2	Alpitronic	150	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche come precedente tranne per:</li> <li>• Configurazione con 2 Power-Stacks per una potenza di 150 kW a presa</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (**)</li> </ul>
	Hypercharger 200-1	Alpitronic	100	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurazione con 1 Power-Stack per una potenza di 100 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (*)</li> </ul>
	Hypercharger 200-2	Alpitronic	200	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche come precedente tranne per:</li> <li>• Configurazione con 2 Power-Stacks per una potenza di 200 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (*)</li> </ul>
	Hypercharger 300-1	Alpitronic	75	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensioni: 2185x854x732 mm</li> <li>• Configurazione con 1 Power-Stack per una potenza di 75 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 1 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 e 1 AC-type 2 (***)</li> <li>• Corrente massima in uscita: 500 A</li> <li>• Tensione in uscita: 150-1000 V</li> <li>• Efficienza &gt;94% a pieno carico</li> <li>• Funzionamento tra -30 e 55 °C</li> <li>• Lunghezza cavo fino a 5 m con possibilità di gestione cavo</li> <li>• Display da 15.6'' con 4 tasti</li> </ul>
	Hypercharger 300-2	Alpitronic	150	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche come precedente tranne per:</li> <li>• Configurazione con 2 Power-Stacks per una potenza di 150 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (***)</li> </ul>
	Supernova GEN.2 – 150 kW	Wallbox	90	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non ancora in commercio</li> <li>• Dimensioni: 2000x714x453 mm</li> <li>• Massima potenza totale: 150 kW</li> <li>• Simultanea carica per due prese con alternative da 75/75 kW a 60/90 kW</li> <li>• Tensione in uscita. 150-1000 V</li> <li>• Efficienza nominale: &gt;95%</li> <li>• Due prese CCS2 (alternativa CCS2+CHAdeMO)</li> <li>• Lunghezza cavi: 3 o 5 m</li> <li>• Display da 10'' touch</li> <li>• Dotato di protezioni elettriche</li> <li>• Funzionamento tra -30 e 50 °C</li> </ul>
	Hypercharger 400-1	Alpitronic	100	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sul mercato da maggio 23</li> <li>• Configurazione con 1 Power-Stack per una potenza di 100 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (*)</li> <li>• Efficienza a pieno carico: 97.5%</li> <li>• Load Management: dinamico con 50 kW di granularità</li> </ul>
	Hypercharger 400-2	Alpitronic	200	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche come precedente tranne per:</li> <li>• Caratteristiche come la precedente</li> <li>• Configurazione con 2 Power-Stacks per una potenza di 200 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (*)</li> </ul>
<b>HPC</b>	Hypercharger 300-3	Alpitronic	225	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche come precedente tranne per:</li> <li>• Configurazione con 3 Power-Stacks per una potenza di 225 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (***)</li> </ul>

	Hypercharger 300-4	Alpitronic	300	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche come precedente tranne per:</li> <li>• Configurazione con 4 Power-Stacks per una potenza di 300 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (***)</li> </ul>
	Hypercharger 400-3	Alpitronic	300	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche come precedente tranne per:</li> <li>• Configurazione con 3 Power-Stacks per una potenza di 300 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (*)</li> </ul>
	Hypercharger 400-4	Alpitronic	400	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche come precedente tranne per:</li> <li>• Configurazione con 4 Power-Stacks per una potenza di 400 kW a presa</li> <li>• Configurazione con 2 connettori di ricarica DC CCS Combo 2 (*)</li> </ul>
<p>Per i seguenti modelli sono disponibili diverse versioni:  (*) prese DC di tipo CCS1 e CCS2, CHAdeMO, GBT  (**) prese DC di tipo CCS Combo o CHAdeMO, 1 AC-type 2 opzionale  (***) prese DC di tipo CCS1 e CCS2, CHAdeMO, GBT, 1 AC-type 2 opzionale</p>					

Tabella 25: Lista hardware selezionati

Nella colonna delle potenze sono state indicate le massime potenze erogabili dal modello per presa; in alcuni casi i valori sono maggiori delle potenze a cui Powy decide di far lavorare il caricatore, per questo la categoria in cui vengono inseriti corrispondere a range più bassi di potenze.

È necessario specificare, come già evidenziato in tabella, che alcuni di questi modelli non sono tuttora presenti nel mercato, ma lo saranno a breve. Essi sono stati preliminarmente associati a progetti per cui la realizzazione è prevista per un momento in cui saranno in vendita.

L'hardware viene quindi scelto in base alle sue caratteristiche, che comprendono non solo la potenza massima e il numero di prese, ma anche l'aspetto e robustezza del caricatore. Ad esempio, a parità di potenza una Chago Wallbox di ENSTO è più compatta, ma anche meno robusta di una Twin di Alfen.



Figura 46: Caricatori AC: ENSTO Chago Wallbox, Alfen Double Pro-Line (<https://www.ensto.com/it/building-systems/prodotti/ricarica-di-auto-elettriche/work-charging/ensto-wallbox/>, <https://alfen.com/it/eve-double-pro-line>)

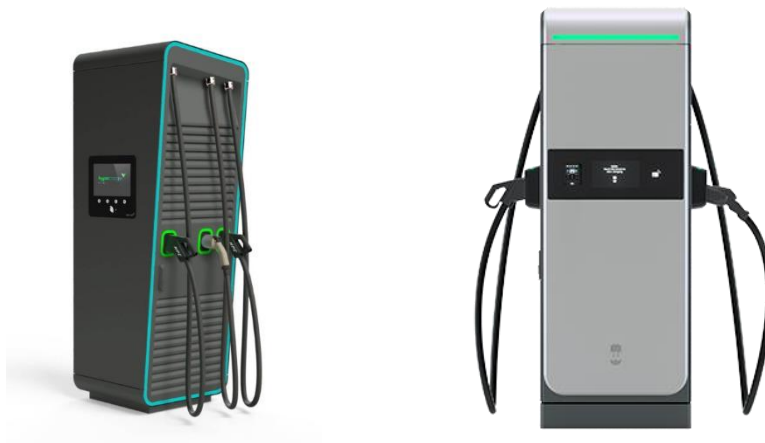


Figura 47: Caricatori DC: Alpitronic Hypercharger, Wallbox Supernova GEN. 1 (<https://www.hypercharger.it/>, [https://wallbox.com/it\\_it/prodotti/supernova](https://wallbox.com/it_it/prodotti/supernova))


È importante infine precisare che ogni caricatore installato da Powy viene personalizzato con un wrapping che comprende il logo dell'azienda su sfondo con i colori esclusivi.



Figura 48: Colonnina brandizzata Powy

## APPENDICE 2: DOCUMENTI A SUPPORTO DEL CAPITOLO 4

### ➤ Lettera di incarico all'installatore:



Torino, 23/09/2022

**Oggetto: richiesta installazione presso il** \_\_\_\_\_

Con la presente facciamo richiesta di

- Sopralluogo
- Progetto
- Installazione

	Lat	Long	Slots totali	HW AC quick	HW DC Fast plus
_____	_____	_____	6	2	1
_____	_____	_____	6	2	1

La richiesta effettuata presso il Distributore locale E-distribuzione è stata di un POD da 100 kW.

Allegato n.1: Fasi e tempi del processo di installazione

Firma Installatore  
\_\_\_\_\_

Allegato n.1  
Fasi e tempi del processo di installazione  
TheF Charging S.r.l. – Sede Legale Corso Galileo Ferraris 14, 10121 Torino – P.I. 11949270018 - www.thefcharging.com

Figura 49: Richiesta di installazione

SCHEDA INSTALLAZIONE	
Landlord	_____
Indirizzo location	_____
Indirizzo location	_____
Timing Installazione	entro 2022
NR. CP in AC	4
NR. CP in DC	2
HW AC quick	HW definiamo post SLP
HW DC fast plus	
POD	Dedicato
Potenza POD	100kW
Cabina MT	no
Note	



**Stalli da elettrificare (da confermare in fase di spl)**

E' necessario rimuovere la colonnina già presente nei parcheggi fronte-ingresso (punto rosso). La posizione delle colonnine è stata definita con la proprietà (una delle due file rappresentate in blu). La cabina è indicata in verde.  
 \*Stiamo più o meno a metà della fila per farci vedere dalla strada.

Figura 50: Scheda di installazione



➤ **Richiesta di connessione alla rete elettrica:**

**EDISON**

Spett.le  
Edison Energia SpA  
Customer Care Mercato Business –  
Multistato e Pubblica Amministrazione

**OGGETTO:**  
 RICHIESTA POSA CONTATORE SENZA ATTIVAZIONE – N01  
COMPIERE ANCHE GLI ALLEGATI 2 - 3 (obbligatori)

Spett.le Edison Energia,  
con la presente si richiede una nuova posa contatore per la fornitura sotto specificata:

**DENOMINAZIONE/RAGIONE SOCIALE\*:** THEF CHARGING

**P.IVA\*:** \_\_\_\_\_ **CODICE FISCALE\*:** \_\_\_\_\_

**INDIRIZZO SEDE LEGALE\*:**

Via	Montevecchio	11	10128	TORNO	TO
Indirizzo		Numero civico	CAP	Comune	Provincia / Stato

**INDIRIZZO EMAIL\*:** \_\_\_\_\_

**NUMERO TELEFONICO PRINCIPALE\*:** \_\_\_\_\_ **SETTORE MERCATOLOGICO (ATECO)\*:** \_\_\_\_\_

**INDIRIZZO FORNITURA\*:**

Via	Montevecchio	11	10128	TORNO	TO
Indirizzo		Numero civico	CAP	Comune	Provincia / Stato

**TENSIONE\*:**  BT Mono (220 Volt)  BT Trifase (380 Volt)  MT (\_\_\_ Volt)

**USO\*:**  ALTRI USI NON DOMESTICO  ILLUMINAZIONE PUBBLICA  COLONNINA ELETTRICA (veicoli elettrici)

**POTENZA RICHIESTA\*:** \_\_\_ Kw **CONSUMO ANNO PREVISTO\*:** \_\_\_\_\_

**DISTRIBUTORE LOCALE:** \_\_\_\_\_

**NOTE:** **SERVE ENERGIA 100% DA FONTI RINNOVABILI CERTIFICATA GSE E DI TIPO BTVE**

**ALTRI DATI UTILI:** \_\_\_\_\_

**REFERENTE**

Nome e Cognome	E-Mail (non può)	Telefono fisso	Cellulare per appuntamento
----------------	------------------	----------------	----------------------------

Figura 51: Richiesta di connessione alla rete elettrica

➤ **Report Sopralluogo:**

**EDISON**  
Codice di Rintracciabilità: \_\_\_\_\_ N° Preventivo: \_\_\_\_\_ Richiedente: THEF CHARGING SRL

**SPECIFICA TECNICA**

La Specifica Tecnica contiene le attività a carico del Richiedente e/o di e-distribuzione preordinate all'esecuzione dei lavori. Per avviare il lavoro il Richiedente deve comunque accettare prima il preventivo di spesa.

**1. Autorizzazioni e/o permessi a cura di e-distribuzione:**

Non necessari

**2. Attività a cura del Richiedente:**

Non previste. In questo caso il Richiedente non deve restituire la Specifica Tecnica a e-distribuzione.

Sono richieste le attività contrassegnate di seguito. Tali attività devono essere realizzate, previo ottenimento dei necessari permessi/autorizzazioni, nel rispetto di quanto specificato nei documenti allegati.

Ottenimento permessi su proprietà privata o condominiale PER POSA GASE E POSA ALLIUMINAZIONE E CASO DI A

Ottenimento autorizzazione di accesso in cantiere

Realizzazione manufatto per alloggiamento contatore, come indicato in Allegato A

Intesa in opera di contatore per alloggiamento contatore, come indicato in Allegato A

Realizzazione di vano in muratura per alloggiamento contatore/quinario centralizzato, come indicato in Allegato A

Posa di tubazione interrata o sotto traccia, come indicato in Allegato B

Realizzazione di fabbricato cabina, come indicato in Allegato C

Realizzazione di fabbricato cabina secondo quanto previsto dalla norma CEI 0-16 ed in conformità alla Guida per le connessioni alle reti di e-distribuzione

Cessione di terreno, come indicato in Allegato D

Disponibilità di apposito vano all'interno di cabinet telefonico

Disponibilità di apposito vano o contenitore nei pressi delle colonnine di ricarica

Realizzazione presa per cabinet telefonico

Restituzione dichiarazione di esecuzione a regola d'arte di lavori per conto e-distribuzione, come indicato in Allegato E

Restituzione dichiarazione di esecuzione a regola d'arte di lavori per conto e-distribuzione, come indicato in Modello ONI\_ENEL\_33\_06\_13

**Al completamento delle attività sopra riportate il Richiedente dovrà dare comunicazione a e-distribuzione utilizzando ESCLUSIVAMENTE UNO tra i seguenti canali:**

Per richieste relative a fornitura:  
- App e-distribuzione, disponibile per Android e iOS, per la sola comunicazione di fine opere senza invio di alcun allegato.  
- portale [www.e-distribuzione.it](http://www.e-distribuzione.it), utilizzando il barcode presente in fondo alla pagina oppure  
- portale [www.e-distribuzione.it](http://www.e-distribuzione.it) utilizzando il servizio "New Client" (obbligatorio).

Per richieste relative ad impianti di produzione:  
- portale [www.e-distribuzione.it](http://www.e-distribuzione.it), effettuando il login e accedendo all'apposita sezione disponibile in area produttori.  
Per maggiori dettagli si può consultare l'apposita guida al portale produttori disponibile sulle nostre sito.

In area pubblica, per la sola comunicazione di fine opere senza invio di alcun allegato.

In area clienti (previa registrazione), per la comunicazione di fine opere e senza invio di ulteriori allegati, utilizzando il codice di rintracciabilità e il codice POD indicati sul presente documento.

Per maggiori dettagli sulle modalità di invio, consultare la pagina dedicata nella sezione "informazioni e servizi/pratiche e comunicazioni" del portale di e-distribuzione.

Per eventuali ulteriori informazioni in merito al sopralluogo eseguito, il Richiedente potrà contattare il numero telefonico \_\_\_\_\_ nei giorni non festivi dal lunedì al venerdì, dalle ore \_\_\_\_\_ alle ore \_\_\_\_\_, oppure recarsi a disposizione il numero verde 800.500 disponibile dal lunedì al venerdì dalle ore 9.00 alle 18.00 ed il sabato dalle ore 9.00 alle 13.00.

Il sottoscritto \_\_\_\_\_ in qualità di \_\_\_\_\_ dichiara di aver ricevuto in data \_\_\_\_\_ dall'incaricato di e-distribuzione \_\_\_\_\_ il presente documento, corredato degli Allegati sopra indicati.

Firma Richiedente \_\_\_\_\_ Firma Incaricato e-distribuzione \_\_\_\_\_

Comunico l'avvenuto completamento delle attività di mia competenza nel rispetto delle prescrizioni ricevute

Firma Richiedente \_\_\_\_\_

Unità Operativa: \_\_\_\_\_ Codice POD: \_\_\_\_\_ Copia per e-distribuzione \_\_\_\_\_

**EDISON**  
Codice di Rintracciabilità: \_\_\_\_\_ n° Preventivo: \_\_\_\_\_ Richiedente: \_\_\_\_\_

**ALLEGATO A**

**Dettaglio delle opere a cura del richiedente: alloggiamento del contatore di energia elettrica**

**1. Posizione del contatore**

- ✓ I contatori devono essere installati nelle immediate vicinanze del punto di prelievo e devono essere accessibili per il gestore della rete elettrica di distribuzione anche in assenza del richiedente.
- ✓ Nel caso di edifici con più unità immobiliari, i contatori devono essere centralizzati in apposito vano.
- ✓ Nel caso di proprietà recintate, i contatori devono essere localizzati al limite della proprietà, in idoneo manufatto, con diretto accesso da strada aperta al pubblico.
- ✓ Nel caso in cui l'installazione dei contatori richieda opere che ricadono nell'ambito di proprietà private o condominiali, l'ottenimento di autorizzazioni e permessi è a cura del richiedente.

**2. Predisposizione del vano per l'alloggio del contatore**

- ✓ Le caratteristiche, le quote e le dimensioni del vano da realizzare, nonché le caratteristiche dello sportello di chiusura, sono precisate nelle schede di seguito allegate: **A3**
- ✓ Il vano deve essere realizzato con pareti di fondo e laterali in materiale non conduttore e non infiammabile; se posto all'esterno, deve anche impedire l'ingresso di acqua e garantire un'adeguata protezione meccanica;
- ✓ La distanza minima da eventuali vani contatori o tubazioni di gas (salvo diverse prescrizioni ricevute da organi esterni come VVVF):
  - o 0,30 m in presenza di contatori o tubazioni di gas con pressione fino a 0,5 bar;
  - o 0,50 m in presenza di contatori o tubazioni di gas con pressione oltre a 0,5 bar.
- ✓ Quando il vano è destinato a sistemi di misura dell'energia prodotta, esso deve essere privo di apparecchiature, cavi e tubazioni di altri servizi.
- ✓ Le caratteristiche precisate nei punti precedenti devono essere mantenute nel tempo a cura del richiedente.

**3. Rappresentazione schematica delle opere da eseguire sulla proprietà del richiedente (se necessaria)**

Unità Operativa: \_\_\_\_\_ Codice POD: \_\_\_\_\_

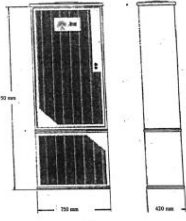
e-distribuzione Codice di Rintracciabilità: n° Preventivo: Richiedente:

**Scheda A3: Contenitore per forniture > 30 KW**

Vano incassato nella muratura o in manufatto  
 Apposito contenitore

Dimensioni minima vano incassato:  
Altezza: H (cm) \_\_\_\_\_  
Larghezza: L (cm) \_\_\_\_\_  
Profondità: P (cm) \_\_\_\_\_

Vano con fondo buca realizzato in materiale consistente con spessore di almeno 5 cm.



ALLEGATO A ALLA SPECIFICA TECNICA EDIZIONE MARZO 2018

Al momento dell'installazione/attivazione della fornitura, è richiesta la presenza del Cliente o suo delegato che provveda alla connessione del cavo di collegamento del Cliente agli appositi morsetti del complesso di misura.

Unità Operativa: Codice POD:

Figura 52: Specifica Tecnica del Distributore Locale

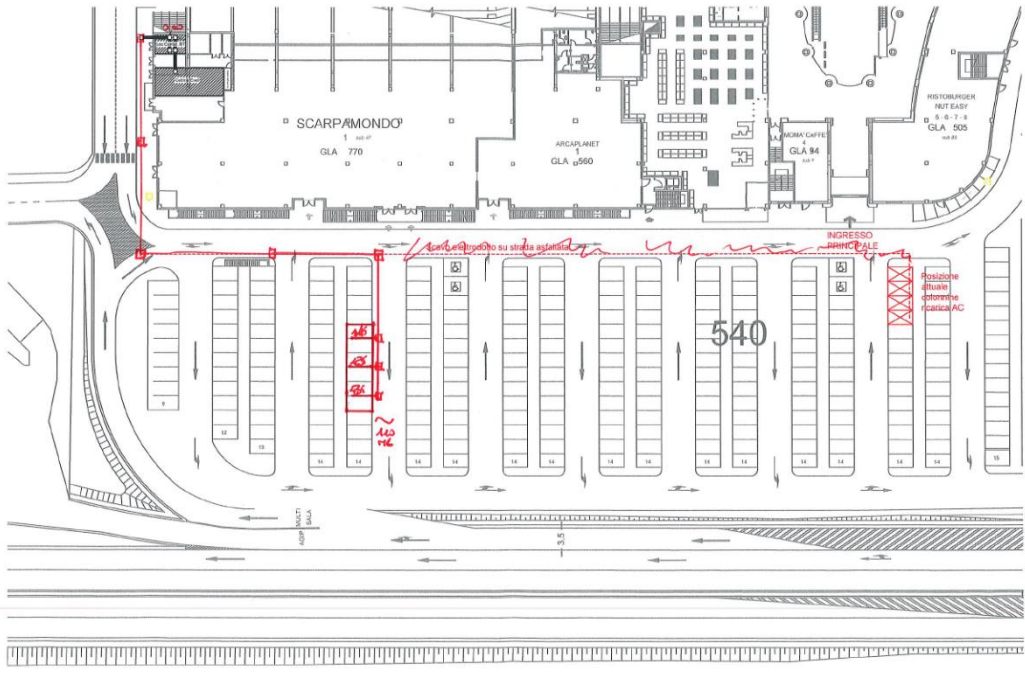


Figura 53: Planimetria con stalli scelti

➤ **Preventivo di Connessione alla rete:**



Edison Energia Spa  
 Foro Buonaparte, 11  
 20122 Milano  
 Tel. 800.115.857

Spettabile  
**THEF CHARGING SRL**  
 CORSO GALILEO FERRARIS 14  
 10121 TORINO(TO)

Milano, 14/10/2022

Protocollo n° \_\_\_\_\_

**Oggetto:** Richiesta connessione fornitura per altri usi in bassa tensione pervenuta il 07/09/2022.

**Nominativo Cliente:** THEF CHARGING SRL  
**Ubicazione del punto di prelievo:** THEF CHARGING SRL - \_\_\_\_\_  
**potenza disponibile richiesta:** \_\_\_\_\_ kw  
**codice POD:** \_\_\_\_\_  
**codice di rintracciabilità:** \_\_\_\_\_

Gentile Cliente,

Con riferimento alla richiesta in oggetto Le comunichiamo che il preventivo di spesa è pari a \_\_\_\_\_ Euro (IVA esclusa), così come di seguito specificato:

Corrispettivi per connessione fornitura per altri usi in bassa tensione:			
Quota Potenza (Euro/kw 71,3200 X 80,00 kw):	€	_____	_____
Quota distanza:	€	_____	_____
Contributo in quota fissa a copertura degli oneri amministrativi DL:	€	_____	_____
Oneri Amministrativi Edison	€	_____	_____
<b>Totale (IVA esclusa)</b>	<b>€</b>	<b>_____</b>	<b>_____</b>

**NOTE**

Il preventivo formulato sarà valido per un periodo di 6 mesi e l'importo potrà essere suscettibile di variazioni in relazione ad eventuali provvedimenti emanati dalle competenti Autorità.

La invitiamo a farci pervenire la Sua accettazione inviando il preventivo controfirmato all'indirizzo mail [gestione333multisito@edison.it](mailto:gestione333multisito@edison.it)

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Edison Spa  
 Società a socio unico  
 Capitali Soc. 40.000.000,00 euro I.v.  
 Reg. Imprese di Milano n.C.F. 08029460254  
 Partita IVA 08236400254 - REA di Milano 120942  
[www.edisonenergia.it](http://www.edisonenergia.it)

Figura 54: Preventivo di connessione alla rete

➤ **Progetto esecutivo:**

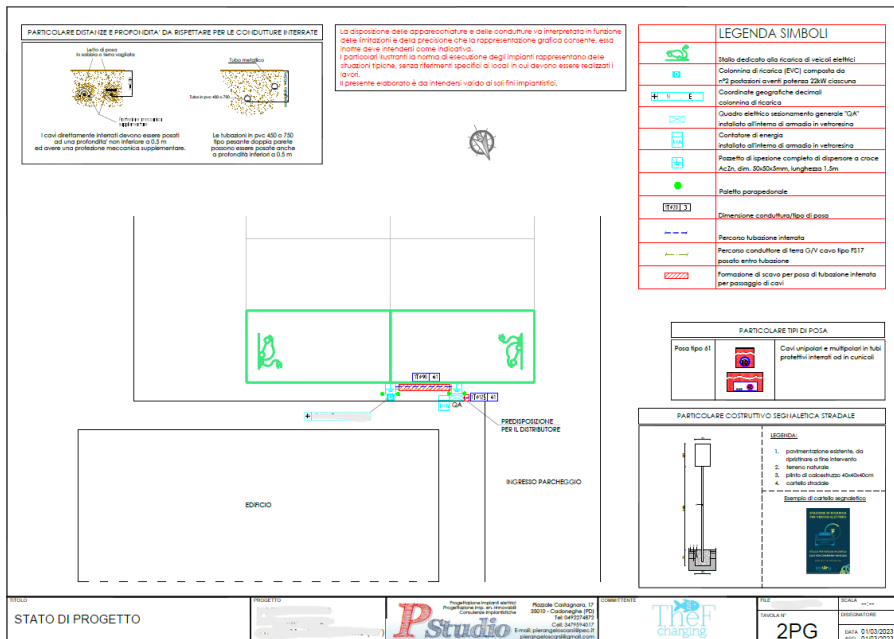


Figura 55: Stato di Progetto

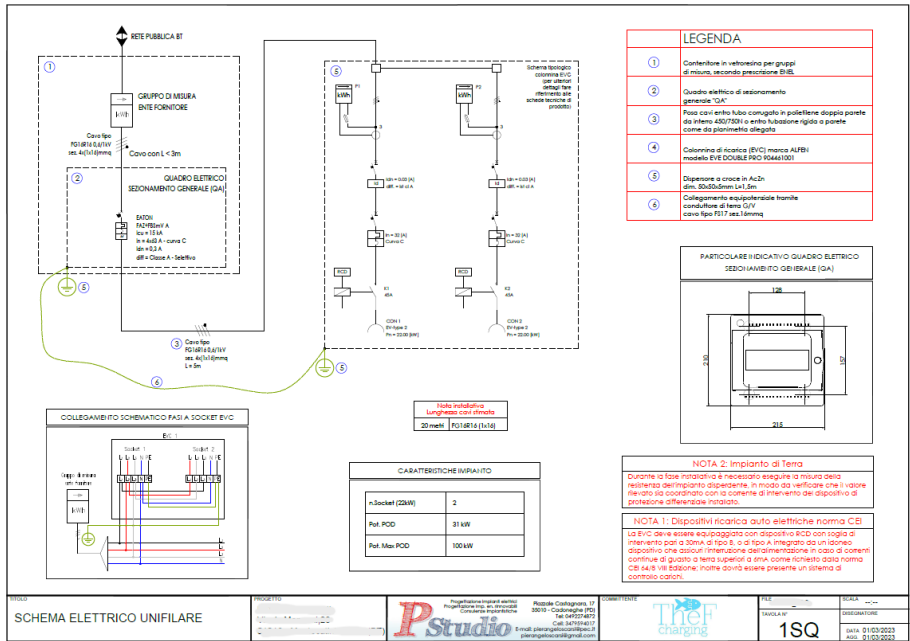


Figura 56: Schema elettrico unifilare

## APPENDICE 3: CODICE R UTILIZZATO PER LA DETERMINAZIONE DEGLI OUTLIER

(<https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35h2.r>)

```
## Input data.
```

```
x <- c(247, 223, 135, 346, 147, 24, 230, 164, 317, 394, 287, 451, 20, 403, 374, 119, 77, 195, 56, 183, 344, 730, 246, 24, 317, 238, 104, 225, 441, 225, 225, 876, 195, 348, 836, 575, 263, 317, 461, 435, 225, 437, 434, 2,
```

```
377, 282, 115, 337, 195, 91, 302, 317, 391, 236, 225, 366, 333, 521, 256, 317, 332, 99, 482, 475, 216, 127, 349, 135, 195, 365, 213, 153, 277, 256, 244, 482, 265, 236, 336, 107, 93, 135, 280, 237, 187, 129, 140, 109, 141, 60, 980, 321, 179, 148, 301, 377, 339, 170, 255, 1112, 195, 315, 287, 541, 573)
```

```
## Specify k, the number of outliers being tested.
```

```
k = 3
```

```
## Generate normal probability plot.
```

```
qqnorm(x)
```

```
## Create a function to compute statistic to
```

```
## test for outliers in both tails.
```

```
tm = function(x,k){
```

```
n = length(x)
```

```
## Compute the absolute residuals.
```

```
r = abs(x - mean(x))
```

```
## Sort data according to size of residual.
```

```
df = data.frame(x,r)
```

```
dfs = df[order(df$r),]
```

```
## Create a subset of the data without the largest k values.
```

```
klarge = c((n-k+1):n)
```

```
subx = dfs$x[-klarge]
```

```

## Compute the sums of squares.
ksub = (subx - mean(subx))**2
all = (df$x - mean(df$x))**2

## Compute the test statistic.
ek = sum(ksub)/sum(all)
}

## Call the function and compute value of test statistic for data.
ekstat = tm(x,k)
ekstat

> [1] 0.5892131

## Compute critical value based on simulation.
test = c(1:10000)
for (i in 1:10000){
xx = rnorm(length(x))
test[i] = tm(xx,k)}
quantile(test,0.05)

> 5%
> 0.7628355

```