



Ricerca di Sistema elettrico

## Sviluppo di una procedura automatica di individuazione e trattamento di outlier in database di micro-dati di grandi dimensioni

Maurizio Vichi, Carlo Cavicchia



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

SVILUPPO DI UNA PROCEDURA AUTOMATICA DI INDIVIDUAZIONE E TRATTAMENTO DI OUTLIER IN  
DATABASE DI MICRO-DATI DI GRANDI DIMENSIONI

Maurizio Vichi, Carlo Cavicchia

Settembre 2017

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

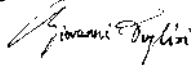
Piano Annuale di Realizzazione 2016

Area: Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Progetto: Tecnologie per costruire gli edifici del futuro


Obiettivo: Soluzioni innovative per l'efficientamento degli edifici

Responsabile del Progetto: Ing. Giovanni Puglisi, ENEA

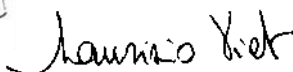


Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Procedura automatica per l'identificazione di outliers"

Responsabile scientifico ENEA: Dott. Alessandro Federici



Responsabile scientifico Dipartimento di Scienze Statistiche Prof. Maurizio Vichi



## Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	6
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	7
2.1 GLI OUTLIERS.....	7
2.1.1 <i>Individuazione di errori e dati anomali</i> .....	7
2.1.2 <i>Le diverse tipologie di Outliers</i> .....	8
2.1.3 <i>Tecniche per l'identificazione di outliers:</i> .....	9
2.2 OPERAZIONI DI PULIZIA E RICODIFICA DATABASE (ANNO 2015 E ANNO 2016).....	15
2.2.1 <i>Comma 344</i> .....	15
2.2.2 <i>Comma 345a</i> .....	15
2.2.3 <i>Comma 345b</i> .....	16
2.2.4 <i>Comma 345c</i> .....	16
2.2.5 <i>Comma 346</i> .....	16
2.2.6 <i>Comma 347</i> .....	17
2.3 DESCRIZIONE E IMPLEMENTAZIONE DELLA PROCEDURA AUTOMATICA IN MATLAB.....	17
2.4 APPLICAZIONE DELLA PROCEDURA AUTOMATICA AI DATI (2015).....	18
2.4.1 <i>Comma 344</i> .....	18
2.4.2 <i>Comma 345a</i> .....	31
2.4.3 <i>Comma 345b</i> .....	60
2.4.4 <i>Comma 345c</i> .....	126
2.4.5 <i>Comma 346</i> .....	136
2.4.6 <i>Comma 347</i> .....	145
2.5 APPLICAZIONE DELLA PROCEDURA AUTOMATICA AI DATI (2016).....	166
2.5.1 <i>Comma 344</i> .....	166
2.5.2 <i>Comma 345a</i> .....	177
2.5.3 <i>Comma 345b</i> .....	206
2.5.4 <i>Comma 345c</i> .....	273
2.5.5 <i>Comma 346</i> .....	282
2.5.6 <i>Comma 347</i> .....	292
3 CONCLUSIONI.....	310
4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	310
5 APPENDICE.....	316
5.1 CURRICULUM SCIENTIFICO DEL GRUPPO DI LAVORO.....	316

## Sommario

Lo studio ha riguardato lo sviluppo di una procedura automatica di trattamento di outliers in 6 database di micro-dati di grandi dimensioni con differenti caratteristiche che riguardano diverse tipologie di interventi di ristrutturazione e manutenzione con effetti energetici per due anni di studio. In questa sintesi abbiamo la possibilità di descrivere solo i risultati delle elaborazioni realizzate in codice Matlab con diversi programmi appositamente realizzati composti da circa 7000 istruzioni che rappresentano la procedura automatica per identificare scientificamente gli outliers e dati errati e realizzare la loro imputazione insieme a quella dei dati mancanti, dove esplicitamente richiesto da ENEA. In particolare la procedura realizza per ogni comma le statistiche puntuali su ogni singola imputazione e le rappresentazioni grafiche (boxplot e distribuzioni di frequenze) delle distribuzioni prima e dopo l'analisi.

Le variabili oggetto dello studio sono: il risparmio energetico, il costo dell'intervento e l'ammontare della detrazione. I dataset in questione rispondono a 6 differenti commi (344, 345a, 345b, 345c, 346 e 347) corrispondenti a differenti tipologie di interventi del 2015 e del 2016. Gli outliers sono stati individuati sulla base delle distribuzioni delle variabili sopracitate. In sintesi, la procedura misura la distanza di ogni unità statistica (ovvero per ogni intervento) dalla mediana della distribuzione in termini di standard deviation robusta (median absolute deviation (MAD)) per quanto riguarda la soglia superiore, mentre identifica la soglia inferiore tenendo conto dell'asimmetria a destra di tutte le distribuzioni e quindi misurando la percentuale di distanza tra il minimo e la mediana stessa. Si identifica la SOGLIASup = MEDIANA + K\*MAD e SOGLIAinf = MEDIANA - P\*(MEDIANA - MINIMO). Se il dato è identificato come anomalo perché maggiore della SOGLIASup o minore della SOGLIAinf è stato successivamente imputato con una metodologia del tipo "donatore" di minima distanza per Provincia. Per ogni dataset è stata svolta un'analisi preliminare di ricodifica delle variabili categoriali e binarie in modo da ottenere un dataset di soli valori numerici.

### RIEPILOGO AMMONTARE RISPARMIO E COSTI ANNO 2015

	<b>344</b>	<b>345a</b>	<b>345b</b>	<b>345c</b>	<b>346</b>	<b>347</b>	<b>Totale</b>
<b>Risparmio pre (GWh)/anno</b>	277	531	3511	10	692	984	<b>6005</b>
<b>Risparmio post (GWh)/anno</b>	84	364	457	11	46	318	<b>1280</b>
<b>Costi pre (M€)</b>	269	777	1465	150	72	817	<b>3550</b>
<b>Costi post (M€)</b>	282	735	1430	115	62	577	<b>3201</b>

**RIEPILOGO AMMONTARE RISPARMIO E COSTI ANNO 2016**

	<b>344</b>	<b>345a</b>	<b>345b</b>	<b>345c</b>	<b>346</b>	<b>347</b>	<b>Totale</b>
<b>Risparmio pre (GWh)/anno</b>	181	798	33161	8	9698	638	<b>44484</b>
<b>Risparmio post (GWh)/anno</b>	90	371	510	16	38	257	<b>1282</b>
<b>Costi pre (M€)</b>	283	809	1548	227	61	884	<b>3812</b>
<b>Costi post (M€)</b>	320	743	1559	158	53	657	<b>3490</b>

## 1 Introduzione

Lo studio ha riguardato lo sviluppo di una procedura automatica di trattamento di outliers in 6 database di micro-dati di grandi dimensioni con differenti caratteristiche che riguardano diverse tipologie di interventi di ristrutturazione e manutenzione con effetti energetici per i due anni di studio. Descriveremo principalmente i risultati delle elaborazioni realizzate in codice Matlab con diversi programmi appositamente scritti, composti da circa 7000 istruzioni che rappresentano la procedura automatica per identificare scientificamente gli outliers e dati errati e realizzare la loro imputazione insieme a quella dei dati mancanti, dove esplicitamente richiesto da ENEA. Illustreremo inoltre una sintesi delle metodologie utilizzate nella identificazione degli outliers e daremo una descrizione dei programmi MATLAB che sono stati realizzati appositamente per i sei database.

In particolare la procedura automatica di trattamento degli outliers realizza per ogni comma le informazioni puntuali su ogni singolo dato mancante o outliers identificato e sulle corrispondenti imputazioni. Inoltre produce le statistiche e le rappresentazioni grafiche (boxplot e distribuzioni di frequenze) delle distribuzioni prima e dopo l'analisi di controllo e correzione dei dati.

Le variabili oggetto dello studio sono: il risparmio energetico, il costo dell'intervento e l'ammontare della detrazione.

I dataset in questione rispondono a 6 differenti commi (344, 345a, 345b, 345c, 346 e 347) corrispondenti a differenti tipologie di interventi del 2015 e del 2016.

Nella prima parte dello studio si riporta una breve sintesi delle metodologie in uso per il controllo e la correzione dei dati. Si sono esaminati gli errori casuali, dovuti alla misurazione e gli errori sistematici, che si manifestano sempre nella stessa direzione. Tra gli errori sistematici sono stati distinti i dati mancanti, le incongruenze logiche e i valori fuori campo.

Enea ha fornito le seguenti regole per identificare le incongruenze logiche ossia le contraddizioni che si possono osservare tra i dati rilevati per ciascun record (unità statistica).

### **Regole di correzione degli errori fornite da ENEA:**

Laddove emerga la necessità di correggere/sostituire il dato dichiarato o mancante, questo va corretto secondo le regole logiche che riterrete opportune valutando **PRIORITARIAMENTE** l'ambito provinciale o – se questo non significativo – regionale.

### **Per tutti i commi tali vincoli necessitano di una successiva post correzione:**

Valore massimo di detrazione minore uguale al 65% valore di investimento dichiarato;

Valore minimo di detrazione maggiore di 0;

Valore investimenti maggiore di 0;

Risparmio energetico > 0;

Valore di detrazione inferiore a valore di investimenti.

Implementate le regole che individuano le incongruenze logiche si sono individuati i valori da correggere.

Gli outliers sono stati identificati secondo una procedura statistica appropriata che realizza il controllo e la correzione dei dati che ha le specifiche illustrate nel paragrafo che segue.

## 2 Descrizione delle attività svolte e risultati

### 2.1 Gli outliers

#### 2.1.1 Individuazione di errori e dati anomali

L'individuazione, il trattamento e la misura dell'errore non campionario e dell'eventuale errore campionario rientra nella metodologia di controllo della qualità dei dati nota come "error profile".

In ogni indagine statistica, parallelamente, ma anche successivamente alla fase di registrazione dei dati su memoria di massa e comunque prima di effettuare le elaborazioni statistiche, viene messa in atto una vera e propria procedura di controllo e di revisione, che ha lo scopo di verificare il rispetto dei vincoli di integrità imposti dal fenomeno in esame.

In ogni fase di una indagine statistica si possono commettere errori, che se non sono individuati e corretti, possono pregiudicare in maniera significativa l'interpretazione dei risultati relativi al fenomeno osservato.

Quindi prima di effettuare le elaborazioni statistiche e la successiva interpretazione dei dati, conviene attivare una fase controllo e di correzione che, in estrema sintesi, permetta di individuare ed eventualmente rimuovere errori e incongruenze nel materiale di rilevazione.

Infatti si devono controllare il rispetto dei vincoli di integrità del fenomeno in esame verificando; per le variabili: l'ammissibilità delle modalità assunte da ciascuna unità statistica rilevata, la congruenza logica delle risposte al questionario relativo ad una unità statistica rilevata, la congruenza logica fra le risposte di diverse unità statistiche; per le unità, ossia per i tipi di record ad esse associati: la loro corretta identificazione tramite la chiave primaria del record, la corretta identificazione di una relazione tra unità (associazione 1:1, 1:n, n:m), tramite la chiave esterna del record.

Gli errori e le incongruenze riguardano quindi le unità statistiche e le modalità delle variabili esaminate.

L'errore sistematico è quell'errore che si presenta con una certa frequenza (dal 3% al 5% secondo NCBS Statistics Sweden) nell'insieme dei dati rilevato, dovuto a cause che operano sempre nella stessa direzione. Gli errori sistematici possono manifestarsi come dati mancanti, incongruenze logiche, valori fuori campo.

Un dato mancante si verifica quando, per esempio, ad una domanda di un questionario non viene data risposta. Spesso la mancata risposta può dipendere dalla natura delicata dell'argomento trattato, o dalla mancanza di una risposta aderente alle idee dell'intervistato in una domanda strutturata.

L'incongruenza logica si determina quando si manifestano delle contraddizioni nelle informazioni rilevate su una unità statistica. Per esempio, in un questionario si verificano delle evidenti contraddizioni nelle risposte fornite dall'intervistato.

Un dato inammissibile o fuori campo è una modalità registrata tra le risposte di una variabile nella domanda di un questionario, ma che non risulta nella scala delle modalità della variabile.

Una volta individuati i dati mancanti, quelli fuori campo e le incongruenze logiche dobbiamo decidere se intervenire nella loro correzione. Nell'effettuare le eventuali correzioni dobbiamo sempre verificare se le notizie introdotte a rettifica degli errori sistematici soddisfino due principi:

quello della verosimiglianza delle correzioni, mediante il quale si vuole mantenere la coerenza fra le notizie registrate nei questionari e quelle corrette;

quello del minimo cambiamento nelle correzioni che consiste nel minimizzare i cambiamenti delle informazioni raccolte.

Le operazioni di individuazione e correzione degli errori sono state condotte in un piano di compatibilità e di correzione. Gli errori basati su incongruenze sono individuati mediante le regole

di incompatibilità sopra enunciate, mentre le correzioni avvengono attraverso due differenti criteri: il criterio deterministico e quello stocastico.

Il criterio deterministico consiste nel correggere un errore, quale un dato mancante in una domanda, immettendo un valore predeterminato, come può essere la moda o la media aritmetica delle modalità osservate o una modalità scelta casualmente da una distribuzione relativa alle risposte di quella domanda, distribuzione determinata generalmente da una precedente indagine. Si noti che i dati utilizzati per la correzione con un criterio deterministico sono esterni alla rilevazione. La correzione avviene attraverso una forzatura.

Il criterio stocastico consente di correggere gli errori attraverso una unità statistica che risulta la più simile rispetto a quelle osservate in cui non si è riscontrato alcun errore. Quest'ultima unità viene denominata donatore. I dati utilizzati per la correzione degli errori nel caso del criterio stocastico sono interni al file dei dati osservati. Si distinguono due metodi da donatore il cold-deck e l'hot-deck. Nel primo si effettua uno screening per distinguere le unità senza errori da quelle con almeno un errore, mentre nel secondo l'insieme delle unità senza errore viene aggiornato mano a mano che le unità vengono esaminate. Nella presente procedura automatica si è adottato il criterio stocastico che utilizza i dati stessi per individuare il donatore più idoneo per l'imputazione del dato mancante o del dato anomalo.

Prima di procedere alla identificazione degli outliers è necessario soffermarsi alla loro definizione e brevemente illustrare le diverse metodologie utilizzare per individuarli.

### 2.1.2 Le diverse tipologie di Outliers

“Un outlier è un’osservazione molto distante dalle altre osservazioni a tal punto da supporre che sia stato prodotto tramite un meccanismo differente.” [Hawkins, 1980]

#### **Definizioni:**

1. Outlier di singolo costrutto: dati troppo grandi o troppo piccoli comparati agli altri valori dello stesso costrutto. Di solito questi valori sono nelle code delle distribuzioni dei dati;
2. Outliers frutto di errori: dati distanti dalla nuvola dei punti per mancanza di accuratezza nella raccolta dei dati. Sono valori che non fanno parte della distribuzione in quanto fuori dai limiti massimi consentiti, spesso sono frutto di errori di manipolazione dei dati in una fase preliminare dell’analisi;
3. Outliers di interesse: dati che fanno parte della popolazione ma sono comunque ai margini di questa e vanno ad individuare una particolare caratteristica del fenomeno studiato;
4. Outliers di discrepanza: dati con un grande valore residuale e che possono condizionare il fit del modello e la stima dei parametri;
5. Outliers per il fit del modello: dati che con la loro presenza influenzano il fit del modello;
6. Outliers per la previsione: dati che con la loro presenza influenzano la stima dei parametri del modello.

Gli outlier possono essere distinti in:

1. outlier non rappresentativi: si tratta di valori anomali a causa di veri e propri errori in fase di compilazione del questionario. Un caso classico è costituito dall’errore nell’unità di misura utilizzata per la risposta (ad esempio, euro invece di migliaia di euro, per cui i valori

dichiarati dovrebbero essere divisi per mille). La loro non rappresentatività va intesa con riferimento alle unità della popolazione non incluse nel campione, perché non contribuiscono alla variabilità campionaria fornendo informazioni su di esse. Si tratta di veri e propri errori che occorrerebbe individuare e correggere a monte. Questo studio è particolarmente ricco di errori di questo tipo che riguardano le misurazioni delle superfici (ad esempio infissi);

2. outlier rappresentativi: si tratta di valori anomali non dovuti ad errori di misurazione, bensì ad eventi relativi all'unità di riferimento non (del tutto) valutabili sulla base delle informazioni disponibili su di essa. Si tratta comunque di osservazioni rare rappresentative di un certo numero di unità della popolazione che spesso non sono incluse nel campione e di cui generalmente non si conosce l'ammontare.

### 2.1.3 Tecniche per l'identificazione di outliers:

Lo studio dei dati anomali è un punto cruciale di ogni analisi statistica e quindi in letteratura sono presenti molti modelli ed approcci per la loro individuazione.

Negli anni sono state sviluppate molte tecniche, spesso nuovi modelli, però, sono utilizzabili solamente sotto ipotesi ed assunzioni molto restrittive. Si possono distinguere:

#### 1. Tecniche per singoli costrutti:

- Box-Plot: un grafico che mostra una sintesi dei più piccoli ed i più grandi valori del costrutto (esclusi gli outliers), gli outliers possono essere considerati i punti che vanno oltre il grafico.
- Stem and leaf plot: un grafico che simultaneamente ordina i dati quantitativi e fornisce informazione riguardo la forma della distribuzione.
- Schematic plot analysis: un grafico simile al Box-Plot, ma utilizzato nella meta-analisi.
- Standard deviation analysis: distanza di un punto dalla media in unità di deviazione standard.
- Percentage analysis: relativa alla normalità di un punto in una distribuzione di punteggi indicizzata per il suo percentile.

#### 2. Tecniche per costrutti multipli:

- Scatter Plot: un grafico dei valori di due variabili. Una delle quali sull'asse x (variabile indipendente) ed una sull'asse y (variabile dipendente). Un potenziale outlier potrebbe essere individuato dalla sua distanza dal centroide dei dati.
- q-q Plot: un grafico che confronta due distribuzioni di probabilità misurando la distanza tra i quantili di una con i quantili dell'altra. Un andamento non lineare indica la presenza di outliers.
- p-p Plot: un grafico che assegna il grado di similarità di due insieme di dati confrontando le due funzioni di distribuzioni cumulate. Un andamento non lineare indica la presenza di outliers.

- Residui Standardizzati: un valore residuale calcolato dividendo il residuo della  $i$ -esima osservazione per la deviazione standard. Osservazioni con valori residuali più alti sono candidati per essere outliers. Tuttavia, il valore residuale standardizzato delle osservazioni non è una misura di quanto esse siano outliers.
- Distanza Euclidea: lunghezza di un segmento tra due specifici punti in una spazione uni-bi-tri-n dimensionale. Una grande distanza tra due punti potrebbe significare che uno dei due punti è un outliers.
- Distanza di Mahalanobis: simile a quella Euclidea, ma la distanza di Mahalanobis è calcolata per ogni punto dal centroide calcolato tra gli altri punti. Una grande distanza tra due punti potrebbe significare che il punto su cui è calcolata è un outliers.

### 3. Tecniche basate sull'influenza:

- Cook's Di: valuta l'influenza che il punto  $i$  ha su tutti i coefficienti di regressione come un intero.
- Cook's Di modificata: simile alla Cook's Di ma questa utilizza i residui standardizzati corretti piuttosto che i residui standardizzati.
- Cook's Di generalizzata: simile alla Cook's Di ma questa tecnica valuta l'influenza che il punto  $i$  ha sulla stima dei parametri.
- Tecnica vicini più vicino: calcola i valori più vicini al valore d'interesse utilizzando una qualche distanza. La tecnica include i  $K$  vicini più vicini utilizzando una delle tecniche note (Type I, Type II, PAM, CLARANS, etc).
- Metodi non parametrici: consistono in metodo che fittano la curva senza porre particolari vincoli sui dati. La mancanza di un trend lineare segnala la presenza di outliers.
- Metodi parametrici: a differenza dei metodi non parametrici, nei metodi parametrici si fanno forti assunzioni sulla natura dei dati, assunzioni che possono riguardare la distribuzione di probabilità degli stessi. Gli outliers vengono individuati tra i punti che non rispondono alla normale natura dei dati. I metodi più noti sono: convex peeling, ellipsoidal peeling, iterative deletion, trimming, last median square and M-estimation.
- Metodi semiparametrici: questi metodi tentano di combinare la velocità e complessità dei metodi parametrici con la flessibilità dei metodi non parametrici.
- Analisi della componente indipendente: un metodo che permette di separare le componenti indipendenti massimizzando l'indipendenza tra esse. Le componenti indipendenti isolate sono outliers.

Riassumendo, si possono utilizzare le seguenti operazioni e tecniche di analisi:

1. Correzione errori dei dati con valori più propri alla natura dei dati.

2. Rimozione outliers.
3. Studio degli outliers nel dettaglio.
4. Preso atto della presenza di outliers, non si fanno assunzioni su essi a priori.
5. Report dei risultati delle analisi con e senza outliers.
6. Trasformazione dei dati estremi con uno specifico percentile della distribuzione (per esempio la 90-esimo percentile Winsorization prevede che tutti i valori sotto al 5-to percentile vengano trasformati con il valore del 5-to percentile e tutti i valori sopra al 95-esimo percentile con il valore del 95-esimo percentile).
7. Troncare la distribuzione in modo tale di prendere in considerazione solo i valori all'interno di un certo range.
8. Applicazione di una funzione deterministica per ogni valore del dataset.
9. Cambiare manualmente il valore di un outlier in un valore meno estremo per la distribuzione.
10. Minima deviazione assoluta: si scelgono i valori dei coefficienti di regressione che limitano i residui producendo una funzione che approssima i dati.
11. Minimi quadrati trimmati: i residui vengono ordinati per ogni caso dal più alto al più basso e poi vengono trimmati i valori estremi.
12. M-estimation: un insieme di statistiche robuste che riduce l'effetto dell'influenza degli outliers rimpiazzando i residui quadrati con un'altra funzione dei residui.
13. Le statistiche bayesiane servono a stimare i parametri sfruttando le informazioni a priori che si hanno sui dati.
14. La procedura robusta Two-Stage usa la distanza di Mahalanobis per assegnare i pesi ad ogni dato, così che i casi estremi vengano sottostimati nelle variabili predittive.
15. Simile alla Two-Stage, l'assegnazione iterativa dei pesi dei minimi quadrati usa la distanza di Mahalanobis ma essa è completata dall'uso di un algoritmo iterativo.
16. Stima della varianza e delle covarianze nella parte causale di un modello multilivello direttamente dai residui tramite il metodo GEE (Generalized estimating equations). Questo approccio si basa sulla stima degli effetti medi sulla popolazione. Nonostante GEE produca stime meno efficienti rispetto alla massima verosimiglianza, GEE necessita di assunzioni più deboli riguardo la struttura della parte casuale del modello multilivello.
17. Il metodo Bootstrapping stima i parametri di un modello ed i loro errori dal campione senza riferimento alla teoria distribuzione del campione stesso. Come risultato il ricercatore può calcolare le stime del valore atteso e della variabilità delle statistiche come se fossero prese da un'empirica distribuzione campionaria.

18. Le analisi non parametriche non necessitano di particolari distribuzioni assunte per i dati. La loro flessibilità aiuta il ricercatore a trovare risultati robusti anche in presenza di outliers.
19. Ottenere statistiche meta-analitiche che non danno maggior peso agli studi preliminari in numerosità campionaria maggiore.
20. M-estimation generalizzata: una classe di tecniche robuste che riduce l'effetto degli outliers sostituendo i residui quadrati con un'altra funzione residuale.

Ipotizzando uno scenario totalmente non supervisionato, ovvero uno scenario nel quale non è presente un training set dei dati esistono tre approcci di classificazione degli outliers:

- Rilevazione outliers globali o locali: l'anomalia di ogni punto è valutata rispetto ad un insieme di riferimento di oggetti.
- Etichettatura o assegnazione punteggio outliers: considera l'output di un algoritmo.
- Proprietà modellistiche: considera che il concetto di anomalia sia modellizzato.

- **Test statistici**

Data una certa famiglia di distribuzioni statistiche e assumendo che, dopo aver stimato i parametri, tutti i punti appartengano ad una determinata distribuzione della famiglia; gli outliers sono punti che hanno bassa probabilità di essere generati da quella stessa distribuzione (ad esempio, a distanza 3 volte la deviazione standard dalla media).

Sono disponibili un numero molto elevato di test statistici variando alcuni aspetti fondamentali nella definizione di test:

- Famiglia di distribuzione
- Numero di variabili
- Numero di distribuzioni
- Parametriche o non parametriche

- **Approccio basato sulla profondità**

L'idea di base sta nel fatto di ricercare gli outliers ai confini della nuvola di punti rappresentante i dati indipendentemente dalle distribuzioni delle variabili.

Si racchiude la nuvola di punti in un poligono convesso con vertici i punti più estremi della nuvola, i punti sui lati di tale figura sono gli outliers di profondità 1.

[Tukey, 1977]

Ipotizzando di togliere gli outliers a profondità 1 e procedere analogamente sui punti rimanenti si individuano gli outliers di profondità 2, e cosa via. Quindi i punti che risultato avere una profondità  $<k$  sono riportati come outliers.

L'approccio basato sulla profondità è particolarmente efficace in spazi bidimensionali o tridimensionali.

- **Approccio basato sullo scostamento**

Dato un insieme di punti, gli outliers sono punti che non rispondono alle generali caratteristiche dell'insieme dato. La varianza dell'insieme è minimizzata rimuovendo tali punti.

[Arning, 1996]

Dato un fattore di omogeneità  $SF(I)$  che calcola per ogni  $I$  in DB quanto decresce il valore della varianza di DB quando  $I$  viene rimosso da DB. Se due insiemi hanno lo stesso valore di  $SF$  si considera quello di dimensione minore.

Gli outliers sono gli elementi dell'insieme "eccezione"  $E$  in DB per il quale:  $SF(E) > SF(I)$  per ogni  $I$  in DB.

La complessità computazionale di questo approccio è di  $O(2n)$  per  $n$  oggetti, ed è un approccio applicabile a dati di ogni natura.

- **Approccio basato sulla distanza**

Si giudica ogni punto in base alla sua distanza dai suoi vicini. Gli outliers sono quei punti che hanno un "vicinato poco denso".

[Knorr, Ng, 1997]

Dati un raggio  $\epsilon$  ed una percentuale  $\pi$ , un punto  $p$  è considerato un outlier se al massimo il  $\pi$  per cento di tutti i punti hanno distanza da  $p$  meno di  $\epsilon$ .

$$\text{OutliersSet}(\epsilon, \pi) = \{p \mid [\text{Card}(\{q \text{ in DB} \mid \text{dist}(p, q) < \epsilon\}) / \text{Card}(\text{DB})] < \pi\}$$

- **Approccio basato sulla densità**

Si confronta la densità intorno ad un punto con la densità intorno ai suoi vicini locali: la densità relativa di un punto comparata con quella dei suoi vicini è calcolata come un punteggio dell'outlier. I vari approcci differiscono in base a come la distribuzione di densità venga stimata.

La densità intorno ad un dato anomalo è considerabilmente differente rispetto a quella dei suoi vicini.

- **Approccio High-dimensional**

Lo scopo è quello di trovare outliers in proiezioni (sottospazi) dello spazio completo di partenza, si usano distanze più robuste per individuare outliers a dimensione piena.

[Kriegel et al, 2008]

ABOD – angle-based outlier degree, è un metodo di individuazione degli outliers che parte dall'assunto che l'angolo sia una misura più stabile della distanza quando si tratta di spazi a grandi dimensioni. L'oggetto  $o$  è un outlier se la maggior parte degli altri oggetti sono posizionati in simili

direzioni, mentre l'oggetto o non è un outlier se la maggior parte degli altri oggetti sono posizionati in direzioni differenti.

L'assunzione posta alla base di questo metodo è che un outlier è sempre posizionato al confine della distribuzione.

Considerando per un punto  $p$  l'angolo tra  $x_p$  e  $y_p$  (i due vettori che collegano  $p$  rispettivamente ai punti  $x$  ed  $y$ ) per due qualsiasi punti  $x$  ed  $y$  del database, si può costruire lo spettro di tutti questi angoli: la larghezza dello spettro è un punteggio per il grado di anomalia di tutti i punti del database.

Il modello prevede di misurare la varianza dello spettro pesando le corrispondenti distanze:

$$ABOD(p) = \text{VAR} (\langle x_p, y_p \rangle / (\|x_p\|^2 + \|y_p\|^2))$$

Quindi se il valore di ABOD risulta essere piccolo allora ci troviamo davanti ad un outlier altrimenti se il valore è grande siamo davanti ad un dato non anomalo.

Questo modello ha una complessità computazionale pari a  $O(n^3)$ .

La procedura automatica di identificazione degli errori e degli outliers utilizzata in questo progetto di ricerca tiene conto delle diverse tecniche che sono state precedentemente illustrate.

In particolare sono state utilizzate tecniche per singoli costrutti:

- **Box-Plot:** un grafico che mostra una sintesi dei più piccoli ed i più grandi valori del costrutto (esclusi gli outliers), gli outliers possono essere considerati i punti che vanno oltre il grafico.
- **Standard deviation analysis:** distanza di un punto dalla media (mediana) in unità di deviazione standard (robusta).

In sintesi quest'ultima procedura misura la distanza di ogni unità statistica (ovvero per ogni intervento) dalla mediana della distribuzione in termini di standard deviation robusta (median absolute deviation (MAD)) per quanto riguarda la soglia superiore, mentre identifica la soglia inferiore tenendo conto dell'asimmetria a destra di tutte le distribuzioni e quindi misurando la percentuale di distanza tra il minimo e la mediana stessa. Quindi si è identificata la  $SOGLIA_{sup} = MEDIANA + K * MAD$  e  $SOGLIA_{inf} = MEDIANA - P * (MEDIANA - MINIMO)$ , per ogni variabile e per sottopopolazione studiata.

Nell'analisi svolta si osserva che il valore  $SOGLIA_{sup}$  per le variabili esaminate domina l'identificazione dei valori anomali anche di tipo multivariato.

La scelta di identificare gli outliers inferiori in maniera differente nasce dal fatto che le distribuzioni delle variabili prese in esame presentano tutte una forte asimmetria che bisogna tenere in considerazione in questo tipo di studio.

Una volta identificato un dato come anomalo poiché supera la  $SOGLIA_{sup}$  per eccesso o la  $SOGLIA_{inf}$  per difetto, viene successivamente imputato con una metodologia del tipo "donatore" di minima distanza per Provincia.

Per ogni dataset è stata svolta un'analisi preliminare di ricodifica delle variabili categoriali e binarie in modo da ottenere un dataset di soli valori numerici. Illustriamole brevemente nel prossimo paragrafo.

Al fine di valutare il valore  $K$  per la determinazione della  $SOGLIA_{sup}$ , è stata studiata la distribuzione empirica della  $SOGLIA_{sup}$  per vari valori di  $K$  utilizzando ricampionamenti con metodo bootstrap. Si è osservato che, per la quasi totalità dei casi, si ha il miglior bilanciamento tra la riduzione di varianza osservata e numero di dati considerati anomali per  $K=4$ .

E' stata svolta un'analisi simile anche per la scelta di P, il miglior bilanciamento tra riduzione di varianza osservata e numero di dati considerati anomali si ottiene per  $P=0.8$  per le variabili d'interesse e  $P=0.5$  per le variabili "superficie".

## 2.2 Operazioni di pulizia e ricodifica database (Anno 2015 e Anno 2016)

Prima di effettuare le operazioni di controllo e correzione dei dati è stato necessario effettuare per ognuno dei sei database dei dati del 2015 e del 2016 alcune operazioni di pulizia e ricodifica dei dati che sono di seguito riportate per ciascun comma.

In tutti i dataset tutte le variabili quantitative sono espresse con due cifre decimali (separato scelto: , "virgola").

### 2.2.1 Comma 344

Il database è composto da 3754 records per il 2015 e da 3794 records per il 2016.

Le variabili prese in considerazione sono: CPID, Provincia, Regione, Destinazione d'uso generale, Fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale [kWh/anno], Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale proprio dell'edificio [kWh/mq anno o kWh/mc anno], Pertinente valore limite dell'indice di prestazione energetica limite per la climatizzazione invernale [kWh/mq anno o kWh/mc anno], Volume lordo riscaldato V [mc.], Superficie utile [mq.] (autom. dall'anagrafica), Numero unità immobiliari oggetto dell'intervento, Superficie totale [m2] Pareti Verticali, Superficie totale [m2] Pareti Orizzontali o Inclinate, Superficie totale [m2] Infissi, Totale potenza nominale al focolare del nuovo generatore termico / Potenza elettrica assorbita / Potenza termica nominale [kW], Risparmio energetico stimato in fonti primarie [Kwh], Costo dell'intervento di qualificazione energetica al netto delle spese professionali [Euro], Costo delle spese professionali [Euro], Detrazione fiscale (a cura del contribuente: 55% per le spese sostenute prima del 06.06.2013 e 65% per le spese successive), Intervento.

#### RICODIFICA

Il dataset è stato ripulito e le variabili categoriali sono state ricodificate con valori numerici, i dati mancanti sono stati ricodificati con il valore 0:

- Destinazione d'uso generale: Residenziale (1), Non residenziale (2) e Misto (3).
- Intervento: Mult (1), CI (2), Altro (3) e Vuoto (0).

### 2.2.2 Comma 345a

Il database è composto da 23819 records per il 2015 e da 21985 records per il 2016.

Le variabili prese in considerazione sono: CPID, Provincia, Regione, Destinazione d'uso generale, Fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale [kWh/anno], Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale proprio dell'edificio [kWh/mq anno o kWh/mc anno], Pertinente valore limite dell'indice di prestazione energetica limite per la climatizzazione invernale [kWh/mq anno o kWh/mc anno], Volume lordo riscaldato V [mc.], Superficie utile [mq.] (autom. dall'anagrafica), Numero unità immobiliari oggetto dell'intervento, Superficie totale [m2] Pareti Verticali, Superficie totale [m2] Pareti Orizzontali o Inclinate, Superficie totale [m2] Infissi, Totale potenza nominale al focolare del nuovo generatore termico / Potenza elettrica assorbita / Potenza termica nominale [kW], Risparmio energetico stimato in fonti primarie [Kwh], Costo dell'intervento di qualificazione energetica al netto delle spese professionali [Euro], Costo delle spese professionali [Euro], Detrazione fiscale (a cura del contribuente: 55% per le spese sostenute prima del 06.06.2013 e 65% per le spese successive), Intervento.

## RICODIFICA

Il dataset è stato ripulito e le variabili categoriali sono state ricodificate con valori numerici, i dati mancanti sono stati ricodificati con il valore 0:

- Destinazione d'uso generale: Residenziale (1), Non residenziale (2) e Misto (3).
- Intervento: Mult (1), PV (2), POI (3), I (4) e Vuoto (0).

### 2.2.3 Comma 345b

Il database è composto da 181113 records per il 2015 e da 186213 records per il 2016.

Le variabili prese in considerazione sono: CPID, Provincia, Regione, Destinazione d'uso generale, Superficie utile [mq.], Numero unità immobiliari oggetto dell'intervento, Superficie complessiva di telaio e vetro oggetto dell'intervento [mq.], Trasmittanza media del nuovo infisso [W/mq.K], Risparmio energetico stimato [kWh] (calcolo automatico), Costo dell'intervento di qualificazione energetica al netto delle spese professionali [Euro], Costo delle spese professionali [Euro], Detrazione fiscale (a cura del contribuente: 55% per le spese sostenute prima del 06.06.2013 e 65% per le spese successive), Tipologia intervento.

## RICODIFICA

Il dataset è stato ripulito e le variabili categoriali sono state ricodificate con valori numerici, i dati mancanti sono stati ricodificati con il valore 0:

- Destinazione d'uso generale: Residenziale (1), Non residenziale (2) e Misto (3).
- Tipologia intervento: codifica basata sulla tipologia di vetro e di telaio esistenti dopo l'intervento,
  - Tipologia di telaio esistente dopo l'intervento: Legno (1), Metallo, no taglio termico (2), Metallo, taglio termico (3), PVC (4) e Misto (5);
  - Tipologia di vetro esistente dopo l'intervento: Singolo (1), Doppio (2), Triplo (3), A bassa emissione (4) e Nessuno (5).

### 2.2.4 Comma 345c

Il database è composto da 47674 records per il 2015 e da 69874 records per il 2016.

Le variabili prese in considerazione sono: CPID, Provincia, Regione, Destinazione d'uso generale, Superficie utile [mq.], Numero unità immobiliari oggetto dell'intervento, Superficie totale [m2], Risparmio energetico stimato in fonti primarie [Kwh], Costo dell'intervento di qualificazione energetica al netto delle spese professionali [Euro], Costo delle spese professionali [Euro], Detrazione fiscale (a cura del contribuente: 55% per le spese sostenute prima del 06.06.2013 e 65% per le spese successive).

## RICODIFICA

Il dataset è stato ripulito e le variabili categoriali sono state ricodificate con valori numerici, i dati mancanti sono stati ricodificati con il valore 0:

- Destinazione d'uso generale: Residenziale (1), Non residenziale (2) e Misto (3).

### 2.2.5 Comma 346

Il database è composto da 10612 records per il 2015 e da 8883 records per il 2016.

Le variabili prese in considerazione sono: CPID, Provincia, Regione, Destinazione d'uso generale, Superficie utile [mq.], Numero unità immobiliari oggetto dell'intervento, Superficie netta totale pannelli piani (o area di apertura, da certificato allegato al collettore) [mq.], Risparmio energetico

stimato in fonti primarie [Kwh], Costo dell'intervento di qualificazione energetica al netto delle spese professionali [Euro], Costo delle spese professionali [Euro], Detrazione fiscale (a cura del contribuente: 55% per le spese sostenute prima del 06.06.2013 e 65% per le spese successive).

#### RICODIFICA

Il dataset è stato ripulito e le variabili categoriali sono state ricodificate con valori numerici, i dati mancanti sono stati ricodificati con il valore 0:

- Destinazione d'uso generale: Residenziale (1), Non residenziale (2) e Misto (3).

#### 2.2.6 Comma 347

Il database è composto da 70128 records per il 2015 e da 75202 records per il 2016.

Le variabili prese in considerazione sono: CPID, Provincia, Regione, Superficie utile [mq.], Nuovo tipo di generatore di calore, Numero unità immobiliari oggetto dell'intervento, Risparmio energetico stimato in fonti primarie (kWh) per l'impianto termico, Risparmio energetico stimato in fonti primarie (kWh) per la produzione di a.c.s, Costo dell'intervento di qualificazione energetica al netto delle spese professionali [Euro], Costo delle spese professionali [Euro], Detrazione fiscale (a cura del contribuente: 55% per le spese sostenute prima del 06.06.2013 e 65% per le spese successive), Intervento, Potenza.

#### RICODIFICA

Il dataset è stato ripulito e le variabili categoriali sono state ricodificate con valori numerici, i dati mancanti sono stati ricodificati con il valore 0:

- Nuovo tipo di generatore di calore: Pompa di calore (1), Caldaia a condensazione (2), Altro (3), Impianto geotermico (4), Caldaia a biomassa (5) e Null (0).
- Intervento: Pompa di calore (1), Caldaia a condensazione (2), Altro (3), Impianto geotermico (4), Caldaia a biomassa (5) e Null (0).

### 2.3 Descrizione e implementazione della procedura automatica in MATLAB

La procedura automatica in MATLAB è composta, per ogni comma, da un programma base che effettua tutte le operazioni di pulizia e ricodifica delle variabili ed in alcuni casi creandone anche delle nuove come indicatori di tipologia d'intervento o variabili che rappresentano la "superficie" dell'intervento effettuato; ed altri programmi che effettuano le imputazioni sulle variabili d'interesse, ognuno di questi è richiamato dal programma base.

I programmi "imputazione" sono differenti in base alla natura della variabile studiata e alla metodologia con la quale si è effettuato il controllo dei dati anomali. In alcuni casi i programmi sono vere e proprie funzioni che prendono in input la variabile d'interesse e l'indicatore della sottopopolazione studiata per ridare in output l'indice delle unità imputate e la nuova variabili con i valori modificati.

In alcuni casi le funzioni prendono in input due variabili, una è quella d'interesse mentre l'altra è quella utilizzata per individuare le anomalie (come nel caso di Costo su Risparmio per studiare Costo).

Nel caso delle variabili "superficie", in tutti i commi eccetto il 345b dove è stata scritta una funzione, è stato scritto un programma a parte che studia la variabile per ogni sottopopolazione.

Per alcuni commi è stato poi necessario scrivere un programma a parte per l'imputazione dei dati mancanti delle variabili categoriali.

E' importante notare che la prima operazione è sempre stata quella di individuazione delle sottopopolazioni d'interesse per lo studio ed ogni variabile è stata studiata separatamente per tutte le

sottopopolazioni. Lo scopo di questa segmentazione è quello di creare sottopopolazioni omogenee per intervento nelle quali potessero evidenziarsi situazioni di anomalia o errore. In queste popolazioni si sono poi potuti identificare i “donatori” corrispondenti alla mediana di un sottoinsieme ancora più omogeneo relativo ad esempio alla provincia nella quale è stato richiesto l’intervento.

Ogni programma produce rappresentazioni grafiche delle distribuzioni studiate pre e post studio (Box Plot e Istogrammi) e uno storico delle statistiche di tutte le imputazioni svolte. Le matrici in questione presentano nella prima riga (contatore = 1) il numero di unità della sottopopolazione studiata, il valore della mediana, il valore della soglia inferiore e il valore della soglia superiore, mentre dalla seconda riga in poi presentano l’indice dell’unità nella popolazione, il valore del CPID, il valore anomalo e il nuovo valore dopo l’imputazione.

La dimensione estesa dei commi (specialmente il 345b) ha reso necessario l’utilizzo di calcolatori molto potenti e di versioni aggiornate di MATLAB per portare a termine tutte le operazioni. I programmi sono molto lunghi e le operazioni sono molto onerose ma la procedura risulta molto flessibile e adattativa alle molteplici differenziazioni di interventi.

E’ importante notare che i dataset presentavano spesso situazioni di studio complesse, quindi è stata necessaria una lunga fase di “taratura” della procedura tramite delle simulazioni che hanno permesso di ottenere risultati coerenti con la realtà di studio. Un’attenzione particolare è stata posta sui valori minimi assunti dalle variabili dopo le imputazioni per garantire valori sempre veritieri.

## 2.4 Applicazione della procedura automatica ai dati (2015)

La procedura di individuazione ed imputazione dei dati mancanti e dei dati anomali è stata ideata misurando la distanza di ogni unità statistica (ovvero per ogni intervento) dalla mediana della distribuzione in termini di standard deviation robusta (median absolute deviation (MAD)) per quanto riguarda la soglia superiore, mentre identifica la soglia inferiore tenendo conto dell’asimmetria a destra di tutte le distribuzioni e quindi misurando la percentuale di distanza tra il minimo e la mediana stessa. Quindi si è identificata la  $SOGLIA_{sup} = MEDIANA + K * MAD$  e  $SOGLIA_{inf} = MEDIANA - P * (MEDIANA - MINIMO)$ , per ogni variabile e per sottopopolazione studiata. Se il dato supera la SOGLIA allora è identificato come anomalo ed è stato successivamente imputato con una metodologia del tipo “donatore” di minima distanza per Provincia.

### 2.4.1 Comma 344

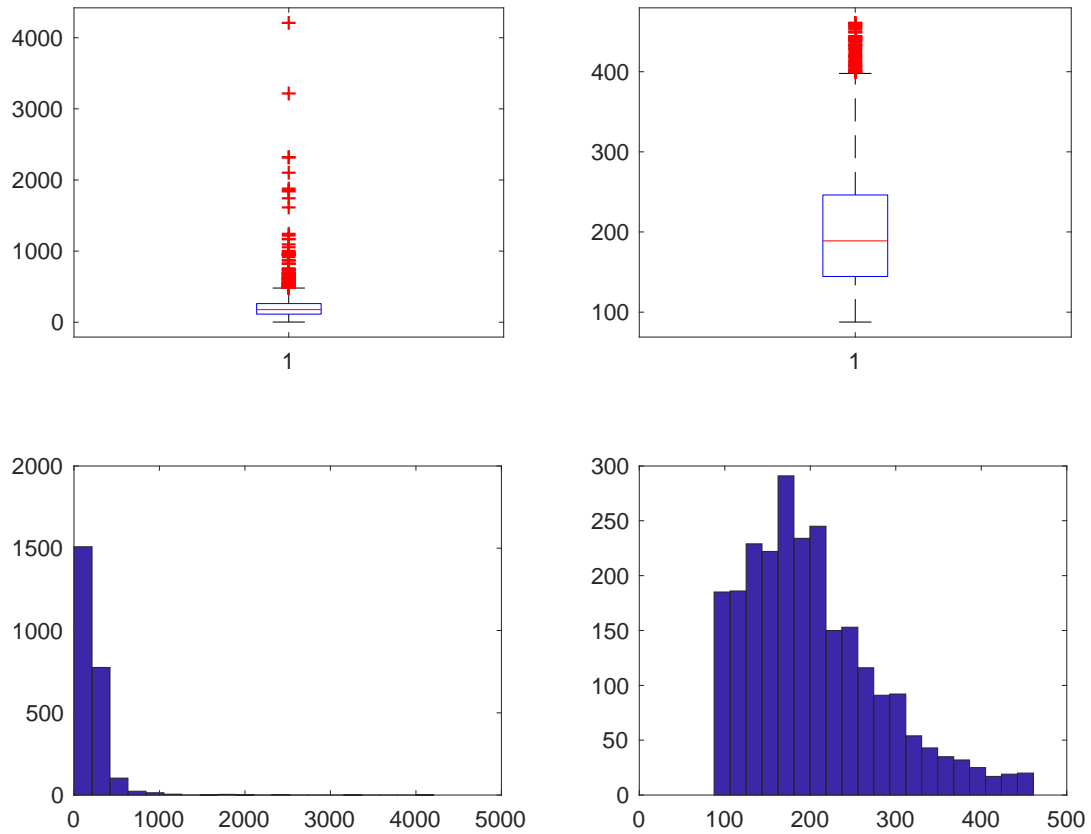
Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di quattro programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri tre che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

E’ importante rimarcare come ogni valutazione sulle variabili è stato preceduto da un’opportuna fase di normalizzazione per altre variabili di supporto allo studio.

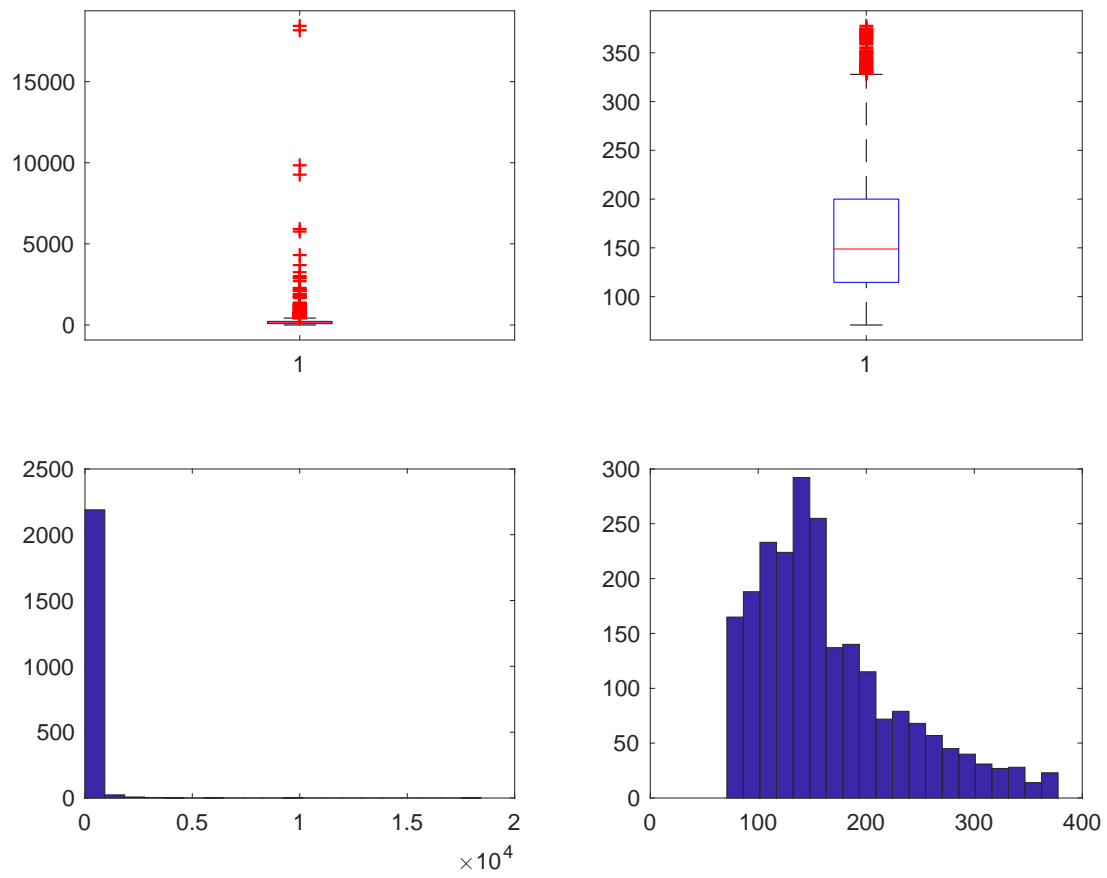
Le prime operazioni svolte hanno visto la creazione di indicatori della tipologia di intervento svolto e la creazione delle variabili “superficie”. Sulla base degli indicatori creati sono state individuate alcune sottopopolazioni per rendere l’imputazione dei dati anomali più precisa ed accurata. I primi risultati ottenuti sono:

- 492 imputazioni per la sottopopolazione PARETI VERTICALI (numerosità della popolazione 2439);
- 483 imputazioni per la sottopopolazione PARETI ORIZZONTALI O INCLINATE (numerosità 2233);
- 582 imputazioni sulla “superficie totale” per la sottopopolazione INFISSI (numerosità 2547).

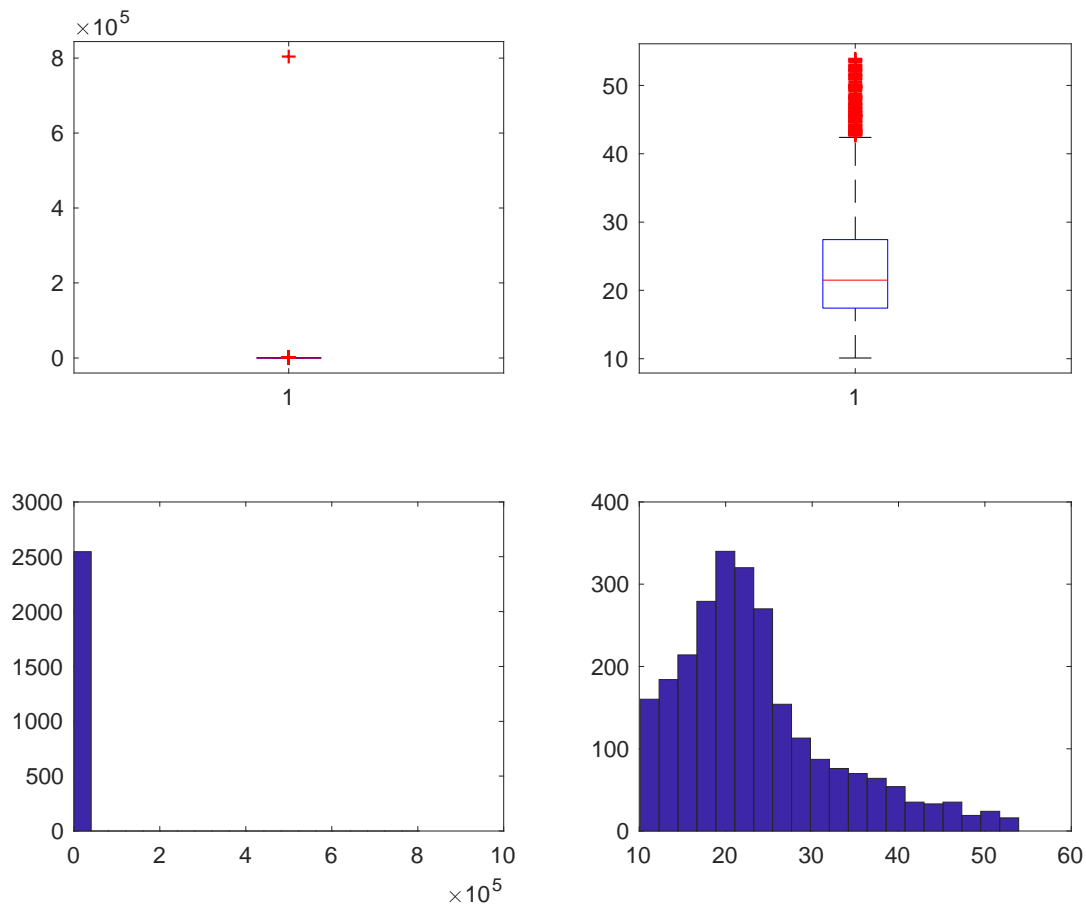
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 1. Superficie Parete Verticali**



**Figura 2. Superficie Pareti Orizzontali**



**Figura 3. Superficie infissi**

Dopo lo studio delle variabili riguardanti le superfici per le singole tipologie la procedura prevede la divisione in 3 sottopopolazioni, sfruttando le informazioni derivanti dagli indicatori precedentemente creati:

- INTERVENTO MULTIPLO (MULT) -2913 casi-,
- INTERVENTO SINGOLO CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (SINGCI) -496 casi-,
- INTERVENTO SINGOLO PARETI VERTICALI O PARETI ORIZZANTI O INCLIAE O INFISSI (SINGALTRO) -133 casi- e
- INTERVENTO SENZA SPECIFICA (ZERO) -212 casi-.

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare”.

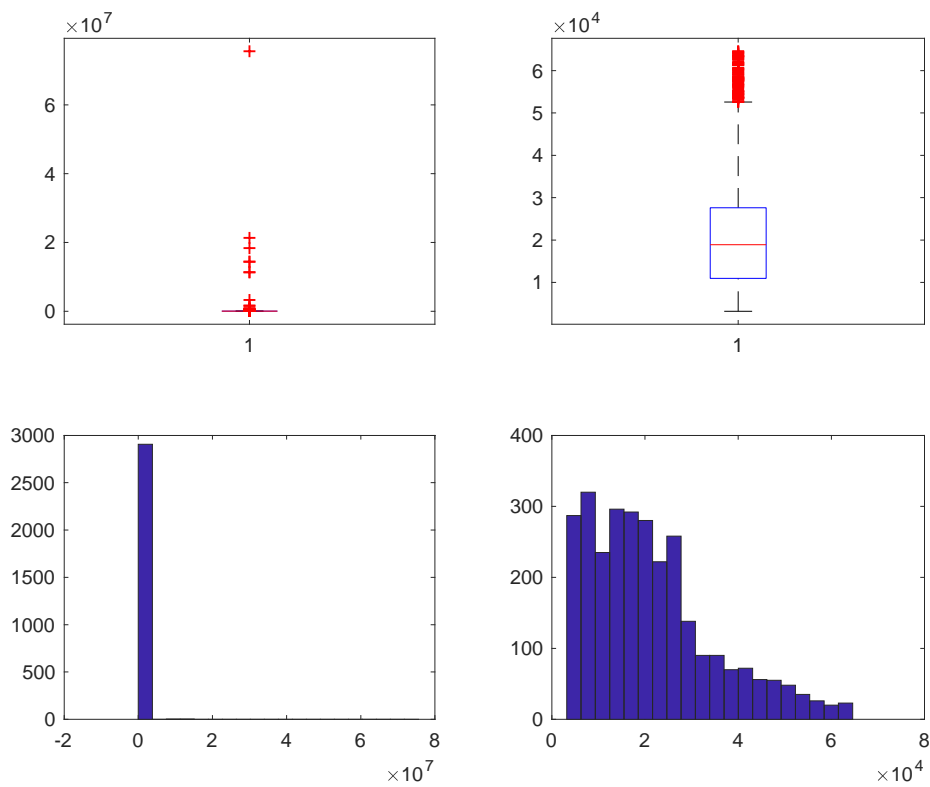
Nel caso SINGALTRO, le variabili sono state studiate normalizzandole per la variabile superficie.

Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

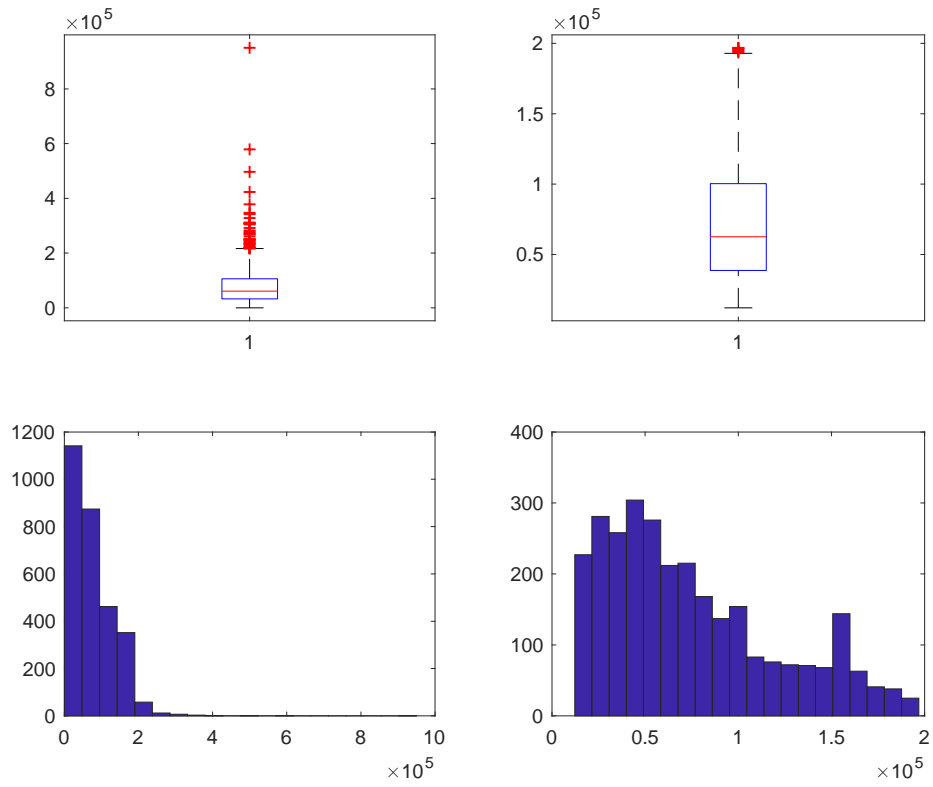
I risultati più immediati sono:

- RISPARMIO: 738 imputazioni (MULT), 155 imputazioni (SINGCI), 56 imputazioni (SINGALTRO) e 129 imputazioni (ZERO).
- COSTO: 250 imputazioni (MULT), 104 imputazioni (SINGCI), 35 imputazioni (SINGALTRO) e 104 imputazioni (ZERO).
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 665 imputazioni (MULT), 164 imputazioni (SINGCI), 56 imputazioni (SINGALTRO) e 91 imputazioni (ZERO).

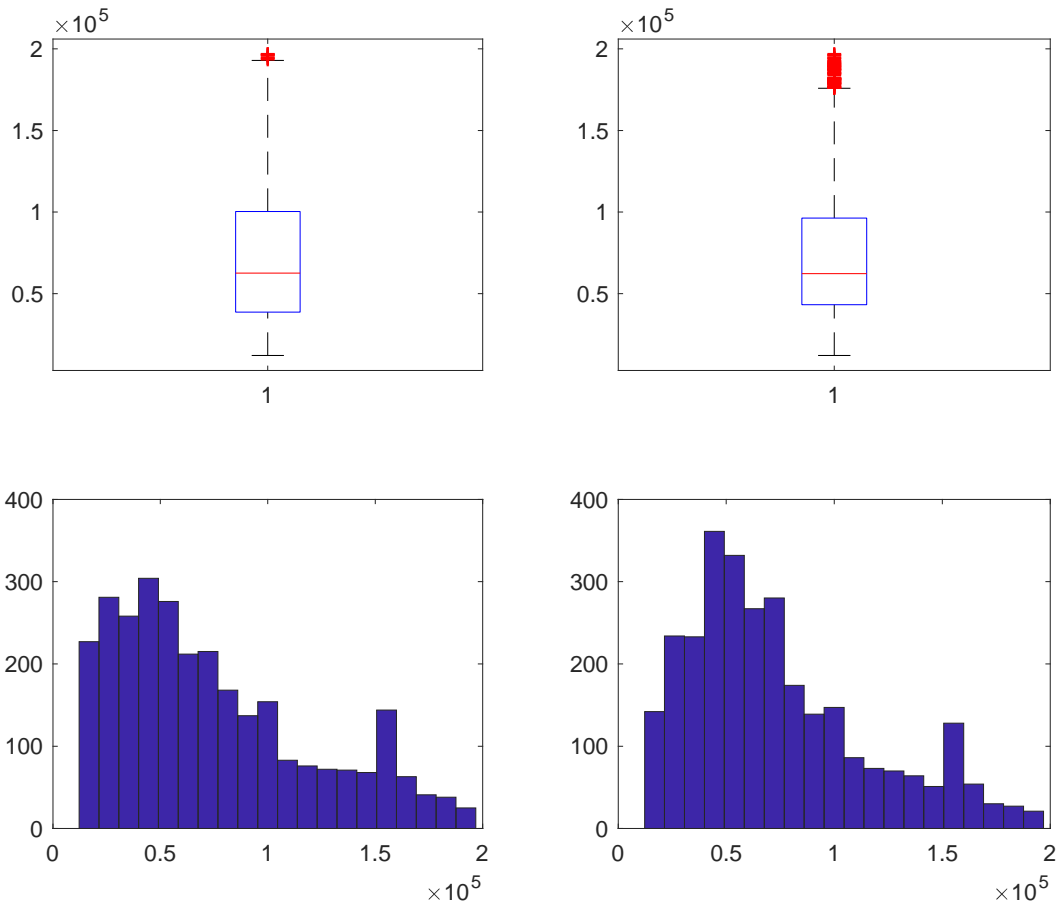
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



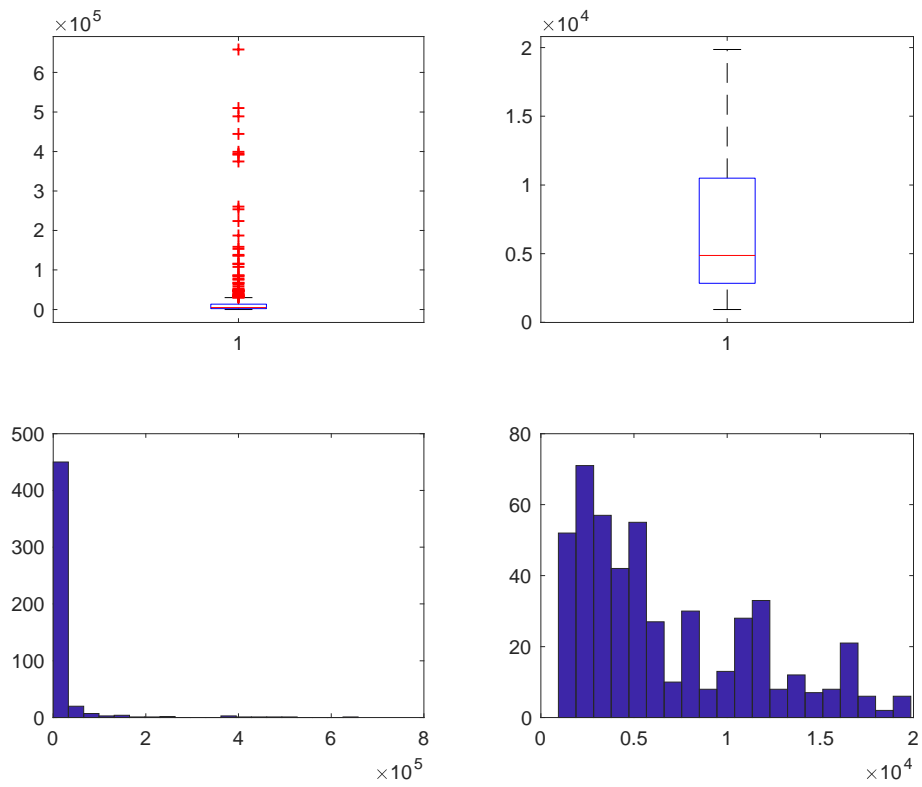
**Figura 4. Risparmio Mult**



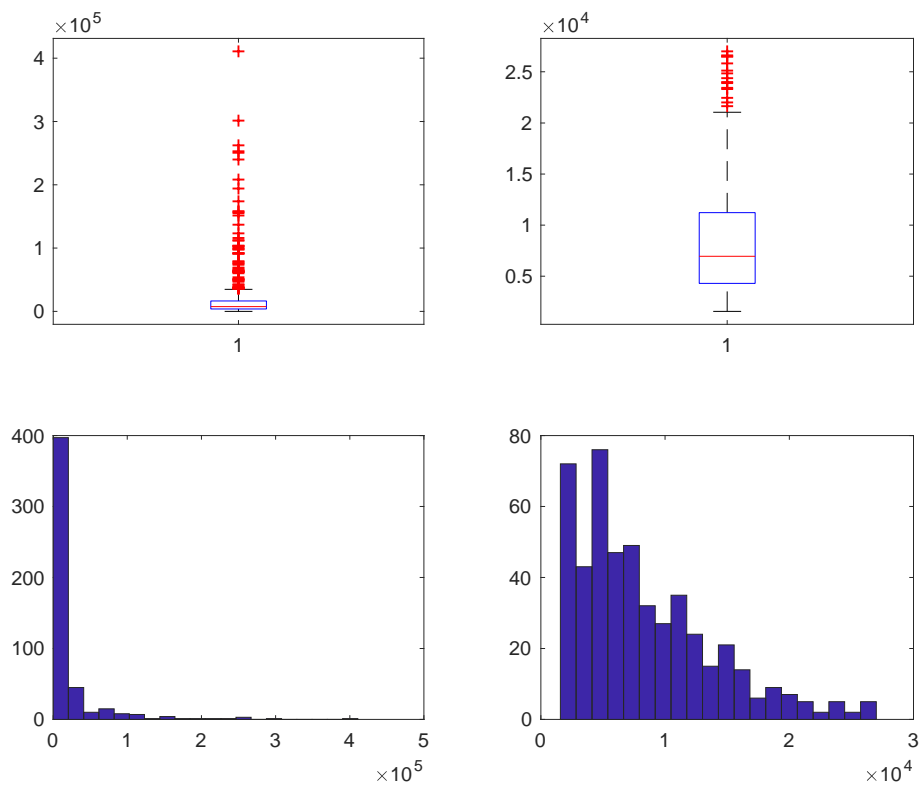
**Figura 5. Costo MULT**



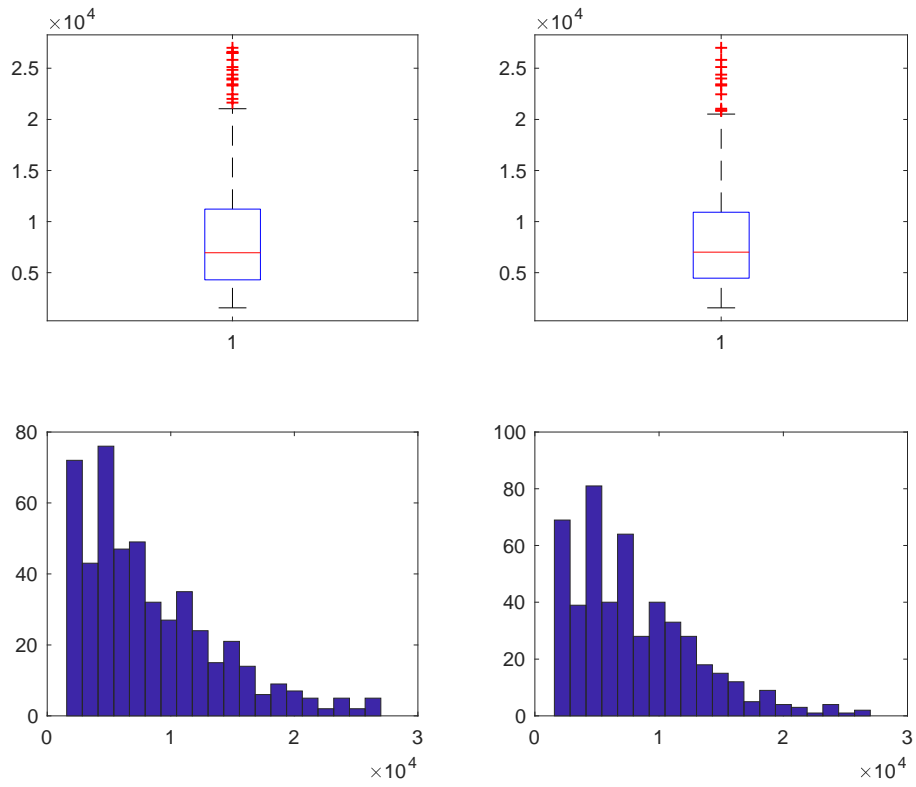
**Figura 6. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MULT**



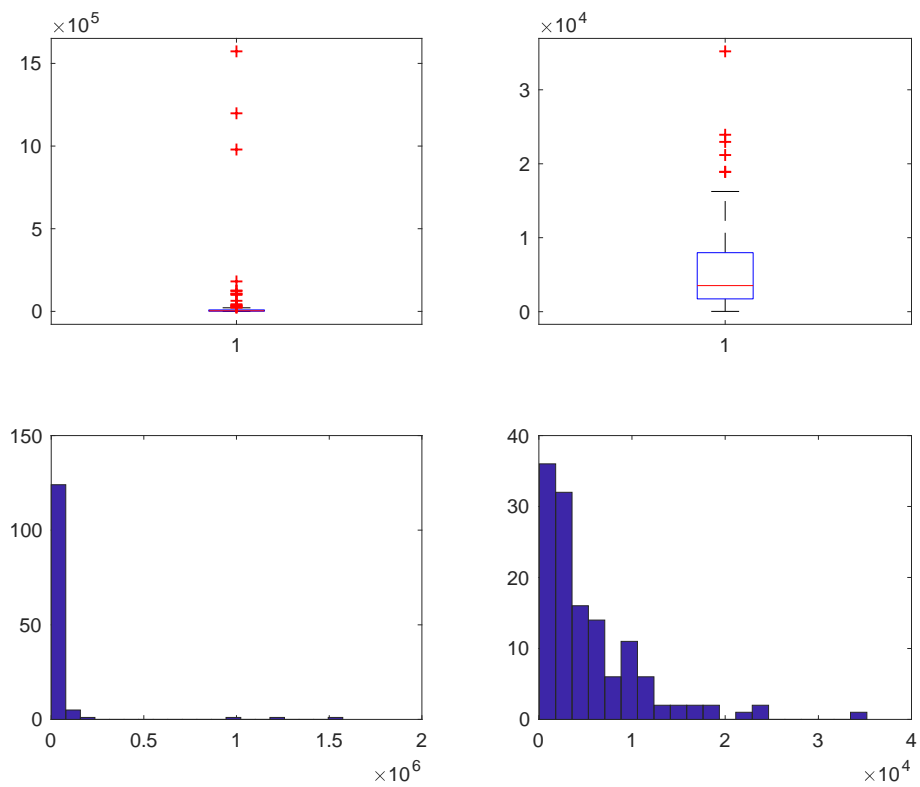
**Figura 7. Risparmio SINGCI**



**Figura 8. Costo SINGCI**



**Figura 9. Costo dopo studio su Costo/Risparmio SINGCI**



**Figura 10. Risparmio SINGALTRO**

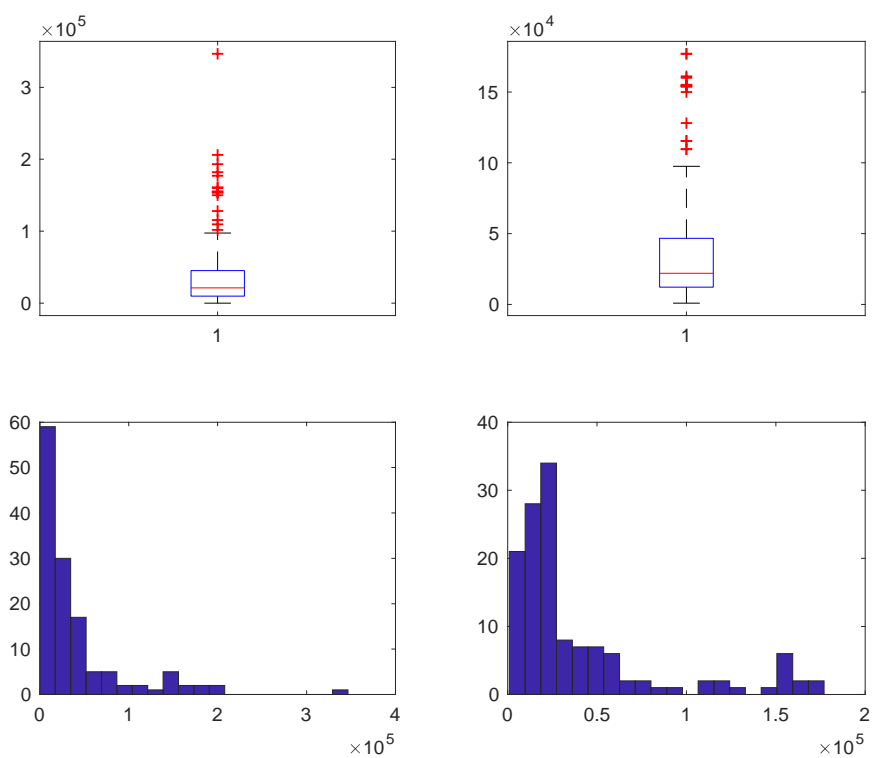


Figura 11. Costo SINGALTRO

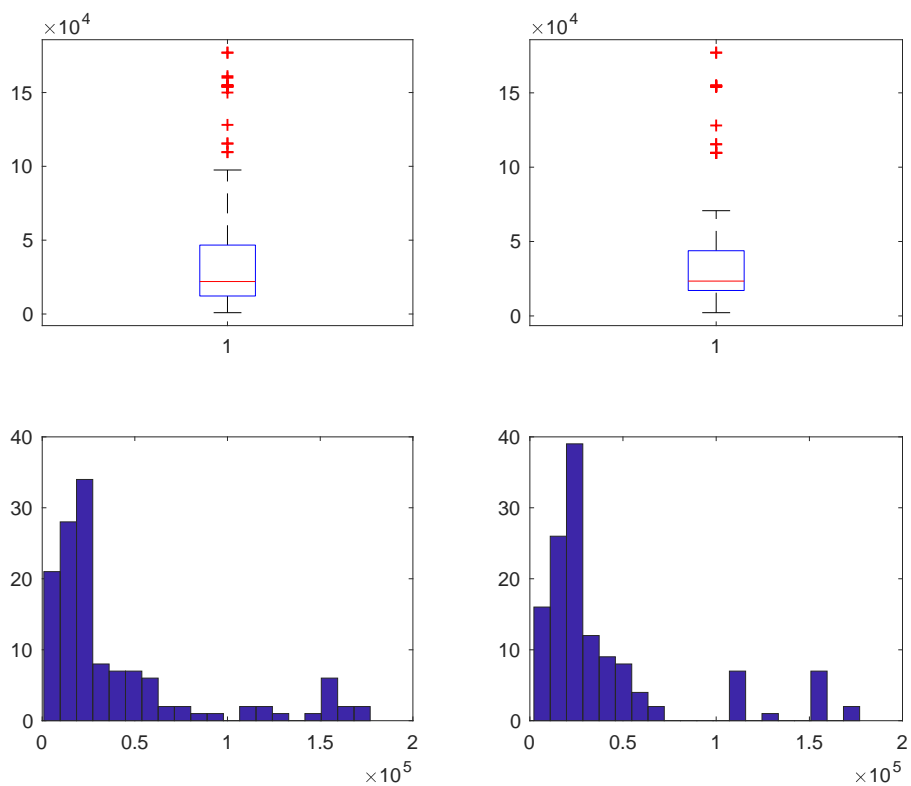
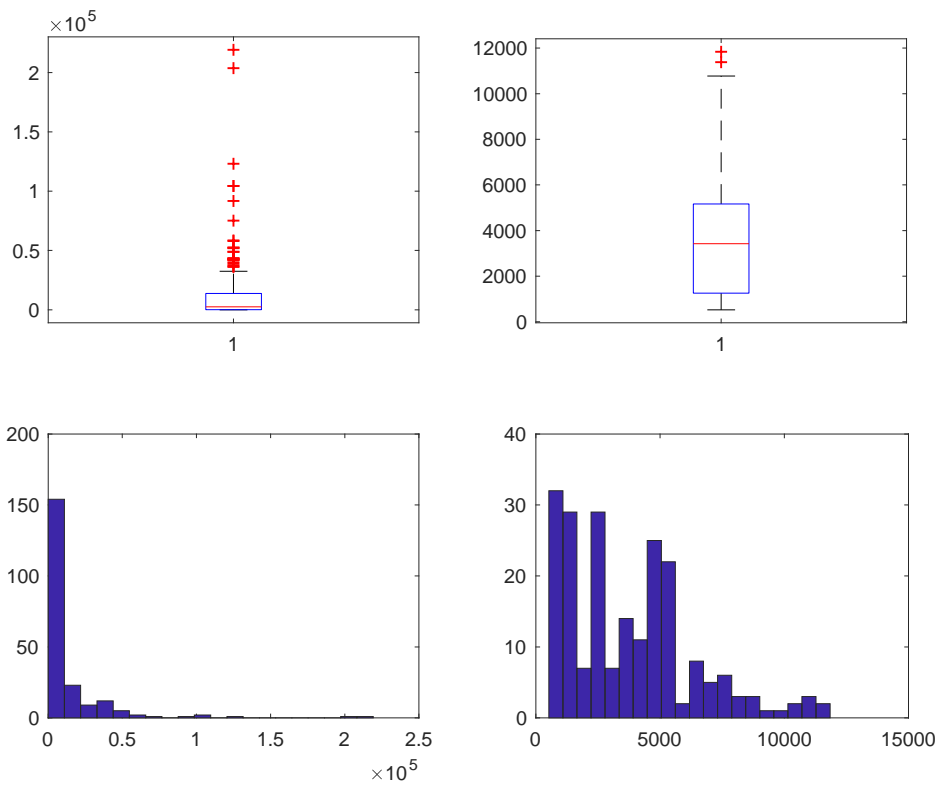
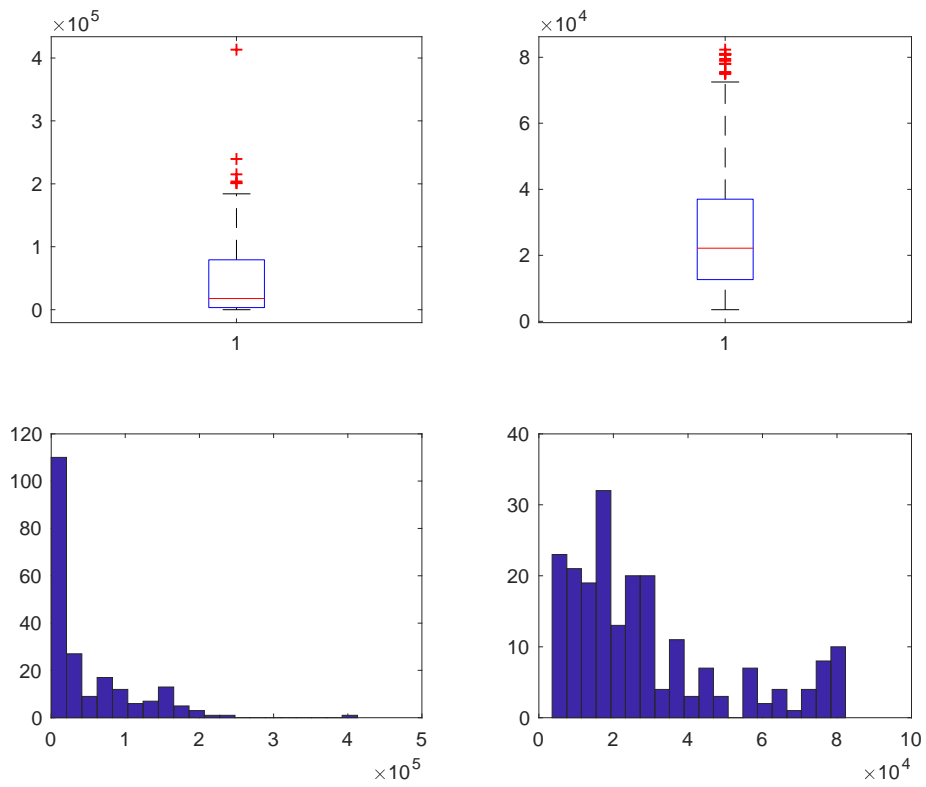


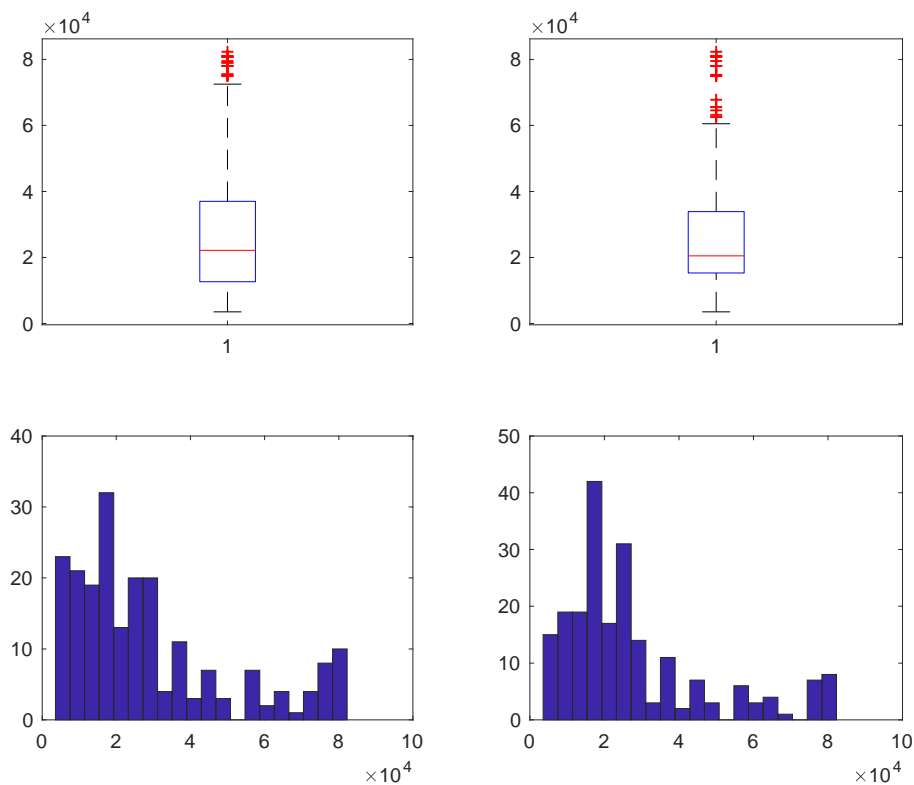
Figura 12: Costo dopo studio su Costo/Risparmio SINGALTRO



**Figura 13. Risparmio ZERO**



**Figura 14. Costo ZERO**



**Figura 15: Costo dopo studio su Costo/Risparmio ZERO**

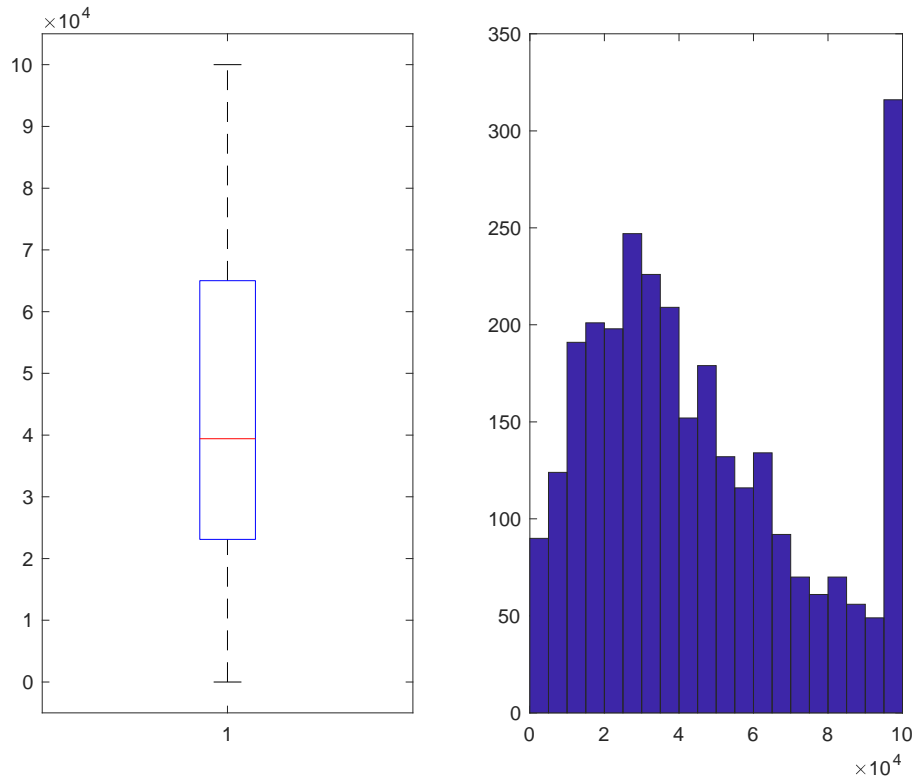
La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

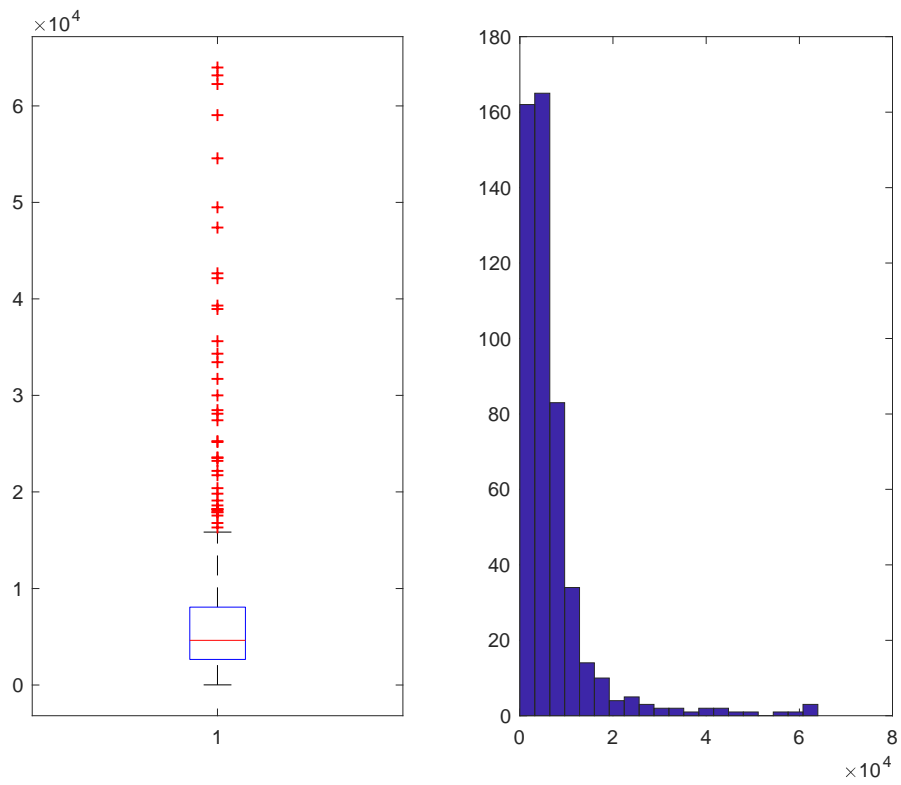
e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 344 dati anomali (MULT) di cui 320 per imputazioni svolte su COSTO,
- 145 dati anomali (SINGCI) di cui 143 per imputazioni svolte su COSTO,
- 24 dati anomali (SINGALTRO) di cui 23 per imputazioni svolte su COSTO,
- 74 dati anomali (ZERO) di cui 69 per imputazioni svolte su COSTO.

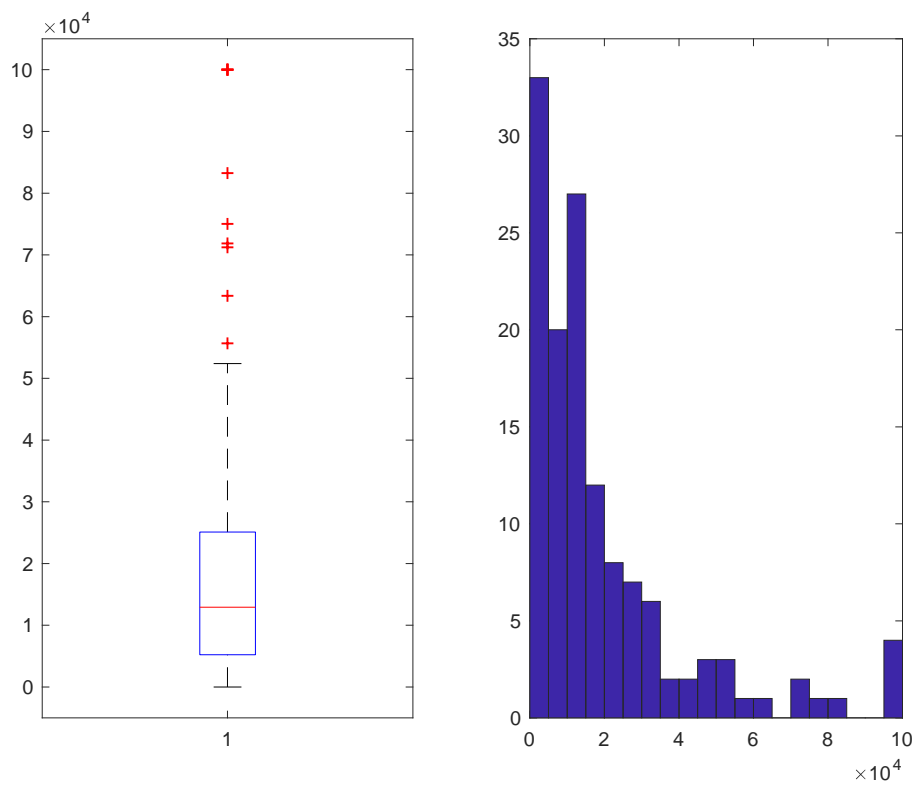
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione risultate per la variabile Detrazione.



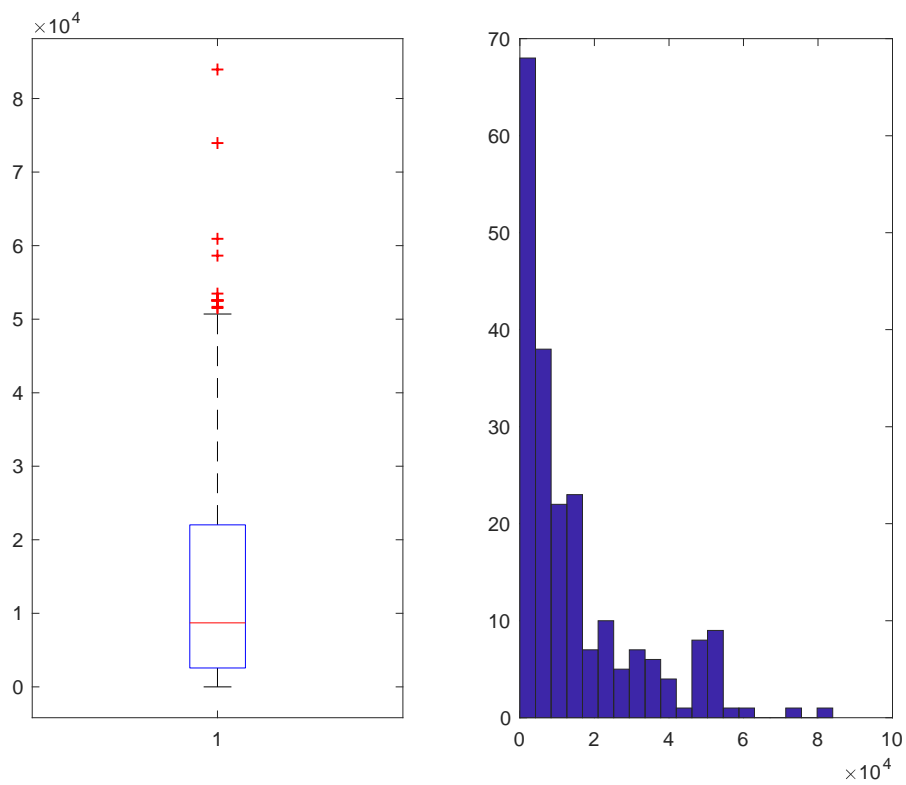
**Figura 16. Detrazione MULT**



**Figura 17. Detrazione SINGCI**



**Figura 18. Detrazione SINGALTRO**



**Figura 19. Detrazione ZERO**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 277715339,162484 kWh/anno
- Risparmio Finale: 84176359,6995165 kWh/anno
- Costo Iniziale: 269119380,455000 €
- Costo Finale: 282363610,025220 €

#### 2.4.2 Comma 345a

Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di cinque programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri tre che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

E' importante rimarcare come ogni valutazione sulle variabili è stato preceduto da un'opportuna fase di normalizzazione per altre variabili di supporto allo studio.

Per questo comma è stato necessario studiare la superficie in due step separati, prima la superficie totale usando la variabile Destinazione d'uso generale per individuare le sottopopolazioni (notare che per la popolazione NON RESIDENZIALE si è studiato il Volume e non la Superficie) e poi la superficie specifica dell'intervento utilizzando il dettaglio della tipologia dell'intervento per individuare le sottopopolazioni di riferimento.

I primi risultati ottenuti sono:

- 3129 imputazioni sulla variabile "superficie" per la sottopopolazione RESIDENZIALE (numerosità 20564 casi);
- 1113 imputazioni sulla variabile "volume" per la sottopopolazione NON RESIDENZIALE (numerosità 2463 casi);
- 268 imputazioni sulla "superficie" per la sottopopolazione MISTO (numerosità 792 casi).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

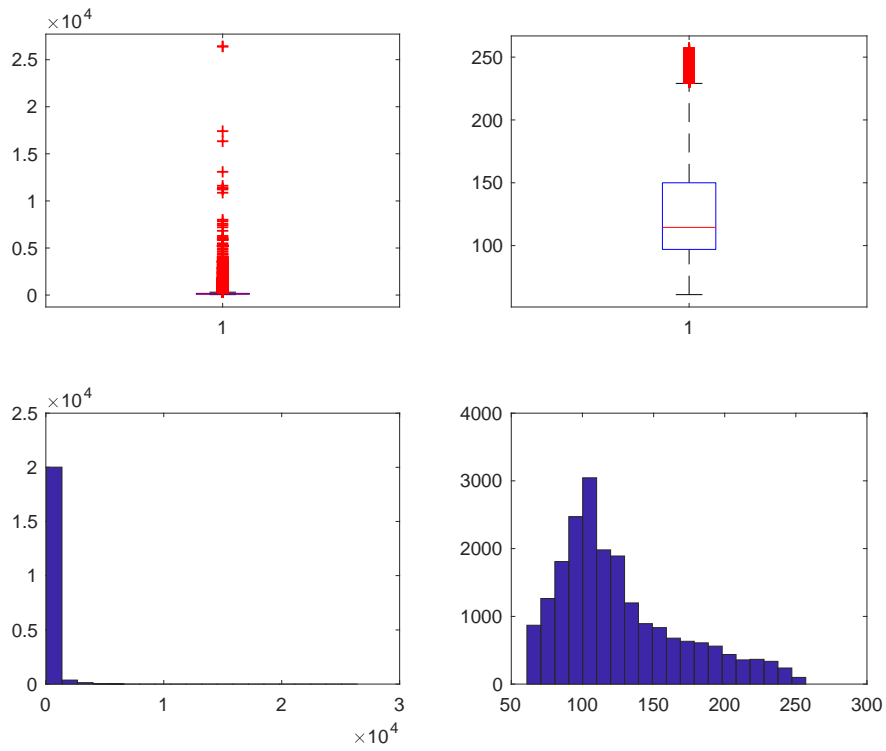


Figura 17. Superficie Residenziale

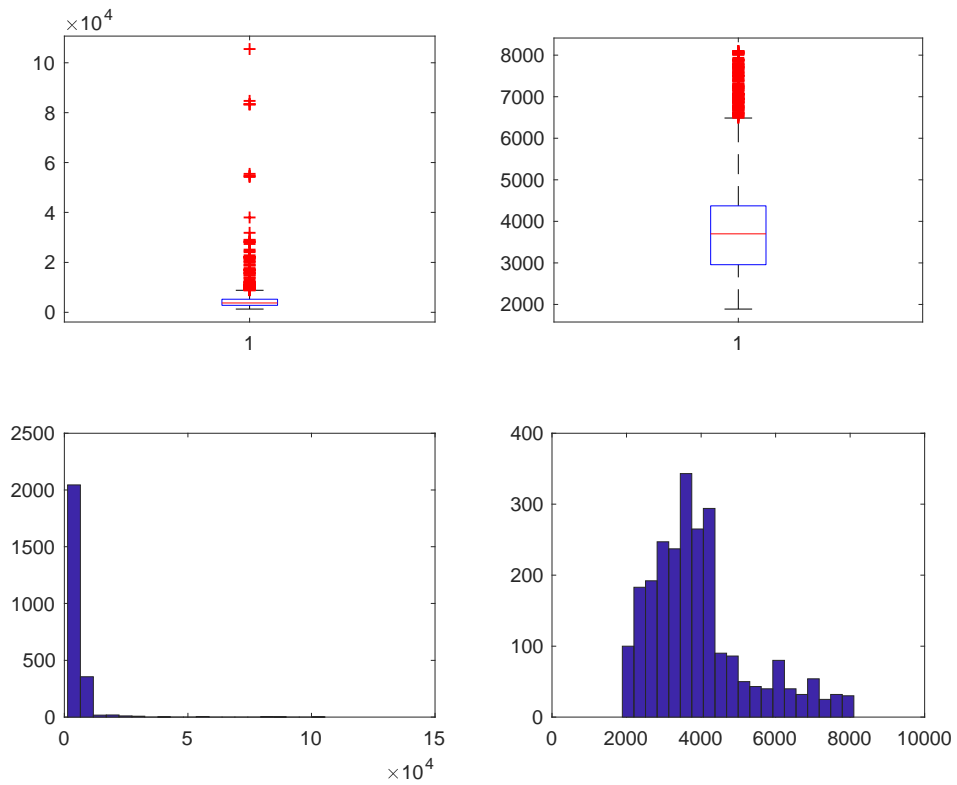
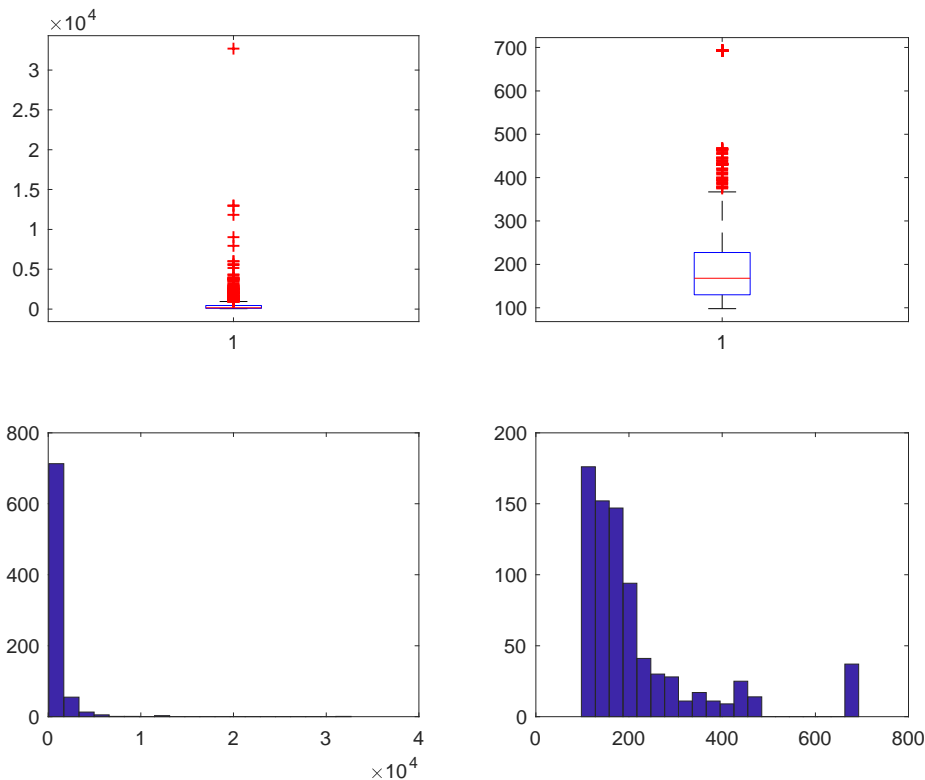


Figura 18. Volume Non Residenziale



**Figura 19. Superficie Misto**

Dopo lo studio delle variabili riguardanti le superfici per le singole tipologie la procedura prevede la divisione in 4 sottopopolazioni all'interno delle sottopopolazioni individuate precedentemente: INTERVENTO MULTIPLO (MULT), INTERVENTO SINGOLO PARETI VERTICALI (PV), INTERVENTO SINGOLO PARETI ORIZZONTALI O INCLINATE (POI) e INTERVENTO SINGOLO INFISSI (I).

Prima di procedere all'analisi delle variabili d'interesse per lo studio è stato necessario studiare in maniera dettagliata la superficie specifica dell'intervento in modo da normalizzare in maniera più precisa le variabili d'interesse. Questa operazione è stata di grande complessità ed è risultata molto onerosa anche da un punto di vista computazionale.

Si evidenziano qui solamente le numerosità delle sottopopolazioni, che verranno utilizzate poi anche per le variabili d'interesse.

Sottopopolazione RESIDENZIALE:

- MULT (numerosità 7715 casi);
- PV (numerosità 6118 casi);
- POI (numerosità 6616 casi);
- I (numerosità 232 casi).

Sottopopolazione NON RESIDENZIALE:

- MULT (numerosità 590 casi);
- PV (numerosità 203 casi);
- POI (numerosità 1617 casi);
- I (numerosità 22 casi).

Sottopopolazione MISTO:

- MULT (numerosità 258 casi);

- PV (numerosità 162 casi);
- POI (numerosità 347 casi);
- I (numerosità 11 casi).

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare”.

Nel caso SING, le variabili sono state studiate normalizzandole per la variabile superficie.

Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quelli utilizzati per la variabile “superficie” e per la variabile “superficie specifica” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

I risultati più immediati sono:

Sottopopolazione RESIDENZIALE:

- RISPARMIO: 1318 imputazioni (MULT), 1165 imputazioni (PV), 1608 imputazioni (POI), 87 imputazioni (I);
- COSTO: 834 imputazioni (MULT), 747 imputazioni (PV), 1143 imputazioni (POI), 45 imputazioni (I);
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 1412 imputazioni (MULT), 1227 imputazioni (PV), 1801 imputazioni (POI), 79 imputazioni (I).

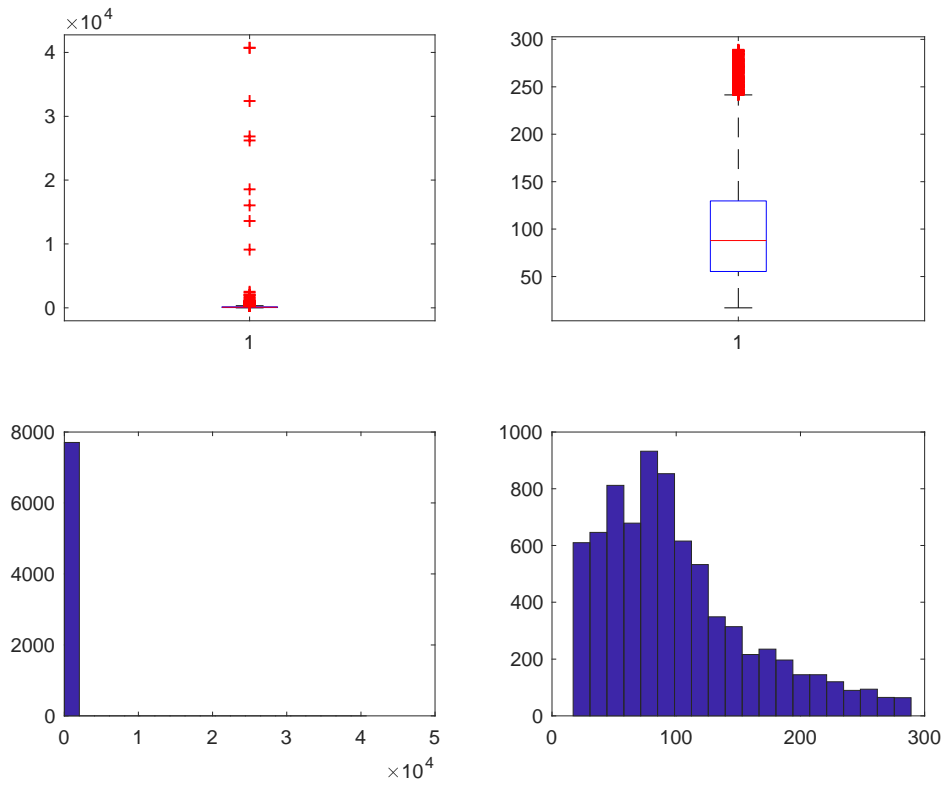
Sottopopolazione NON RESIDENZIALE:

- RISPARMIO: 168 imputazioni (MULT), 62 imputazioni (PV), 524 imputazioni (POI), 8 imputazioni (I);
- COSTO: 66 imputazioni (MULT), 51 imputazioni (PV), 307 imputazioni (POI), 6 imputazioni (I);
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 144 imputazioni (MULT), 47 imputazioni (PV), 411 imputazioni (POI), 5 imputazioni (I).

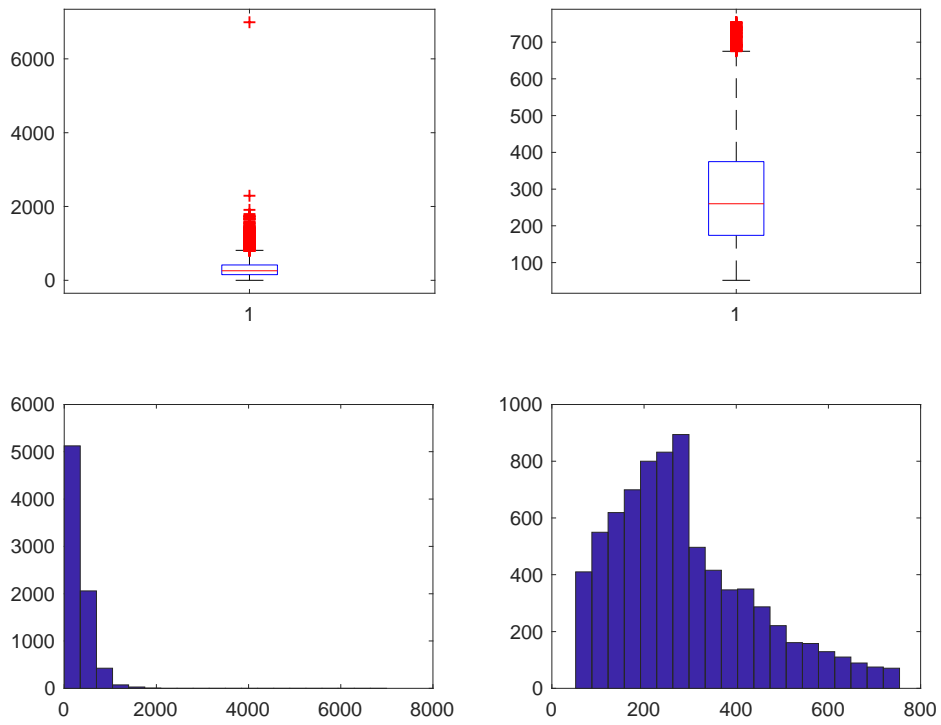
Sottopopolazione MISTO:

- RISPARMIO: 58 imputazioni (MULT), 35 imputazioni (PV), 132 imputazioni (POI), 4 imputazioni (I);
- COSTO: 40 imputazioni (MULT) 25 imputazioni (PV), 107 imputazioni (POI), 6 imputazioni (I);
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 59 imputazioni (MULT), 35 imputazioni (PV), 74 imputazioni (POI), 2 imputazioni (I).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 20. Risparmio RESMULT**



**Figura 21. Costo RESMULT**

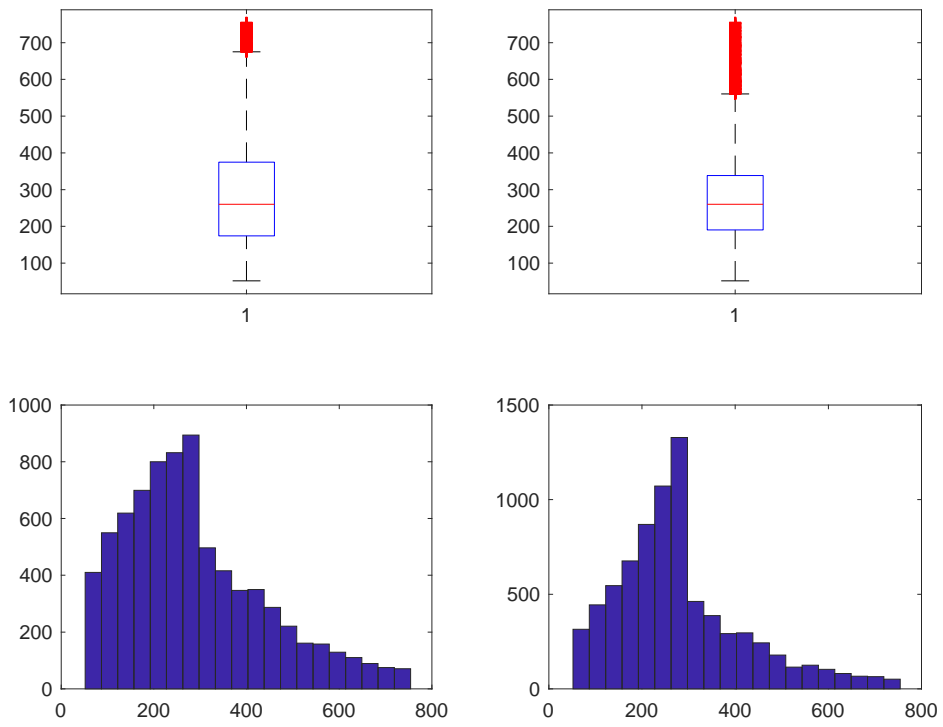


Figura 22. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RESMULT

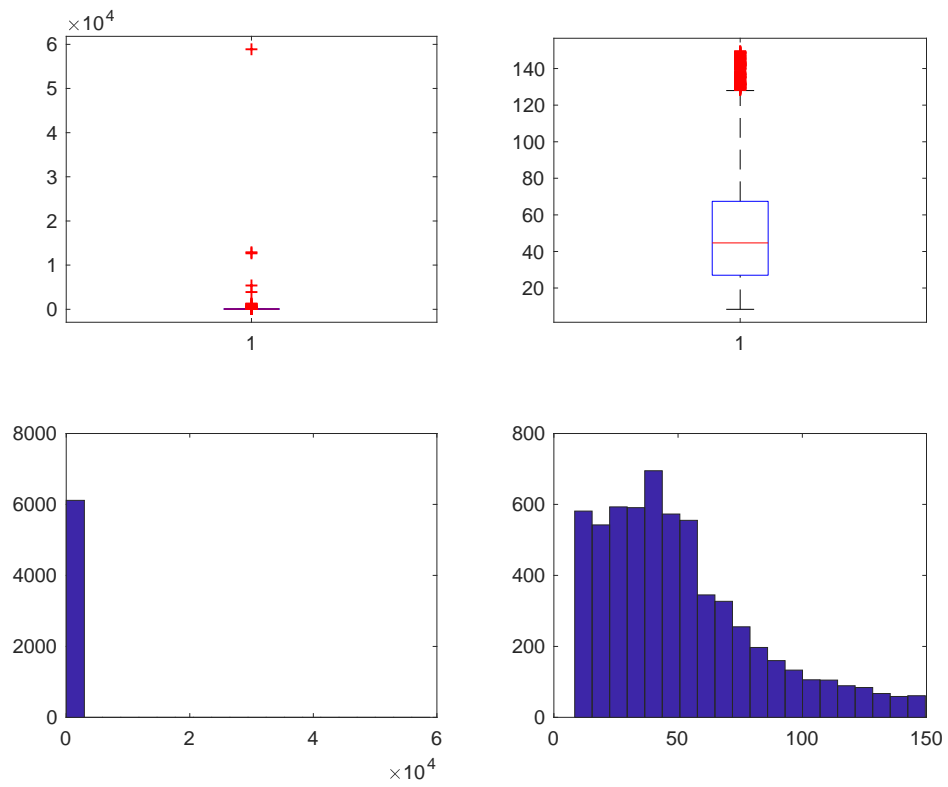
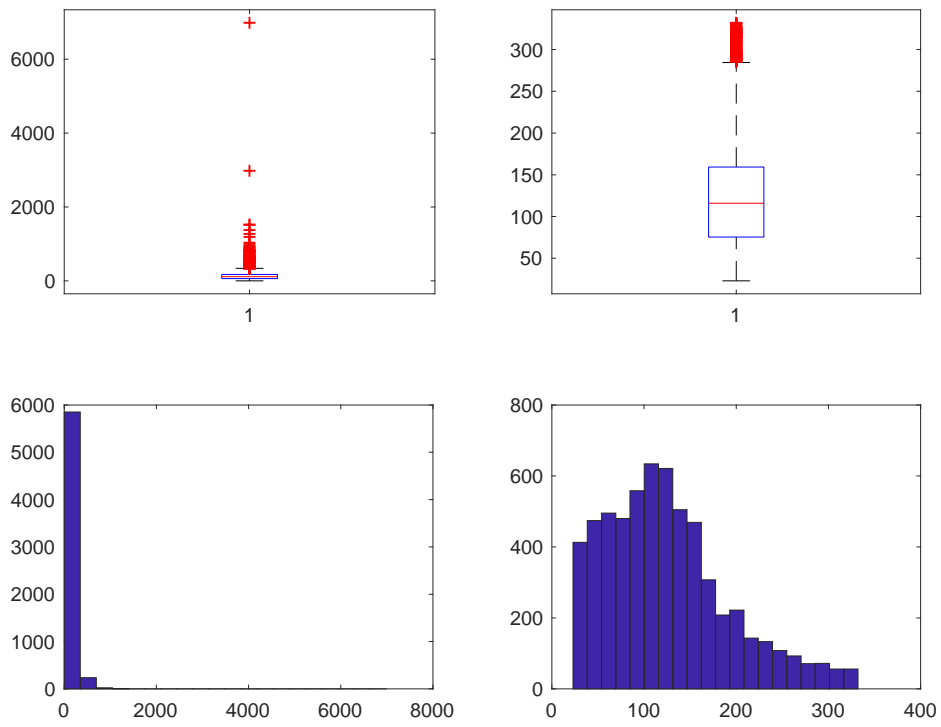
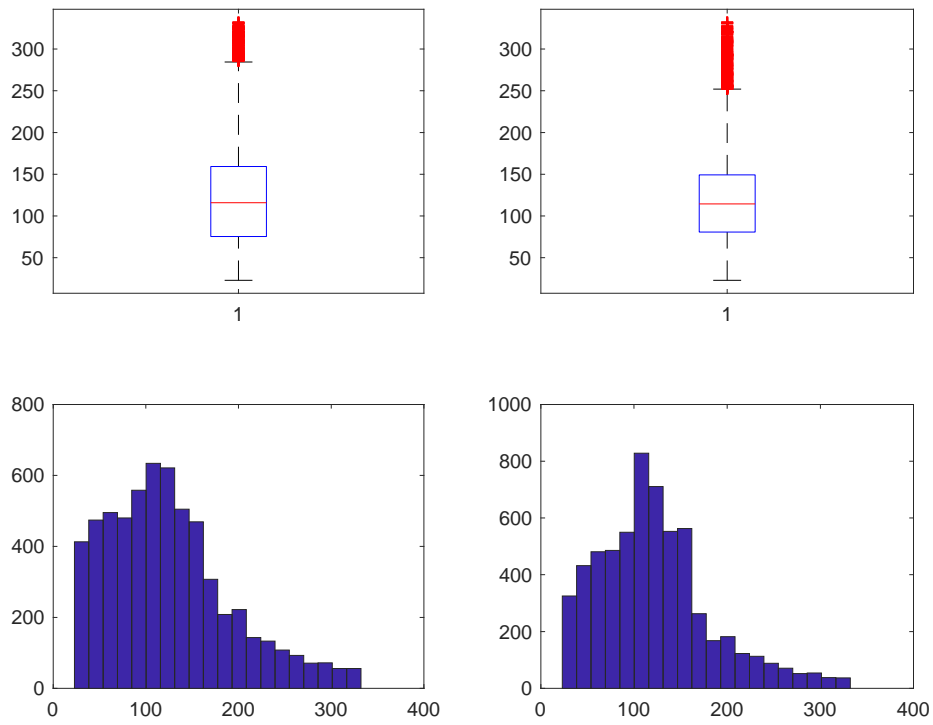


Figura 23. Risparmio RESPV



**Figura 24. Costo RESPV**



**Figura 25. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RESPV**

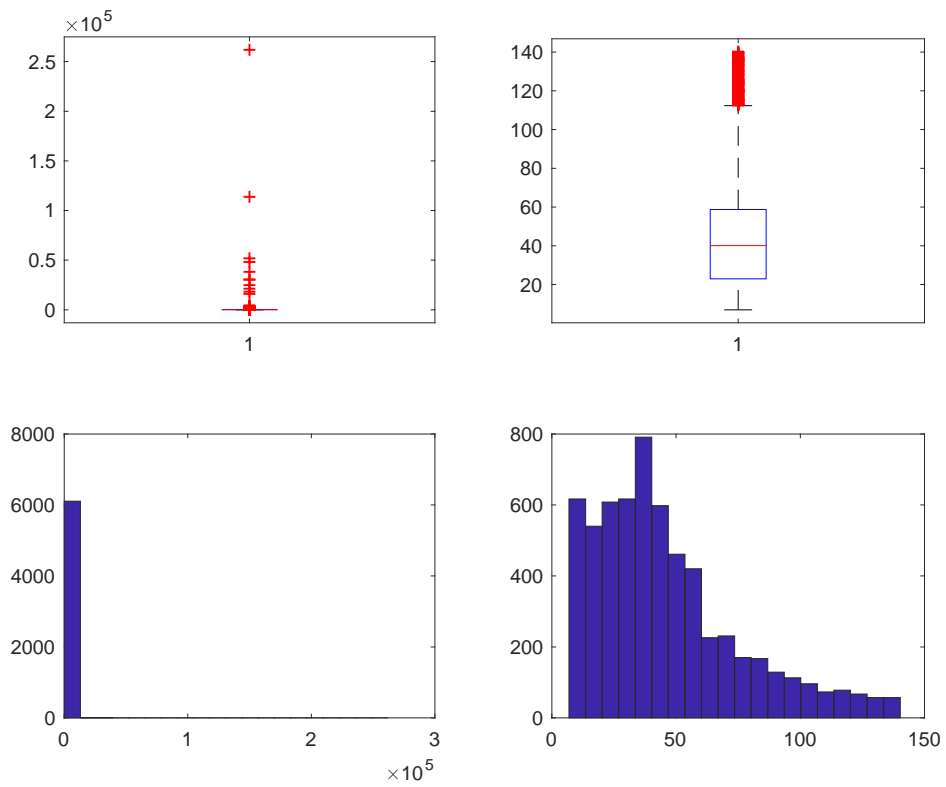


Figura 26. Risparmio RESPOI

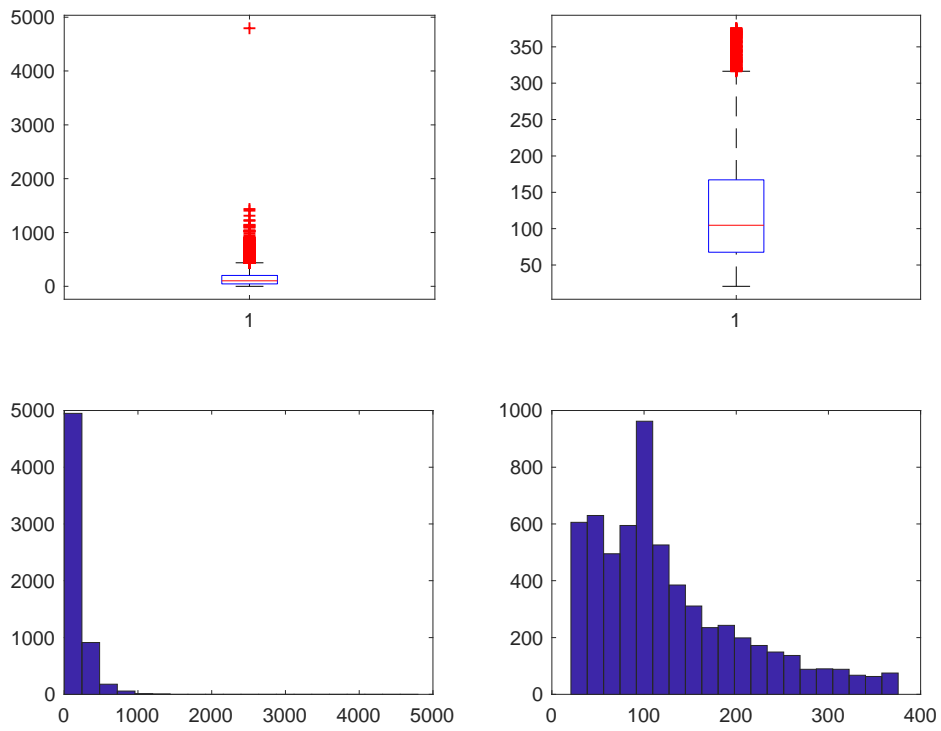
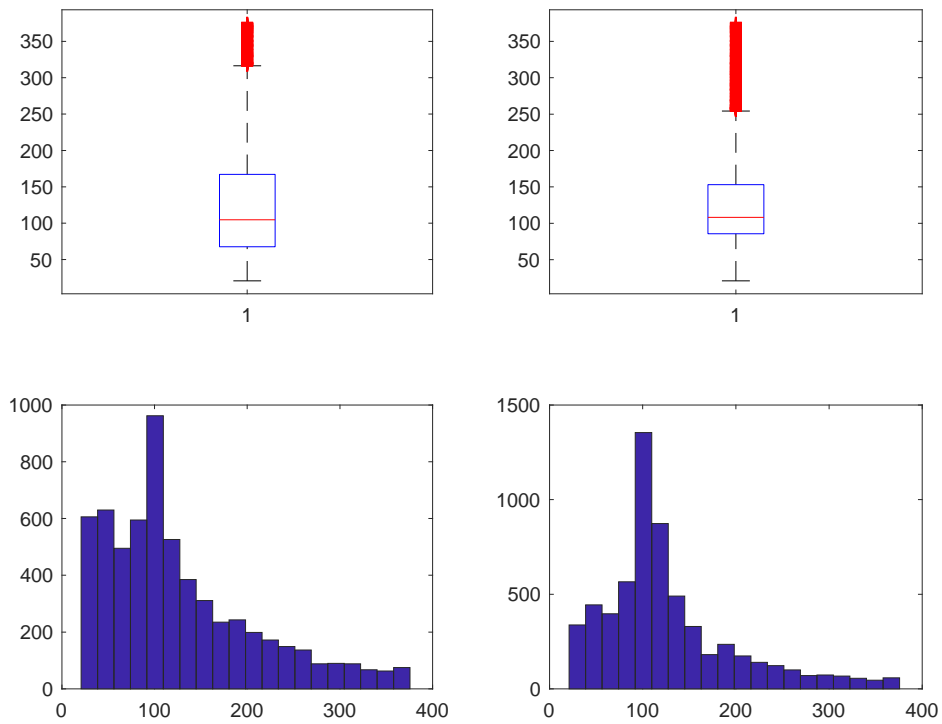
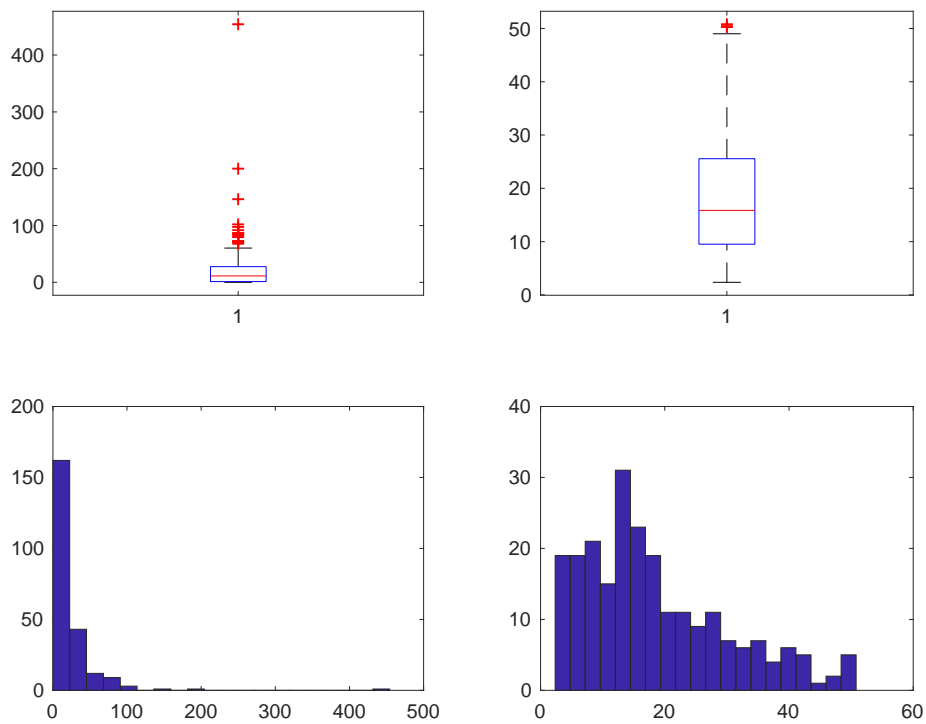


Figura 27. Costo RESPOI



**Figura 28. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RESPOI**



**Figura 29. Risparmio RESI**

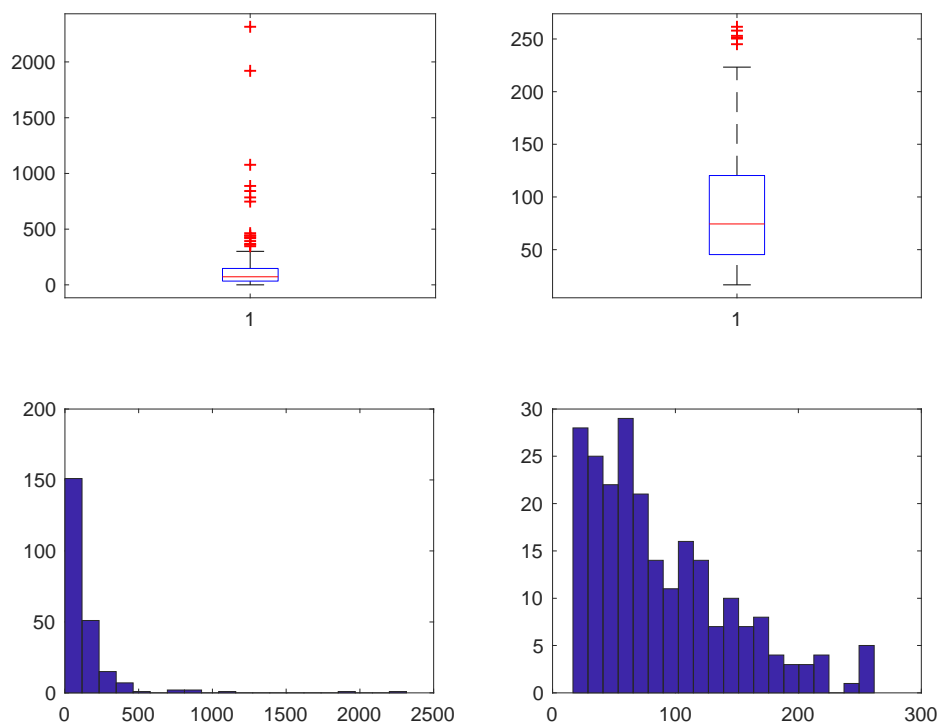


Figura 30. Costo RESI

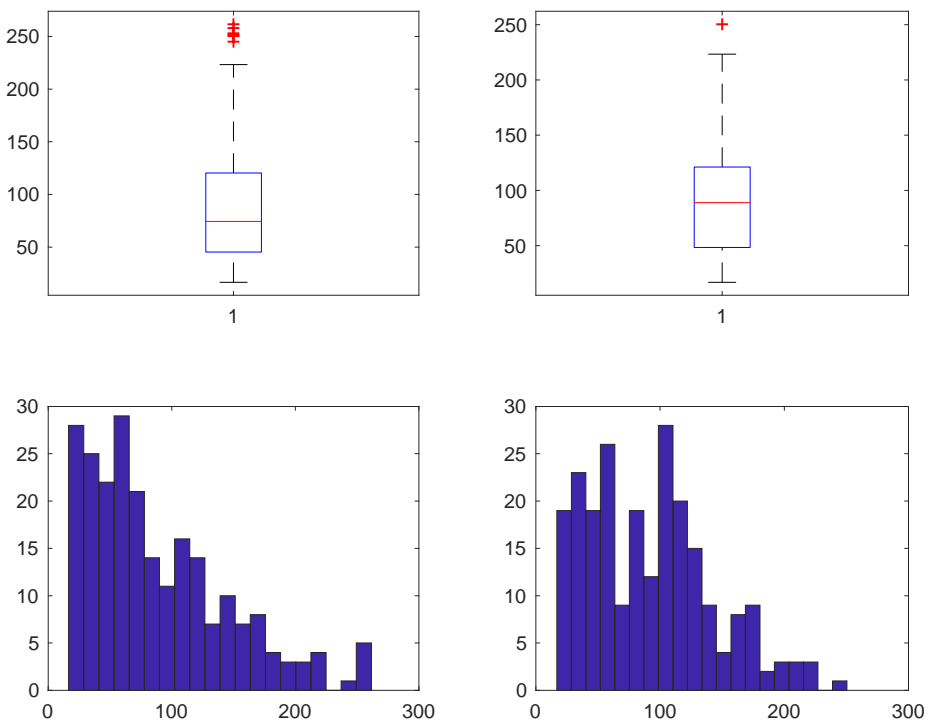
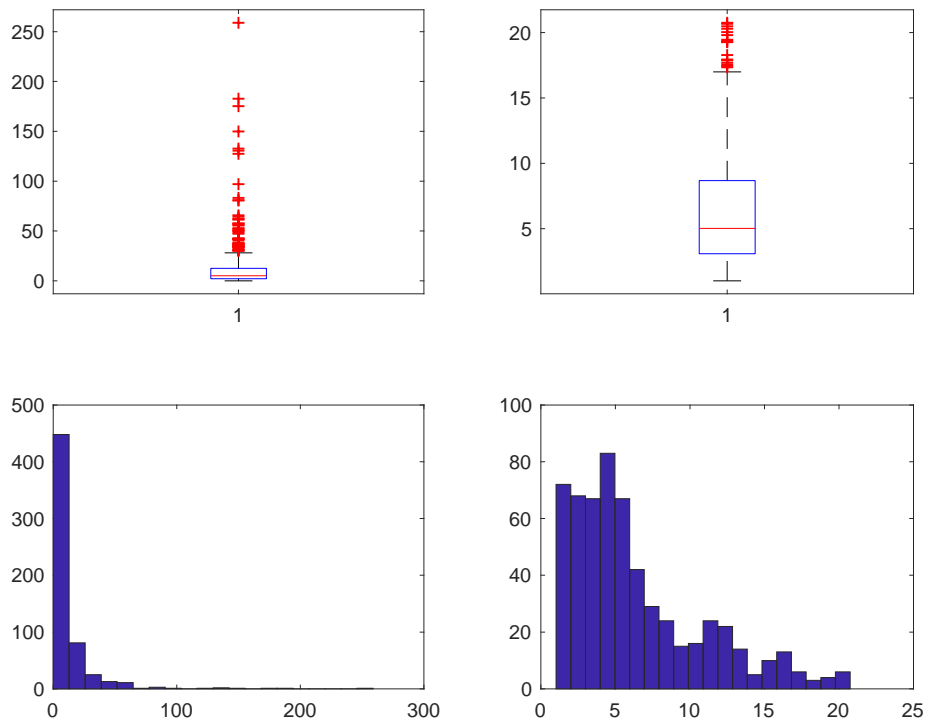
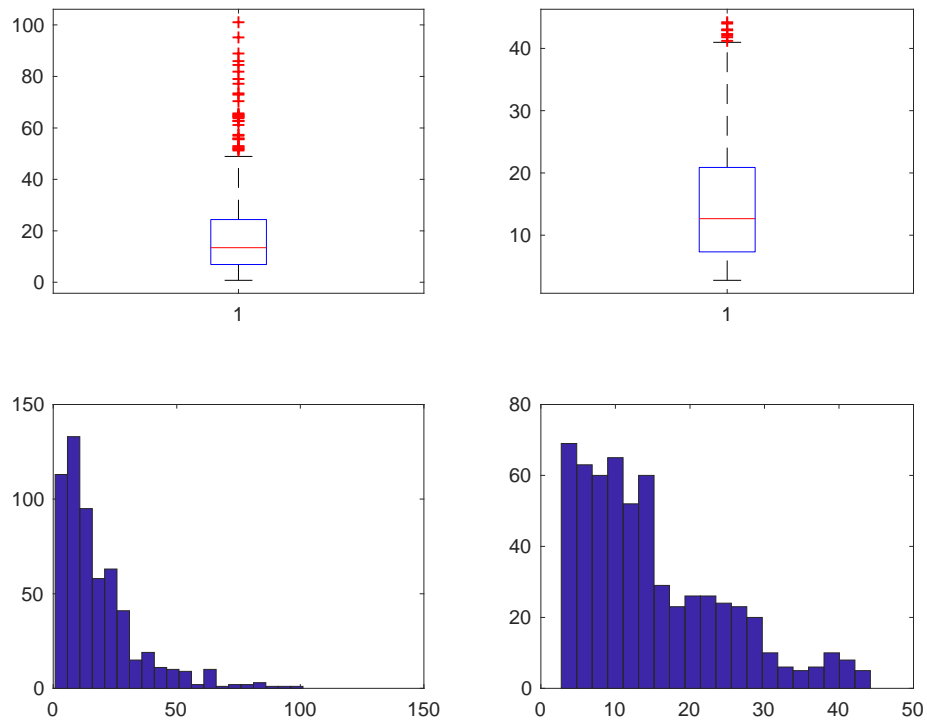


Figura 31. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RESI



**Figura 32. Risparmio NORESMULT**



**Figura 33. Costo NORESMULT**

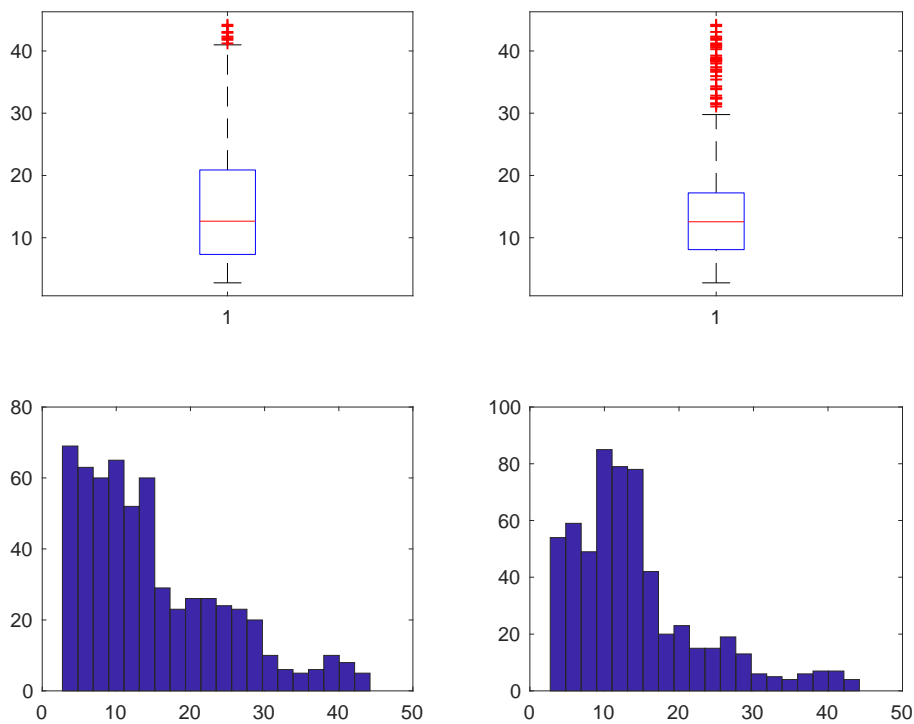


Figura 34. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORESMUL

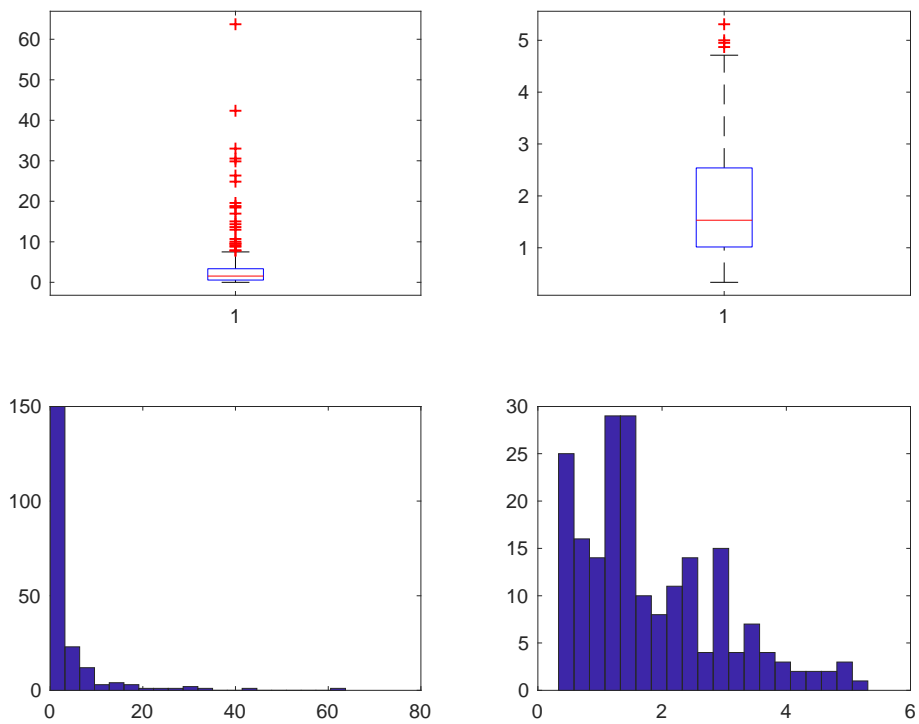
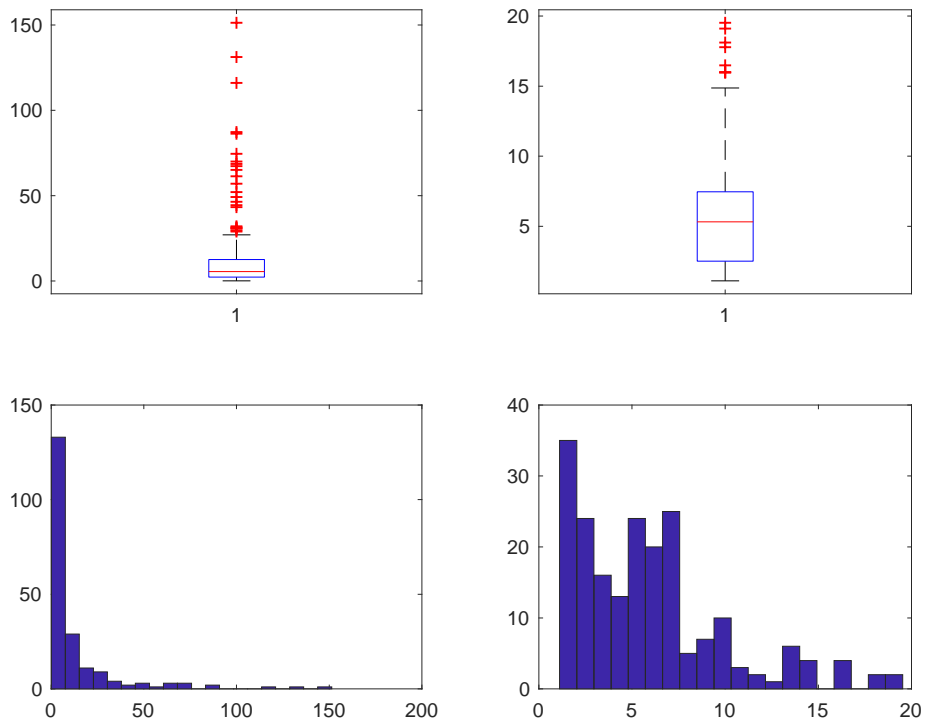
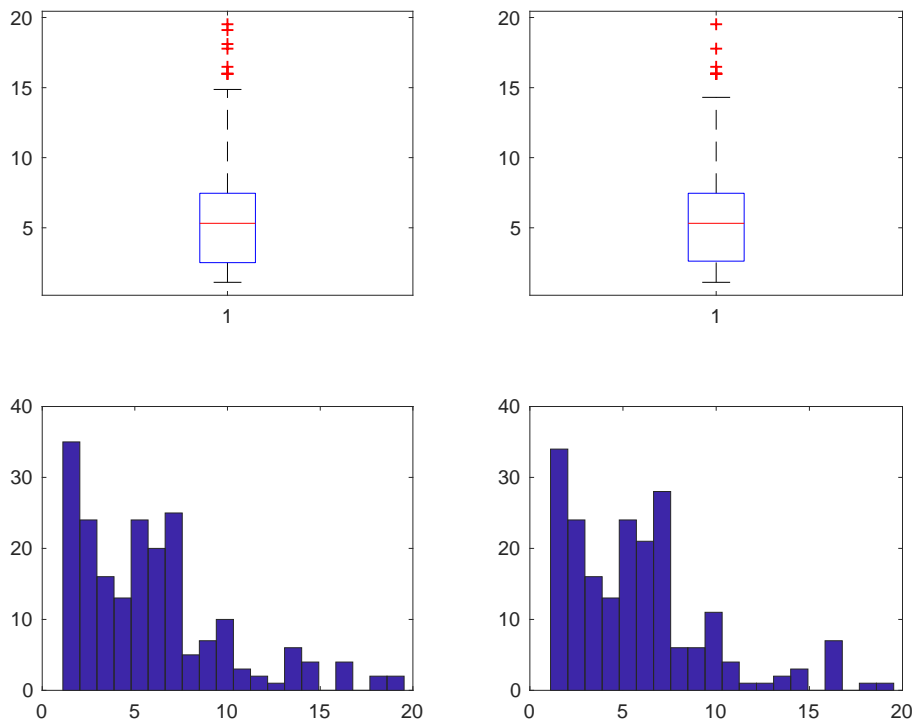


Figura 35. Risparmio NORESPV



**Figura 36. Costo NORESPV**



**Figura 37. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORESPV**

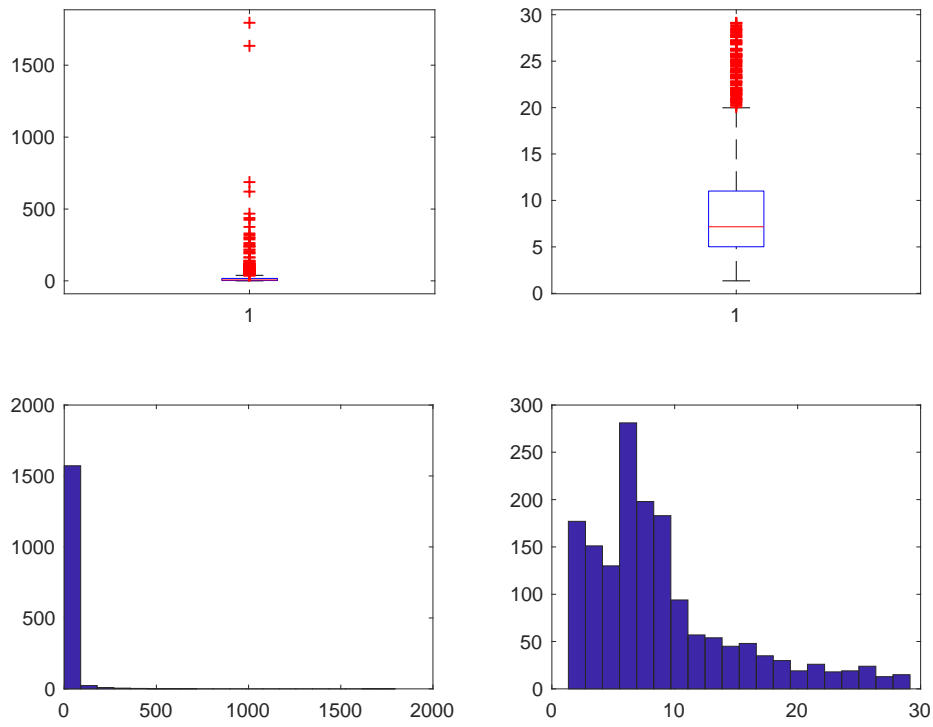


Figura 38. Risparmio NORESPOI

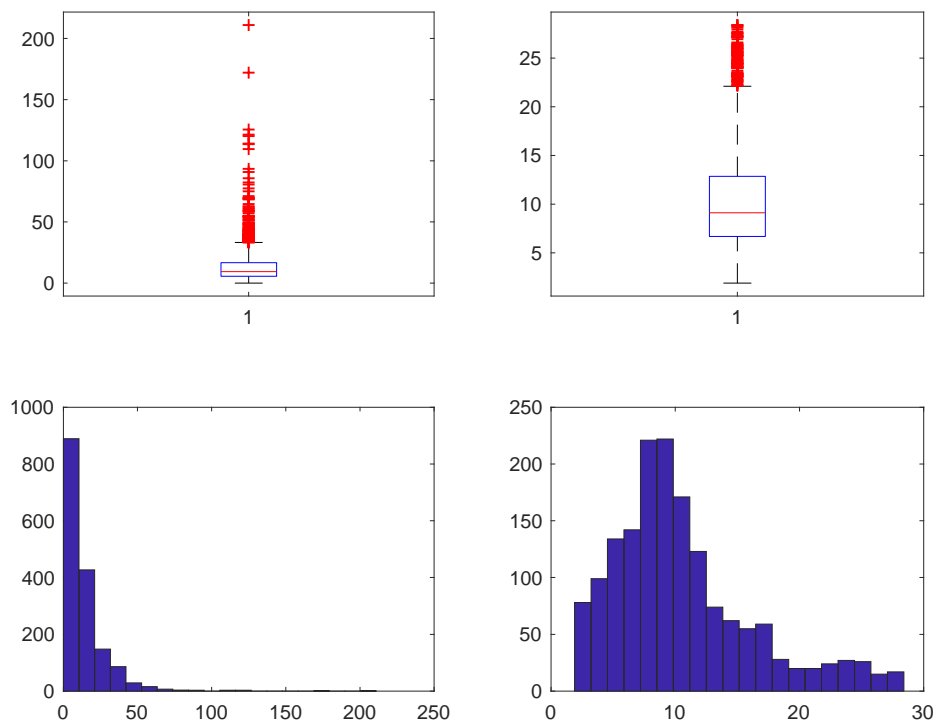
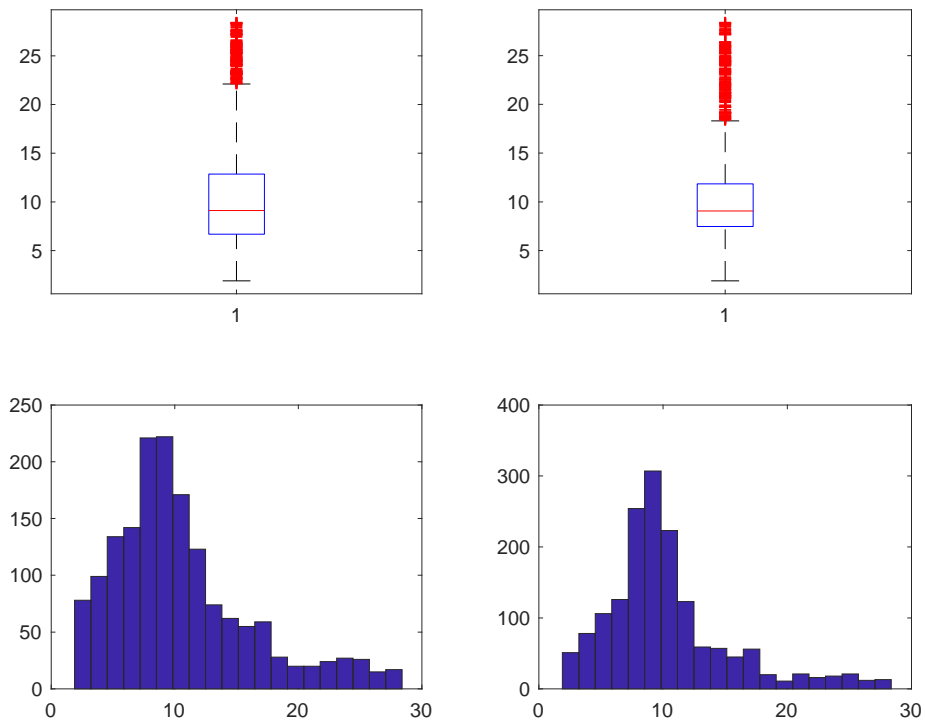
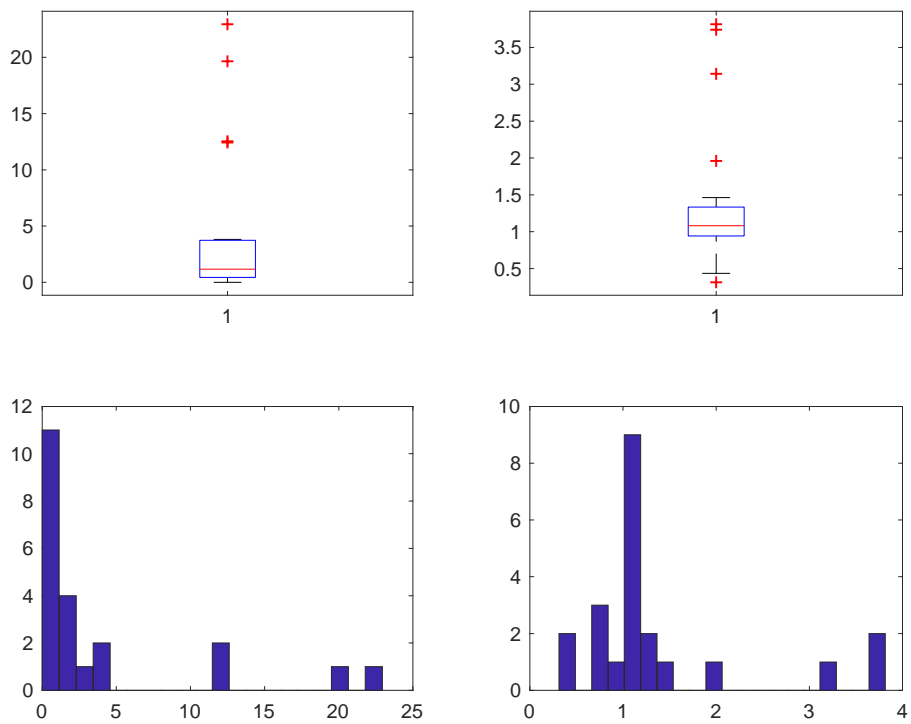


Figura 39. Costo NORESPOI



**Figura 40. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORESPOI**



**Figura 41. Risparmio NORESI**

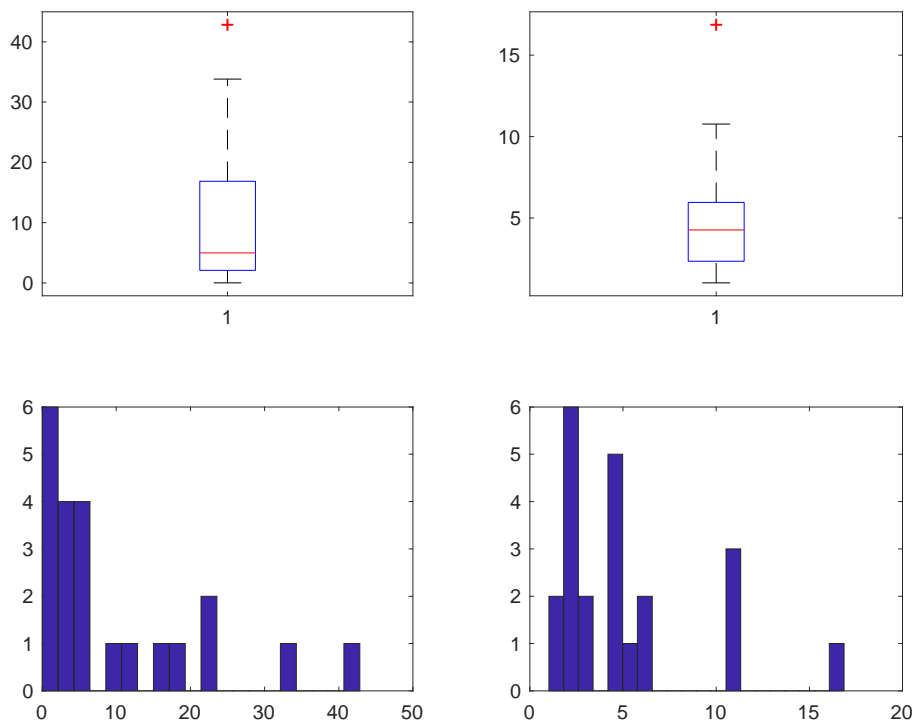


Figura 42. Costo NORESI

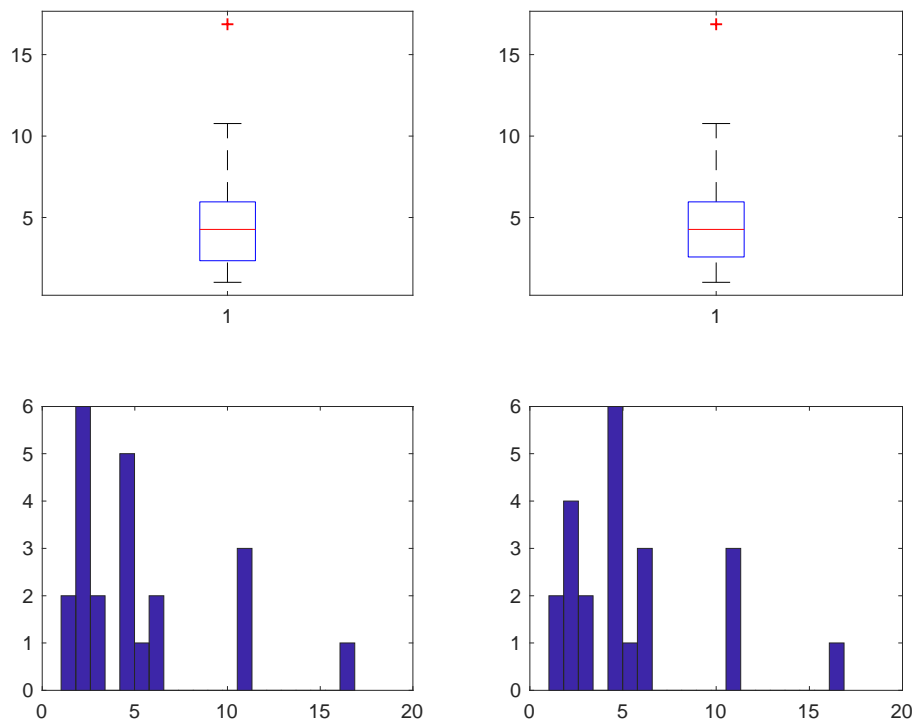
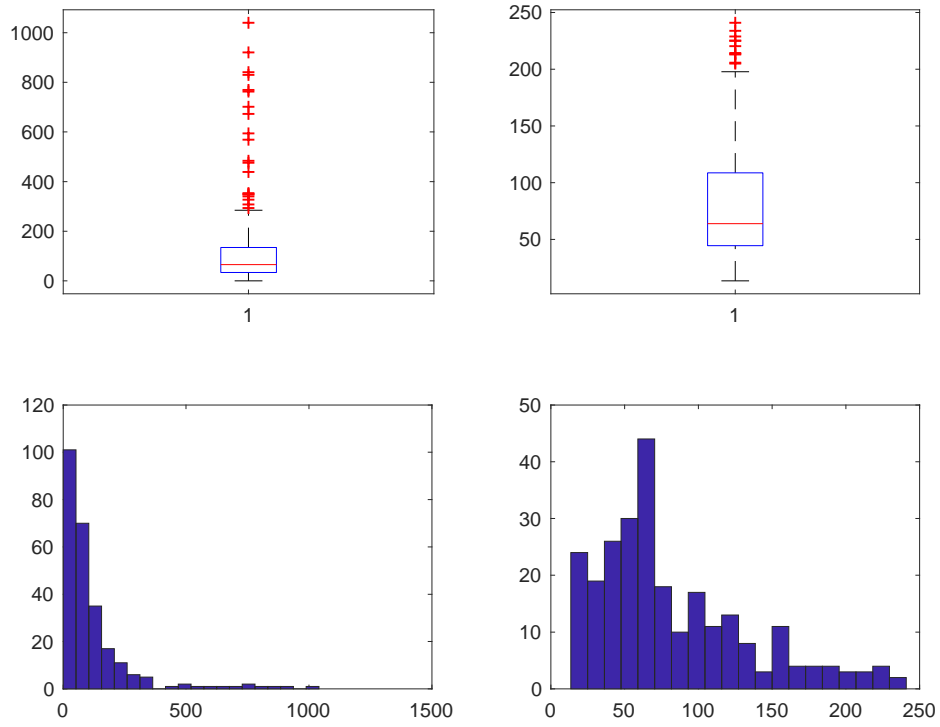
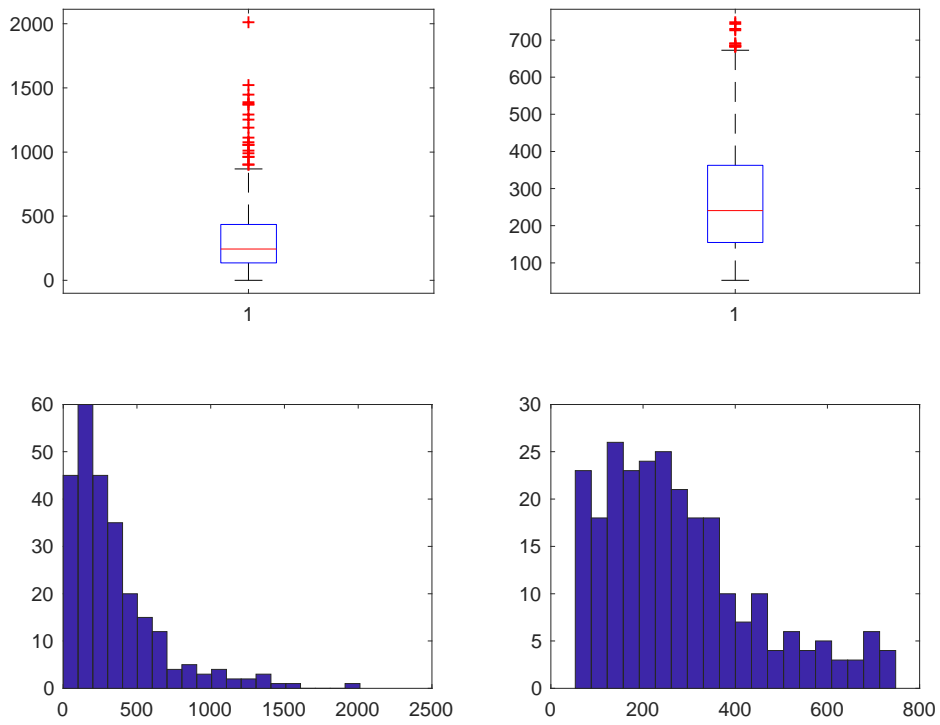


Figura 43. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORESI



**Figura 44. Risparmio MISMULT**



**Figura 45. Costo MISMULT**

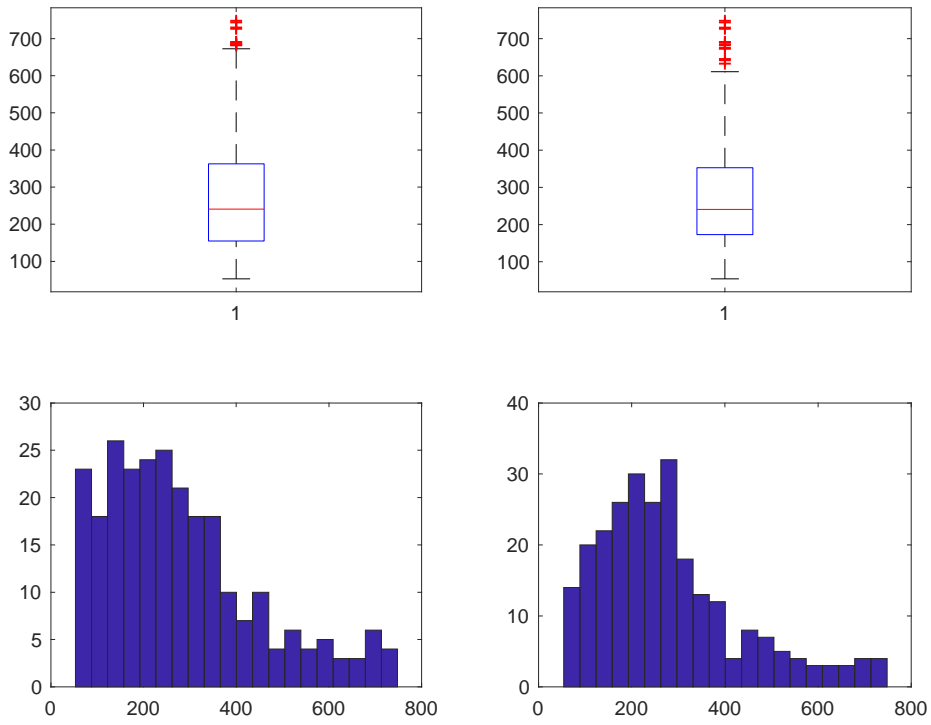


Figura 46. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MISMULT

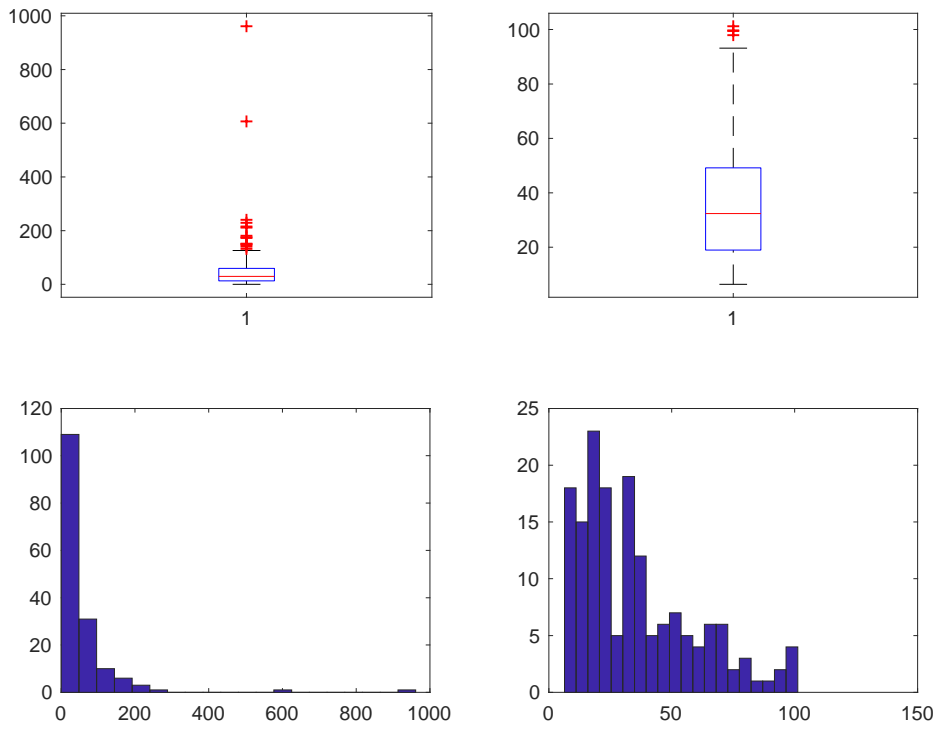
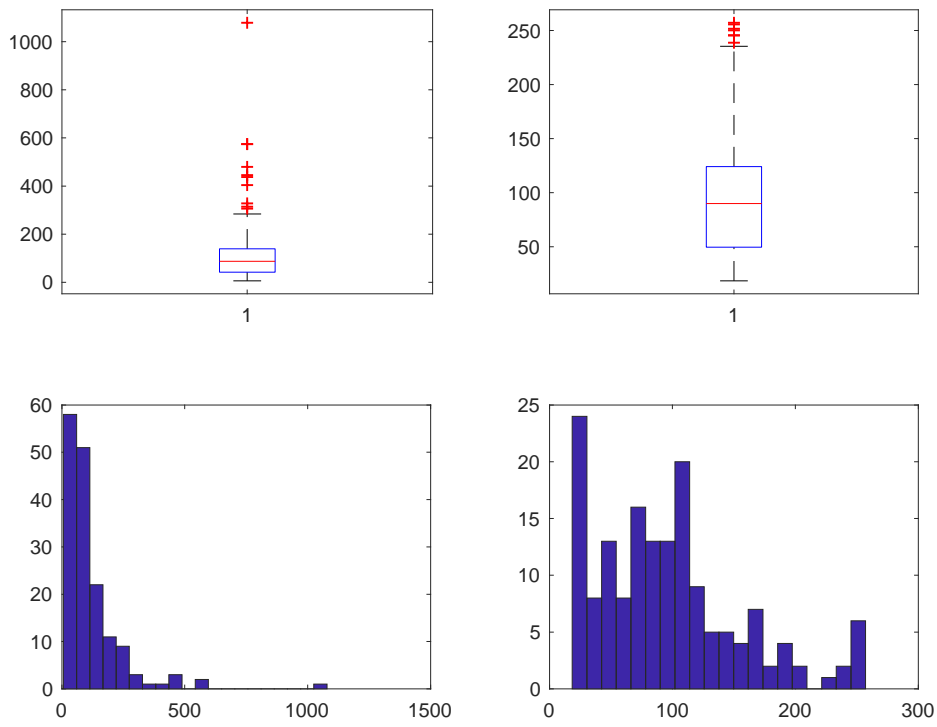
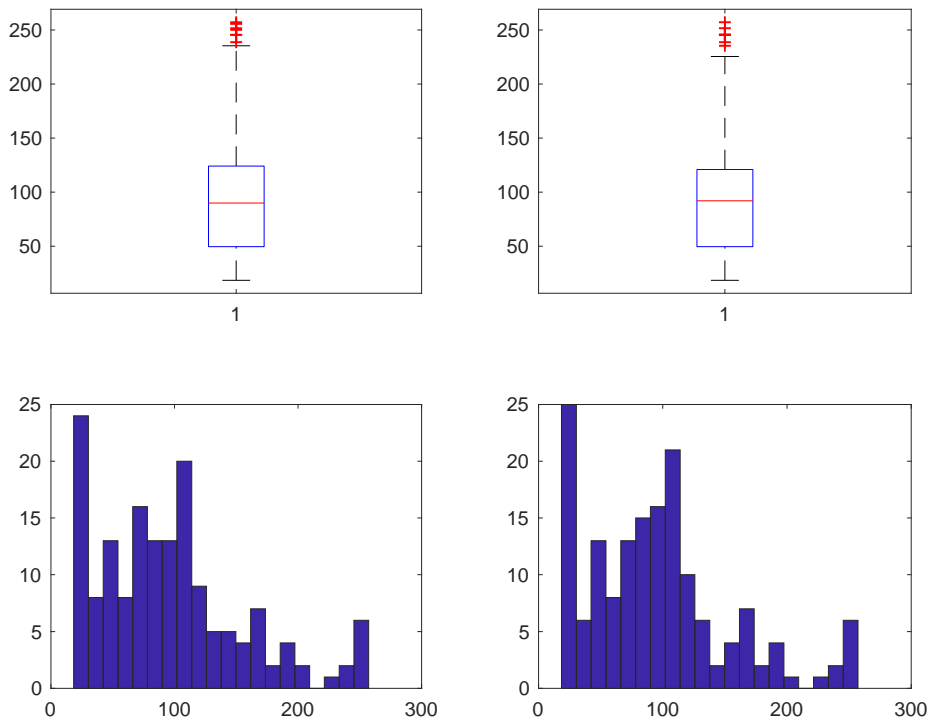


Figura 47. Risparmio MISPV



**Figura 48. Costo MISPV**



**Figura 49. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MISPV**

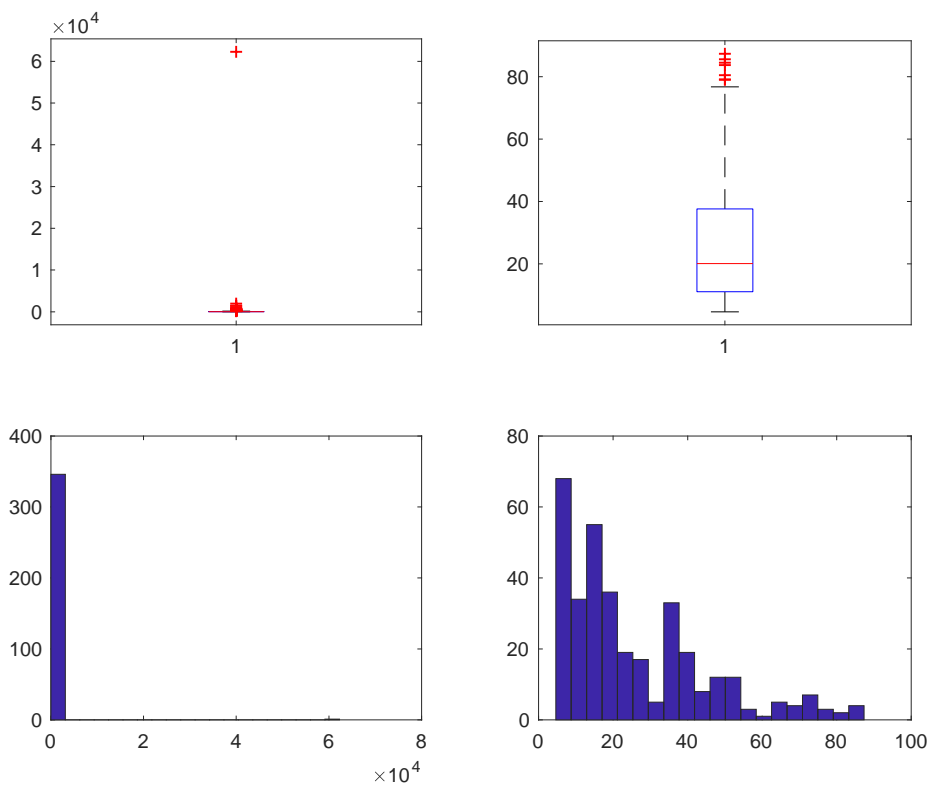


Figura 50. Risparmio MISPOI

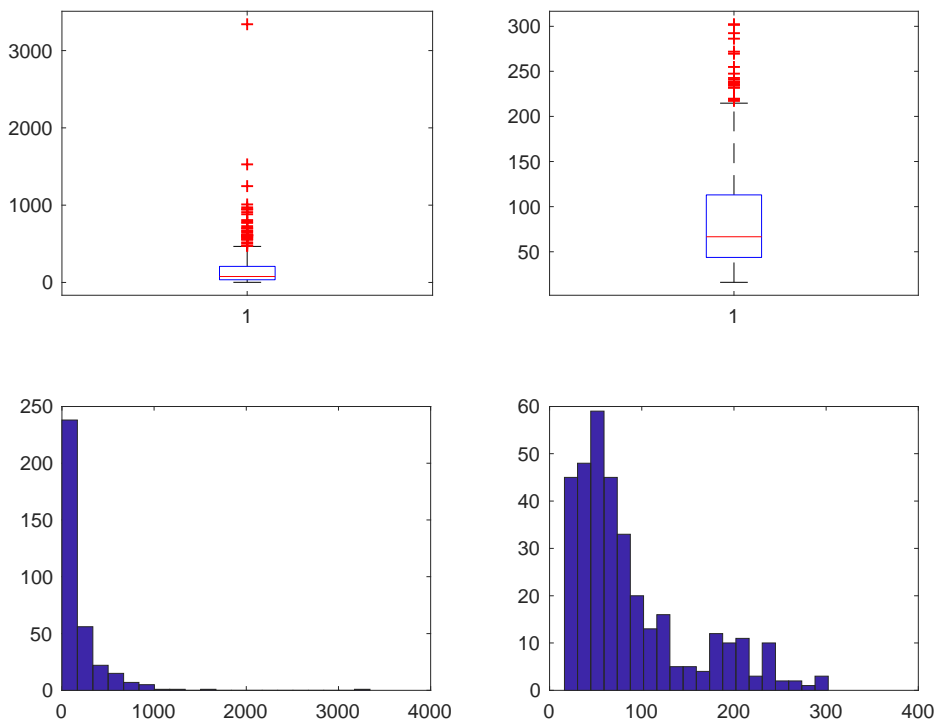
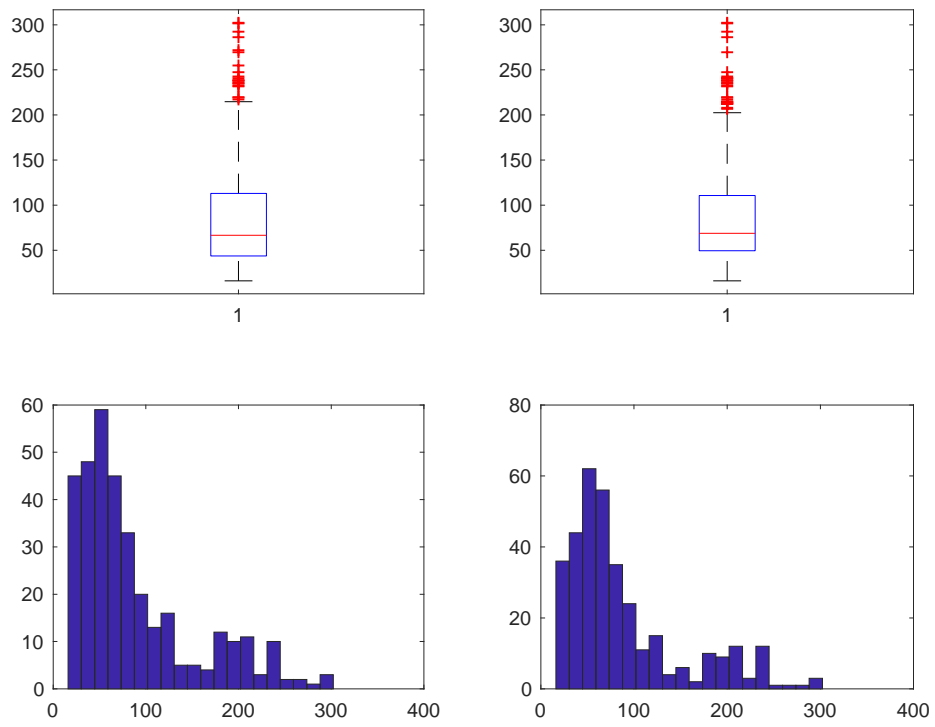
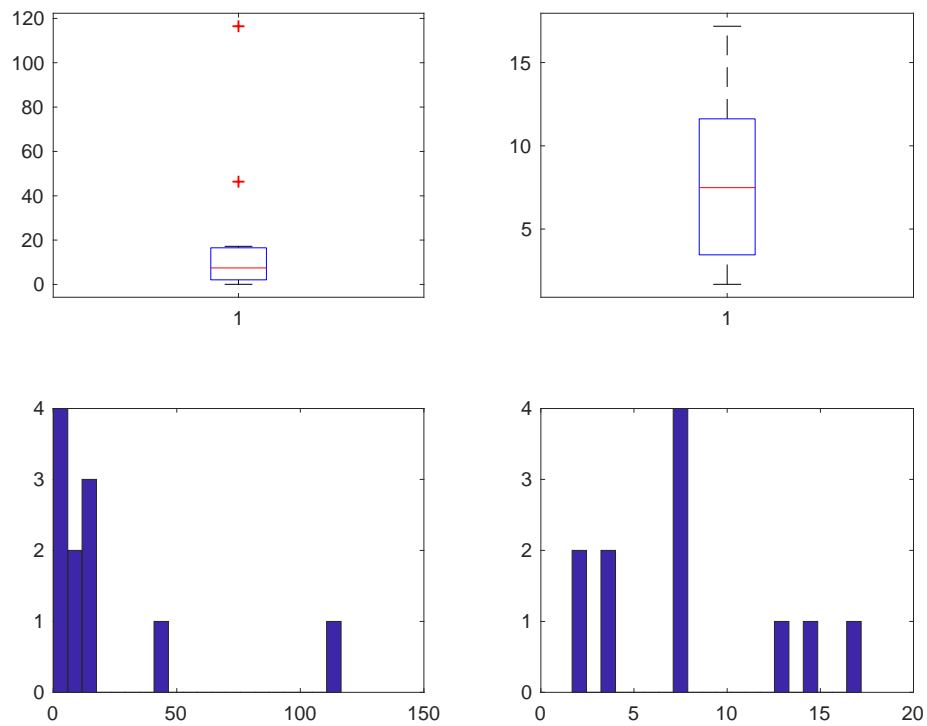


Figura 51. Costo MISPOI



**Figura 52. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MISPOI**



**Figura 53. Risparmio MISI**

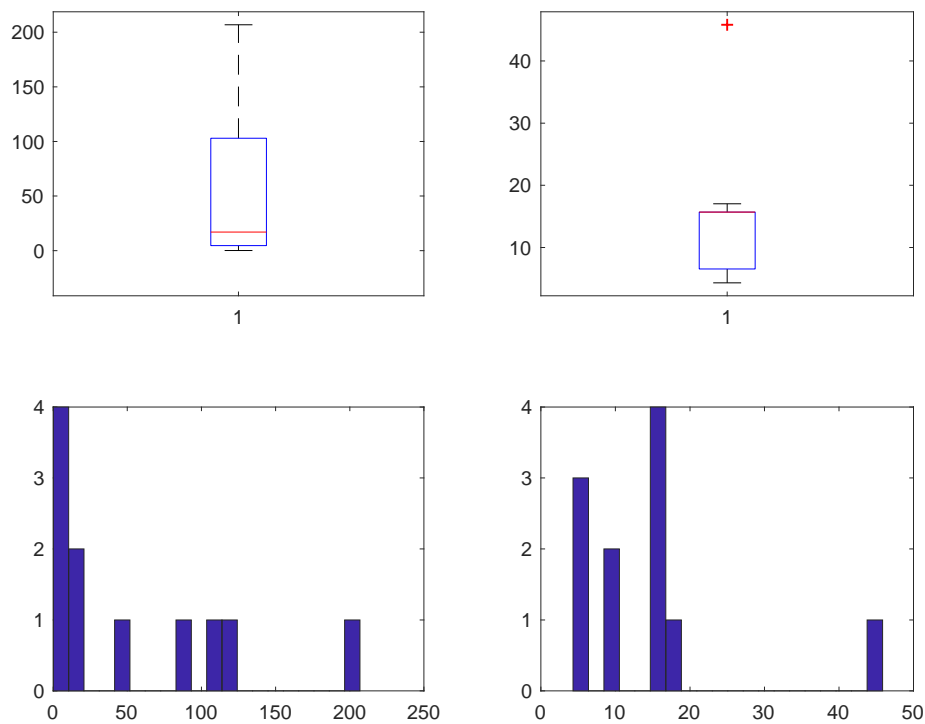


Figura 54. Costo MISI

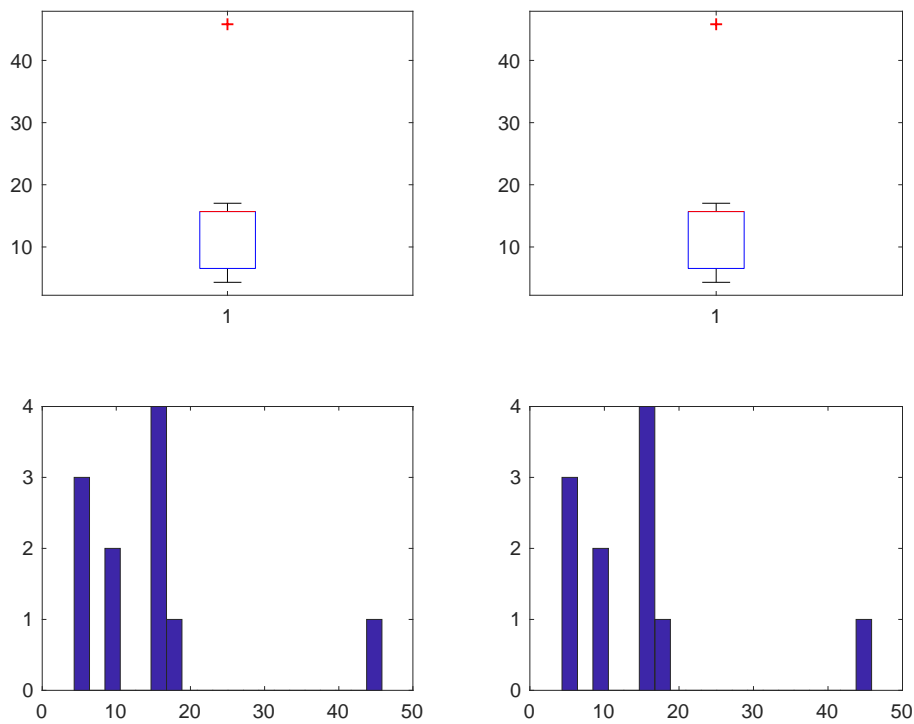


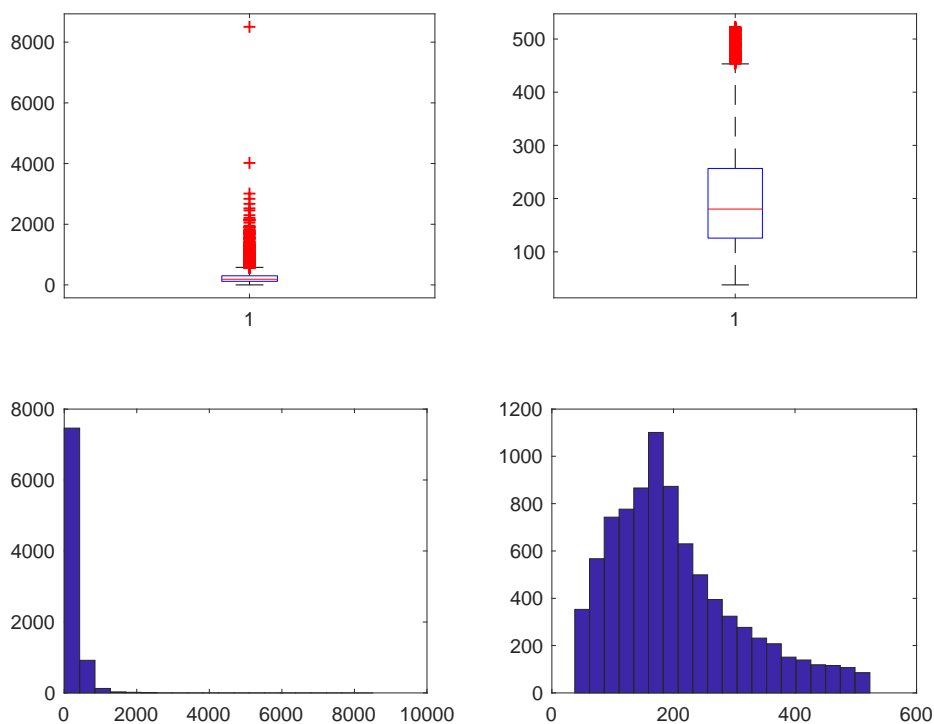
Figura 55. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MISI

Per questo comma è stato necessario rivalutare anche la variabile Costo sia direttamente che tramite la variabile Costo/Risparmio ai fini di correggere eventuali errori ancora presenti.

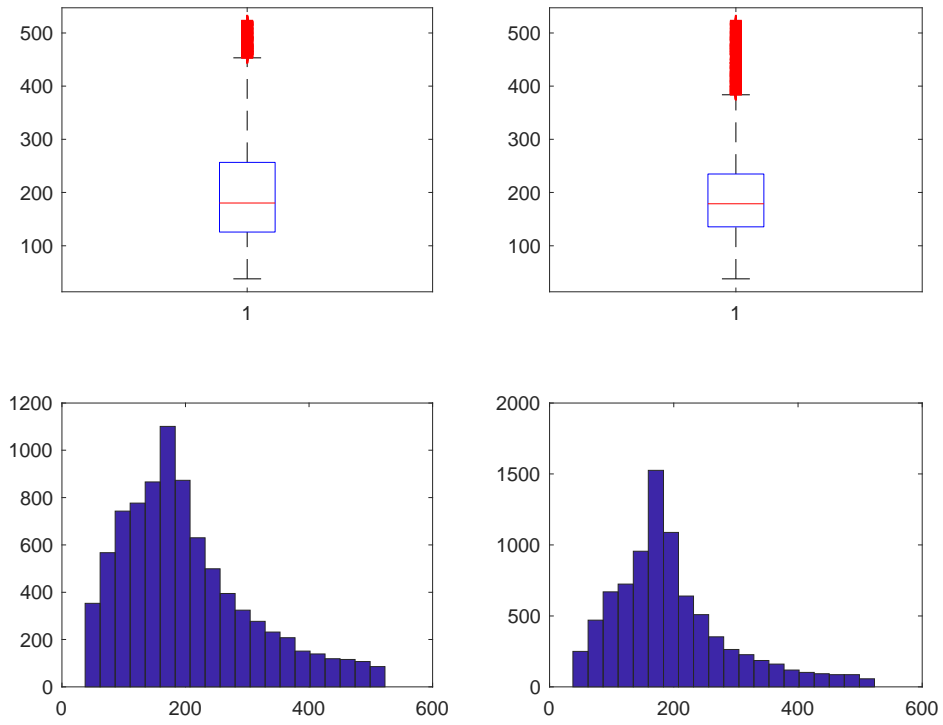
I risultati sono:

- COSTO: 934 imputazioni (MULT), 812 imputazioni (PV), 1354 imputazioni (POI), 234 imputazioni (I);
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 1607 imputazioni (MULT), 1623 imputazioni (PV), 2404 imputazioni (POI), 87 imputazioni (I).

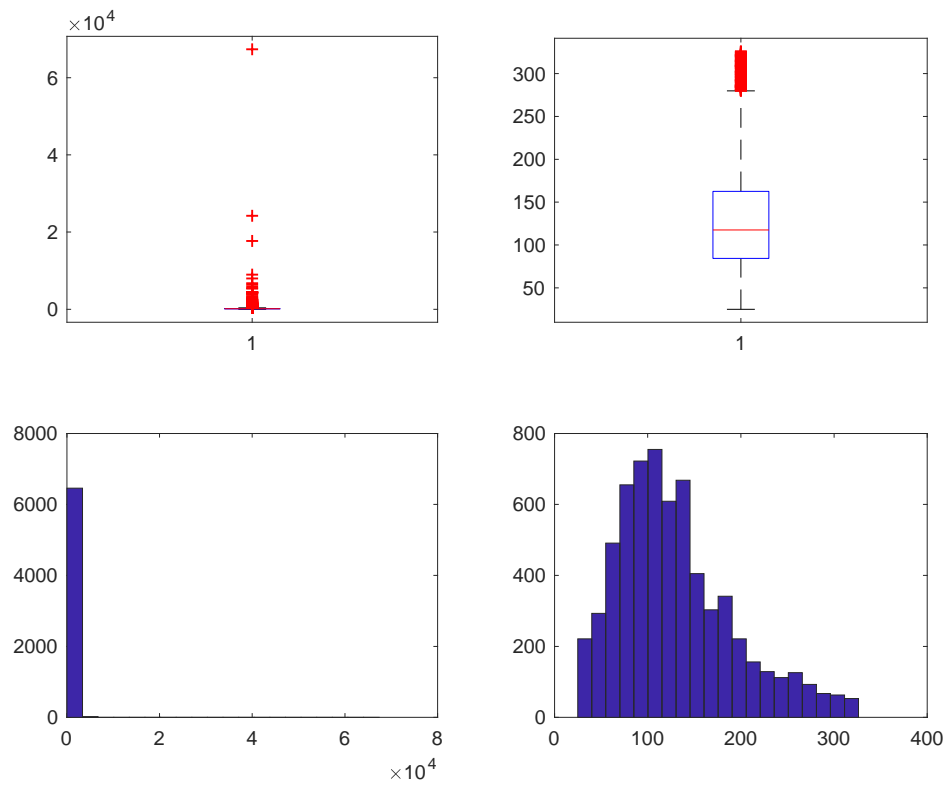
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione della variabile Costo per le 4 sottopopolazioni cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



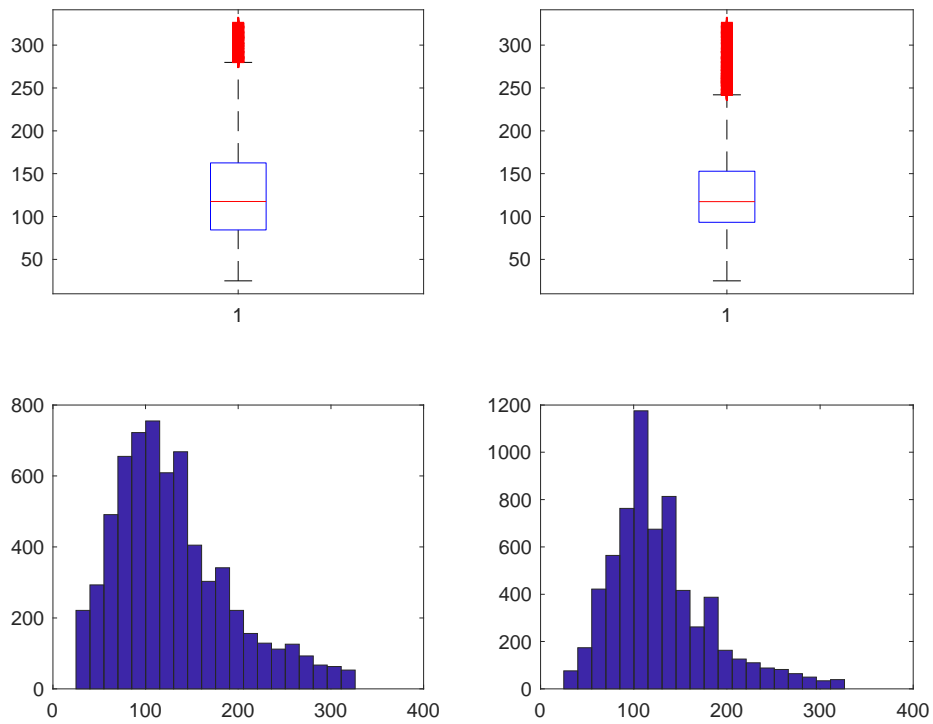
**Figura 56. Costo MULT**



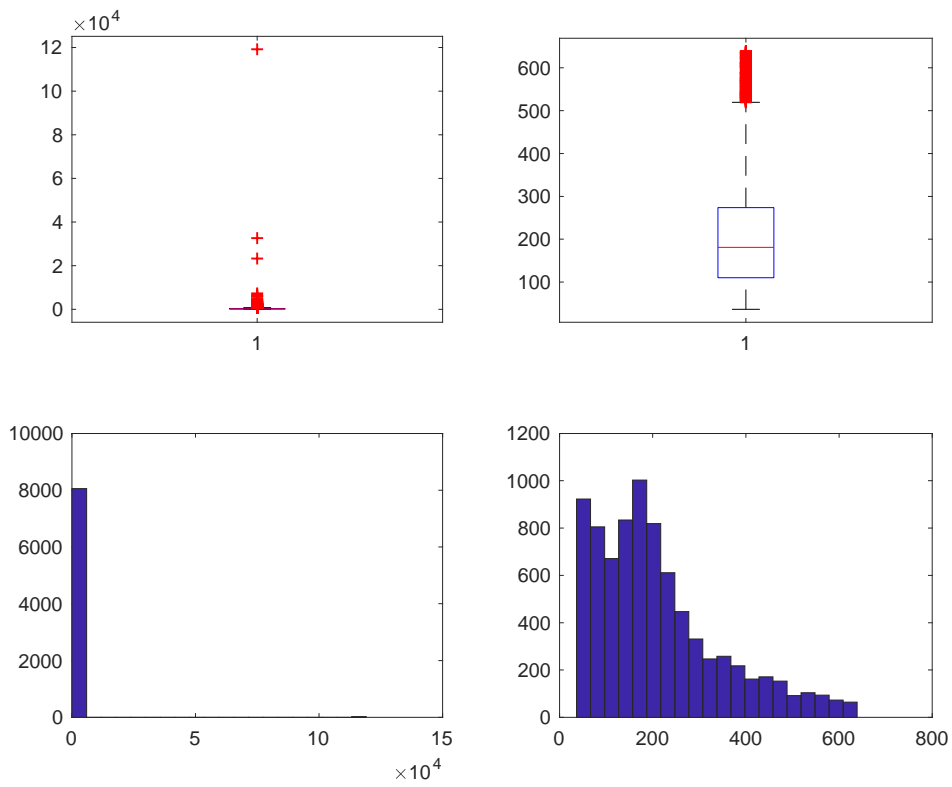
**Figura 57. Costo studio su Costo/Risparmio MULT**



**Figura 58. Costo PV**



**Figura 59. Costo dopo studio su Costo/Risparmio PV**



**Figura 60. Costo POI**

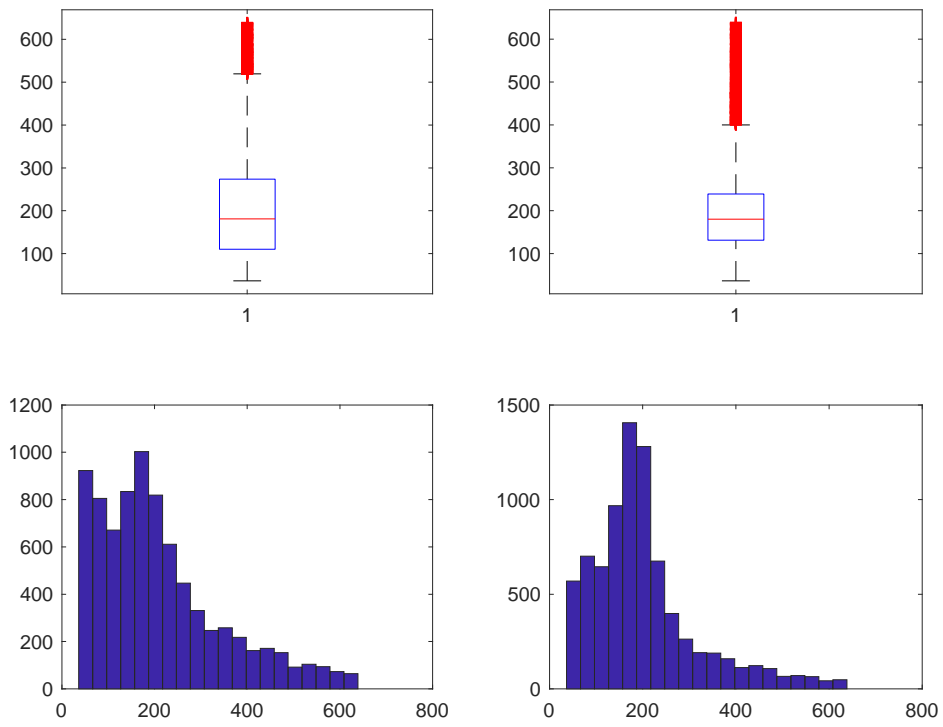


Figura 61. Costo dopo studio su Costo/Risparmio POI

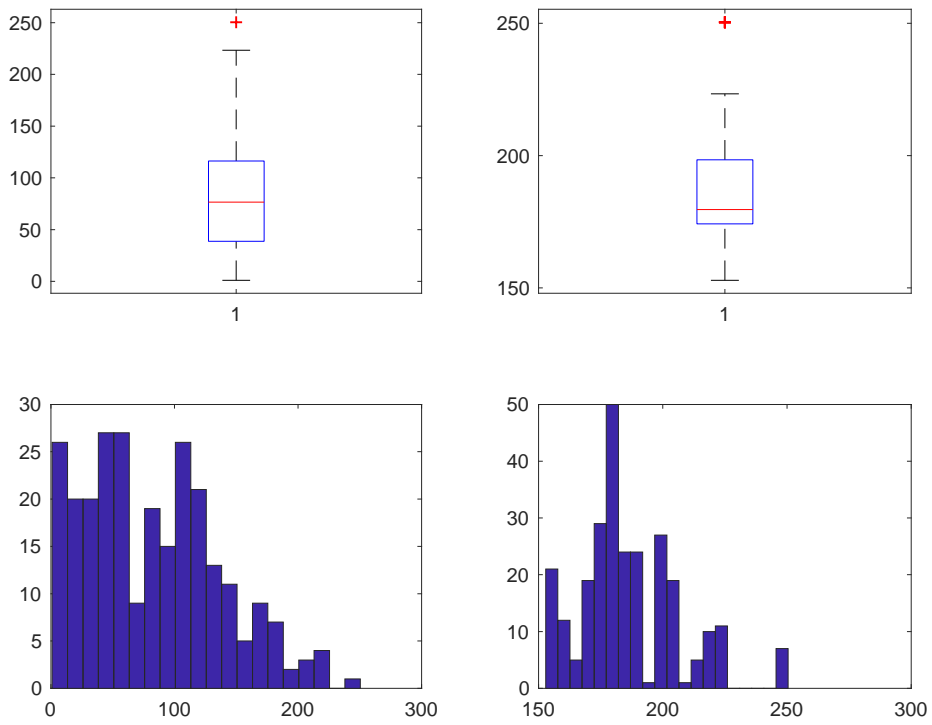
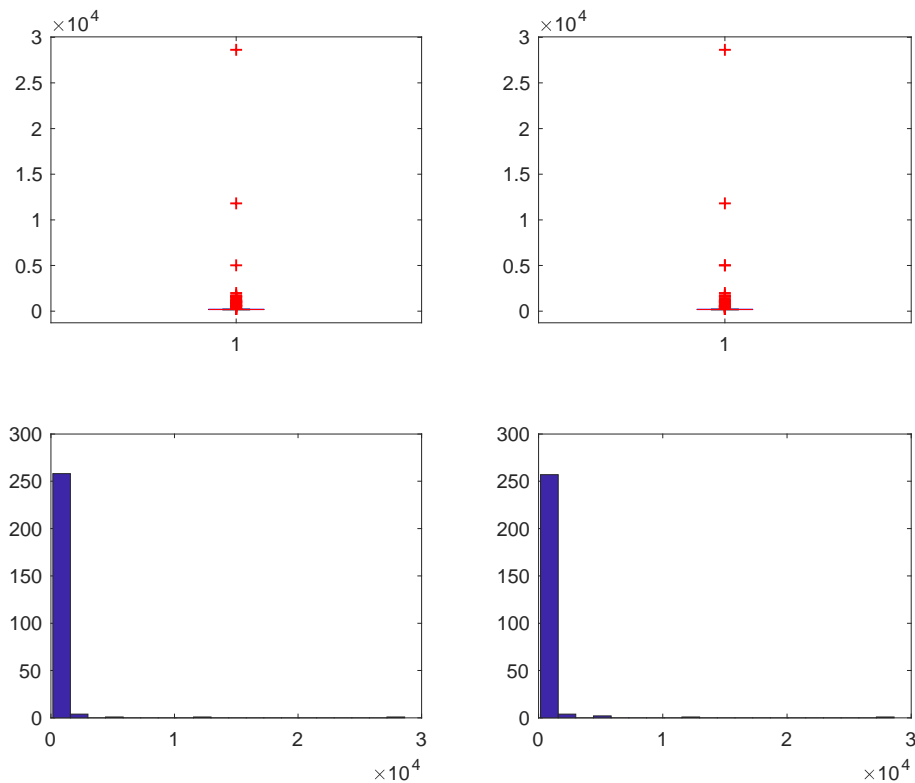


Figura 62. Costo I



**Figura 63. Costo dopo studio su Costo/Risparmio I**

La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 967 dati anomali (MULT) di cui 967 per imputazioni svolte su COSTO,
- 840 dati anomali (PV) di cui 840 per imputazioni svolte su COSTO,
- 1133 dati anomali (POI) di cui 1133 per imputazioni svolte su COSTO,
- 216 dati anomali (I) di cui 216 per imputazioni svolte su COSTO.

Si noti che prima di arrivare a queste distribuzioni della variabile Detrazione, si è passati per una fase di studio intermedia che ha visto protagonista il calcolo delle detrazioni per le sottopopolazioni più specifiche e i risultati qui riportati sono quelli finali. Il processo di controllo e “taratura” per questo comma è stato molto articolato in quanto le variabili risultavano essere complesse da studiare per via di asimmetrie molto forti.

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

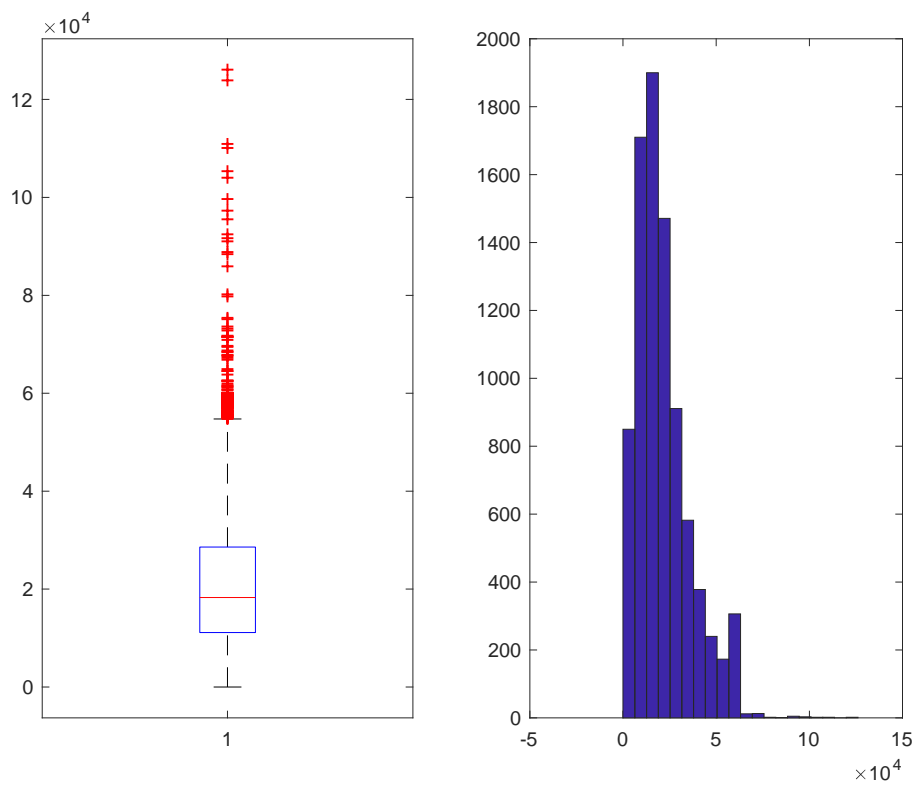


Figura 64. Detrazione MULT

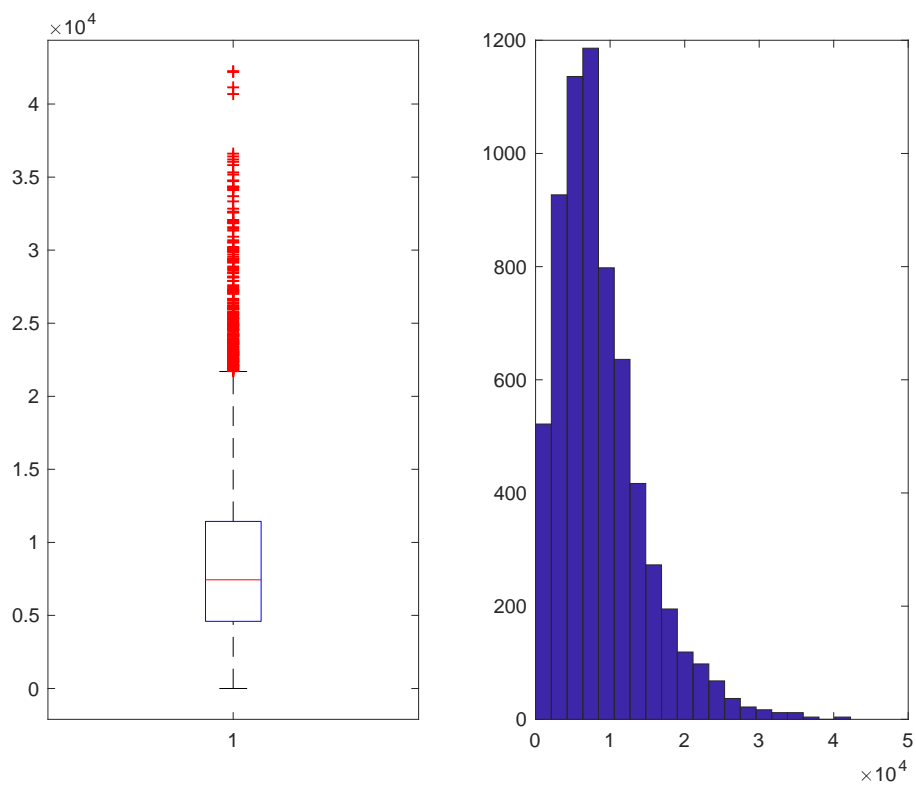
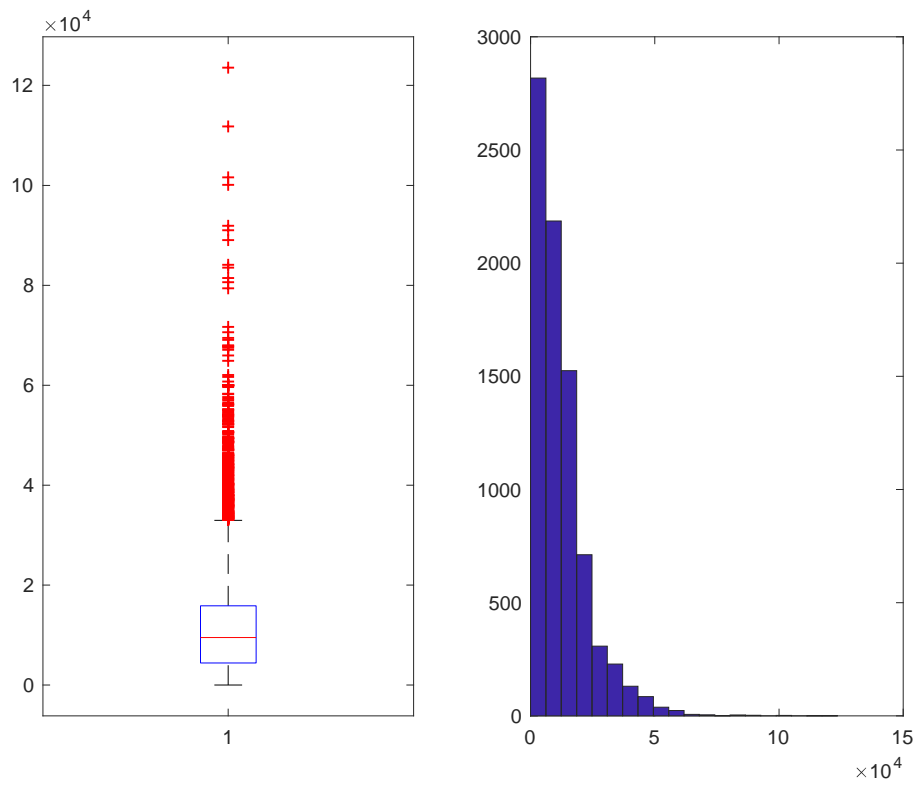
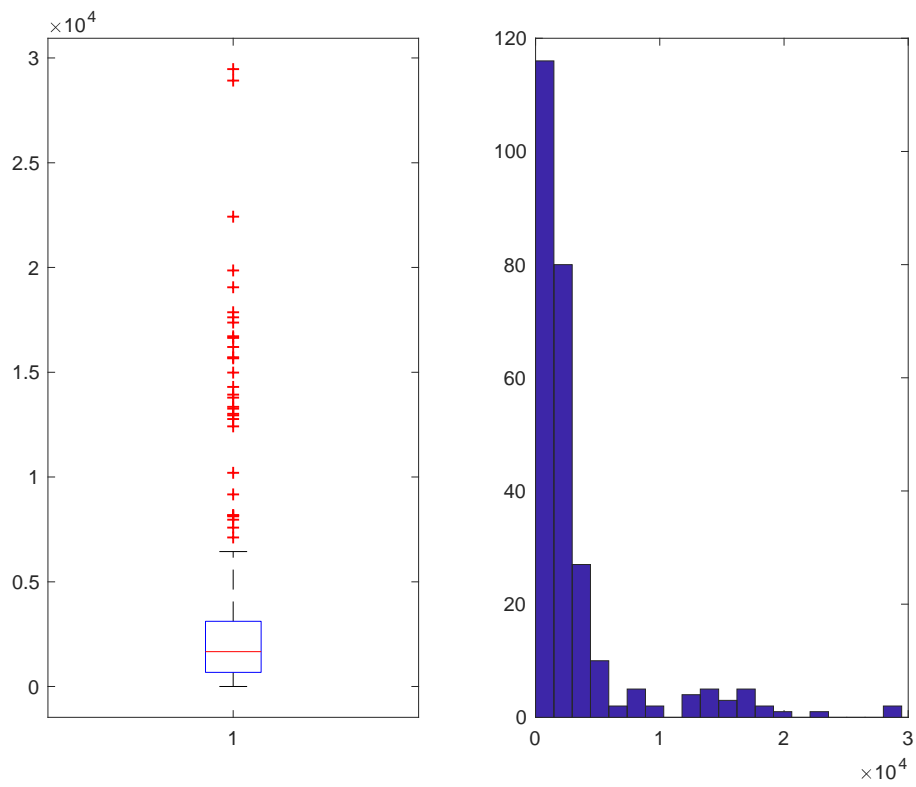


Figura 65. Detrazione PV



**Figura 66. Detrazione POI**



**Figura 67. Detrazione I**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 531319470,666996 kWh/anno
- Risparmio Finale: 364620210,437786kWh/anno
- Costo Iniziale: 777355035,817999 €
- Costo Finale: 735466290,962509 €

### 2.4.3 Comma 345b

Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di quattro programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri quattro che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

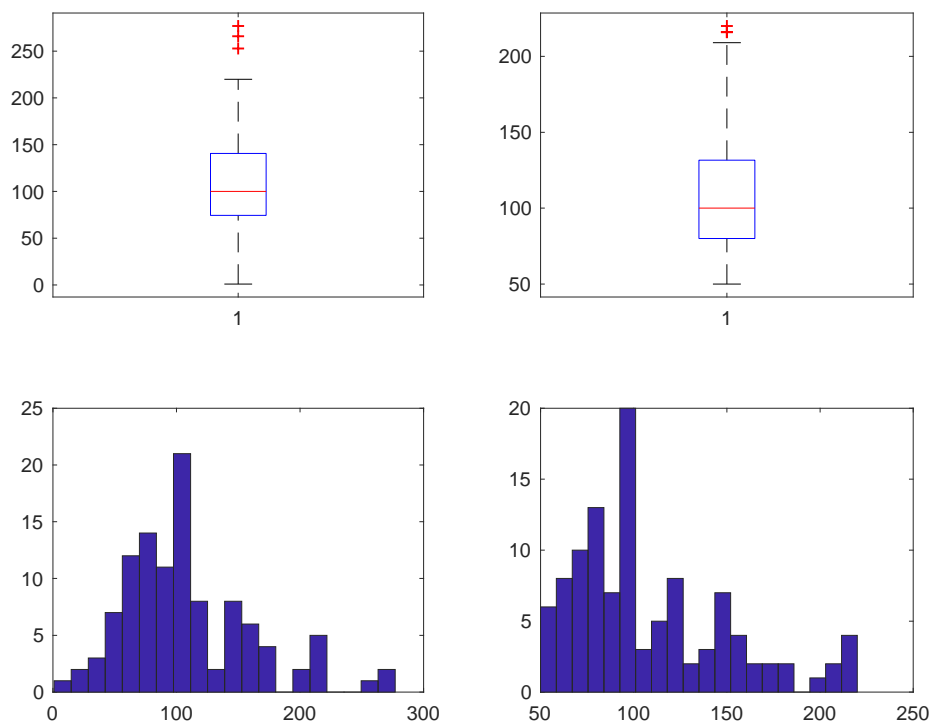
Anche in questo comma la prima operazione svolta è stata la creazione di indicatori volti ad individuare sottopopolazioni e la creazione di variabili utili allo studio.

La prima fase di imputazione è stata svolta sulla variabile superficie, il primo risultato importante è:

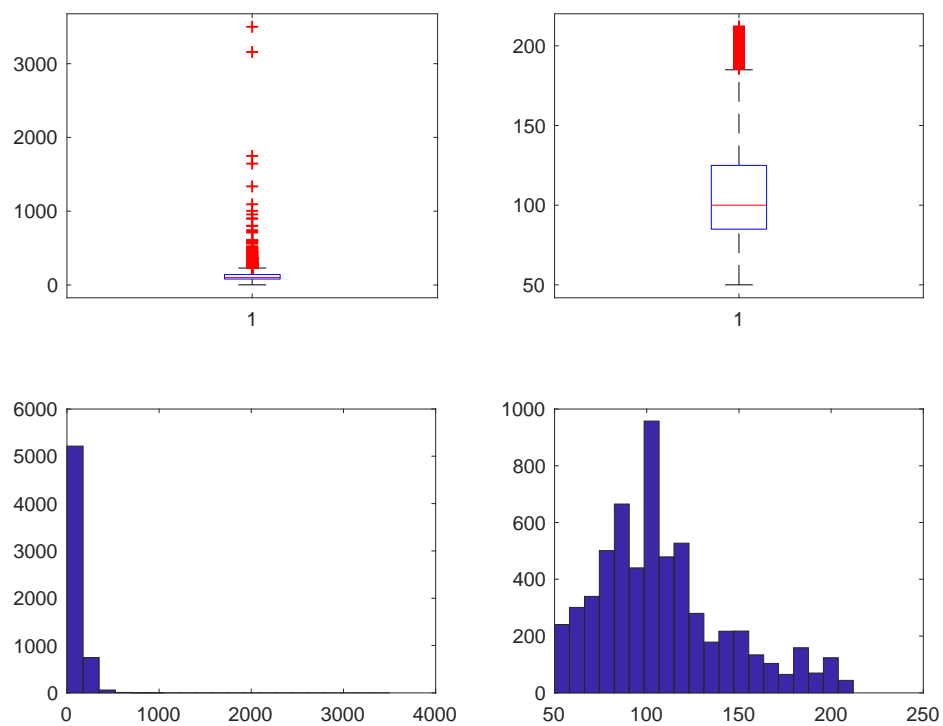
- 11 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - di seguito denominato “1;1” - (numerosità 109 casi),
- 746 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - di seguito denominato “1;2” - (numerosità 6045 casi),
- 206 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - di seguito denominato “1;3” - (numerosità 1351 casi),
- 2216 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - di seguito denominato “1;4” - (numerosità 17817 casi);
- 115 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - 15 - (numerosità 1301 casi),
- 1 imputazione per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - denominato “2;1” - (numerosità 14 casi),
- 15 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - denominato “2;2” - (numerosità 128 casi),
- 1 imputazione per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - denominato “2;3” - (numerosità 9 casi),
- 39 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - denominato “2;4” - (numerosità 219 casi);
- 98 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - denominato “2;5” - (numerosità 1115 casi),
- 15 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - denominato “3;1” - (numerosità 105 casi),
- 1014 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - denominato “3;2” - (numerosità 6903 casi),
- 108 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - denominato “3;3” - (numerosità 788 casi),

- 3267 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - denominato “3;4” - (numerosità 24374 casi);
- 307 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - denominato “3;5” - (numerosità 2137 casi),
- 34 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - denominato “4;1” - (numerosità 242 casi),
- 2321 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - denominato “4;2” - (numerosità 21298 casi),
- 443 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - denominato “4;3” - (numerosità 4008 casi),
- 8022 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - denominato “4;4” - (numerosità 72723 casi);
- 131 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - denominato “4;5” - (numerosità 999 casi),
- 9 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - denominato “5;1” - (numerosità 64 casi),
- 220 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - denominato “5;2” - (numerosità 2359 casi),
- 147 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - denominato “5;3” - (numerosità 1188 casi),
- 1093 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - denominato “5;4” - (numerosità 9456 casi);
- 635 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - denominato “5;5” - (numerosità 6106 casi).

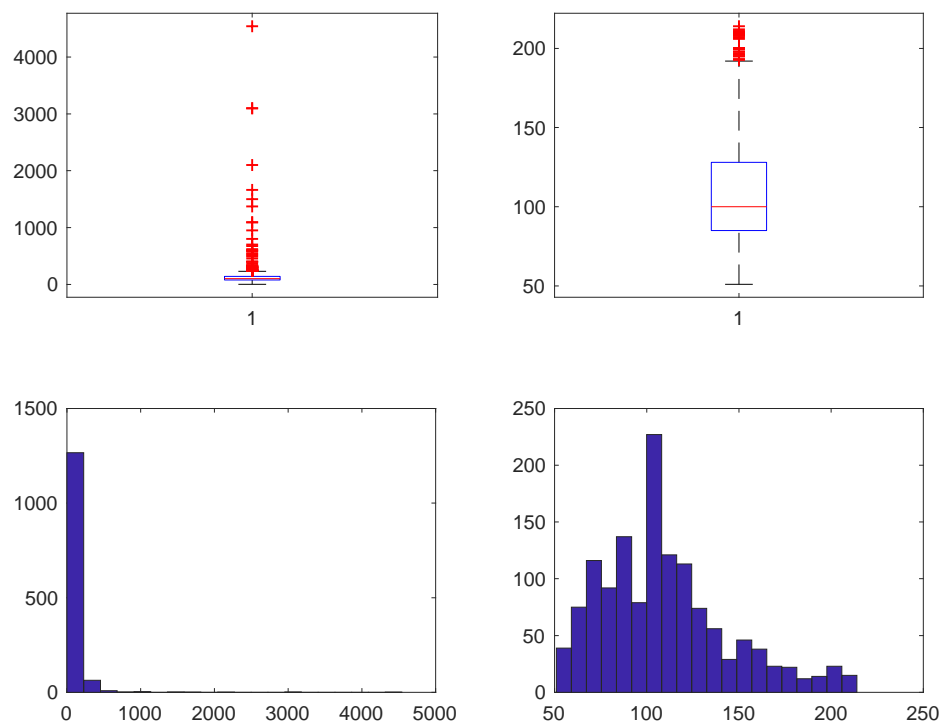
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione della variabile “superficie” per le 4 sottopopolazioni cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



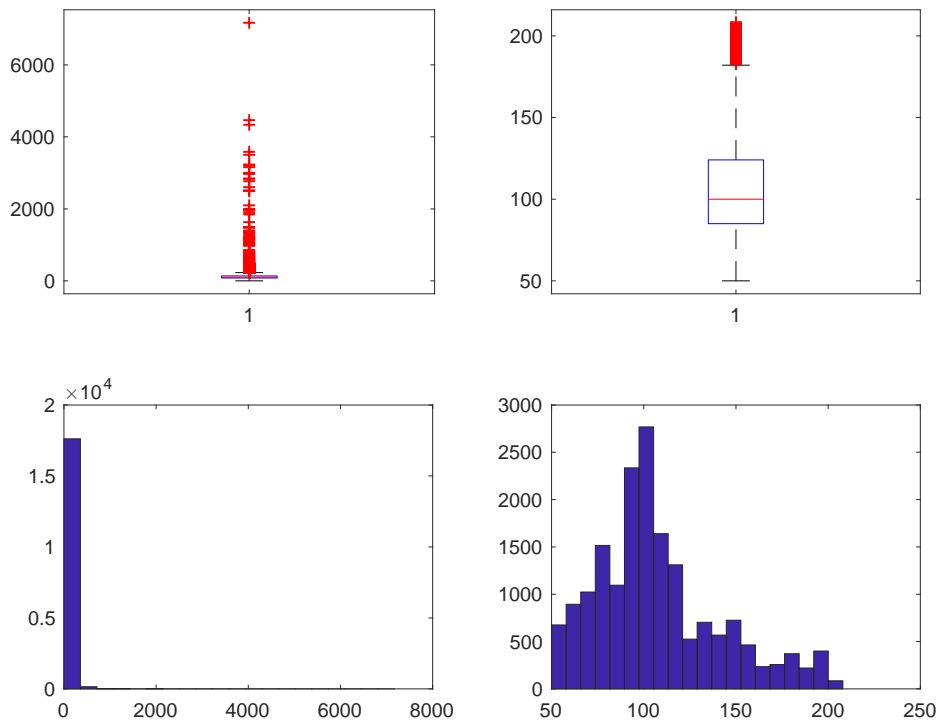
**Figura 68. Superficie LEGNO-SINGOLO**



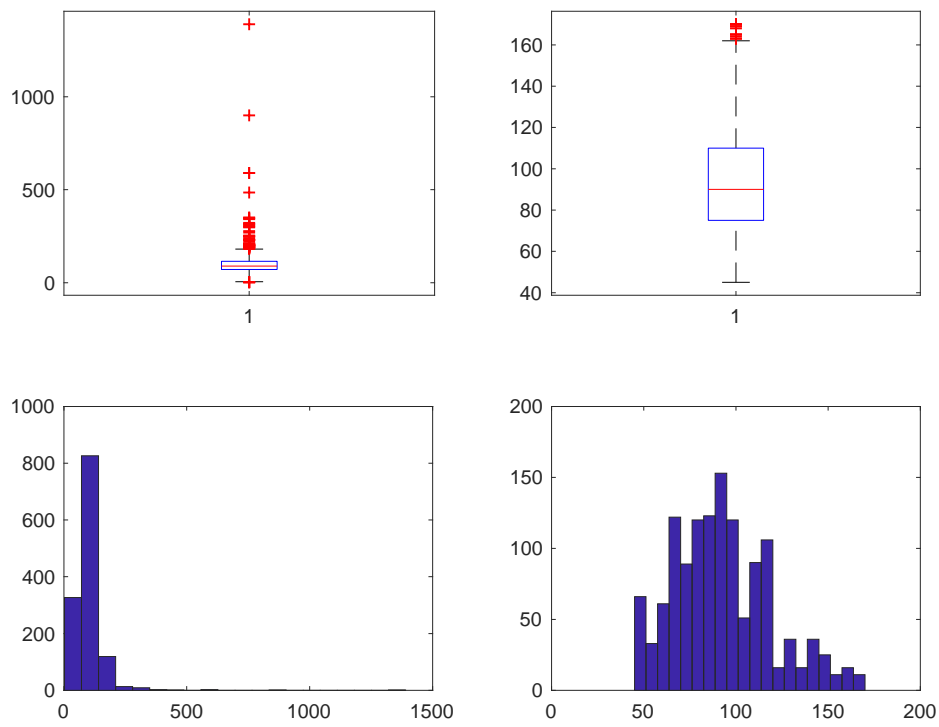
**Figura 69. Superficie LEGNO-DOPPIO**



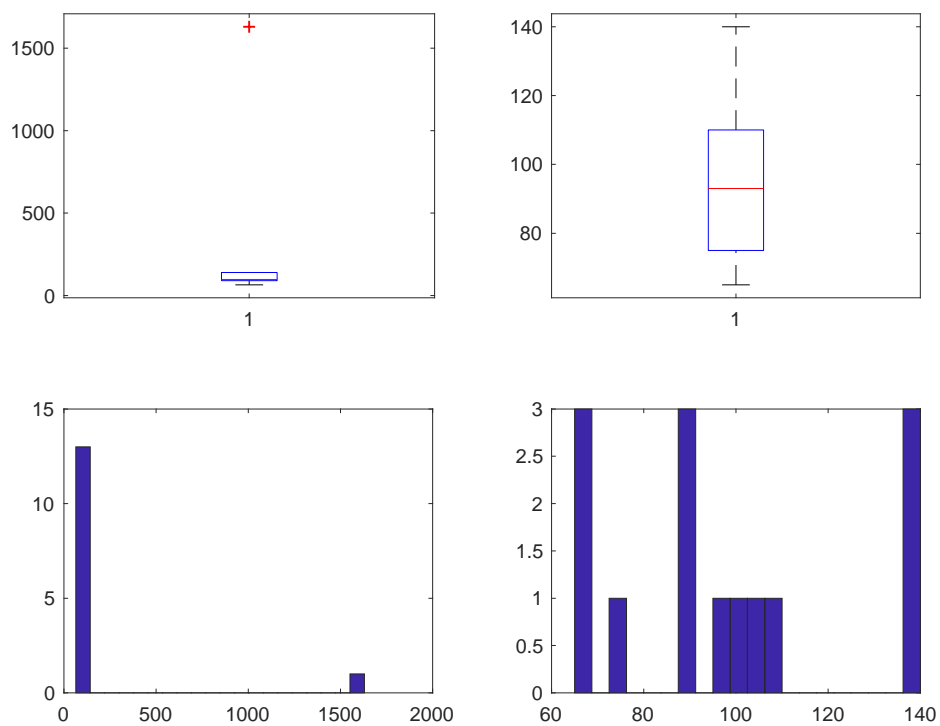
**Figura 70. Superficie LEGNO-TRIPLO**



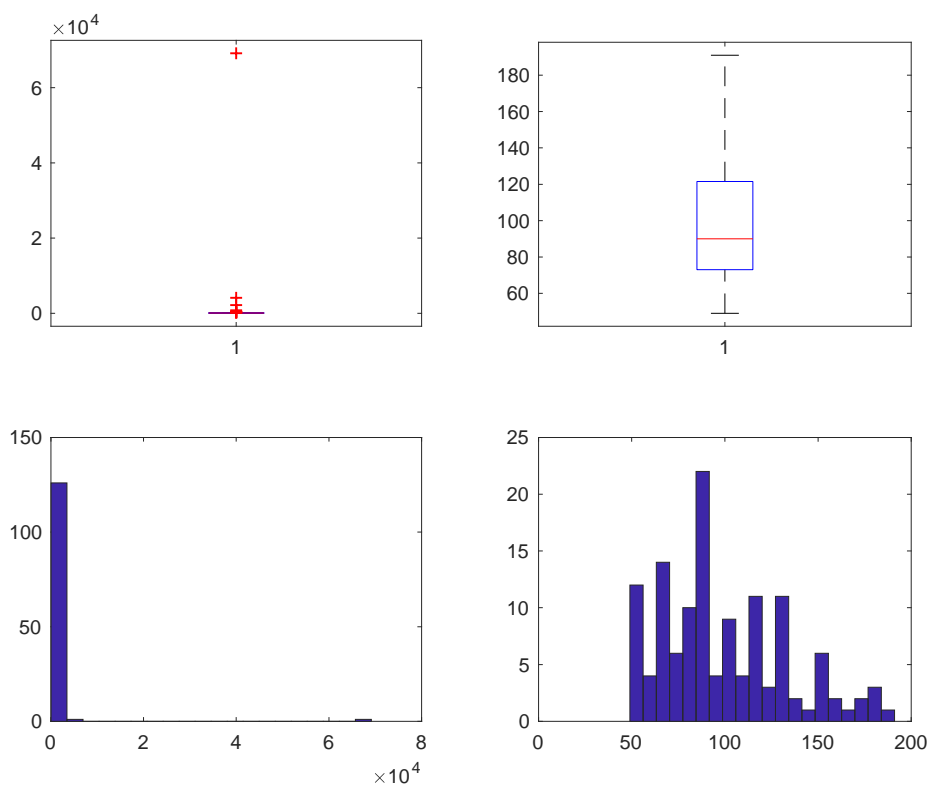
**Figura 71. Superficie LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



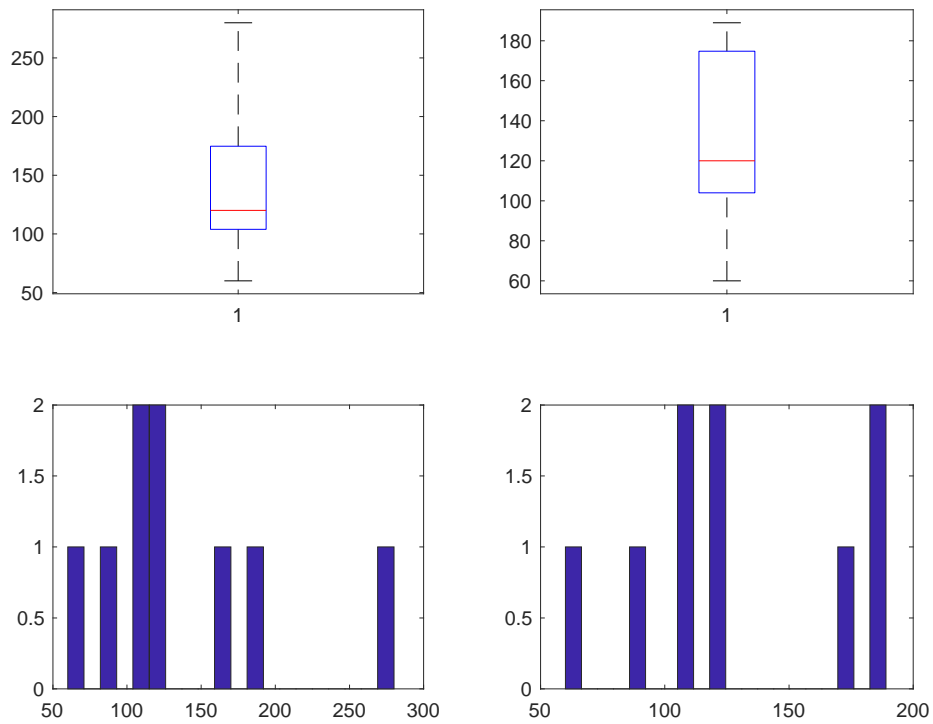
**Figure 72. Superficie LEGNO-VETRO NON ESISTENTE**



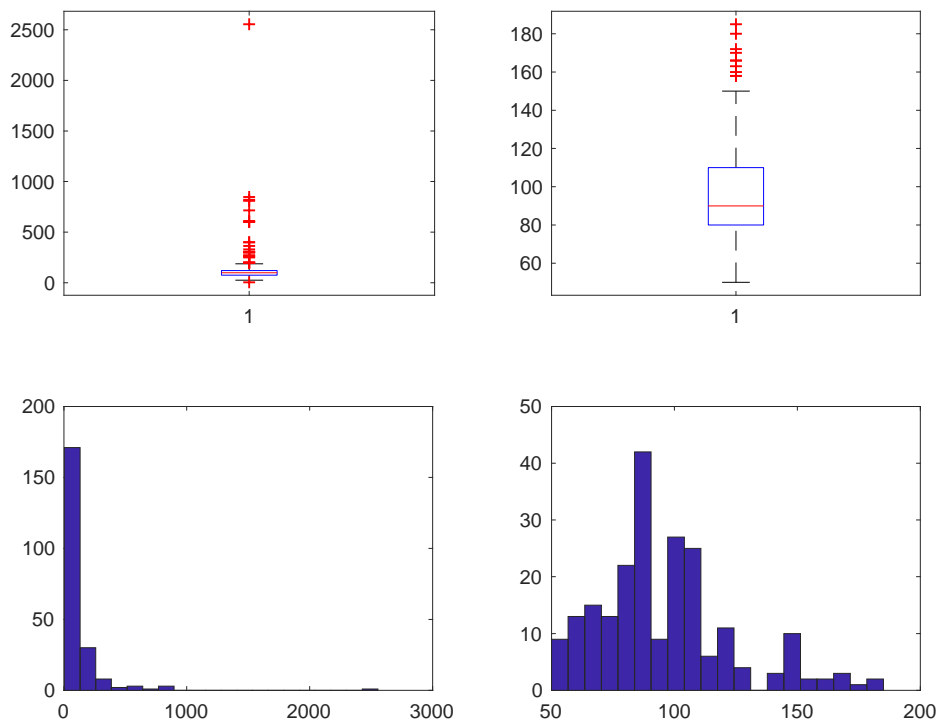
**Figura 73. Superficie METALLO NO TERMICO-SINGOLO**



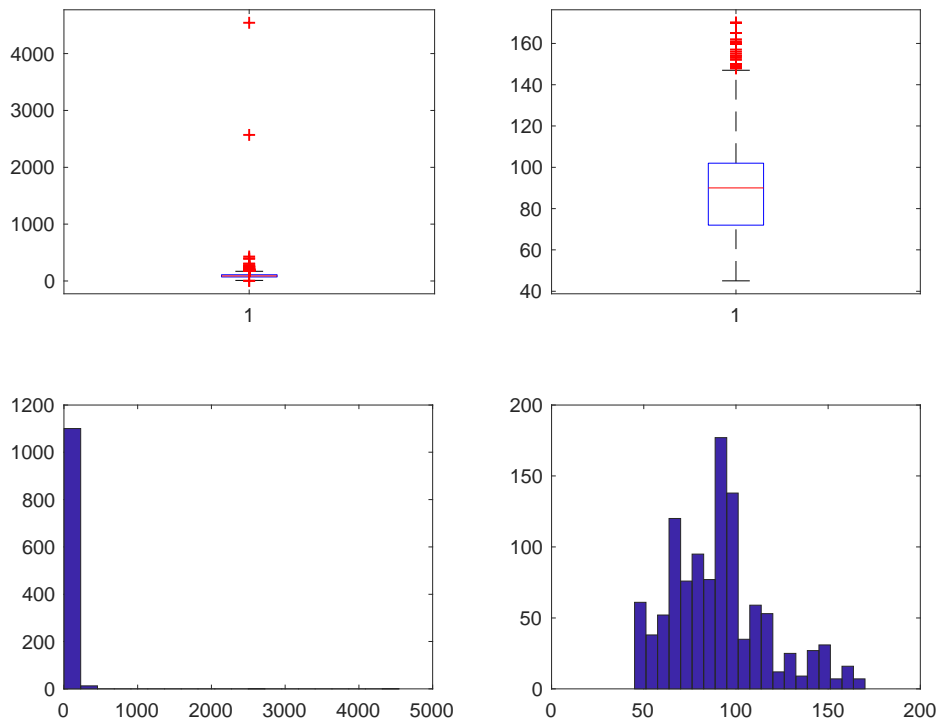
**Figura 74. Superficie METALLO NO TERMICO-DOPPIO**



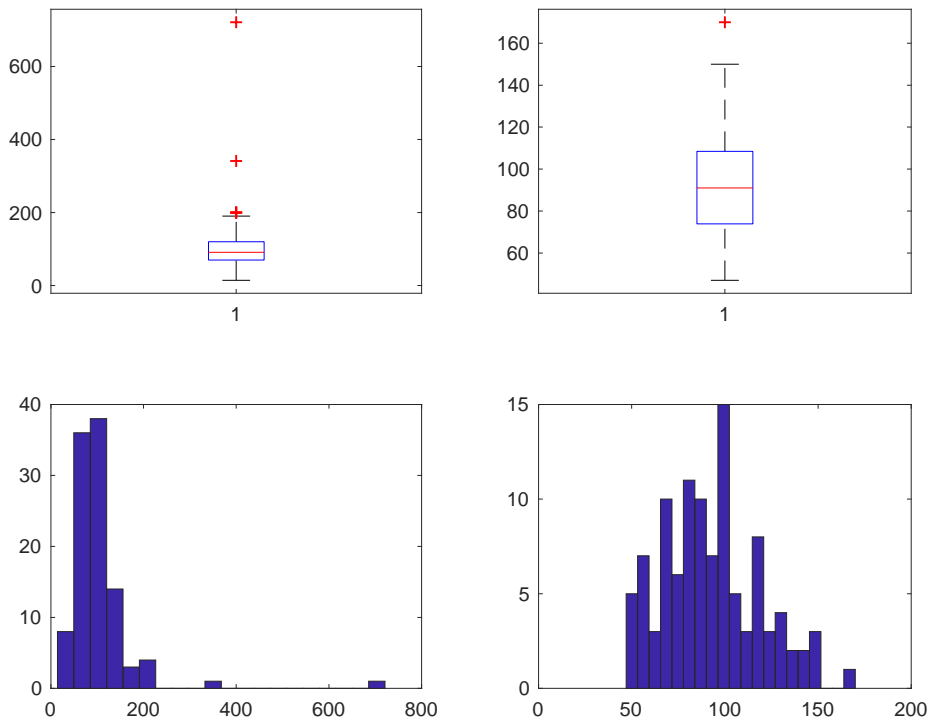
**Figura 75. Superficie METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



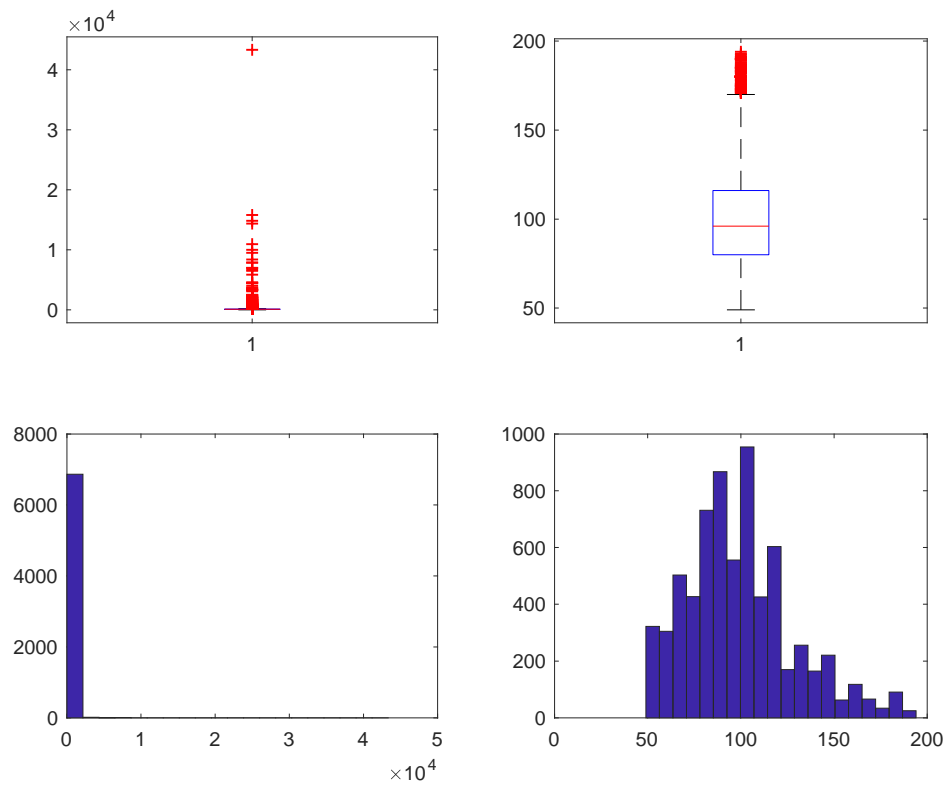
**Figura 76. Superficie METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



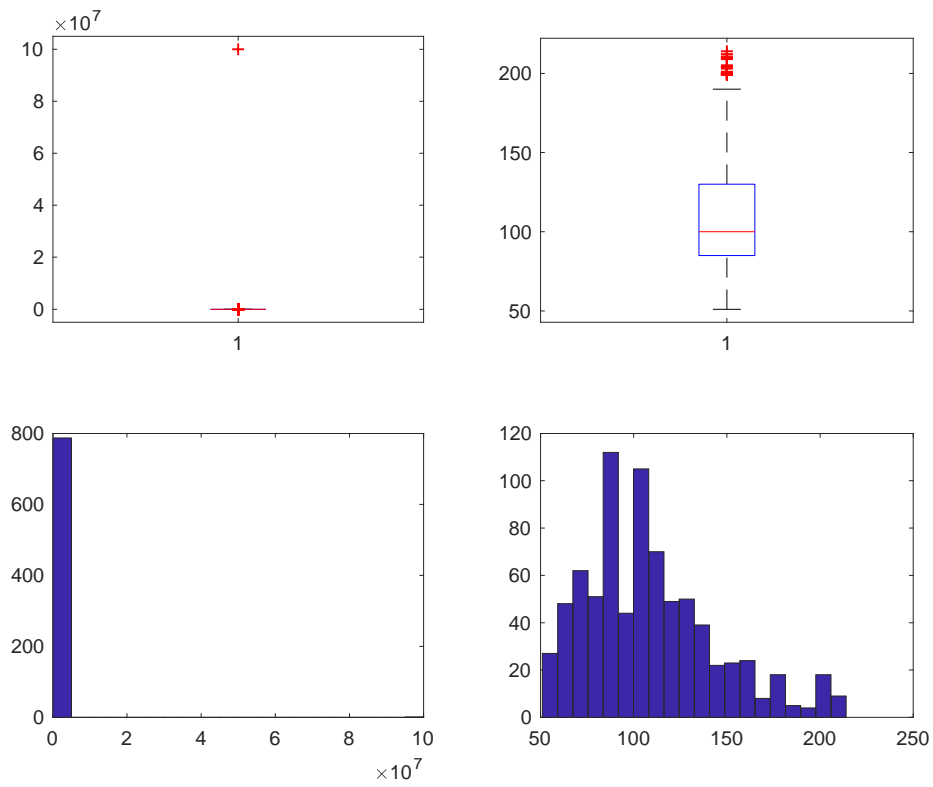
**Figura 77. Superficie METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



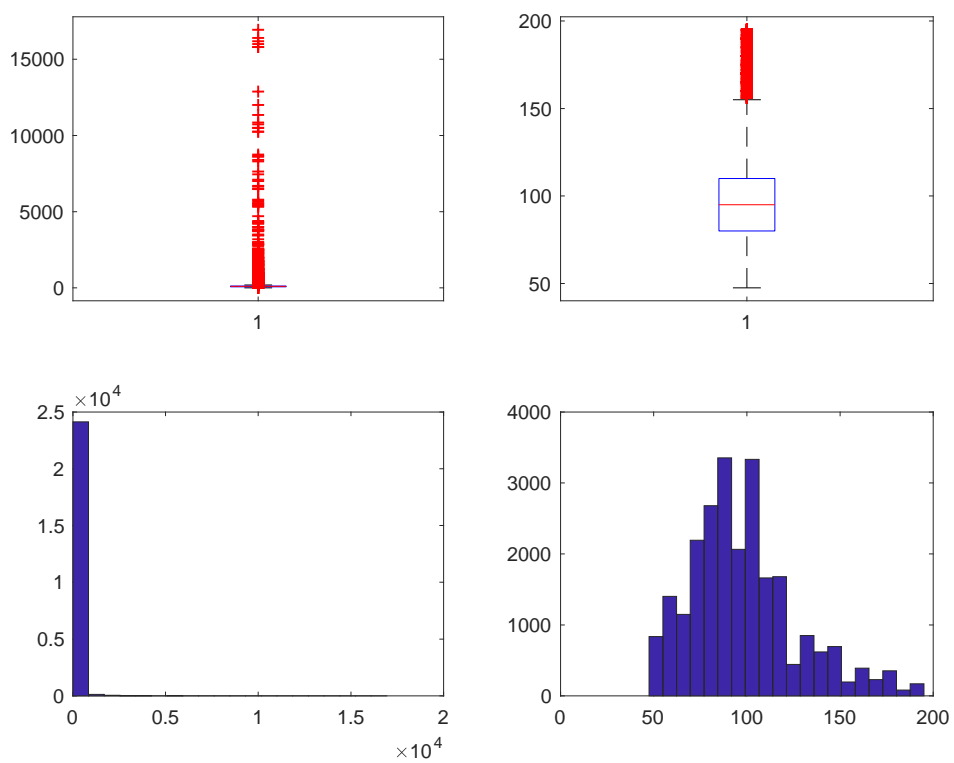
**Figura 78. Superficie METALLO TERMICO-SINGOLO**



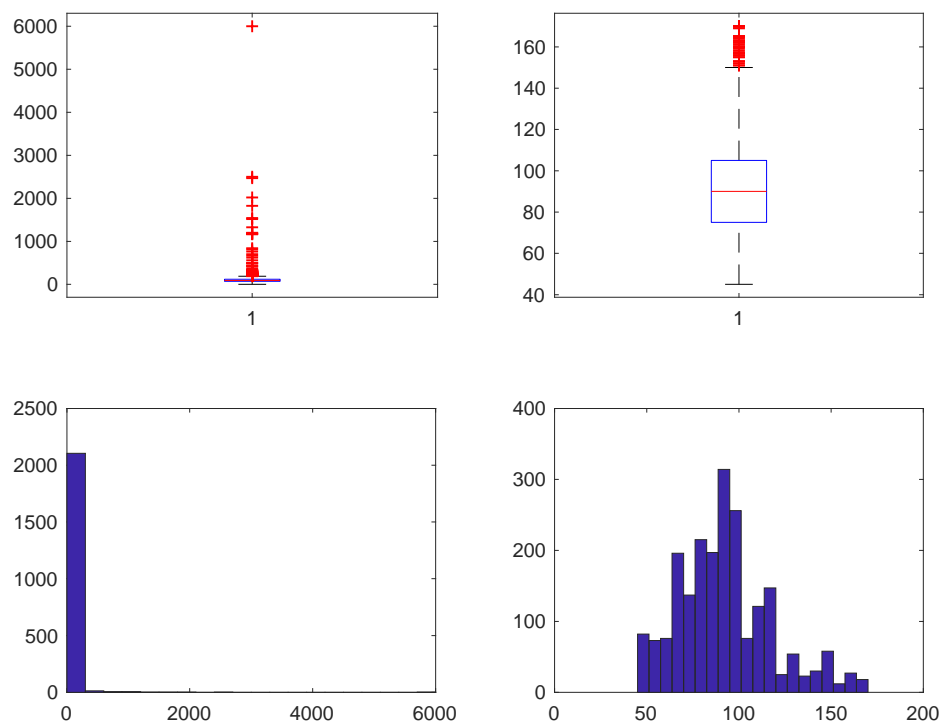
**Figura 79. Superficie METALLO TERMICO-DOPPIO**



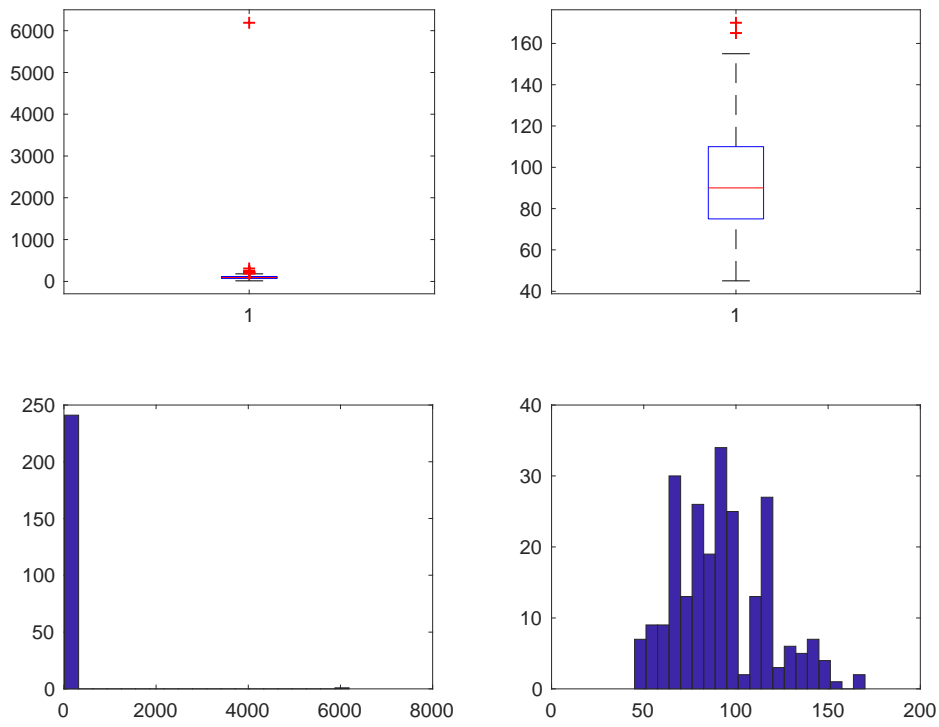
**Figura 80. Superficie METALLO TERMICO-TRIPLO**



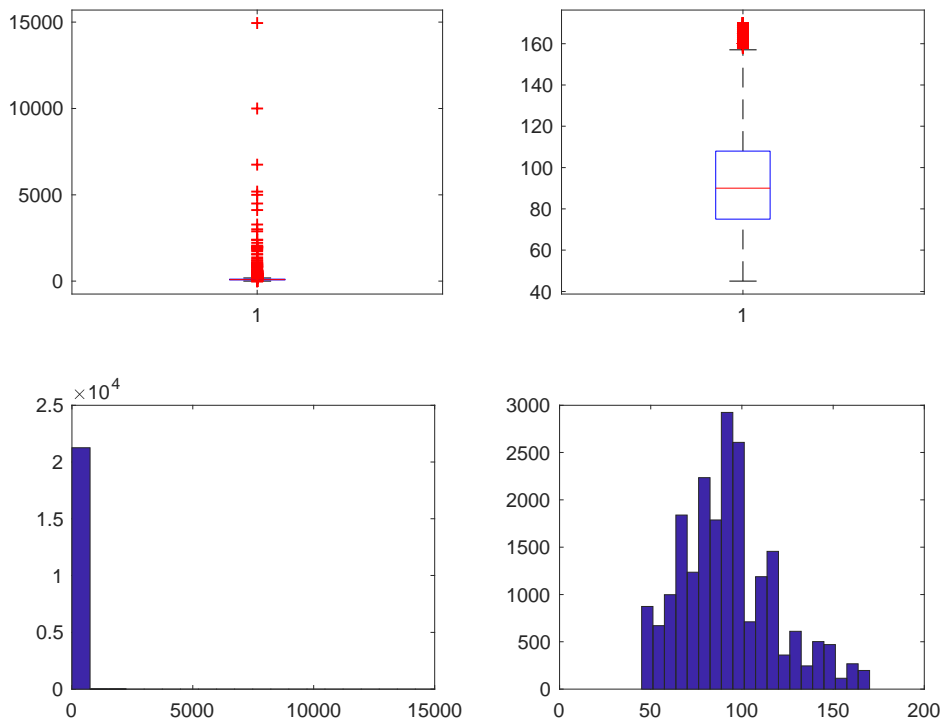
**Figura 81. Superficie METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



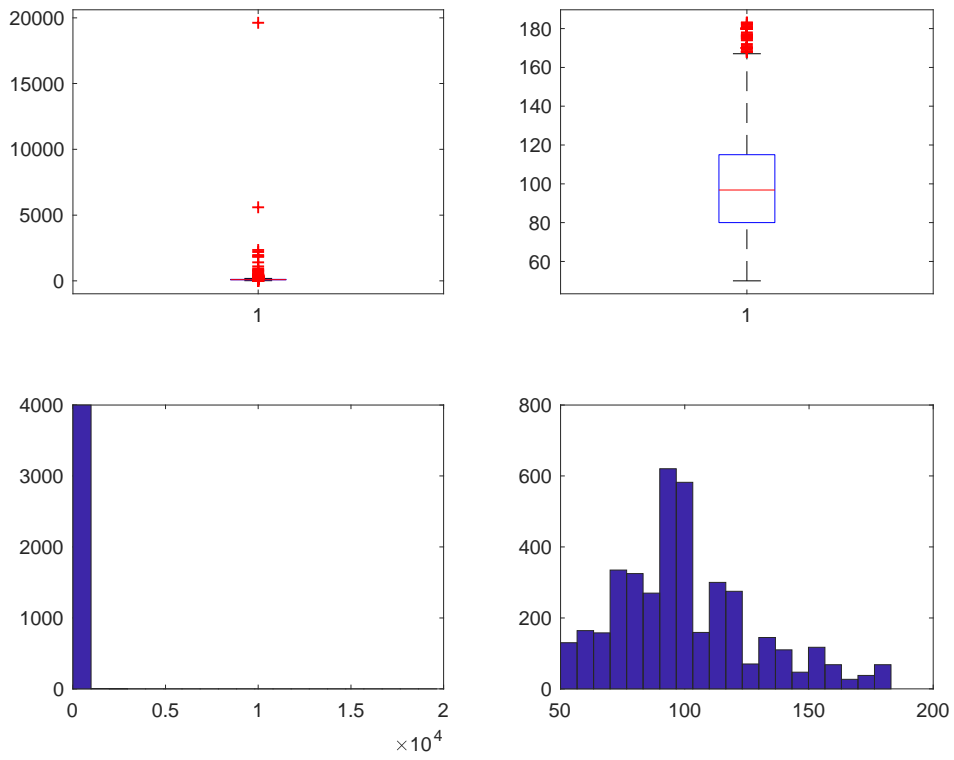
**Figura 82. Superficie METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



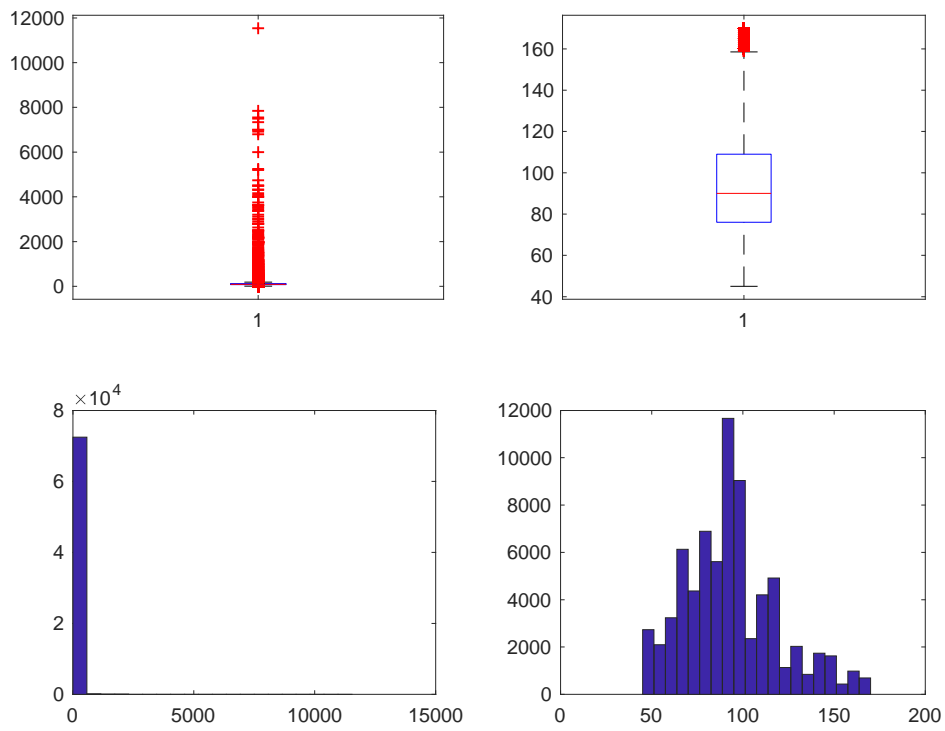
**Figura 83. Superficie PVC-SINGOLO**



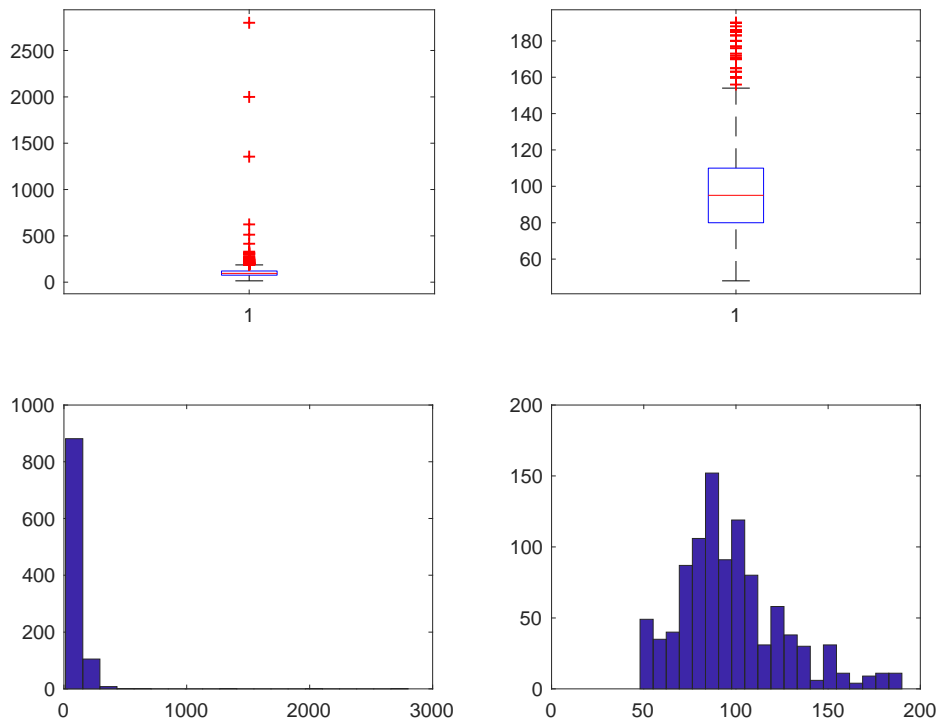
**Figura 84. Superficie PVC-DOPPIO**



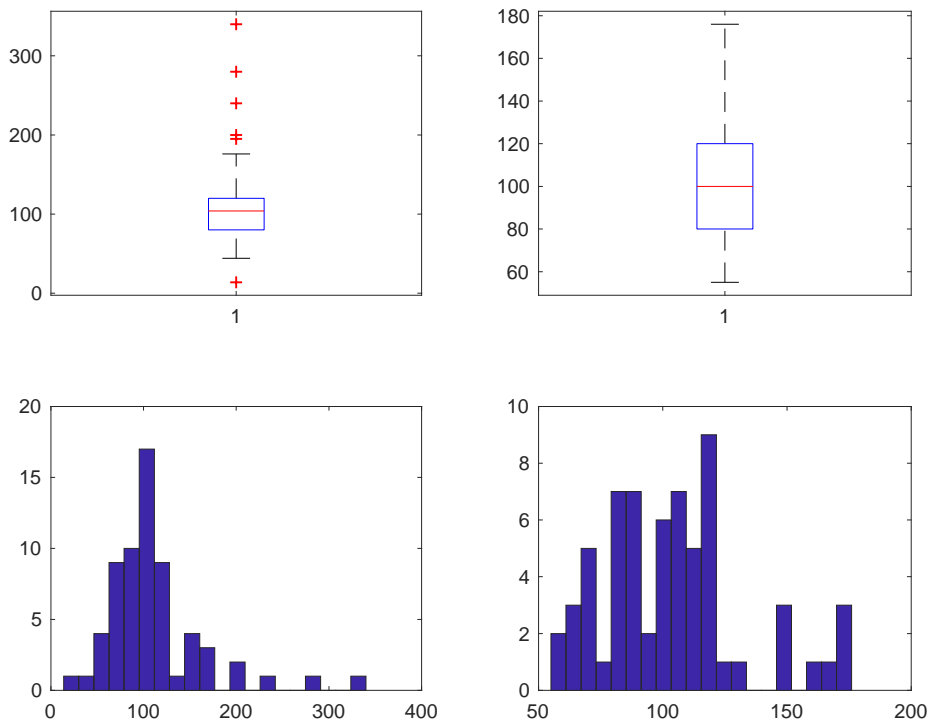
**Figura 85. Superficie PVC-TRIPLO**



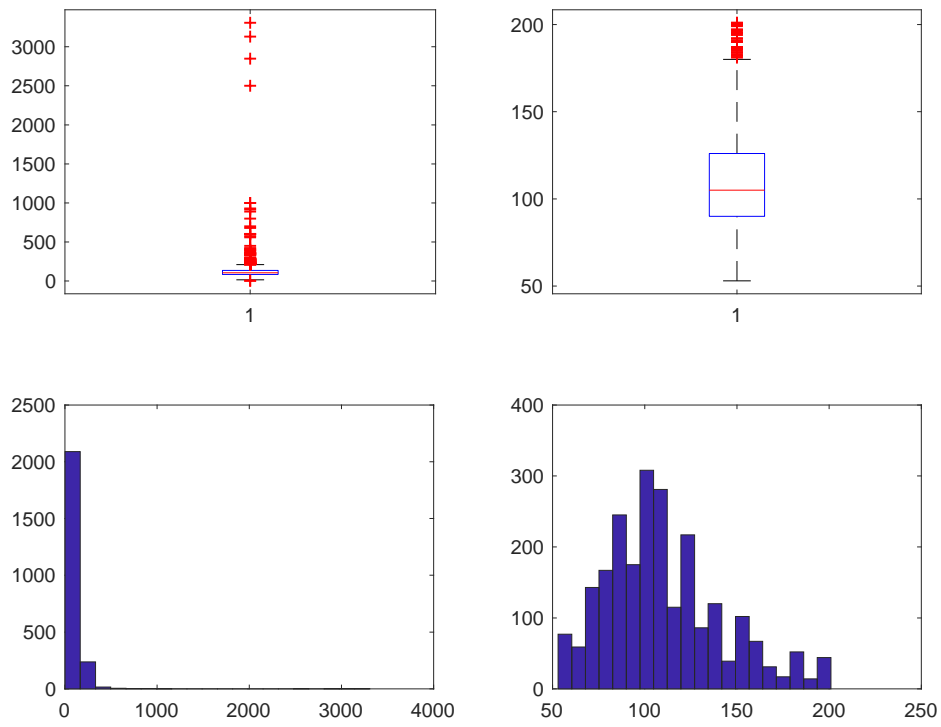
**Figura 86. Superficie PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**



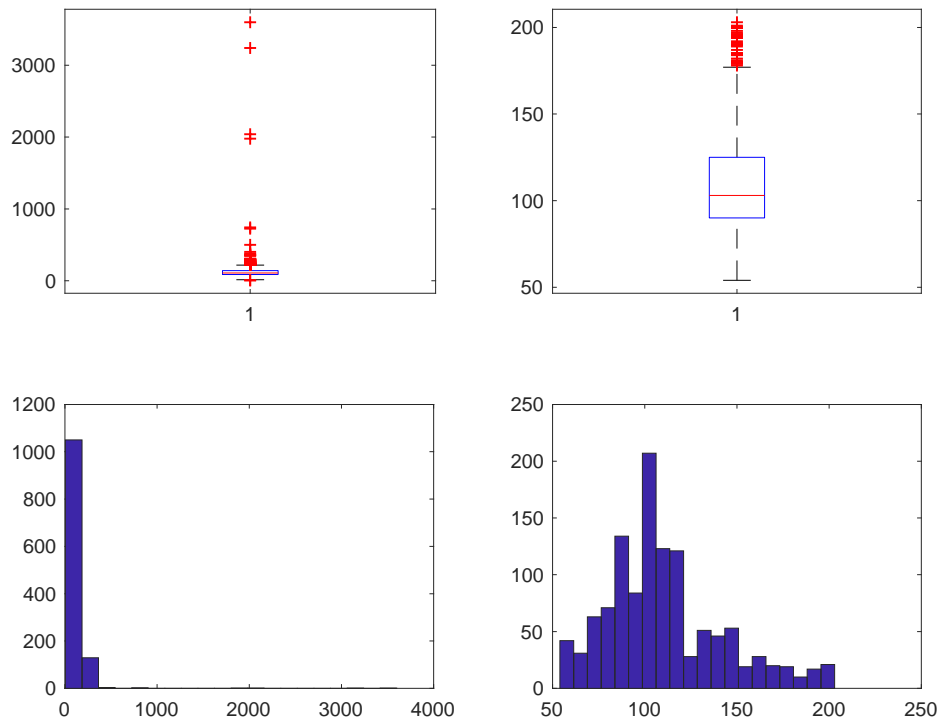
**Figura 87. Superficie PVC-VETRO NON ESISTENTE**



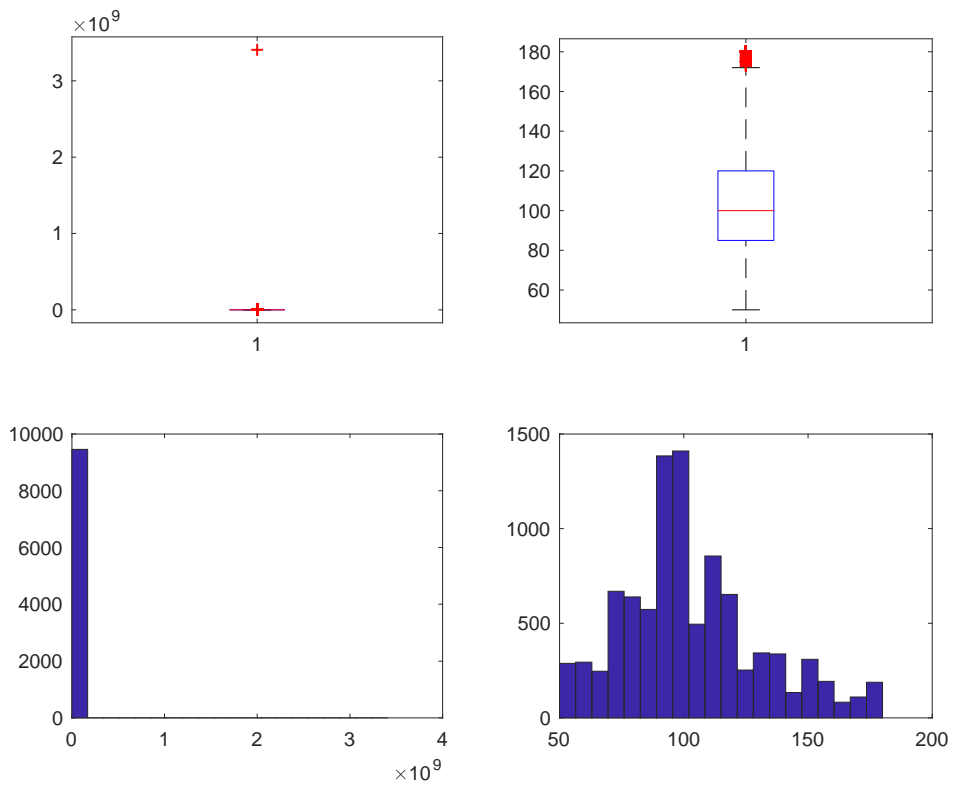
**Figura 88. Superficie MISTO-SINGOLO**



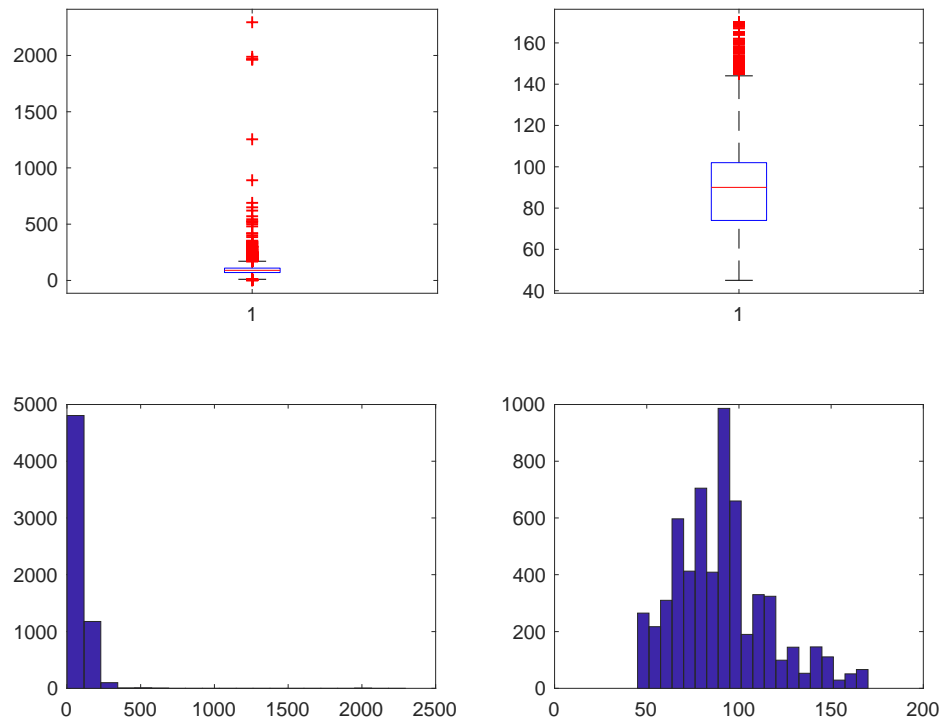
**Figura 89. Superficie MISTO-DOPPIO**



**Figura 90. Superficie MISTO-TRIPLO**



**Figura 91. Superficie MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



**Figura 92. Superficie MISTO-VETRO NON ESISTENTE**

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

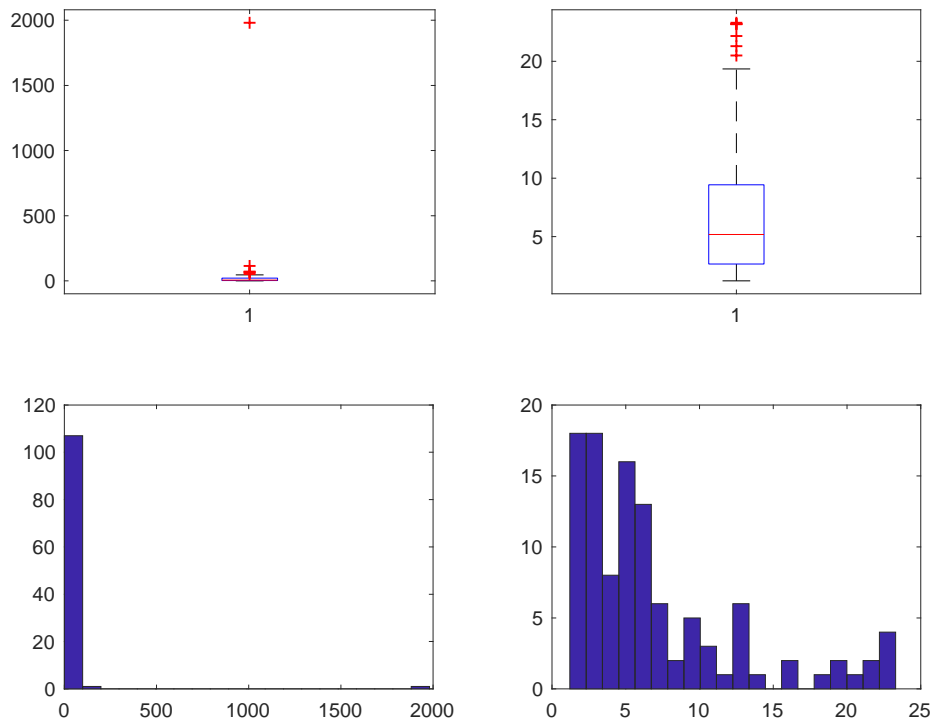
Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare” e per “superficie”.

Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

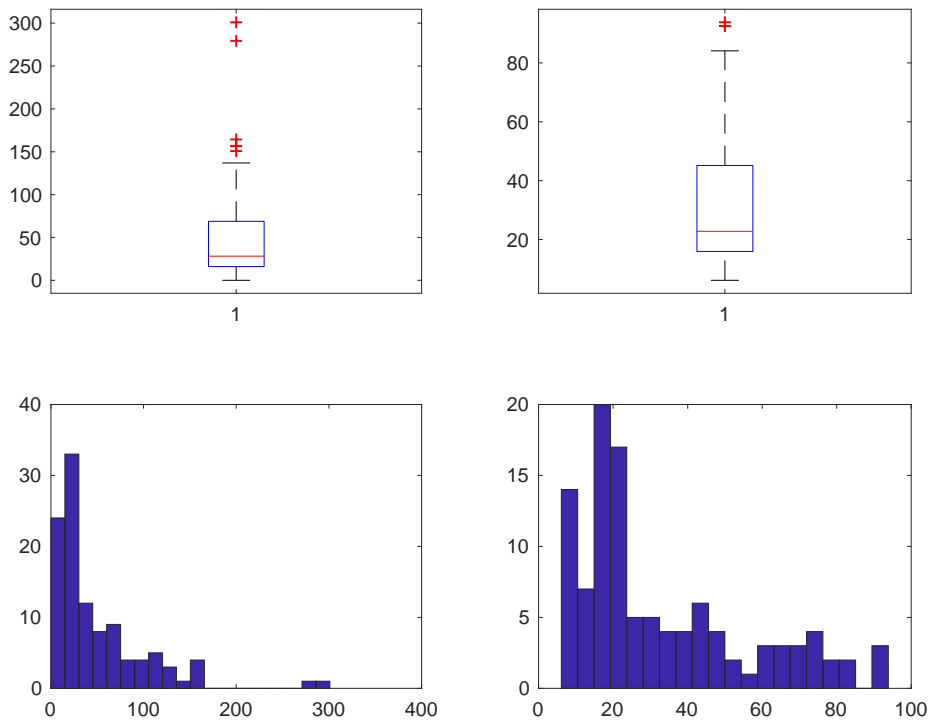
I risultati più immediati sono:

- RISPARMIO: 38 imputazioni (1;1), 1063 imputazioni (1;2), 214 imputazioni (1;3), 2543 imputazioni (1;4), 251 imputazioni (1;5), 7 imputazioni (2;1), 127 imputazioni (2;2), 1 imputazioni (2;3), 53 imputazioni (2;4), 114 imputazioni (2;5), 14 imputazioni (3;1), 1001 imputazioni (3;2), 121 imputazioni (3;3), 3114 imputazioni (3;4), 400 imputazioni (3;5), 45 imputazioni (4;1), 2418 imputazioni (4;2), 453 imputazioni (4;3), 6544 imputazioni (4;4), 180 imputazioni (4;5), 17 imputazioni (5;1), 392 imputazioni (5;2), 147 imputazioni (5;3), 1362 imputazioni (5;4), 1546 imputazioni (5;5).
- COSTO: 22 imputazioni (1;1), 651 imputazioni (1;2), 160 imputazioni (1;3), 1776 imputazioni (1;4), 158 imputazioni (1;5), 3 imputazioni (2;1), 14 imputazioni (2;2), 1 imputazioni (2;3), 25 imputazioni (2;4), 79 imputazioni (2;5), 7 imputazioni (3;1), 713 imputazioni (3;2), 81 imputazioni (3;3), 2284 imputazioni (3;4), 240 imputazioni (3;5), 22 imputazioni (4;1), 1852 imputazioni (4;2), 34 imputazioni (4;3), 5807 imputazioni (4;4), 64 imputazioni (4;5), 12 imputazioni (5;1), 225 imputazioni (5;2), 88 imputazioni (5;3), 889 imputazioni (5;4), 1119 imputazioni (5;5).
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 23 imputazioni (1;1), 842 imputazioni (1;2), 151 imputazioni (1;3), 2231 imputazioni (1;4), 217 imputazioni (1;5), 8 imputazioni (2;1), 18 imputazioni (2;2), 0 imputazioni (2;3), 35 imputazioni (2;4), 126 imputazioni (2;5), 13 imputazioni (3;1), 816 imputazioni (3;2), 94 imputazioni (3;3), 2334 imputazioni (3;4), 290 imputazioni (3;5), 33 imputazioni (4;1), 2417 imputazioni (4;2), 369 imputazioni (4;3), 6181 imputazioni (4;4), 147 imputazioni (4;5), 7 imputazioni (5;1), 277 imputazioni (5;2), 99 imputazioni (5;3), 920 imputazioni (5;4), 967 imputazioni (5;5).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 93. Risparmio LEGNO-SINGOLO**



**Figura 94. Costo LEGNO-SINGOLO**

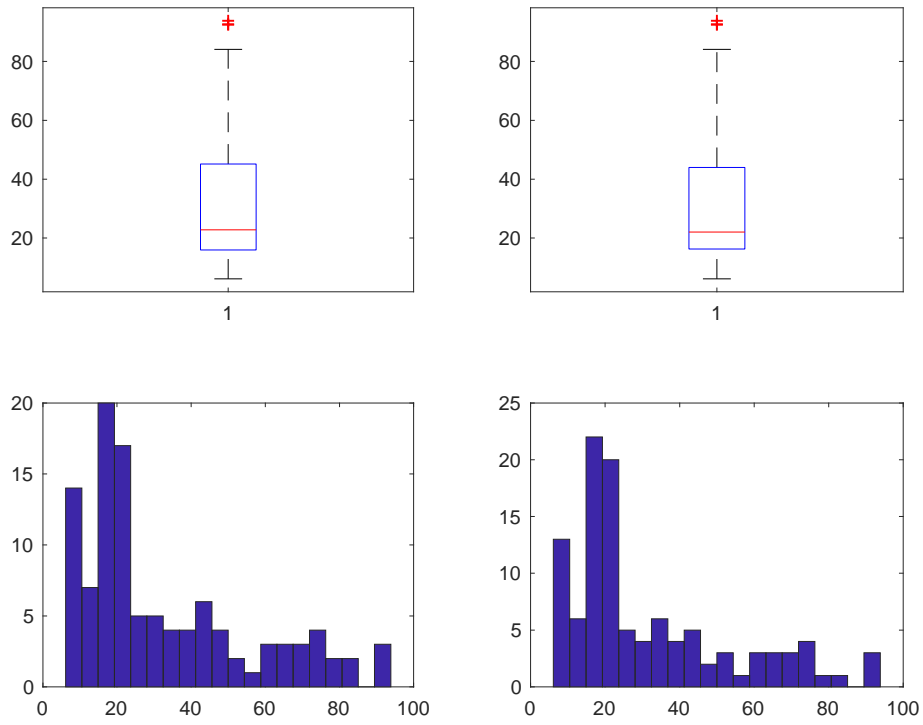


Figura 95. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-SINGOLO

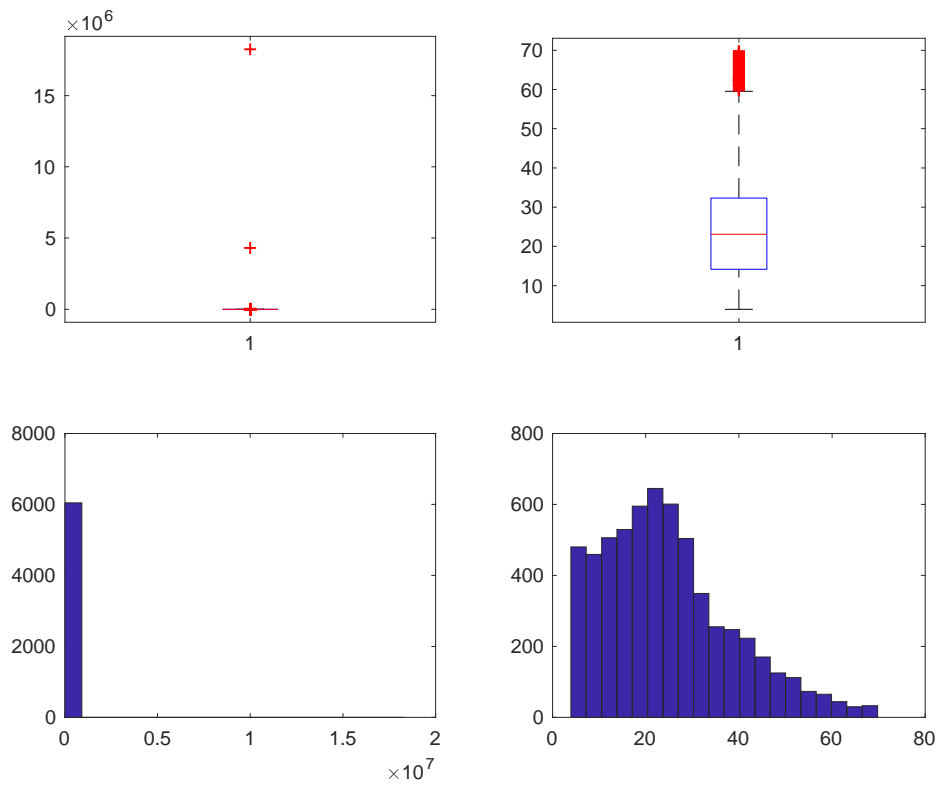
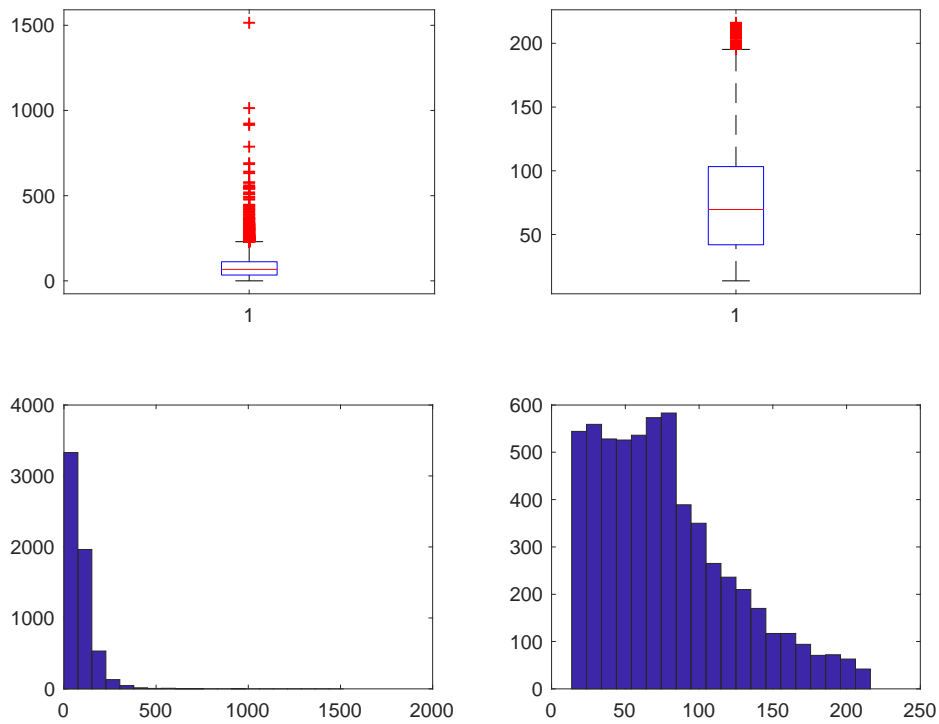
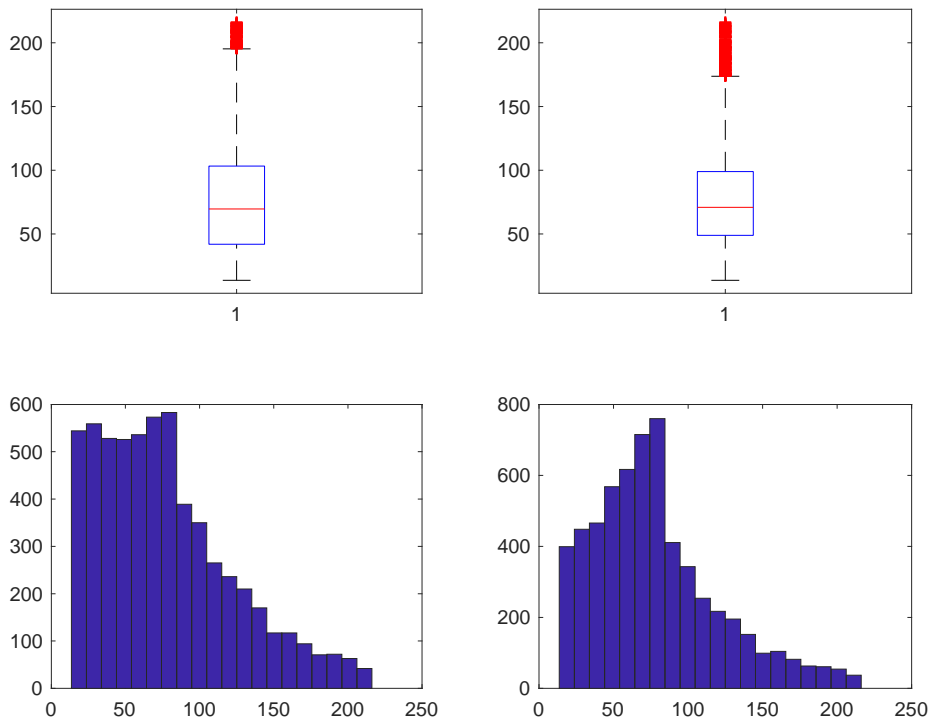


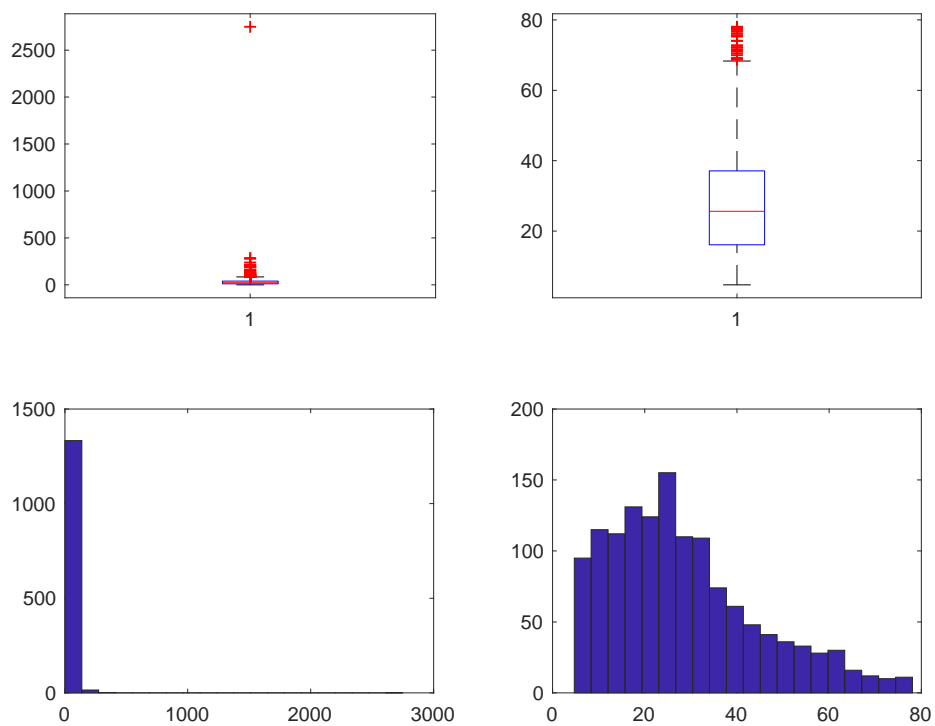
Figura 96. Risparmio LEGNO-DOPPIO



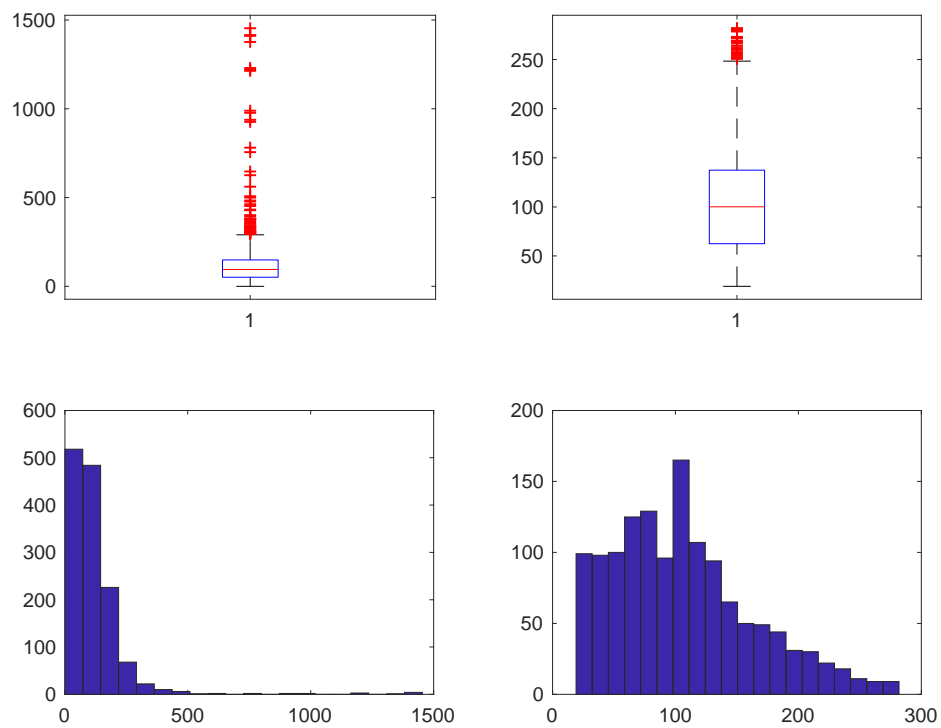
**Figura 97. Costo LEGNO-DOPPIO**



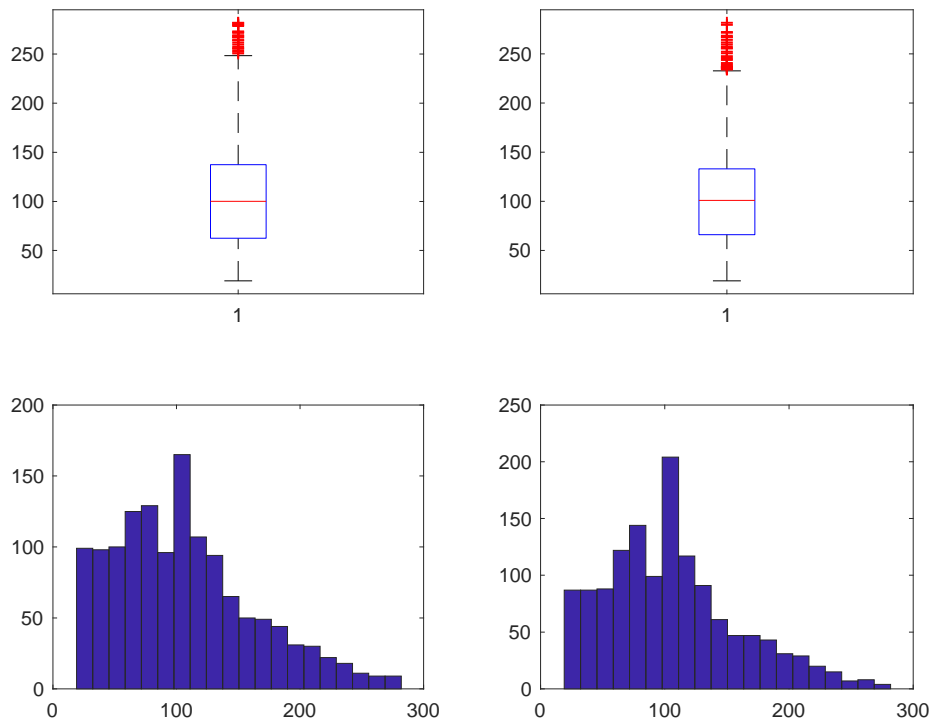
**Figura 98. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-DOPPIO**



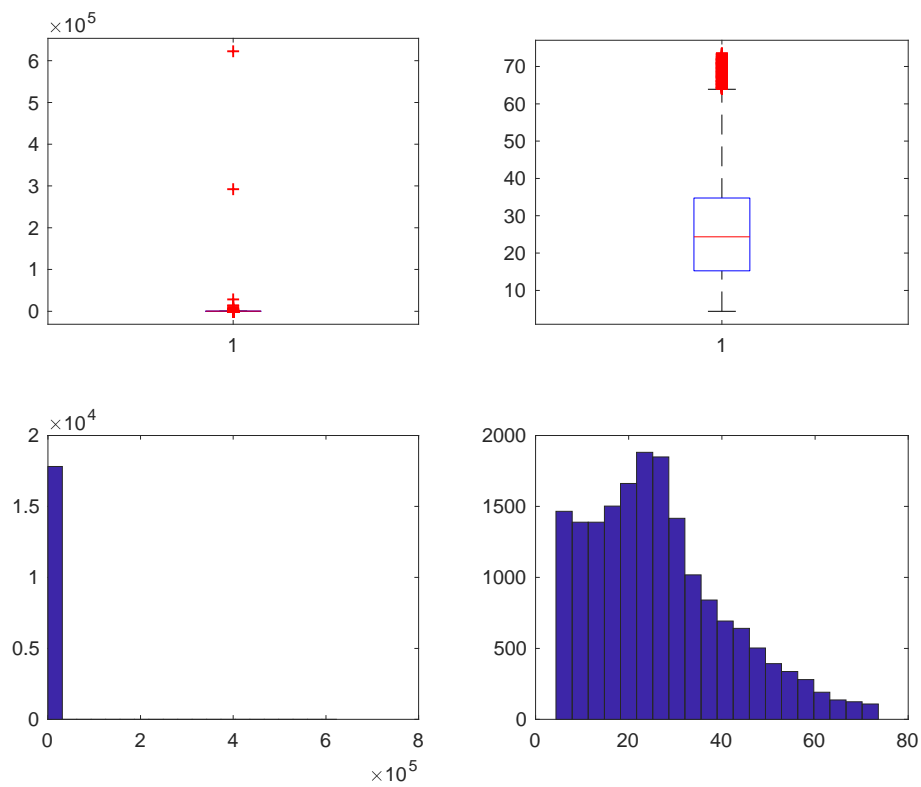
**Figura 99. Risparmio LEGNO-TRIPLO**



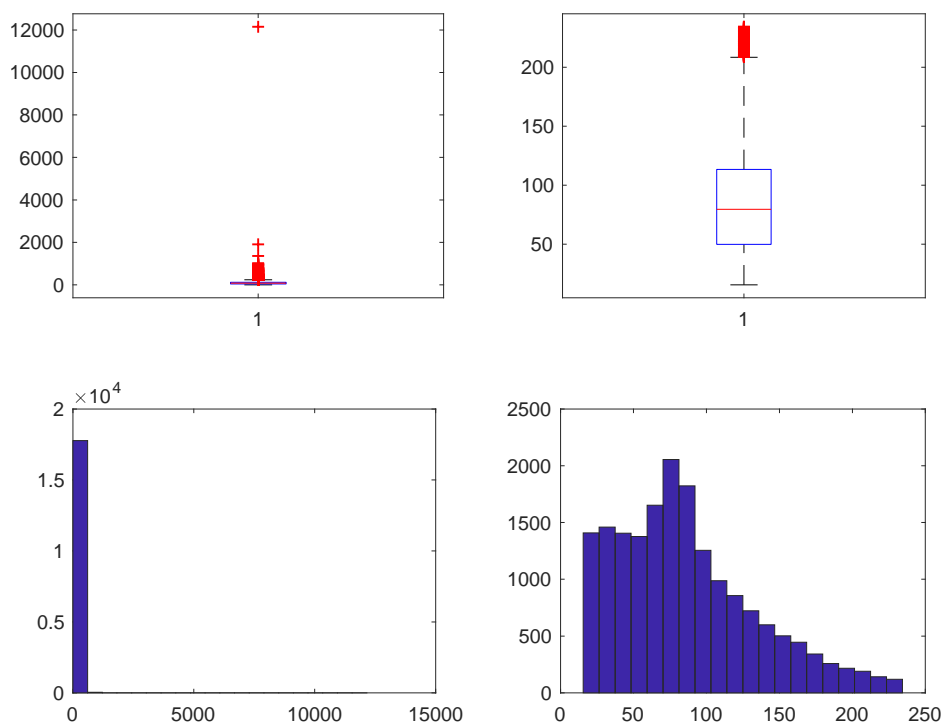
**Figura 100. Costo LEGNO-TRIPLO**



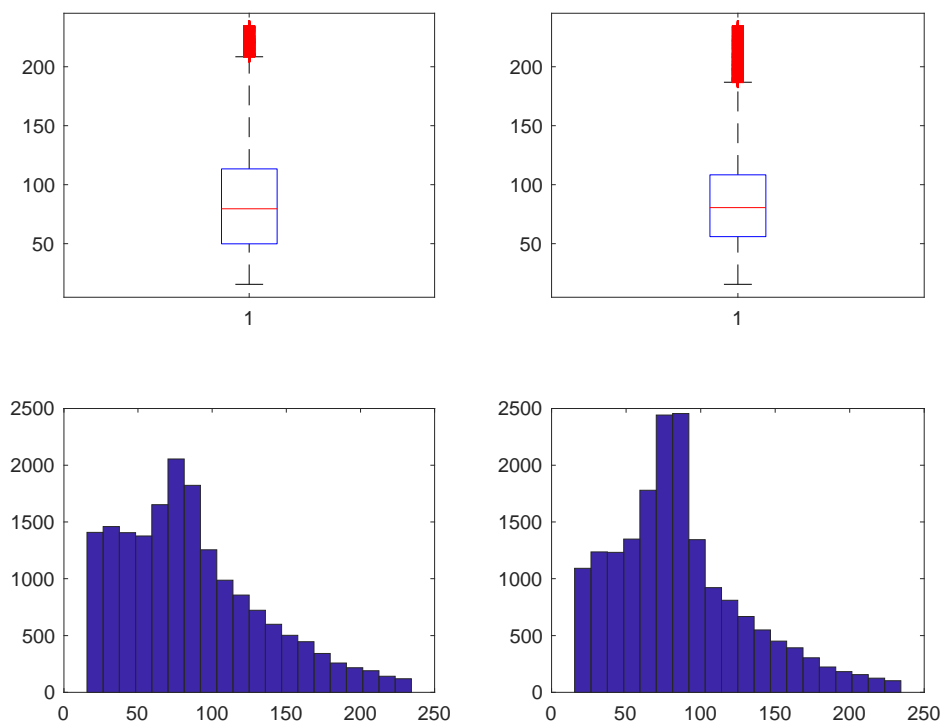
**Figura 101. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-TRIPLO**



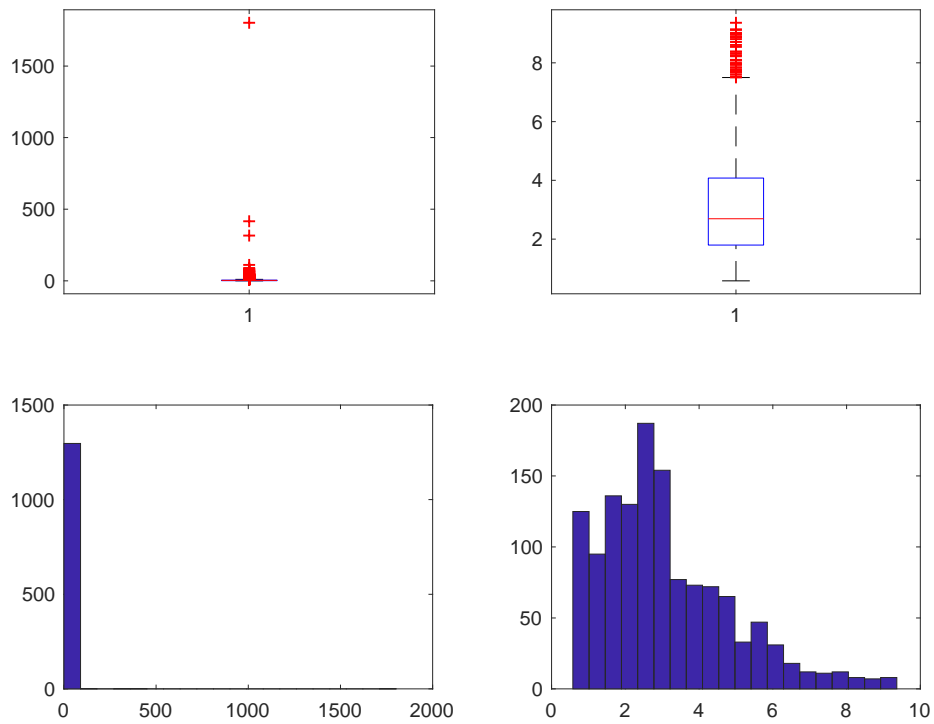
**Figura 102. Risparmio LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



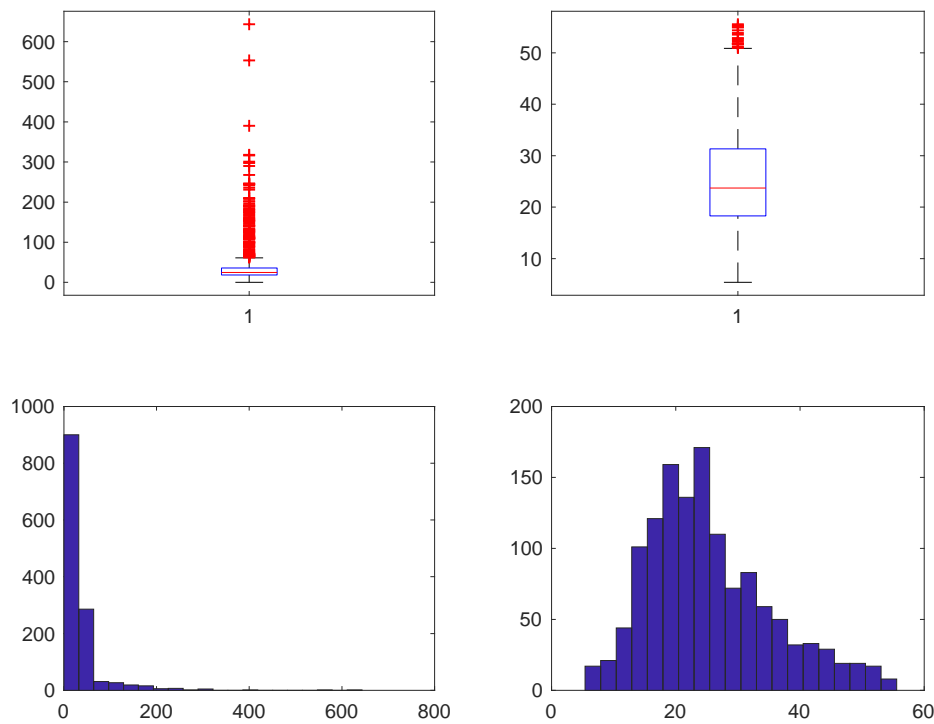
**Figura 103. Costo LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



**Figura 104. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



**Figura 105. Risparmio LEGNO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 106. Costo LEGNO-VETRO NON ESISTENTE**

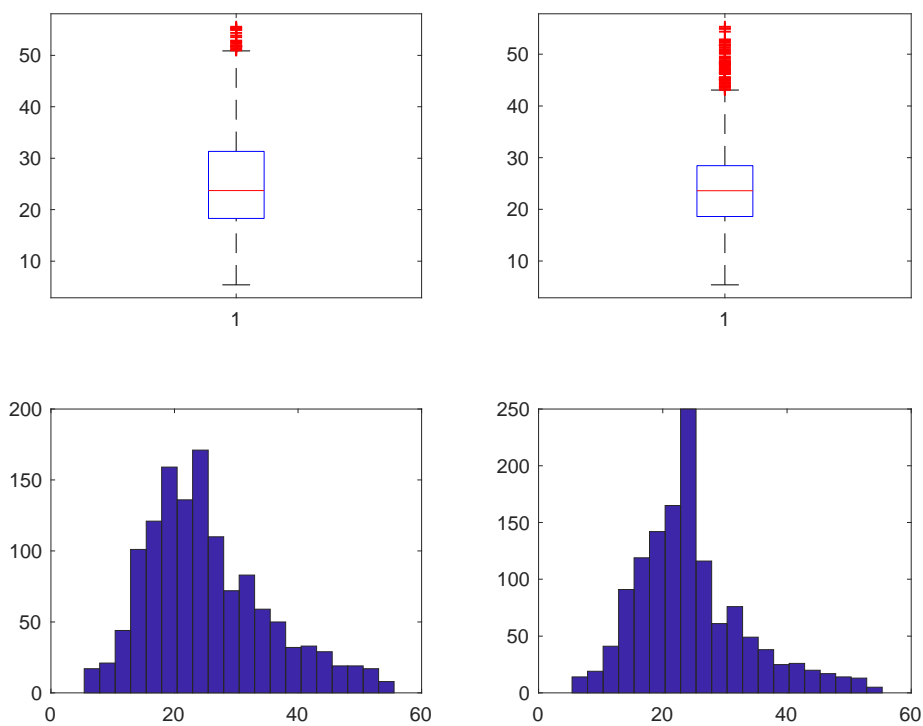


Figura 107. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-VETRO NON ESISTENTE

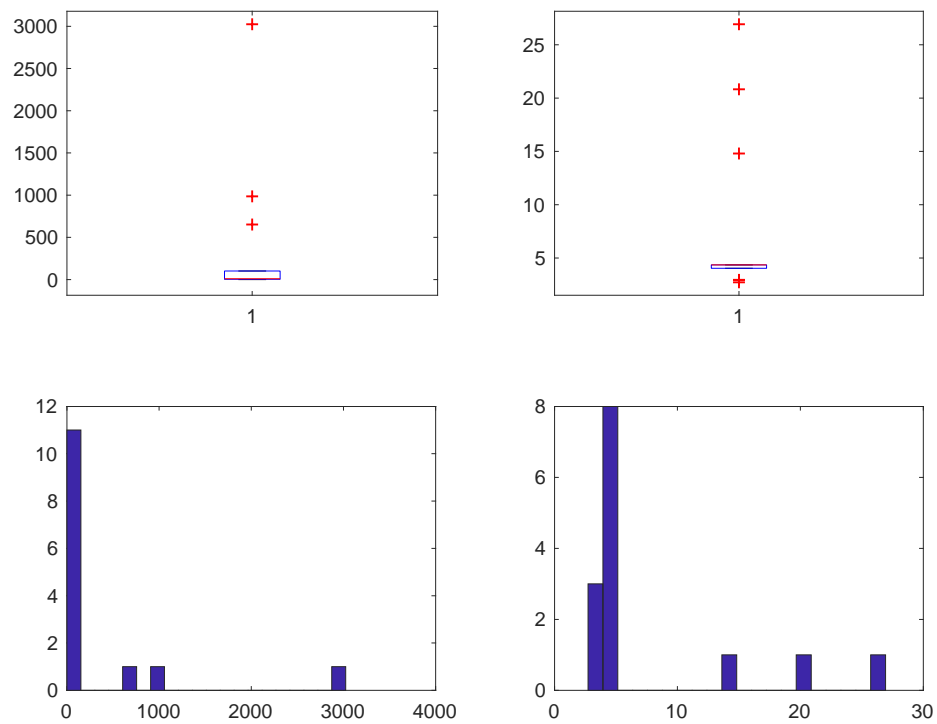
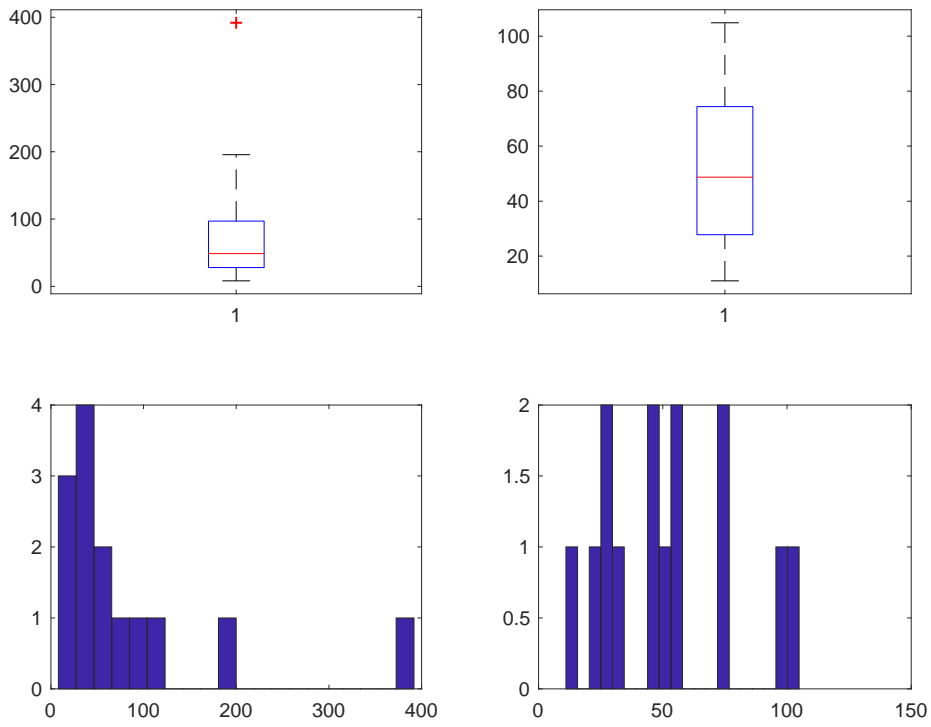
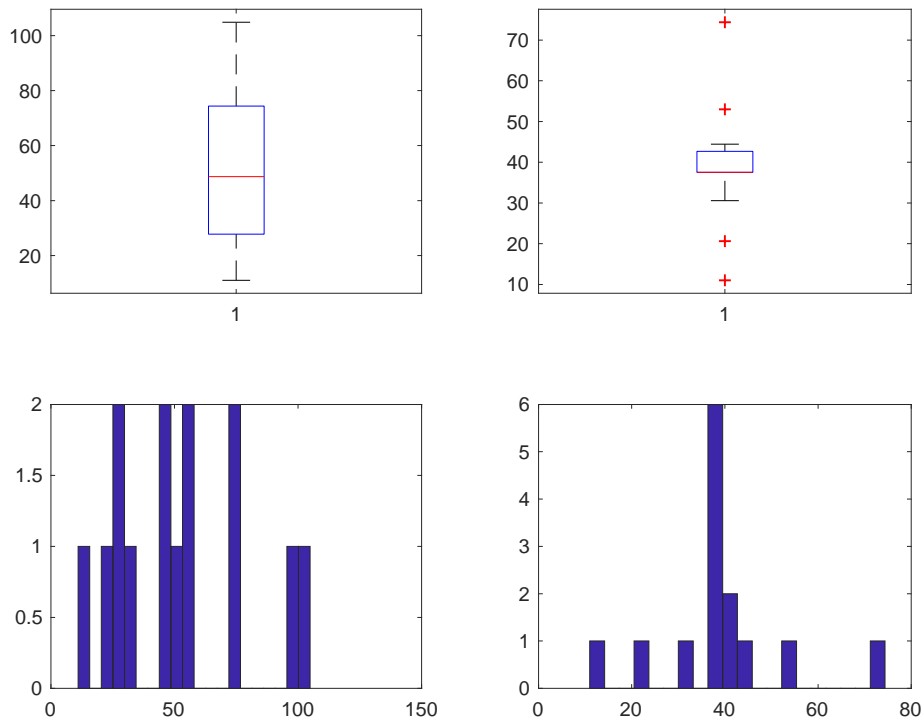


Figura 108. Risparmio METALLO NO TERMICO-SINGOLO



**Figura 109. Costo METALLO NO TERMICO-SINGOLO**



**Figura 110. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-SINGOLO**

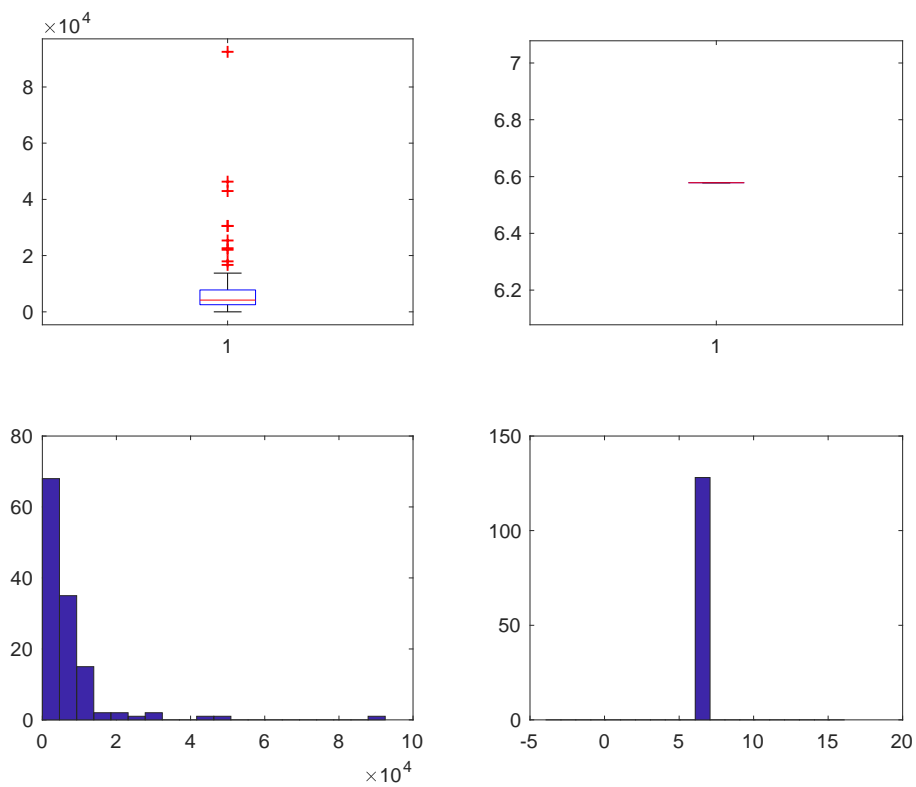


Figura 111. Risparmio METALLO NO TERMICO-DOPPIO

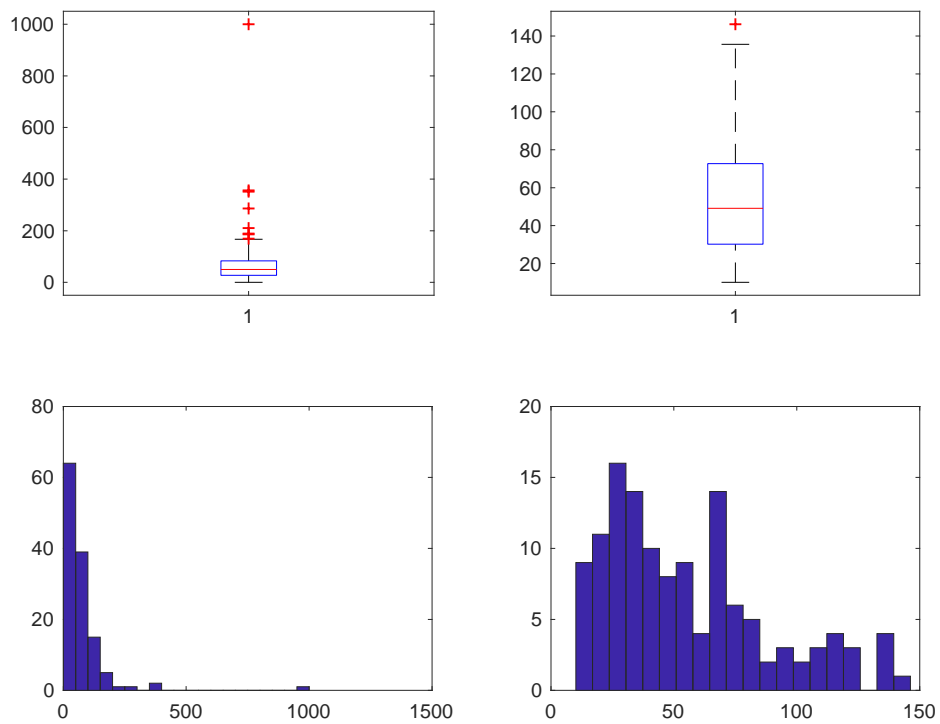
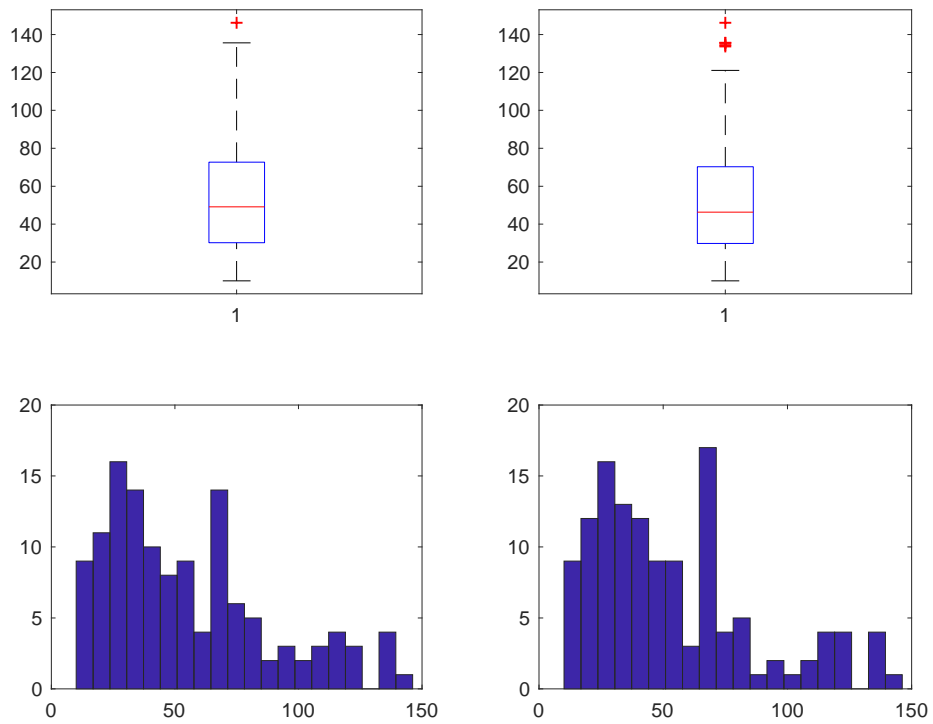
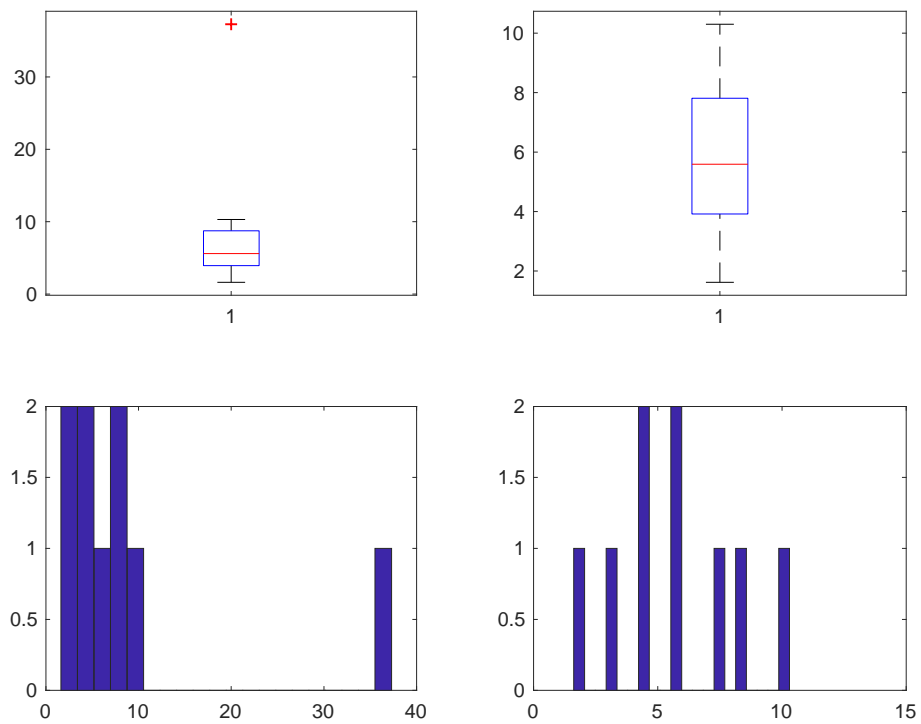


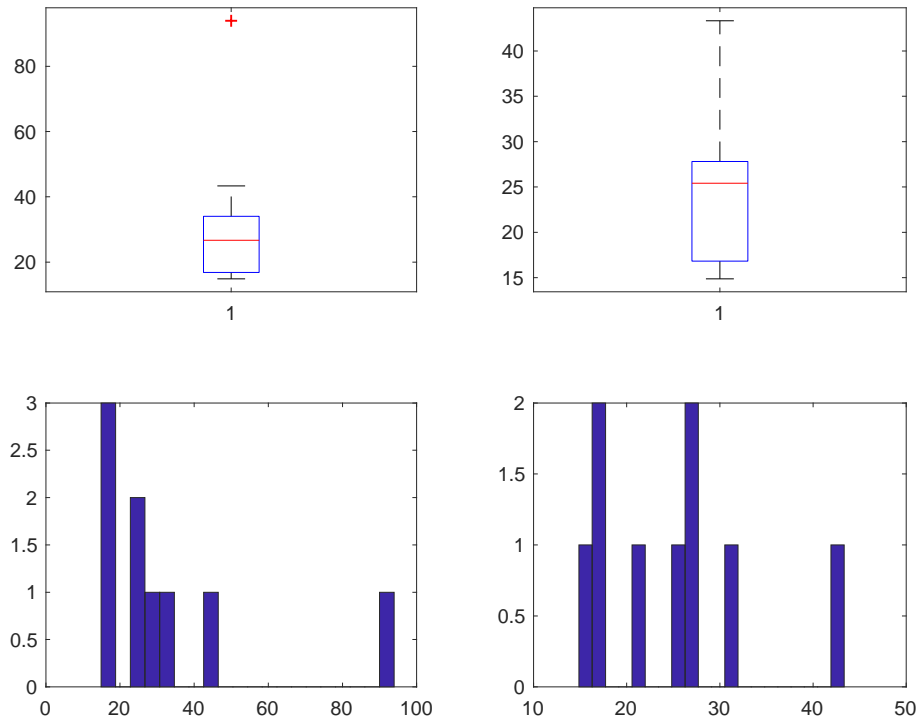
Figura 112. Costo METALLO NO TERMICO-DOPPIO



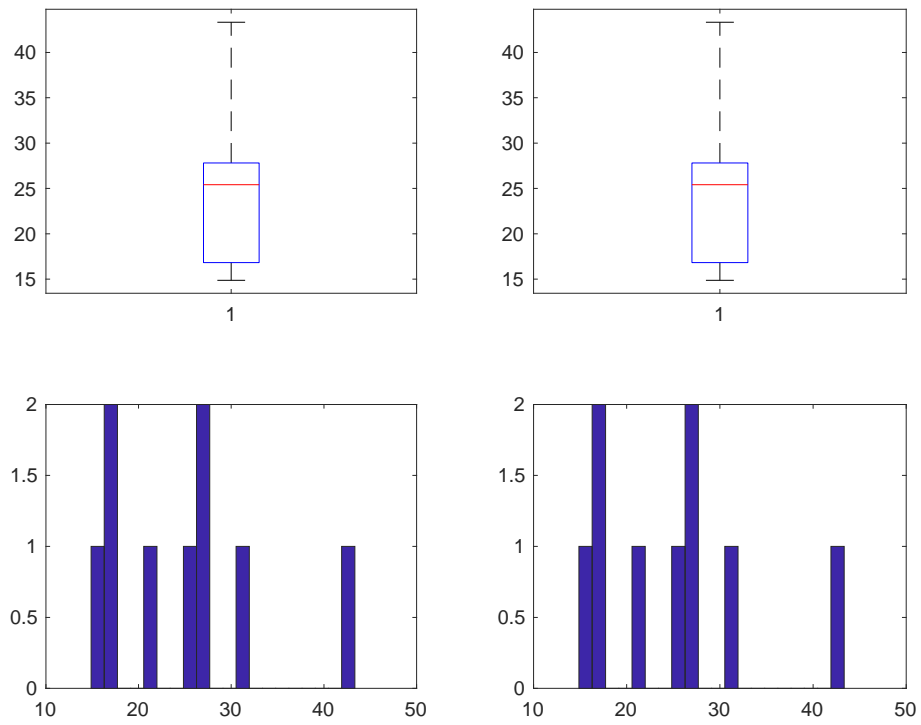
**Figura 113. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-DOPPIO**



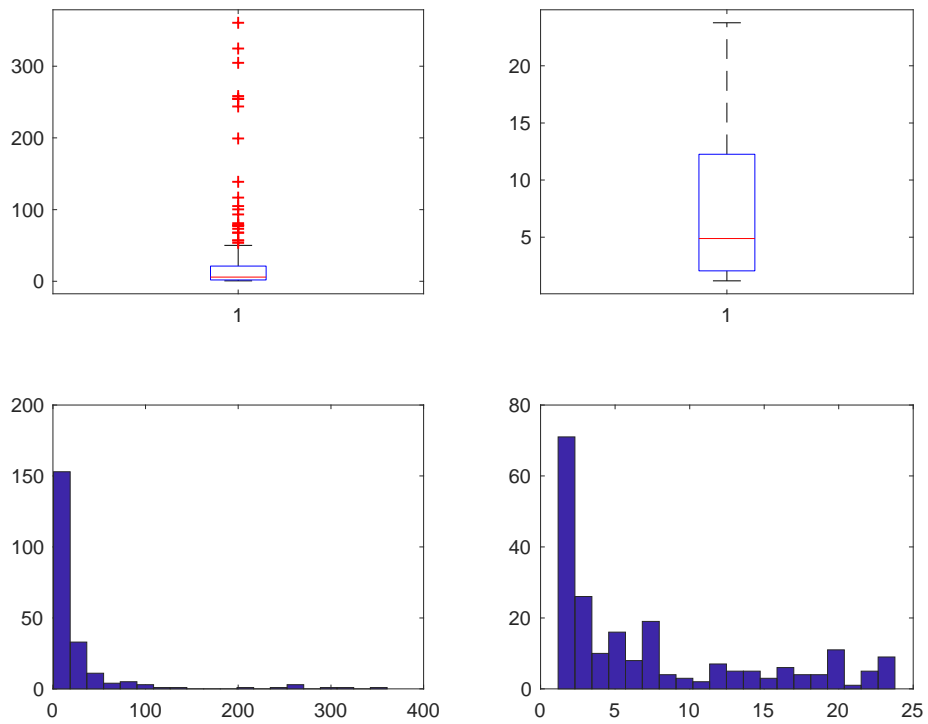
**Figura 114. Risparmio METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



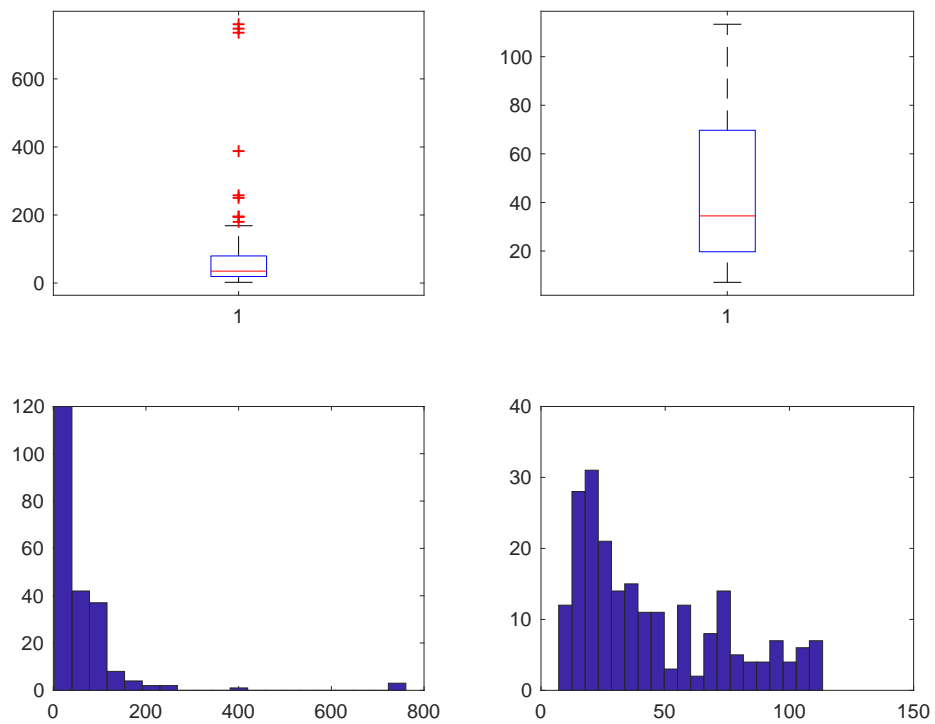
**Figura 115. Costo METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



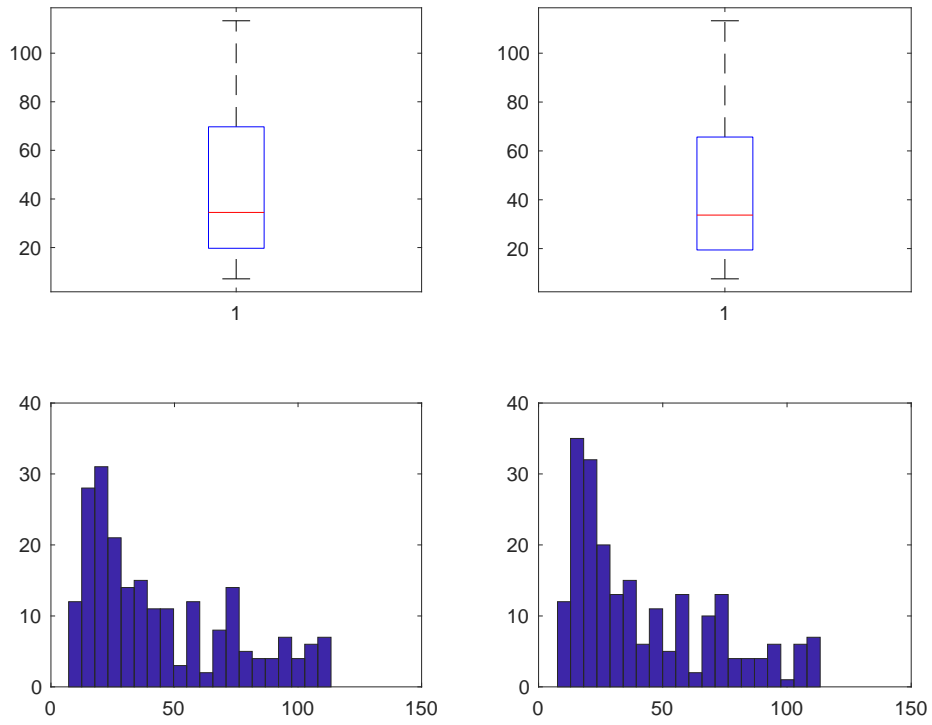
**Figura 116. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



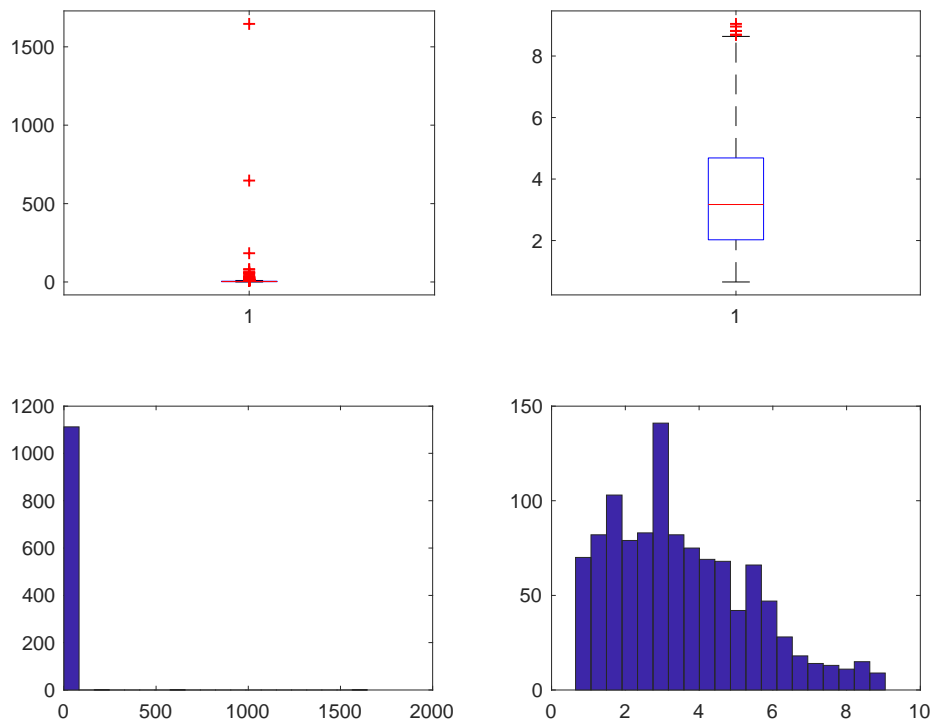
**Figura 117. Risparmio METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



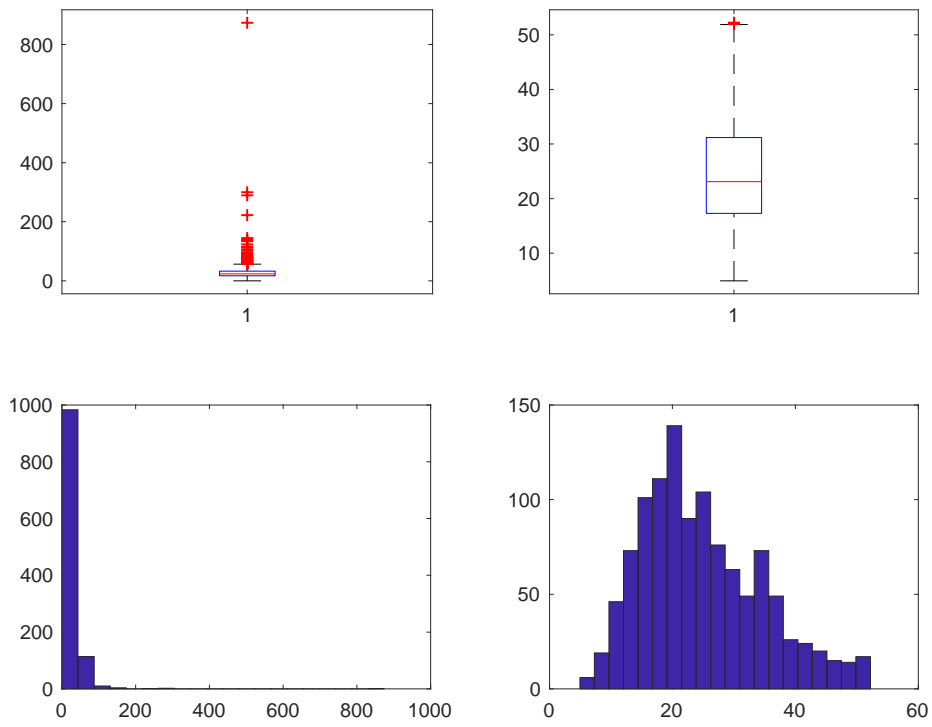
**Figura 118. Costo METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



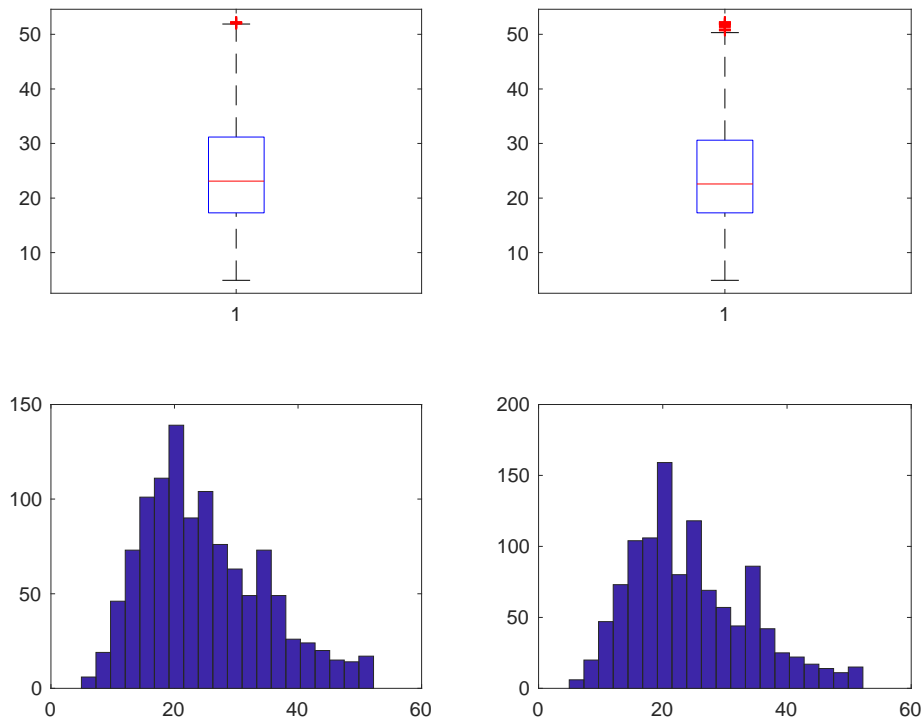
**Figura 119. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



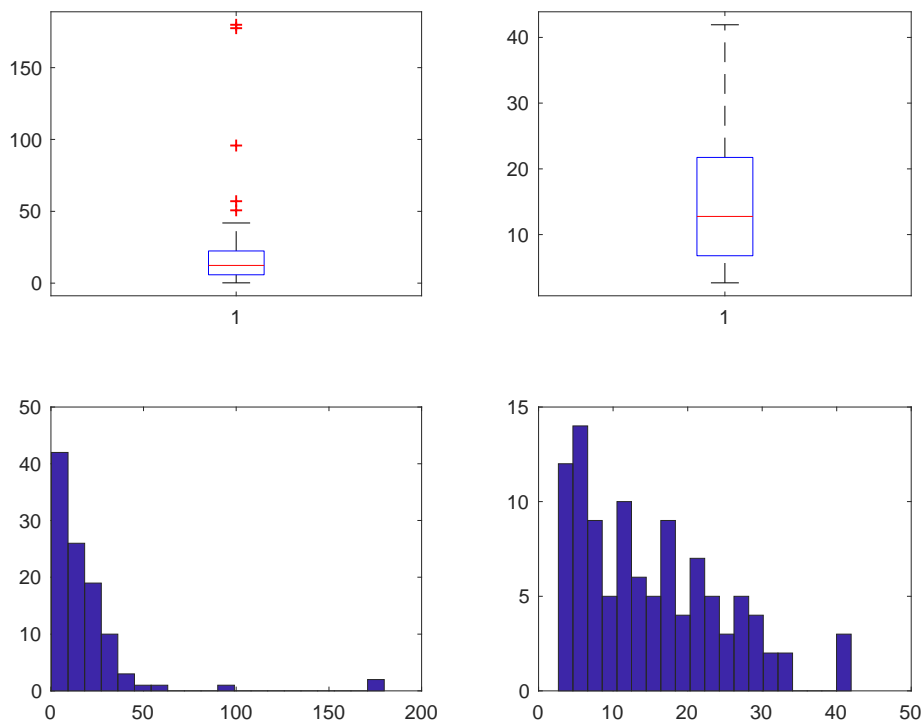
**Figura 120. Risparmio METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



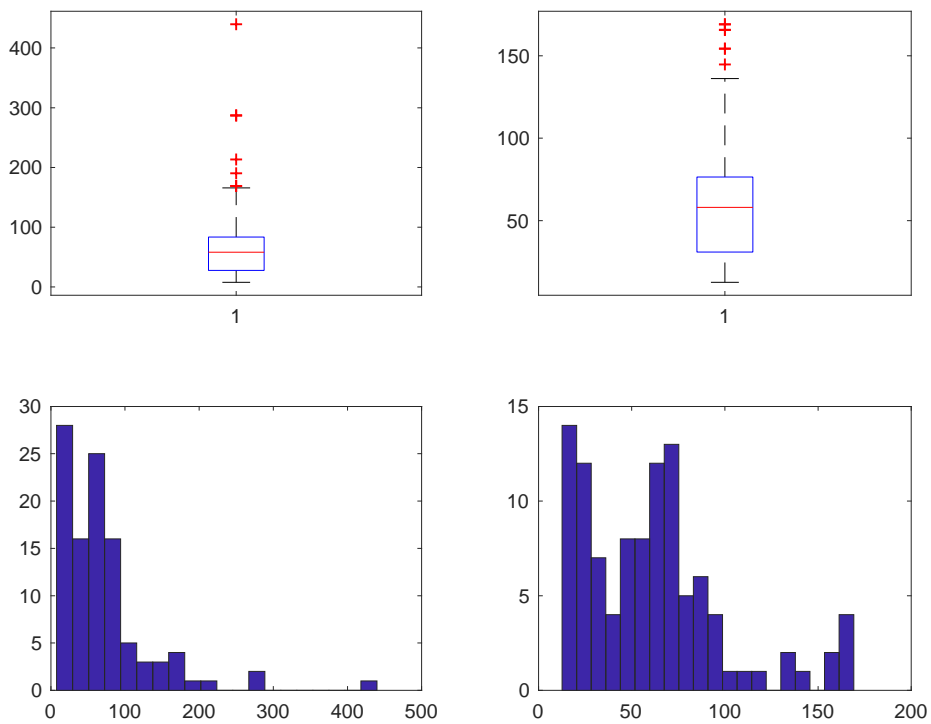
**Figura 121. Costo METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



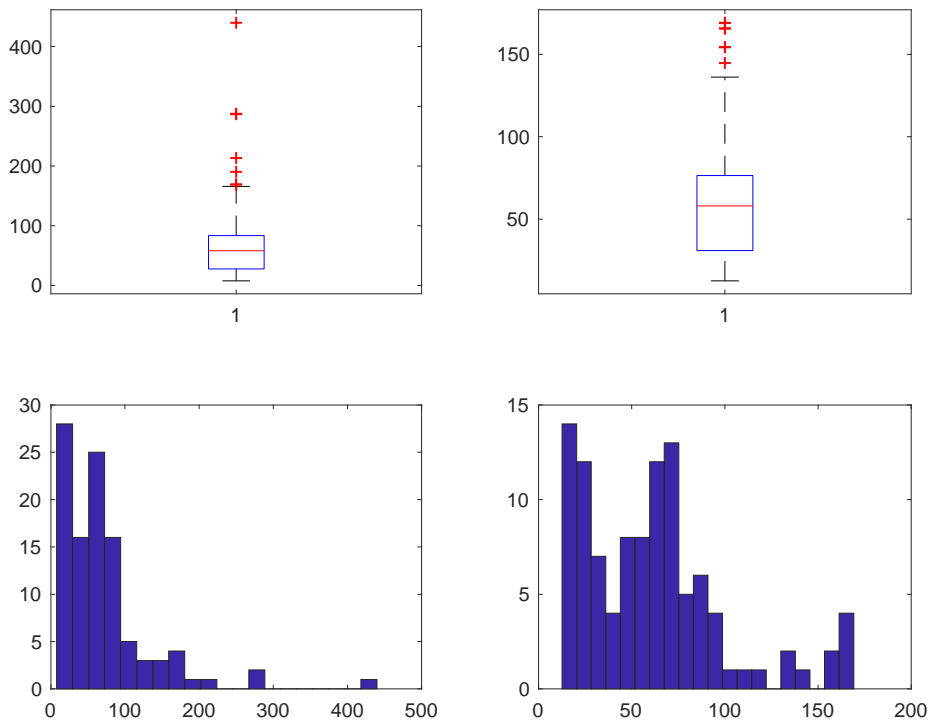
**Figura 122. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



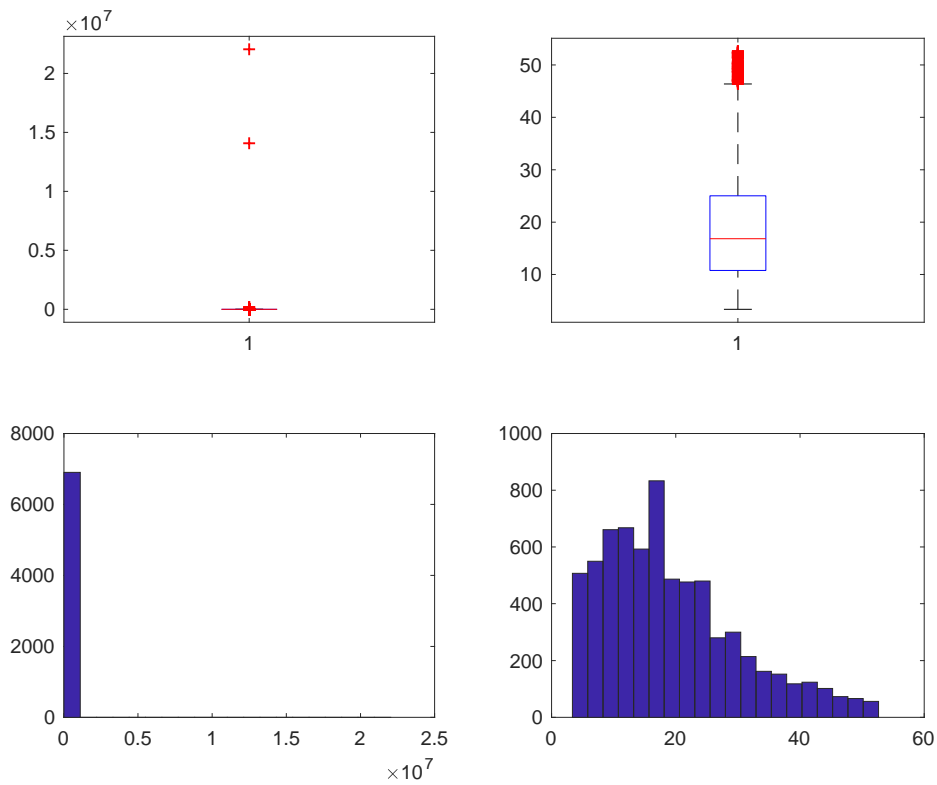
**Figura 123. Risparmio METALLO TERMICO-SINGOLO**



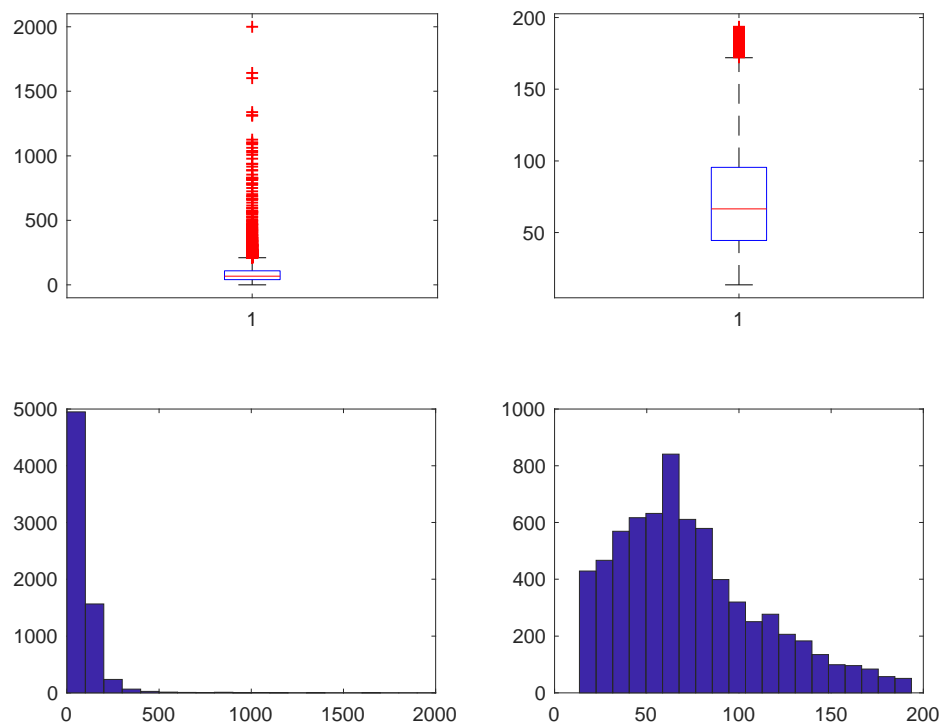
**Figura 124. Costo METALLO TERMICO-SINGOLO**



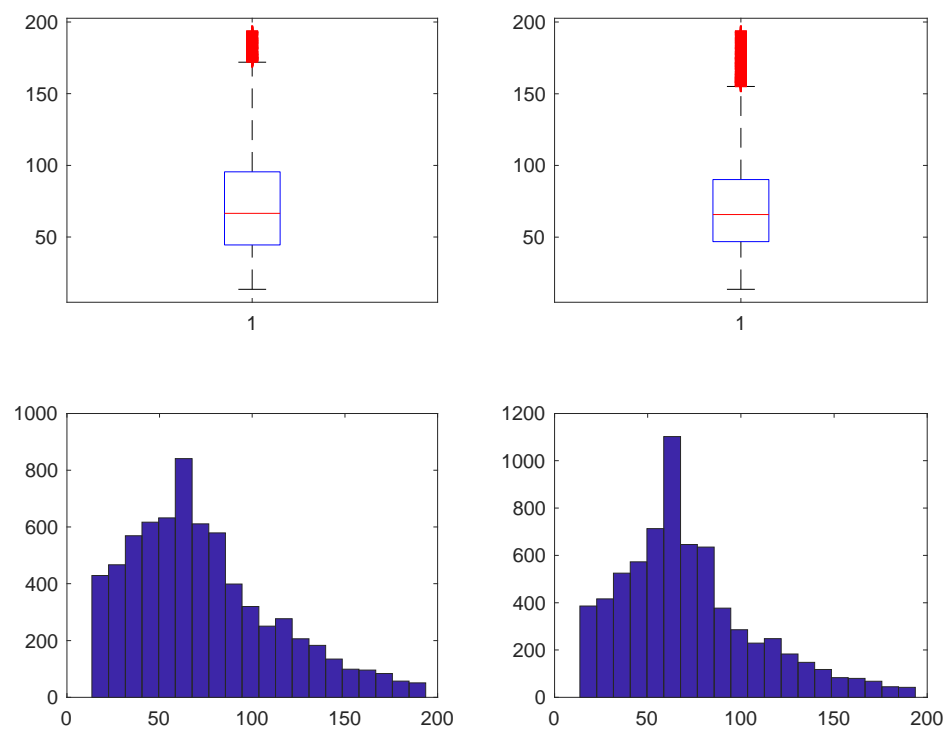
**Figura 125. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO TERMICO-SINGOLO**



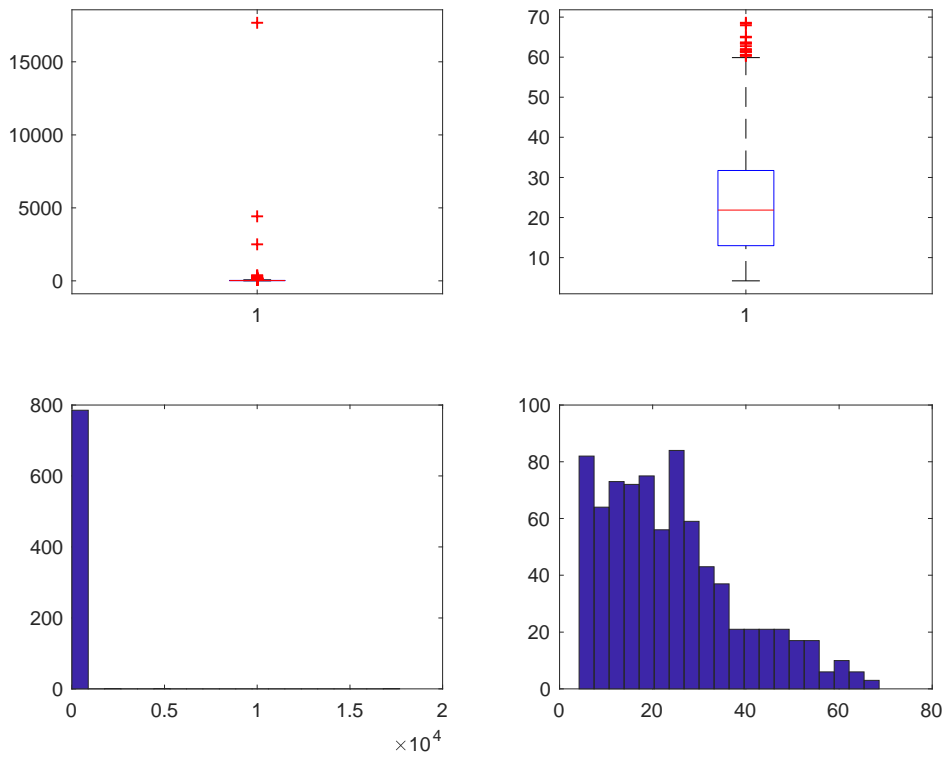
**Figura 126. Risparmio METALLO TERMICO-DOPPIO**



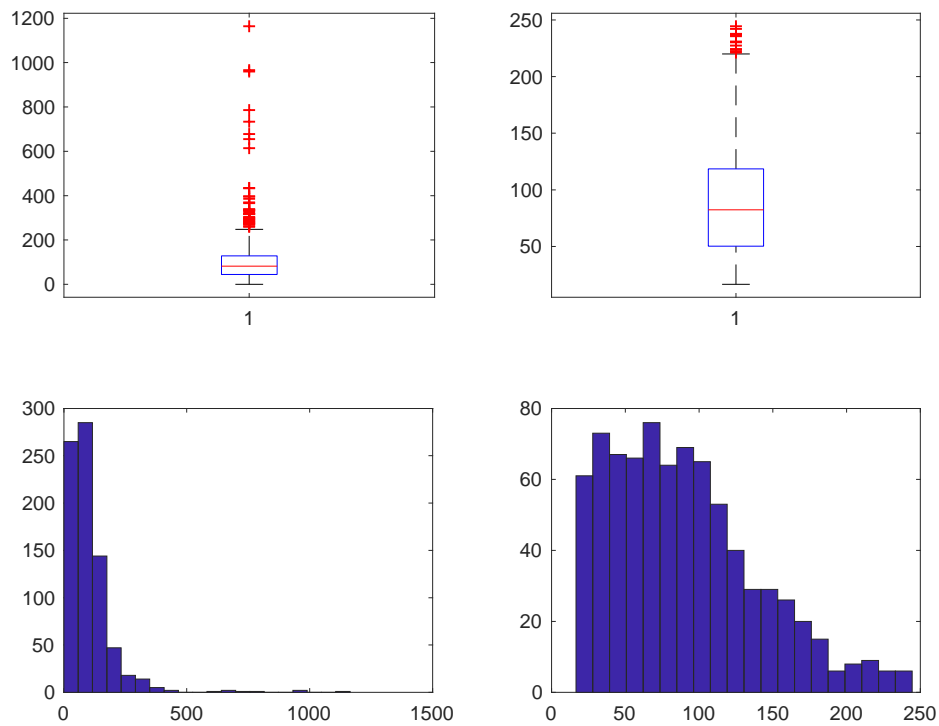
**Figura 127. Costo METALLO TERMICO-DOPPIO**



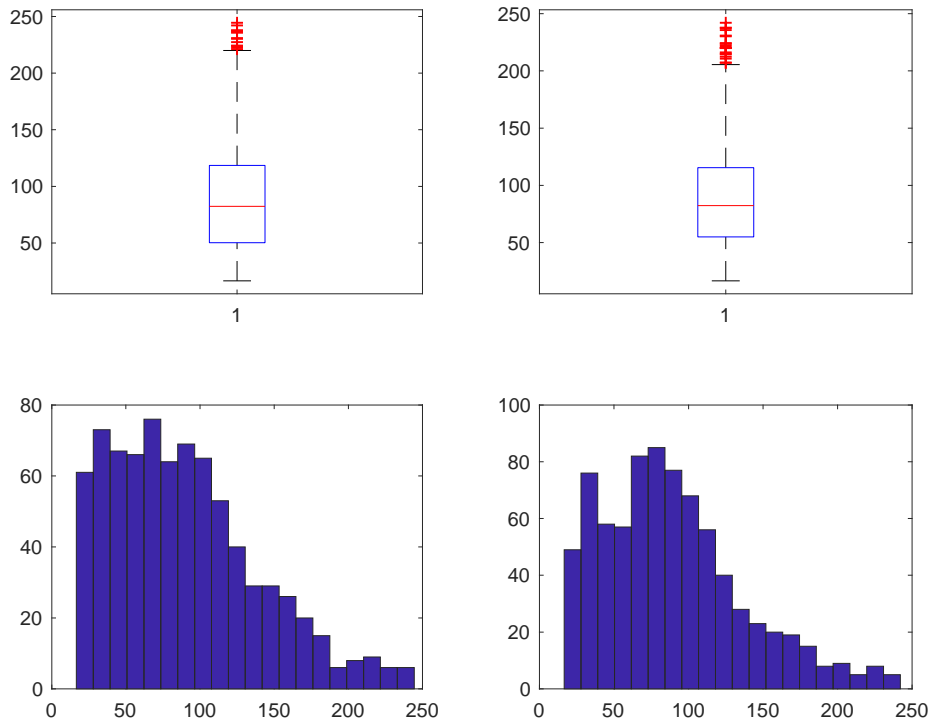
**Figura 128. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO TERMICO-DOPPIO**



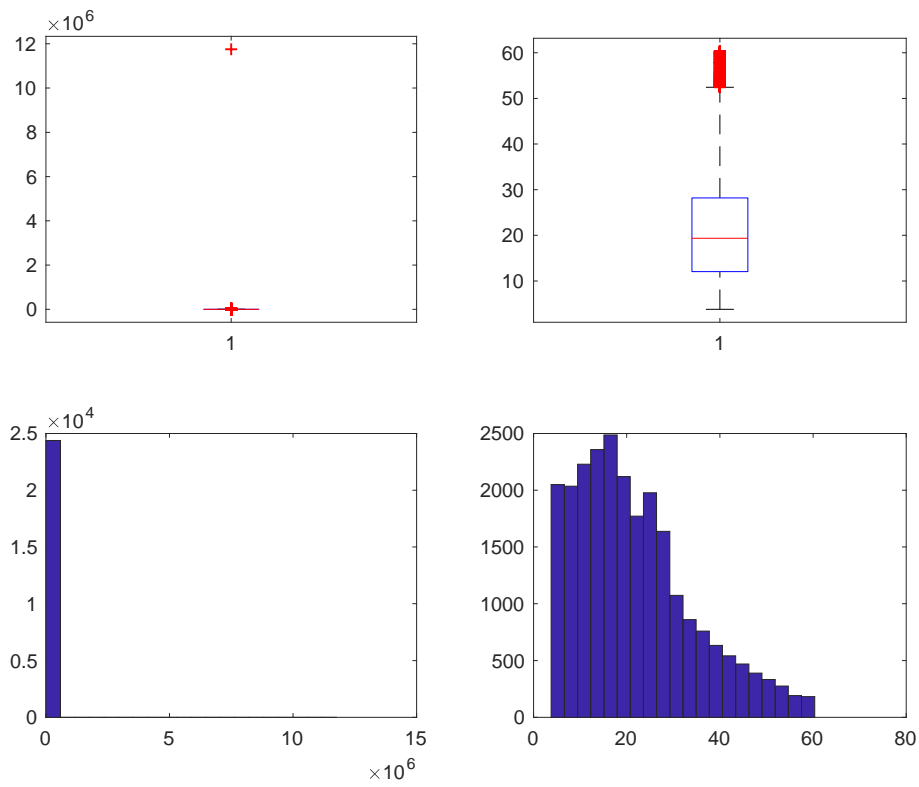
**Figura 129. Risparmio METALLO TERMICO-TRIPLO**



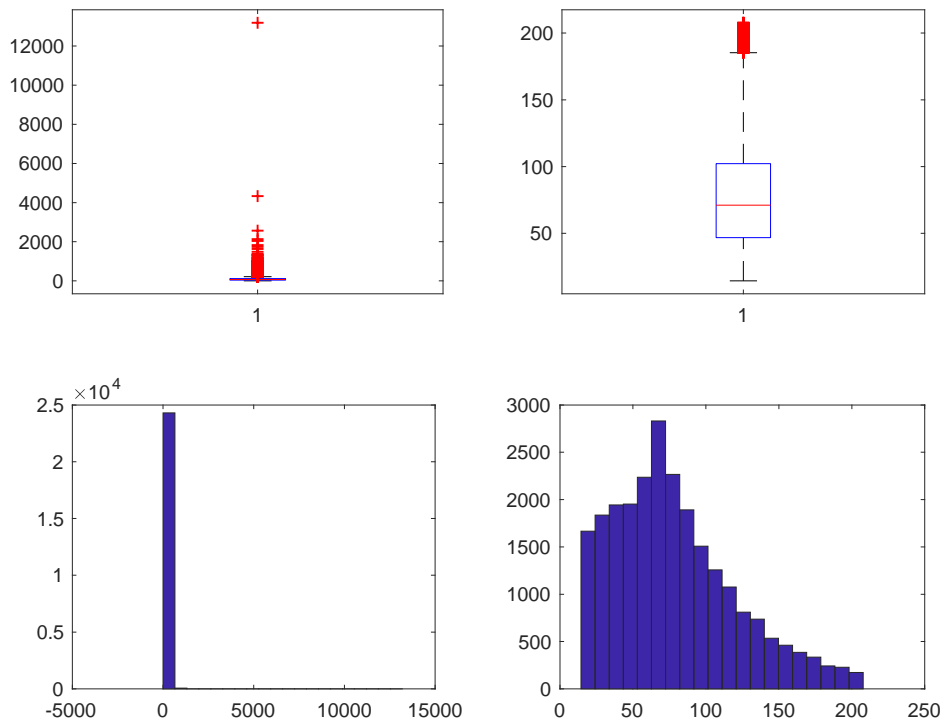
**Figura 130. Costo METALLO TERMICO-TRIPLO**



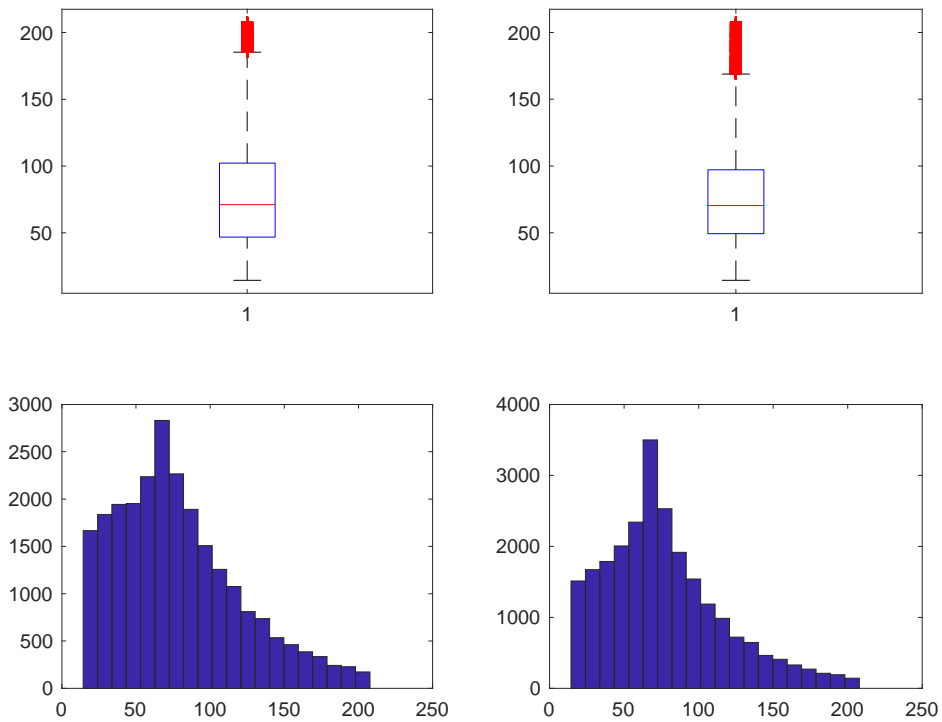
**Figura 131. Costo dopo studio su Costo/Risparmio METALLO TERMICO-TRIPLO**



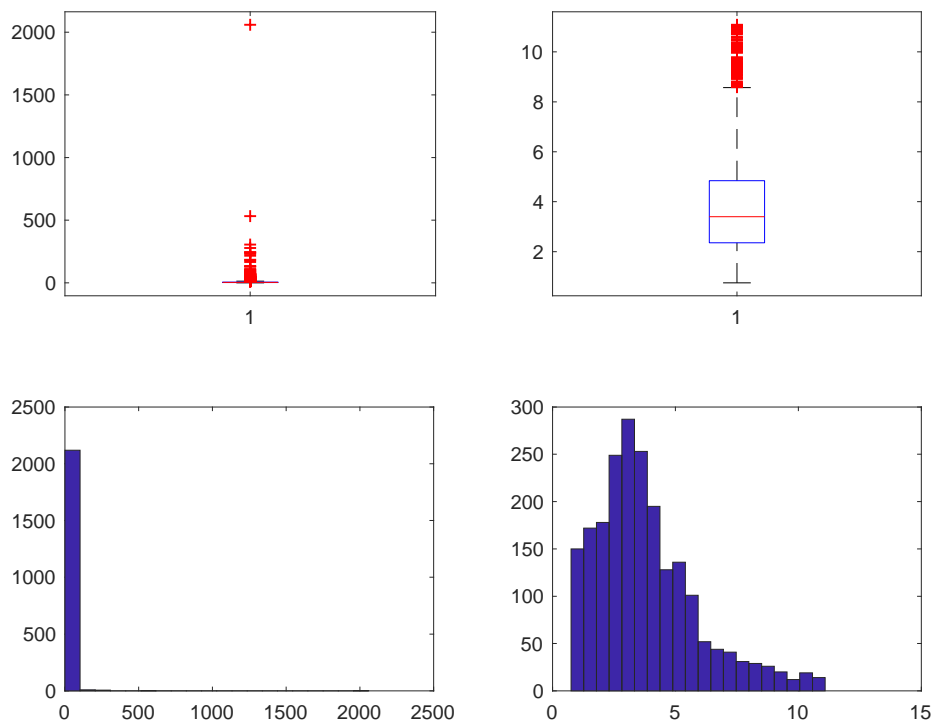
**Figura 132. Risparmio METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



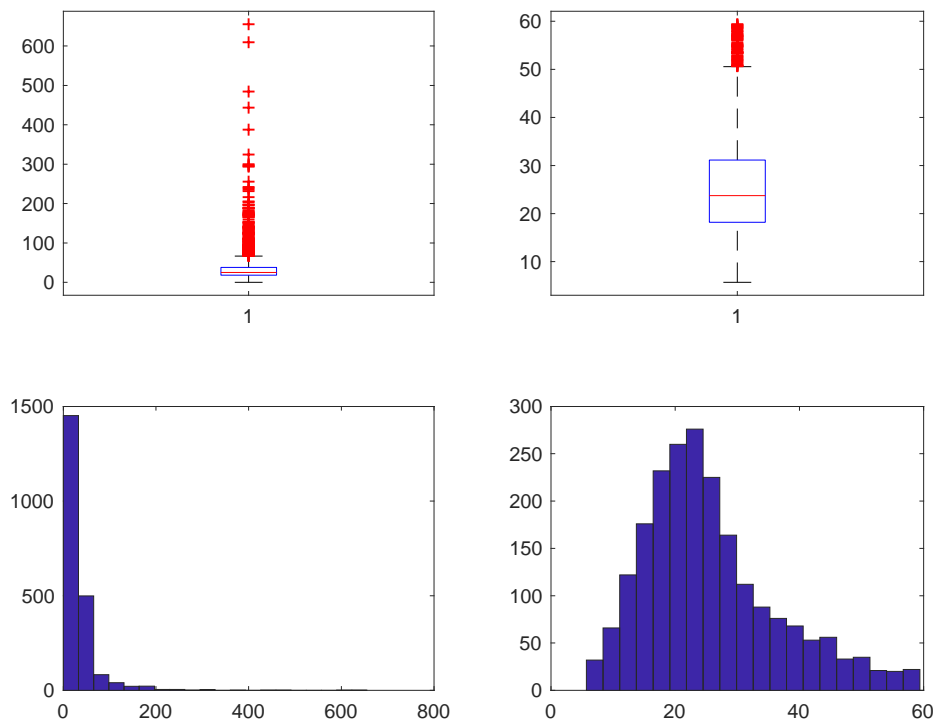
**Figura 133. Costo METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



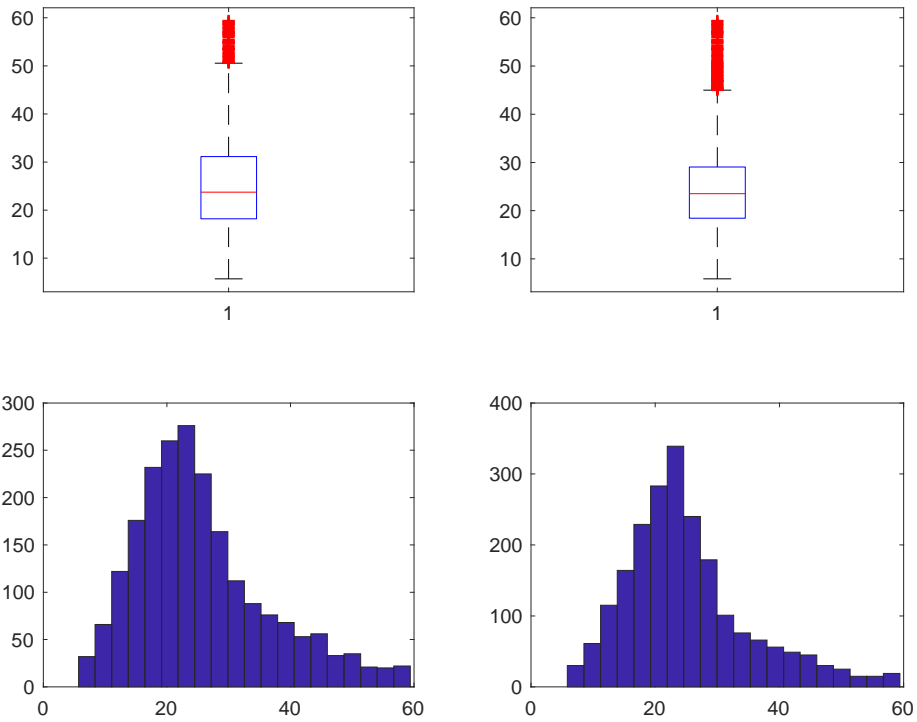
**Figura 134. Costo dopo studio su Costo/Risparmio METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



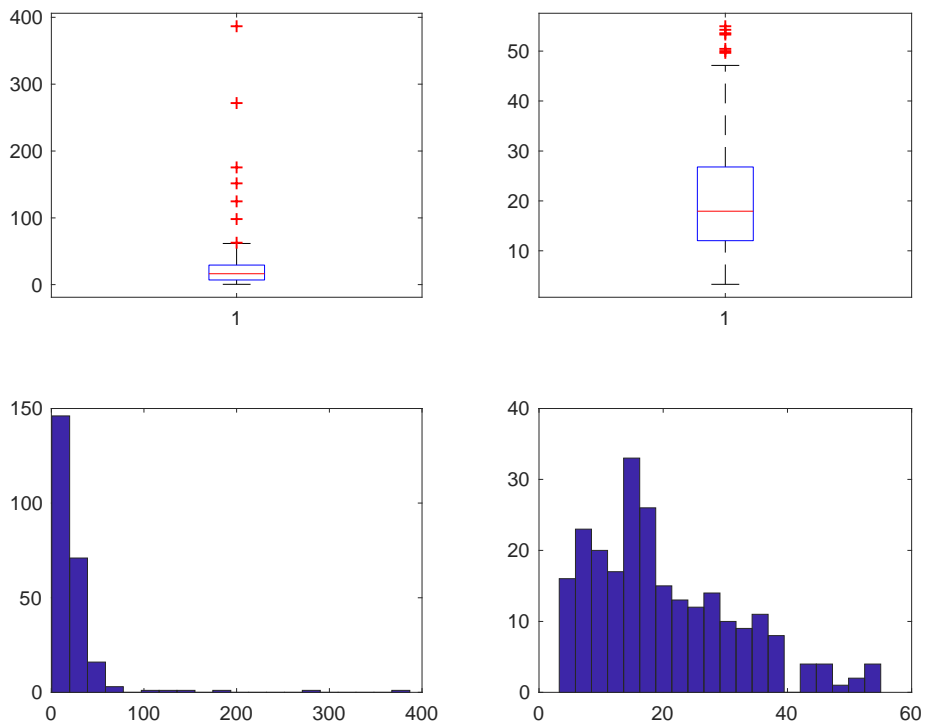
**Figura 135. Risparmio METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 136. Costo METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 137. Costo dopo studio su Costo/Risparmio METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 138. Risparmio PVC-SINGOLO**

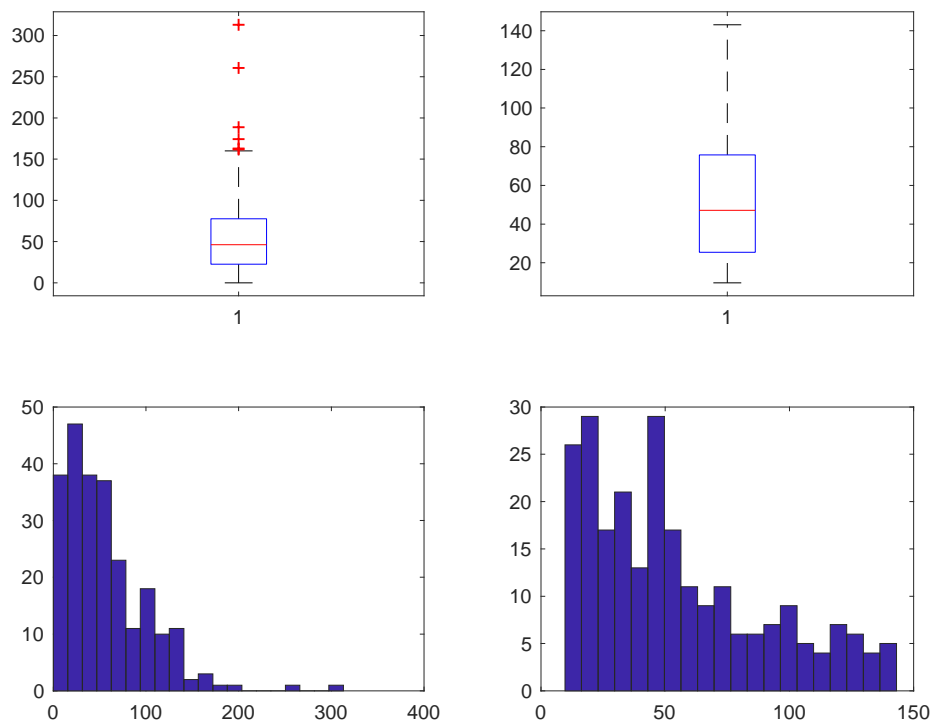


Figura 139. Costo PVC-SINGOLO

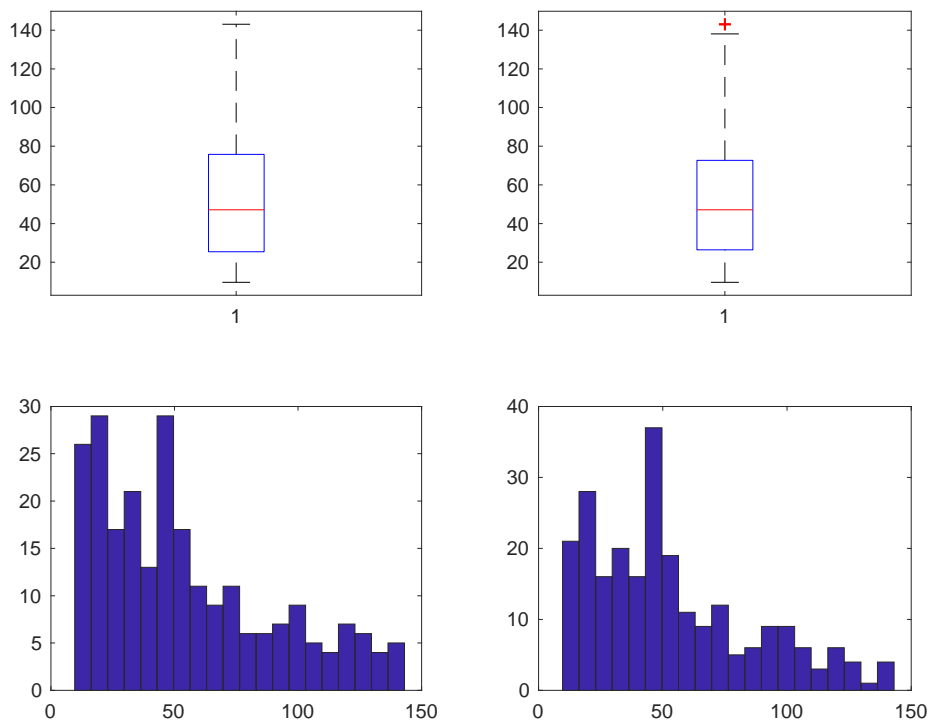
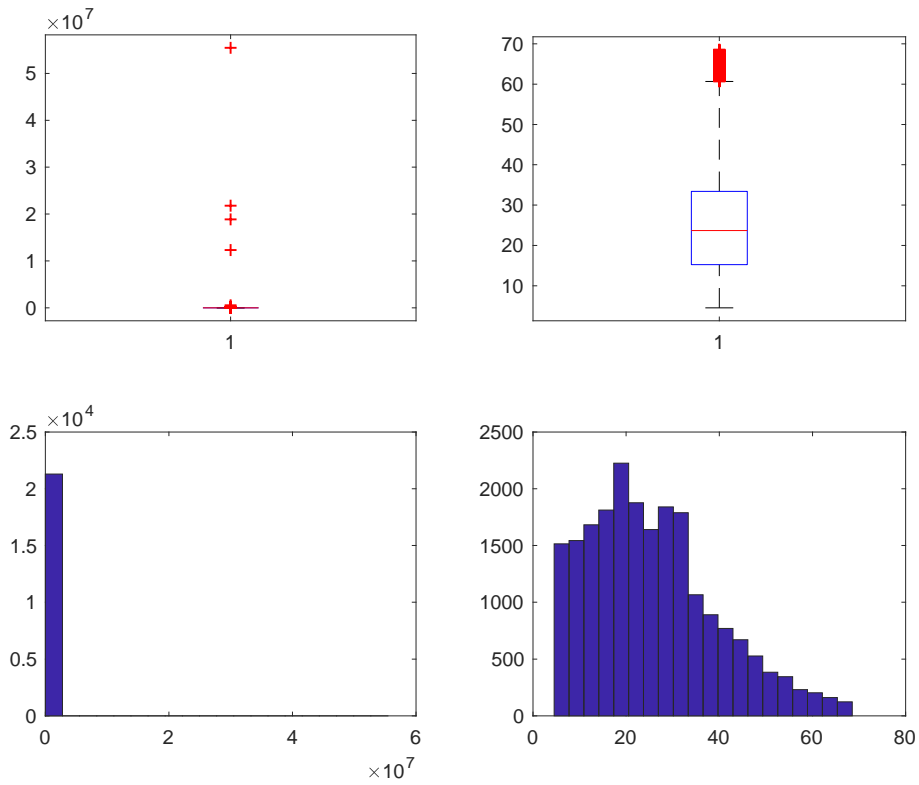
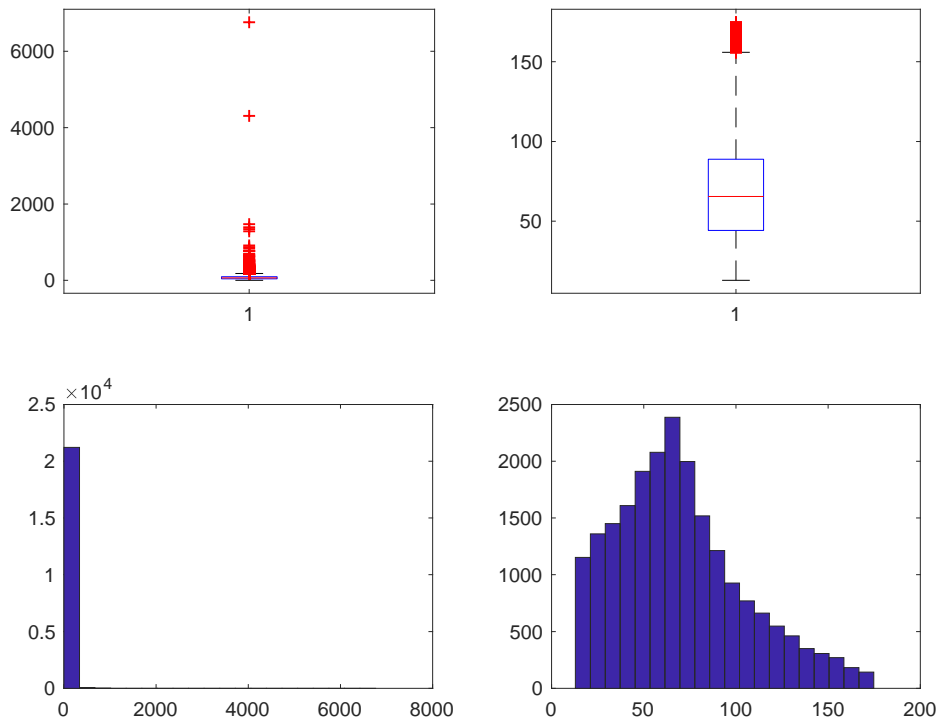


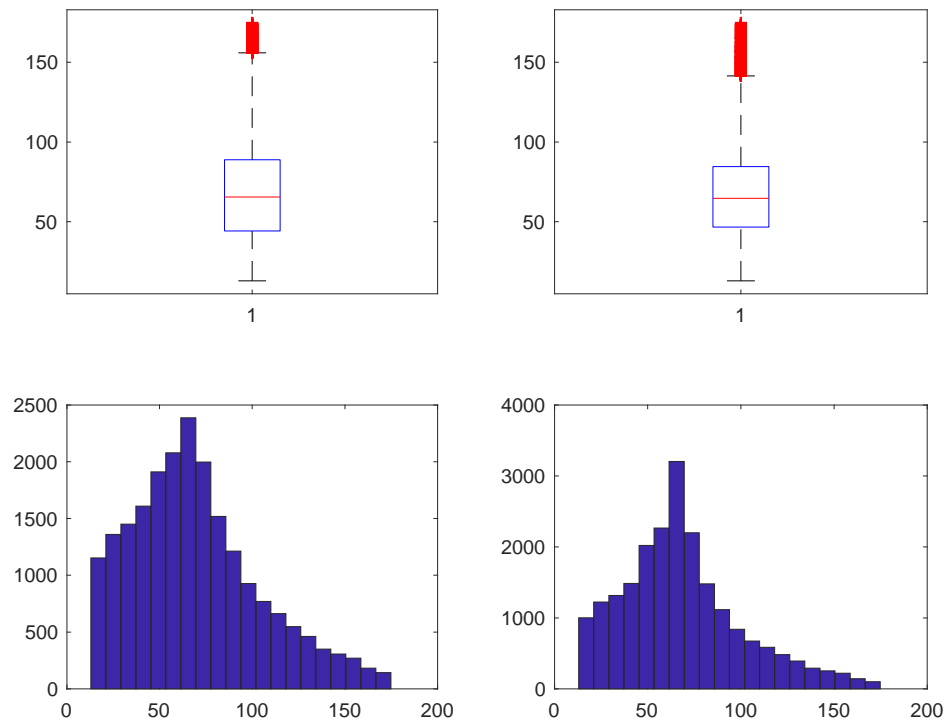
Figura 140. Costo dopo studio su Costo/Risparmio PVC-SINGOLO



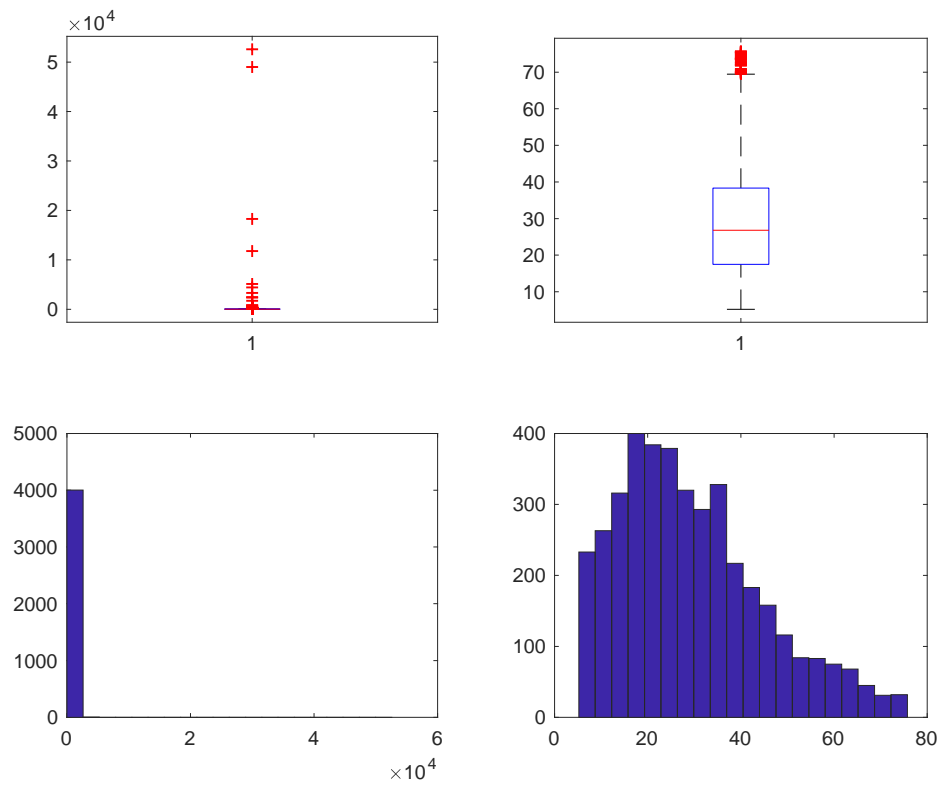
**Figura 141. Risparmio PVC-DOPPIO**



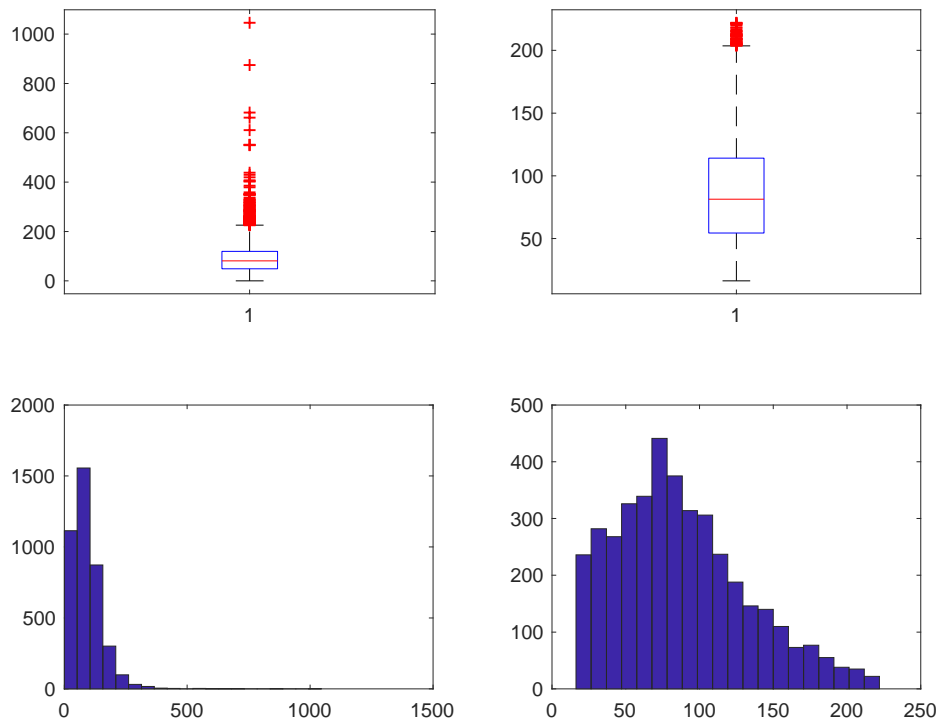
**Figura 142. Costo PVC-DOPPIO**



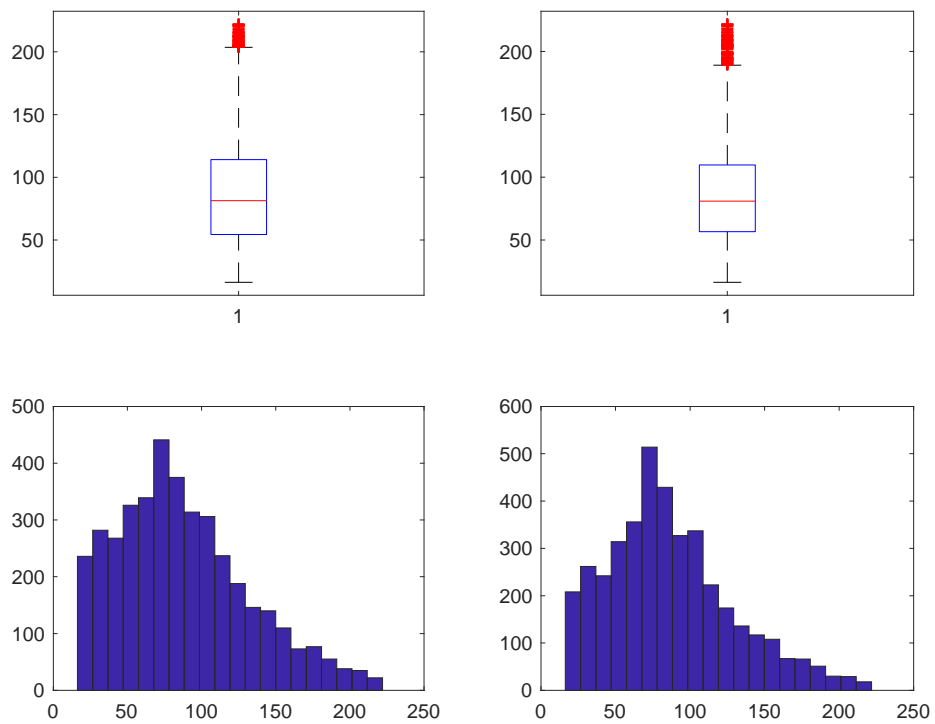
**Figura 143. Costo dopo studio Costo/Risparmio PVC-DOPPIO**



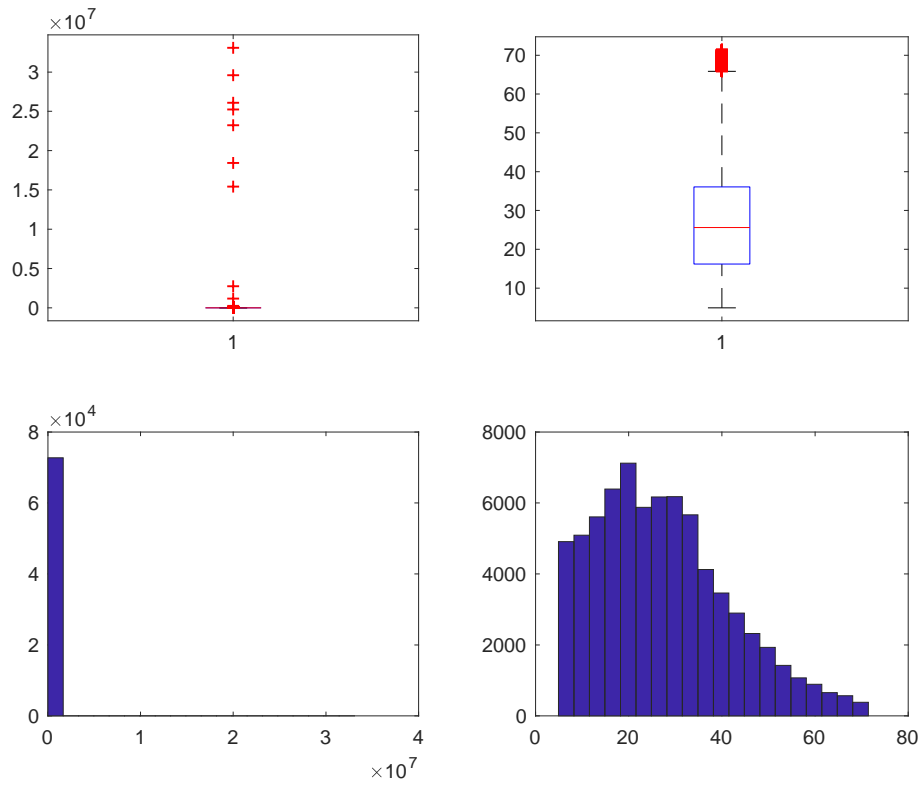
**Figura 144. Risparmio PVC-TRIPLO**



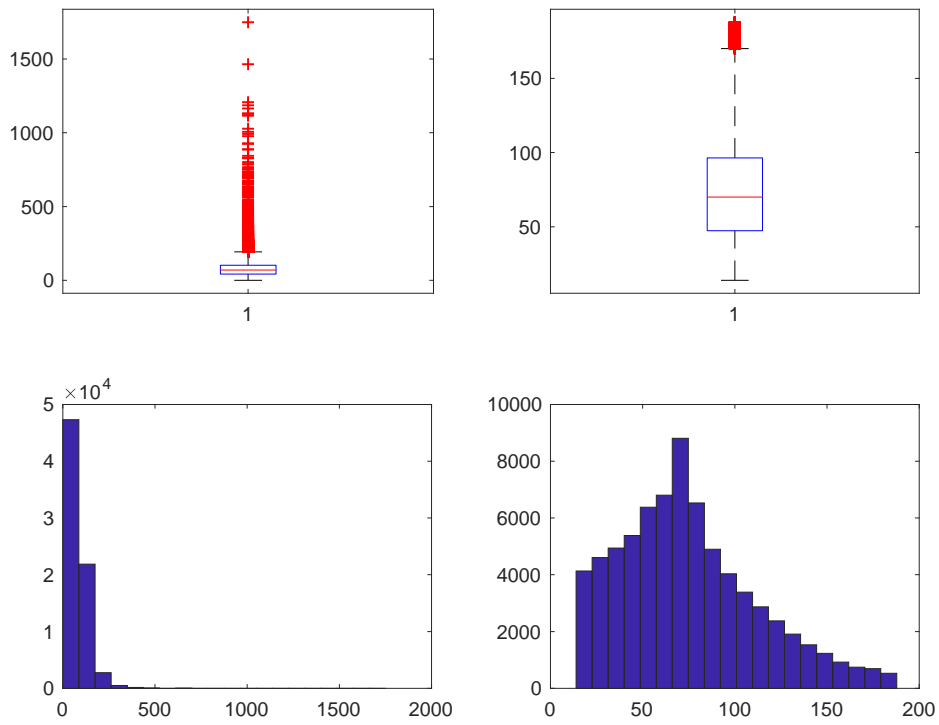
**Figura 145. Costo PVC-TRIPLO**



**Figura 146. Costo dopo studio Costo/Risparmio PVC-TRIPLO**

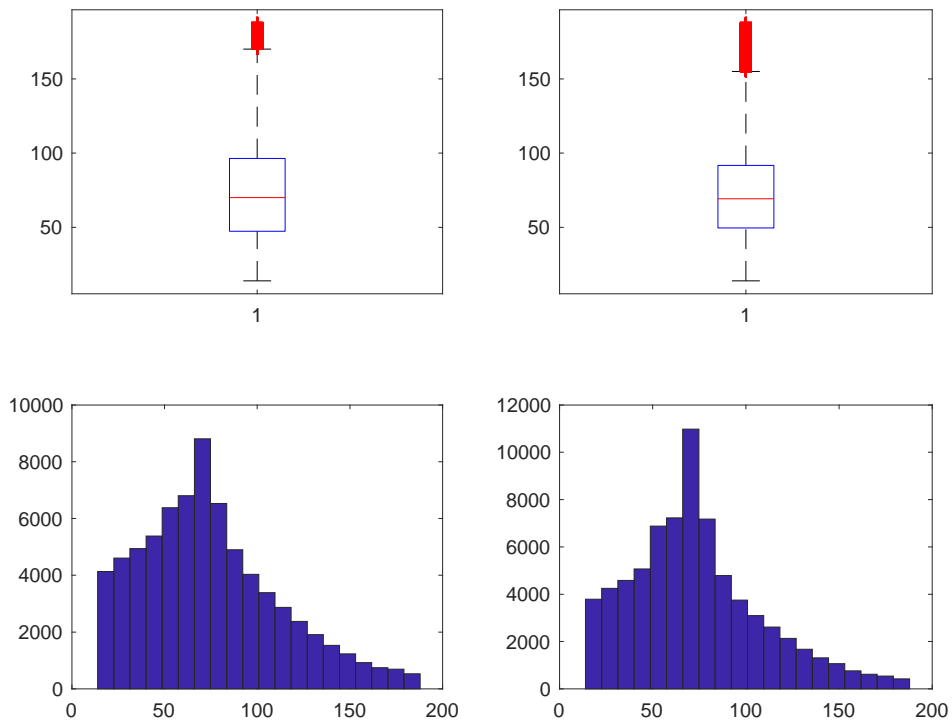


**Figura 147. Risparmio PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**

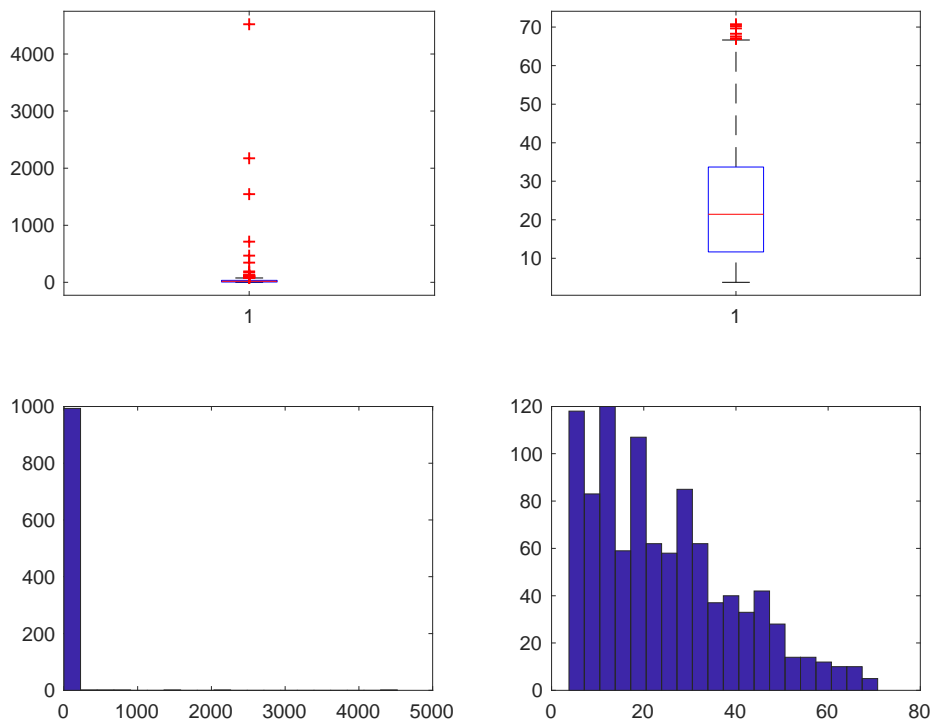


**148. Costo PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**

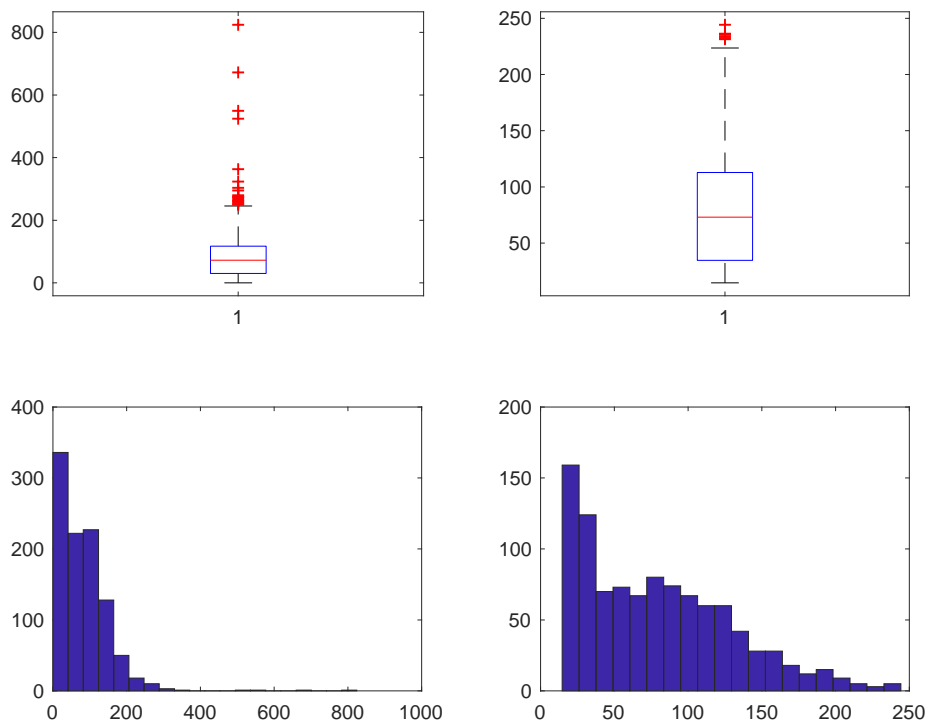
**Figura**



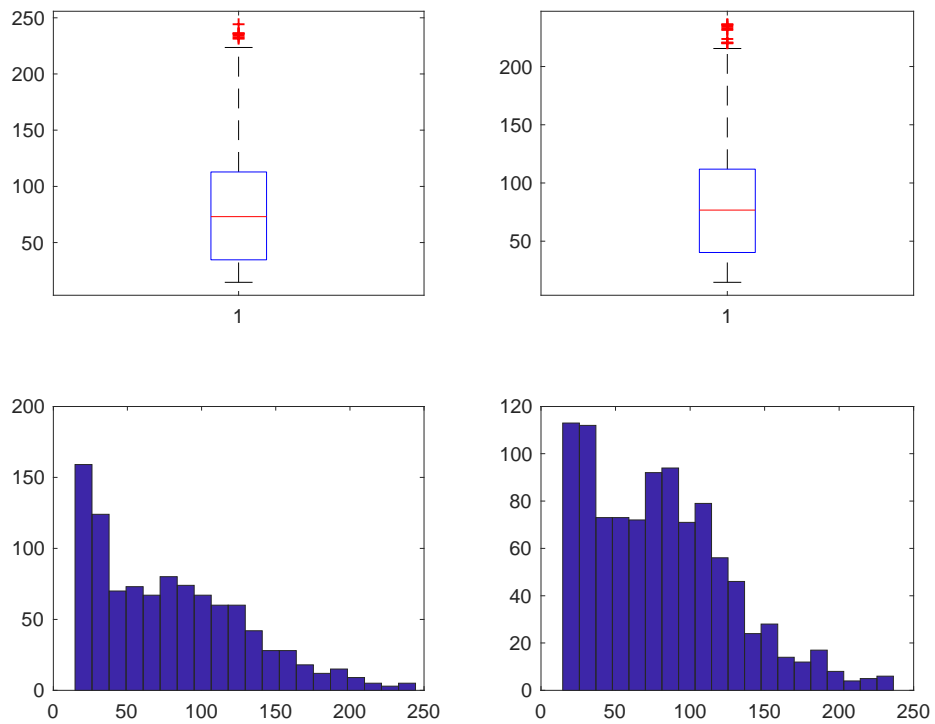
**Figura 149. Costo dopo studio Costo/Risparmio PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**



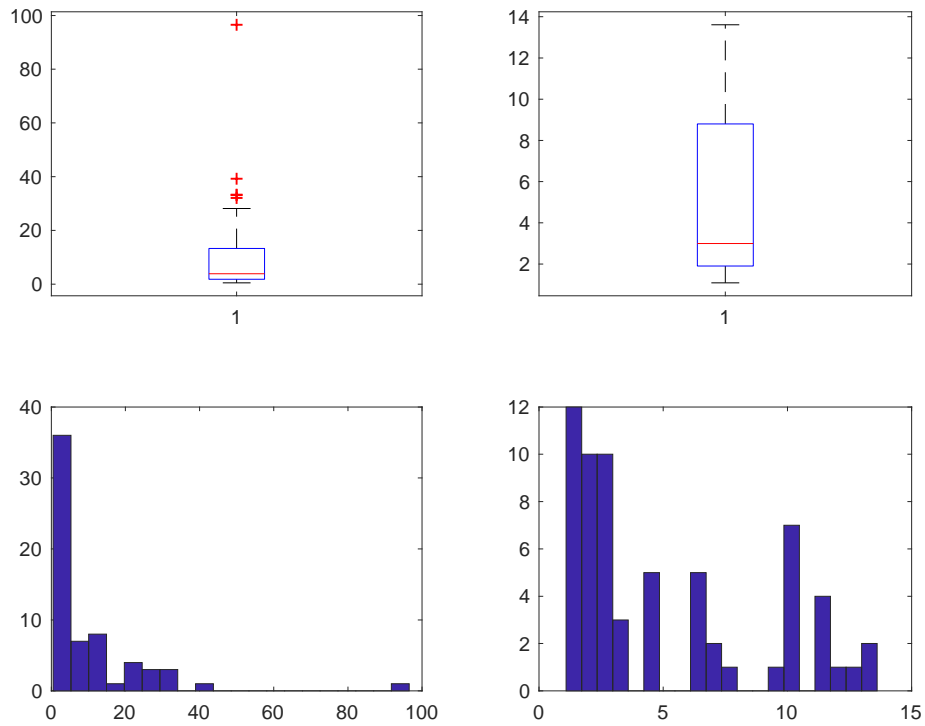
**Figura 150. Risparmio PVC-VETRO NON ESISTENTE**



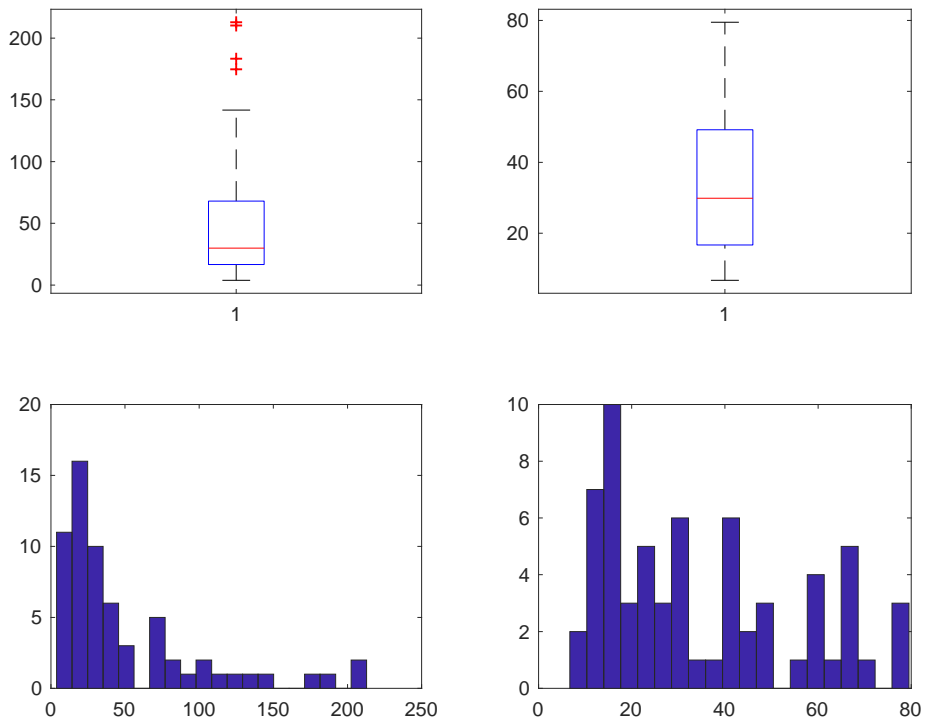
**Figura 151. Costo PVC-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 152. Costo dopo studio Costo/Risparmio PVC-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 153. Risparmio MISTO-SINGOLO**



**Figura 154. Costo MISTO-SINGOLO**

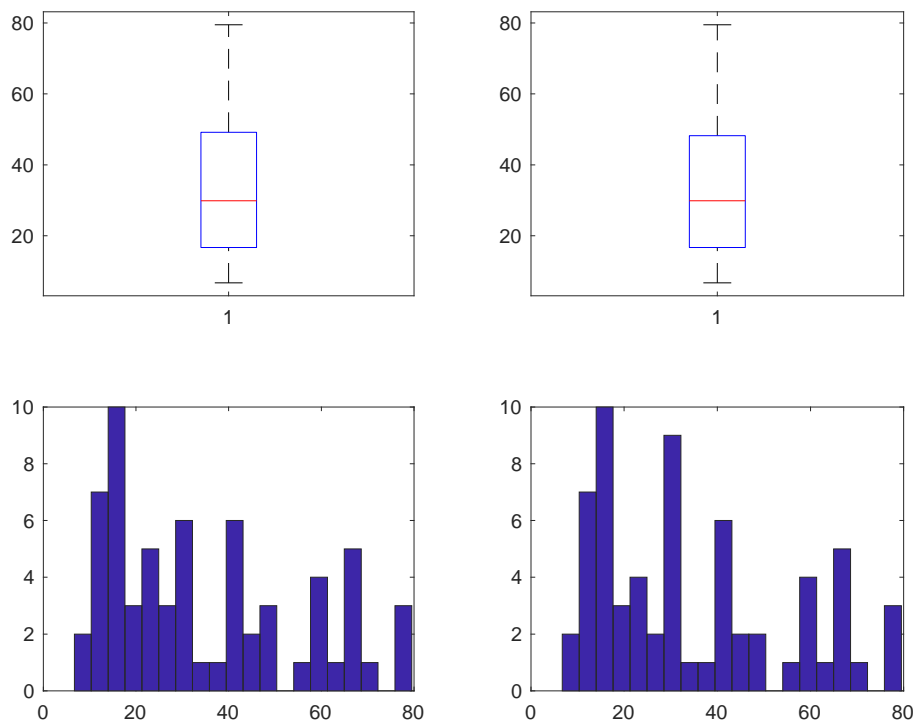


Figura 155. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-SINGOLO

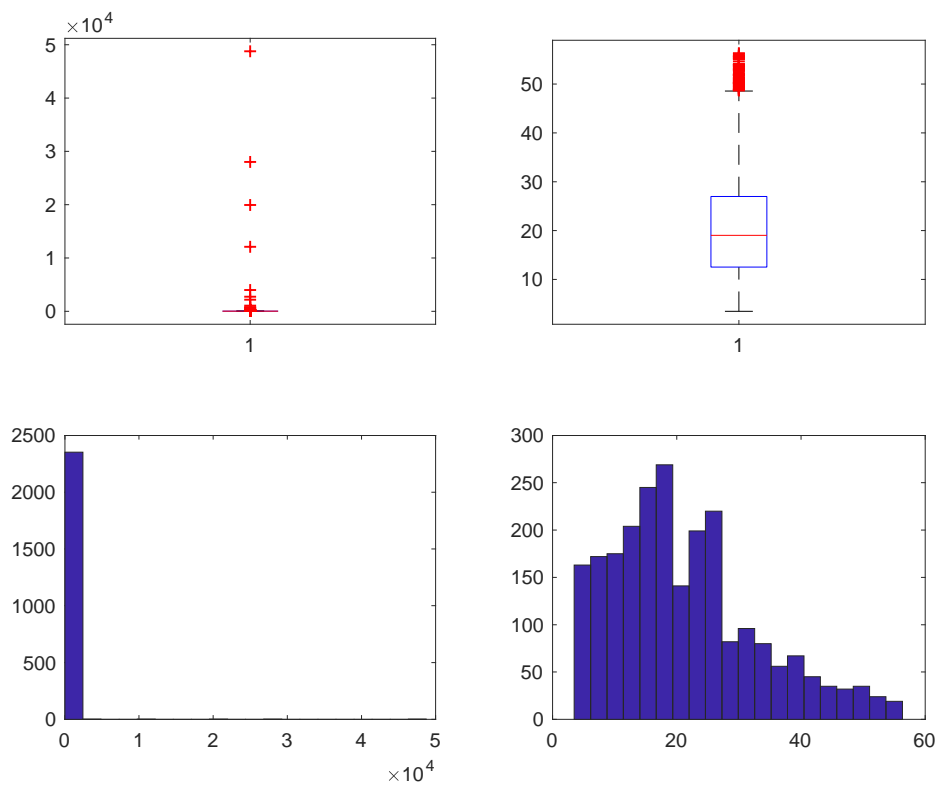
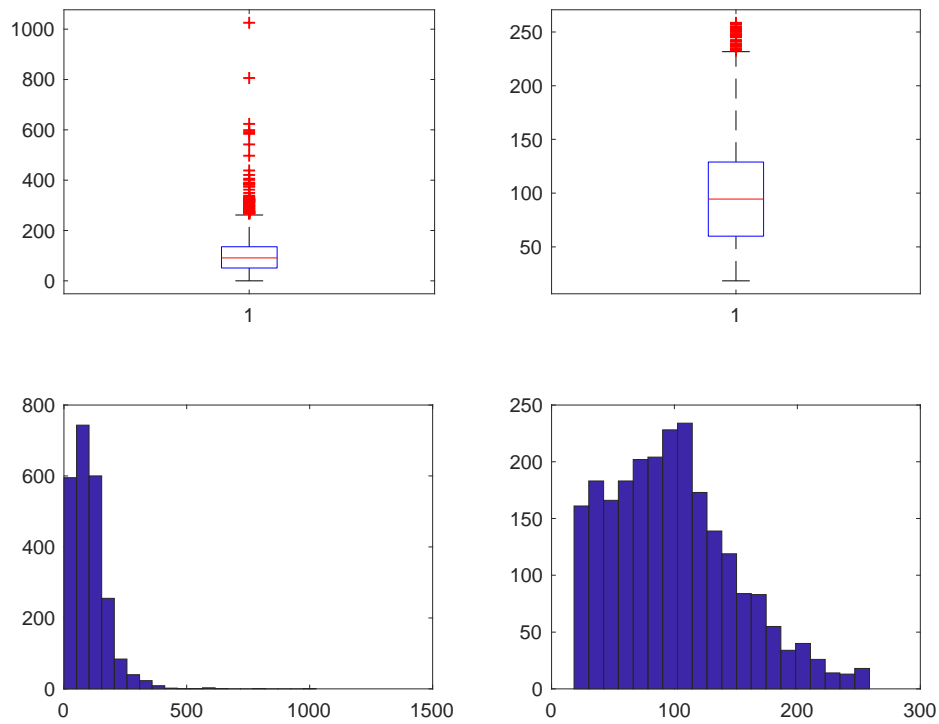
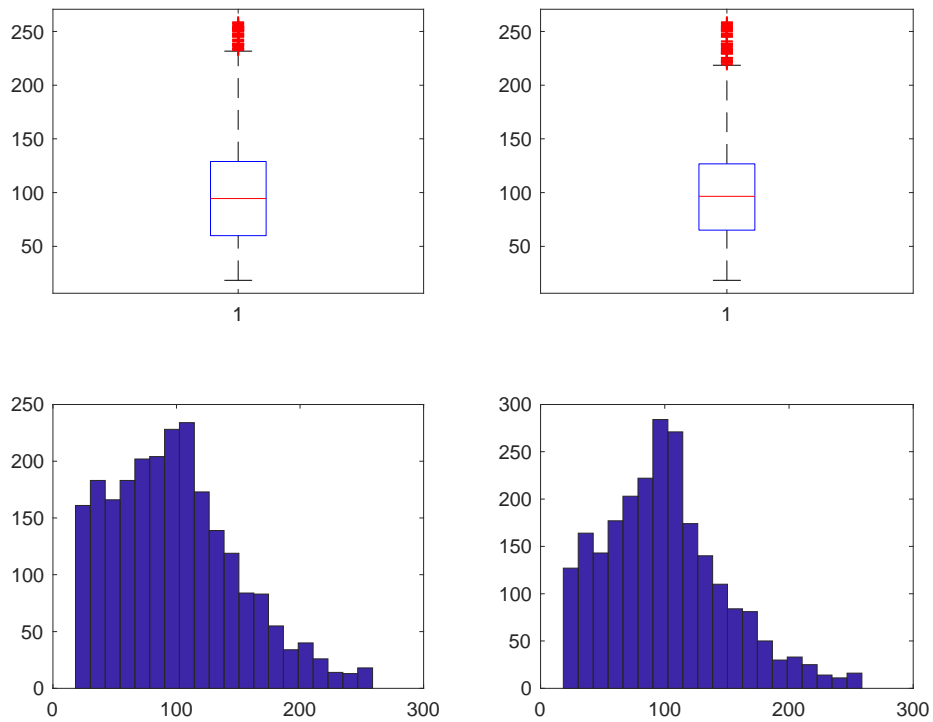


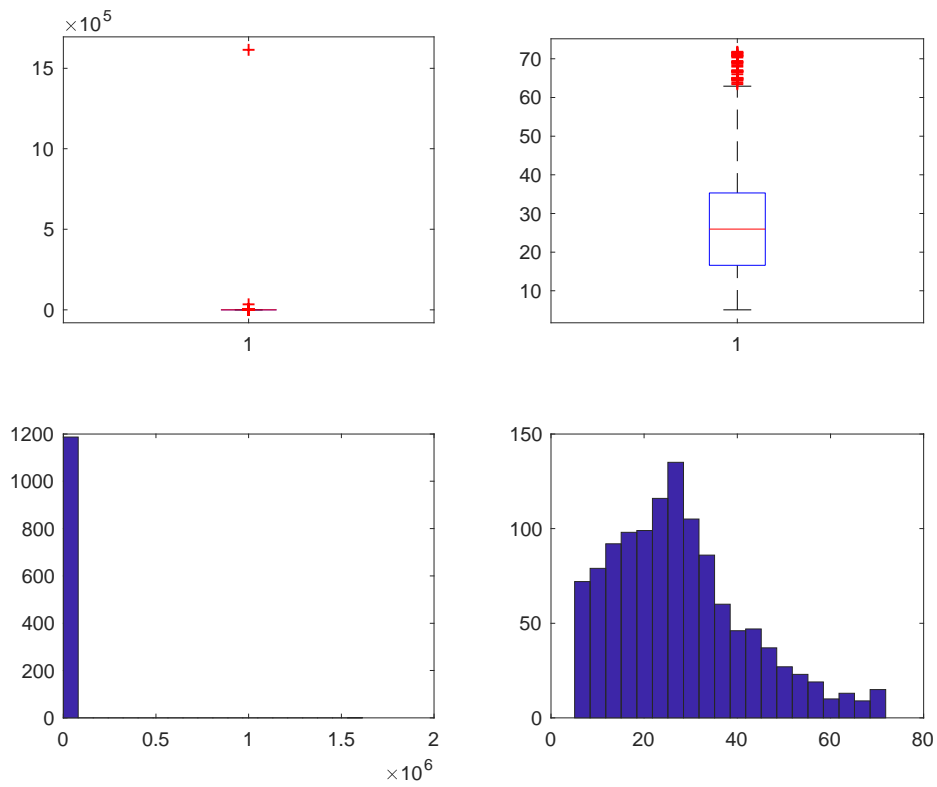
Figura 156. Risparmio MISTO-DOPPIO



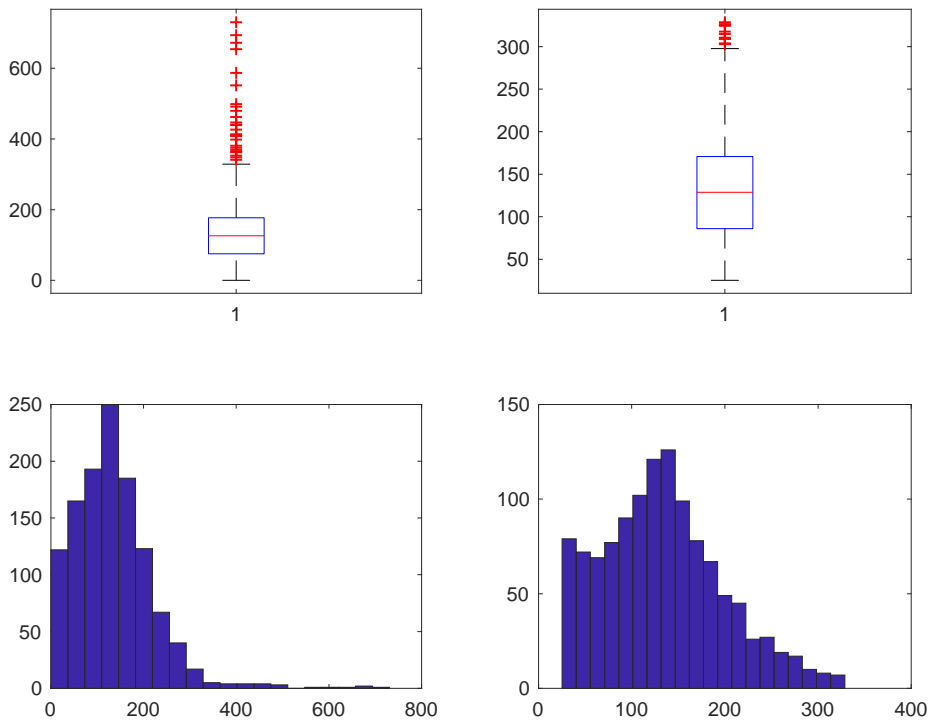
**Figura 157. Costo MISTO-DOPPIO**



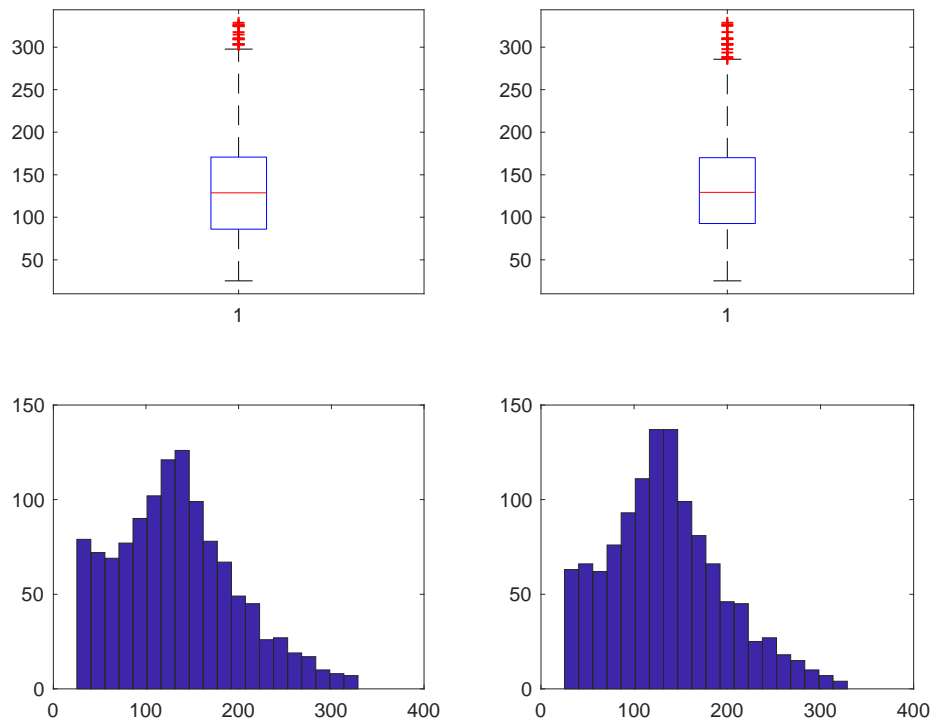
**Figura 158. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-DOPPIO**



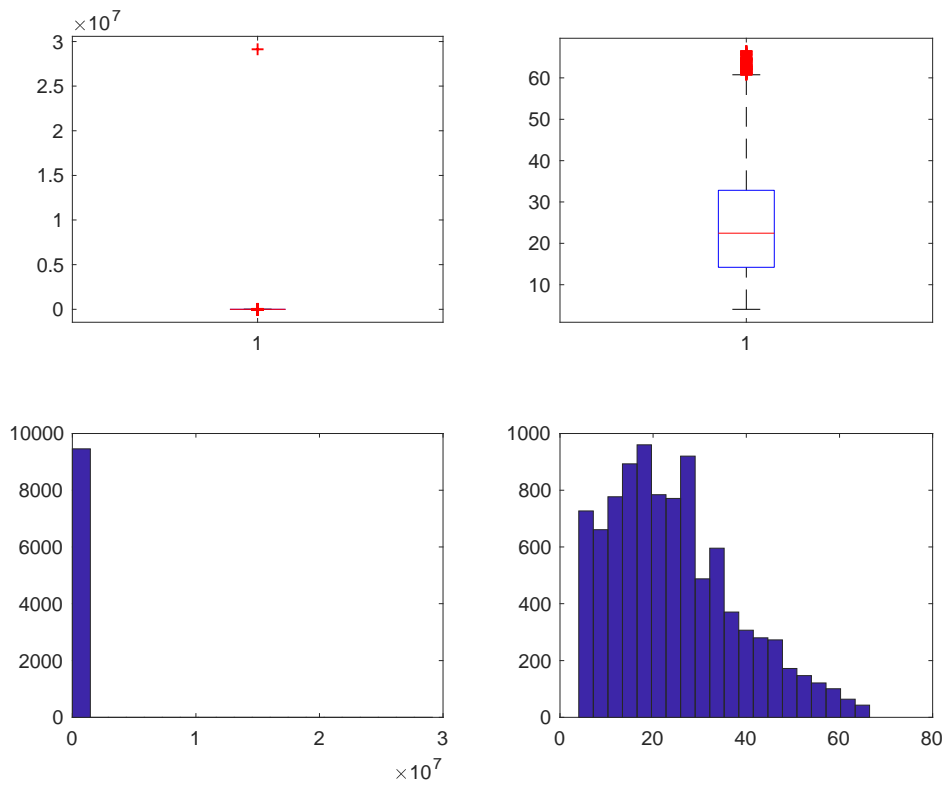
**Figura 159. Risparmio MISTO-TRIPLO**



**Figura 160. Costo MISTO-TRIPLO**



**Figura 161. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-TRIPLO**



**Figura 162. Risparmio MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE**

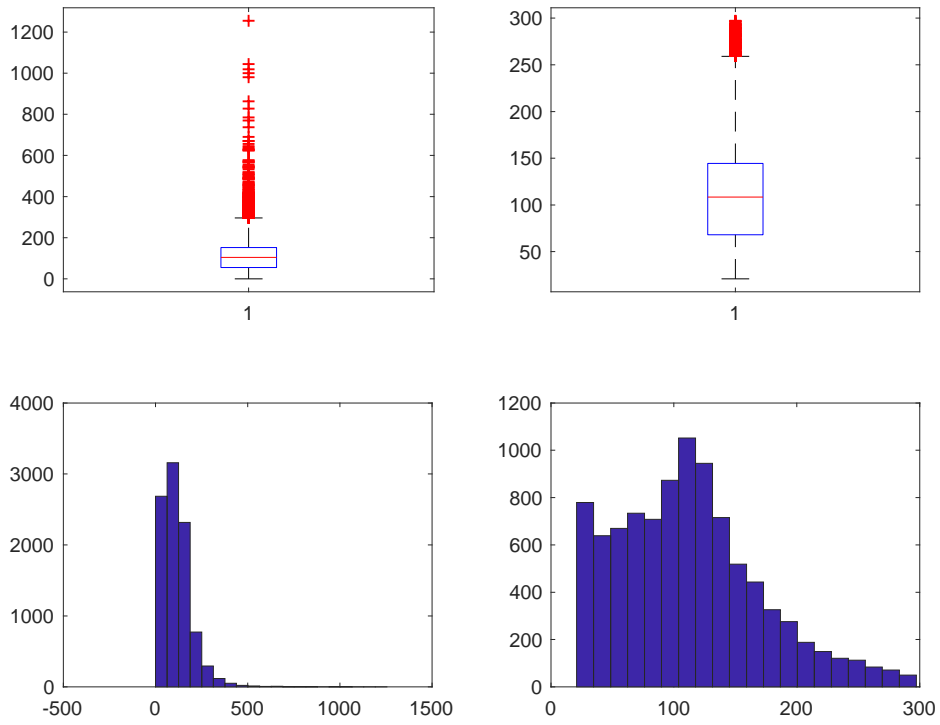


Figura 163. Costo MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE

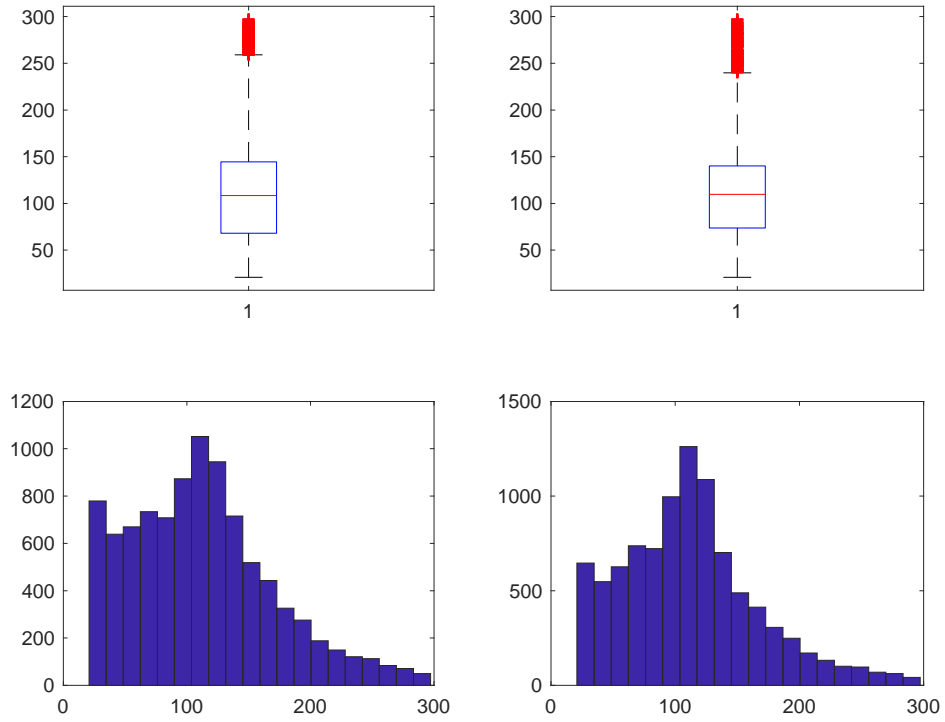
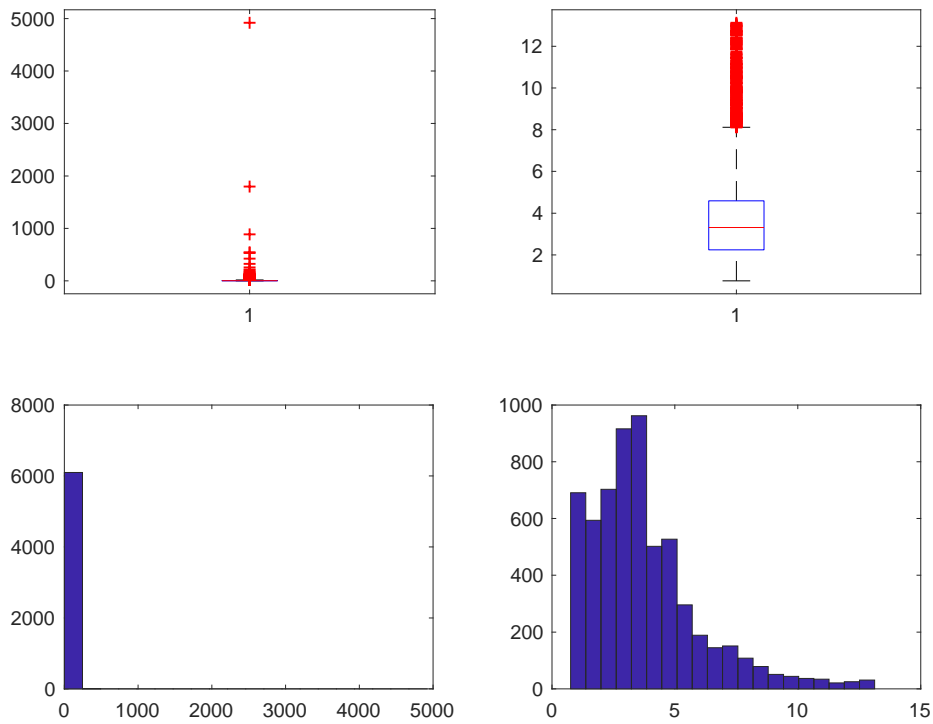
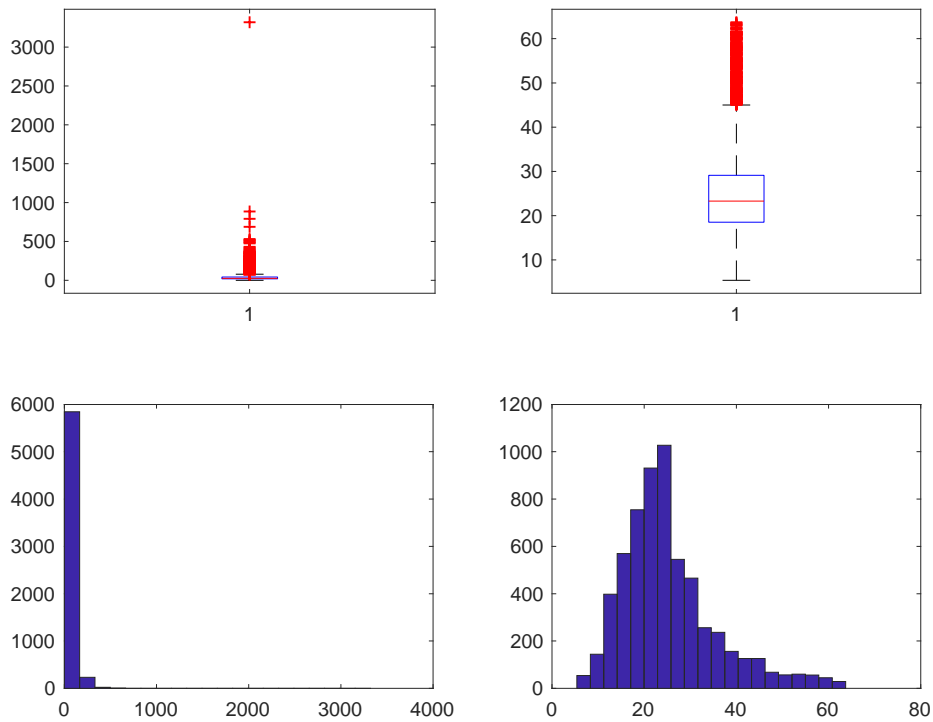


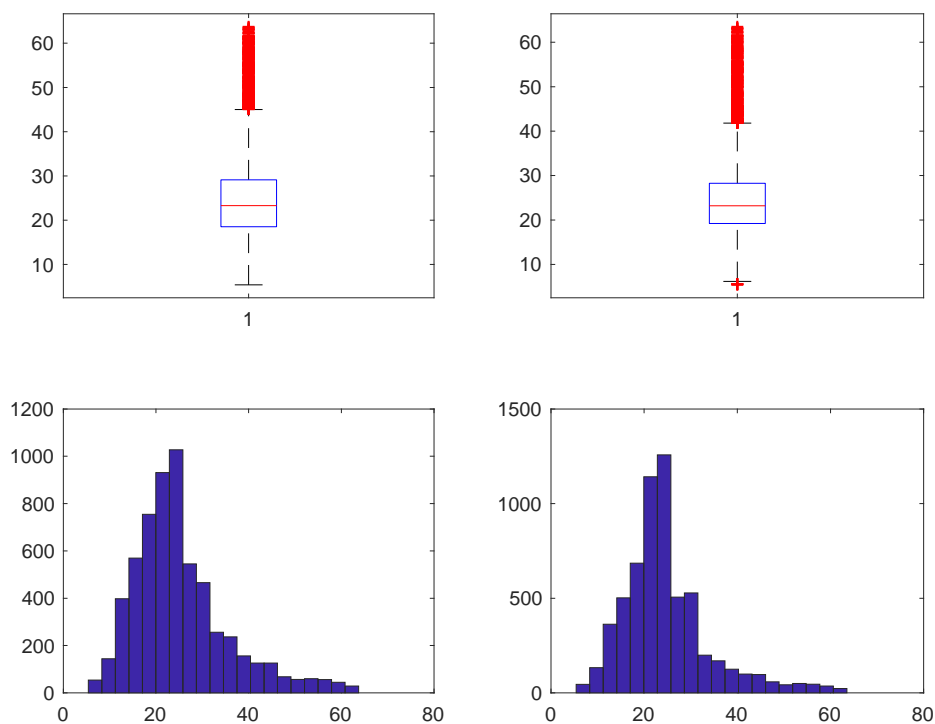
Figura 164. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE



**Figura 165. Risparmio MISTO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 166. Costo MISTO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 167. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-VETRO NON ESISTENTE**

La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

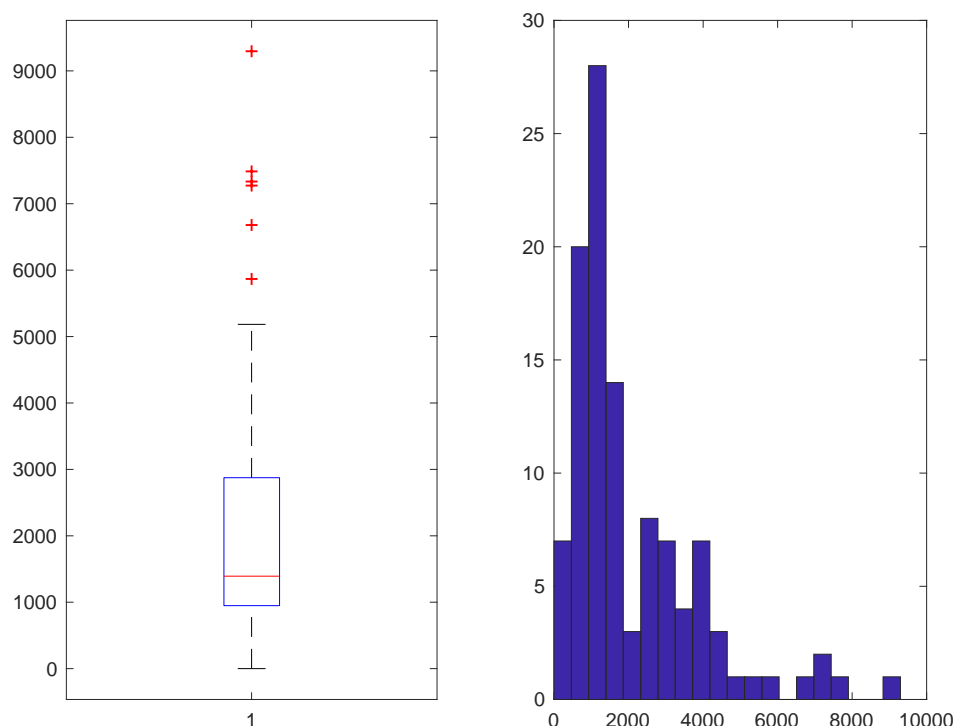
$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo},$$

e sono stati imputati:

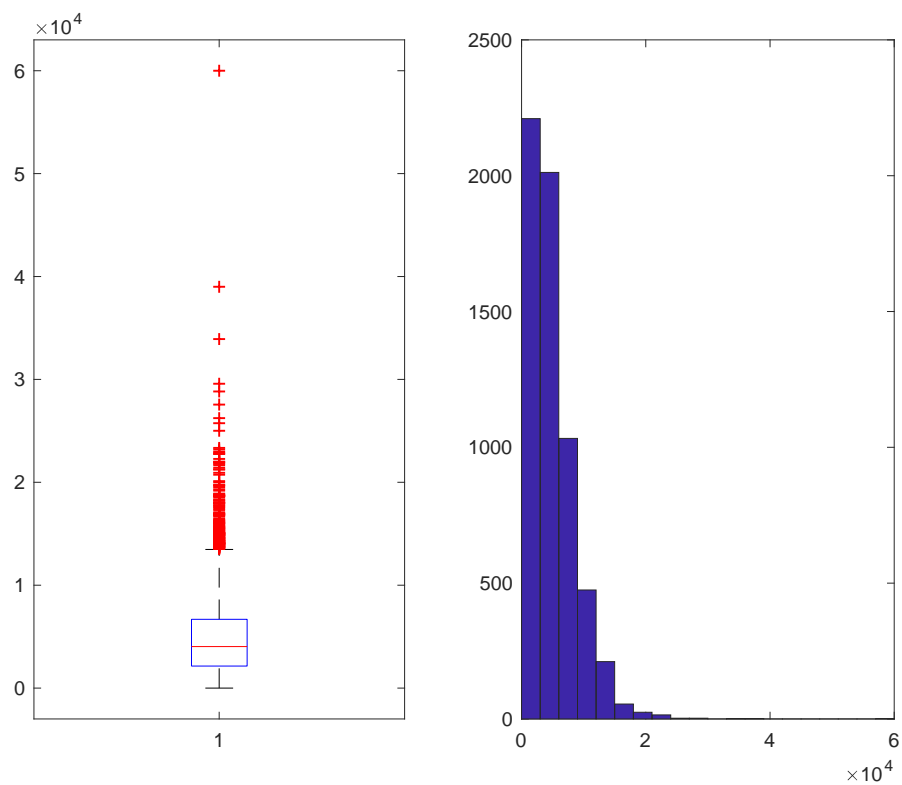
- 33 dati anomali (caso 1;1) di cui 27 per imputazioni svolte su COSTO,
- 571 dati anomali (caso 1;2) di cui 476 per imputazioni svolte su COSTO,
- 118 dati anomali (caso 1;3) di cui 100 per imputazioni svolte su COSTO,
- 1527 dati anomali (caso 1;4) di cui 1367 per imputazioni svolte su COSTO,
- 269 dati anomali (caso 1;5) di cui 253 per imputazioni svolte su COSTO,
- 6 dati anomali (caso 2;1) di cui 6 per imputazioni svolte su COSTO,
- 26 dati anomali (caso 2;2) di cui 20 per imputazioni svolte su COSTO,
- 10 dati anomali (caso 2;3) di cui 1 per imputazioni svolte su COSTO,
- 40 dati anomali (caso 2;4) di cui 38 per imputazioni svolte su COSTO,
- 146 dati anomali (caso 2;5) di cui 136 per imputazioni svolte su COSTO,
- 15 dati anomali (caso 3;1) di cui 11 per imputazioni svolte su COSTO,

- 962 dati anomali (caso 3;2) di cui 769 per imputazioni svolte su COSTO,
- 96 dati anomali (caso 3;3) di cui 76 per imputazioni svolte su COSTO,
- 2605 dati anomali (caso 3;4) di cui 2299 per imputazioni svolte su COSTO,
- 400 dati anomali (caso 3;5) di cui 366 per imputazioni svolte su COSTO,
- 29 dati anomali (caso 4;1) di cui 22 per imputazioni svolte su COSTO,
- 2340 dati anomali (caso 4;2) di cui 1884 per imputazioni svolte su COSTO,
- 363 dati anomali (caso 4;3) di cui 294 per imputazioni svolte su COSTO,
- 6297 dati anomali (caso 4;4) di cui 5737 per imputazioni svolte su COSTO,
- 70 dati anomali (caso 4;5) di cui 61 per imputazioni svolte su COSTO,
- 12 dati anomali (caso 5;1) di cui 12 per imputazioni svolte su COSTO,
- 211 dati anomali (caso 5;2) di cui 151 per imputazioni svolte su COSTO,
- 66 dati anomali (caso 5;3) di cui 56 per imputazioni svolte su COSTO,
- 673 dati anomali (caso 5;4) di cui 593 per imputazioni svolte su COSTO,
- 1635 dati anomali (caso 5;5) di cui 1604 per imputazioni svolte su COSTO.

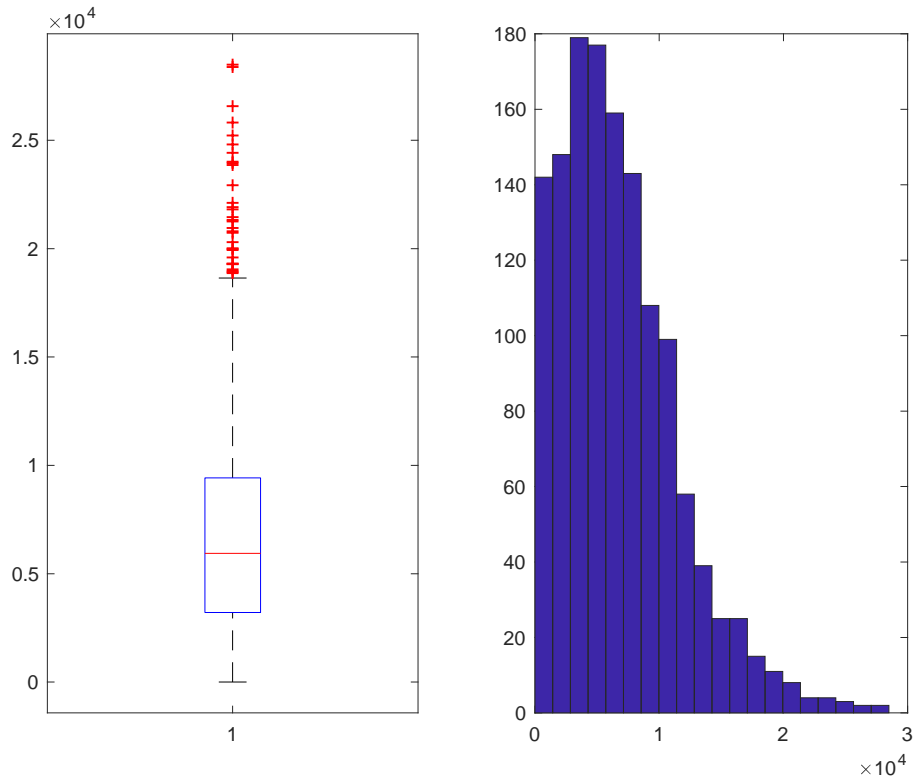
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



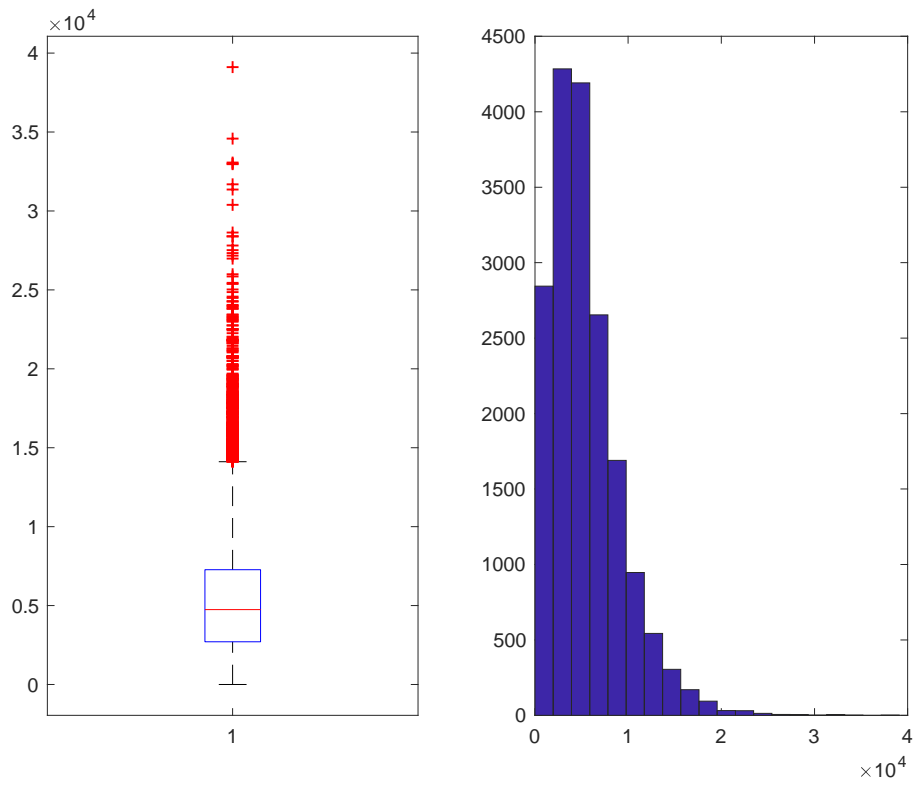
**Figura 127. Detrazione LEGNO-SINGOLO**



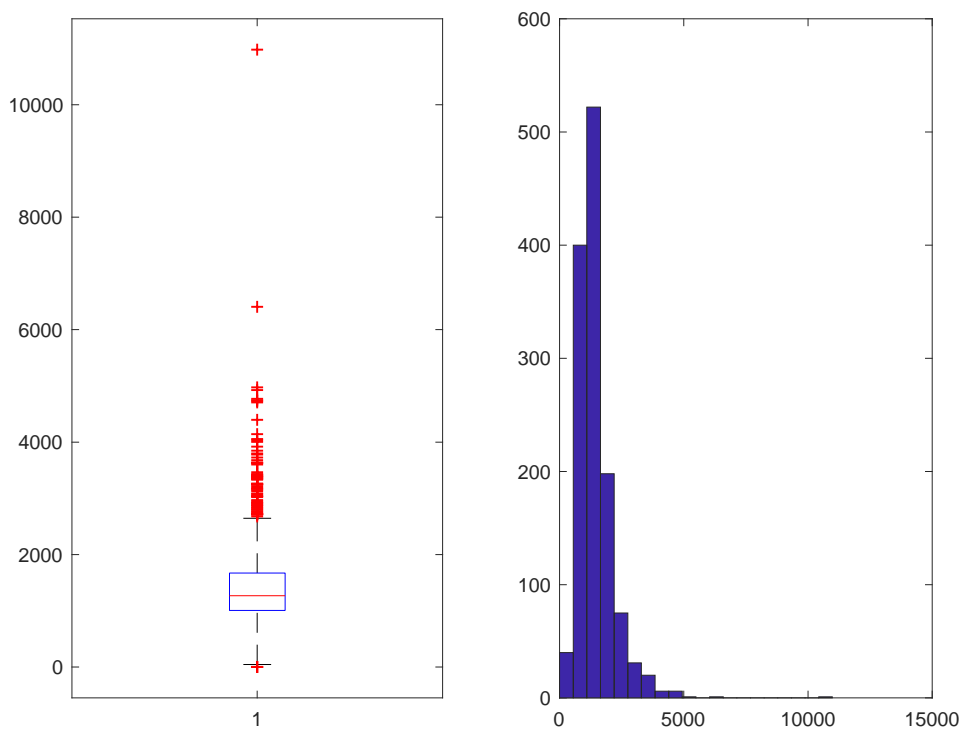
**Figura 128. Detrazione LEGNO-DOPPIO**



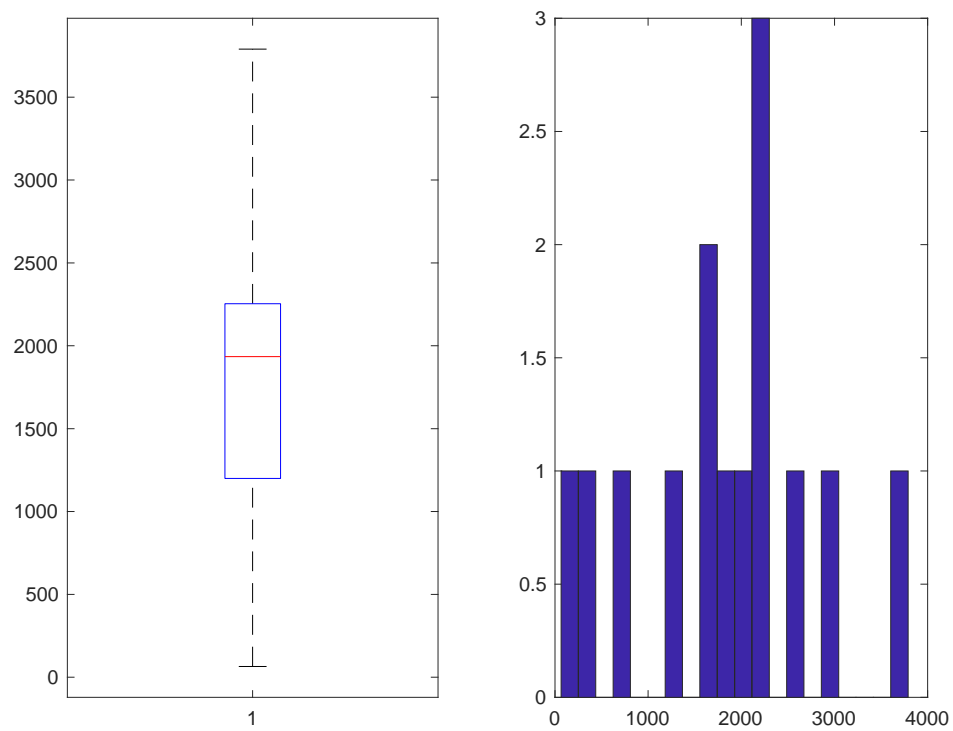
**Figura 129. Detrazione LEGNO-TRIPLO**



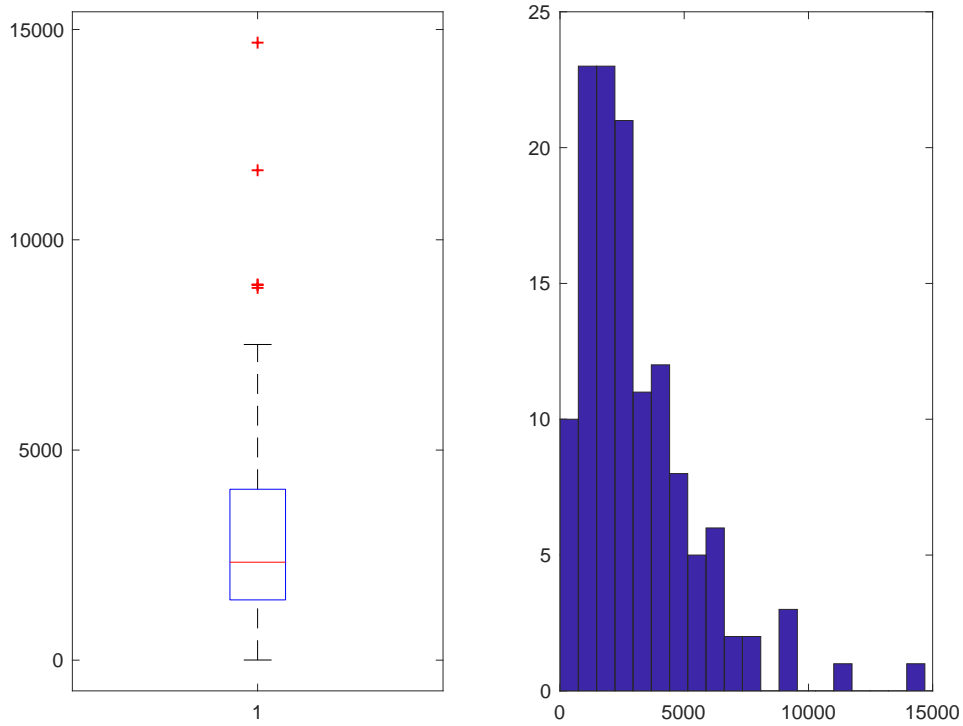
**Figura 130. Detrazione LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



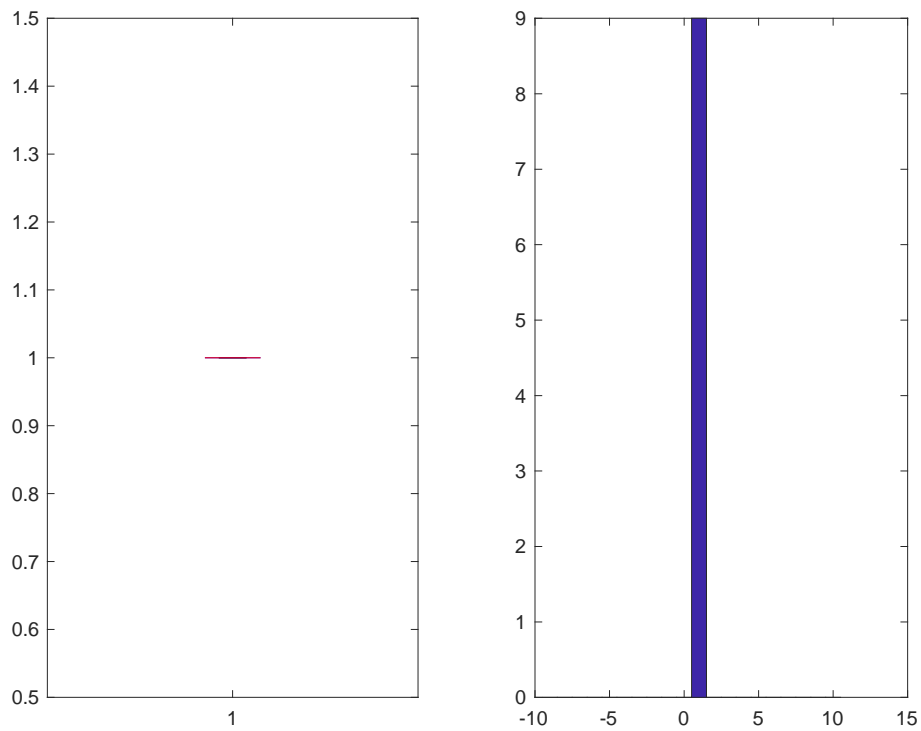
**Figura 131. Detrazione LEGNO-VETRO NON ESISTENTE**



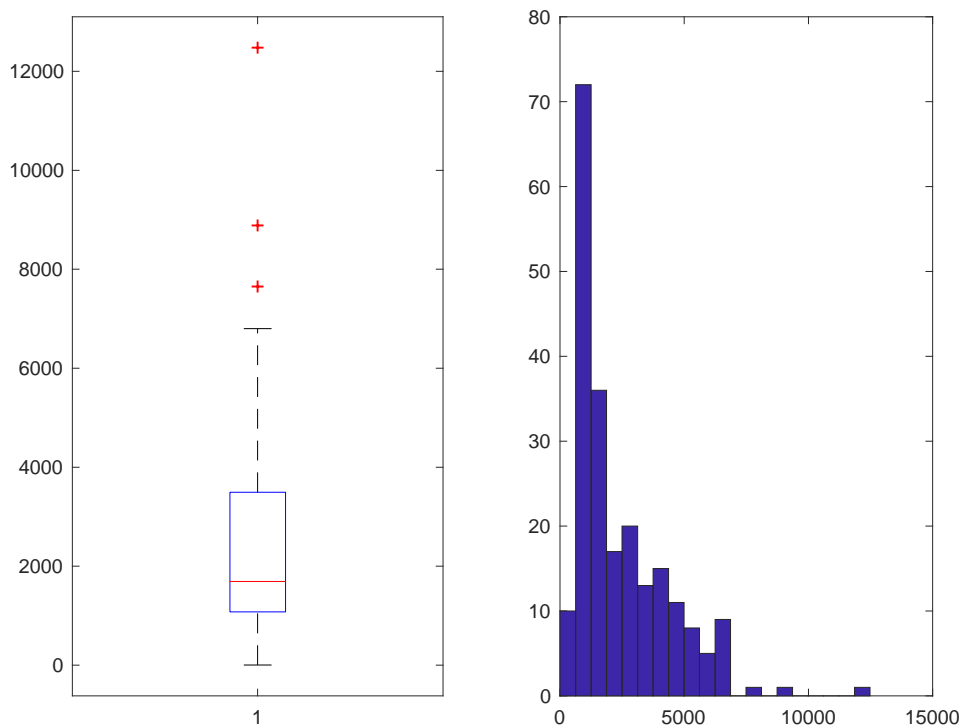
**Figura 132. Detrazione METALLO NO TERMICO-SINGOLO**



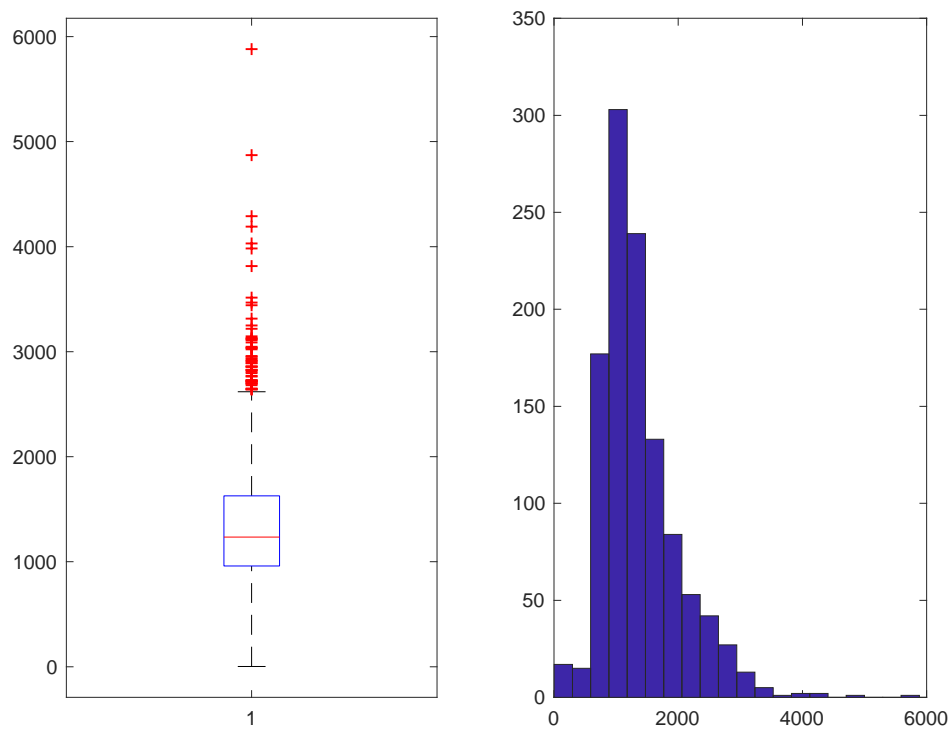
**Figura 133. Detrazione METALLO NO TERMICO-DOPPIO**



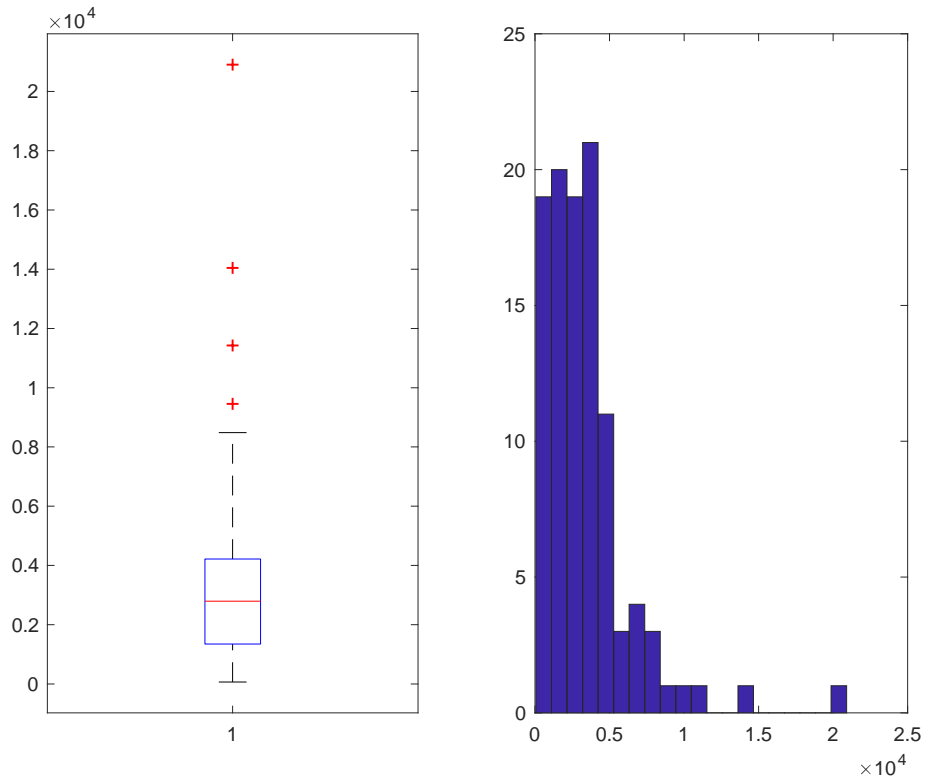
**Figura 134. Detrazione METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



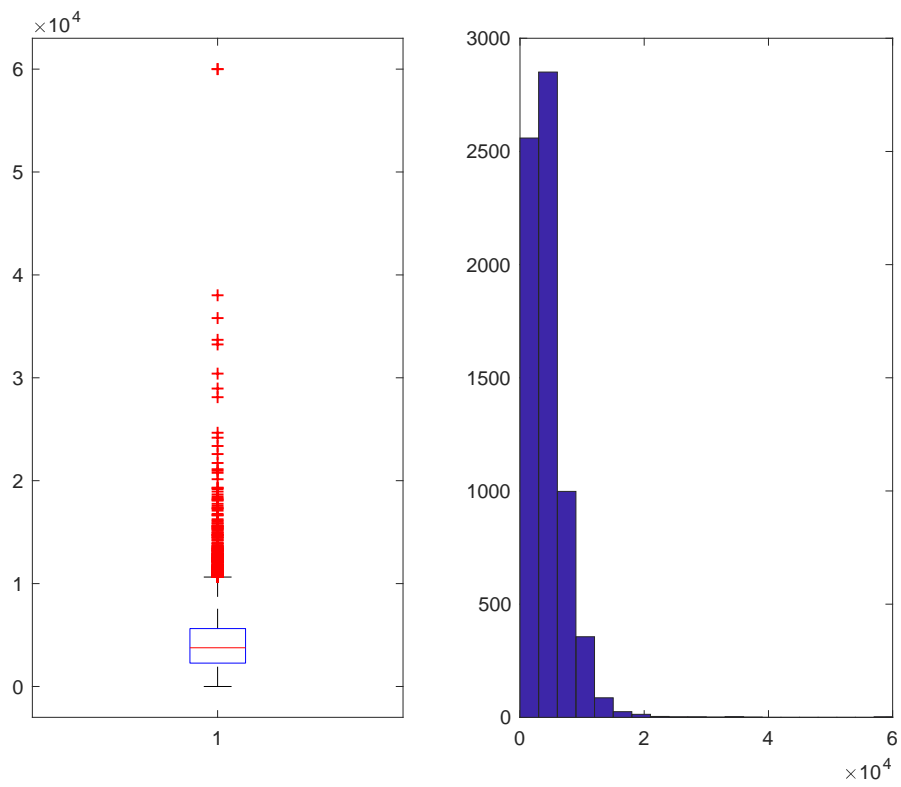
**Figura 135. Detrazione METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



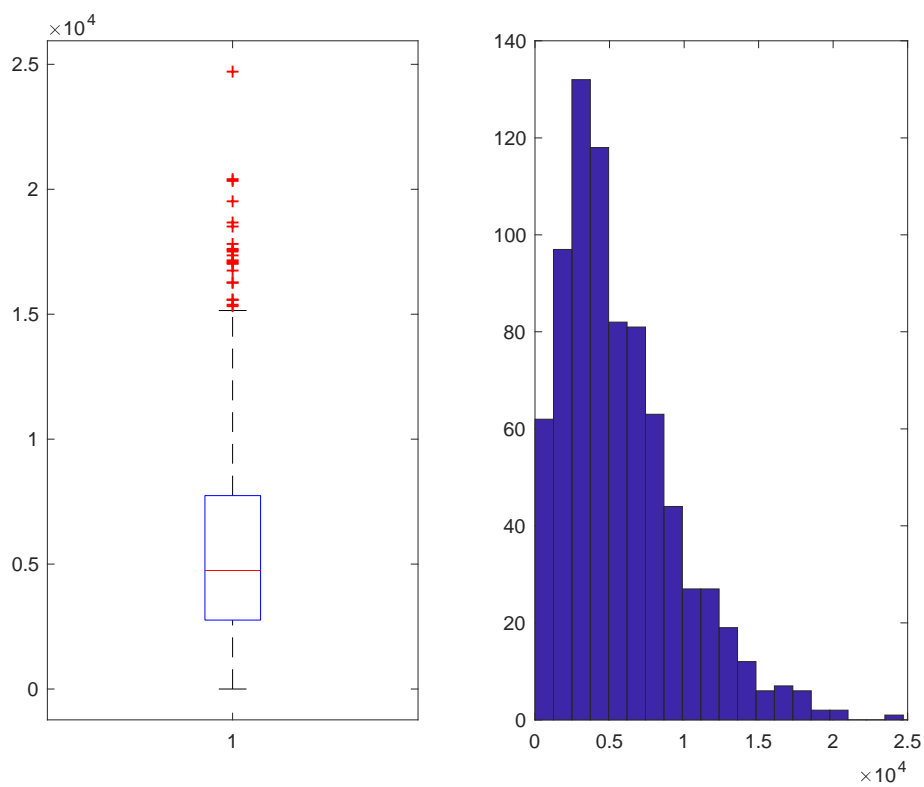
**Figura 136. Detrazione METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



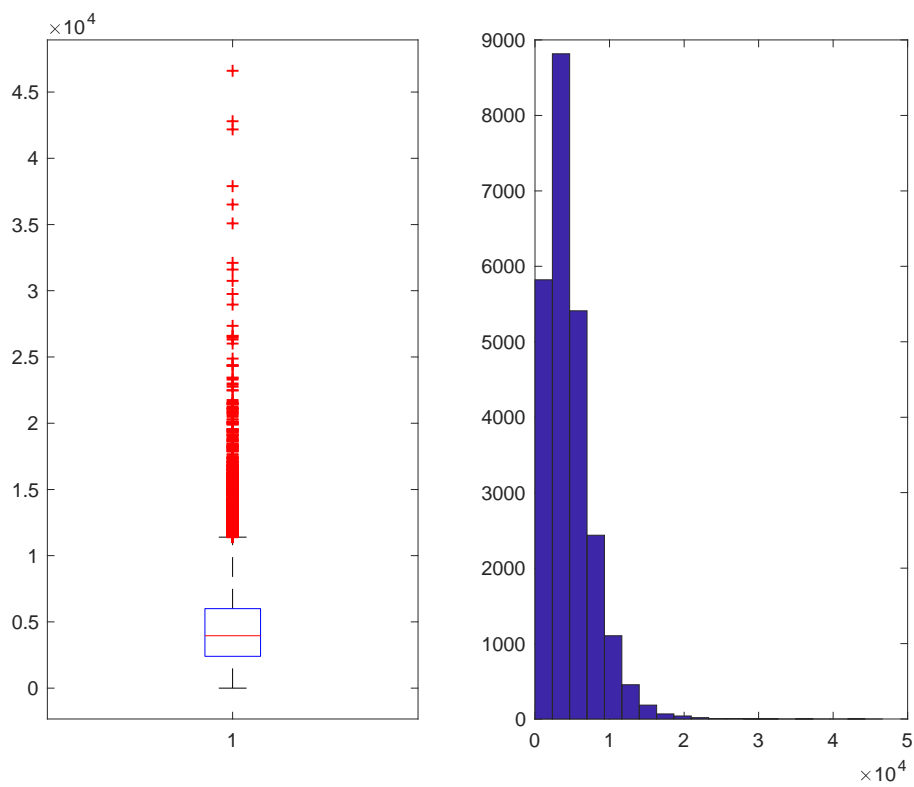
**Figura 137. Detrazione METALLO TERMICO-SINGOLO**



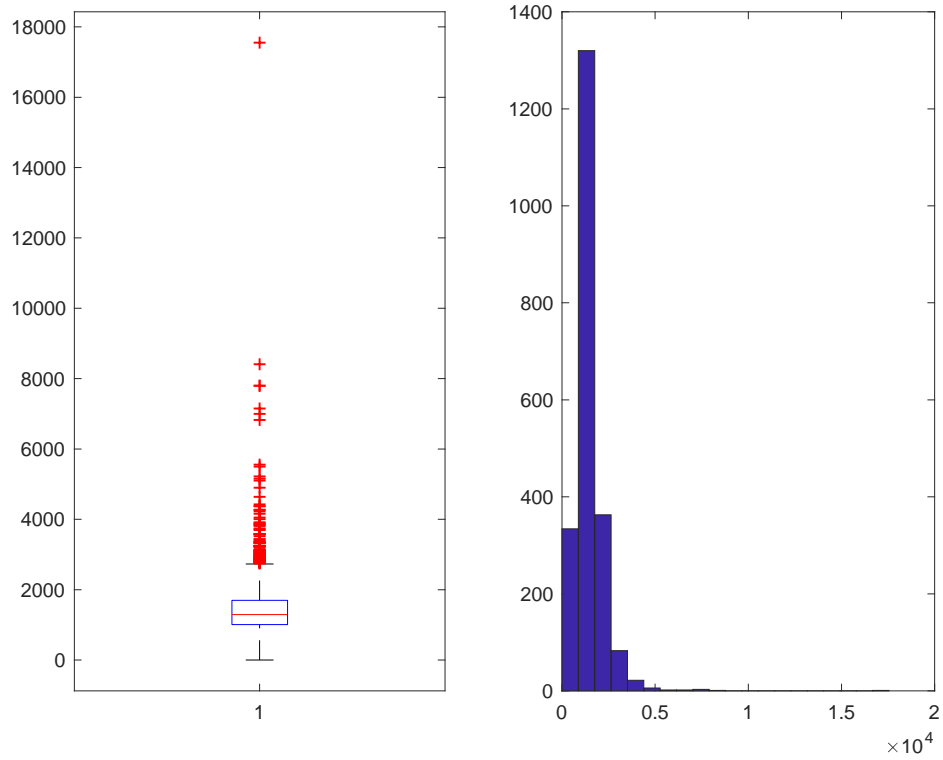
**Figura 138. Detrazione METALLO TERMICO-DOPPIO**



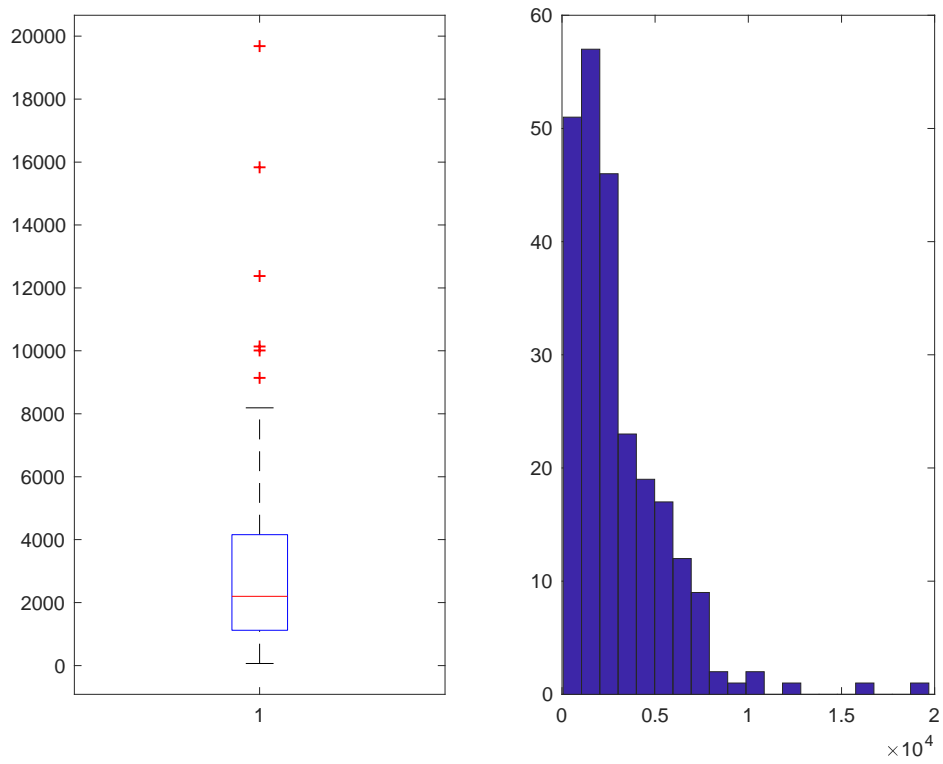
**Figura 139. Detrazione METALLO TERMICO-TRIPLO**



**Figura 140. Detrazione METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



**Figura 141. Detrazione METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 142. Detrazione PVC-SINGOLO**

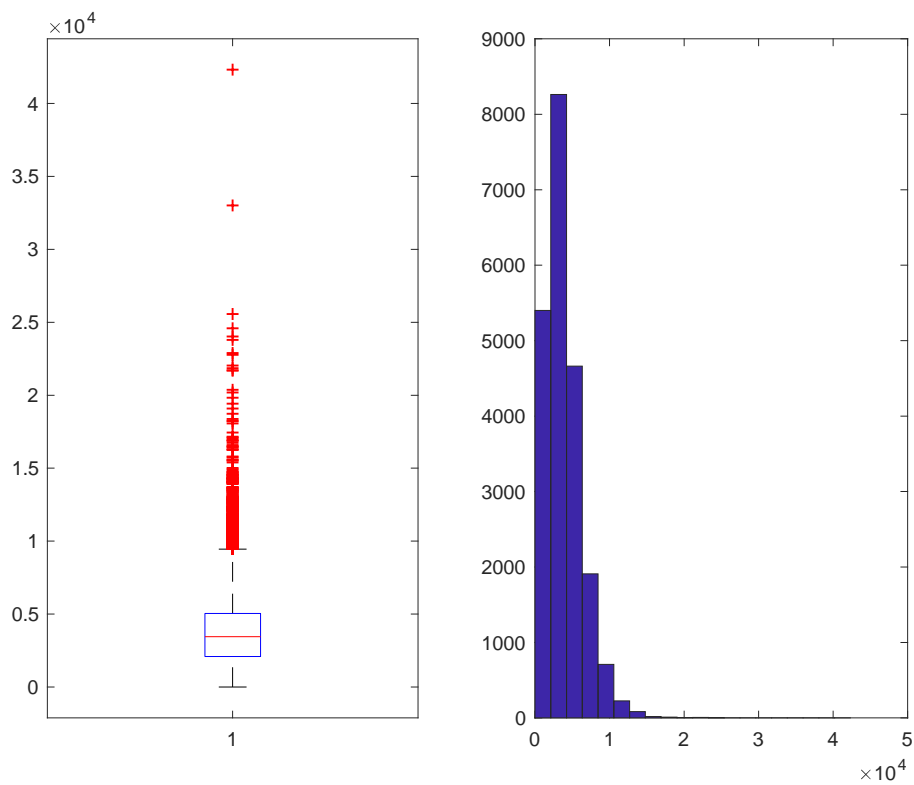


Figura 143. Detrazione PVC-DOPPIO

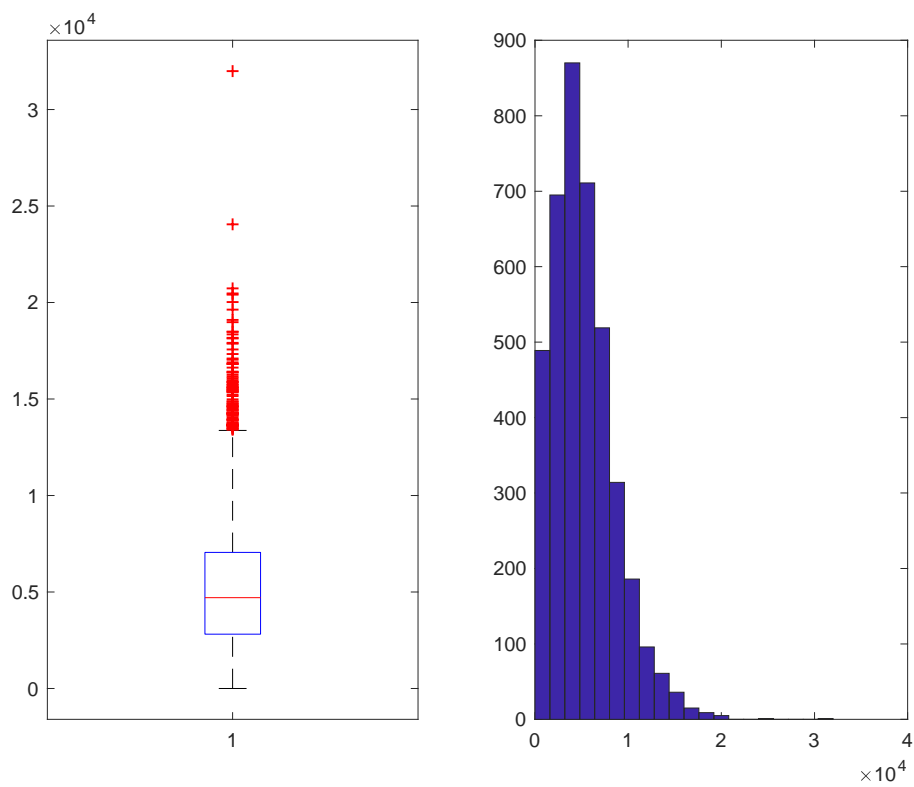
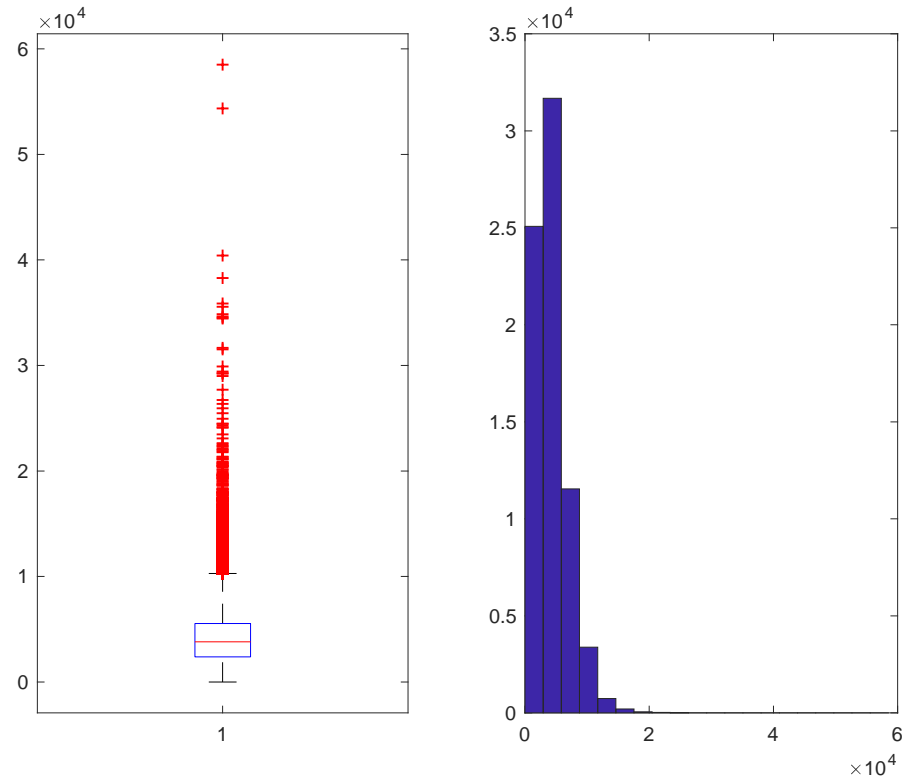
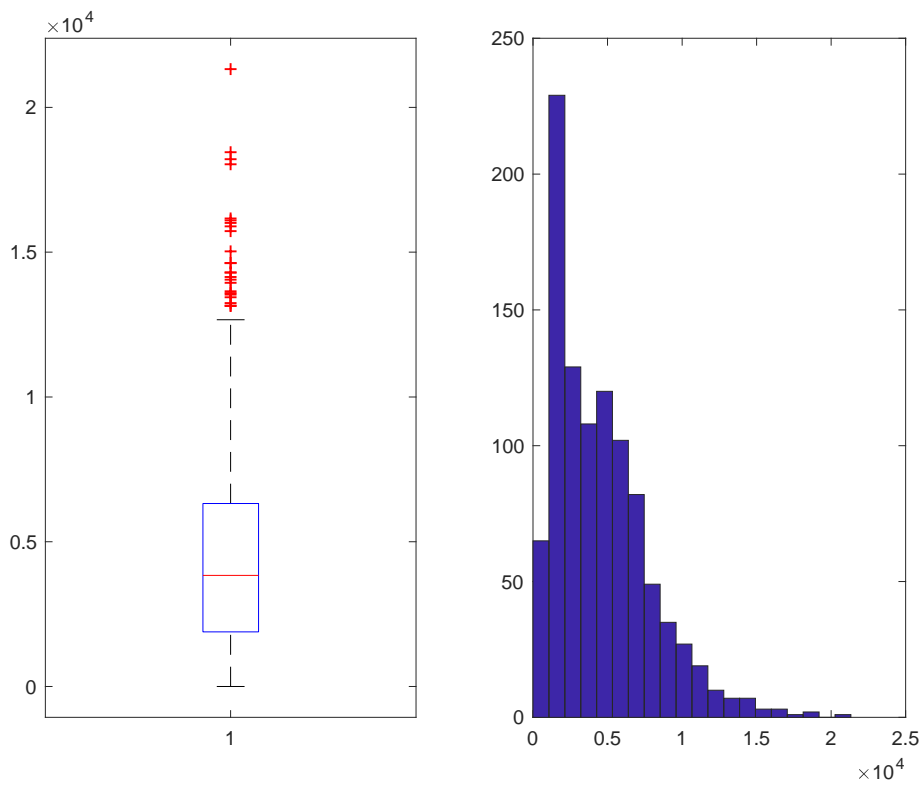


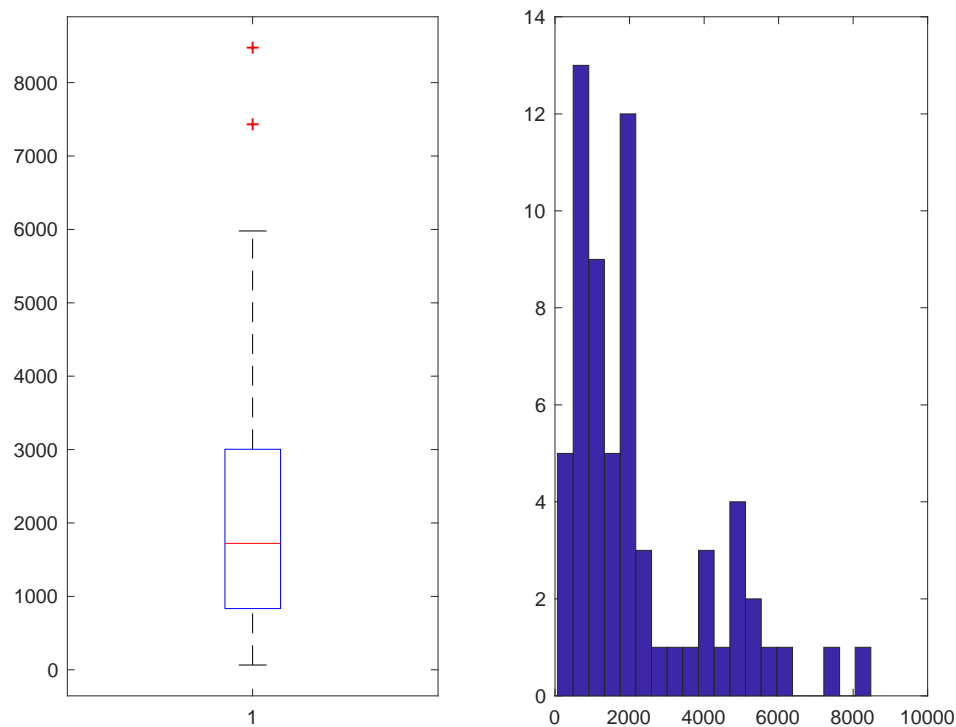
Figura 144. Detrazione PVC-TRIPLO



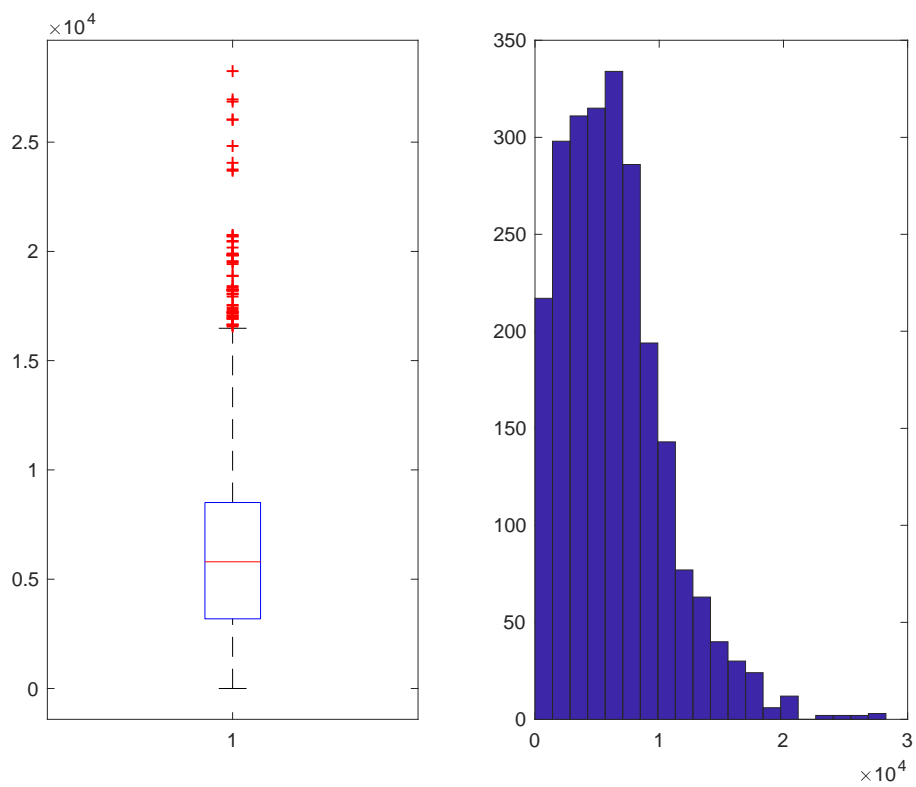
**Figura 145. Detrazione PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**



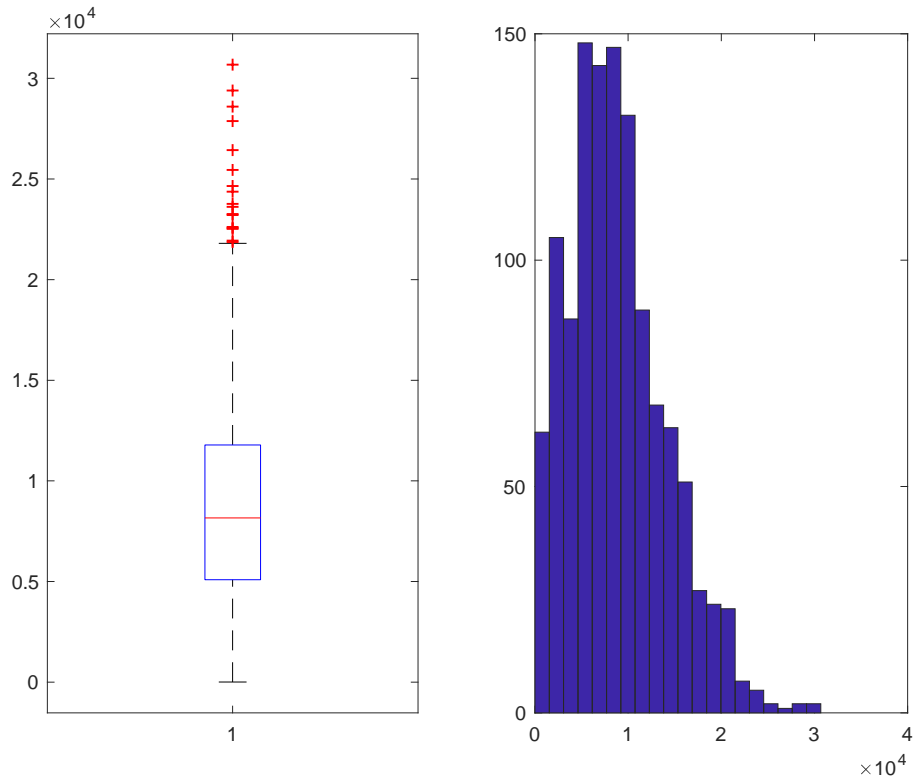
**Figura 146. Detrazione PVC-VETRO NON ESISTENTE**



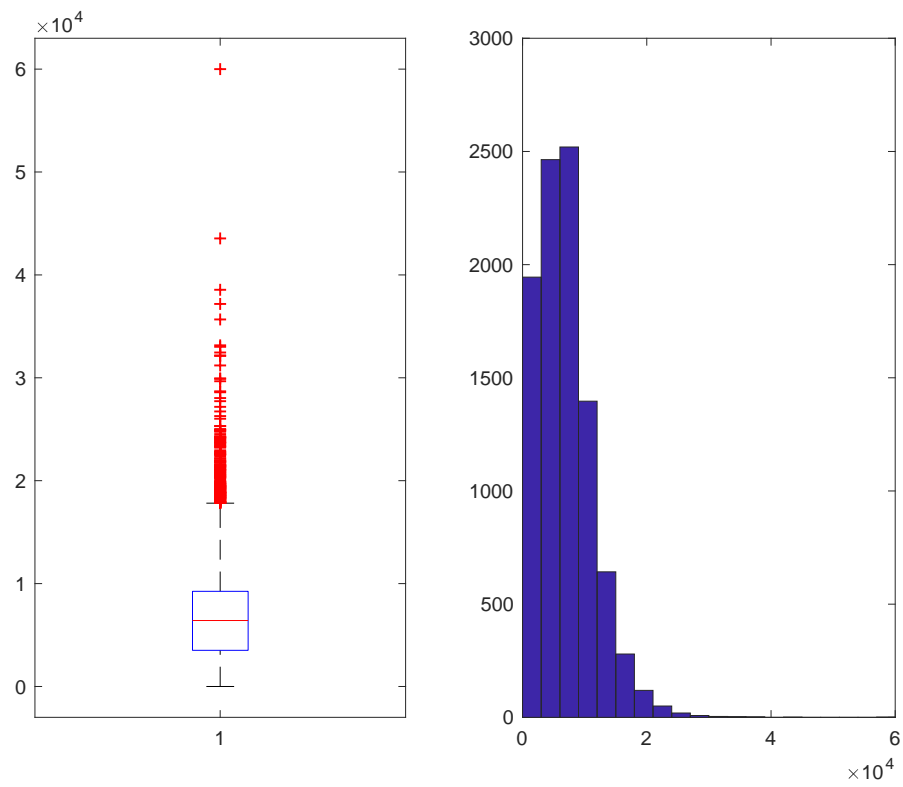
**Figura 147. Detrazione MISTO-SINGOLO**



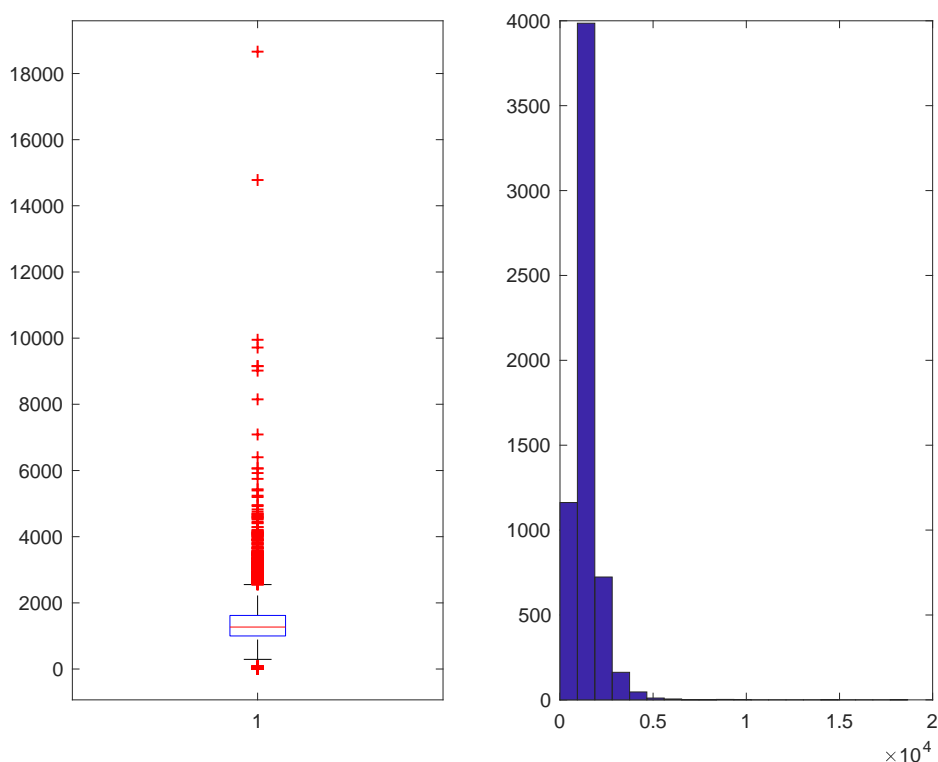
**Figura 148. Detrazione MISTO-DOPPIO**



**Figura 149. Detrazione MISTO-TRIPLO**



**Figura 150. Detrazione MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



**Figura 151. Detrazione MISTO-VETRO NON ESISTENTE**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 35111334709,3301 kWh/anno
- Risparmio Finale: 456539574,347286 kWh/anno
- Costo Iniziale: 1464965581,56033 €
- Costo Finale: 1430459381,99000 €

#### 2.4.4 Comma 345c

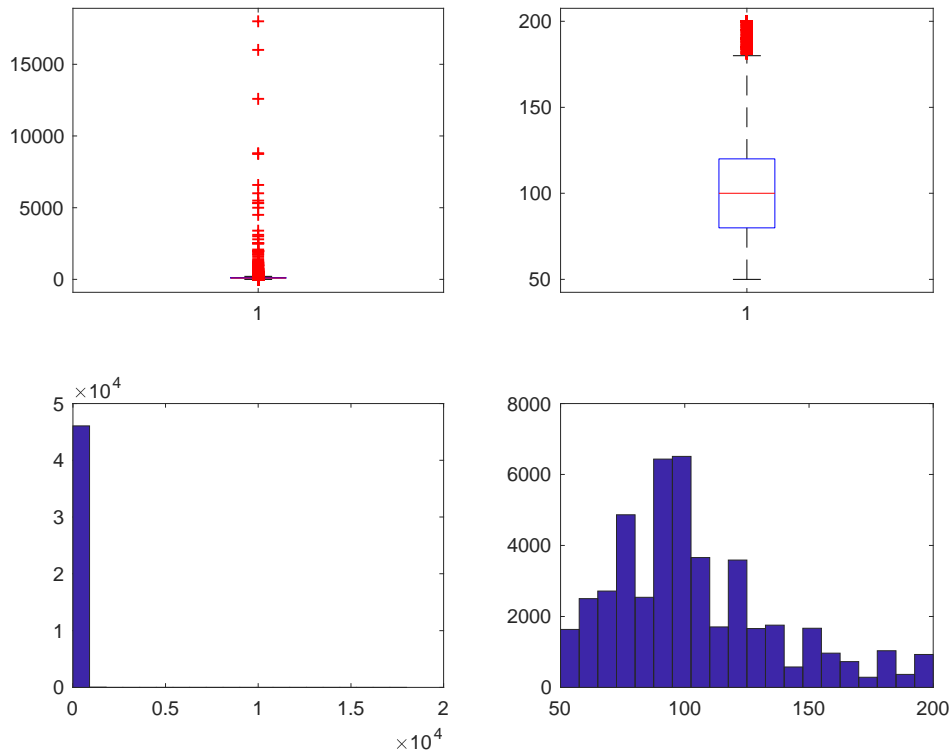
Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di quattro programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri tre che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

Le prime operazioni svolte hanno visto la creazione di indicatori della tipologia di intervento e sulla base di questi sono state individuate alcune sottopopolazioni per rendere l'imputazione dei dati anomali più precisa ed accurata. I primi risultati ottenuti sono:

- 4332 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione RESIDENZIALE (numerosità 46093 casi);
- 425 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione NON RESIDENZIALE (numerosità 1013 casi);

- 126 imputazioni sulla “superficie” per la sottopopolazione MISTO (numerosità 568 casi).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 152. Superficie RES**

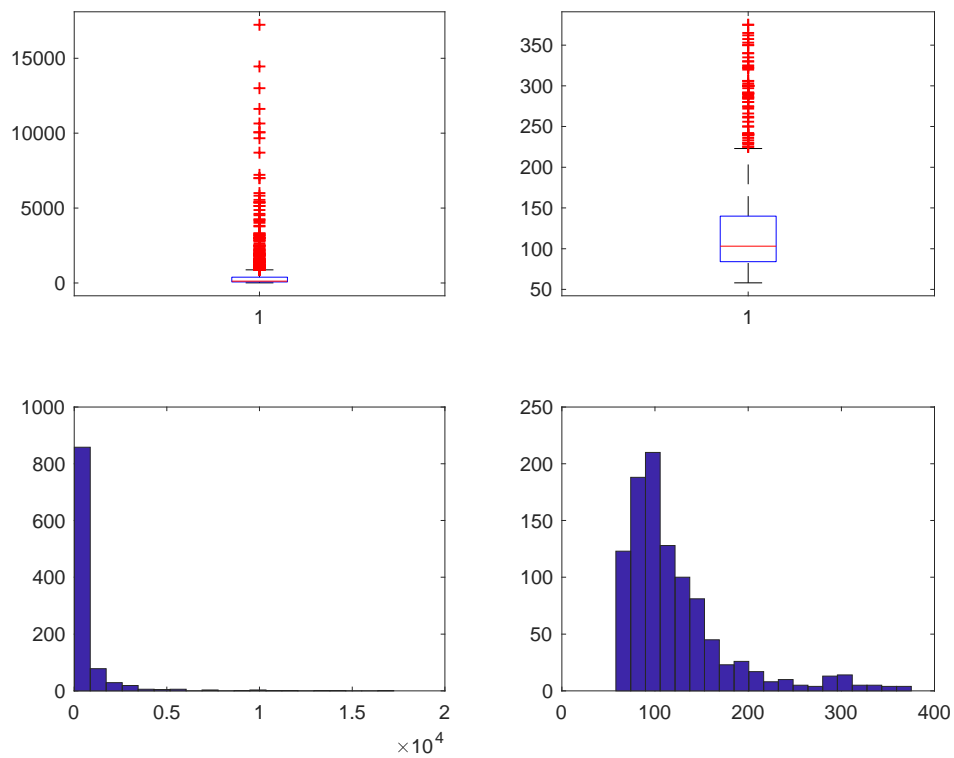


Figura 153. Superficie NO RES

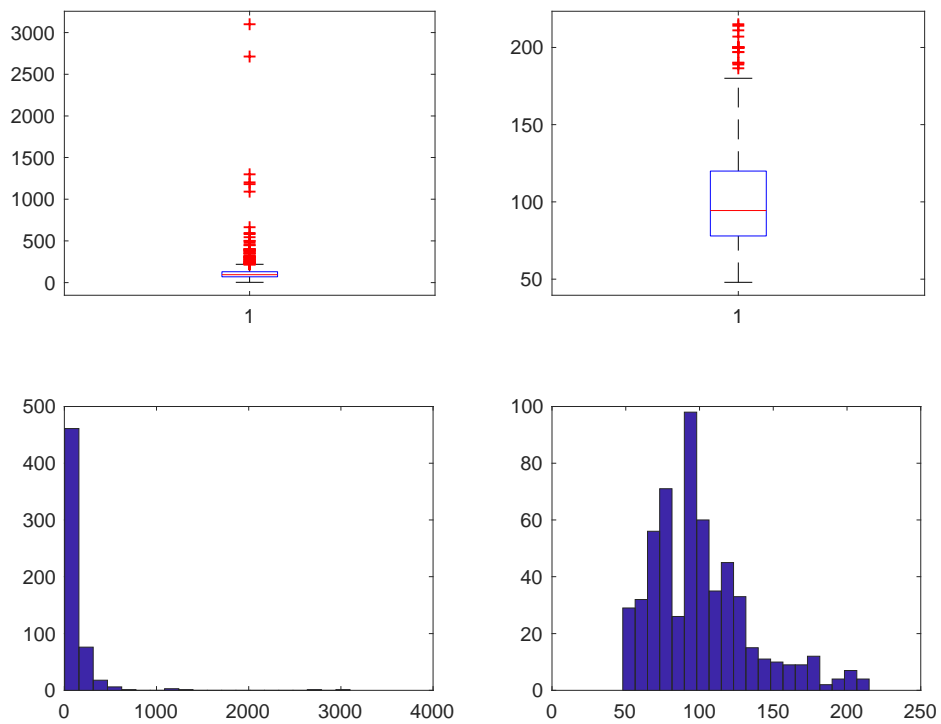


Figura 154. Superficie MIS

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare” e per la variabile “superficie”.

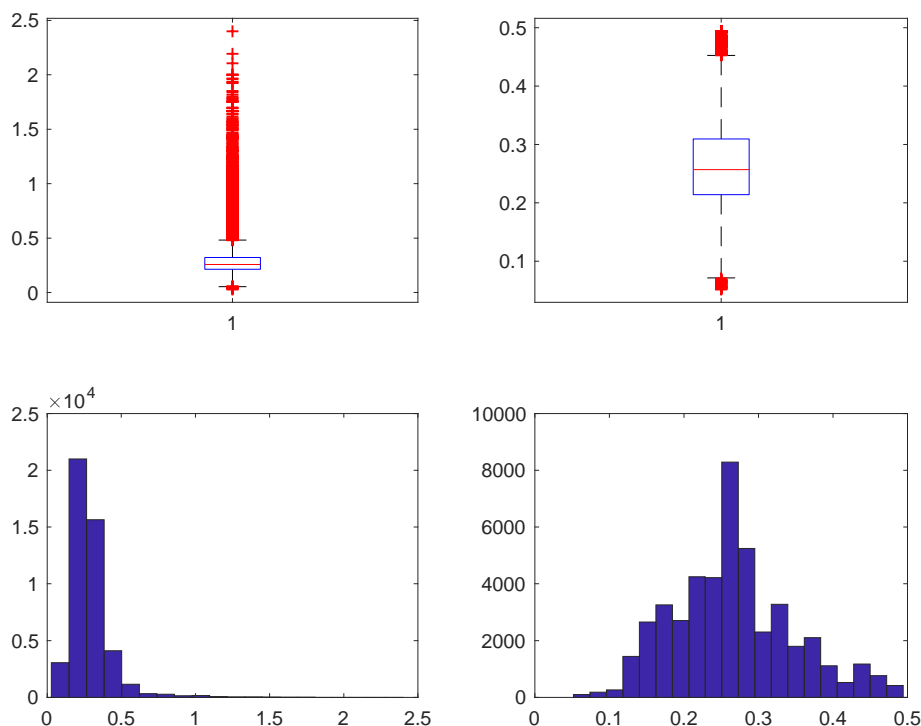
Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

Per quanto riguarda la variabile RISPARMIO i dati presentavano l’anomala presenza del valore “0” per 42110 unità su 47674, questo ha portato alla necessità di effettuare un studio preliminare sulla variabile in questione per riportare i valori all’interno di un intervallo reale. Per questa operazione di imputazione si è considerata una procedura di tipo “donatore” restringendoci ai soli valori positivi per ogni sottopopolazione già individuata.

I risultati qui proposti sono da riferirsi alla fase d’imputazione svolta sul dataset già pulito da questa anomalia:

- RISPARMIO: 3782 imputazioni (RES), 119 imputazioni (NO RES) e 50 imputazioni (MIS).
- COSTO: 7080 imputazioni (RES), 226 imputazioni (NO RES) e 95 imputazioni (MIS).
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 5223 imputazioni (RES), 158 imputazioni (NO RES) e 72 imputazioni (MIS).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 155. Risparmio RES (Normalizzato per Superficie)**

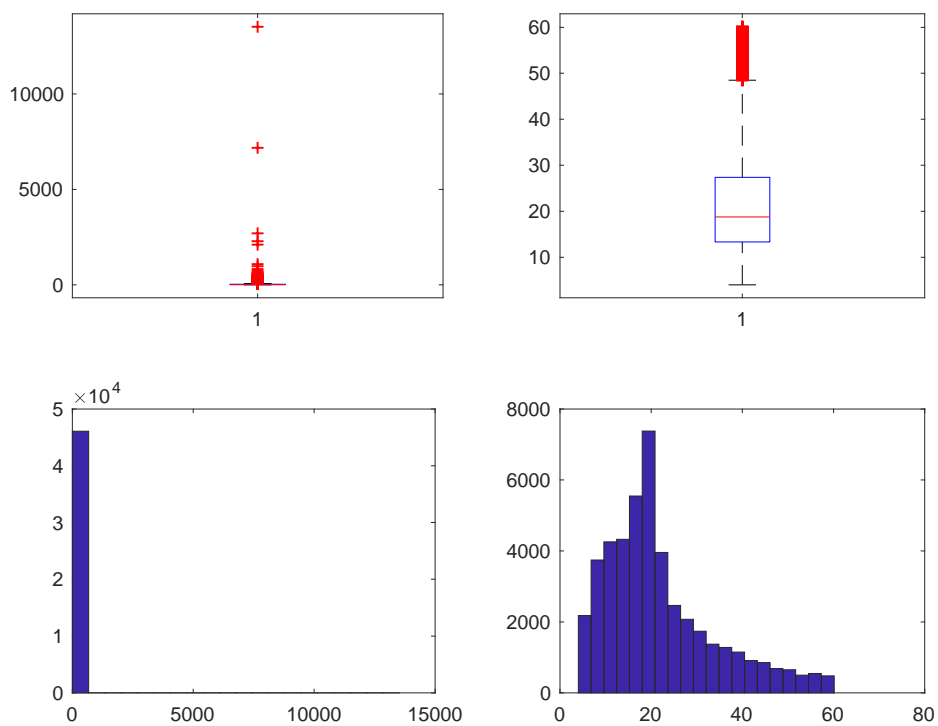


Figura 156. Costo RES

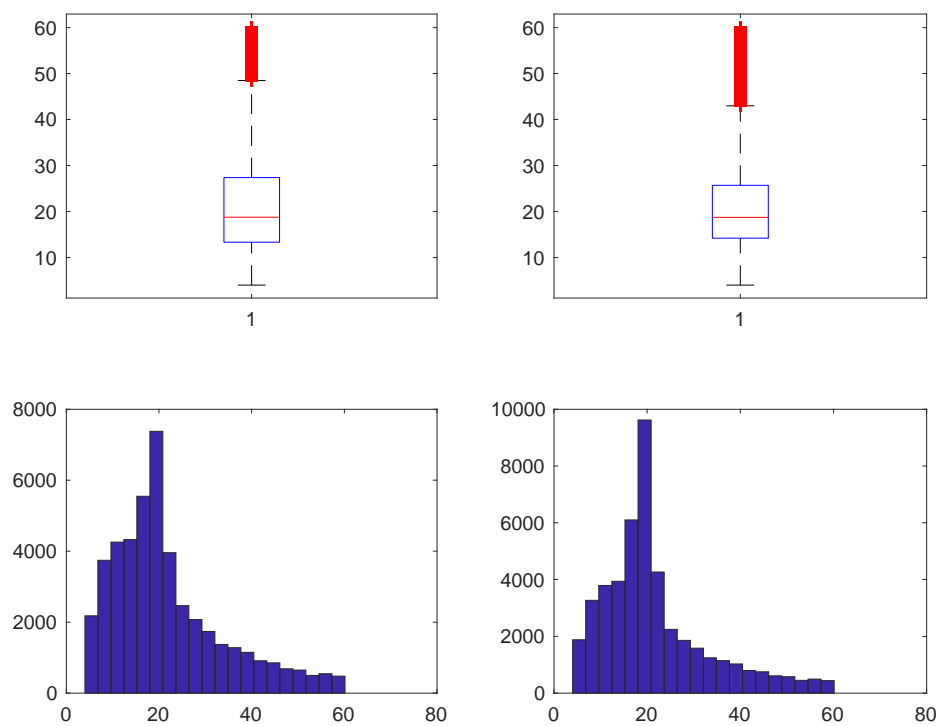
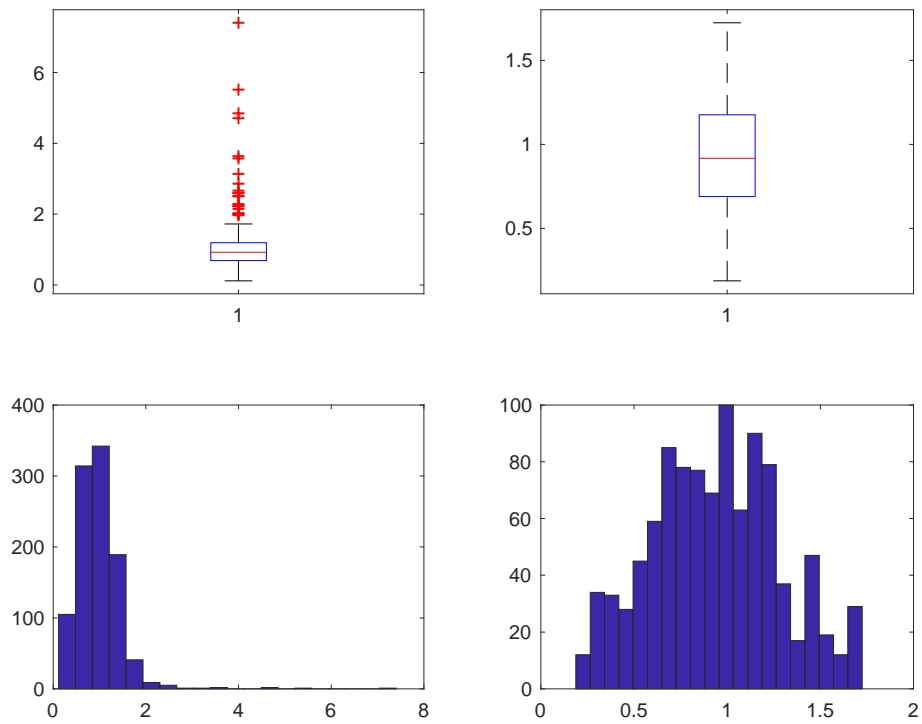
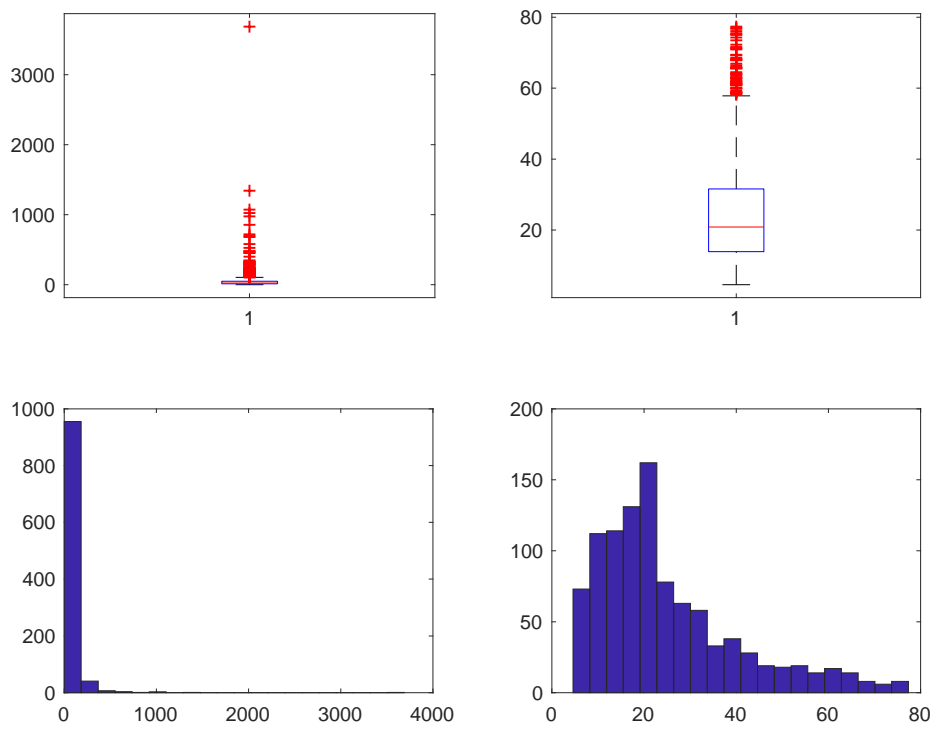


Figura 157. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RES



**Figura 158. Risparmio NORES (Normalizzato per superficie)**



**Figura 159. Costo NORES**

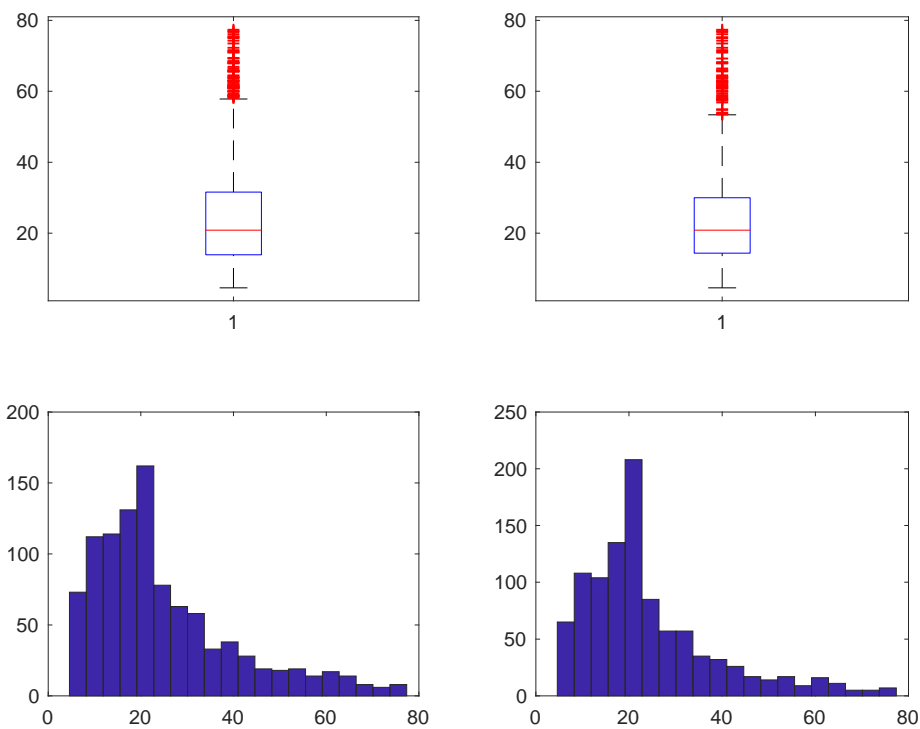


Figura 160. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORES

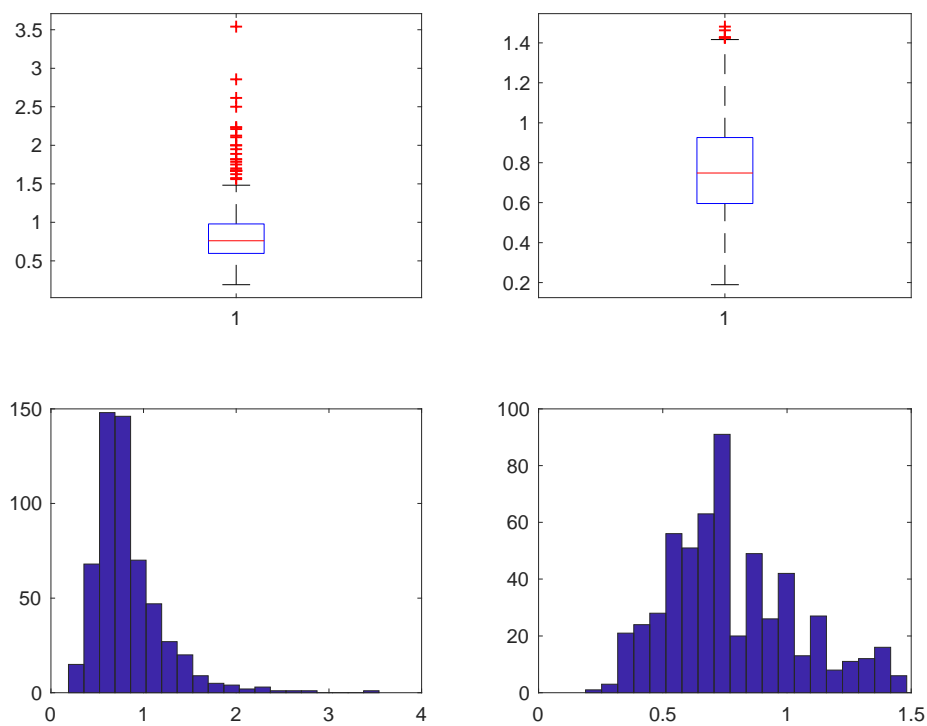
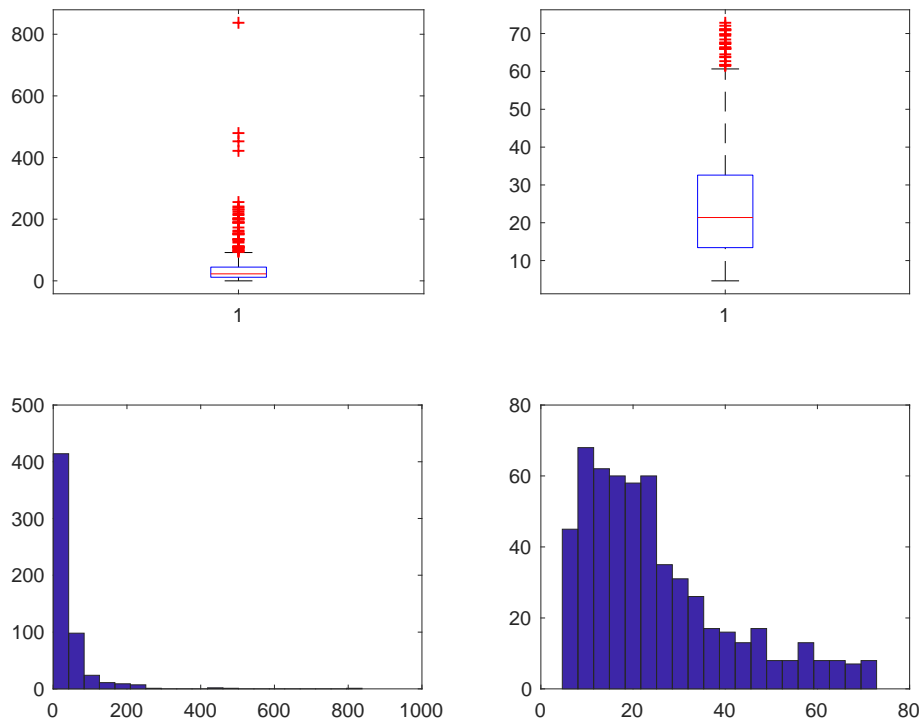
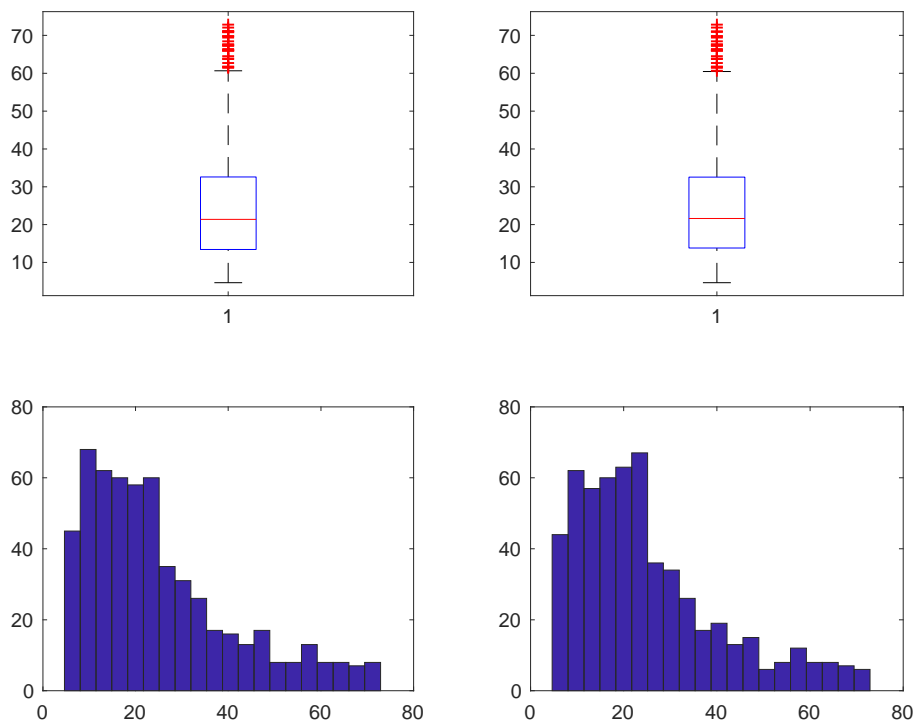


Figura 161. Risparmio MIS (Normalizzato per superficie)



**Figura 162. Costo MIS**



**Figura 163: Costo dopo studio su Costo/Risparmio MIS**

Ai fini di una corretta analisi è stato necessario effettuare una terza fase di controllo che ha visto come protagoniste le variabili d’interesse normalizzate per superficie.

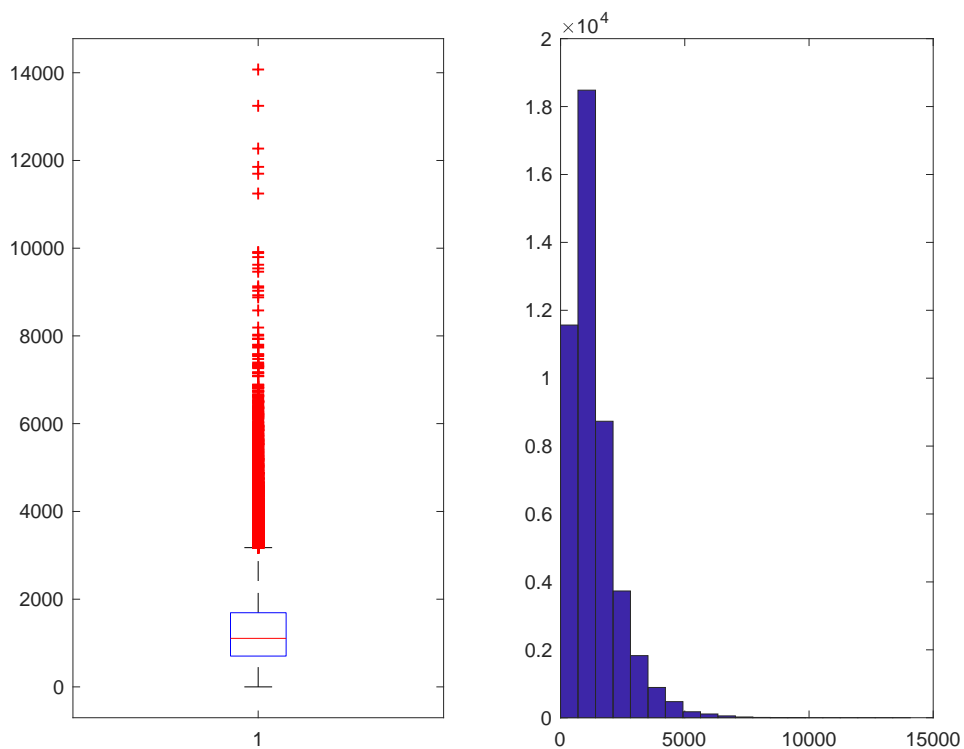
La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

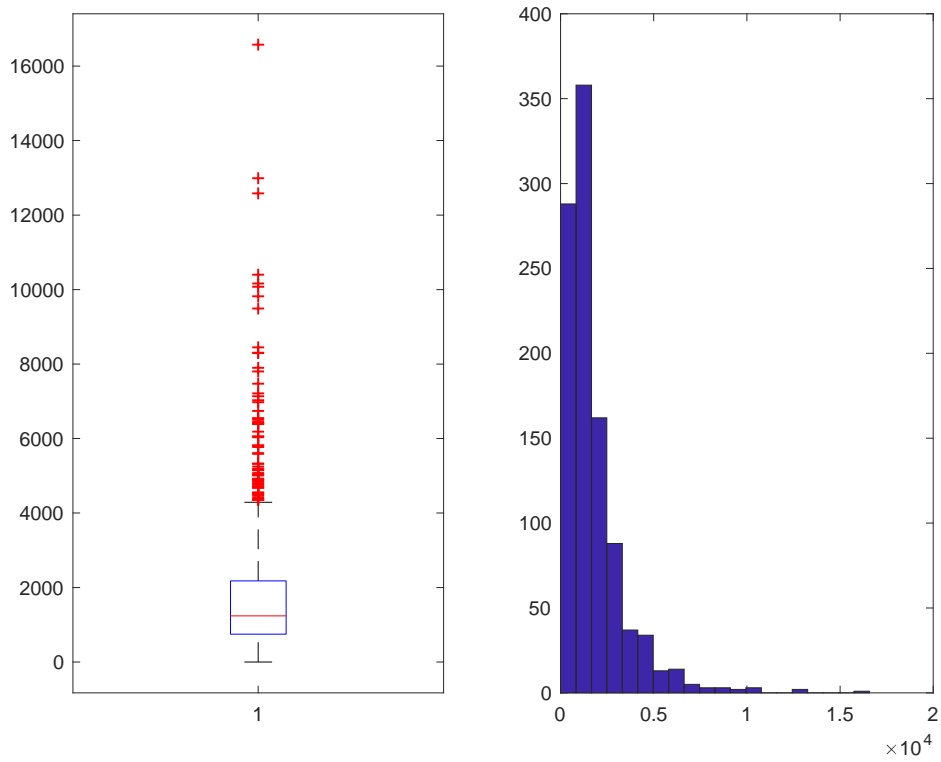
e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 7887 dati anomali (RES) di cui 6692 per imputazioni svolte su COSTO,
- 235 dati anomali (NORES) di cui 219 per imputazioni svolte su COSTO,
- 96 dati anomali (MIS) di cui 83 per imputazioni svolte su COSTO.

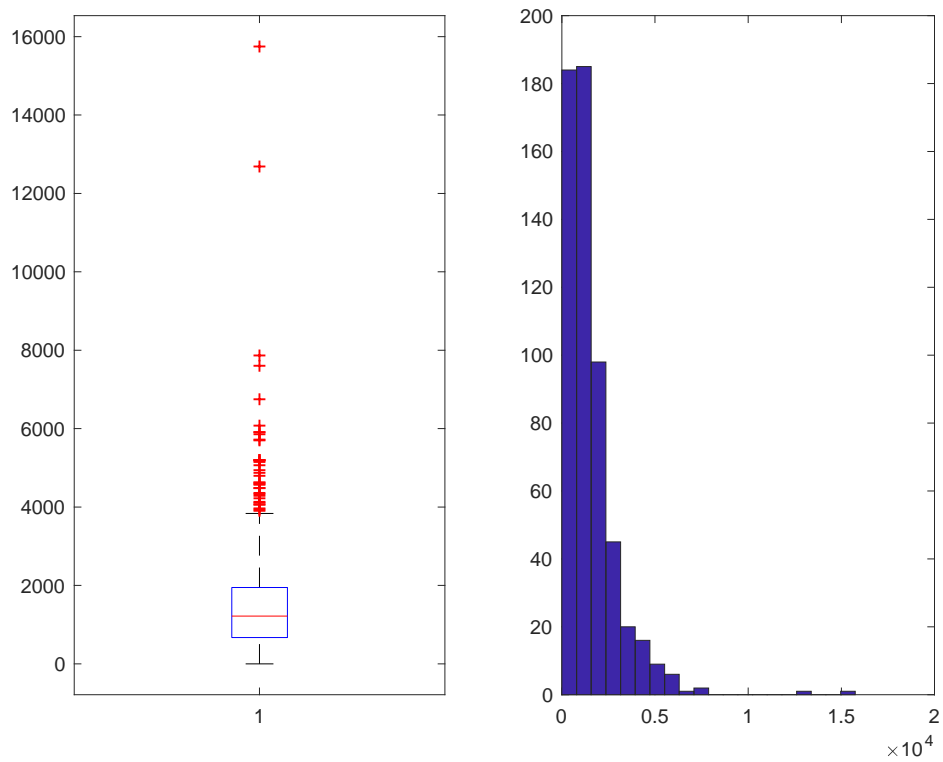
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 164. Detrazione RES**



**Figura 165. Detrazione NORES**



**Figura 166. Detrazione MIS**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 10051265,4969600 kWh/anno
- Risparmio Finale: 11507412,8978512 kWh/anno
- Costo Iniziale: 150440225,610381 €
- Costo Finale: 115044165,264562 €

#### 2.4.5 Comma 346

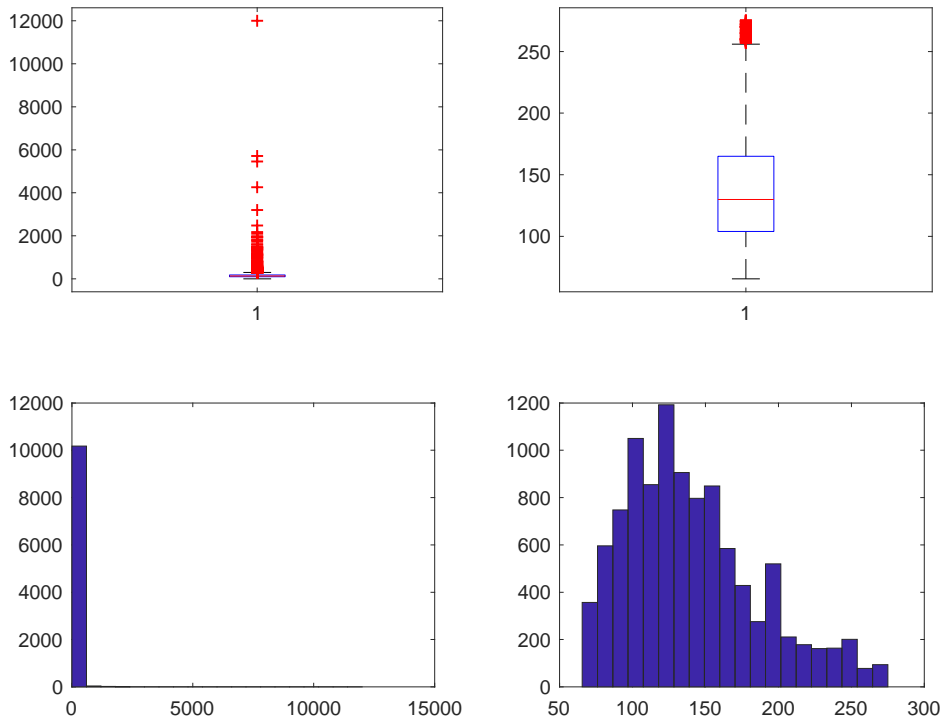
Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di cinque programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri tre che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

Come in ogni altro comma si sono per primi creati gli indicatori per individuare le sottopopolazioni oggetto dello studio.

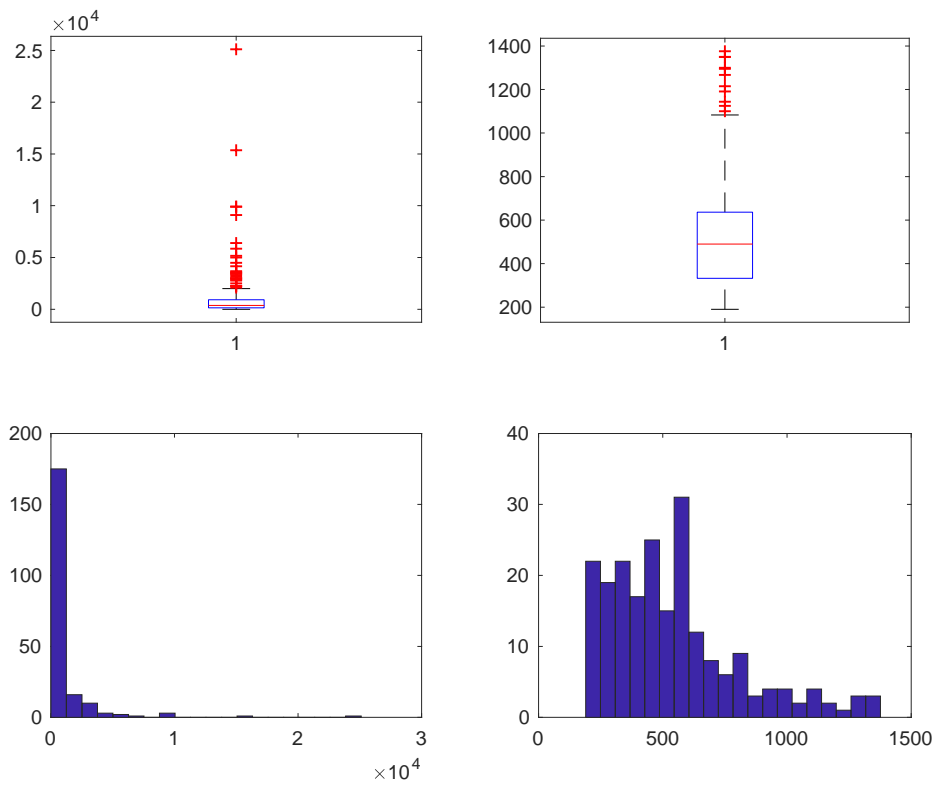
Per quanto riguarda la variabile superficie, il primo risultato importante è:

- 1047 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione RES (numerosità 10248 casi),
- 98 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione NORES (numerosità 212 casi),
- 37 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione MIS (numerosità 152 casi).

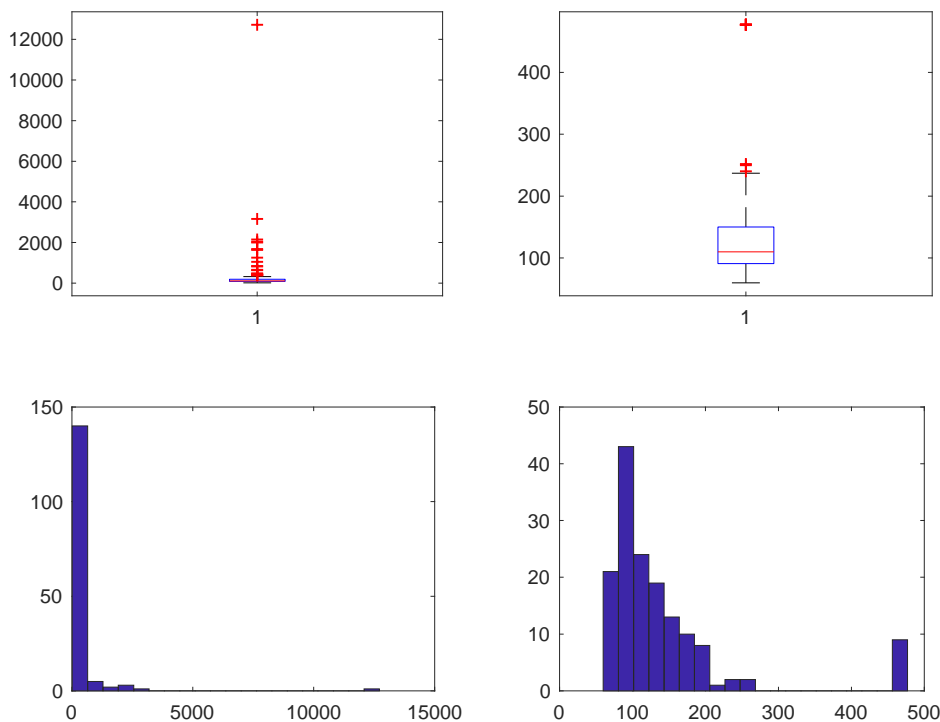
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione della variabile “superficie” per le 4 sottopopolazioni cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 167. Superficie RES**



**Figura 168. Superficie NORES**



**Figura 169. Superficie MIS**

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

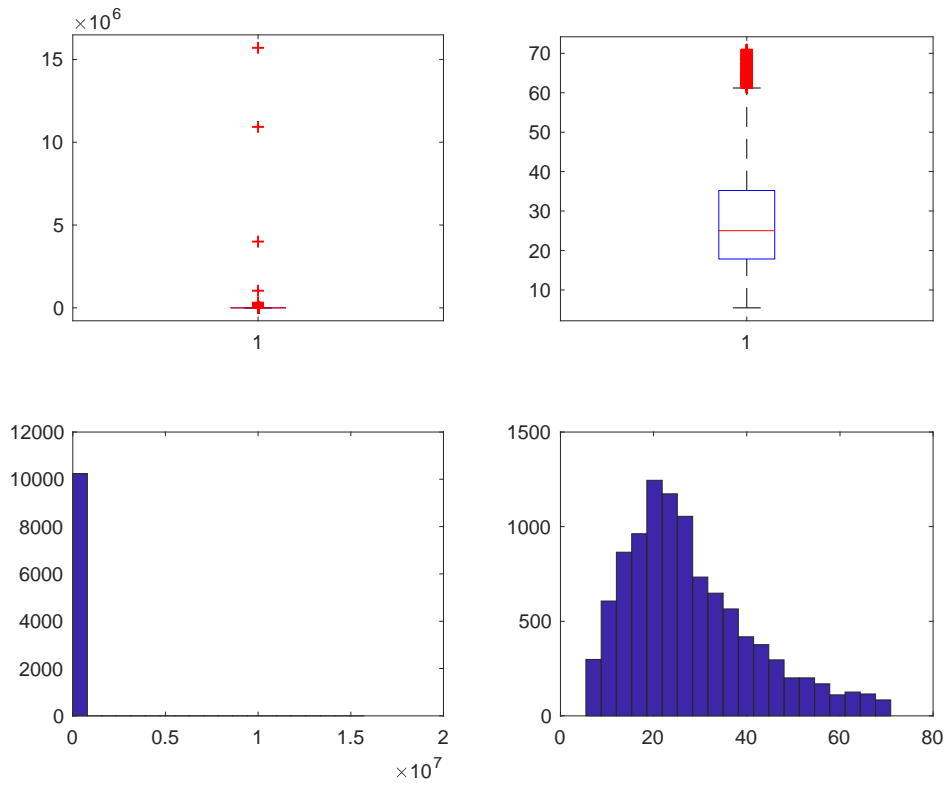
Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare” e per “superficie”.

Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

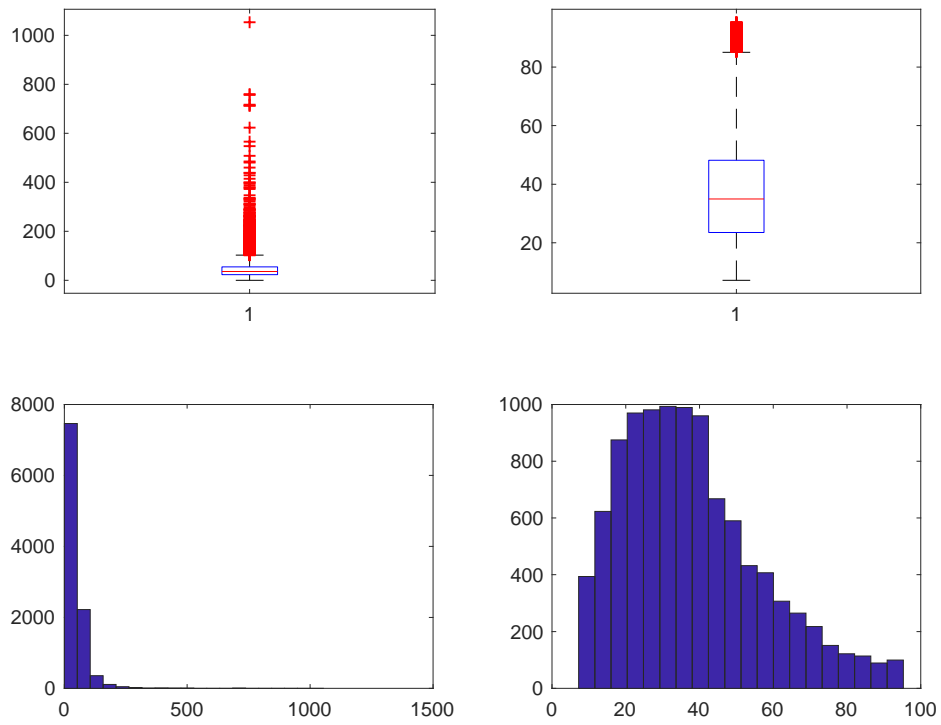
I risultati più immediati sono:

- RISPARMIO: 1207 imputazioni (RES), 41 imputazioni (NORES) e 22 imputazioni (MIS),
- COSTO: 864 imputazioni (RES), 48 imputazioni (NORES) e 22 imputazioni (MIS),
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 1360 imputazioni (RES), 37 imputazioni (NORES) e 15 imputazioni (MIS).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 170. Risparmio RES**



**Figura 171. Costo RES**

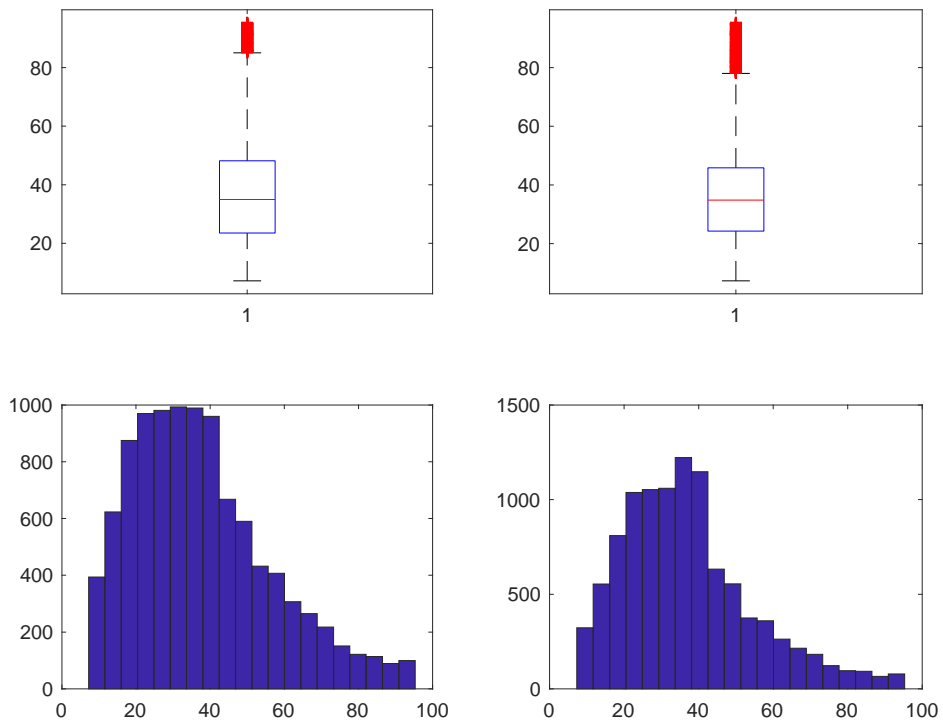


Figura 172. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RES

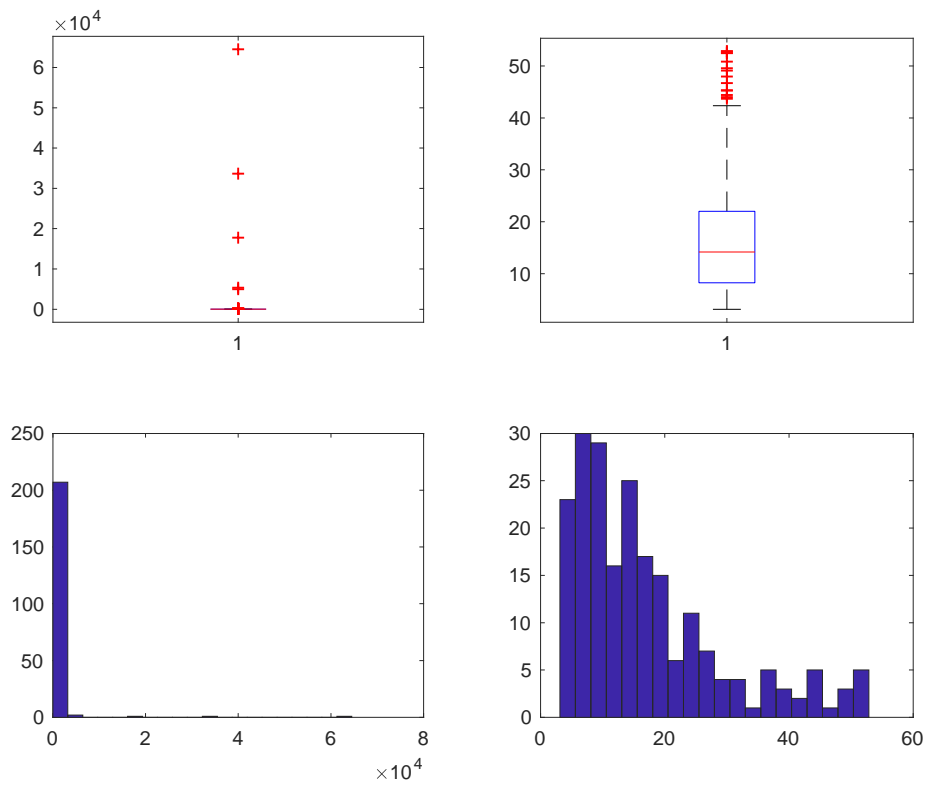
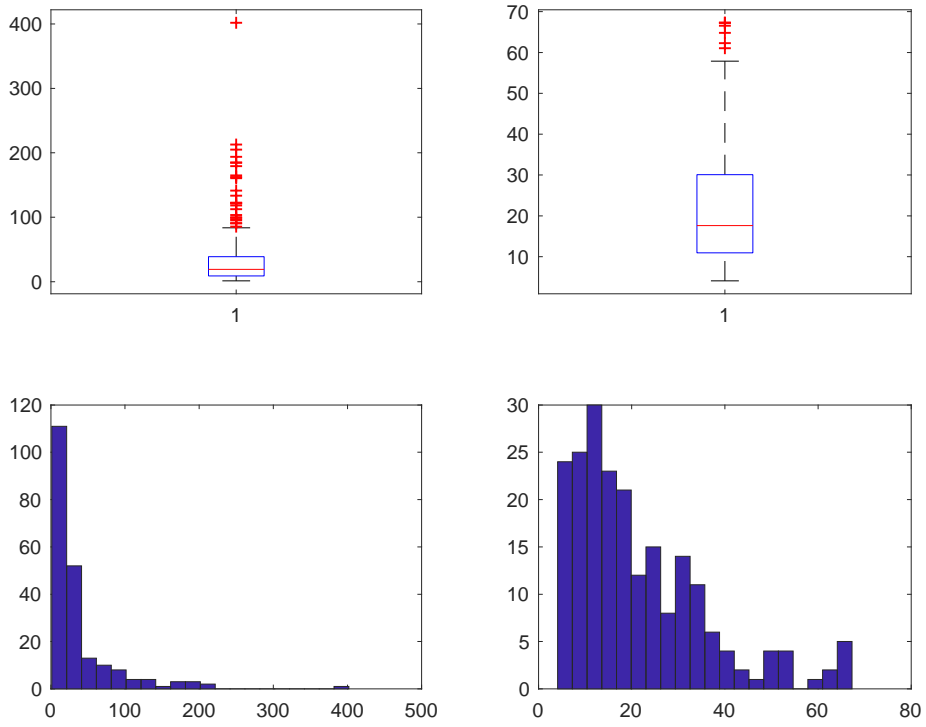
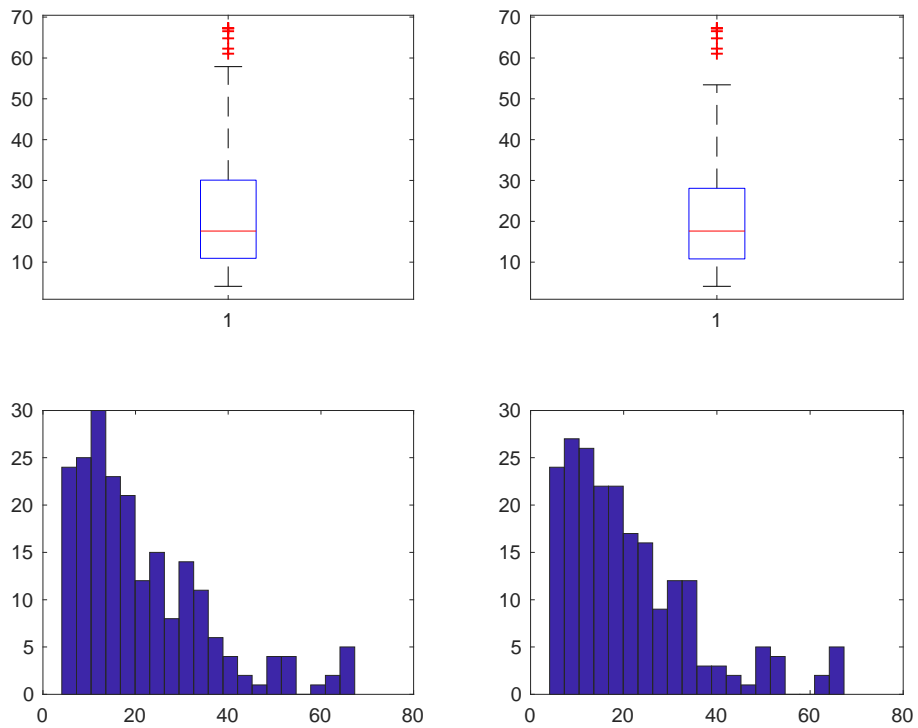


Figura 173. Risparmio NORES



**Figura 174. Costo NORES**



**Figura 175. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORES**

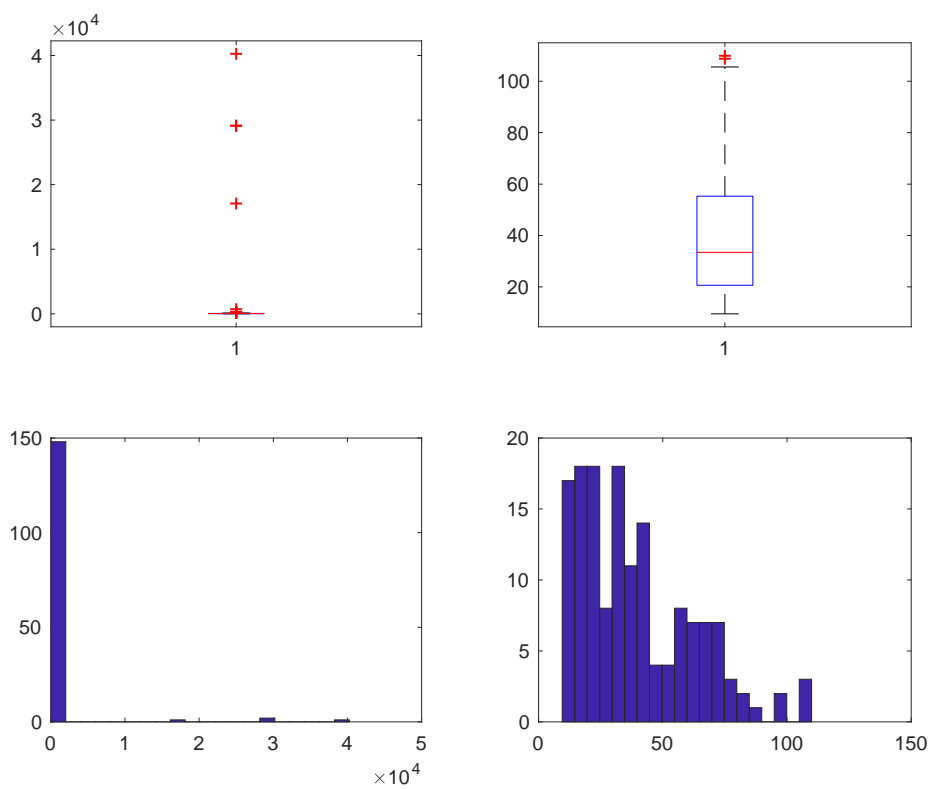


Figura 176. Risparmio MIS

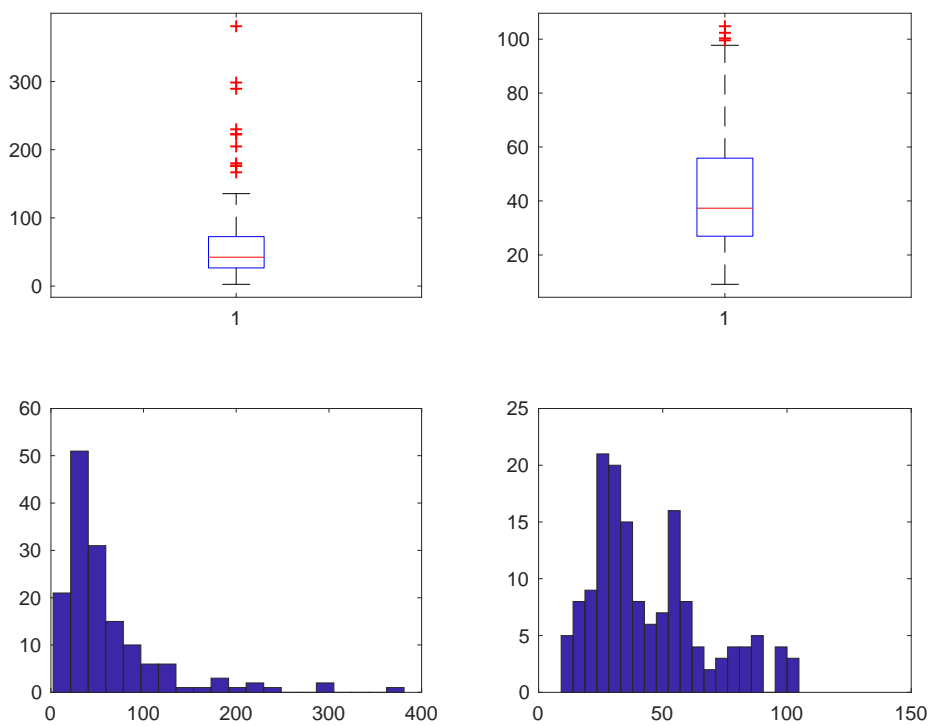
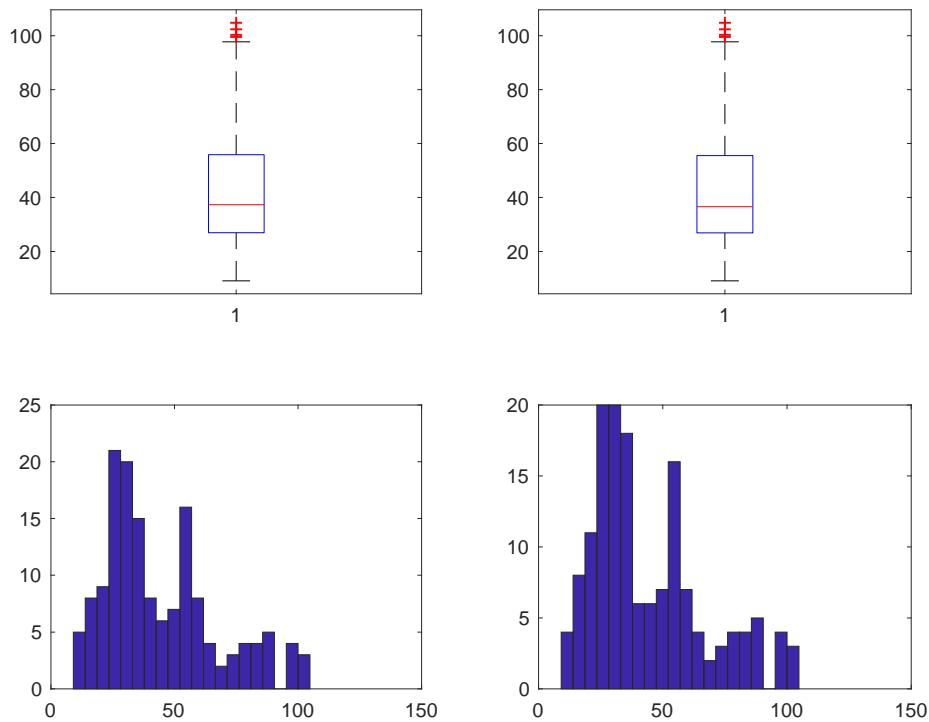


Figura 177. Costo MIS



**Figura 178. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MIS**

La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 1416 dati anomali (RES) di cui 1305 per imputazioni svolte su COSTO,
- 42 dati anomali (NORES) di cui 41 per imputazioni svolte su COSTO,
- 22 dati anomali (MIS) di cui 22 per imputazioni svolte su COSTO.

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

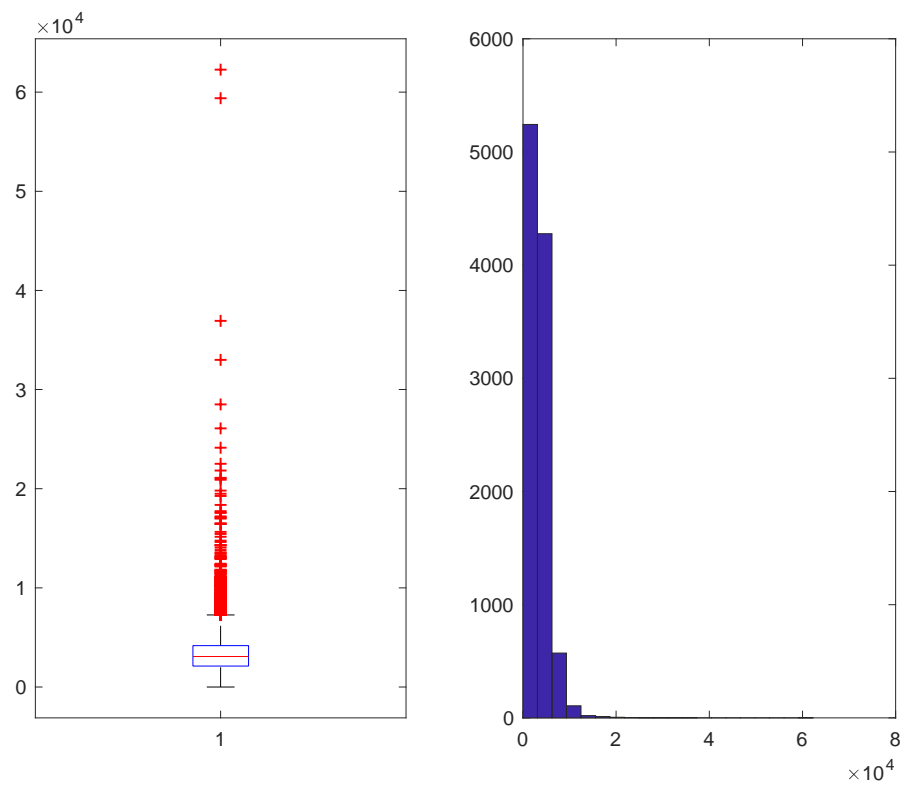
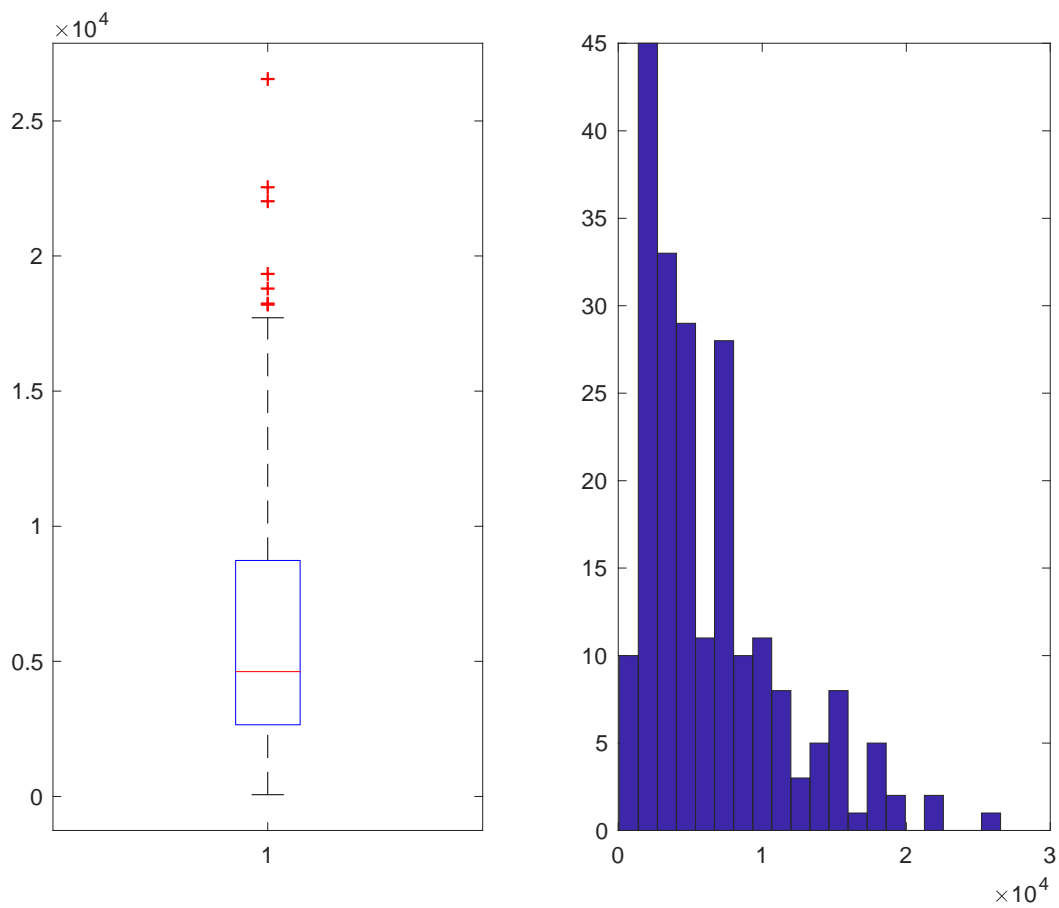
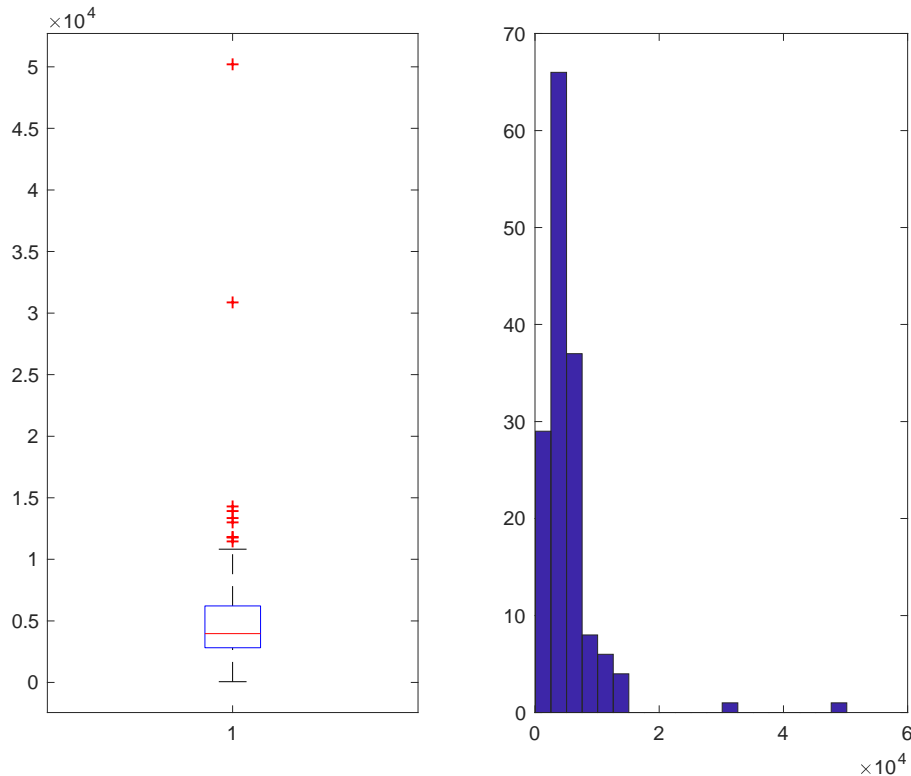


Figura 179. Detrazione RES



**Figura 180. Detrazione NORES**



**Figura 181. Detrazione MIS**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 6926223630,38001 kWh/anno

Risparmio Finale: 46228459,3387318 kWh/anno

- Costo Iniziale: 72237590,5730001 €

Costo Finale: 62182568,3861696 €

#### 2.4.6 Comma 347

Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di tre programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri due che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

Sono state individuate 6 sottopopolazioni sulla base della tipologia d'intervento, lo studio sulla variabile superficie ha prodotto i seguenti risultati:

- 2363 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione POMPC (numerosità 12465 casi),
- 6575 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione COND (numerosità 48765 casi),

- 136 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione ALTRO (numerosità 931 casi),
- 433 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione BIO (numerosità 3387 casi),
- 5 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione GEO (numerosità 77 casi),
- 459 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione ZERO (numerosità 4499 casi).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

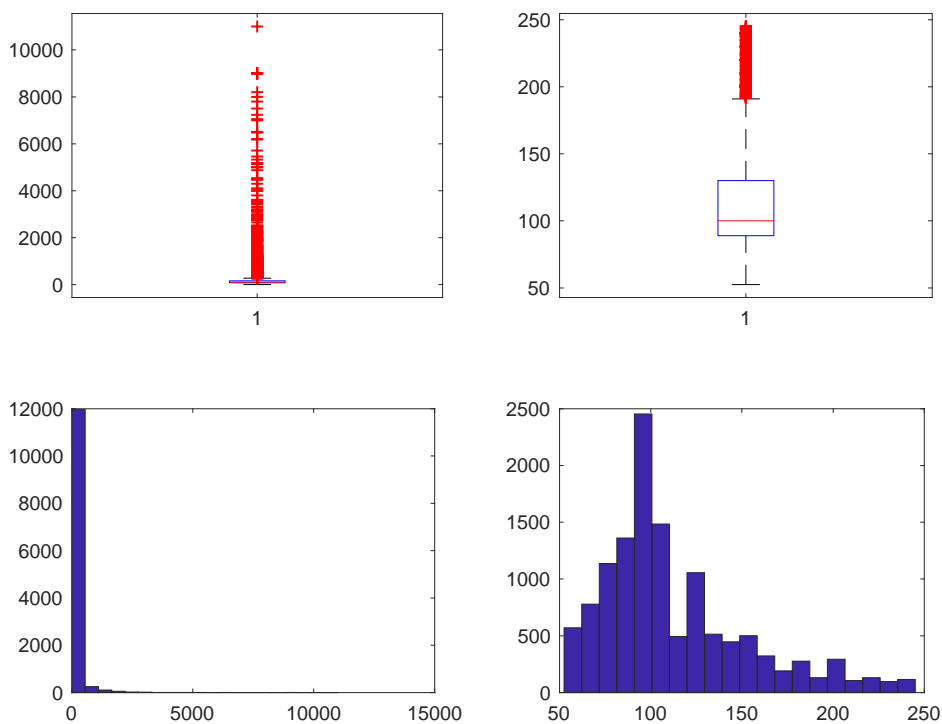
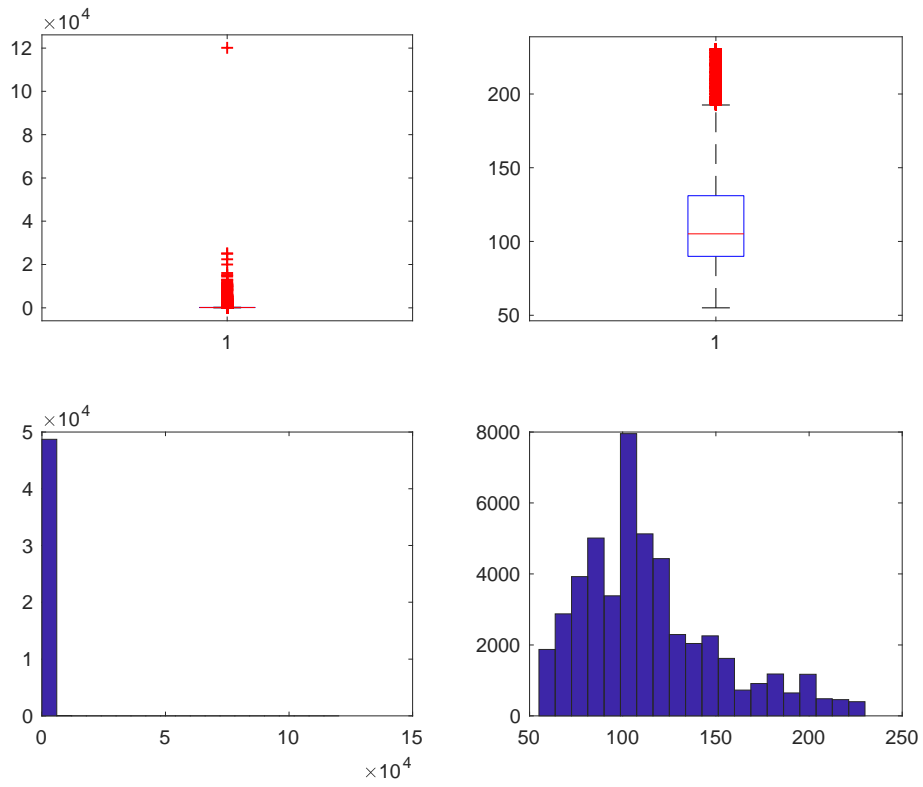
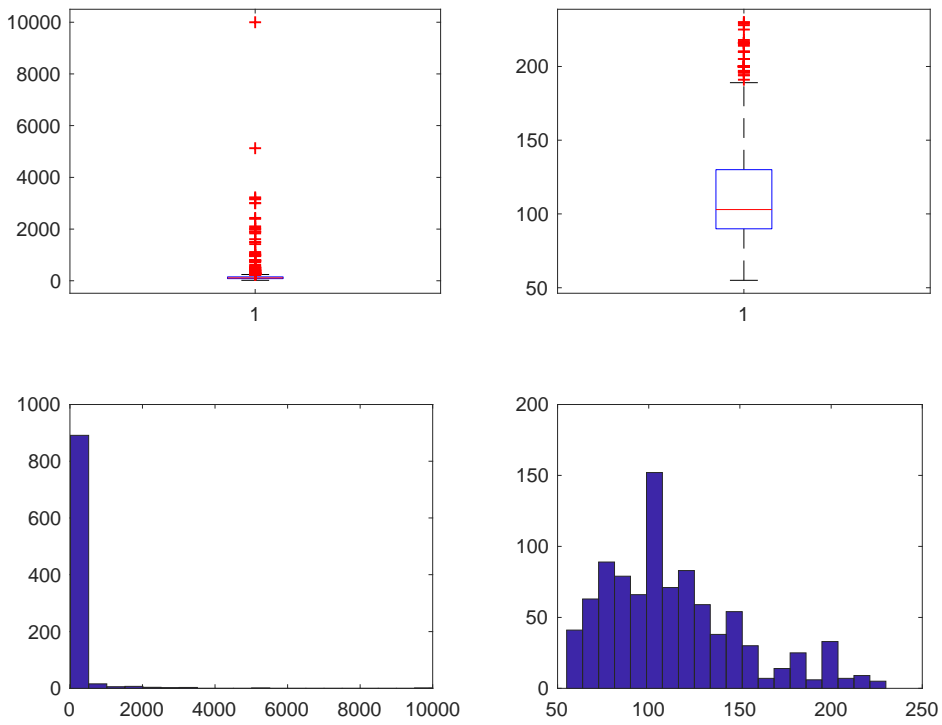


Figura 182. Superficie POMPC



**Figura 183. Superficie COND**



**Figura 184. Superficie ALTRO**

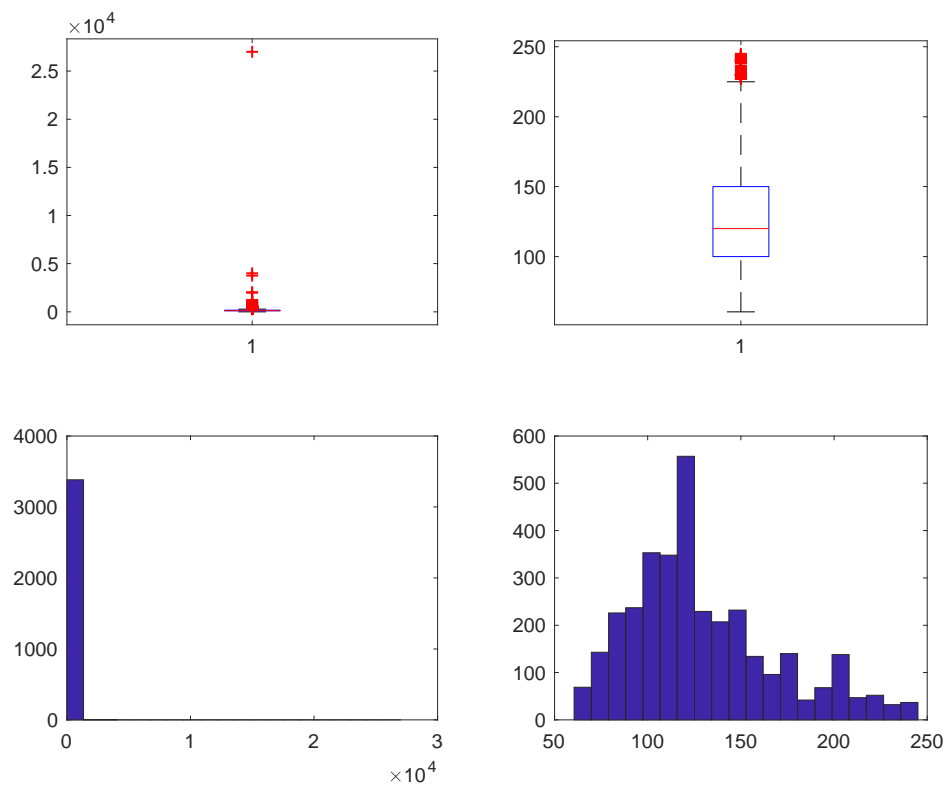


Figura 185. Superficie BIO

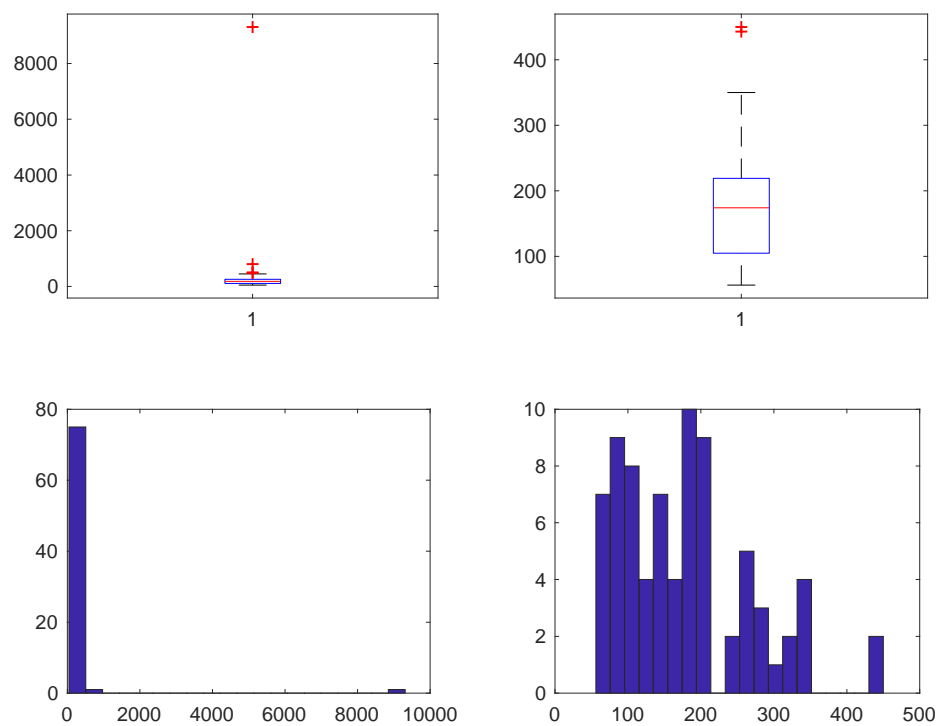
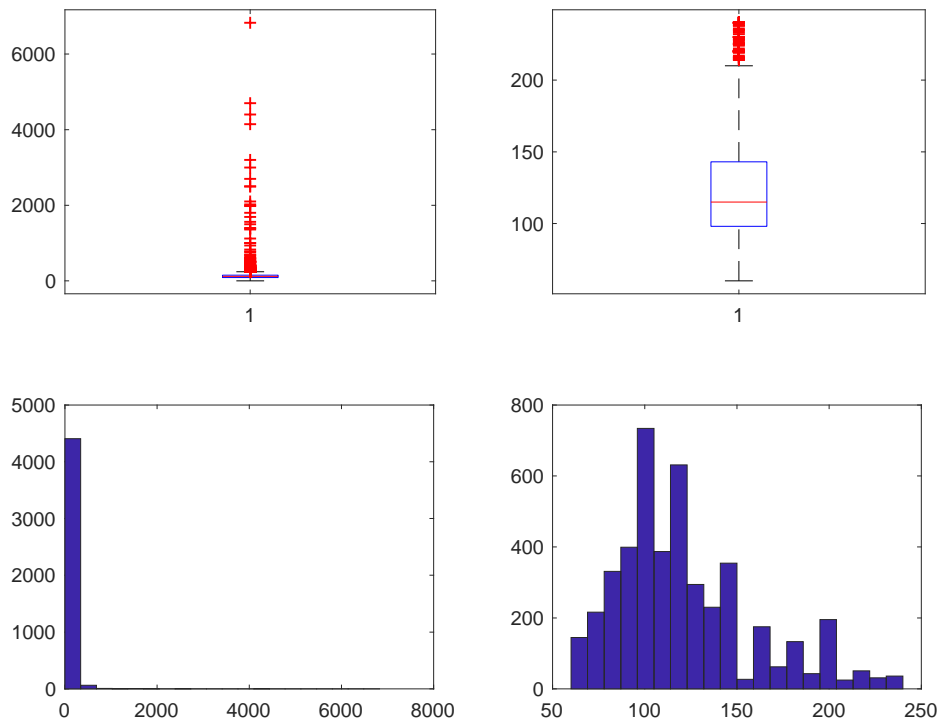


Figura 186. Superficie GEO



**Figura 187. Superficie ZERO**

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale) e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare” E per la variabile “superficie”.

Per le variabili RISPARMIO e COSTO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

I risultati più immediati sono:

- RISPARMIO: 2966 imputazioni (POMPC), 10476 imputazioni (COND), 520 imputazioni (ALTRO), 323 imputazioni (BIO), 15 imputazioni (GEO) e 2821 imputazioni (ZERO),
- RISPARMIO ACS: 6036 imputazioni (POMPC), 18010 imputazioni (COND), 296 imputazioni (ALTRO), 589 imputazioni (BIO), 40 imputazioni (GEO) e 1732 imputazioni (ZERO),
- COSTO: 2624 imputazioni (POMPC), 7474 imputazioni (COND), 145 imputazioni (ALTRO), 298 imputazioni (BIO), 9 imputazioni (GEO) e 328 imputazioni (ZERO),
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 4795 imputazioni (POMPC), 9138 imputazioni (COND), 461 imputazioni (ALTRO), 301 imputazioni (BIO), 22 imputazioni (GEO) e 3443 imputazioni (ZERO).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

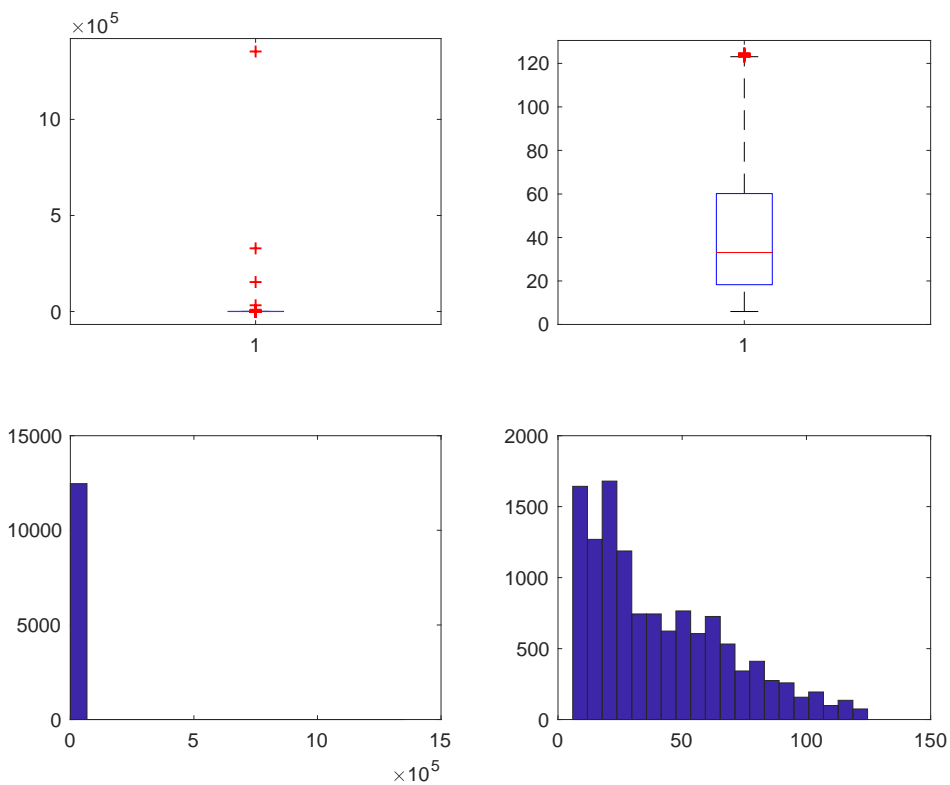


Figura 188. Risparmio POMPC

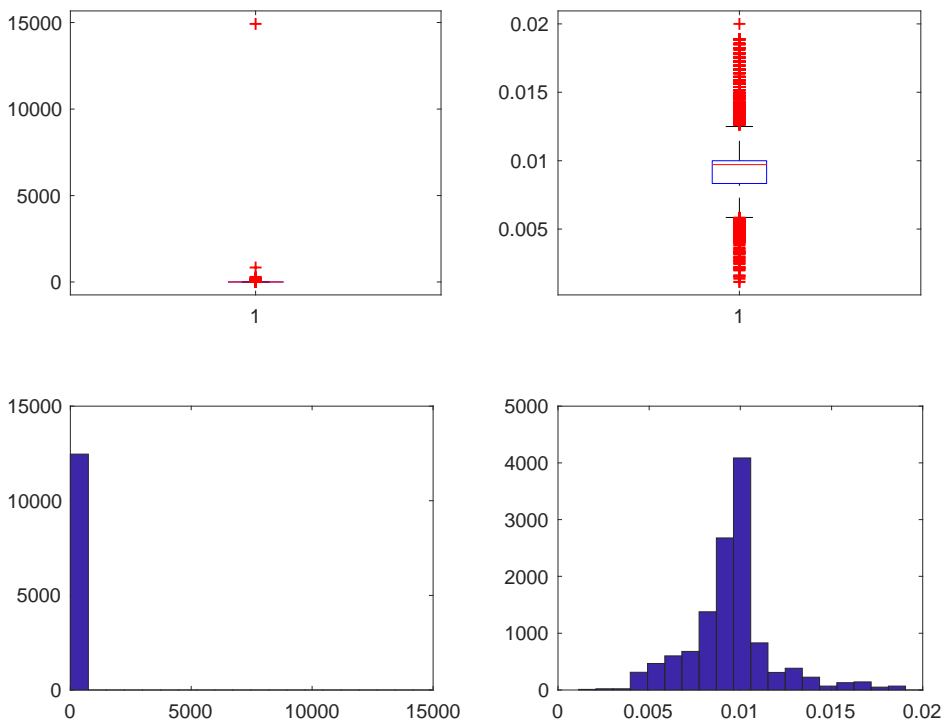
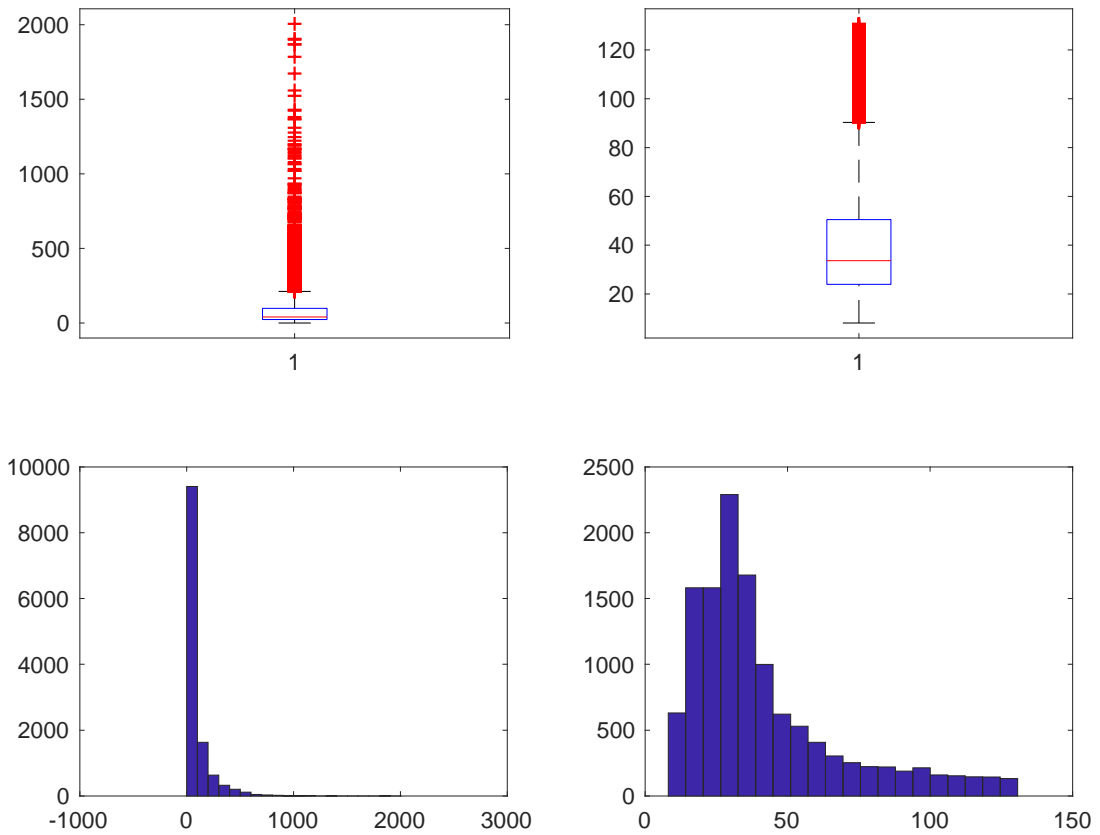
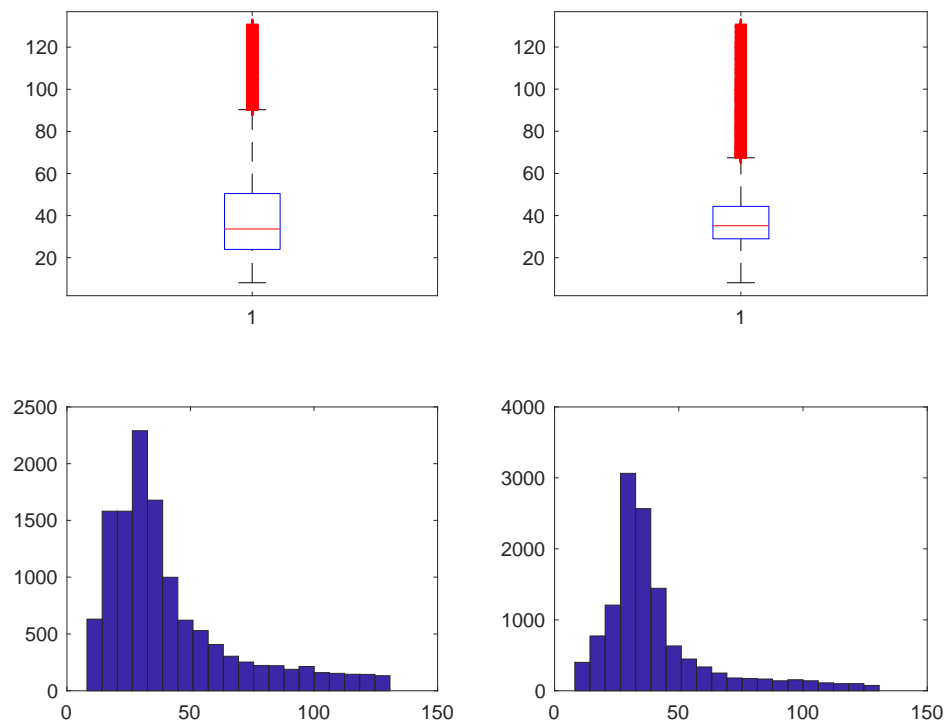


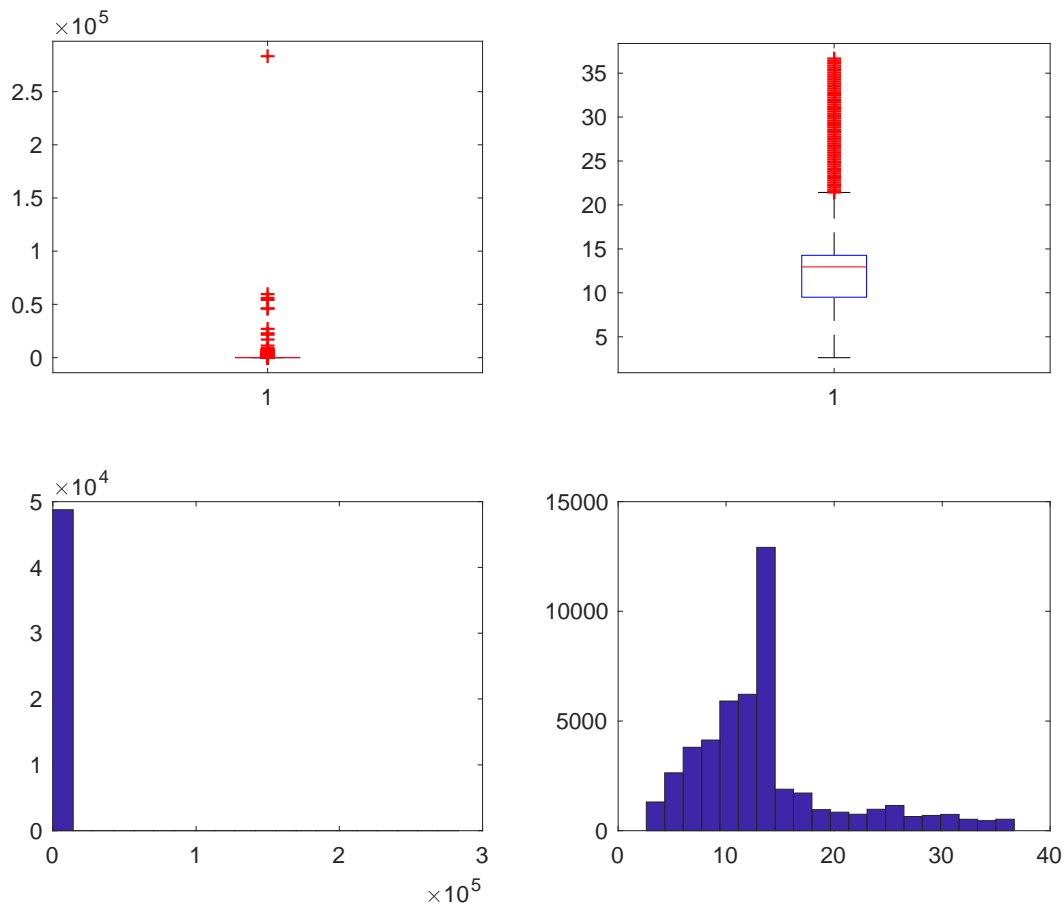
Figura 189. Risparmio ACS POMPC



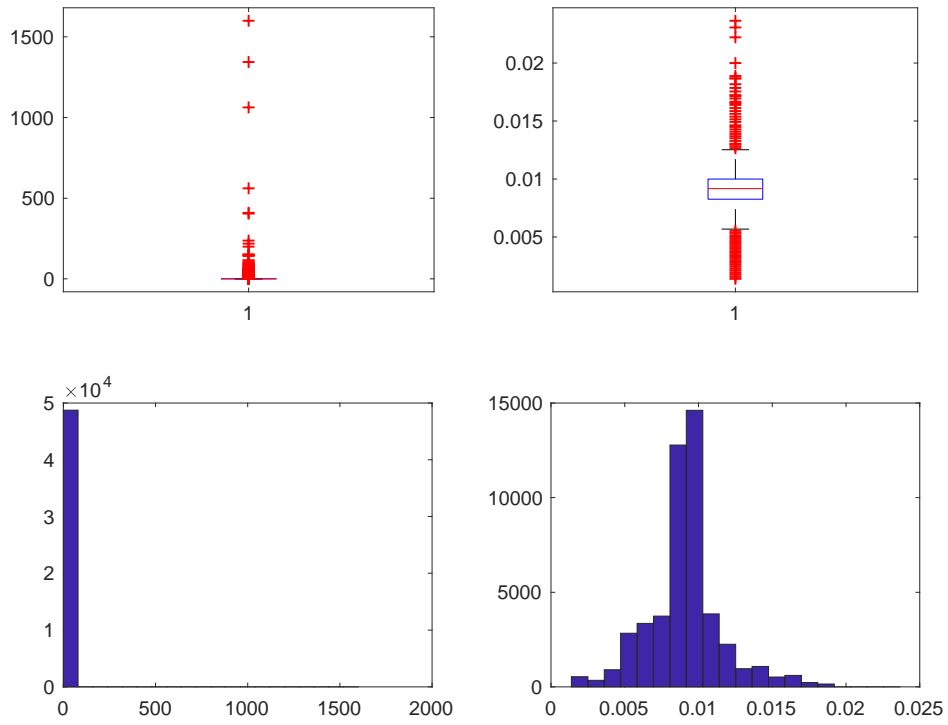
**Figura 190. Costo POMPC**



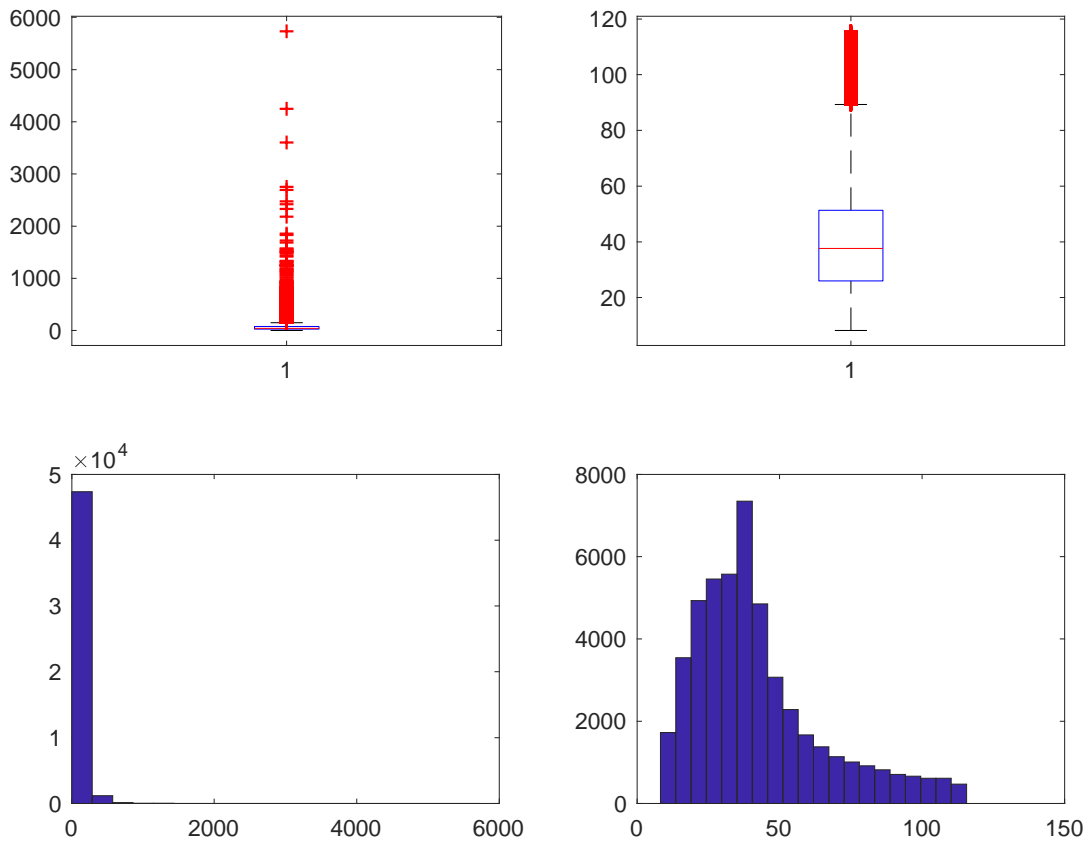
**Figura 191. Costo dopo studio su Costo/Risparmio POMPC**



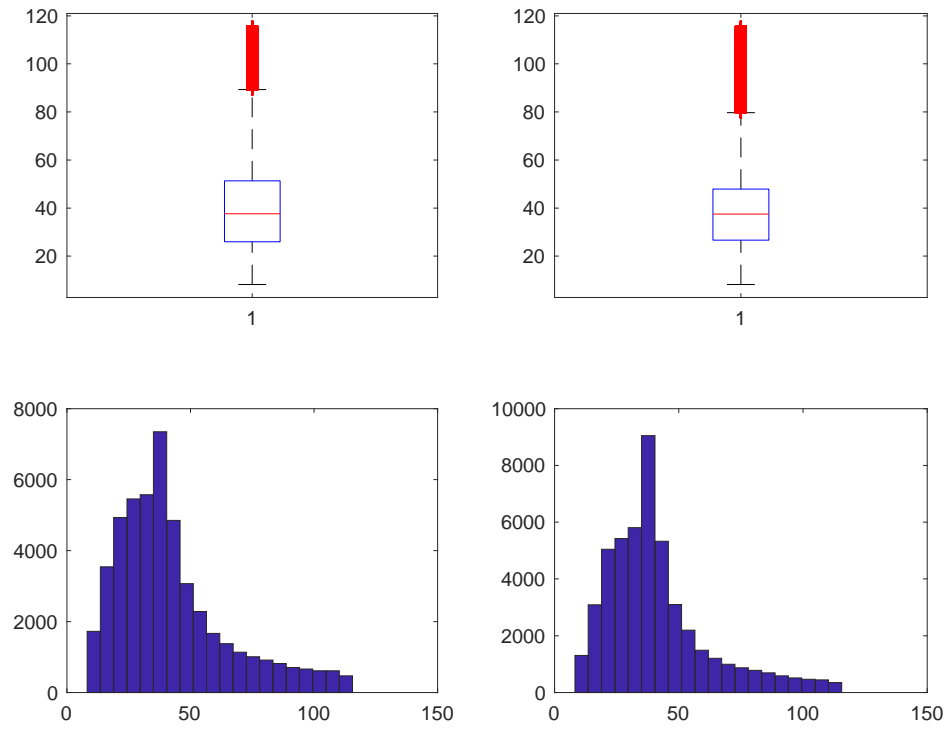
**Figura 192. Risparmio COND**



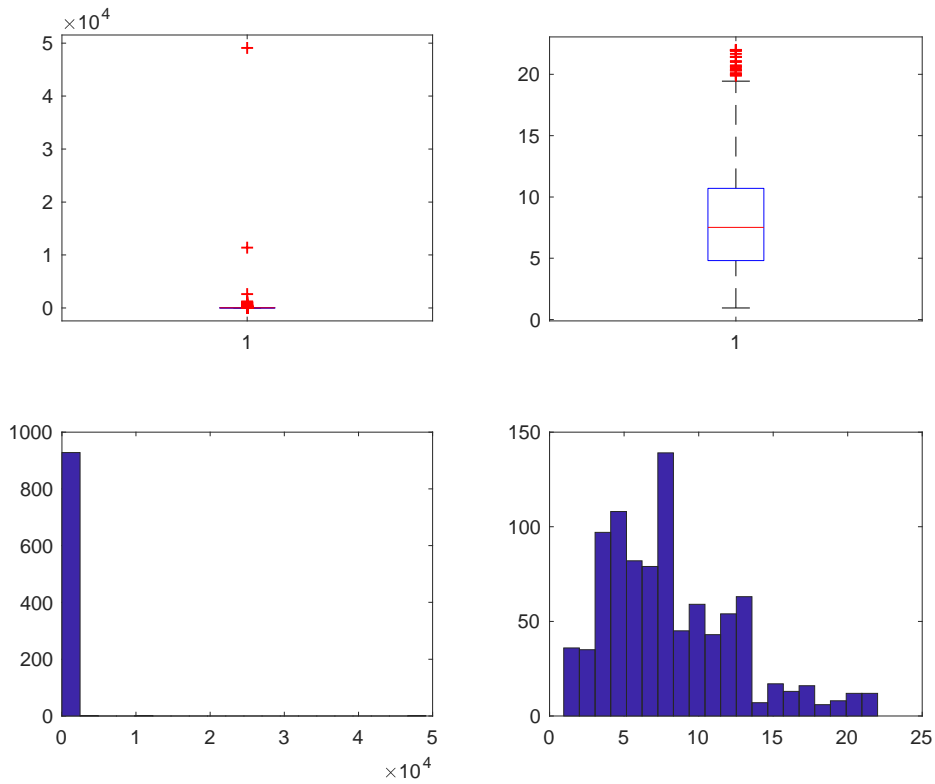
**Figura 193. Risparmio ACS COND**



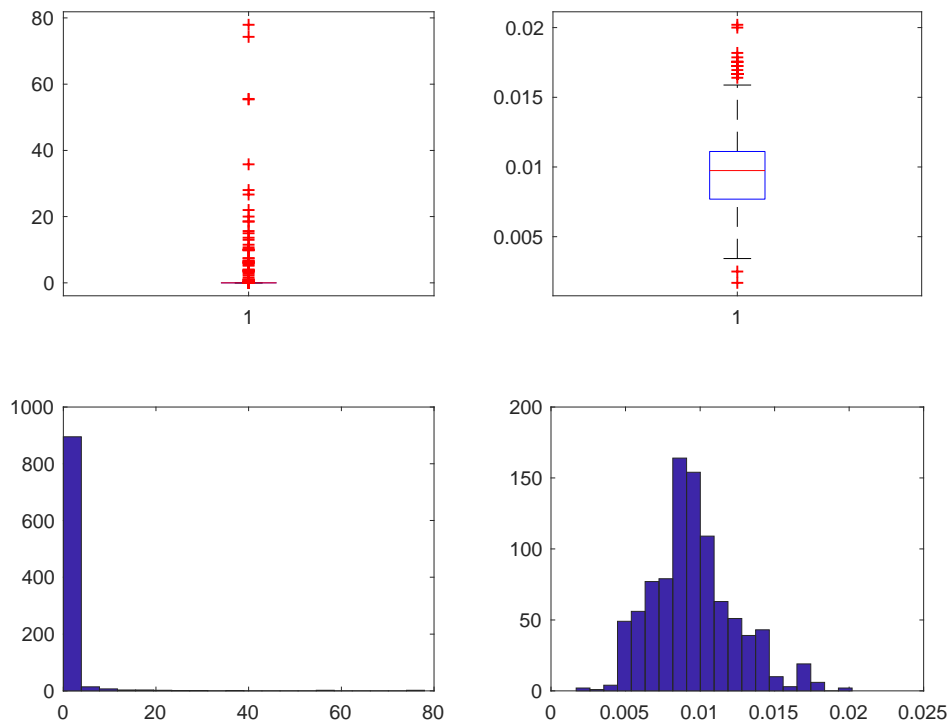
**Figura 194. Costo COND**



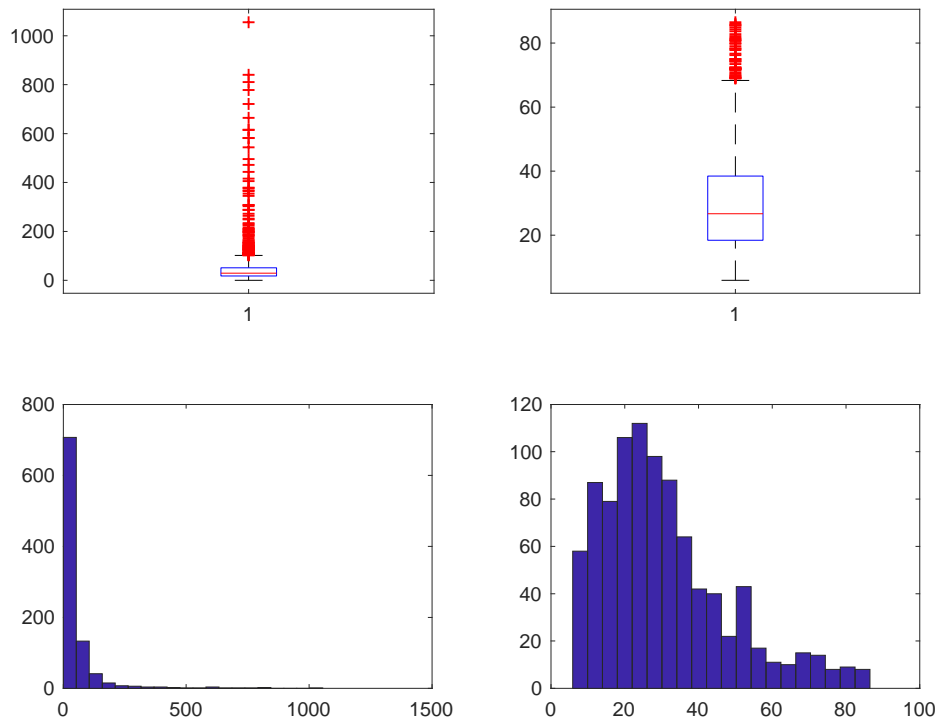
**Figura 195. Costo dopo studio su Costo/Risparmio COND**



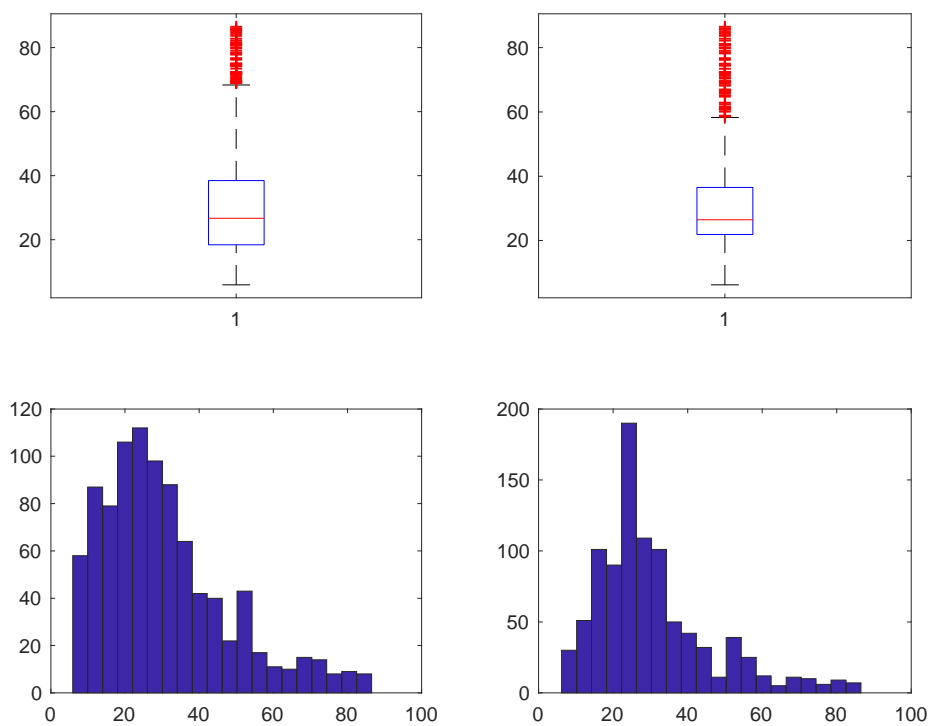
**Figura 196. Risparmio ALTRO**



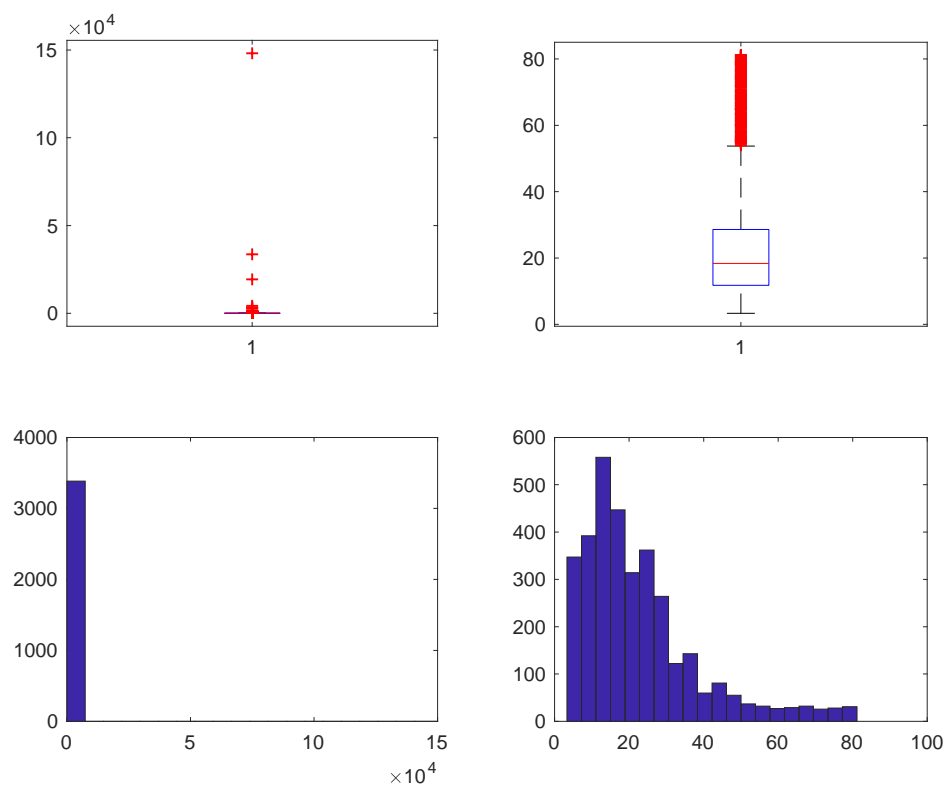
**Figura 197. Risparmio ACS ALTRO**



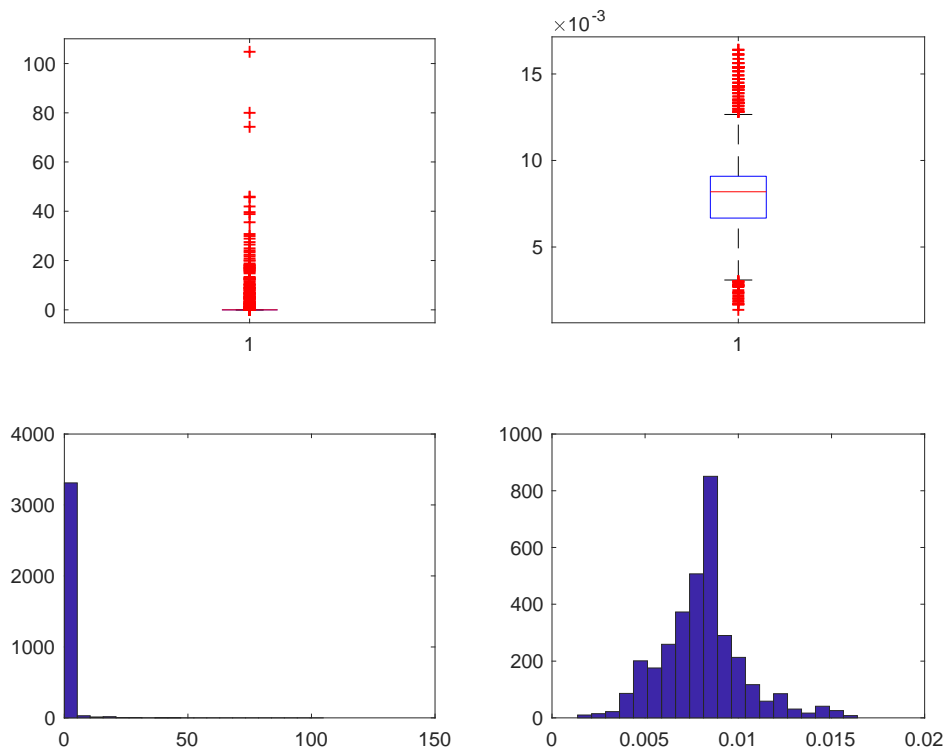
**Figura 198. Costo ALTRO**



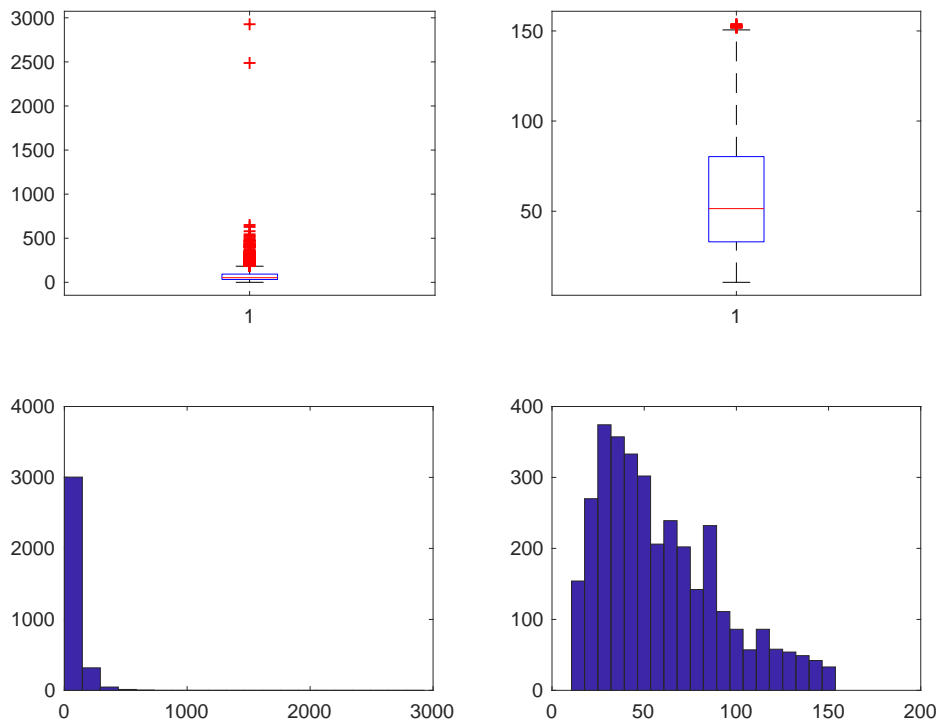
**Figura 199. Costo dopo studio su Costo/Risparmio ALTRO**



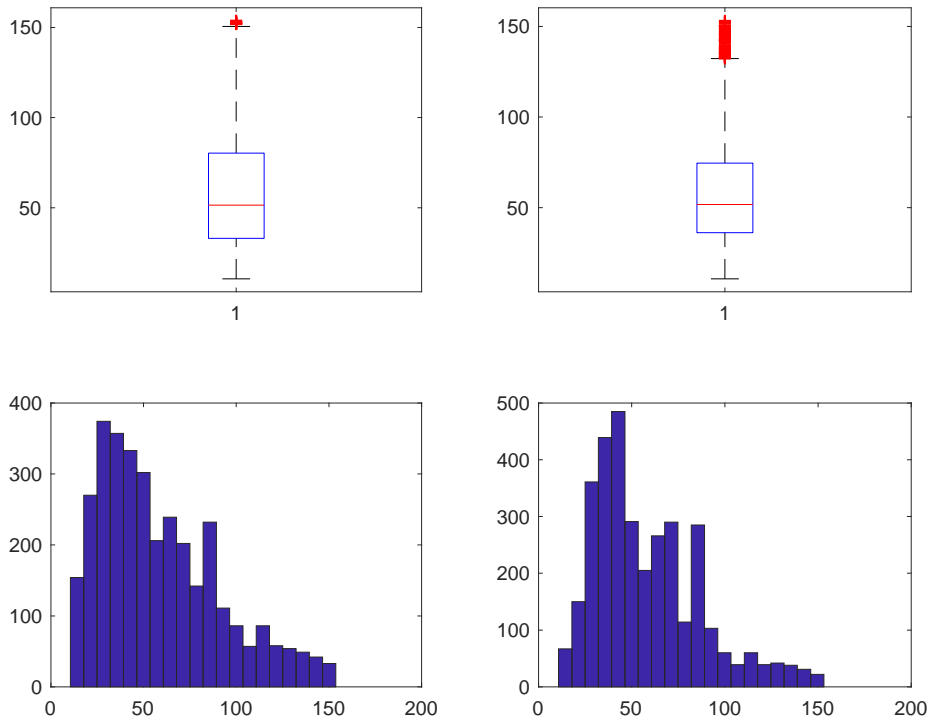
**Figura 200. Risparmio BIO**



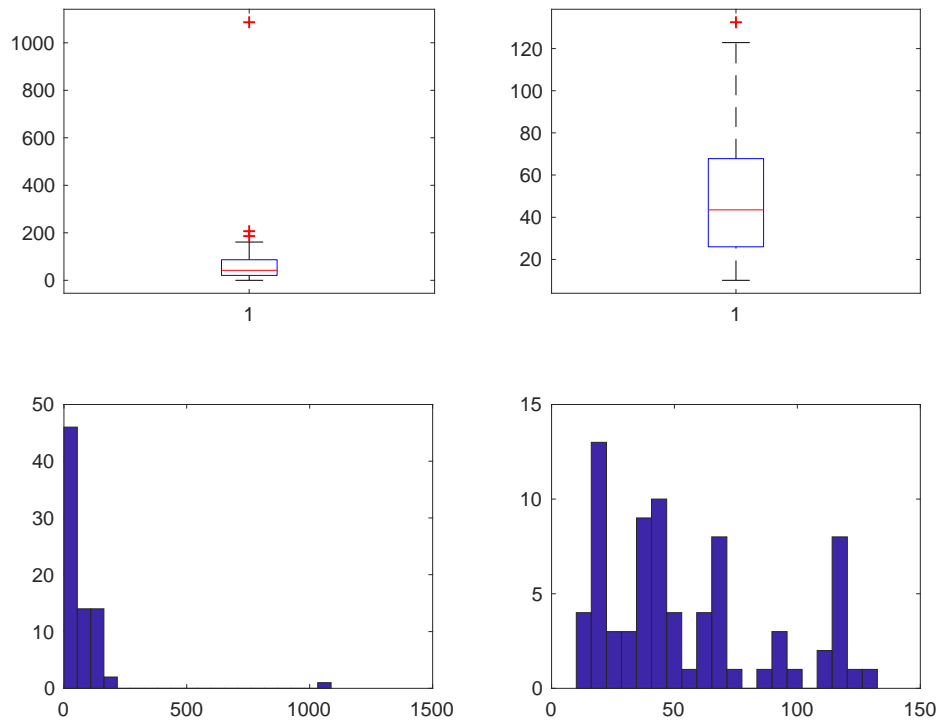
**Figura 201. Risparmio ACS BIO**



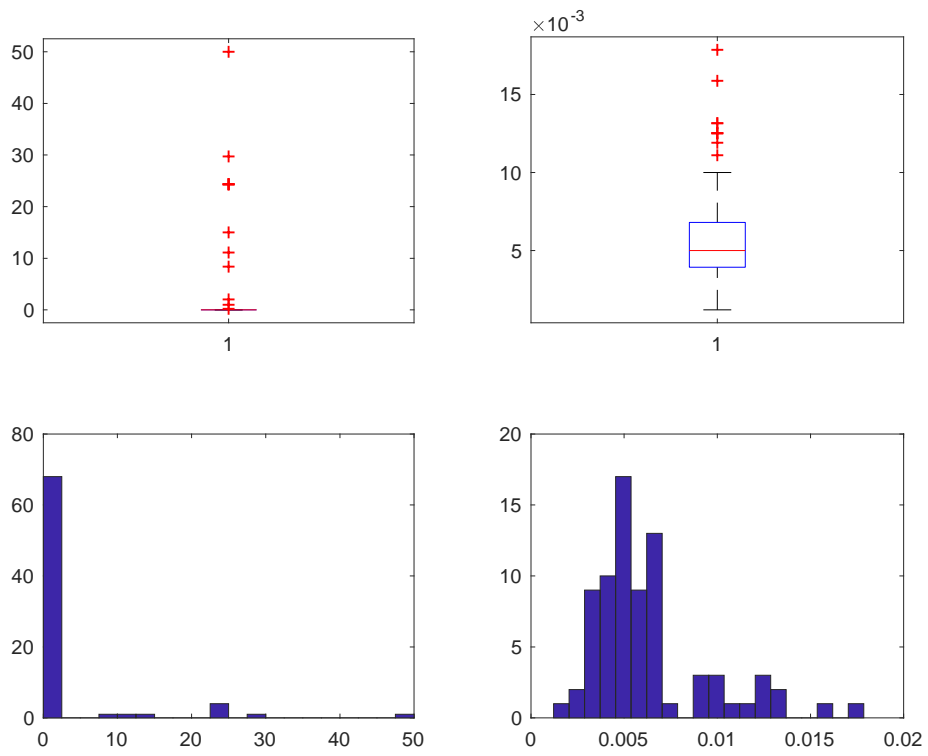
**Figura 203. Costo BIO**



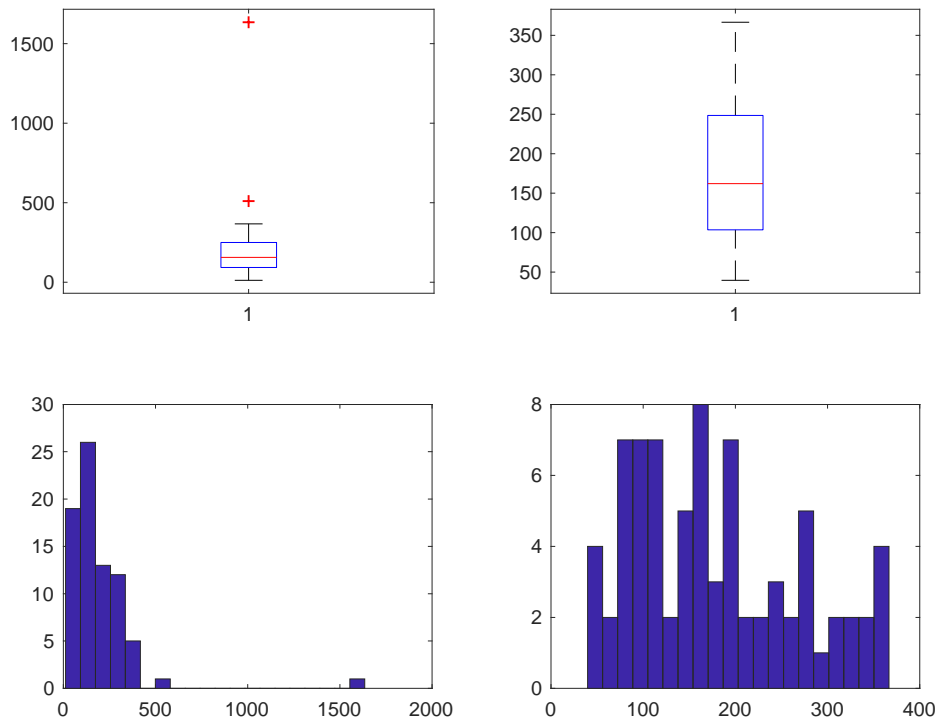
**Figura 204. Costo dopo studio su Costo/Risparmio BIO**



**Figura 205. Risparmio GEO**



**Figura 206. Risparmio ACS GEO**



**Figura 207. Costo GEO**

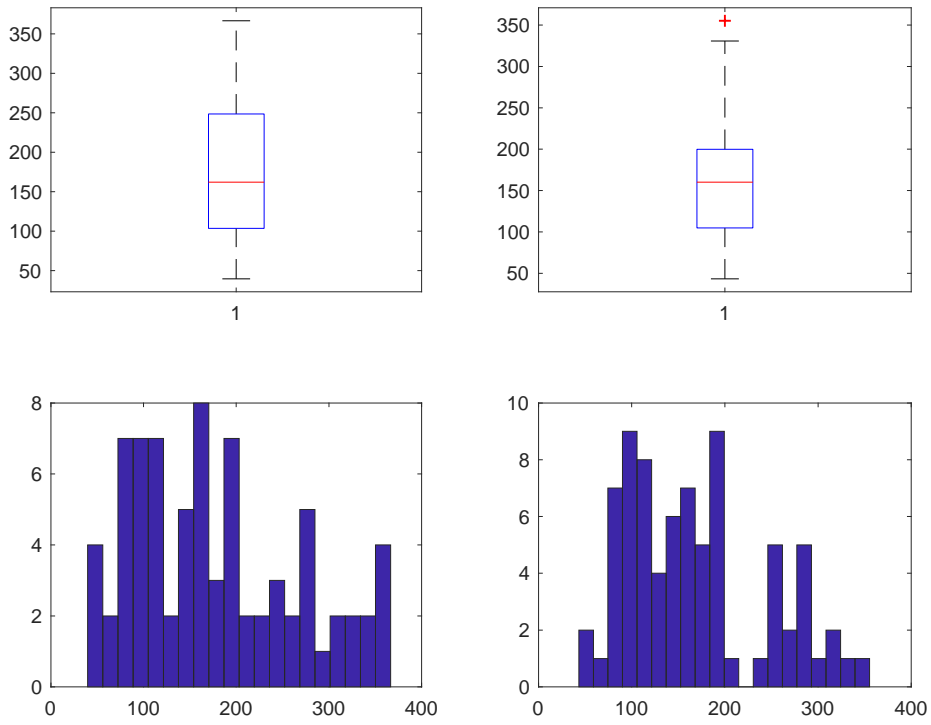


Figura 208. Costo dopo studio su Costo/Risparmio GEO

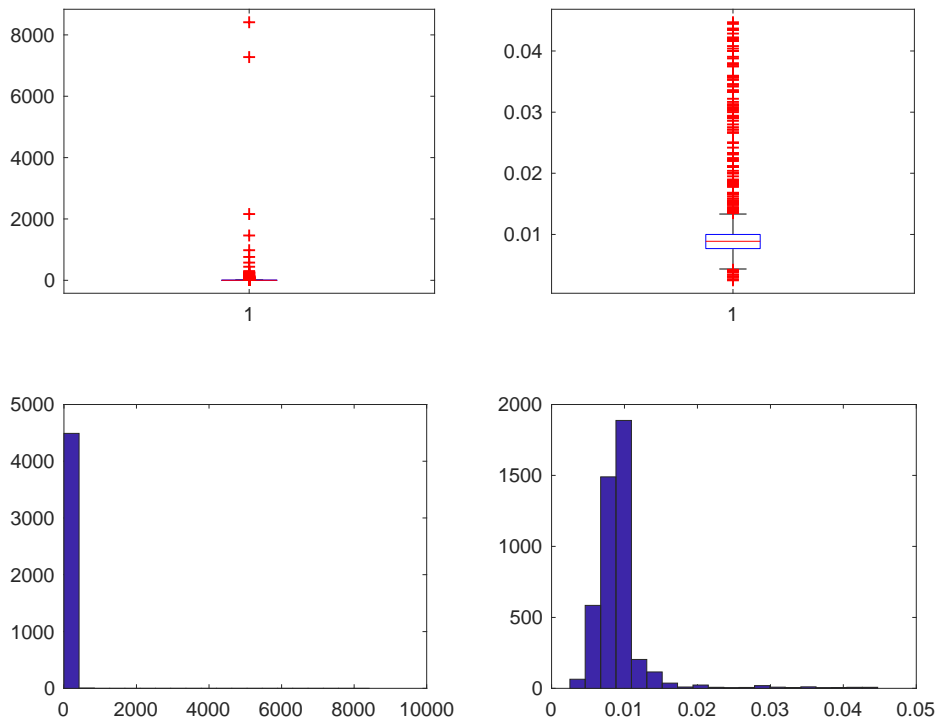
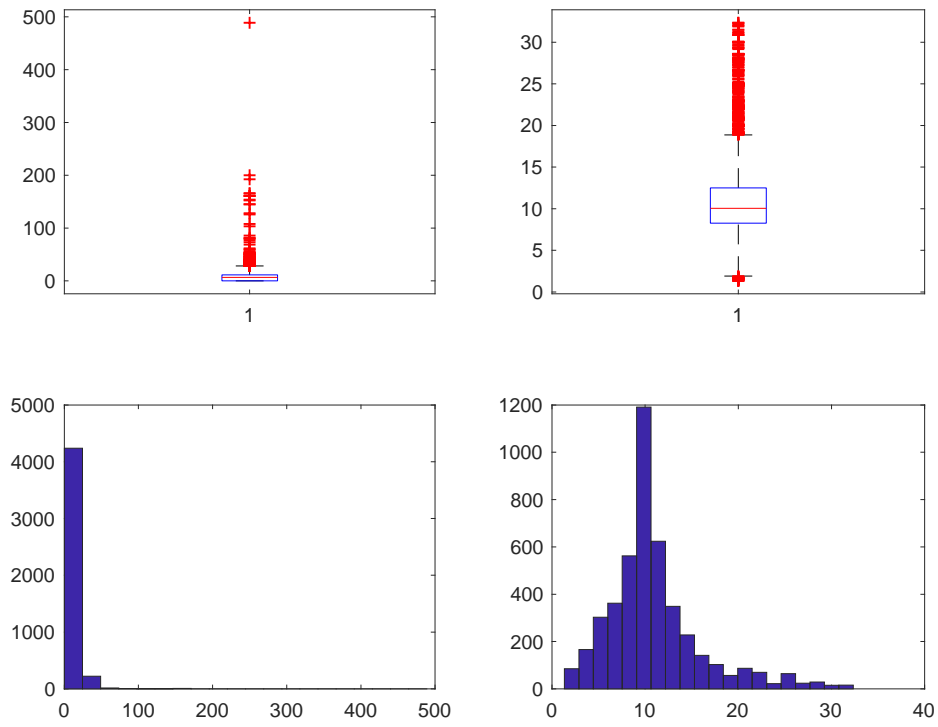
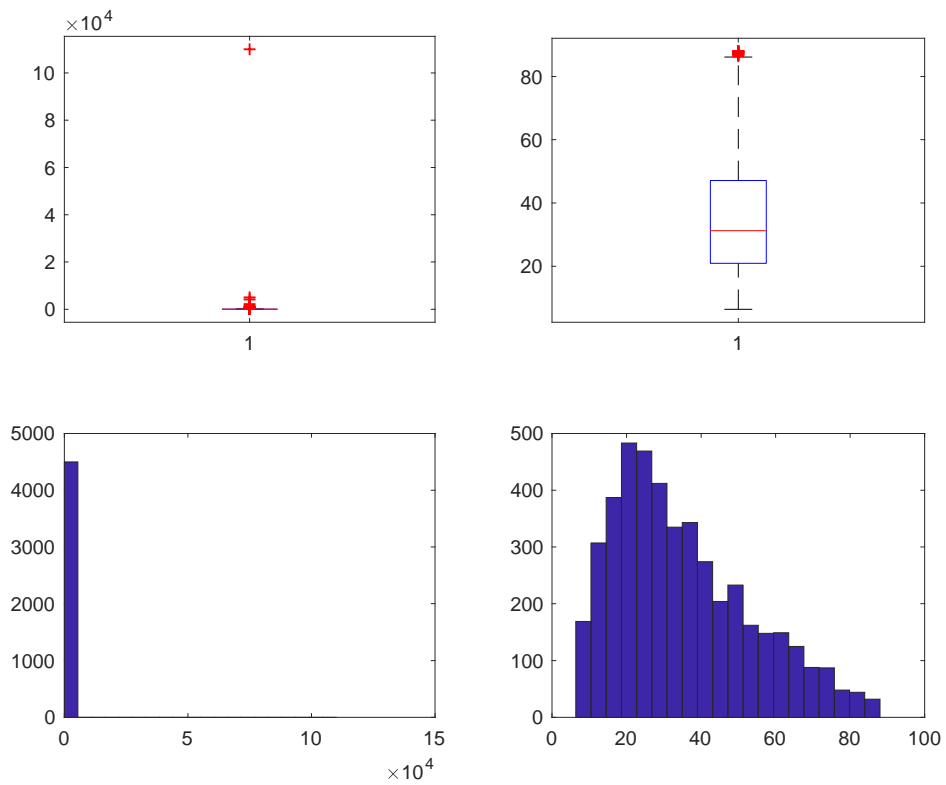


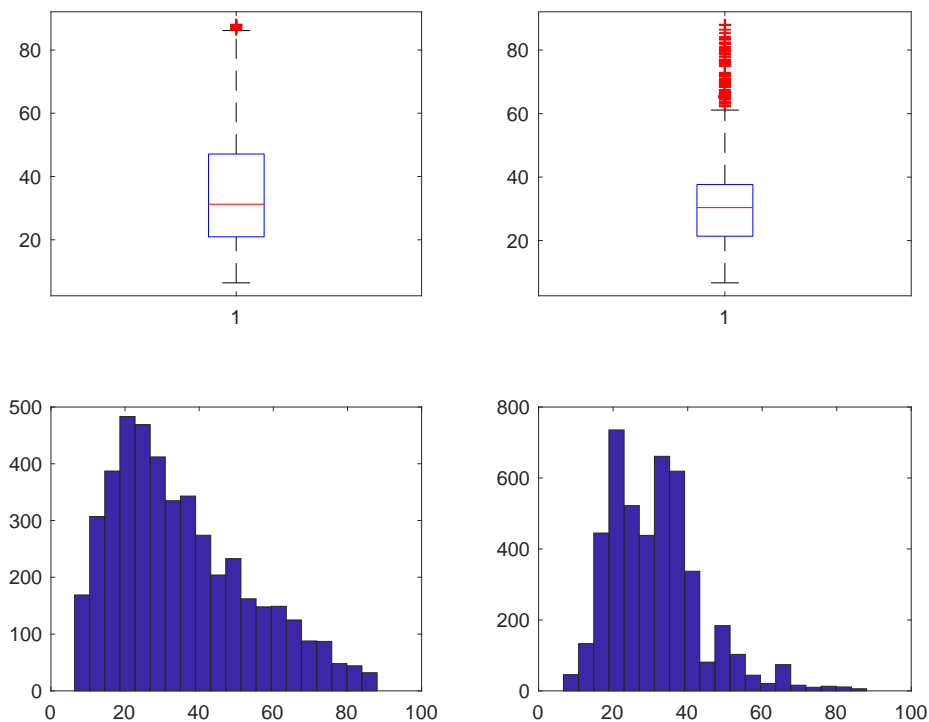
Figura 209. Risparmio ZERO



**Figura 210. Risparmio ACS ZERO**



**Figura 211. Costo ZERO**



**Figura 212. Costo dopo studio su Costo/Risparmio ZERO**

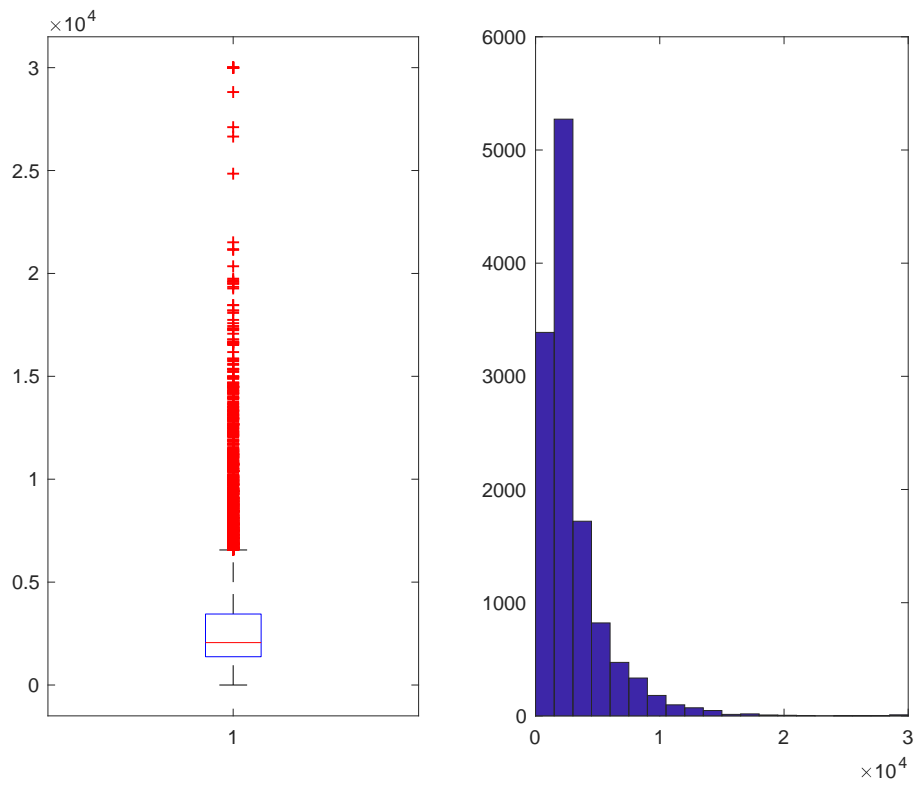
La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

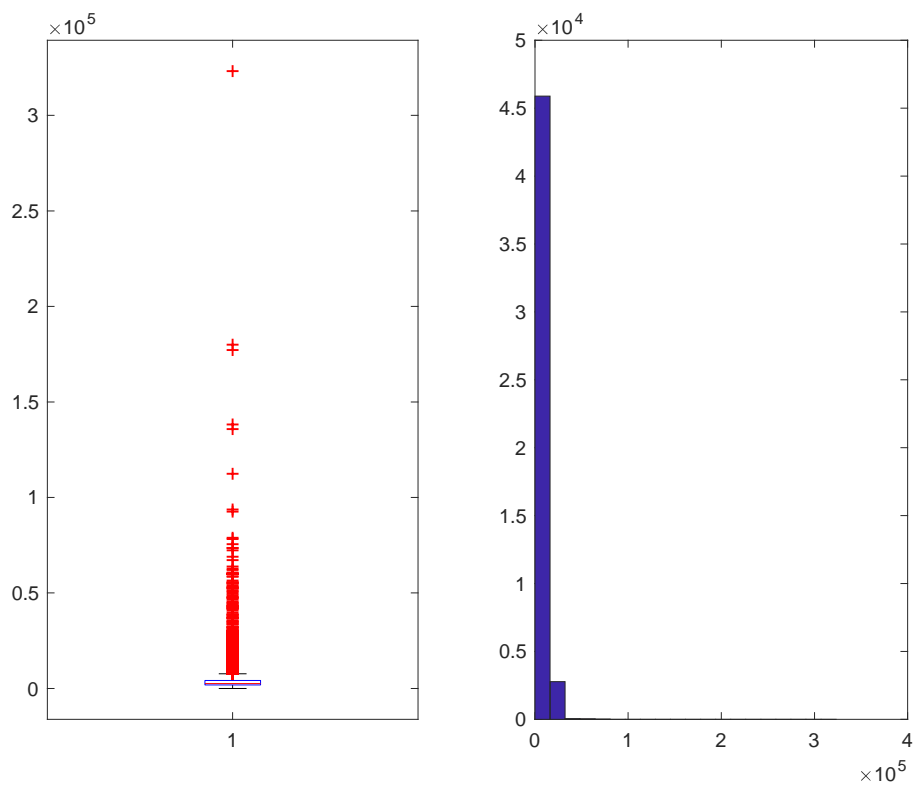
e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 3838 dati anomali (POMPC) di cui 3744 per imputazioni svolte su COSTO,
- 11672 dati anomali (COND) di cui 9668 per imputazioni svolte su COSTO,
- 297 dati anomali (ALTRO) di cui 291 per imputazioni svolte su COSTO,
- 85 dati anomali (BIO) di cui 67 per imputazioni svolte su COSTO,
- 14 dati anomali (GEO) di cui 12 per imputazioni svolte su COSTO,
- 2016 dati anomali (ZERO) di cui 1957 per imputazioni svolte su COSTO.

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 213. Detrazione POMPC**



**Figura 214. Detrazione COND**

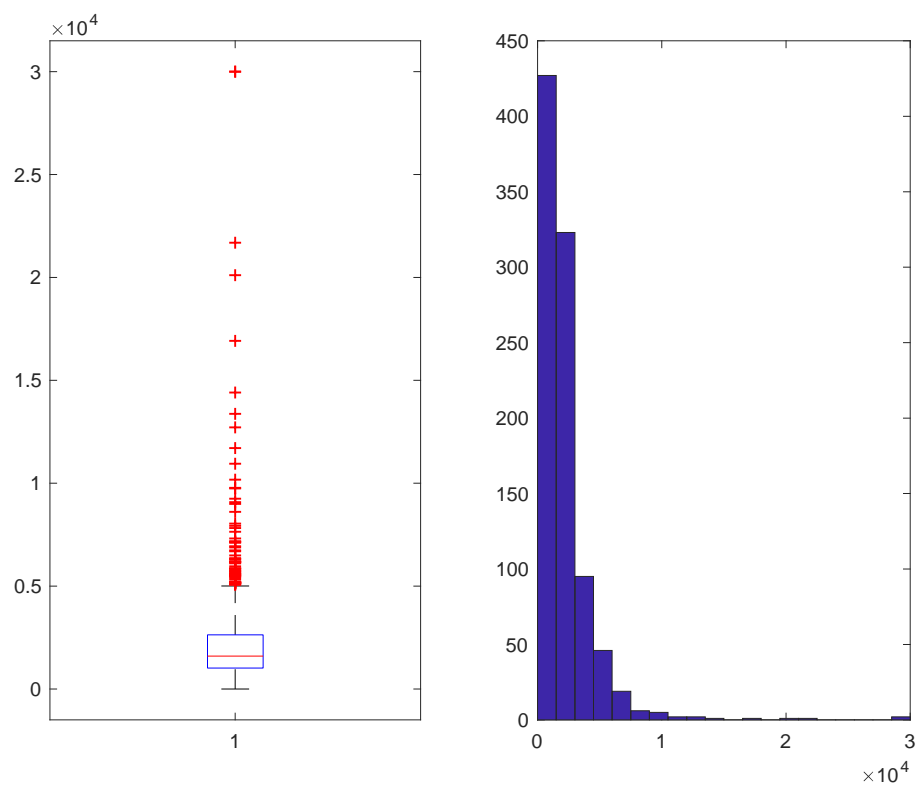


Figura 215. Detrazione ALTRO

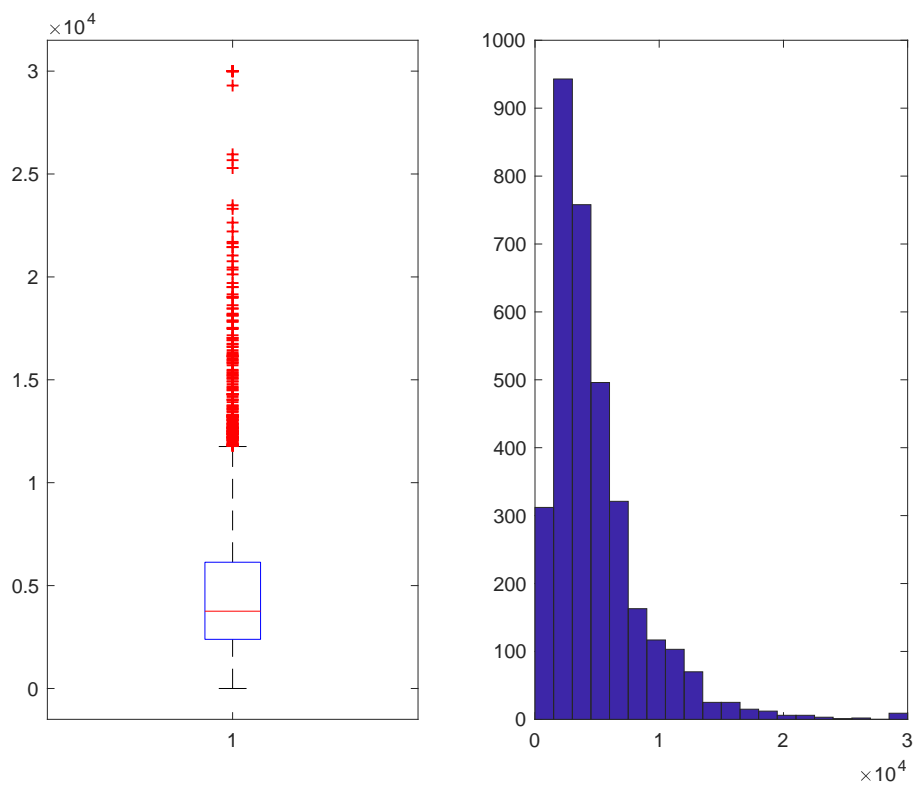
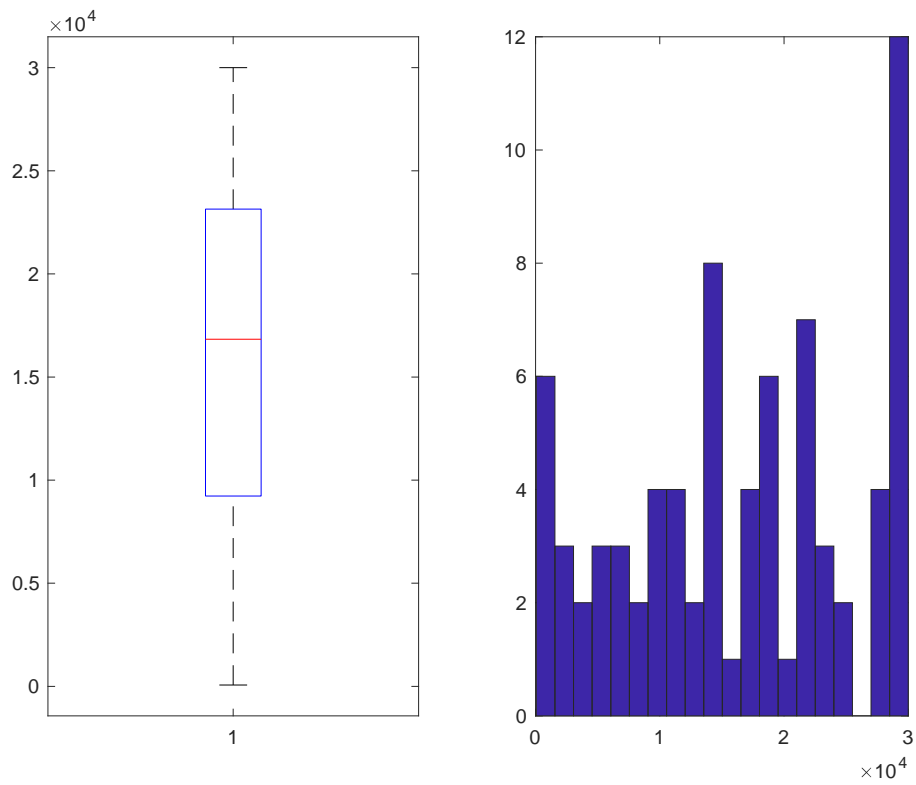
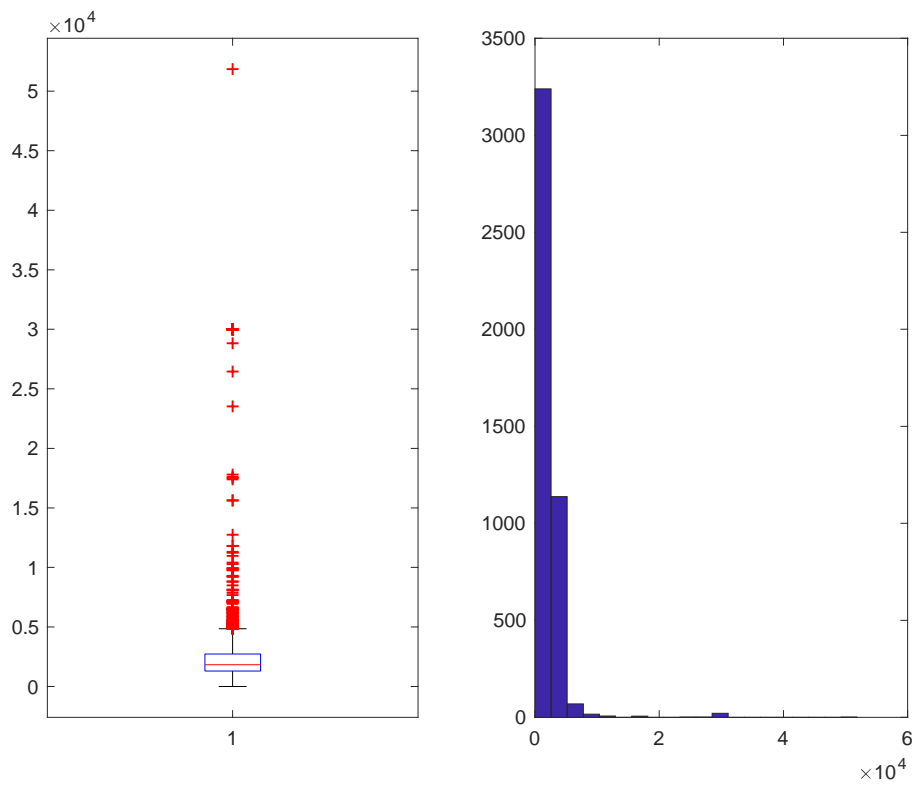


Figura 216. Detrazione BIO



**Figura 217. Detrazione GEO**



**Figura 218. Detrazione ZERO**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio, del Risparmio ACS e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 871669018,380510 kWh/anno  
Risparmio Finale: 248855611,578646 kWh/anno
- Risparmio ACS Iniziale: 11304175,8920000 kWh/anno  
Risparmio ACS Finale: 7020492,07232860 kWh/anno
- Costo Iniziale: 817094140,573585 €  
Costo Finale: 577097943,224350 €

## 2.5 Applicazione della procedura automatica ai dati (2016)

La procedura di individuazione ed imputazione dei dati mancanti e dei dati anomali è stata ideata misurando la distanza di ogni unità statistica (ovvero per ogni intervento) dalla mediana della distribuzione in termini di standard deviation robusta (median absolute deviation (MAD)) per quanto riguarda la soglia superiore, mentre identifica la soglia inferiore tenendo conto dell'asimmetria a destra di tutte le distribuzioni e quindi misurando la percentuale di distanza tra il minimo e la mediana stessa. Quindi si è identificata la  $SOGLIA_{sup} = MEDIANA + K * MAD$  e  $SOGLIA_{inf} = MEDIANA - P * (MEDIANA - MINIMO)$ , per ogni variabile e per sottopopolazione studiata. Se il dato supera la SOGLIA allora è identificato come anomalo ed è stato successivamente imputato con una metodologia del tipo “donatore” di minima distanza per Provincia.

### 2.5.1 Comma 344

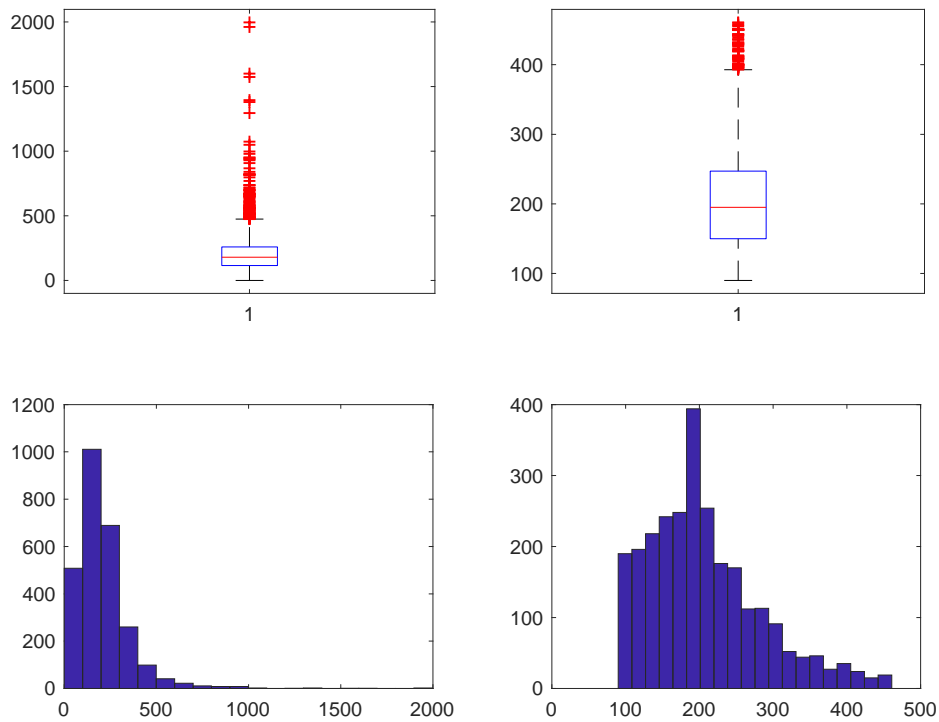
Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di quattro programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri tre che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

E' importante rimarcare come ogni valutazione sulle variabili è stato preceduto da un'opportuna fase di normalizzazione per altre variabili di supporto allo studio.

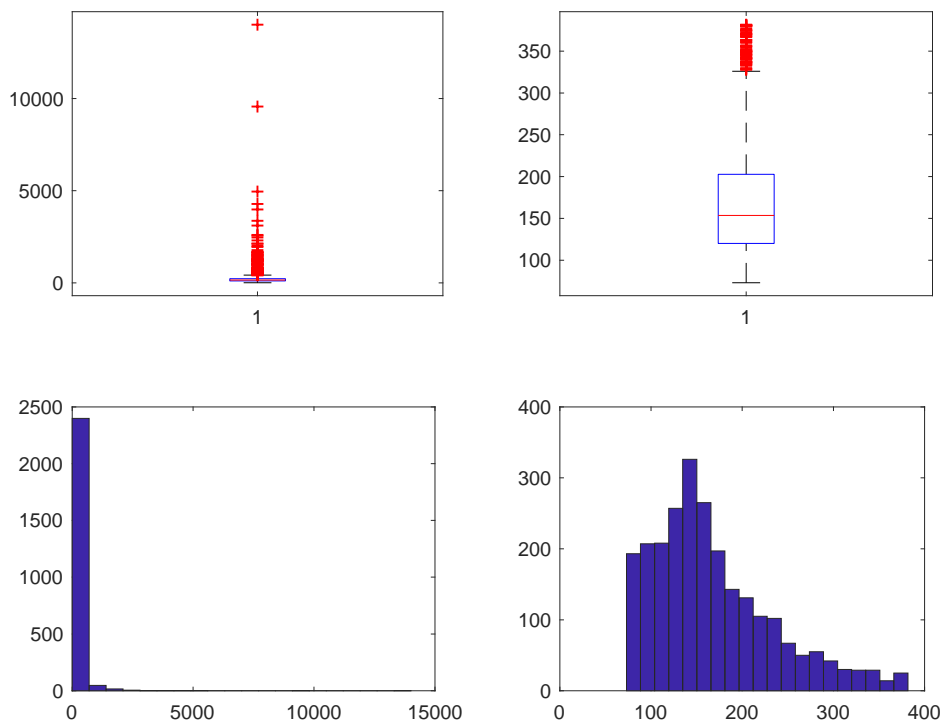
Le prime operazioni svolte hanno visto la creazione di indicatori della tipologia di intervento svolto e la creazione delle variabili “superficie”. Sulla base degli indicatori creati sono state individuate alcune sottopopolazioni per rendere l'imputazione dei dati anomali più precisa ed accurata. I primi risultati ottenuti sono:

- 545 imputazioni per la sottopopolazione PARETI VERTICALI (numerosità della popolazione 2666);
- 480 imputazioni per la sottopopolazione PARETI ORIZZONTALI O INCLINATE (numerosità 2475);
- 601 imputazioni sulla “superficie totale” per la sottopopolazione INFISSI (numerosità 2788).

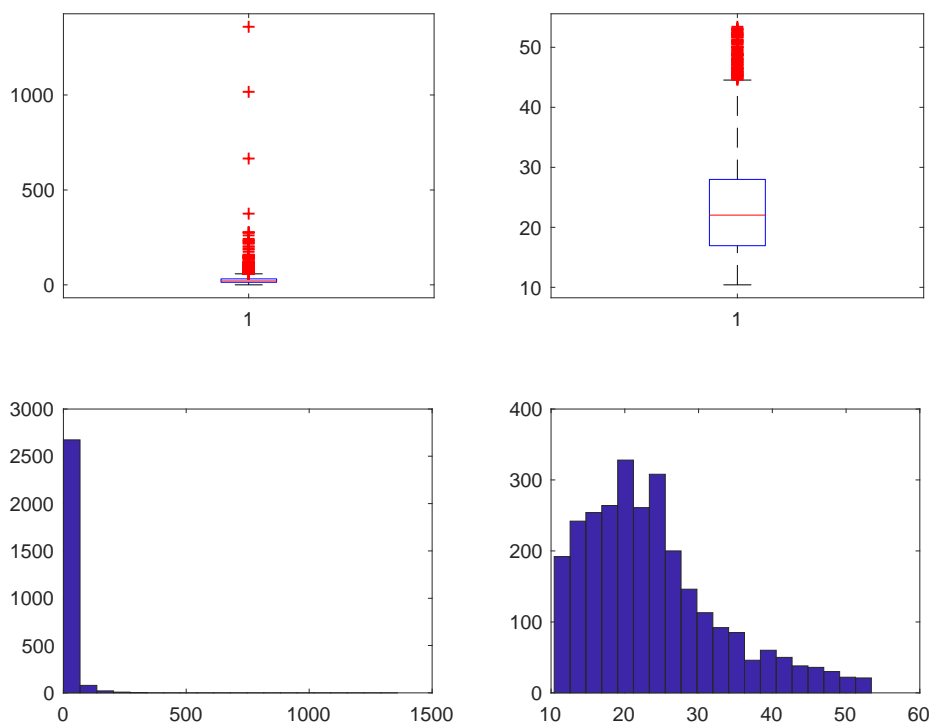
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 219. Superficie Parete Verticali**



**Figura 220. Superficie Pareti Orizzontali**



**Figura 230. Superficie infissi**

Dopo lo studio delle variabili riguardanti le superfici per le singole tipologie la procedura prevede la divisione in 3 sottopopolazioni, sfruttando le informazioni derivanti dagli indicatori precedentemente creati:

- INTERVENTO MULTIPLO (MULT) -3183 casi-,
- INTERVENTO SINGOLO CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (SINGCI) -293 casi-,
- INTERVENTO SINGOLO PARETI VERTICALI O PARETI ORIZZANTI O INCLIAE O INFISSI (SINGALTRO) -140 casi- e
- INTERVENTO SENZA SPECIFICA (ZERO) -178 casi-.

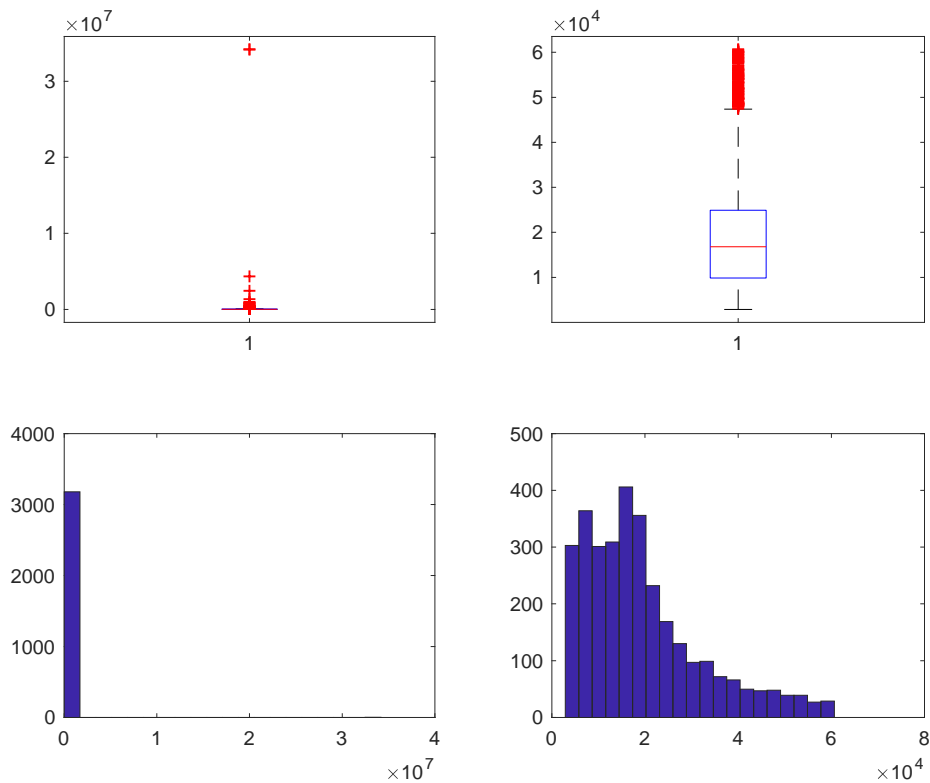
Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare”. Nel caso SINGALTRO, le variabili sono state studiate normalizzandole per la variabile superficie. Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

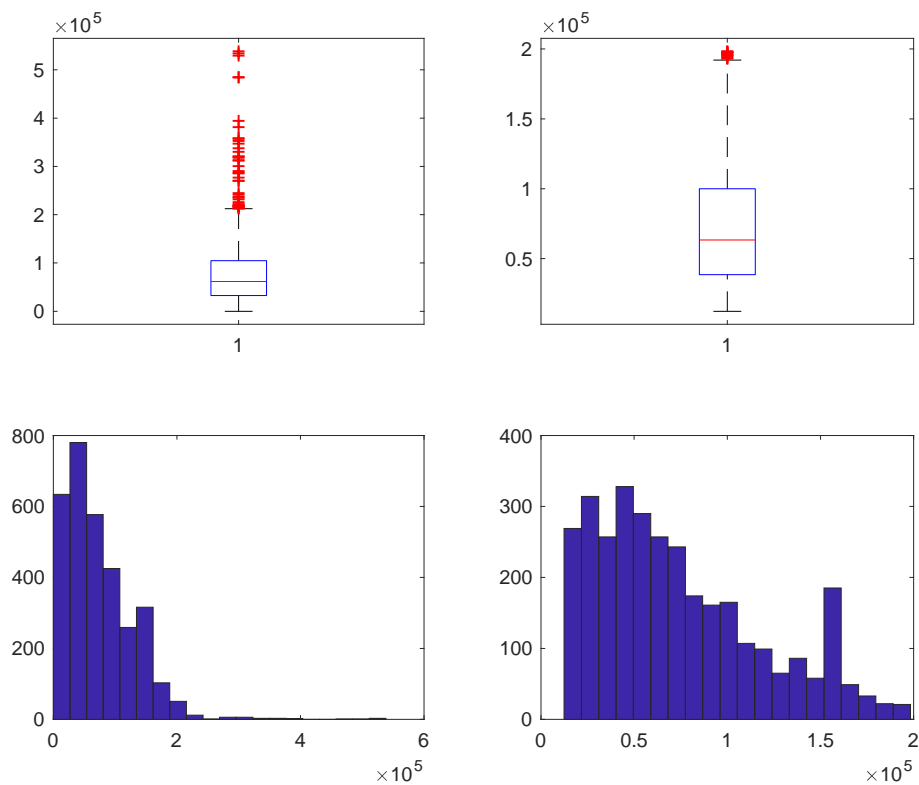
I risultati più immediati sono:

- RISPARMIO: 904 imputazioni (MULT), 109 imputazioni (SINGCI), 60 imputazioni (SINGALTRO) e 108 imputazioni (ZERO).
- COSTO: 252 imputazioni (MULT), 89 imputazioni (SINGCI), 34 imputazioni (SINGALTRO) e 77 imputazioni (ZERO).
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 784 imputazioni (MULT), 102 imputazioni (SINGCI), 51 imputazioni (SINGALTRO) e 83 imputazioni (ZERO).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 231. Risparmio Mult**



**Figura 232. Costo MULT**

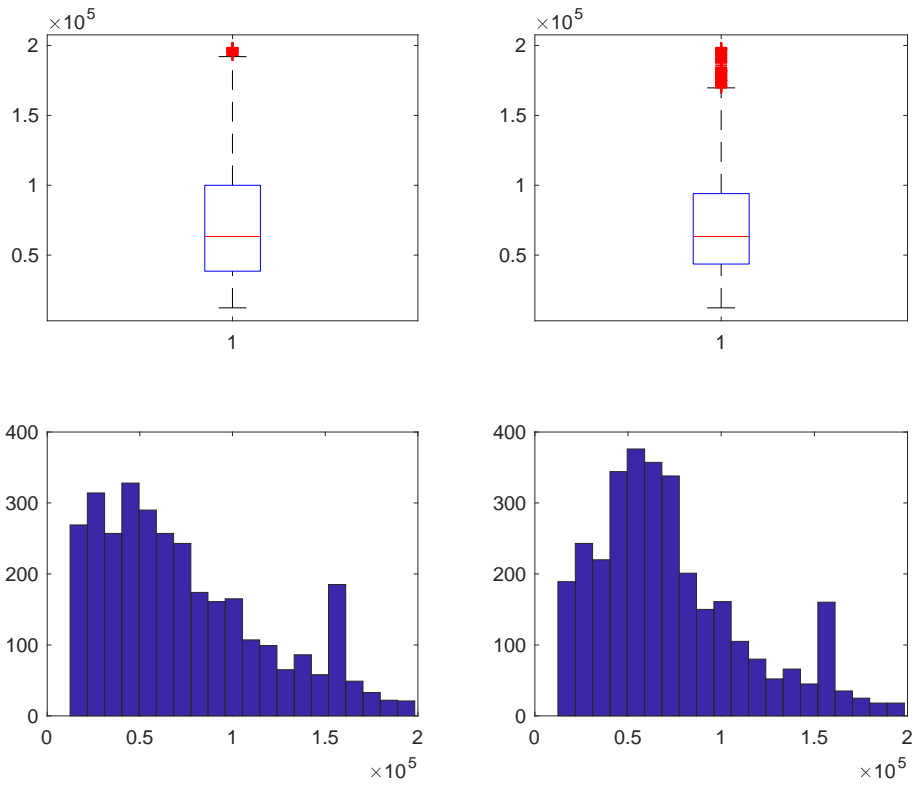


Figura 233. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MULT

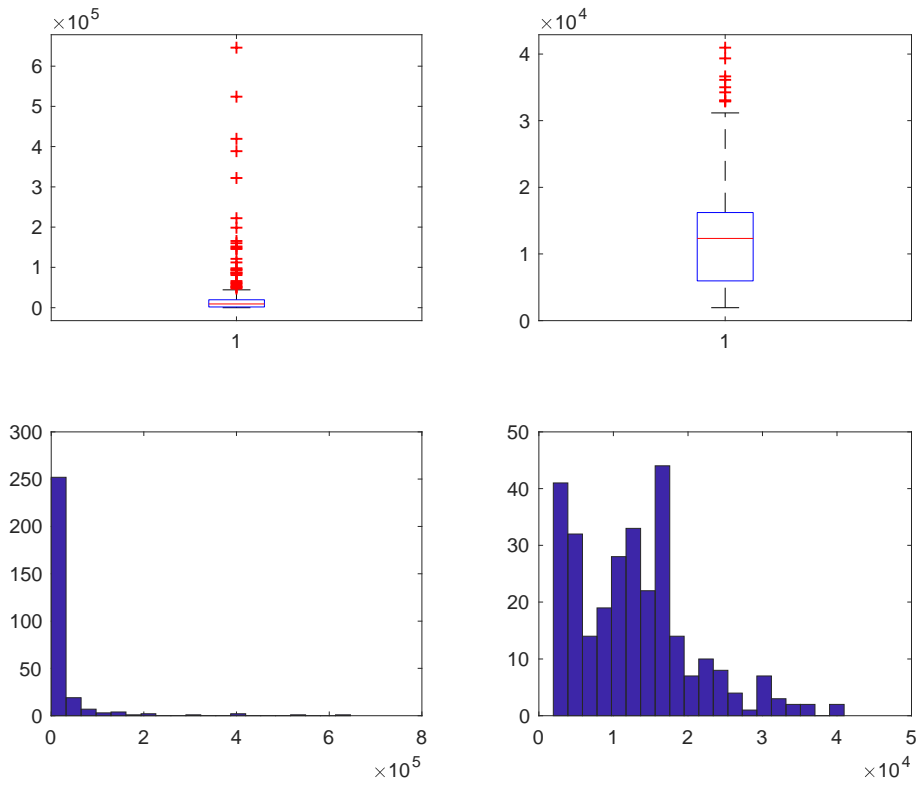
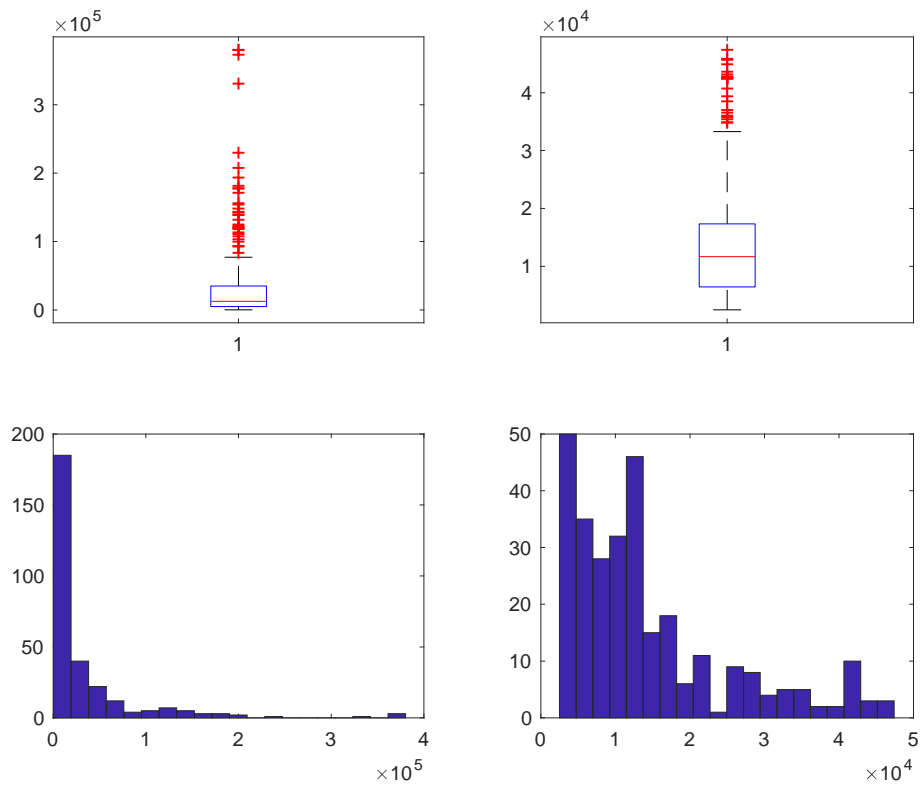
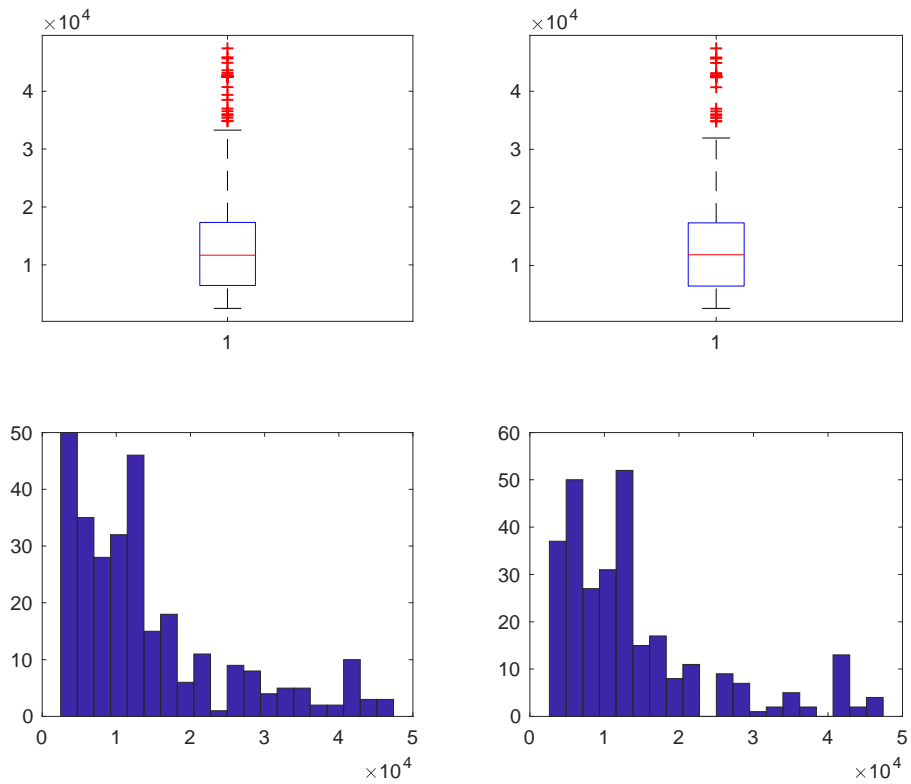


Figura 234. Risparmio SINGCI



**Figura 235. Costo SINGCI**



**Figura 236. Costo dopo studio su Costo/Risparmio SINGCI**

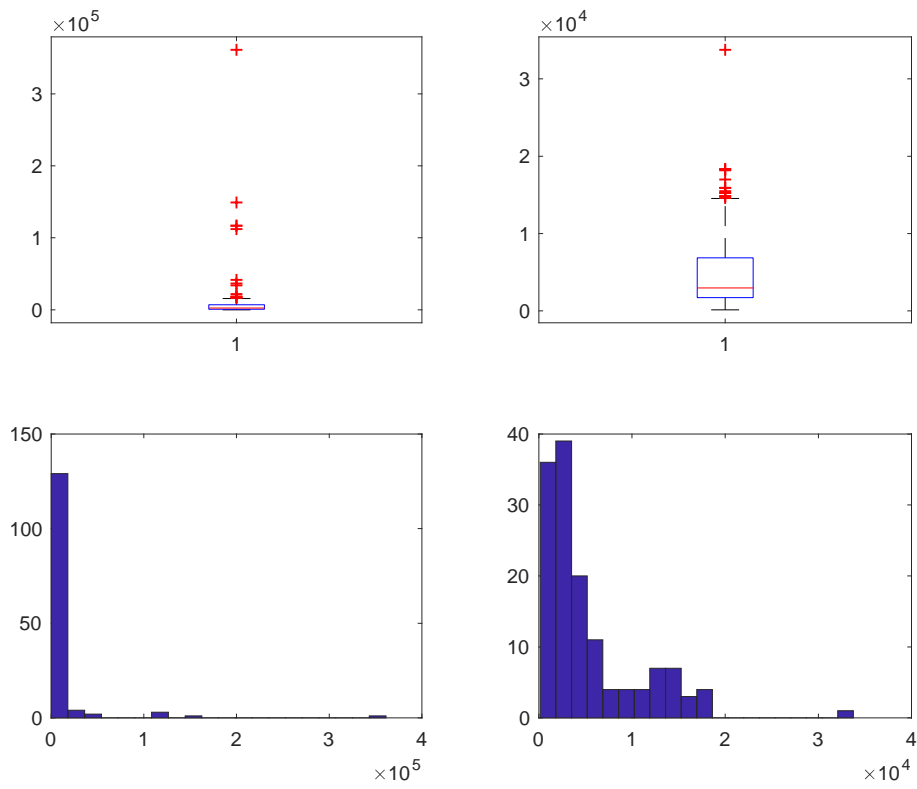


Figura 237. Risparmio SINGALTRO

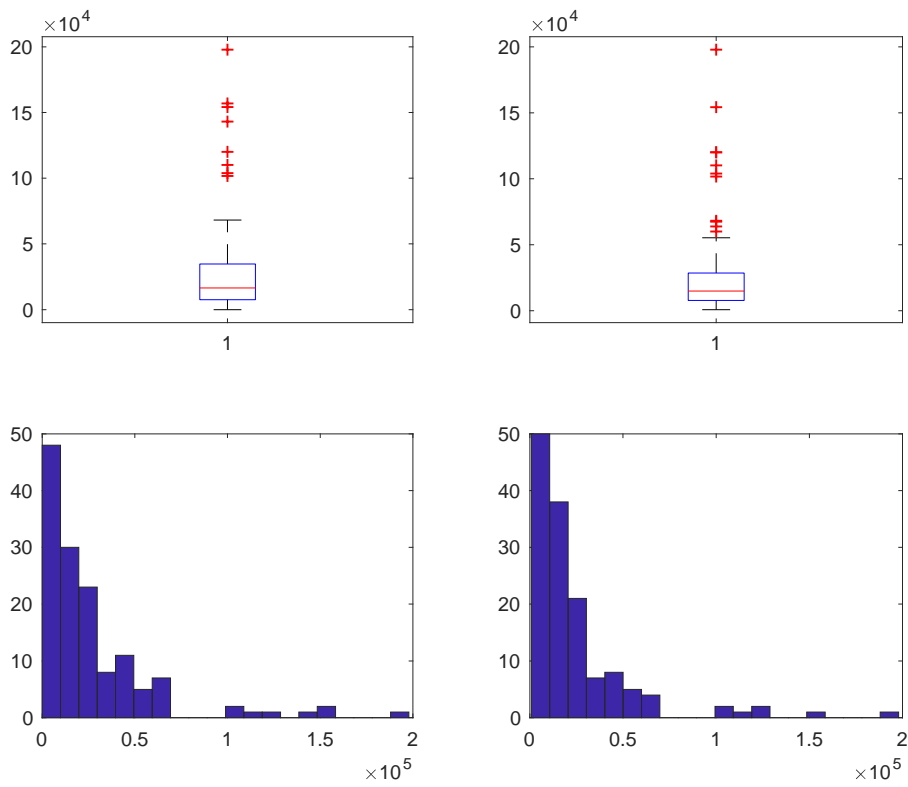
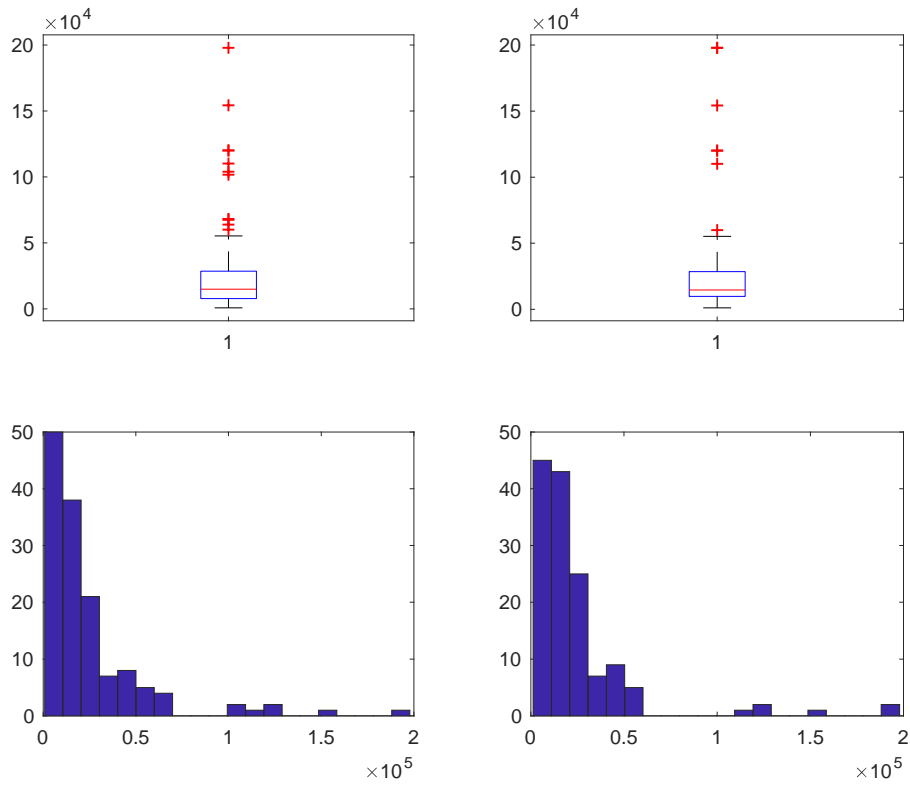
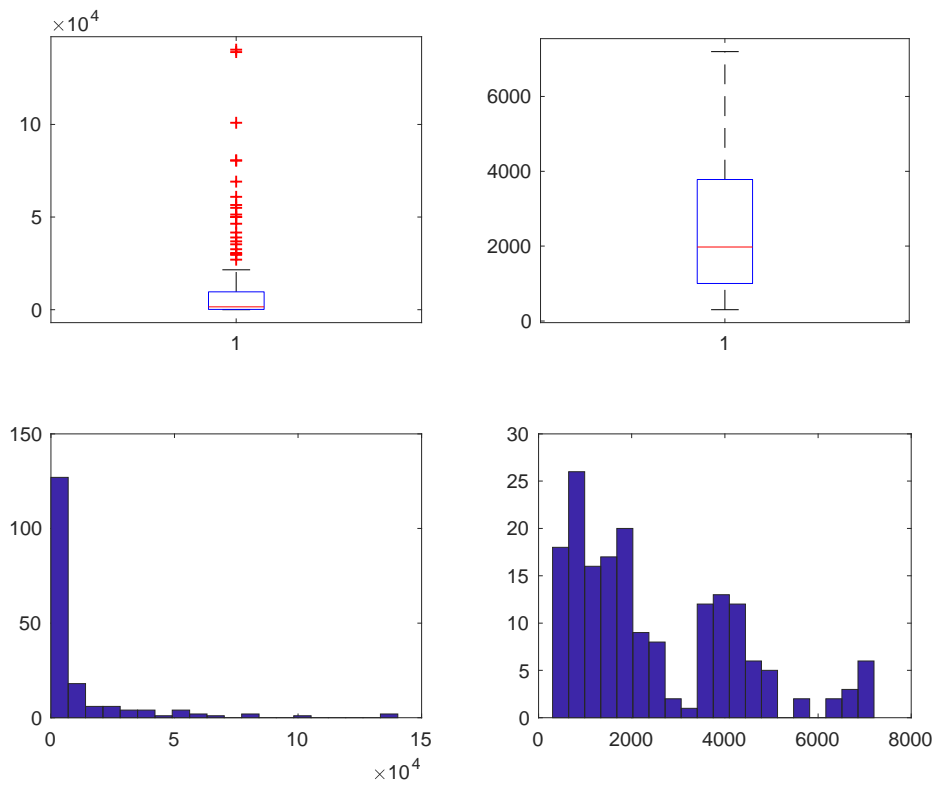


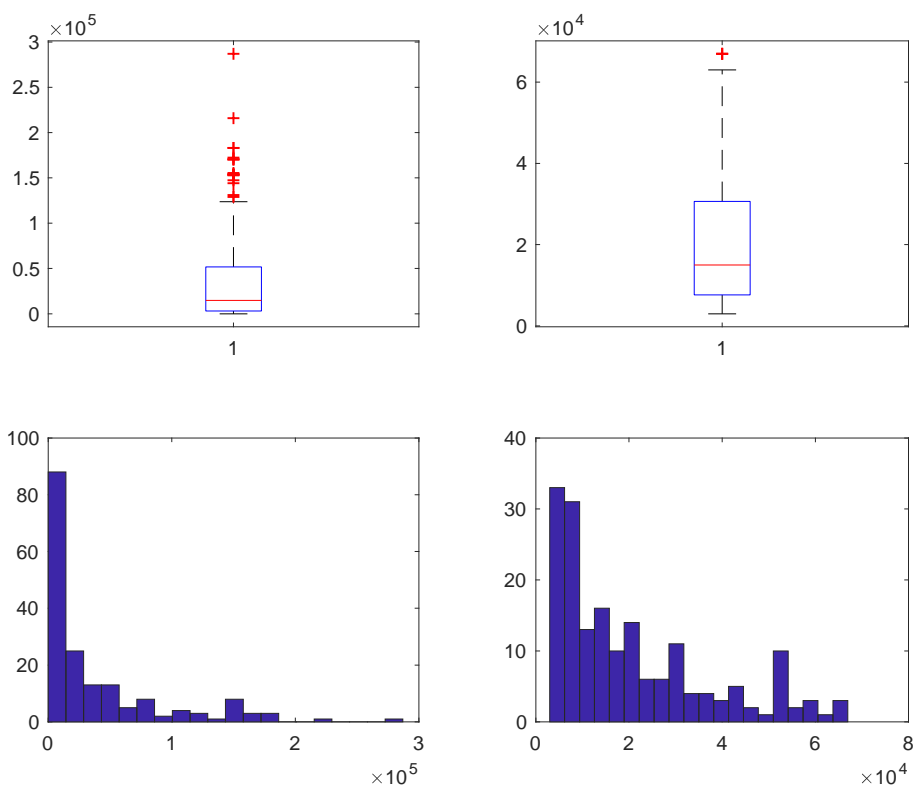
Figura 238. Costo SINGALTRO



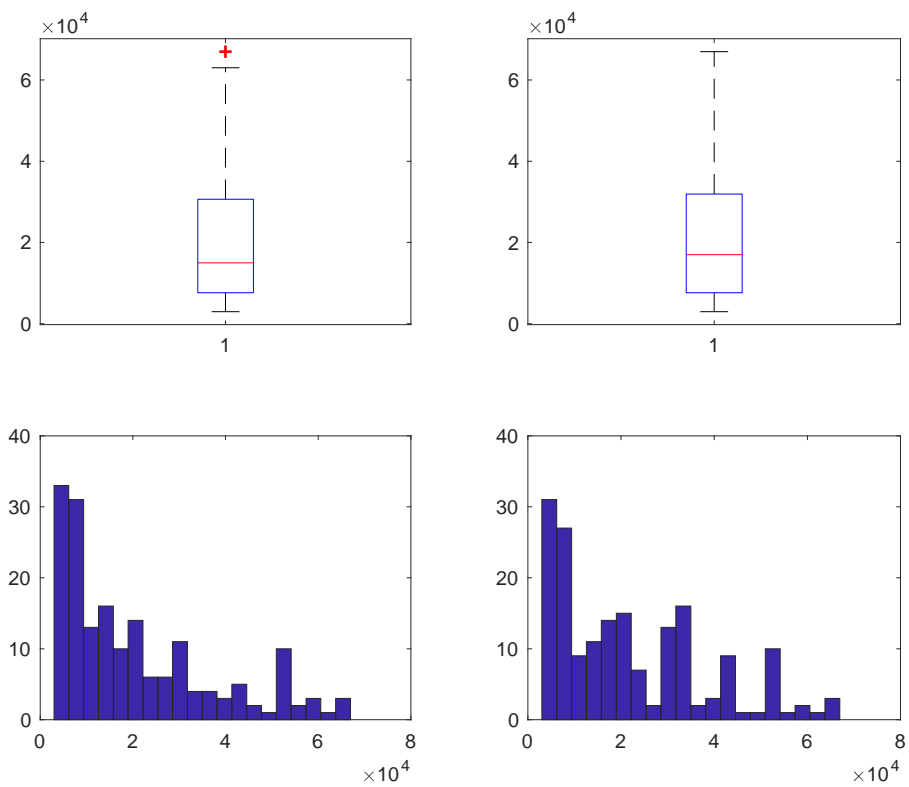
**Figura 239: Costo dopo studio su Costo/Risparmio SINGALTRO**



**Figura 240. Risparmio ZERO**



**Figura 241. Costo ZERO**



**Figura 242: Costo dopo studio su Costo/Risparmio ZERO**

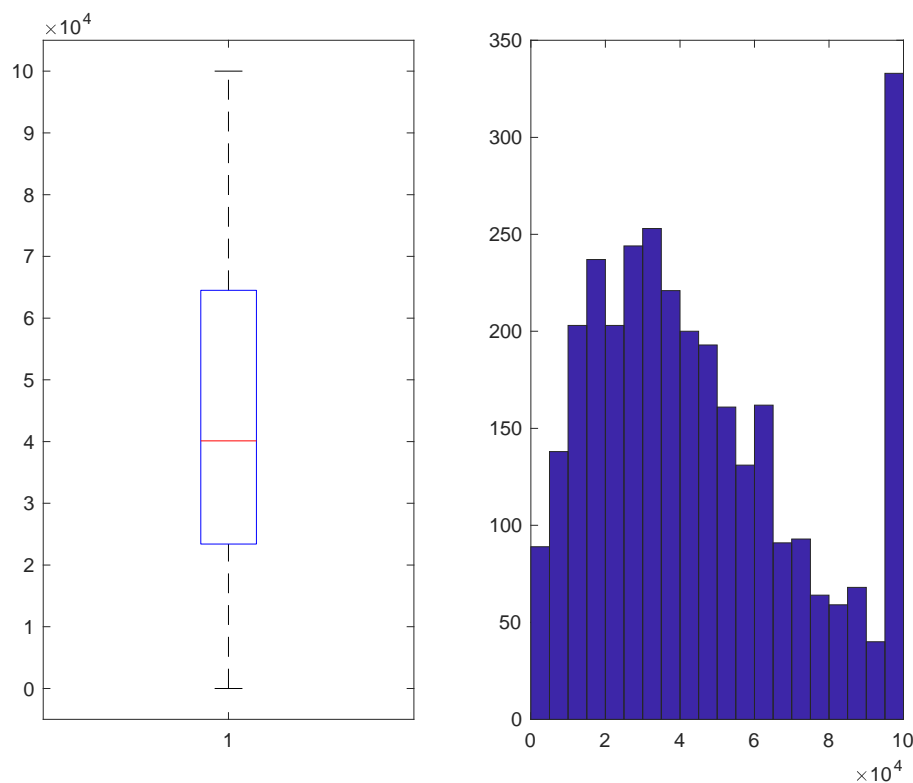
La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 394 dati anomali (MULT) di cui 370 per imputazioni svolte su COSTO,
- 82 dati anomali (SINGCI) di cui 80 per imputazioni svolte su COSTO,
- 39 dati anomali (SINGALTRO) di cui 35 per imputazioni svolte su COSTO,
- 56 dati anomali (ZERO) di cui 50 per imputazioni svolte su COSTO.

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione risultate per la variabile Detrazione.



**Figura 243. Detrazione MULT**

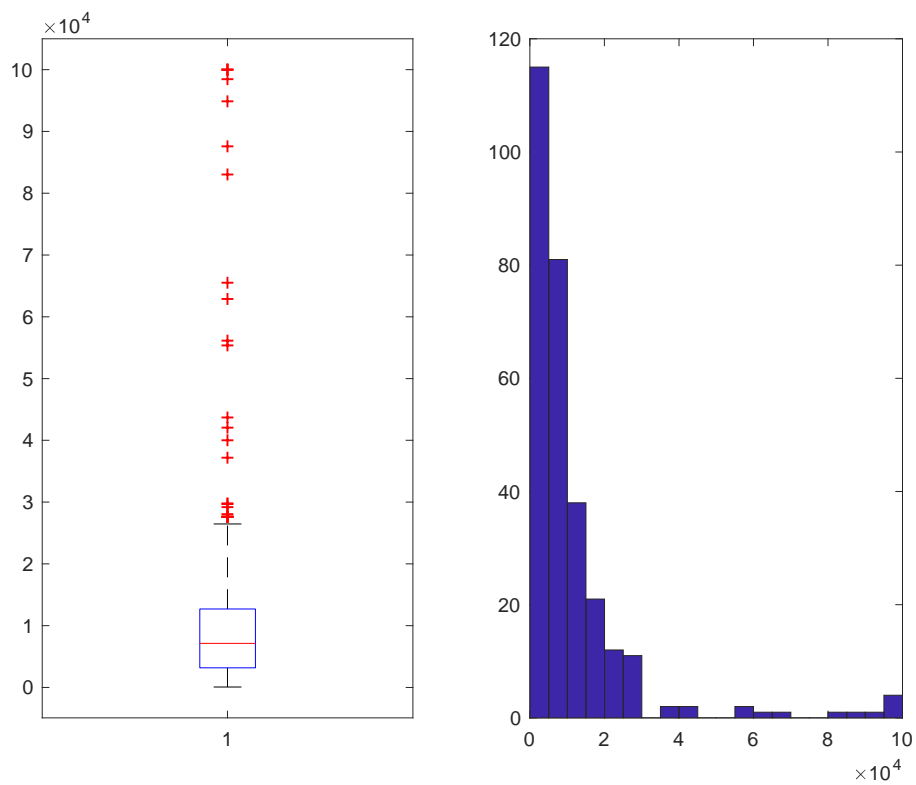


Figura 244. Detrazione SINGCI

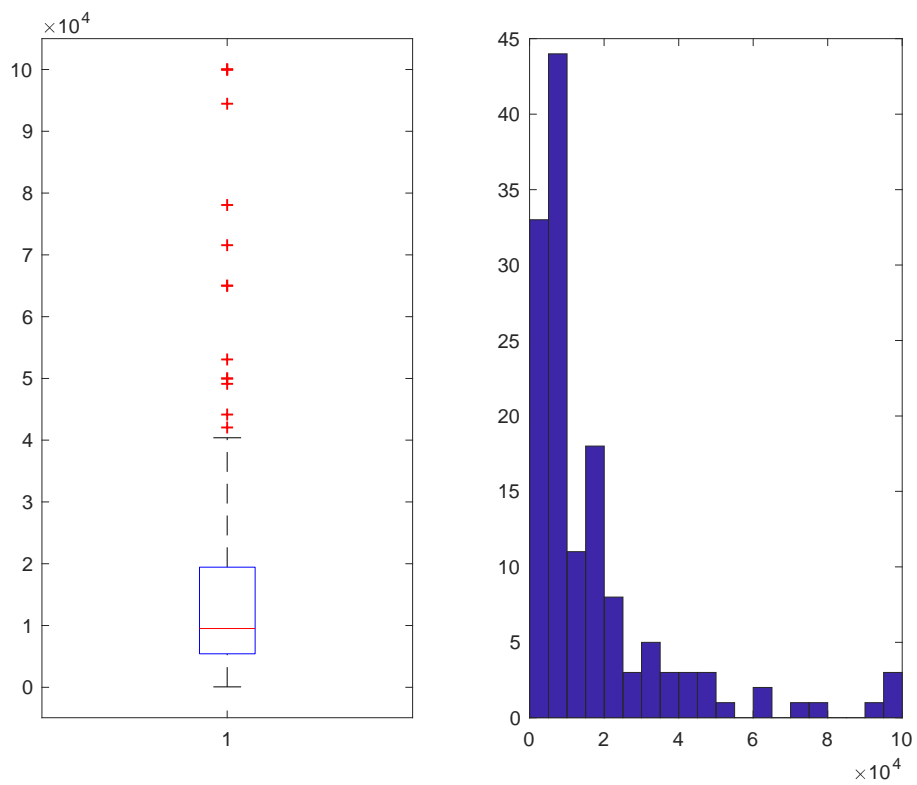
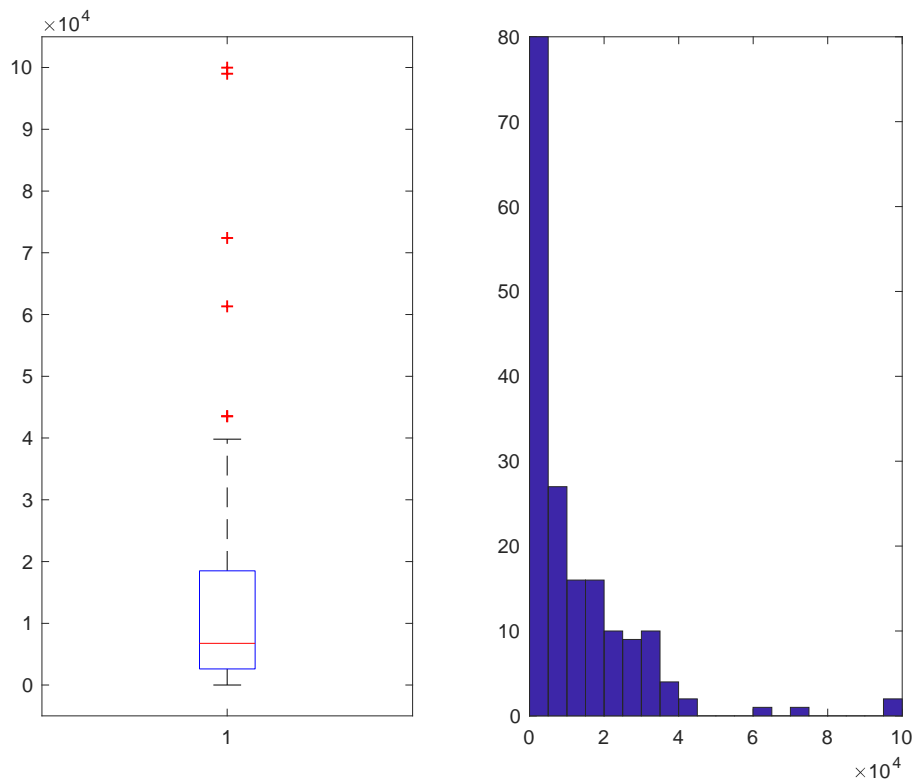


Figura 245. Detrazione SINGALTRO



**Figura 246. Detrazione ZERO**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 181085726,264300 kWh/anno
- Risparmio Finale: 90161703,8301972 kWh/anno
- Costo Iniziale: 283784388,818999 €
- Costo Finale: 320092510,731428 €

### 2.5.2 Comma 345a

Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di cinque programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri tre che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

E' importante rimarcare come ogni valutazione sulle variabili è stato preceduto da un'opportuna fase di normalizzazione per altre variabili di supporto allo studio.

Per questo comma è stato necessario studiare la superficie in due step separati, prima la superficie totale usando la variabile Destinazione d'uso generale per individuare le sottopopolazioni (notare che per la popolazione NON RESIDENZIALE si è studiato il Volume e non la Superficie) e poi la

superficie specifica dell'intervento utilizzando il dettaglio della tipologia dell'intervento per individuare le sottopopolazioni di riferimento.

I primi risultati ottenuti sono:

- 2978 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione RESIDENZIALE (numerosità 18769 casi);
- 1153 imputazioni sulla variabile “volume” per la sottopopolazione NON RESIDENZIALE (numerosità 2490 casi);
- 209 imputazioni sulla “superficie” per la sottopopolazione MISTO (numerosità 722 casi).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

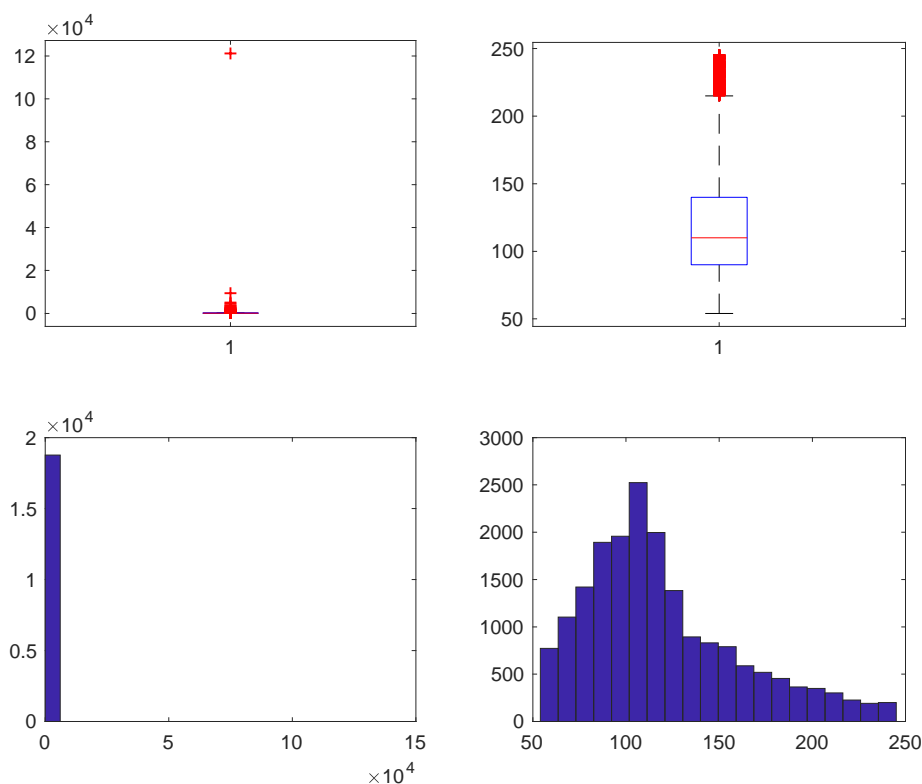
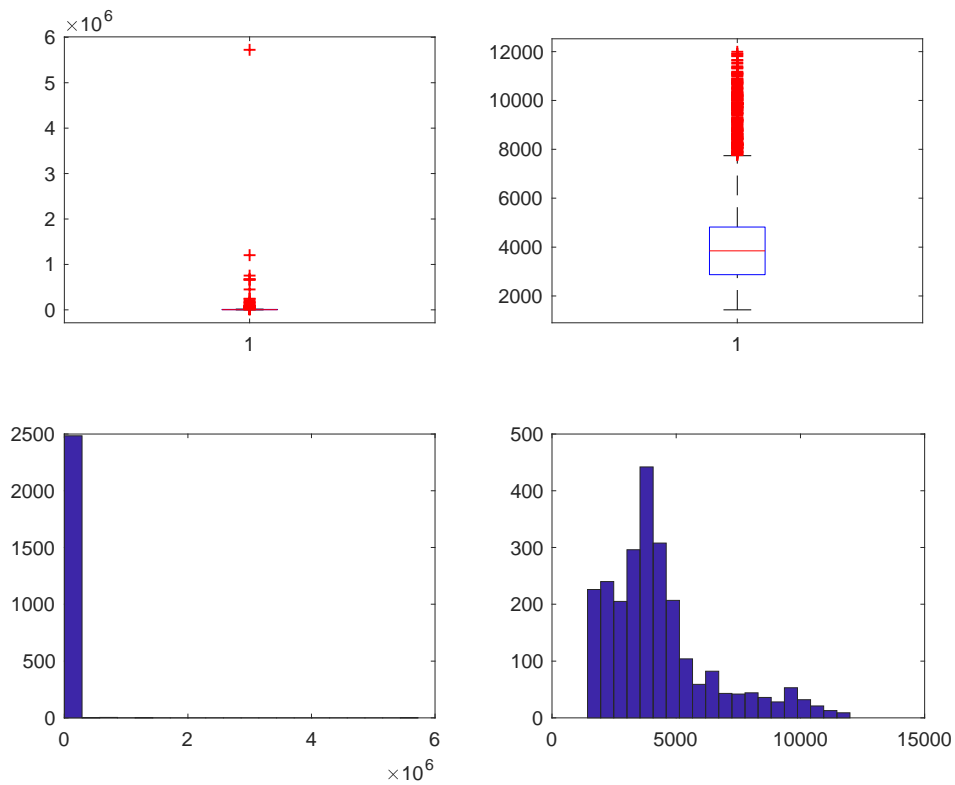
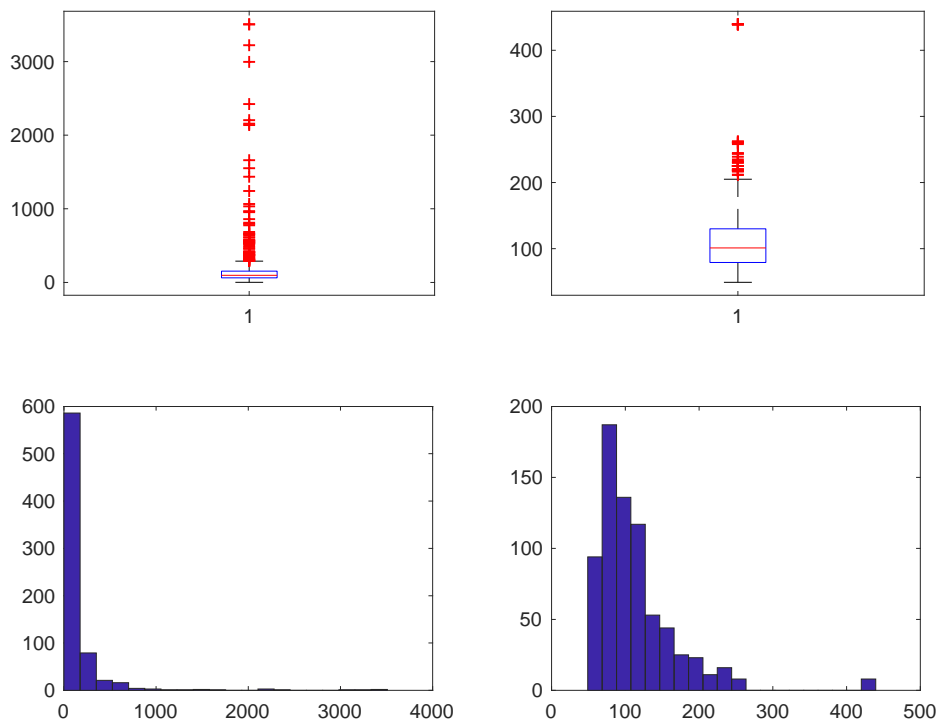


Figura 247. Superficie Residenziale



**Figura 248. Volume Non Residenziale**



**Figura 249. Superficie Misto**

Dopo lo studio delle variabili riguardanti le superfici per le singole tipologie la procedura prevede la divisione in 4 sottopopolazioni all'interno delle sottopopolazioni individuate precedentemente:

INTERVENTO MULTIPLO (MULT), INTERVENTO SINGOLO PARETI VERTICALI (PV), INTERVENTO SINGOLO PARETI ORIZZONTALI O INCLINATE (POI) e INTERVENTO SINGOLO INFISSI (I).

Prima di procedere all'analisi delle variabili d'interesse per lo studio è stato necessario studiare in maniera dettagliata la superficie specifica dell'intervento in modo da normalizzare in maniera più precisa le variabili d'interesse. Questa operazione è stata di grande complessità ed è risultata molto onerosa anche da un punto di vista computazionale.

Si evidenziano qui solamente le numerosità delle sottopopolazioni, che verranno utilizzate poi anche per le variabili d'interesse.

Sottopopolazione RESIDENZIALE:

- MULT (numerosità 7826 casi);
- PV (numerosità 5291 casi);
- POI (numerosità 5089 casi);
- I (numerosità 263 casi).

Sottopopolazione NON RESIDENZIALE:

- MULT (numerosità 589 casi);
- PV (numerosità 222 casi);
- POI (numerosità 1637 casi);
- I (numerosità 24 casi).

Sottopopolazione MISTO:

- MULT (numerosità 248 casi);
- PV (numerosità 135 casi);
- POI (numerosità 325 casi);
- I (numerosità 8 casi).

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare”.

Nel caso SING, le variabili sono state studiate normalizzandole per la variabile superficie.

Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quelli utilizzati per la variabile “superficie” e per la variabile “superficie specifica” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell'analisi.

I risultati più immediati sono:

Sottopopolazione RESIDENZIALE:

- RISPARMIO: 1464 imputazioni (MULT), 1097 imputazioni (PV), 1332 imputazioni (POI), 120 imputazioni (I);
- COSTO: 783 imputazioni (MULT), 677 imputazioni (PV), 1067 imputazioni (POI), 53 imputazioni (I);
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 1536 imputazioni (MULT), 1139 imputazioni (PV), 1534 imputazioni (POI), 101 imputazioni (I).

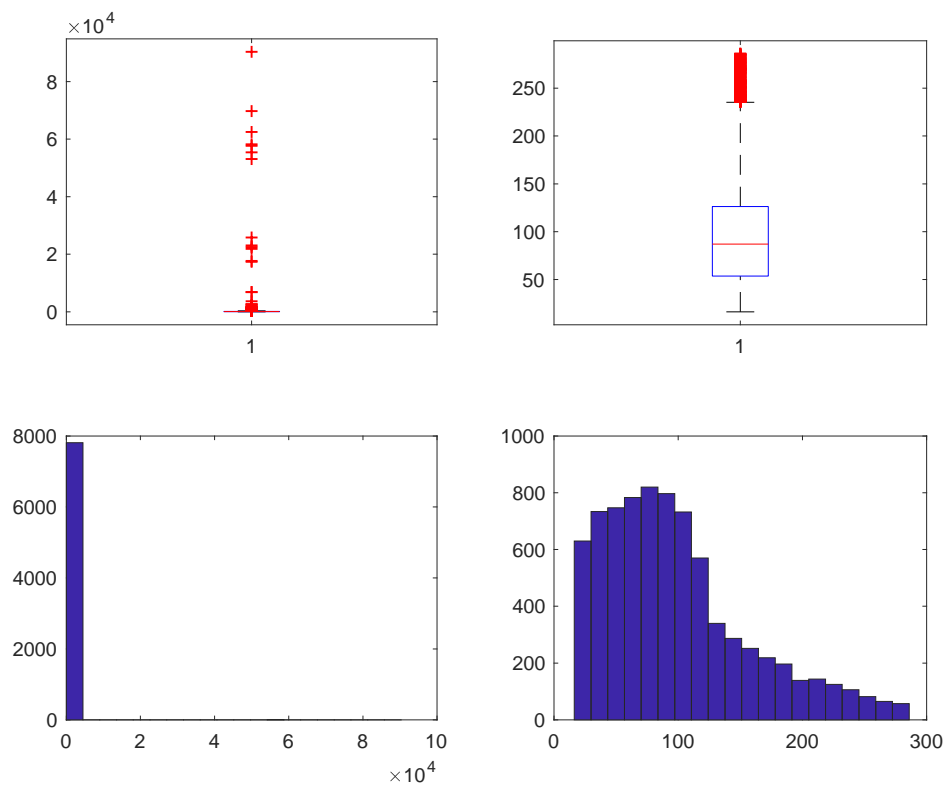
Sottopopolazione NON RESIDENZIALE:

- RISPARMIO: 180 imputazioni (MULT), 88 imputazioni (PV), 553 imputazioni (POI), 13 imputazioni (I);
- COSTO: 88 imputazioni (MULT), 56 imputazioni (PV), 276 imputazioni (POI), 6 imputazioni (I);
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 130 imputazioni (MULT), 58 imputazioni (PV), 439 imputazioni (POI), 6 imputazioni (I).

Sottopopolazione MISTO:

- RISPARMIO: 51 imputazioni (MULT), 32 imputazioni (PV), 128 imputazioni (POI), 1 imputazioni (I);
- COSTO: 24 imputazioni (MULT) 25 imputazioni (PV), 101 imputazioni (POI), 0 imputazioni (I);
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 49 imputazioni (MULT), 27 imputazioni (PV), 96 imputazioni (POI), 1 imputazioni (I).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 250. Risparmio RESMULT**

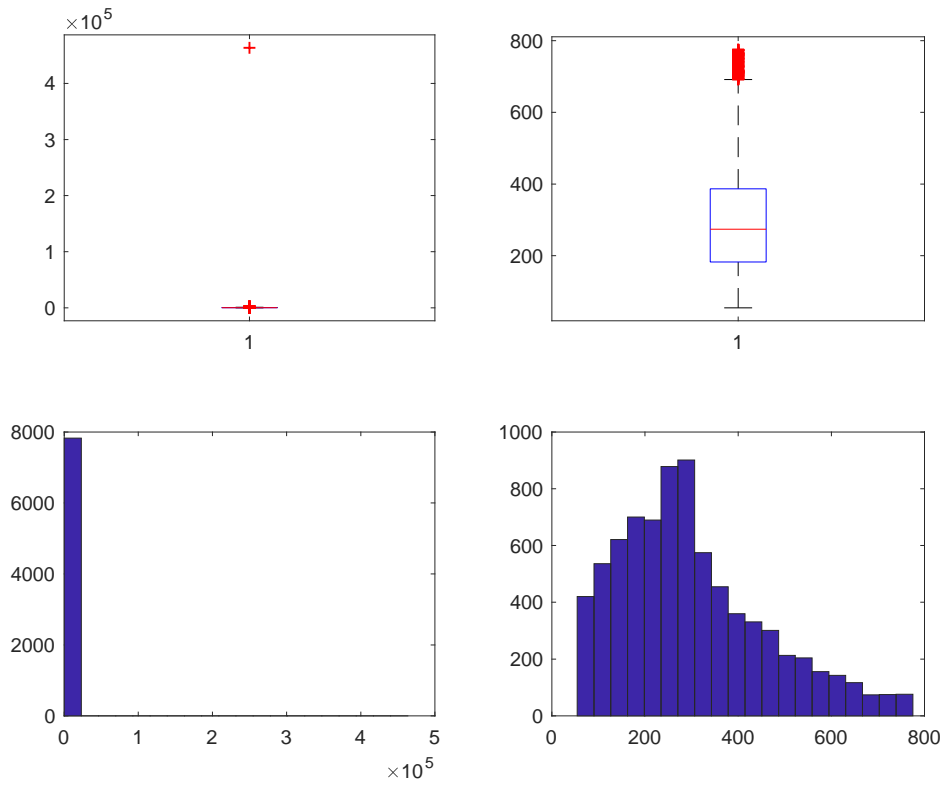


Figura 251. Costo RESMULT

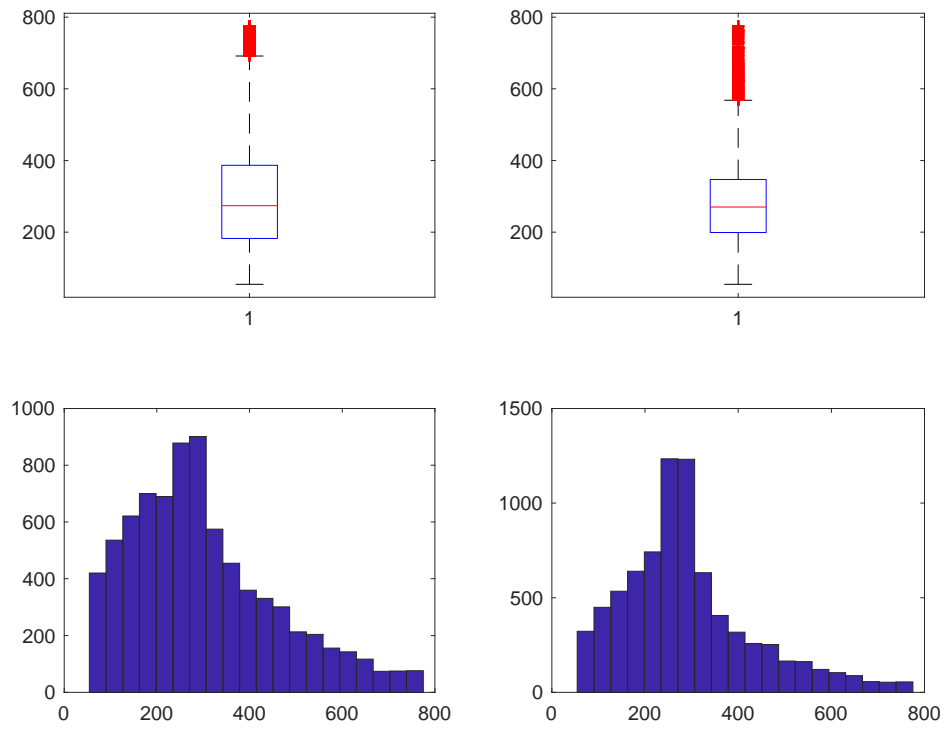
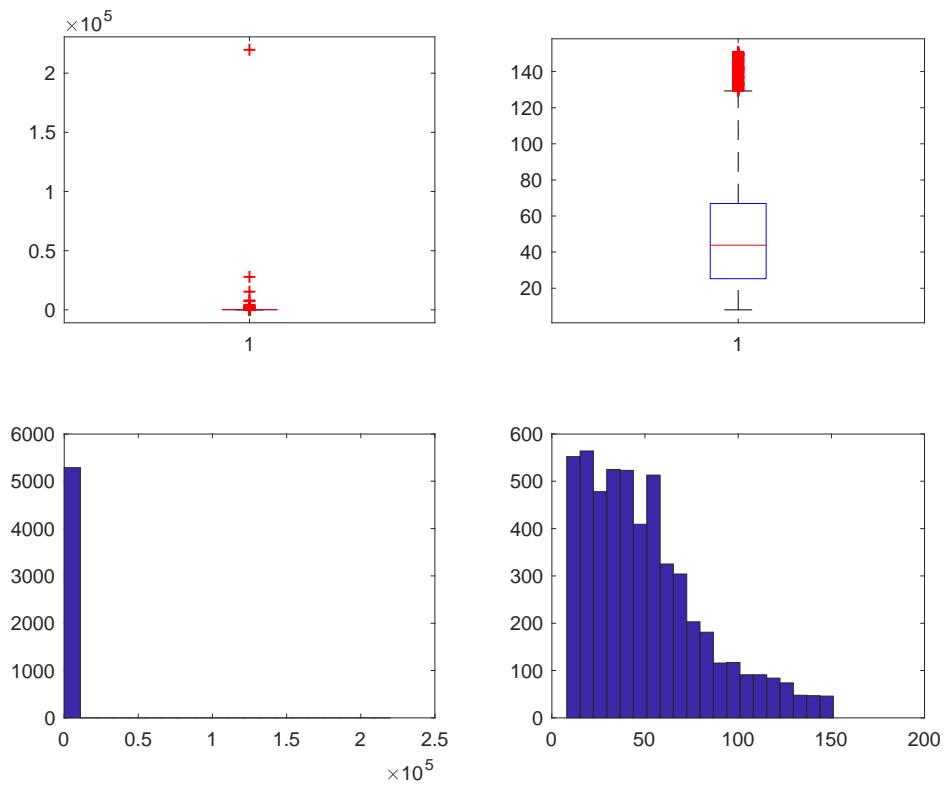
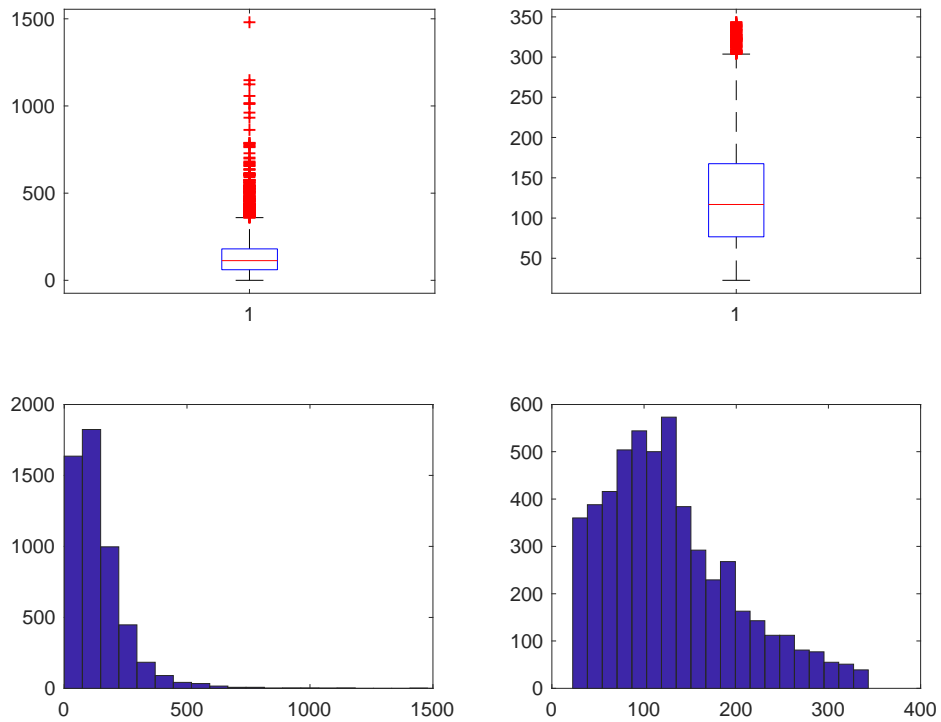


Figura 252. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RESMULT



**Figura 253. Risparmio RESPV**



**Figura 254. Costo RESPV**

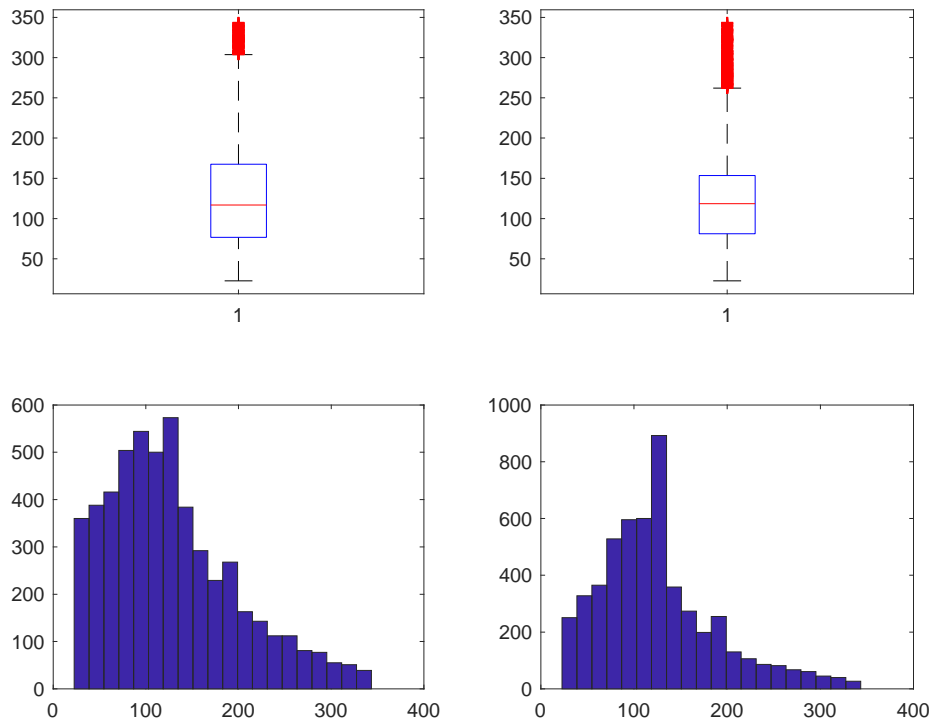


Figura 255. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RESPV

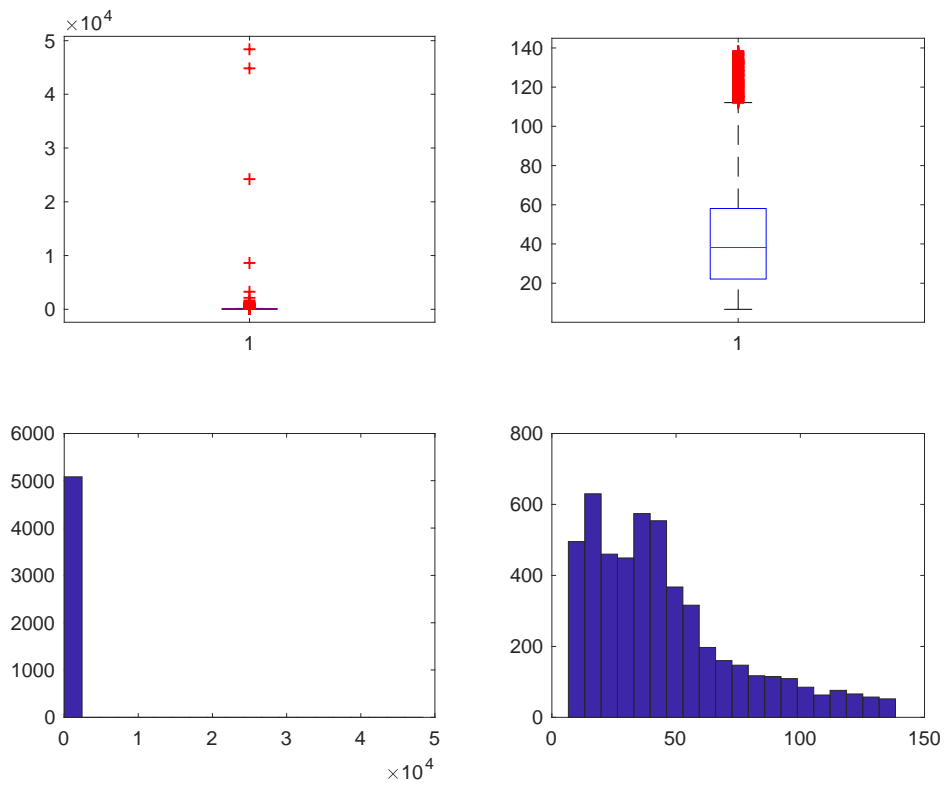
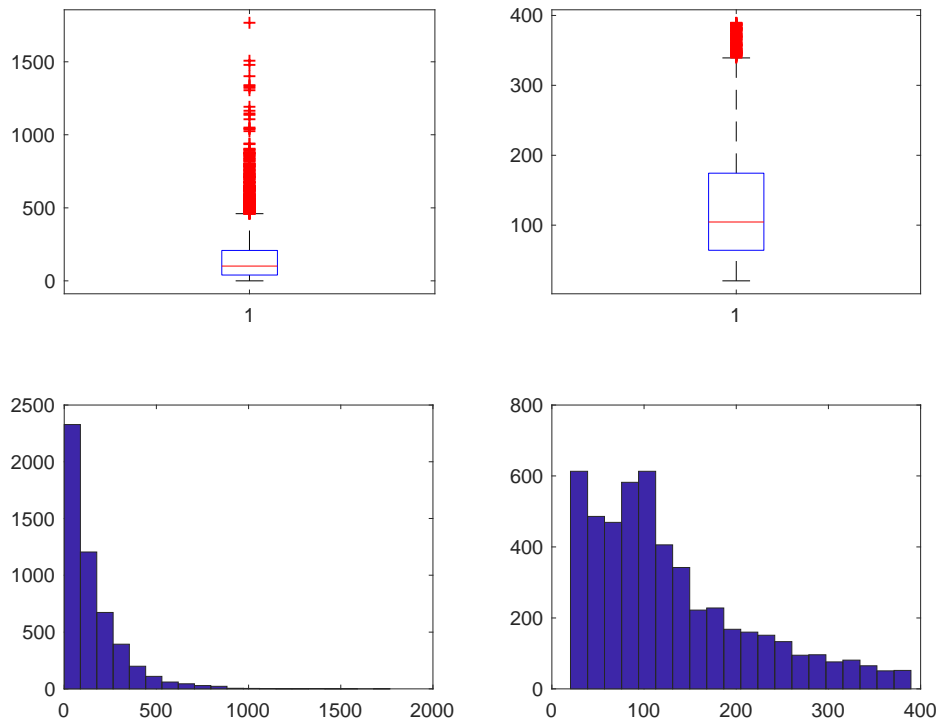
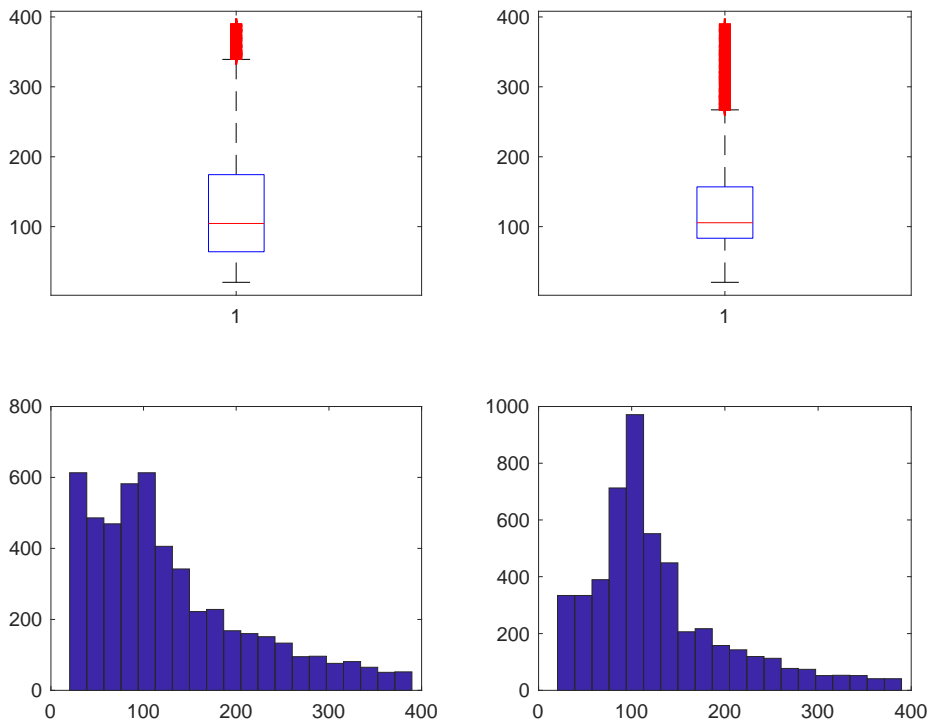


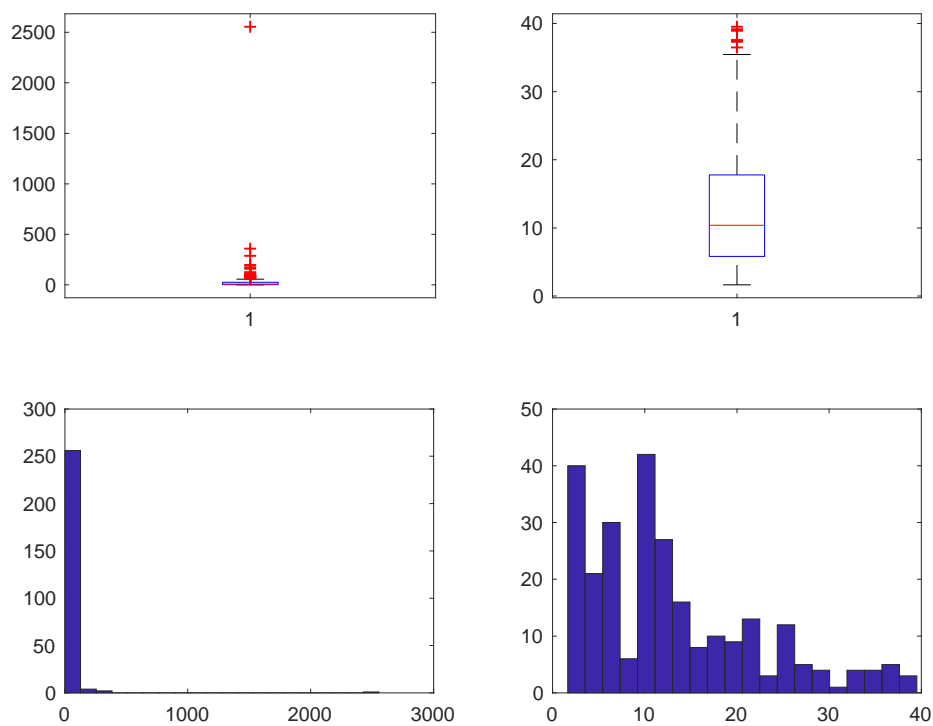
Figura 256. Risparmio RESPOI



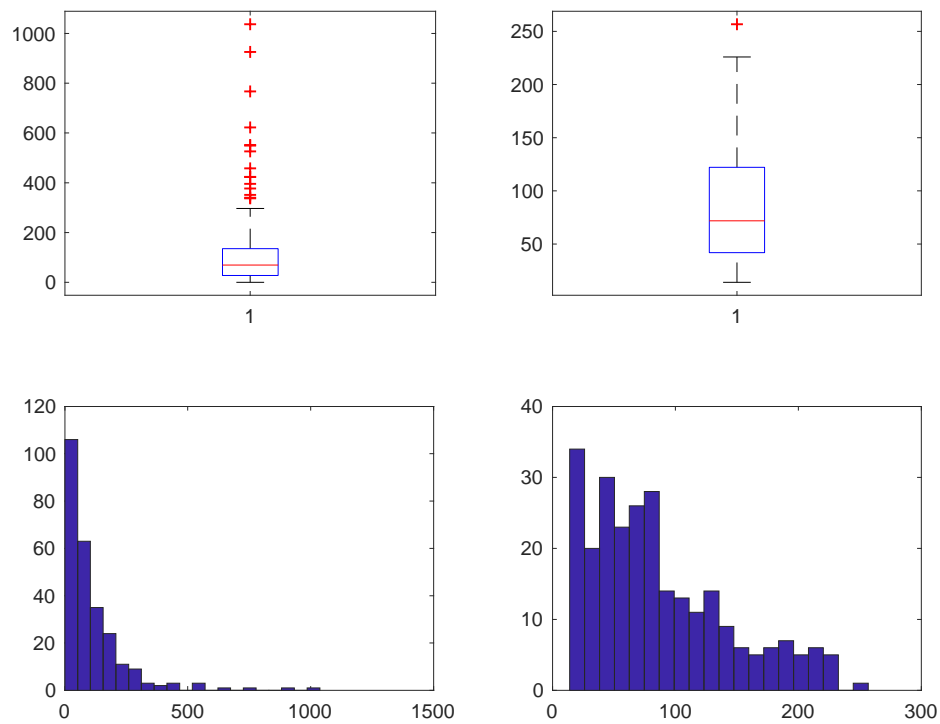
**Figura 257. Costo RESPOI**



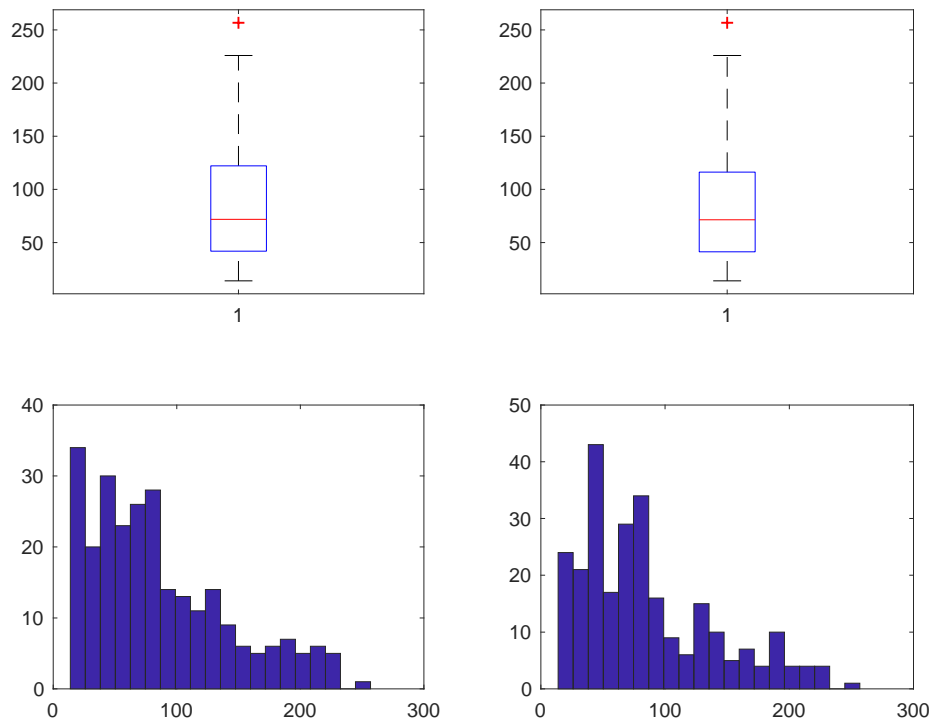
**Figura 258. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RESPOI**



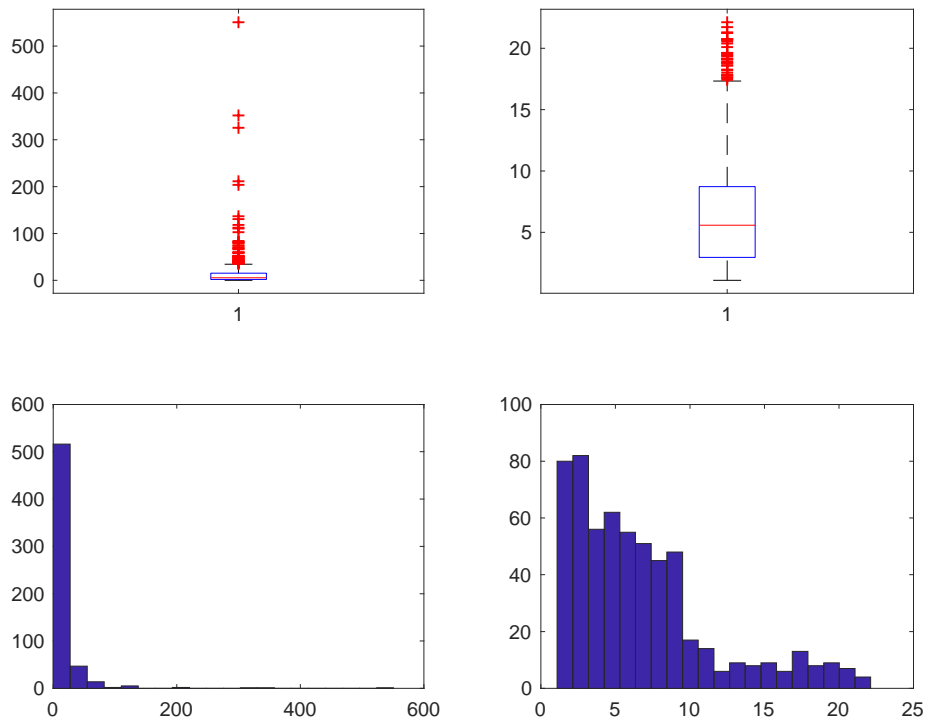
**Figura 259. Risparmio RESI**



**Figura 260. Costo RESI**



**Figura 261. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RESI**



**Figura 262. Risparmio NORESMULT**

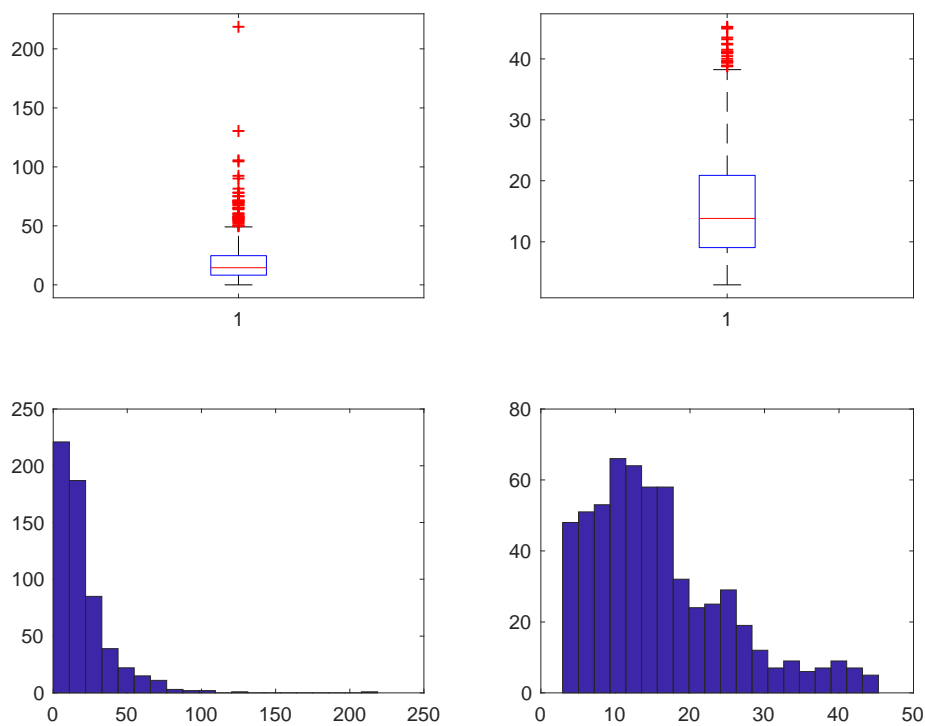


Figura 263. Costo NORESMULT

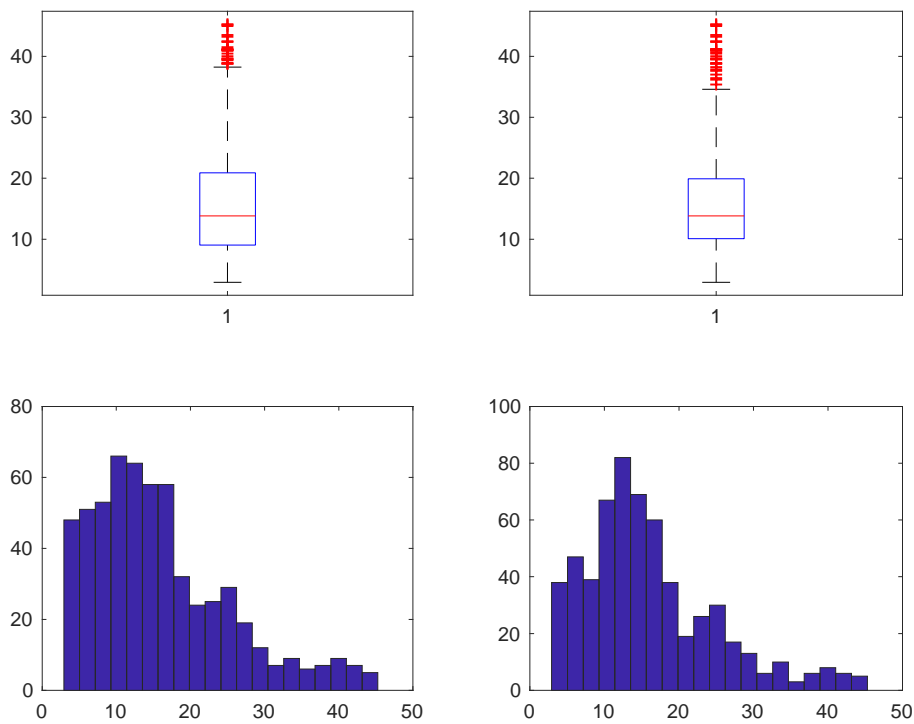
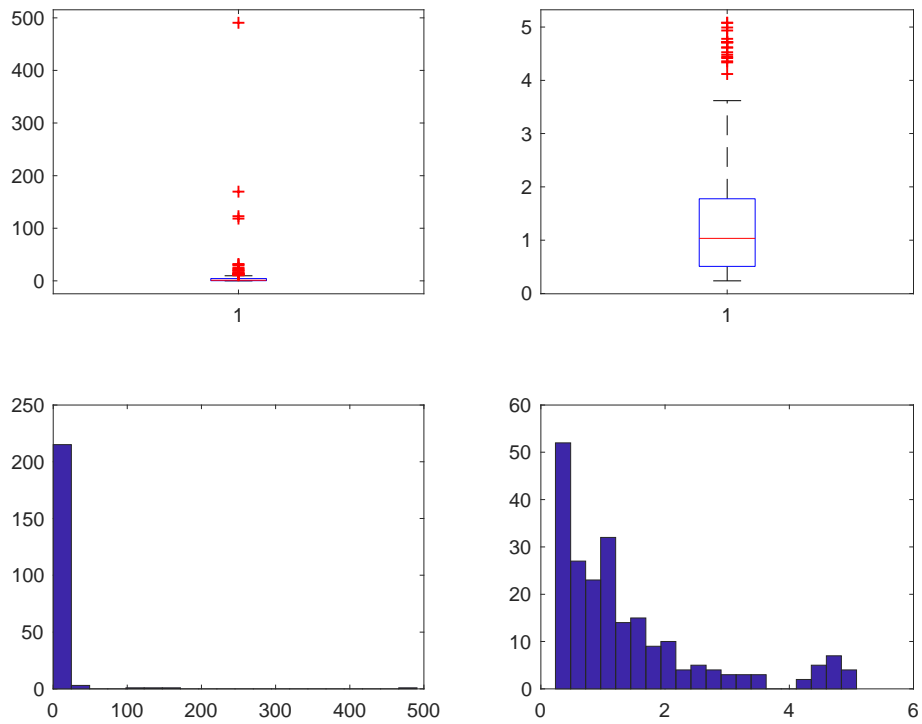
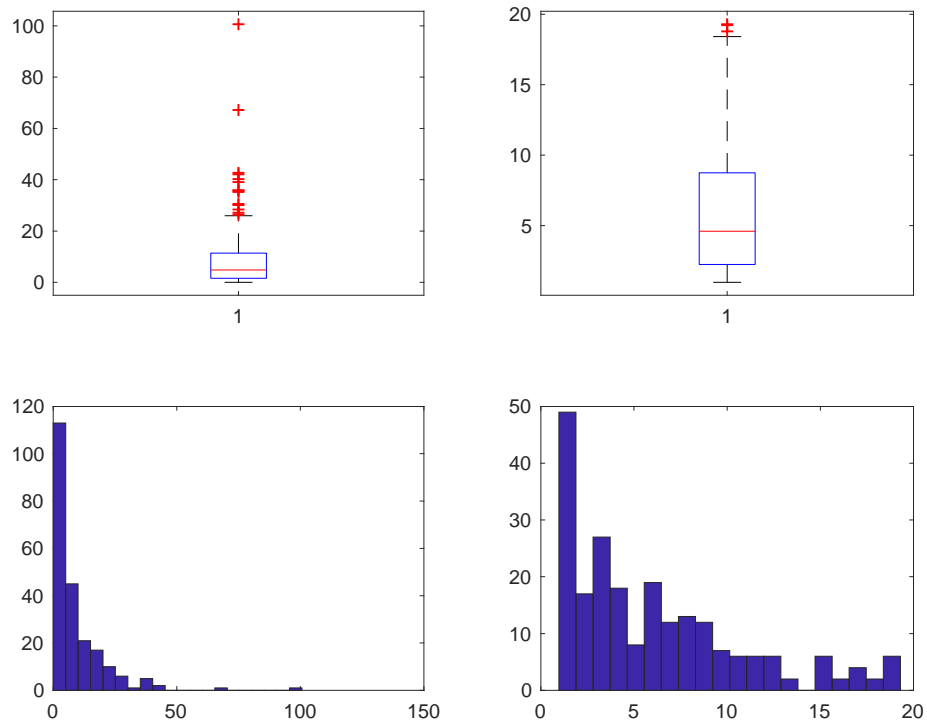


Figura 264. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORESMULT



**Figura 265. Risparmio NORESPV**



**Figura 266. Costo NORESPV**

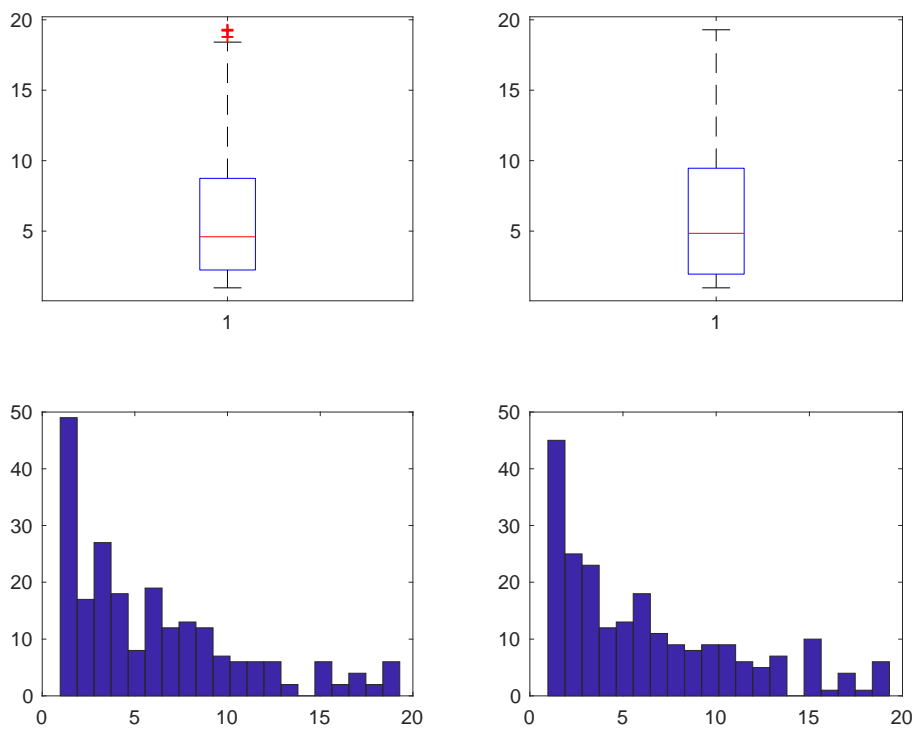


Figura 267. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORESPV

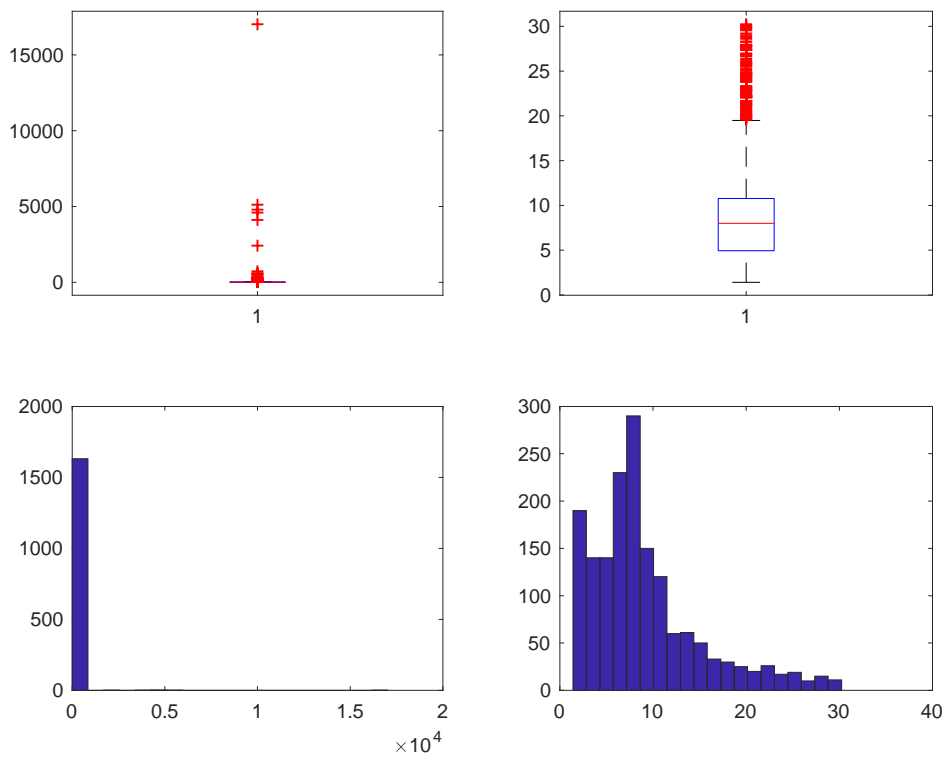
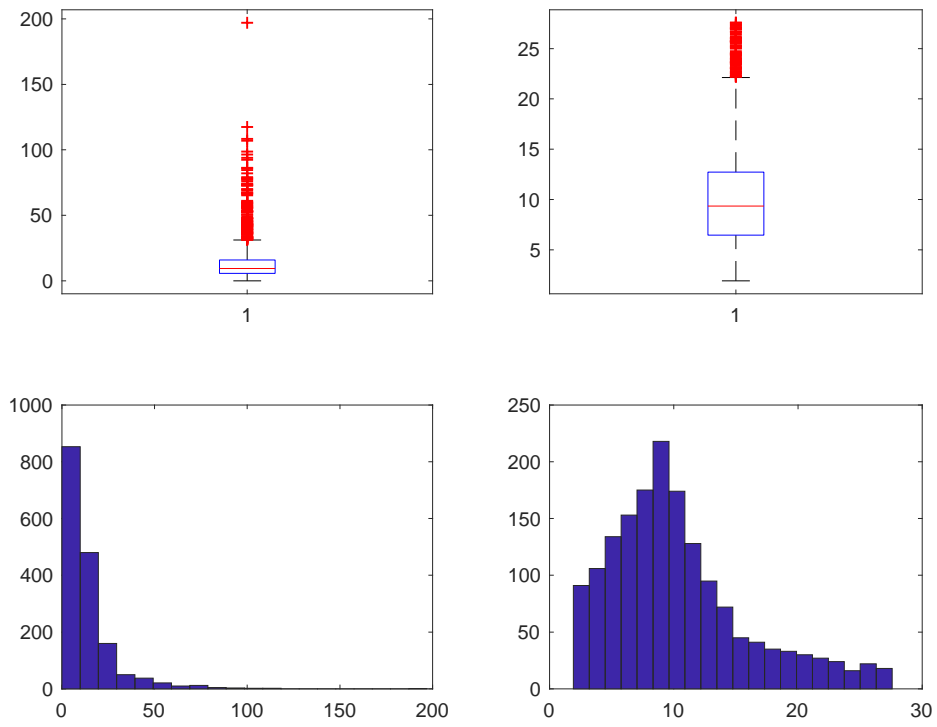
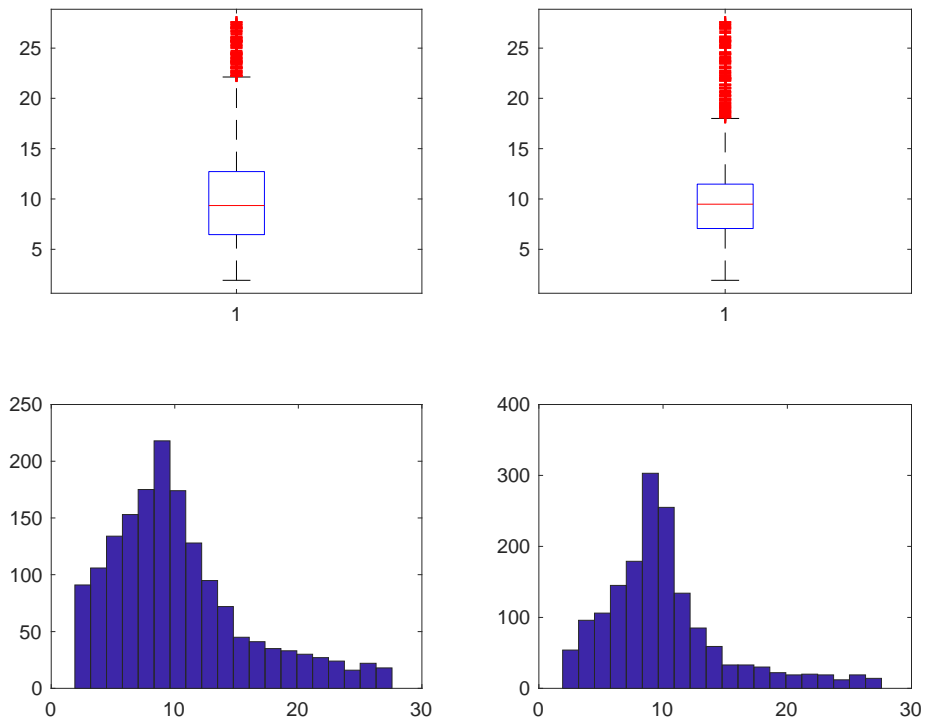


Figura 268. Risparmio NORESPOI



**Figura 269. Costo NORESPOI**



**Figura 270. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORESPOI**

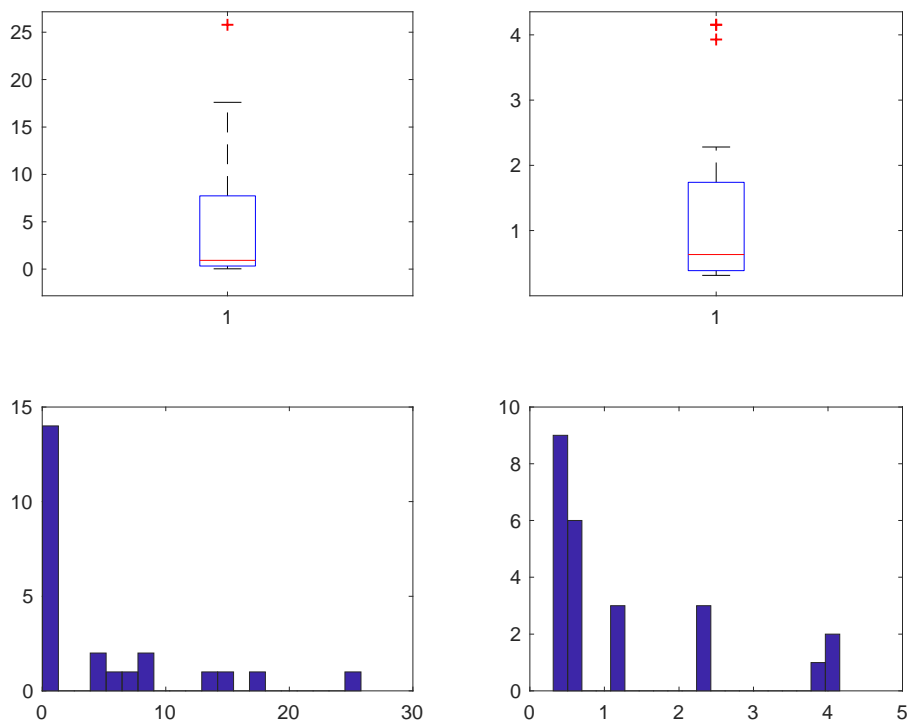


Figura 271. Risparmio NORESI

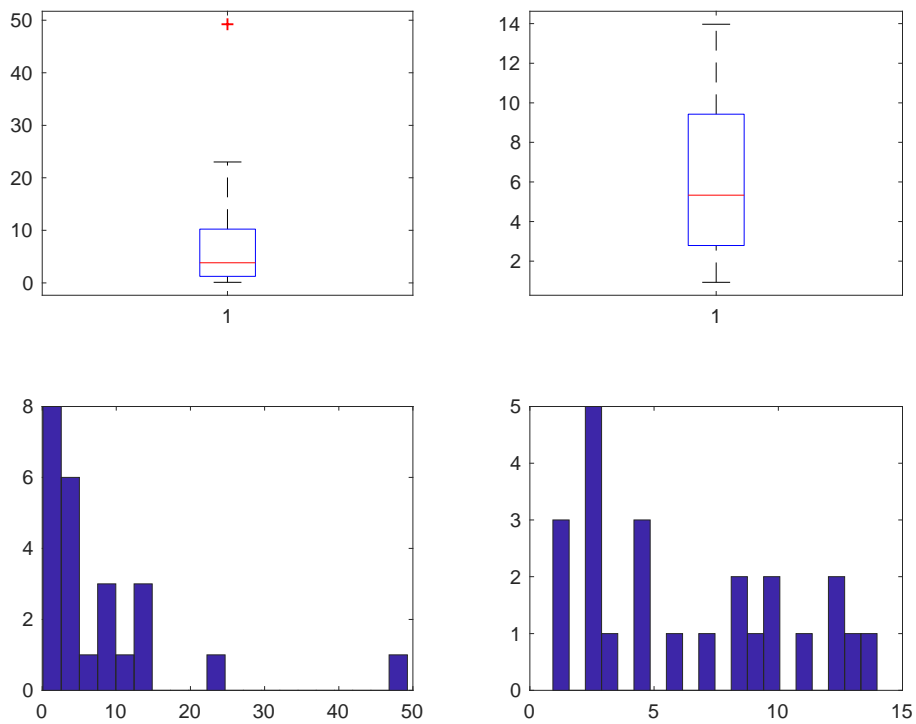
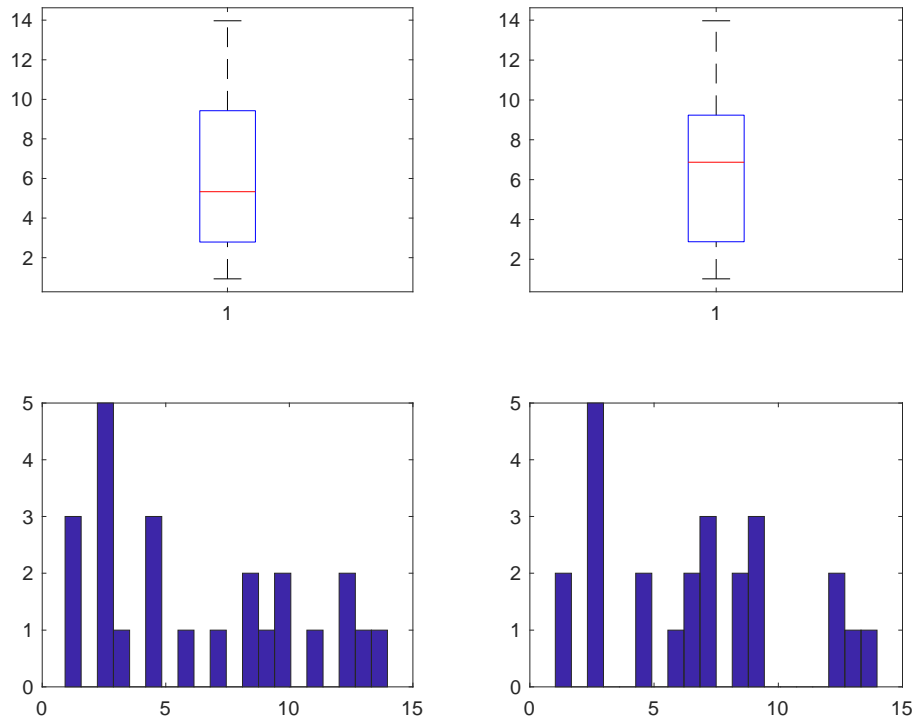
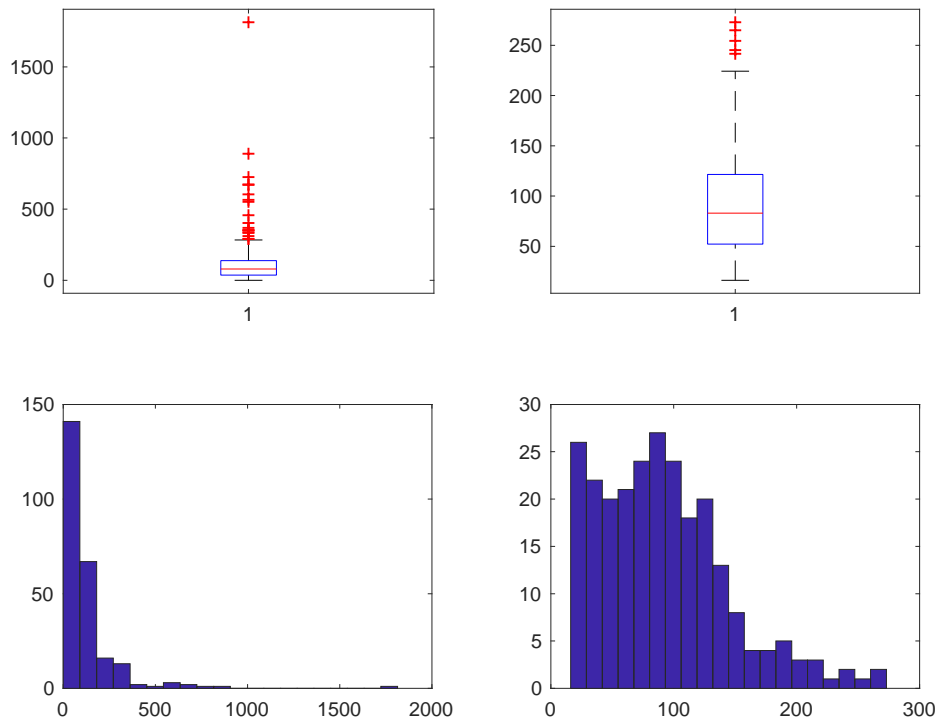


Figura 272. Costo NORESI



**Figura 273. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORESI**



**Figura 274. Risparmio MISMULT**

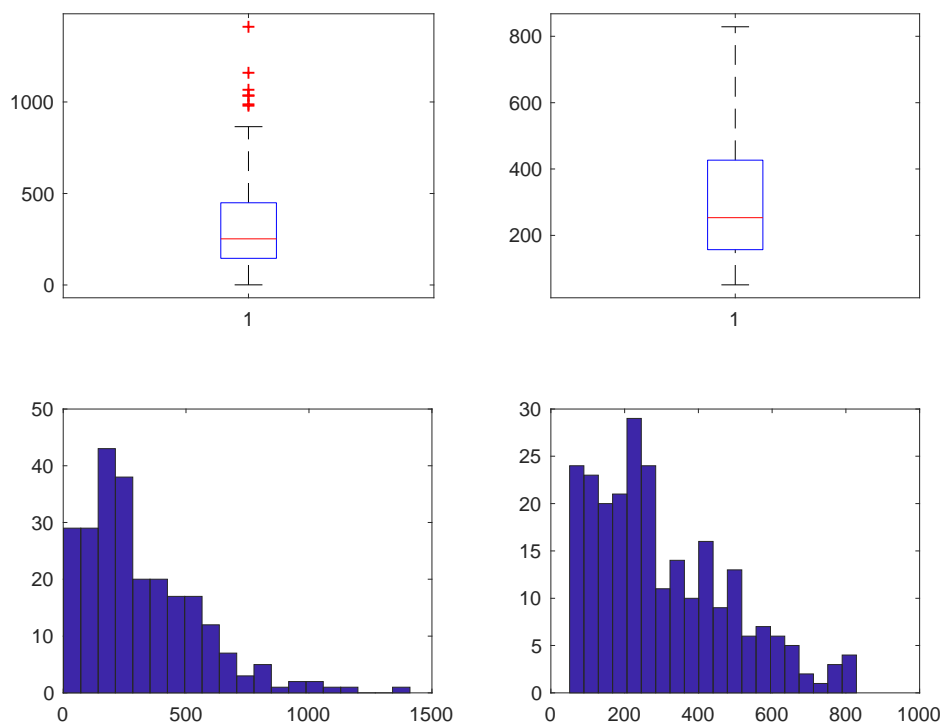


Figura 275. Costo MISMULT

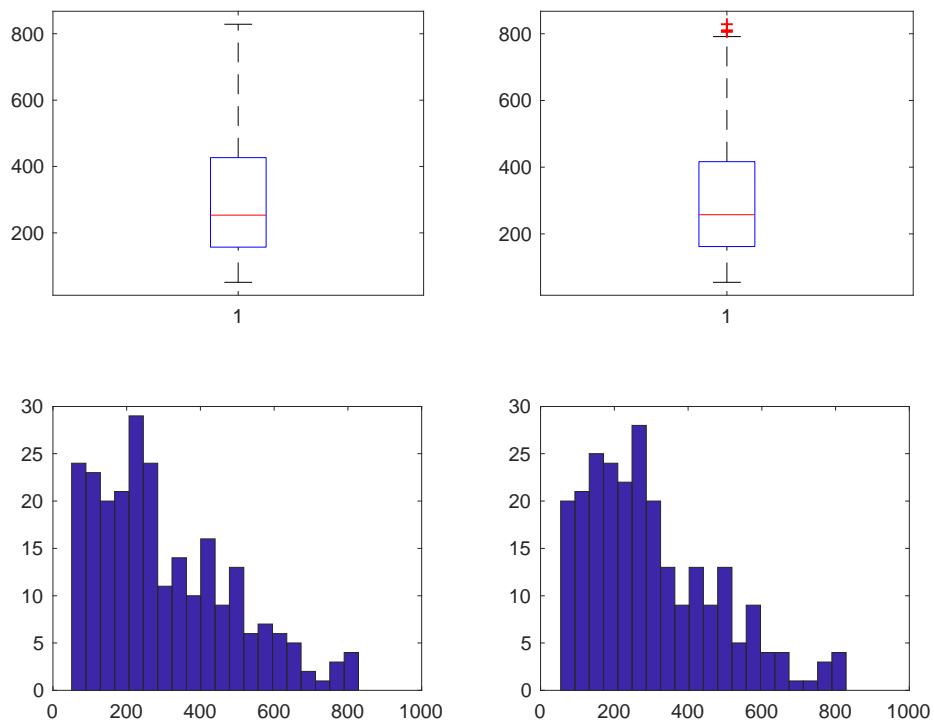
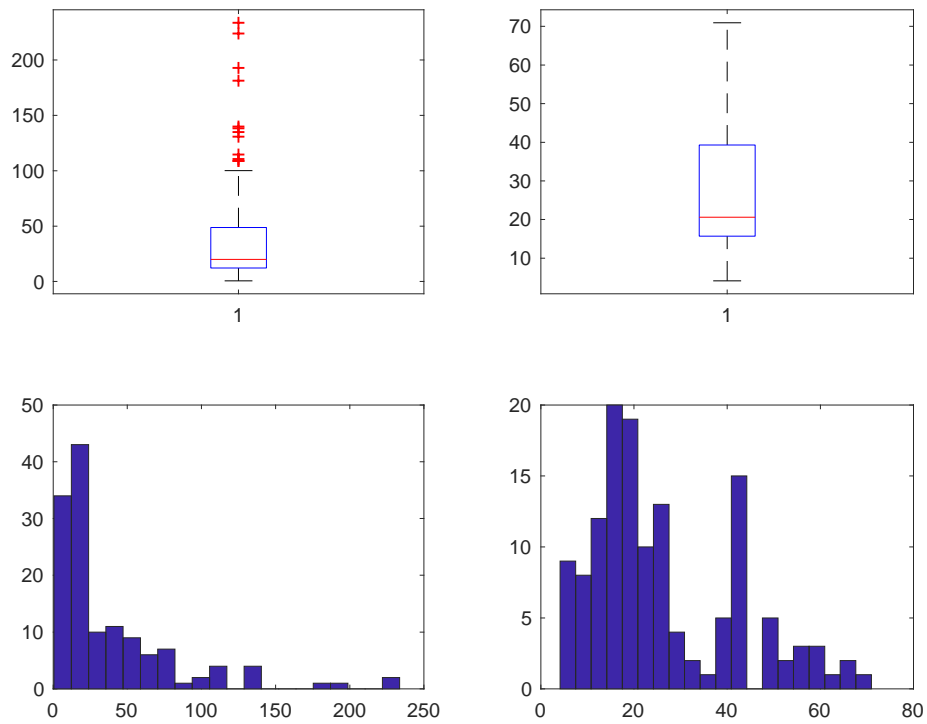
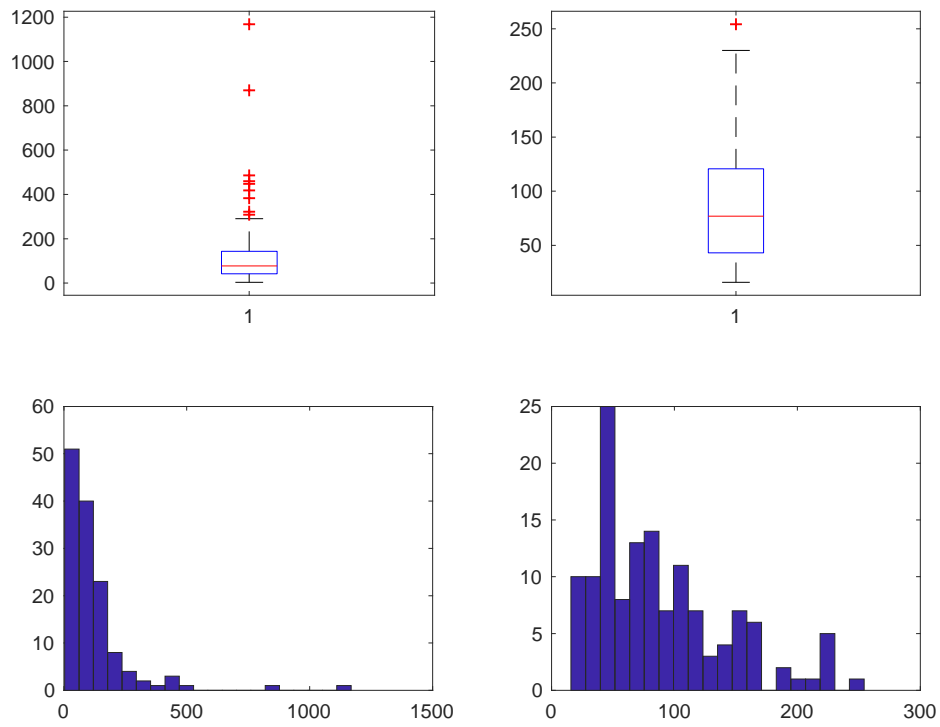


Figura 276. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MISMULT



**Figura 277. Risparmio MISPV**



**Figura 278. Costo MISPV**

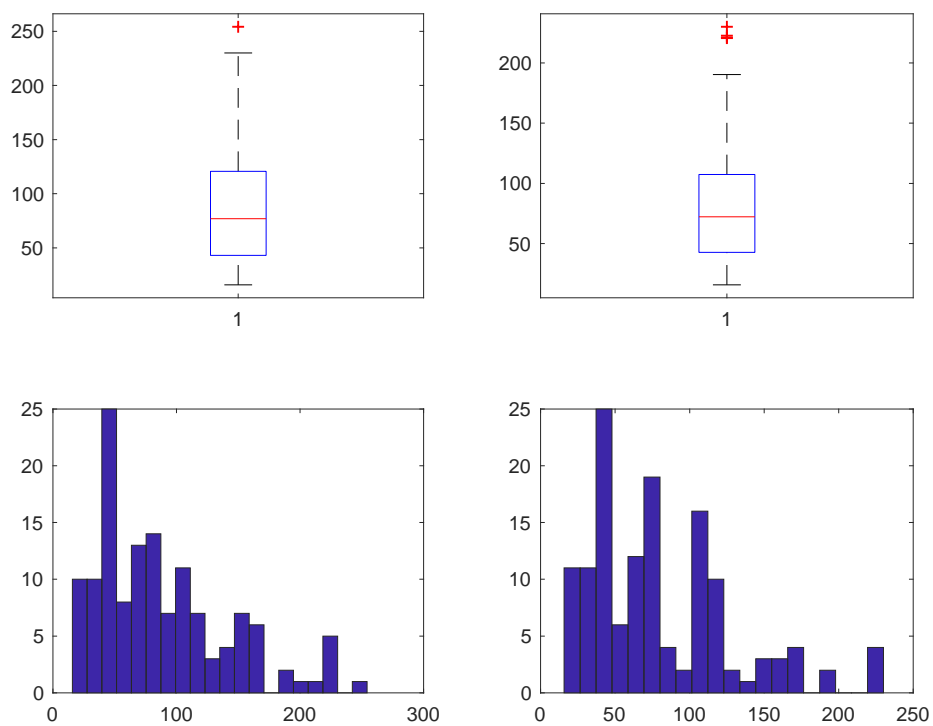


Figura 279. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MISPV

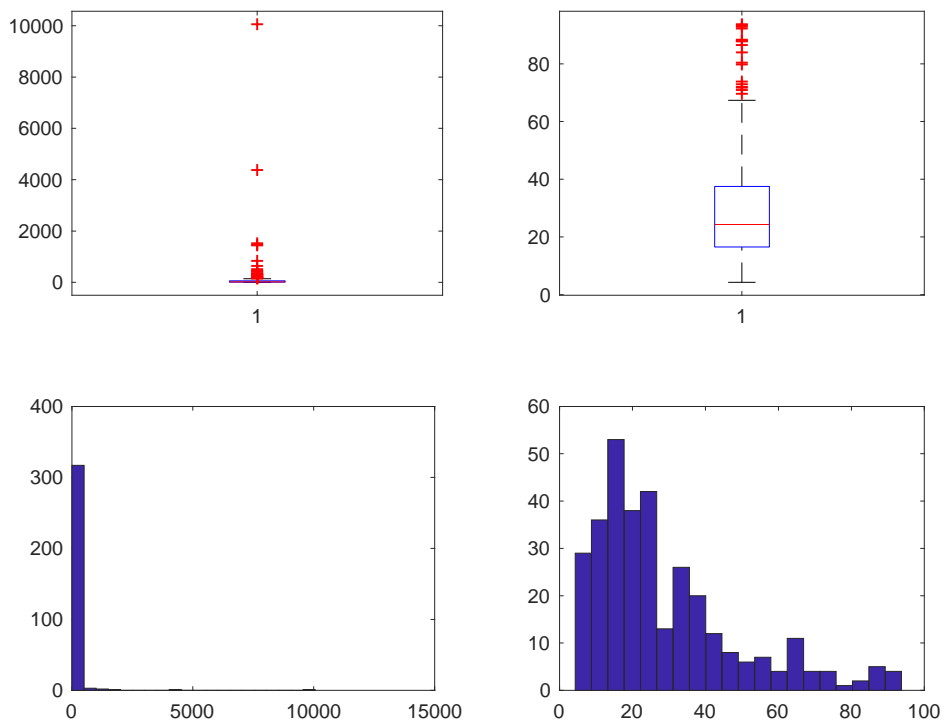
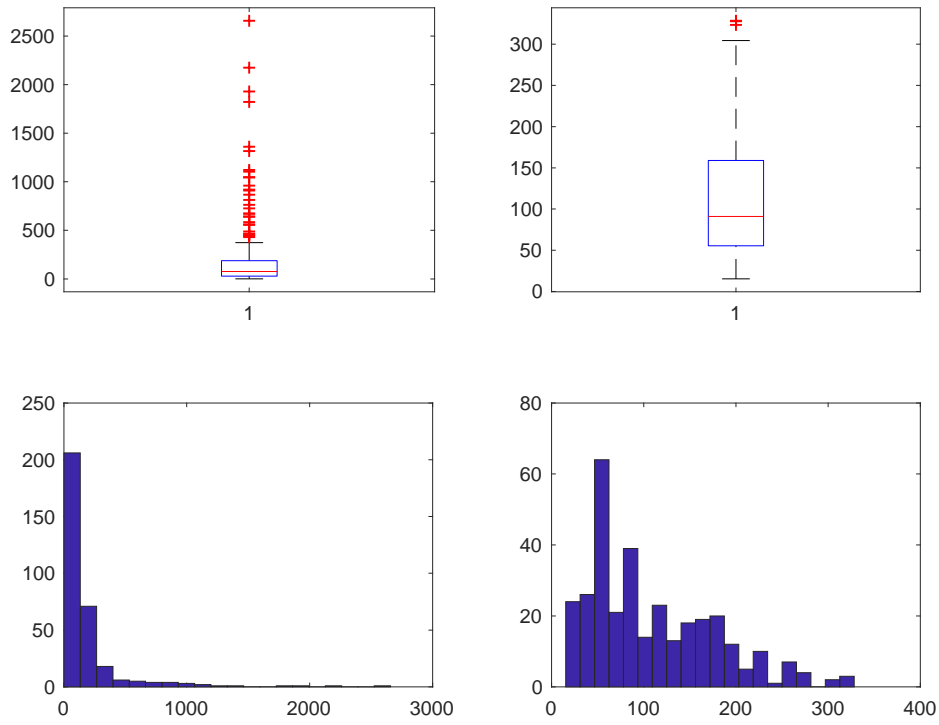
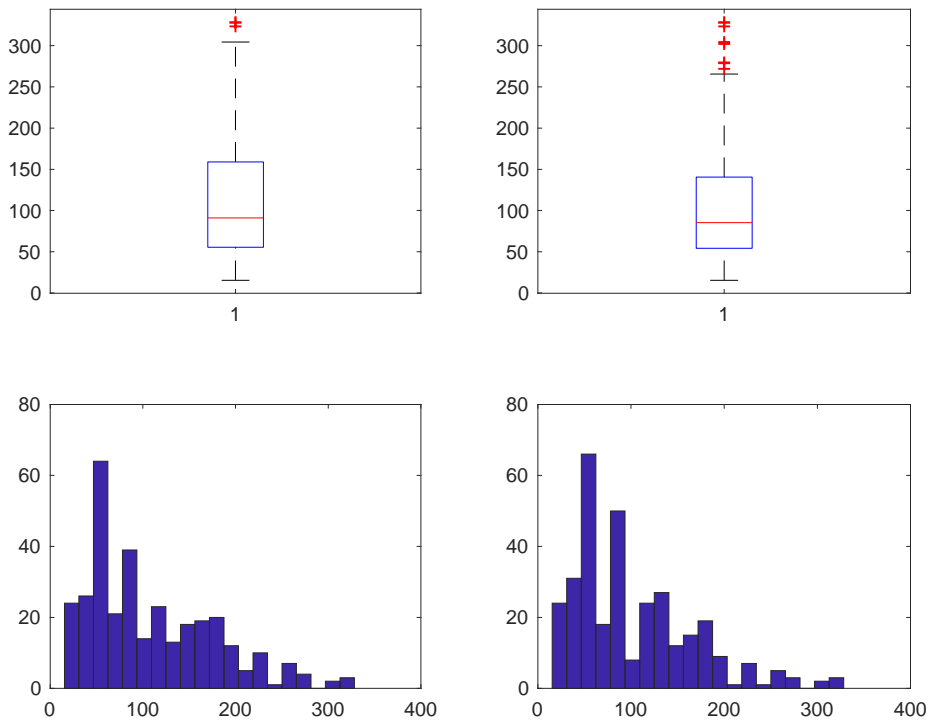


Figura 280. Risparmio MISPOI



**Figura 281. Costo MISPOI**



**Figura 282. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MISPOI**

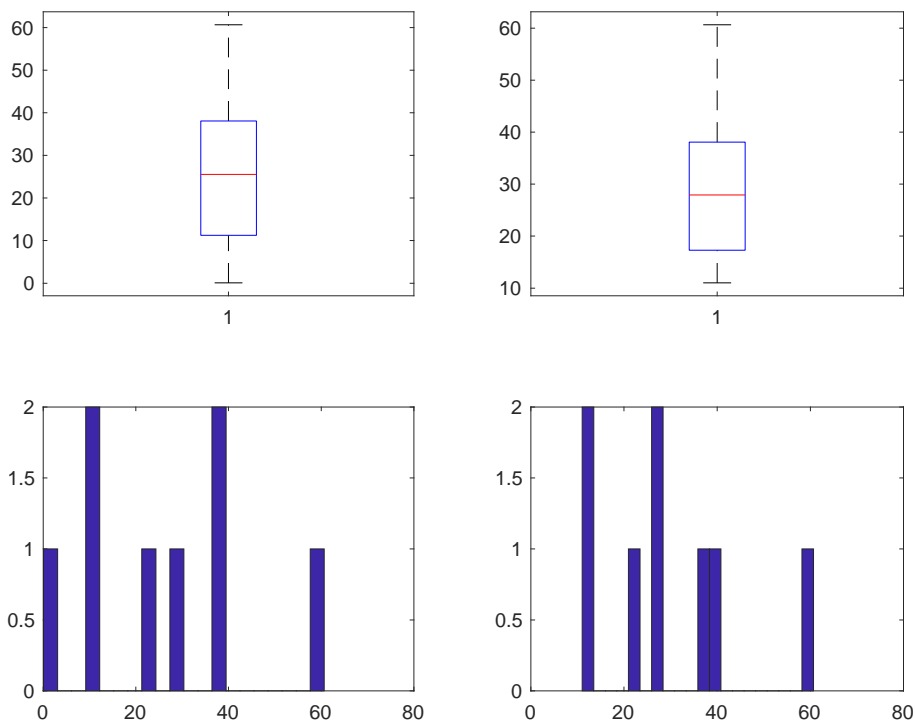


Figura 283. Risparmio MISI

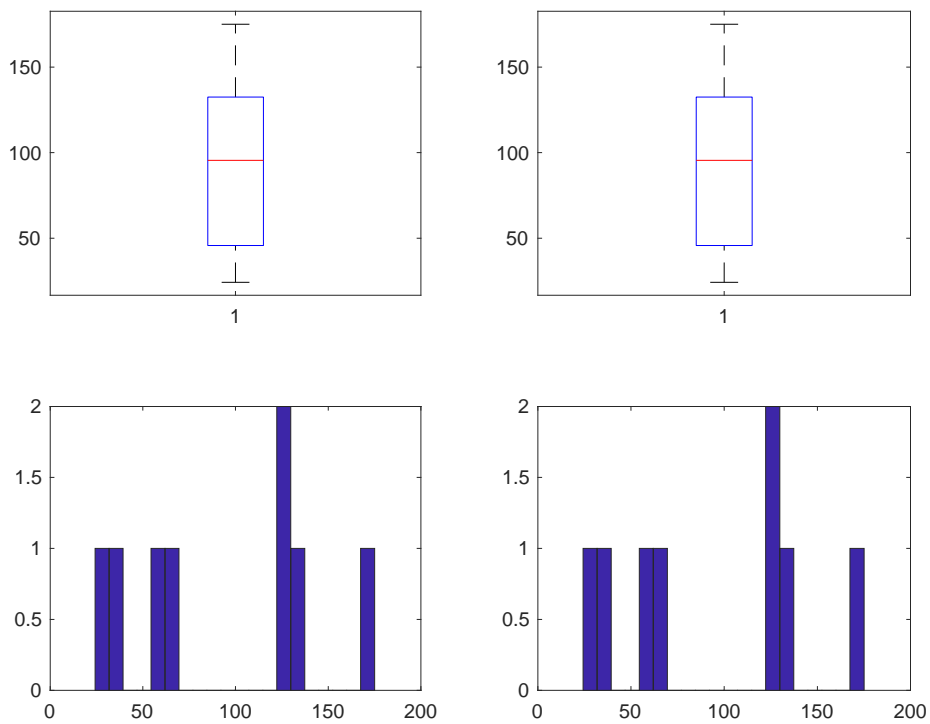
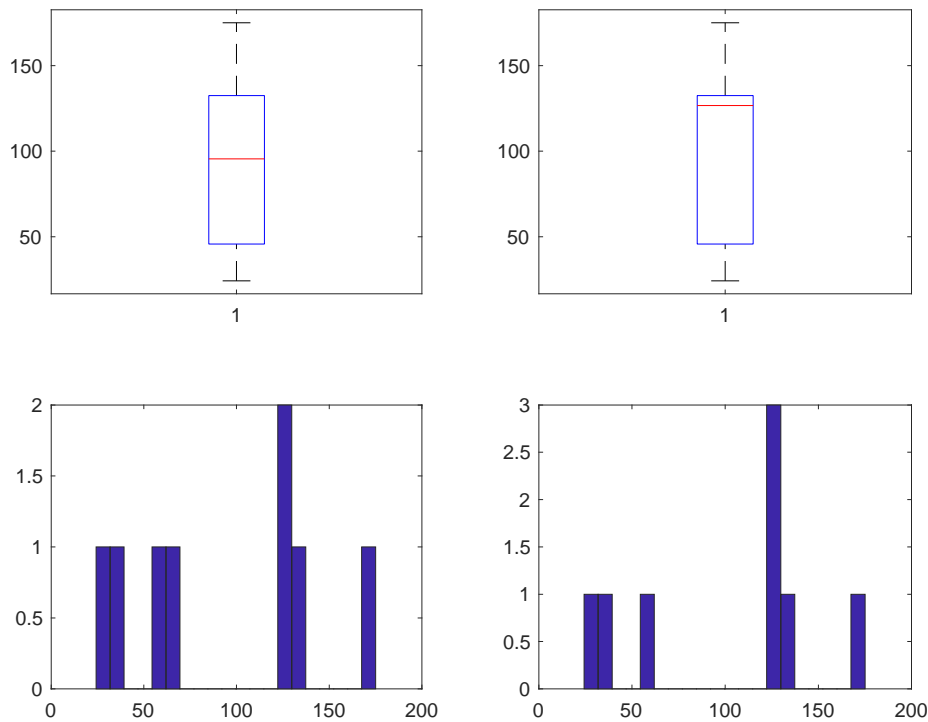


Figura 284. Costo MISI



**Figura 285. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MISI**

Per questo comma è stato necessario rivalutare anche la variabile Costo sia direttamente che tramite la variabile Costo/Risparmio ai fini di correggere eventuali errori ancora presenti.

I risultati sono:

- COSTO: 891 imputazioni (MULT), 702 imputazioni (PV), 1317 imputazioni (POI), 265 imputazioni (I);
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 1740 imputazioni (MULT), 1510 imputazioni (PV), 2185 imputazioni (POI), 112 imputazioni (I).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione della variabile Costo per le 4 sottopopolazioni cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

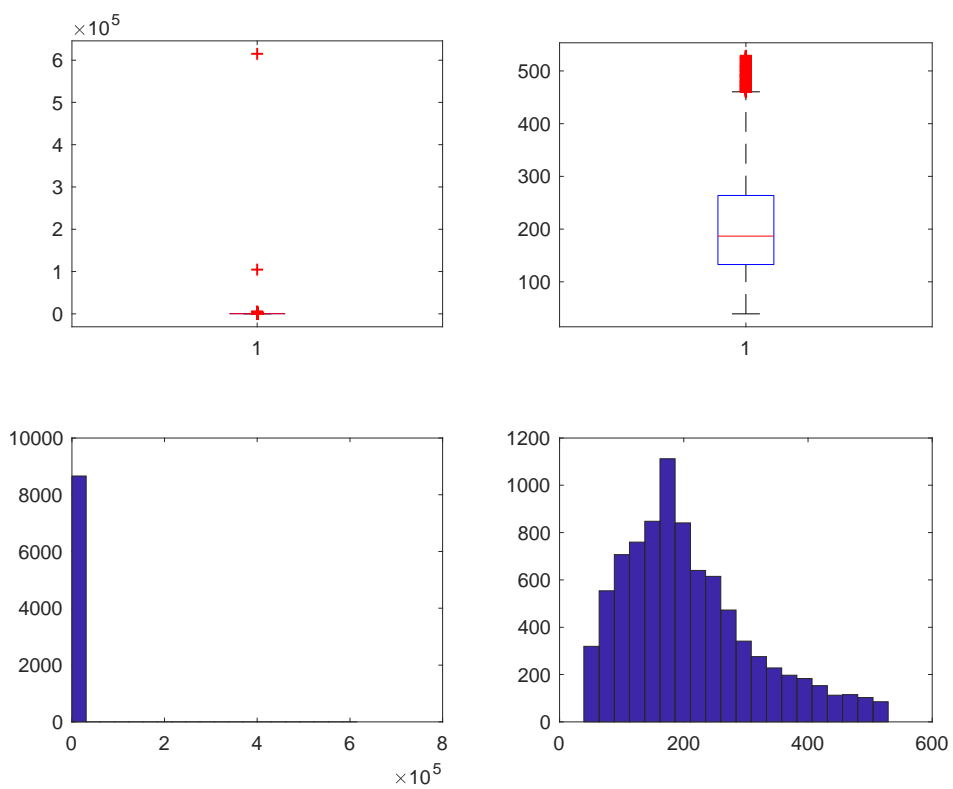


Figura 286. Costo MULT

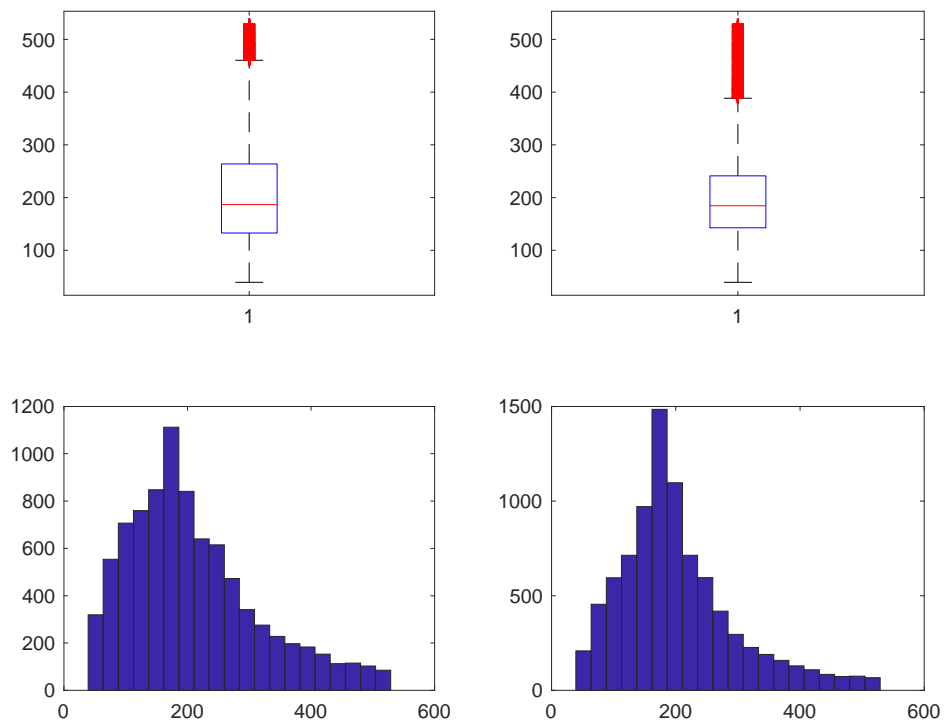
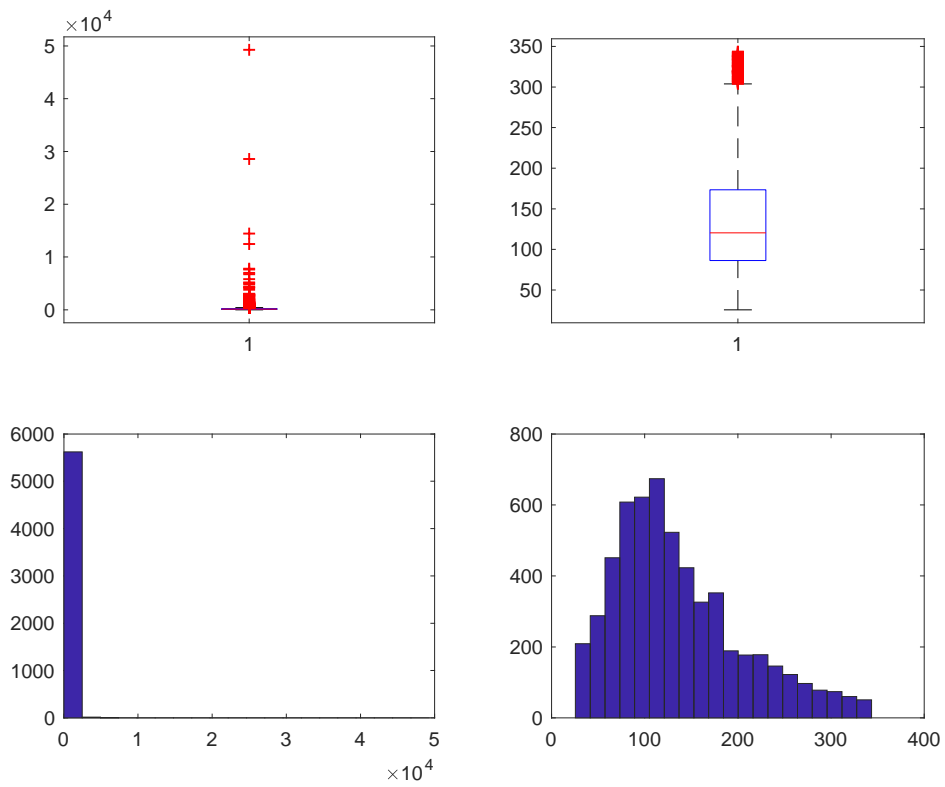
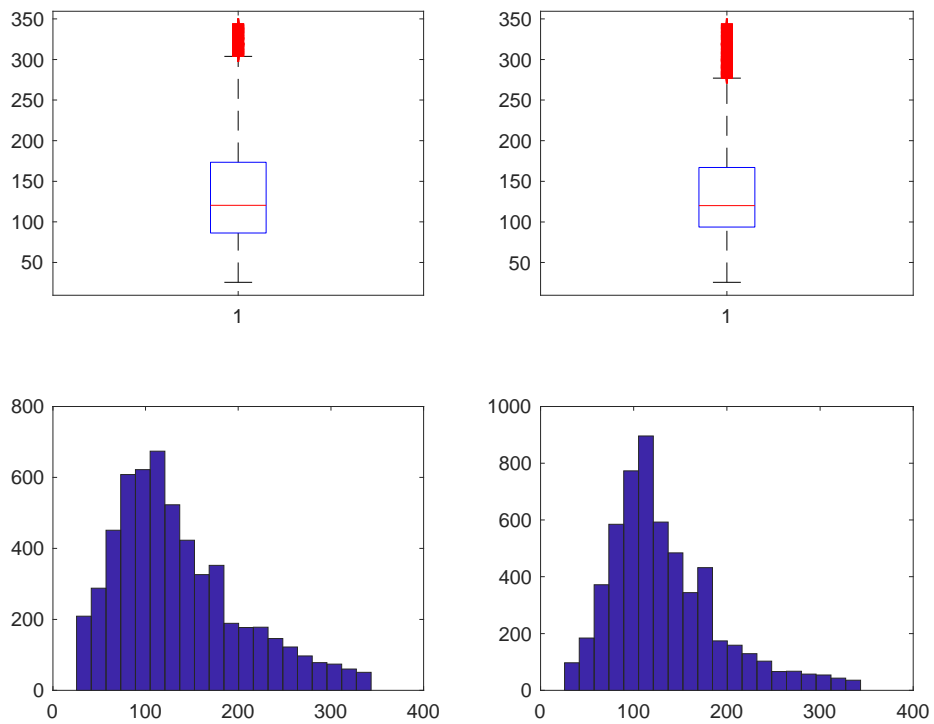


Figura 287. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MULT



**Figura 288. Costo PV**



**Figura 289. Costo dopo studio su Costo/Risparmio PV**

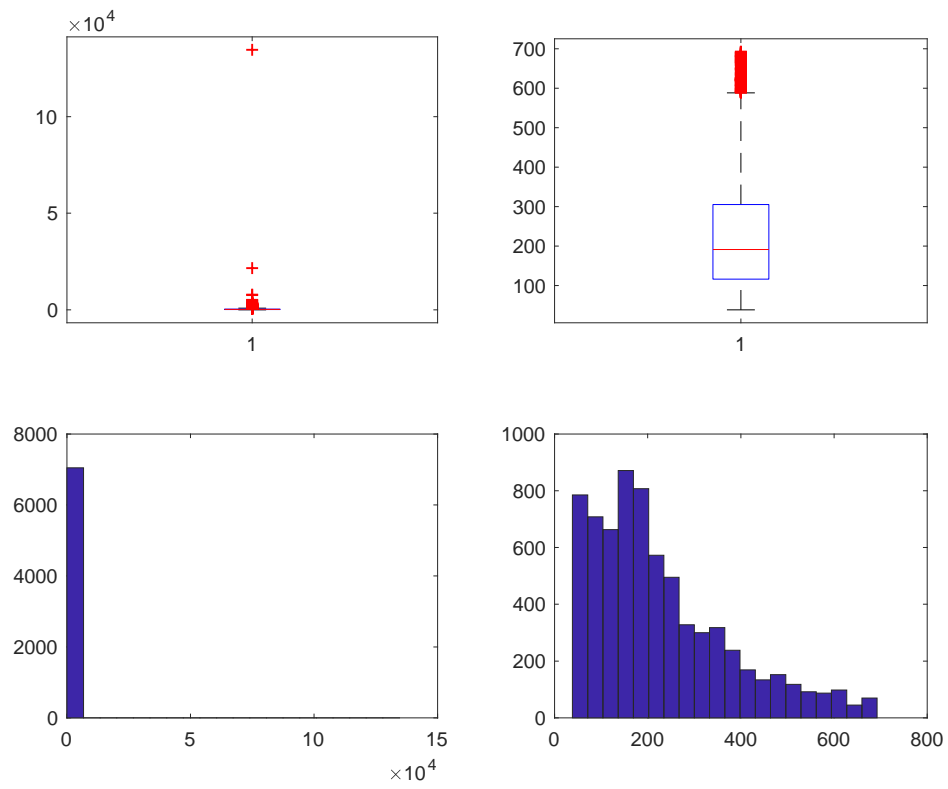


Figura 60. Costo POI

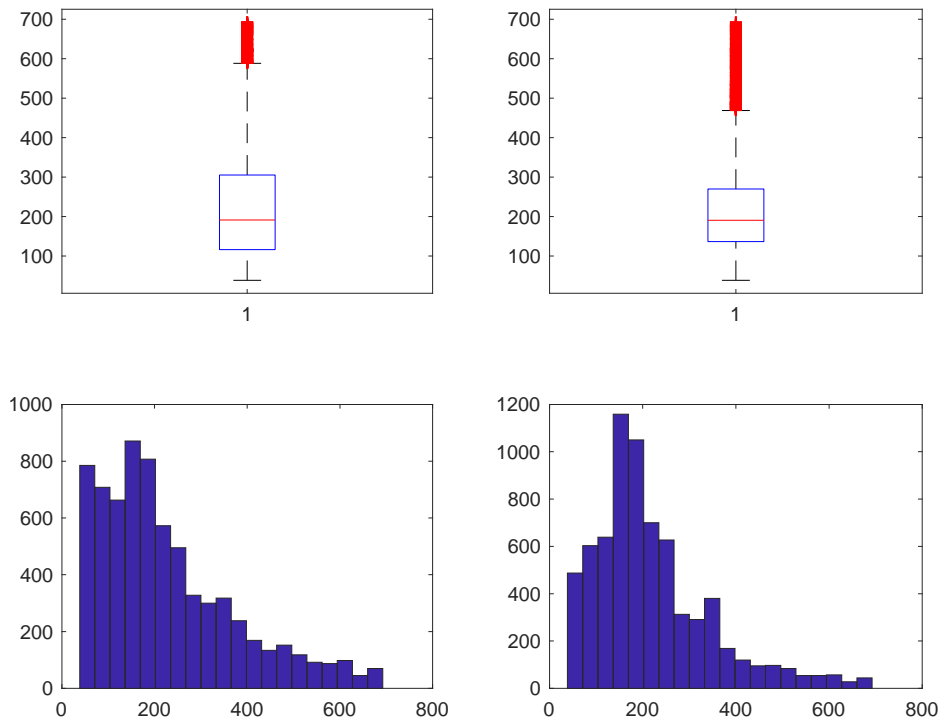
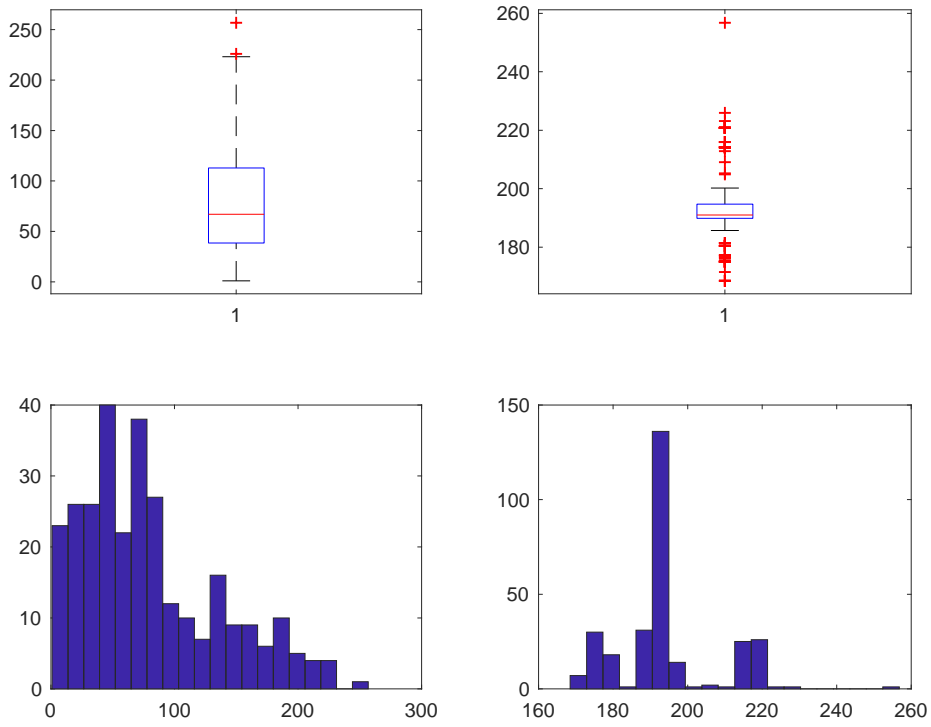
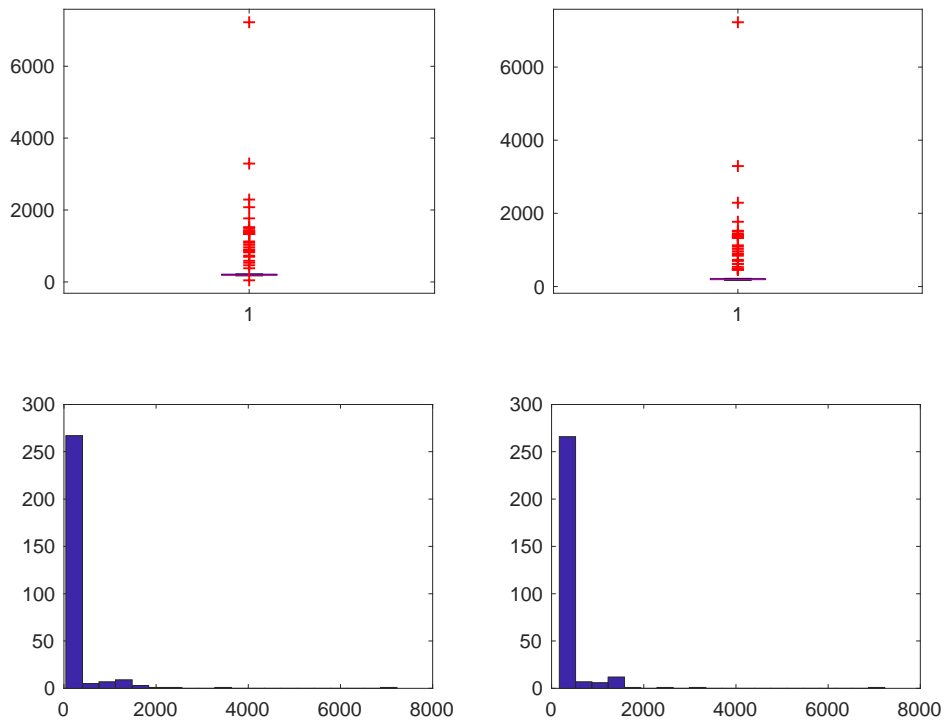


Figura 291. Costo dopo studio su Costo/Risparmio POI



**Figura 292. Costo I**



**Figura 293. Costo dopo studio su Costo/Risparmio I**

La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

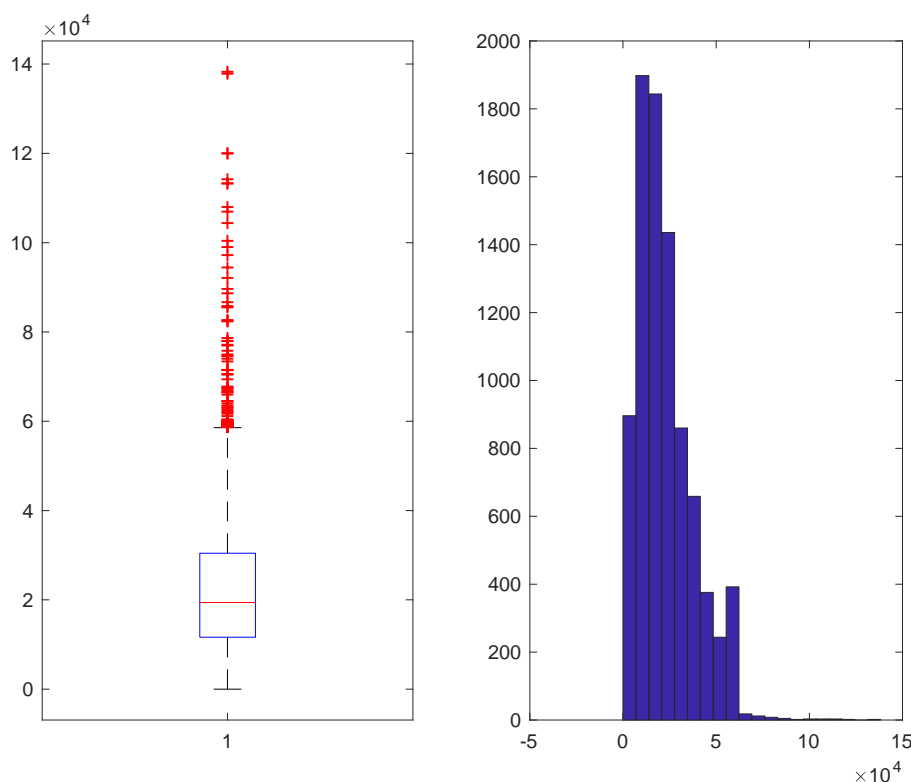
$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

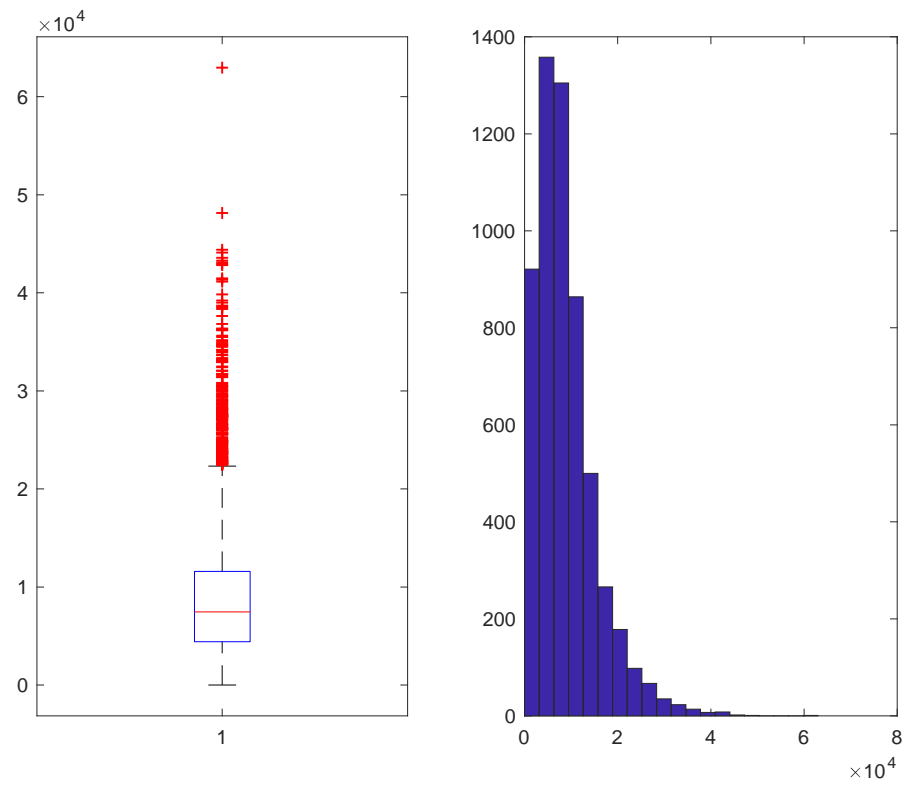
- 1020 dati anomali (MULT) di cui 1020 per imputazioni svolte su COSTO,
- 810 dati anomali (PV) di cui 810 per imputazioni svolte su COSTO,
- 1051 dati anomali (POI) di cui 1051 per imputazioni svolte su COSTO,
- 235 dati anomali (I) di cui 235 per imputazioni svolte su COSTO.

Si noti che prima di arrivare a queste distribuzioni della variabile Detrazione, si è passati per una fase di studio intermedia che ha visto protagonista il calcolo delle detrazioni per le sottopopolazioni più specifiche e i risultati qui riportati sono quelli finali. Il processo di controllo e “taratura” per questo comma è stato molto articolato in quanto le variabili risultavano essere complesse da studiare per via di asimmetrie molto forti.

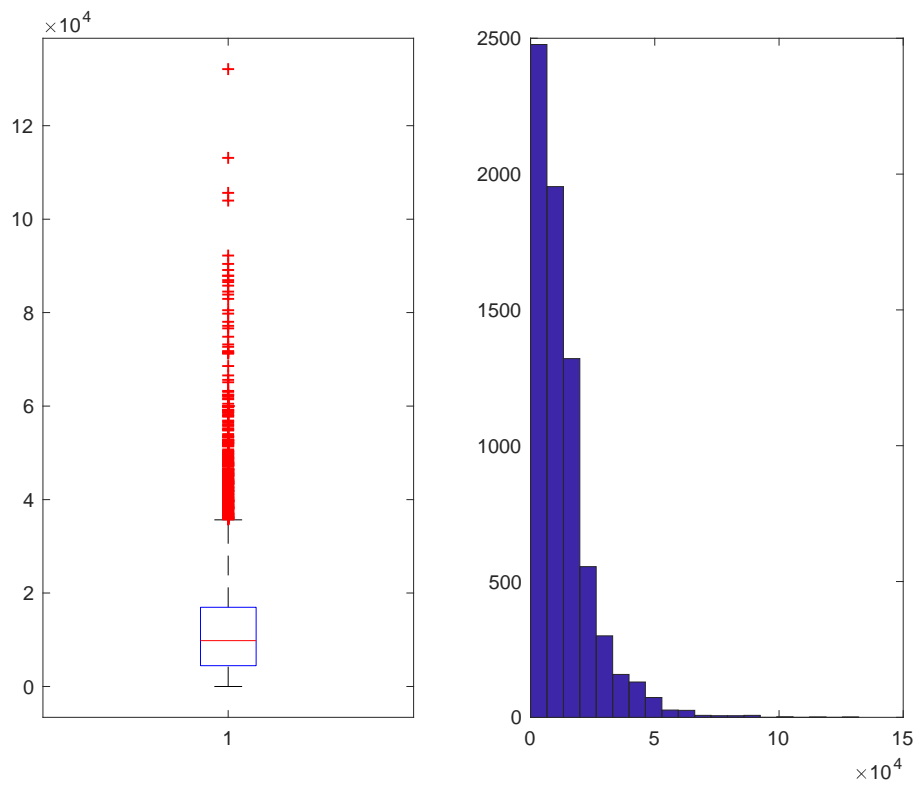
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 294. Detrazione MULT**



**Figura 295. Detrazione PV**



**Figura 296. Detrazione POI**

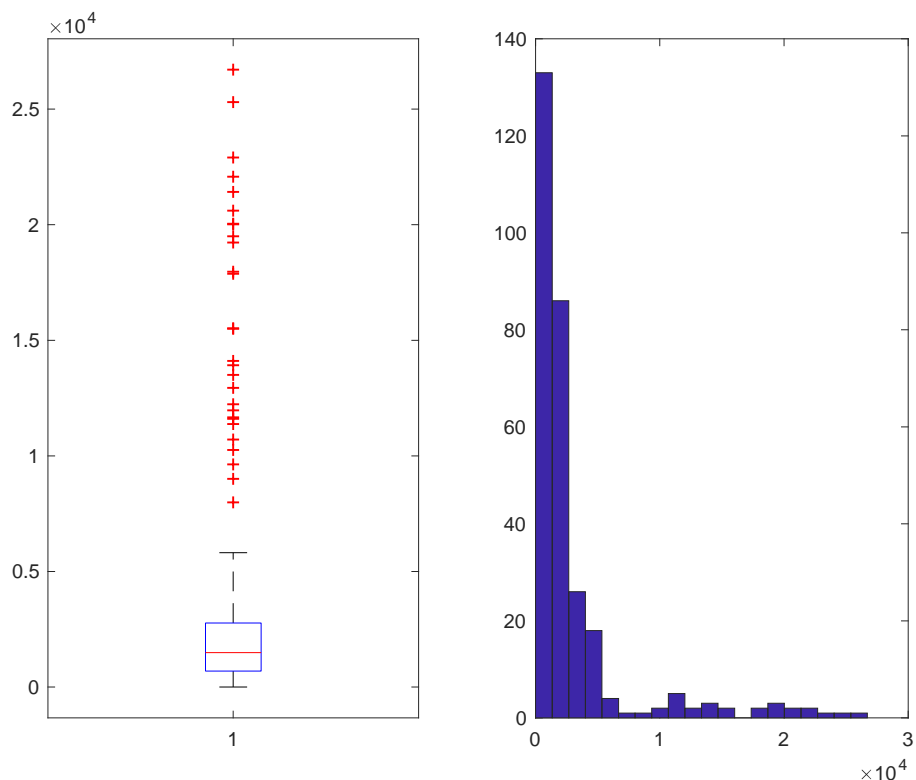


Figura 297. Detrazione I

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 798885035,538237 kWh/anno
- Risparmio Finale: 371724119,235478 kWh/anno
- Costo Iniziale: 809151297,156158 €
- Costo Finale: 743775590,663377 €

### 2.5.3 Comma 345b

Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di quattro programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri quattro che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

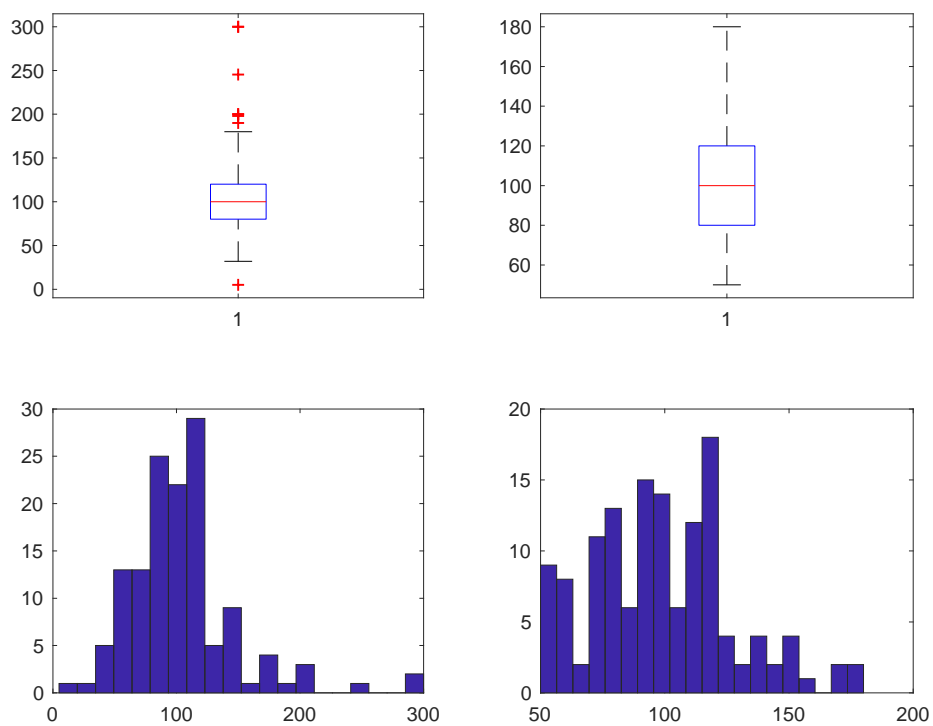
Anche in questo comma la prima operazione svolta è stata la creazione di indicatori volti ad individuare sottopopolazioni e la creazione di variabili utili allo studio.

La prima fase di imputazione è stata svolta sulla variabile superficie, il primo risultato importante è:

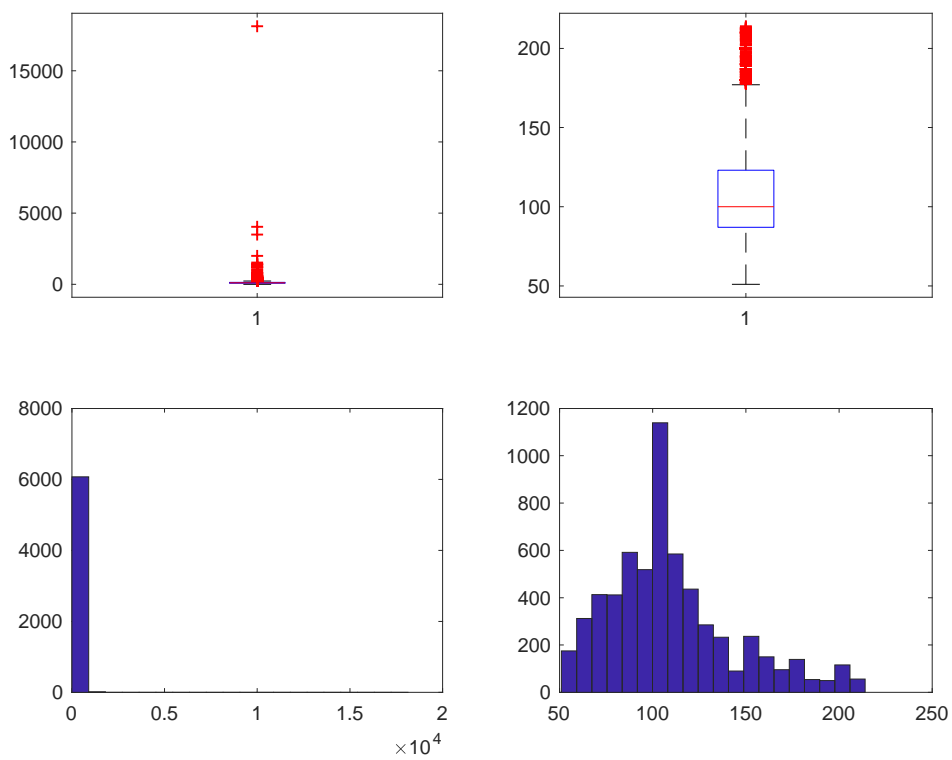
- 14 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - di seguito denominato “1;1” - (numerosità 135 casi),
- 922 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - di seguito denominato “1;2” - (numerosità 6089 casi),

- 204 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - di seguito denominato “1;3” - (numerosità 1386 casi),
- 2339 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - di seguito denominato “1;4” - (numerosità 16717 casi);
- 135 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio legno esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - 15 - (numerosità 1102 casi),
- 3 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - denominato “2;1” - (numerosità 16 casi),
- 21 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - denominato “2;2” - (numerosità 131 casi),
- 2 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - denominato “2;3” - (numerosità 10 casi),
- 30 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - denominato “2;4” - (numerosità 199 casi);
- 109 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, no taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - denominato “2;5” - (numerosità 993 casi),
- 14 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - denominato “3;1” - (numerosità 95 casi),
- 970 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - denominato “3;2” - (numerosità 6987 casi),
- 99 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - denominato “3;3” - (numerosità 769 casi),
- 3193 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - denominato “3;4” - (numerosità 23346 casi);
- 236 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Metallo, taglio termico esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - denominato “3;5” - (numerosità 2166 casi),
- 34 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - denominato “4;1” - (numerosità 261 casi),
- 2765 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - denominato “4;2” - (numerosità 24219 casi),
- 519 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - denominato “4;3” - (numerosità 4407 casi),
- 8302 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - 4;4” - (numerosità 76490 casi);
- 139 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio PVC esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - denominato “4;5” - (numerosità 1183 casi),
- 2 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro singolo esistente dopo l’intervento” - denominato “5;1” - (numerosità 25 casi),
- 248 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro doppio esistente dopo l’intervento” - denominato “5;2” - (numerosità 2398 casi),
- 208 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro triplo esistente dopo l’intervento” - denominato “5;3” - (numerosità 1267 casi),
- 1063 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro a bassa emissione esistente dopo l’intervento” - denominato “5;4” - (numerosità 9193 casi);
- 723 imputazioni per la sottopopolazione “Telaio Misto esistente dopo l’intervento e vetro non esistente dopo l’intervento” - denominato “5;5” - (numerosità 6325 casi).

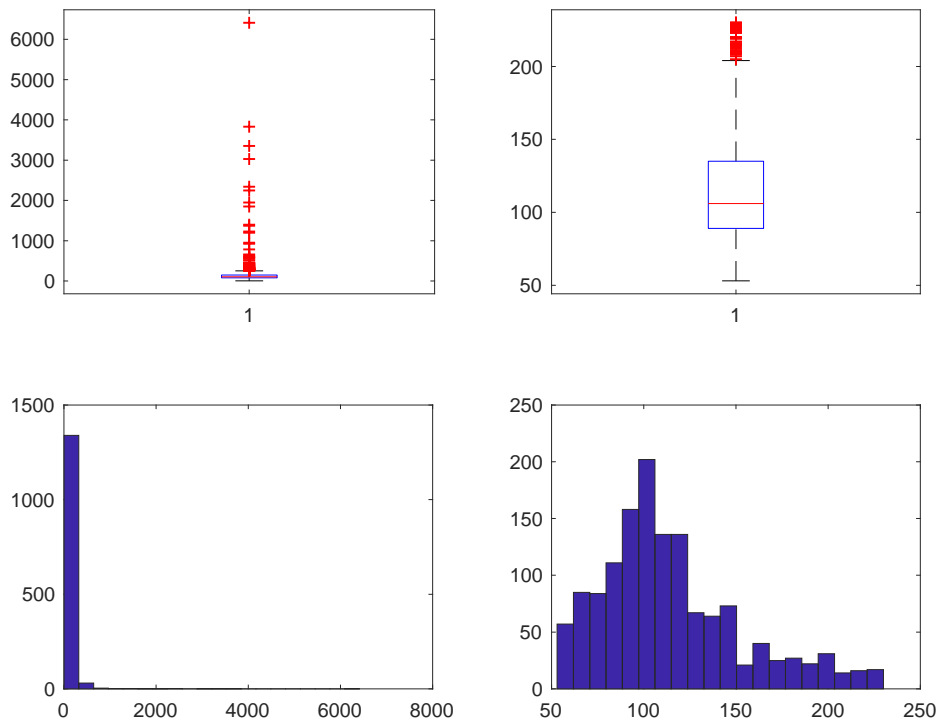
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione della variabile “superficie” per le 4 sottopopolazioni cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



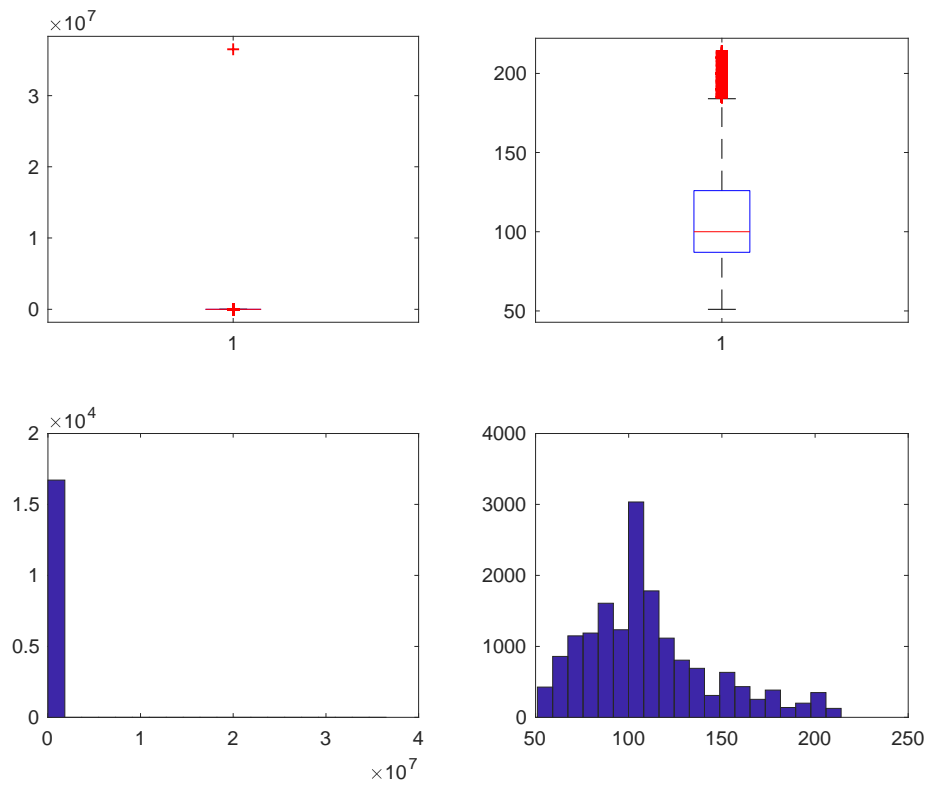
**Figura 298. Superficie LEGNO-SINGOLO**



**Figura 299. Superficie LEGNO-DOPPIO**



**Figura 300. Superficie LEGNO-TRIPLO**



**Figura 301. Superficie LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**

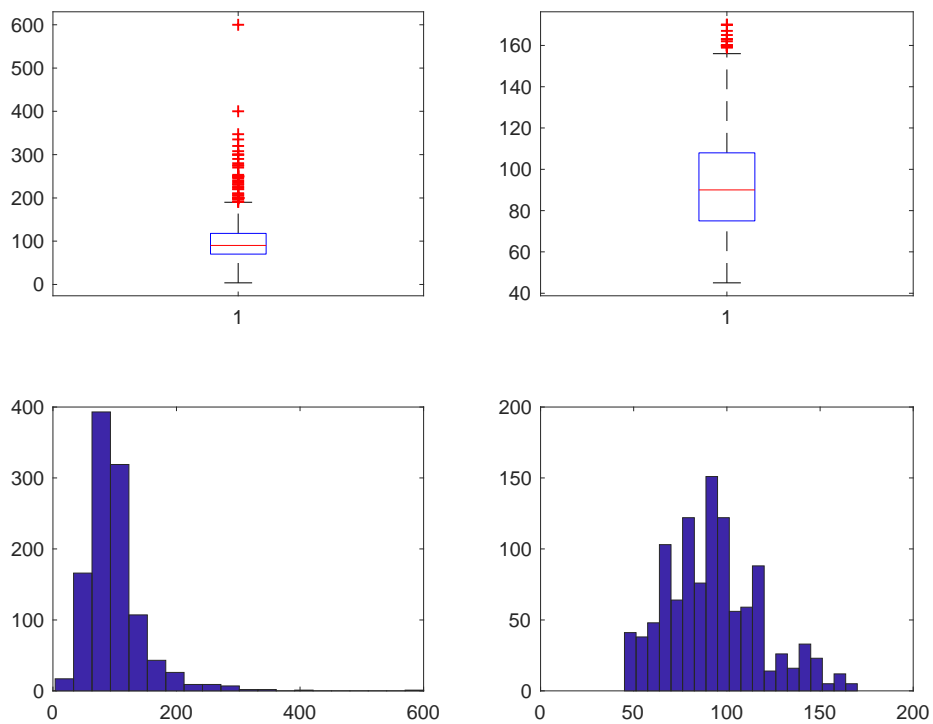


Figure 302. Superficie LEGNO-VETRO NON ESISTENTE

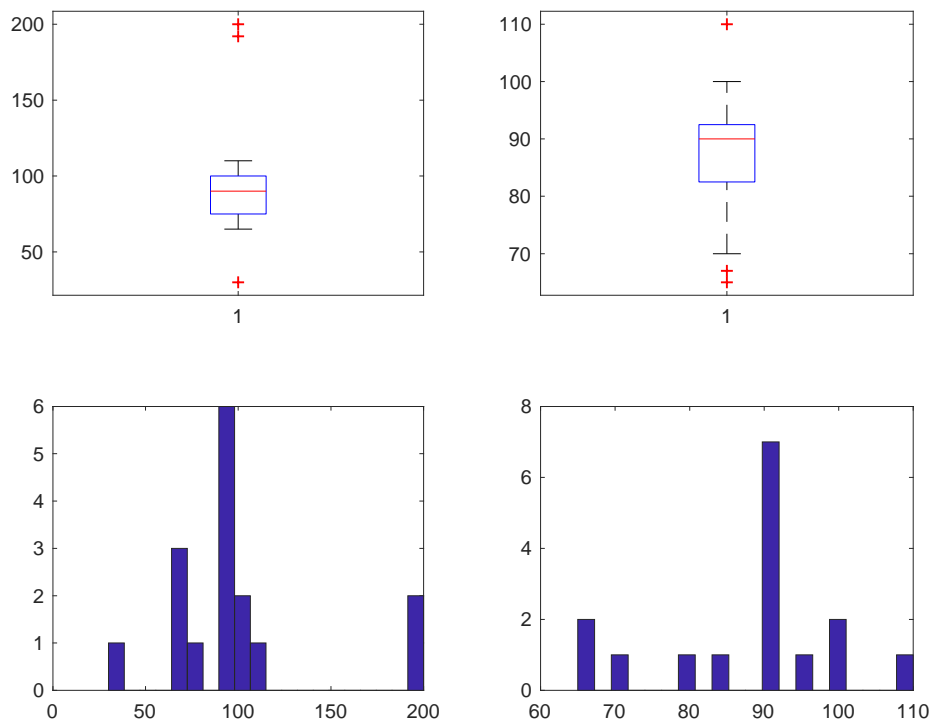
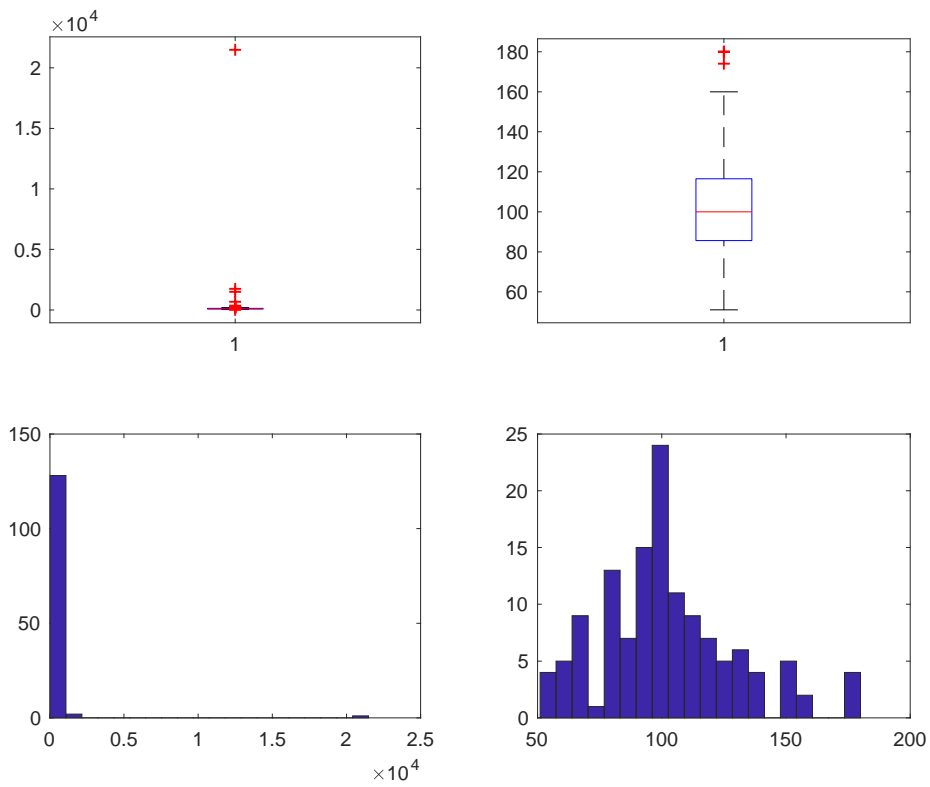
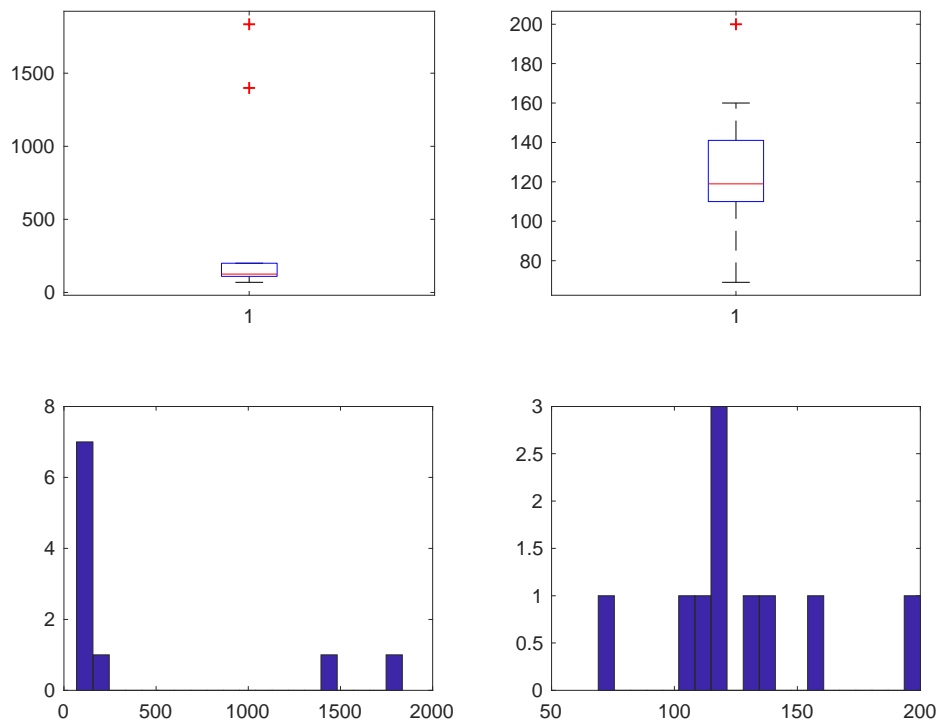


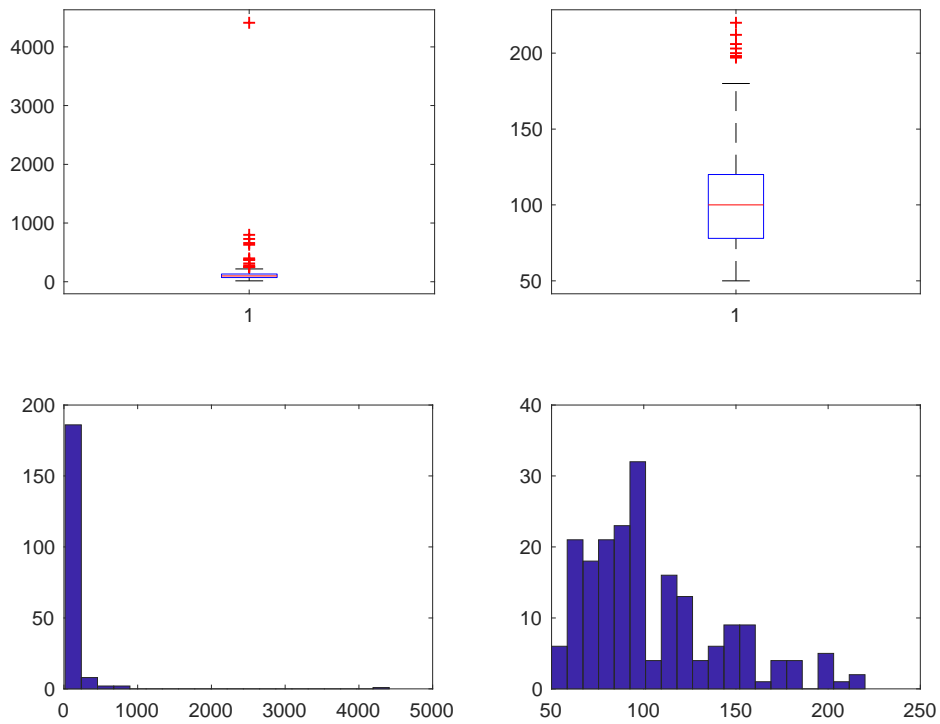
Figura 303. Superficie METALLO NO TERMICO-SINGOLO



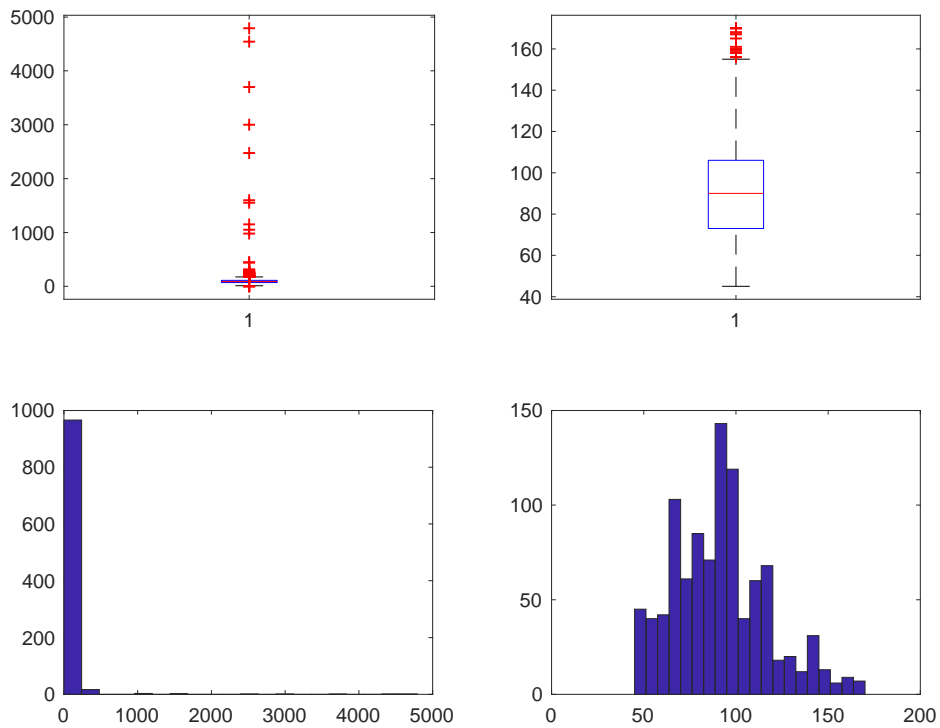
**Figura 304. Superficie METALLO NO TERMICO-DOPPIO**



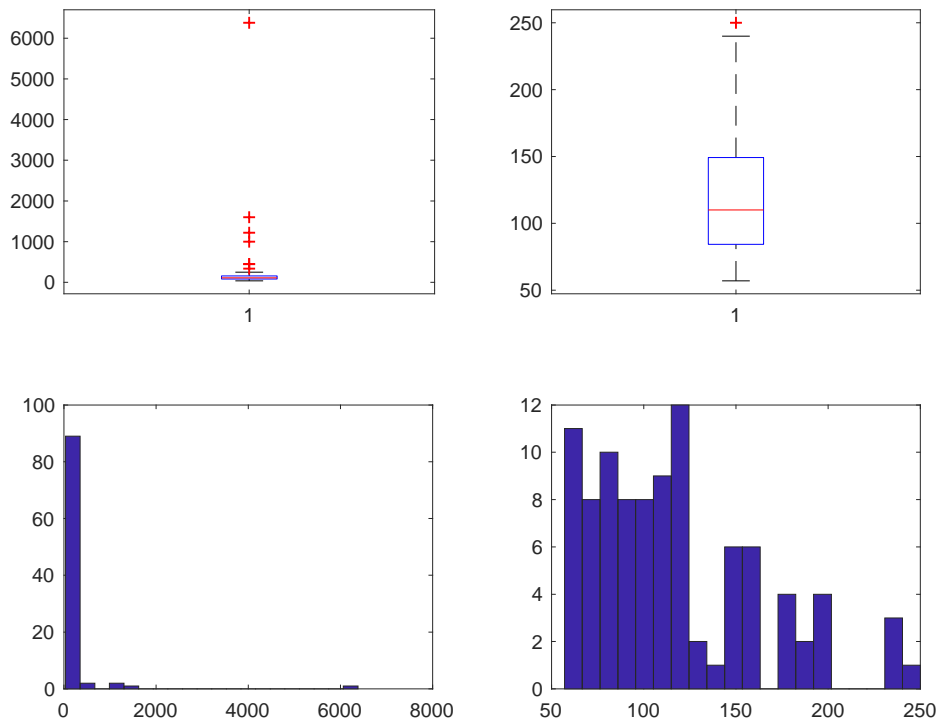
**Figura 305. Superficie METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



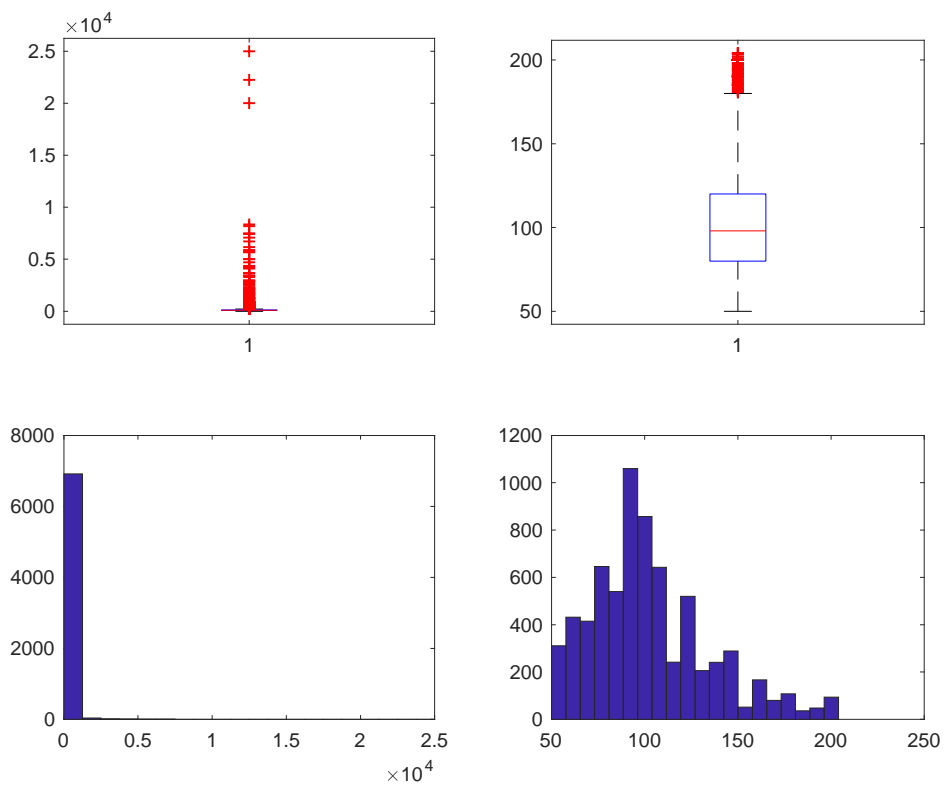
**Figura 306. Superficie METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



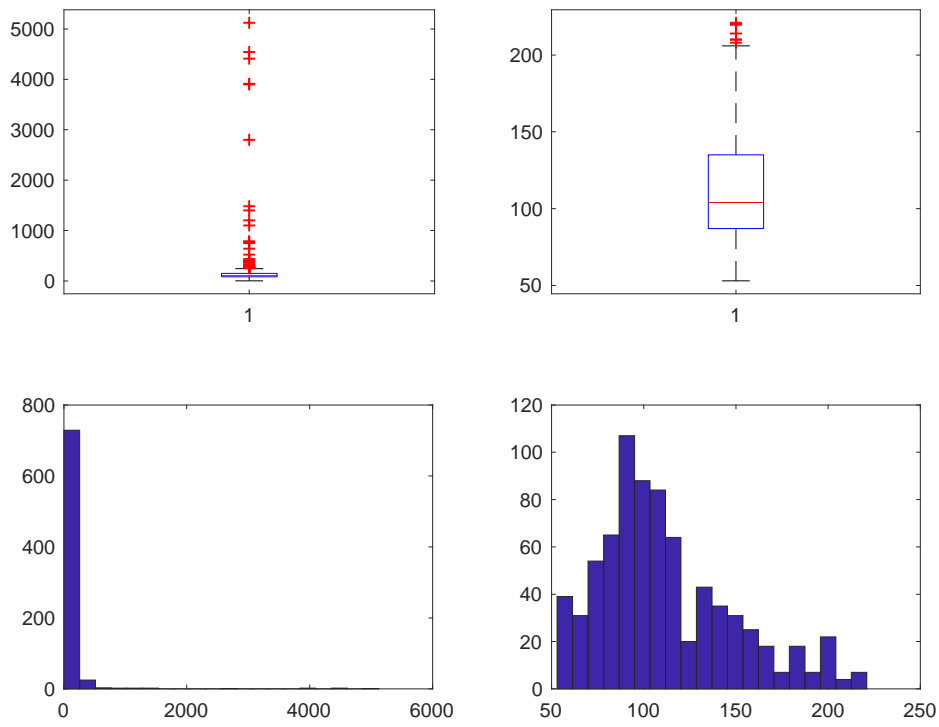
**Figura 307. Superficie METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



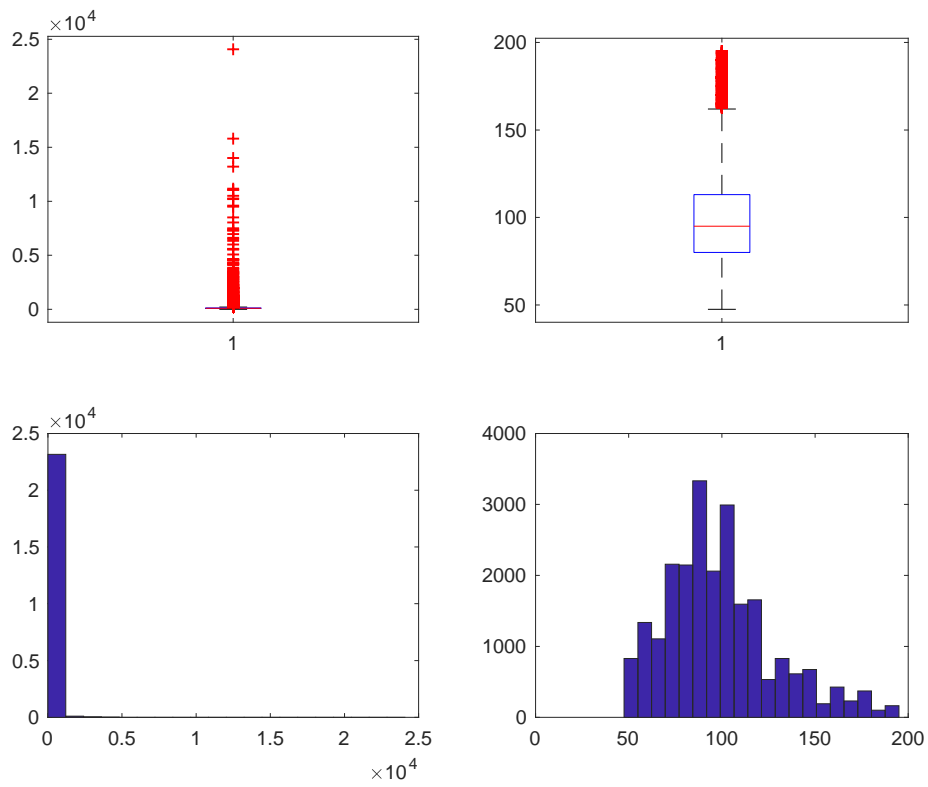
**Figura 308. Superficie METALLO TERMICO-SINGOLO**



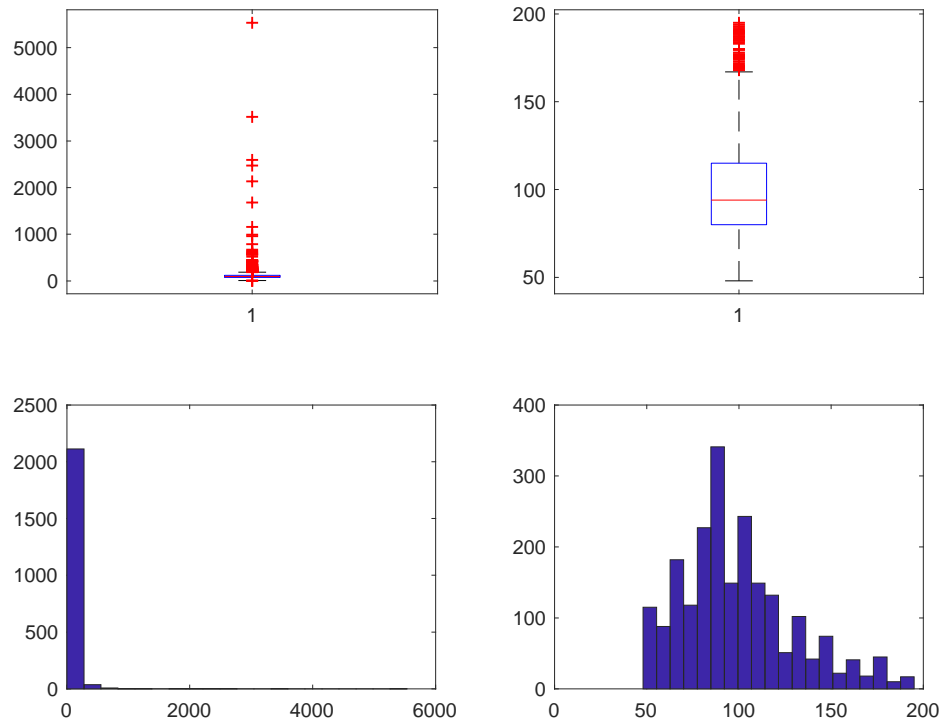
**Figura 309. Superficie METALLO TERMICO-DOPPIO**



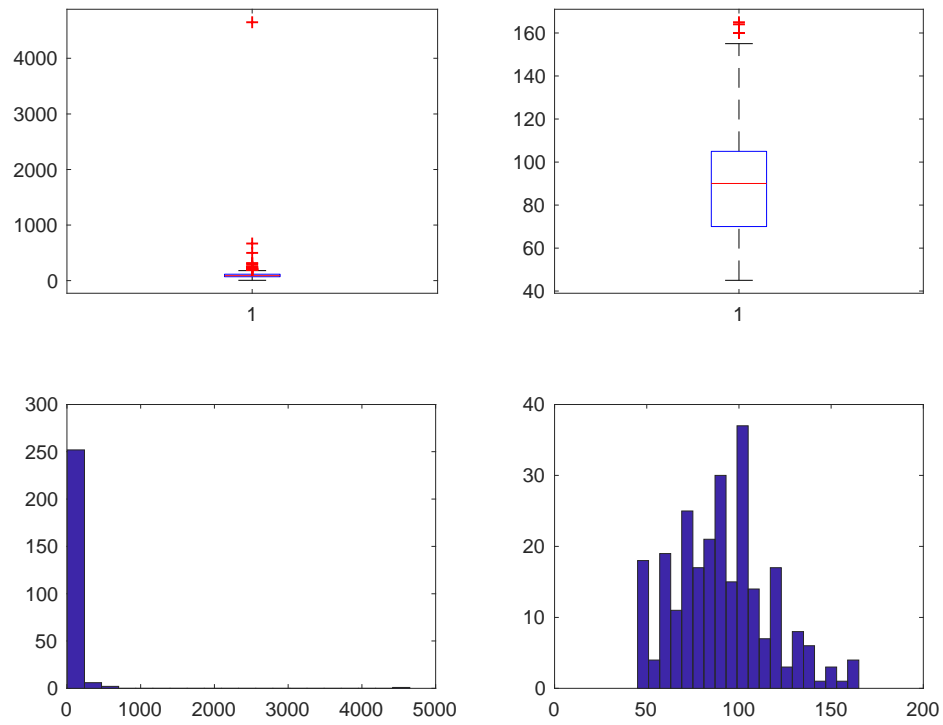
**Figura 310. Superficie METALLO TERMICO-TRIPLO**



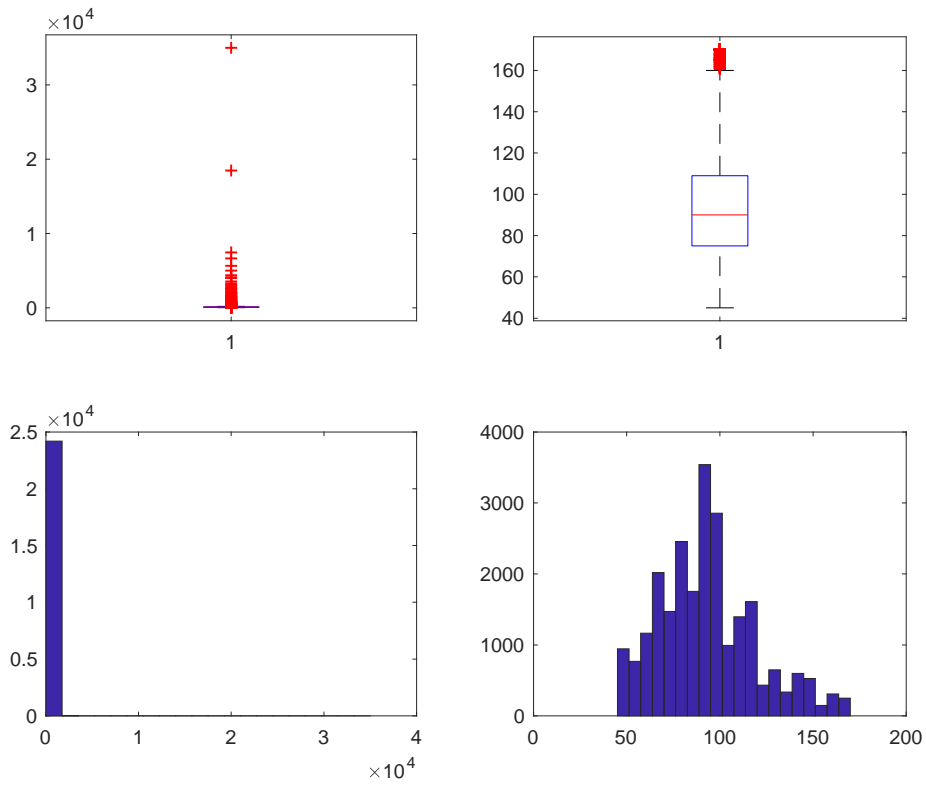
**Figura 311. Superficie METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



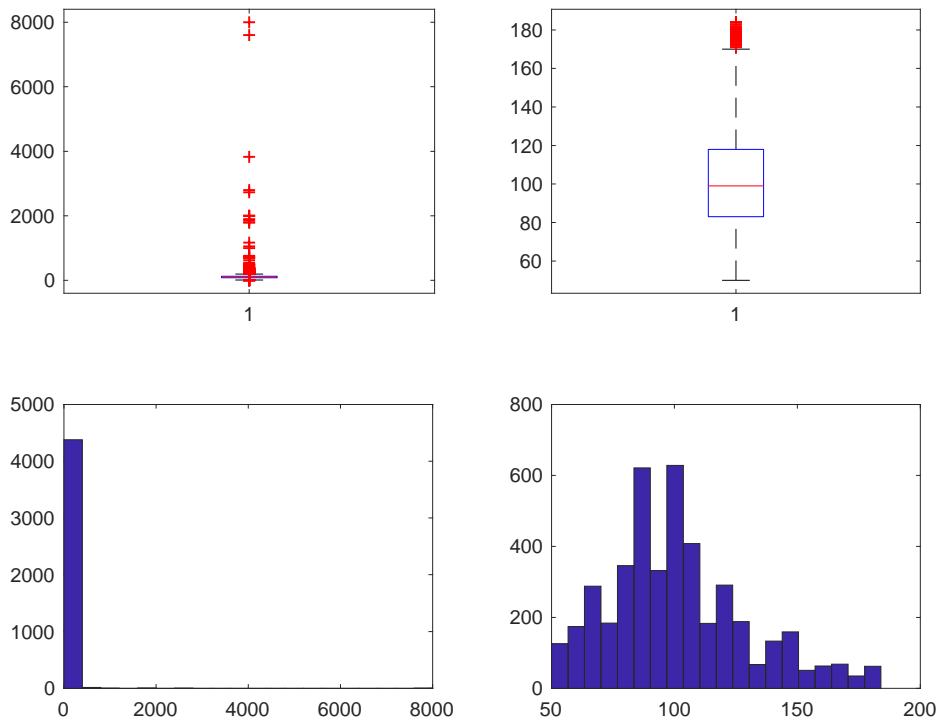
**Figura 312. Superficie METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



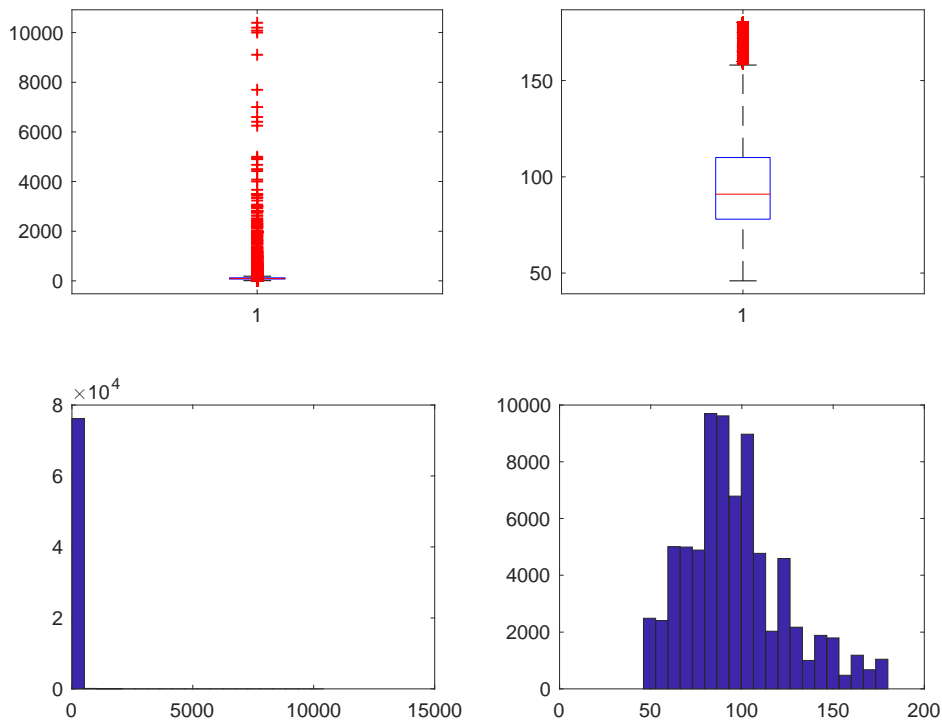
**Figura 313. Superficie PVC-SINGOLO**



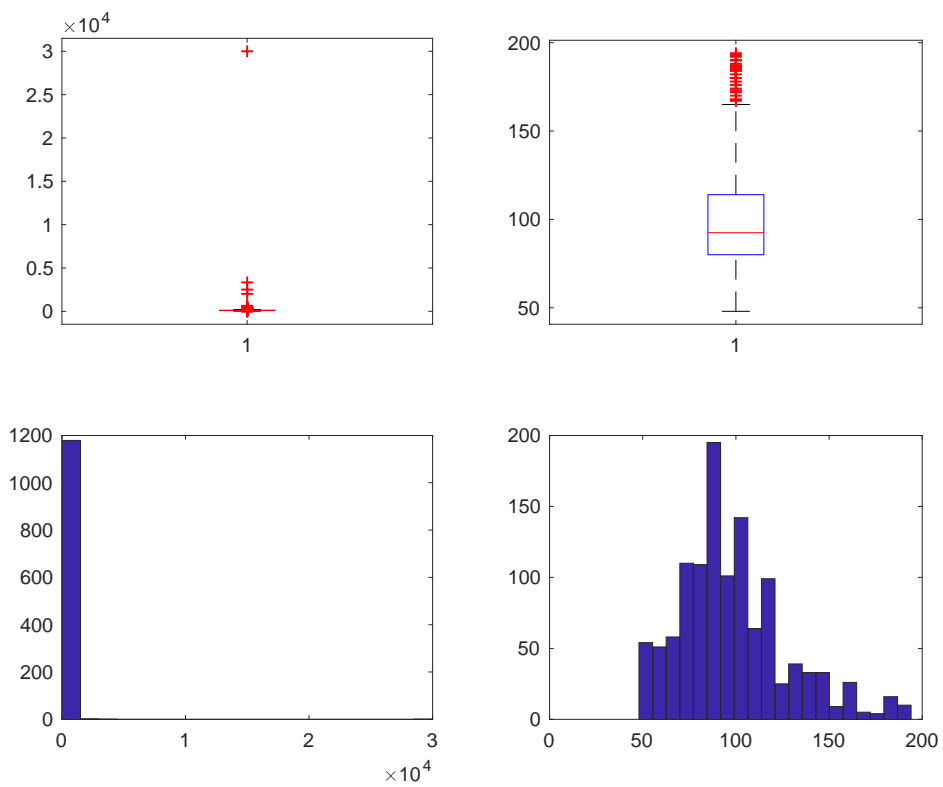
**Figura 314. Superficie PVC-DOPPIO**



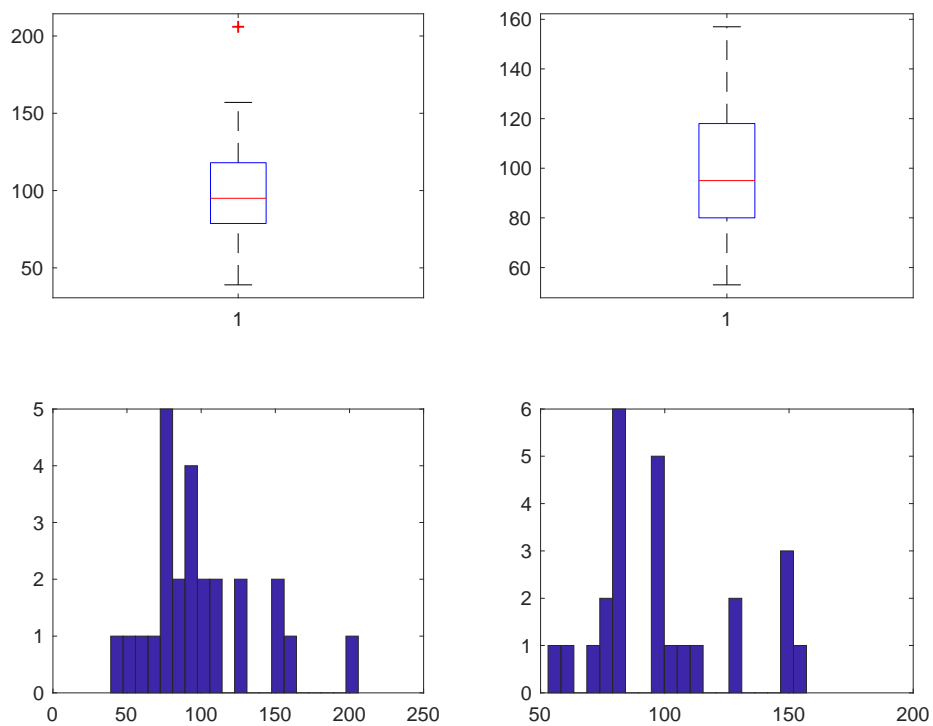
**Figura 315. Superficie PVC-TRIPLO**



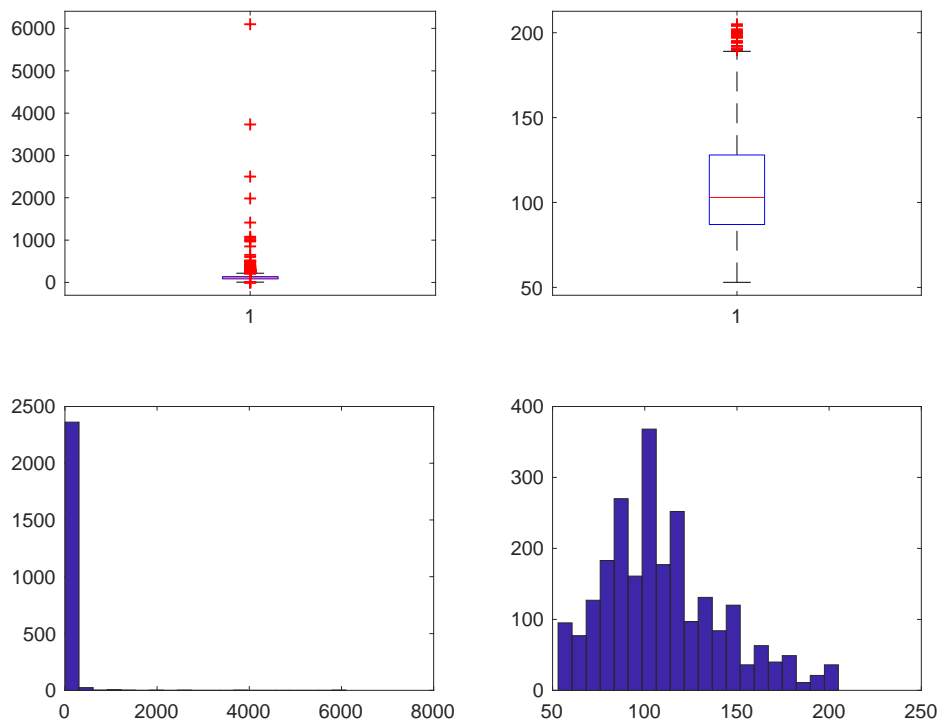
**Figura 316. Superficie PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**



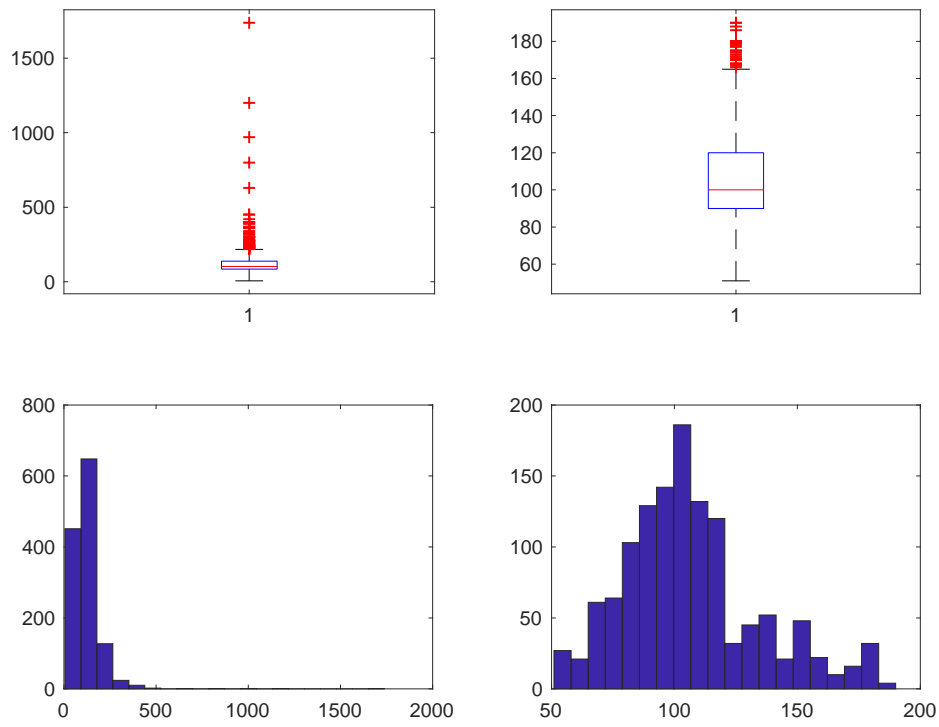
**Figura 317. Superficie PVC-VETRO NON ESISTENTE**



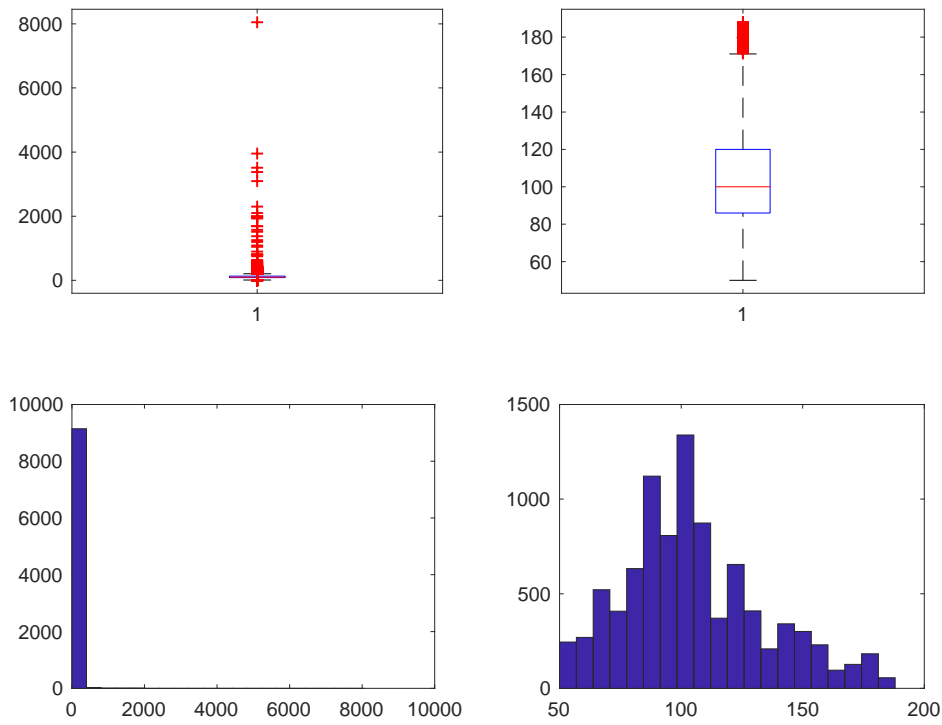
**Figura 318. Superficie MISTO-SINGOLO**



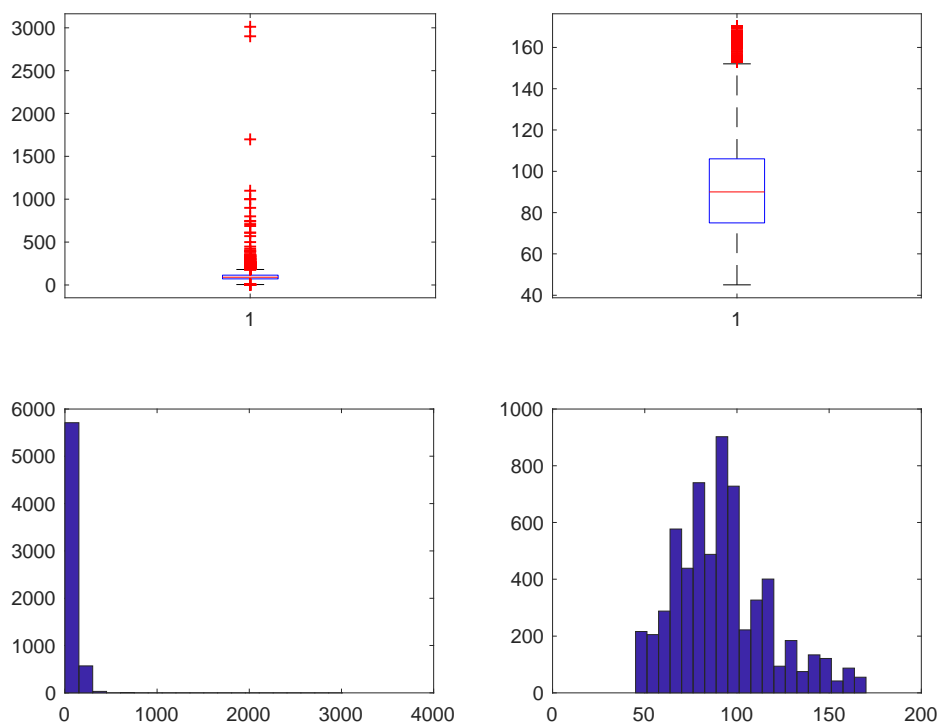
**Figura 319. Superficie MISTO-DOPPIO**



**Figura 320. Superficie MISTO-TRIPLO**



**Figura 321. Superficie MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



**Figura 322. Superficie MISTO-VETRO NON ESISTENTE**

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare” e per “superficie”.

Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

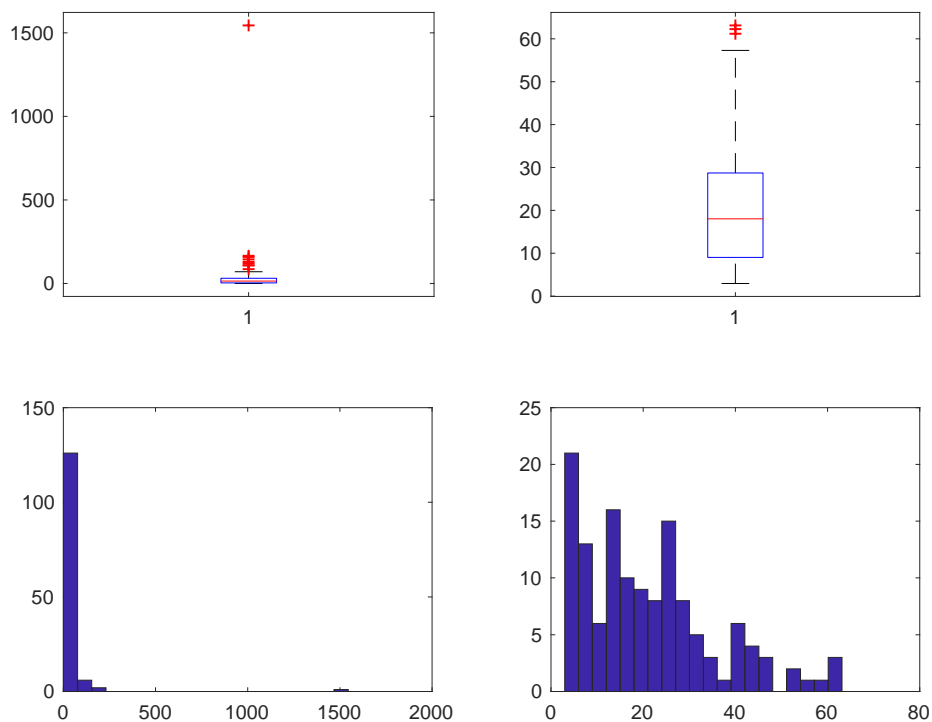
I risultati più immediati sono:

- RISPARMIO: 39 imputazioni (1;1), 1097 imputazioni (1;2), 248 imputazioni (1;3), 2600 imputazioni (1;4), 236 imputazioni (1;5), 4 imputazioni (2;1), 130 imputazioni (2;2), 3 imputazioni (2;3), 54 imputazioni (2;4), 114 imputazioni (2;5), 21 imputazioni (3;1), 1047 imputazioni (3;2), 123 imputazioni (3;3), 2954 imputazioni (3;4), 418 imputazioni (3;5), 49 imputazioni (4;1), 2478 imputazioni (4;2), 451 imputazioni (4;3), 6900 imputazioni (4;4), 202 imputazioni (4;5), 5 imputazioni (5;1), 330 imputazioni (5;2), 159 imputazioni (5;3), 1265 imputazioni (5;4), 1685 imputazioni (5;5).
- COSTO: 27 imputazioni (1;1), 697 imputazioni (1;2), 159 imputazioni (1;3), 1751 imputazioni (1;4), 164 imputazioni (1;5), 4 imputazioni (2;1), 13 imputazioni (2;2), 1 imputazione (2;3), 38 imputazioni (2;4), 77 imputazioni (2;5), 13 imputazioni (3;1), 745 imputazioni (3;2), 90 imputazioni (3;3), 2334 imputazioni (3;4), 267 imputazioni (3;5), 34 imputazioni (4;1), 2185 imputazioni (4;2), 364 imputazioni (4;3), 6119 imputazioni (4;4), 78

imputazioni (4;5), 2 imputazioni (5;1), 240 imputazioni (5;2), 106 imputazioni (5;3), 887 imputazioni (5;4), 1255 imputazioni (5;5).

- **COSTO/RISPARMIO** per imputare **COSTO**: 30 imputazioni (1;1), 904 imputazioni (1;2), 160 imputazioni (1;3), 2044 imputazioni (1;4), 171 imputazioni (1;5), 3 imputazioni (2;1), 21 imputazioni (2;2), 3 imputazioni (2;3), 27 imputazioni (2;4), 90 imputazioni (2;5), 16 imputazioni (3;1), 778 imputazioni (3;2), 74 imputazioni (3;3), 2080 imputazioni (3;4), 312 imputazioni (3;5), 47 imputazioni (4;1), 2540 imputazioni (4;2), 361 imputazioni (4;3), 6619 imputazioni (4;4), 142 imputazioni (4;5), 5 imputazioni (5;1), 240 imputazioni (5;2), 94 imputazioni (5;3), 815 imputazioni (5;4), 956 imputazioni (5;5).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 323. Risparmio LEGNO-SINGOLO**

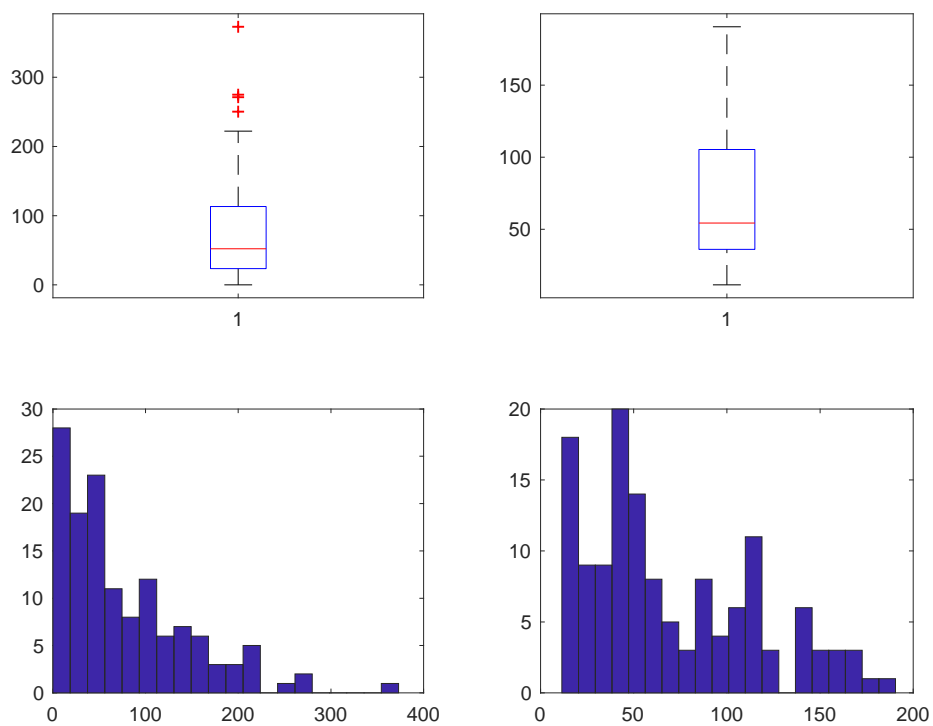


Figura 324. Costo LEGNO-SINGOLO

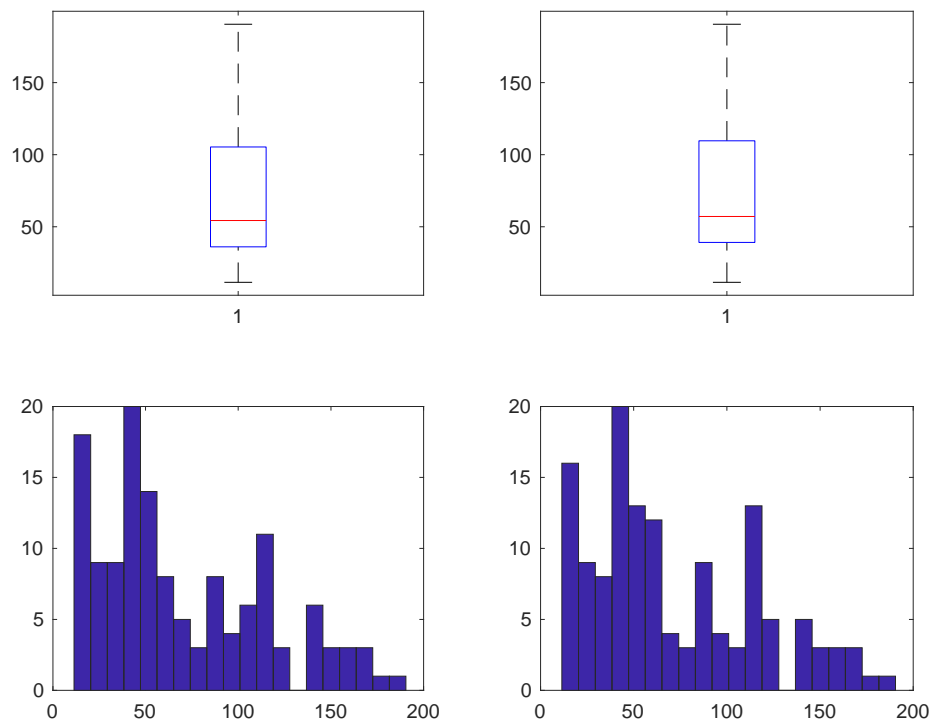
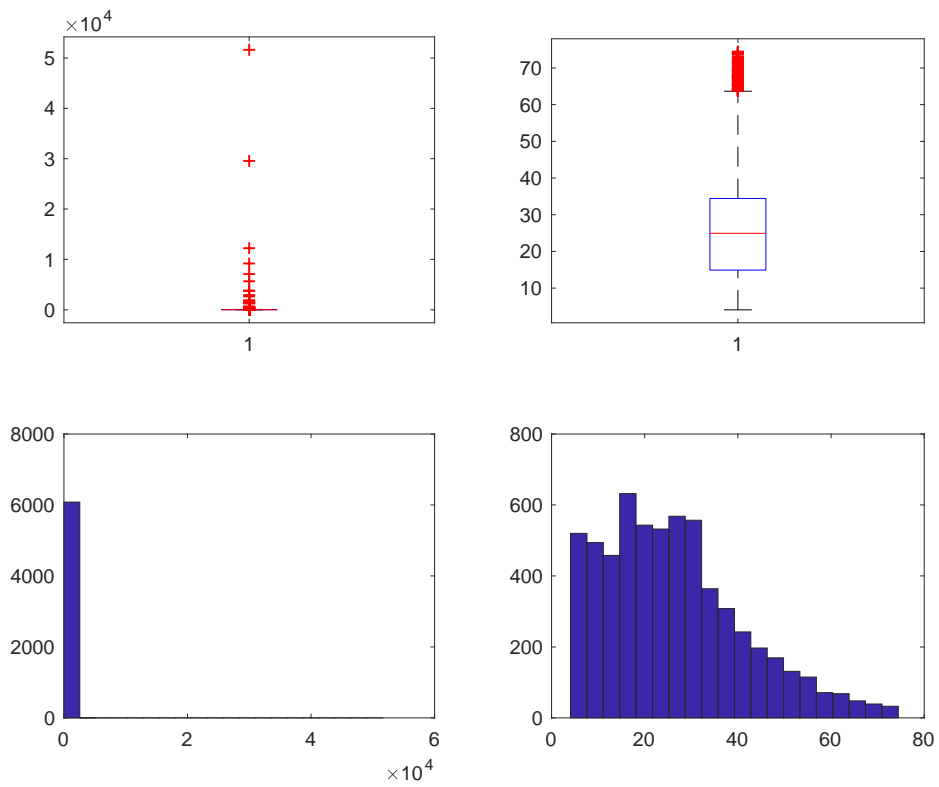
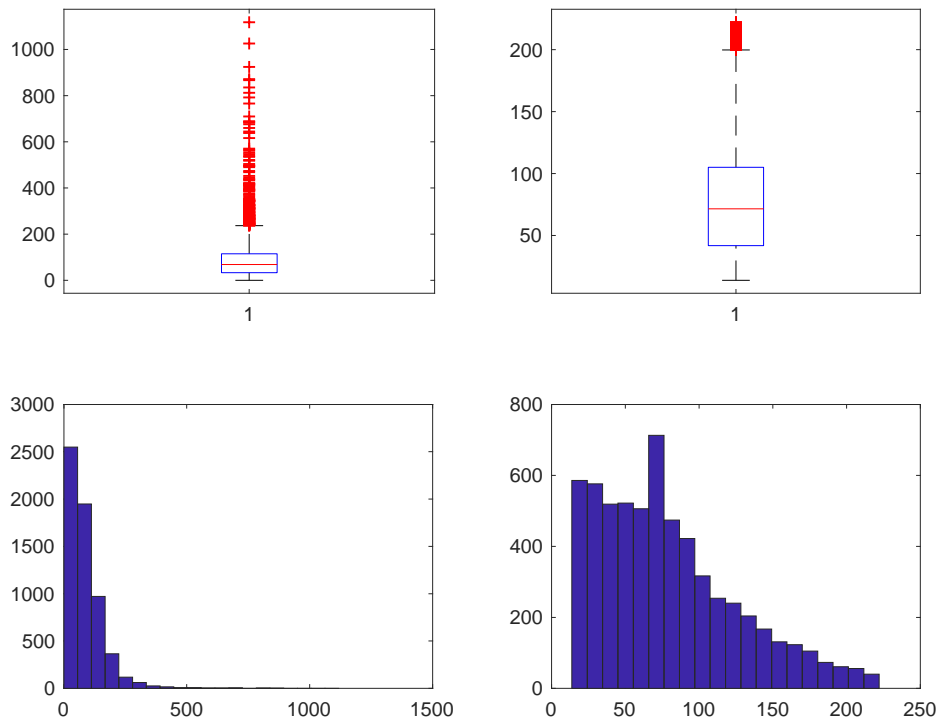


Figura 325. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-SINGOLO



**Figura 326. Risparmio LEGNO-DOPPIO**



**Figura 327. Costo LEGNO-DOPPIO**

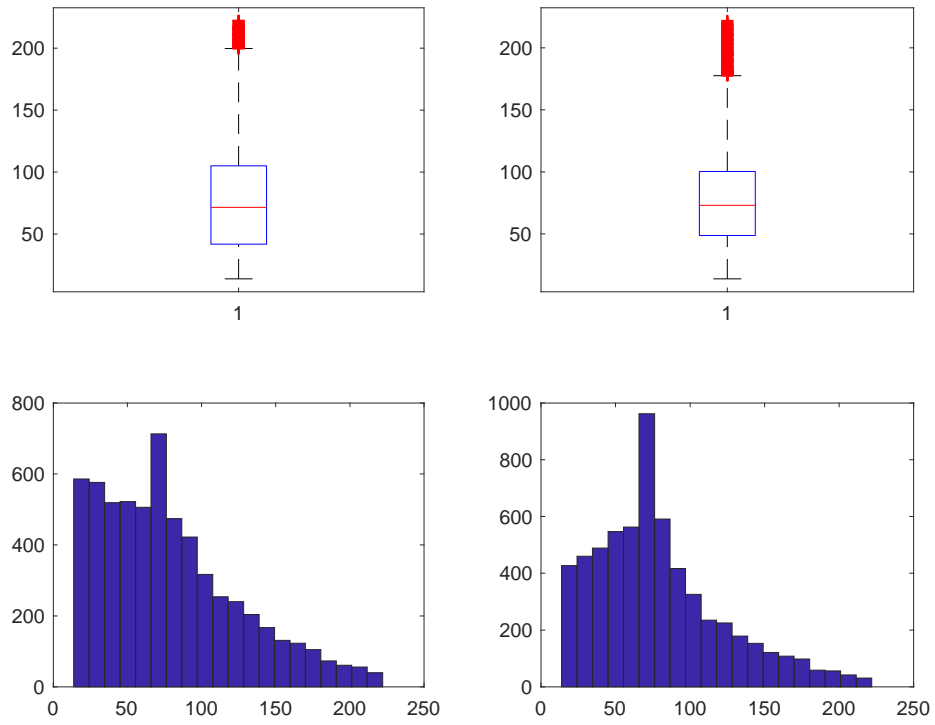


Figura 328. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-DOPPIO

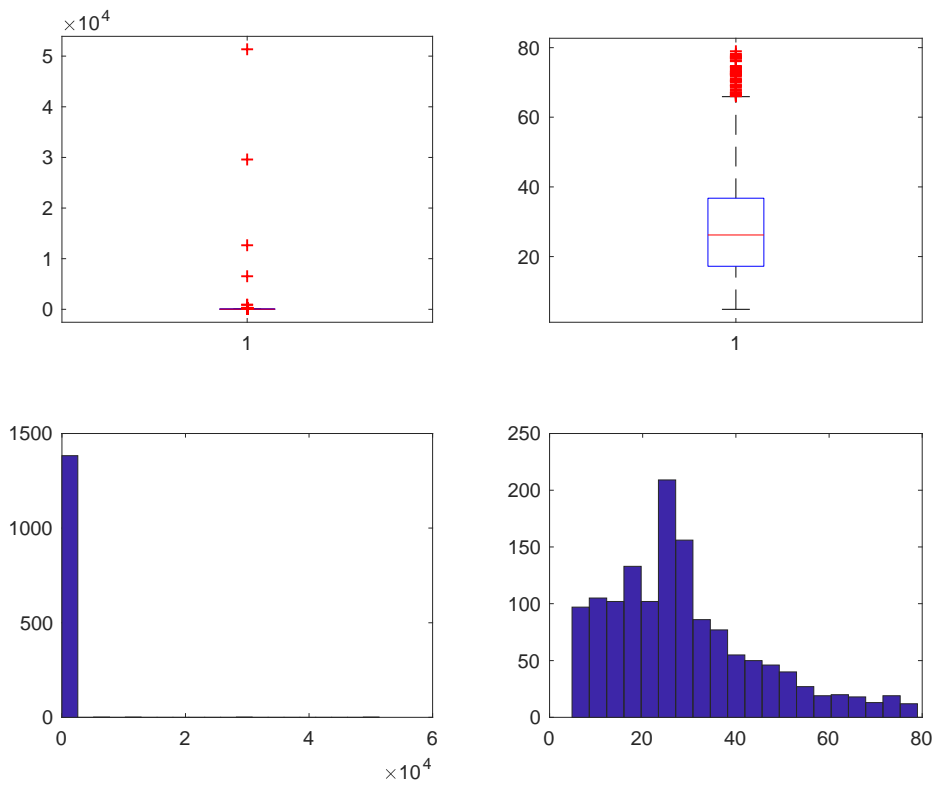
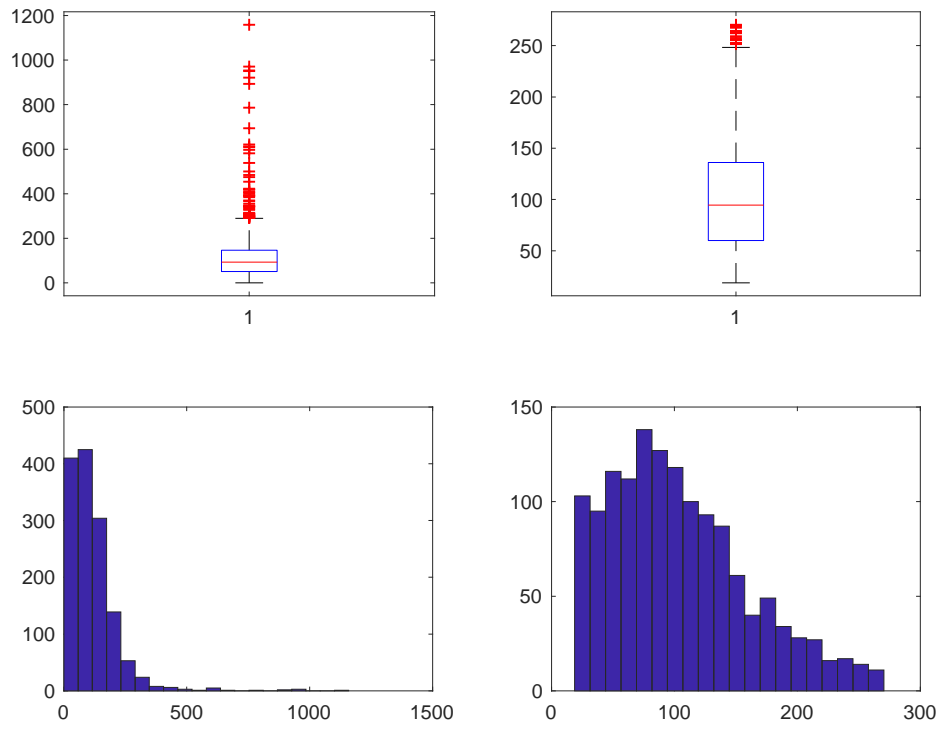
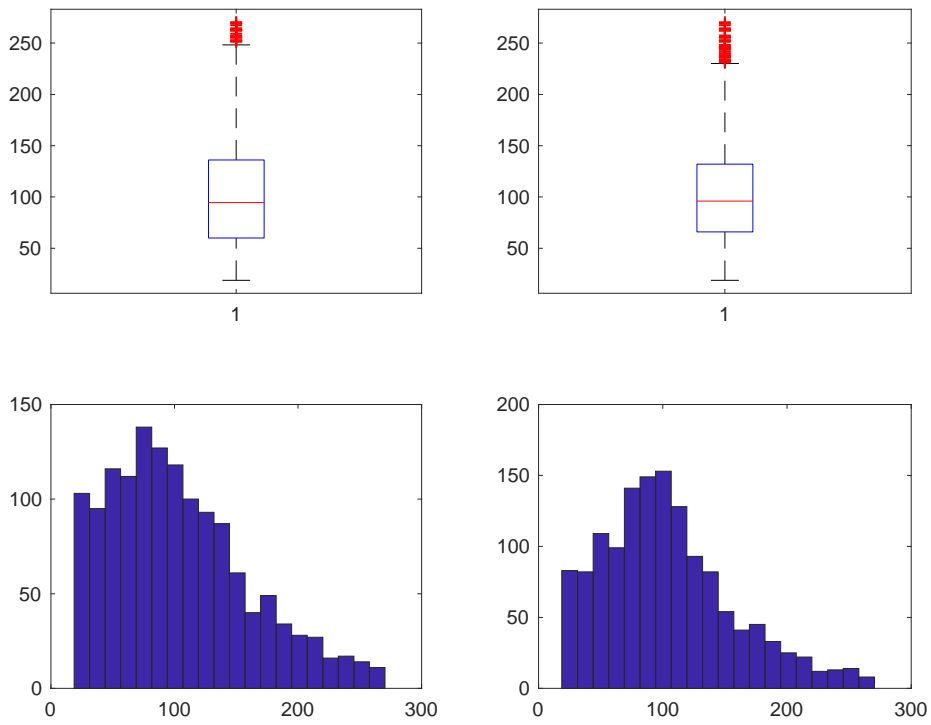


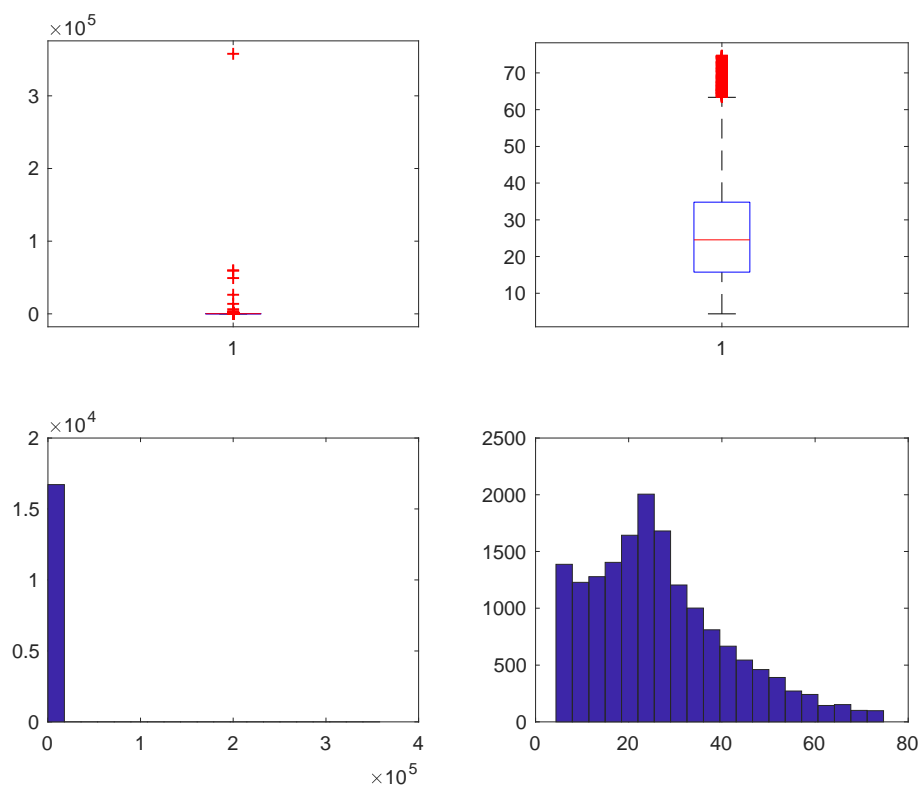
Figura 329. Risparmio LEGNO-TRIPLO



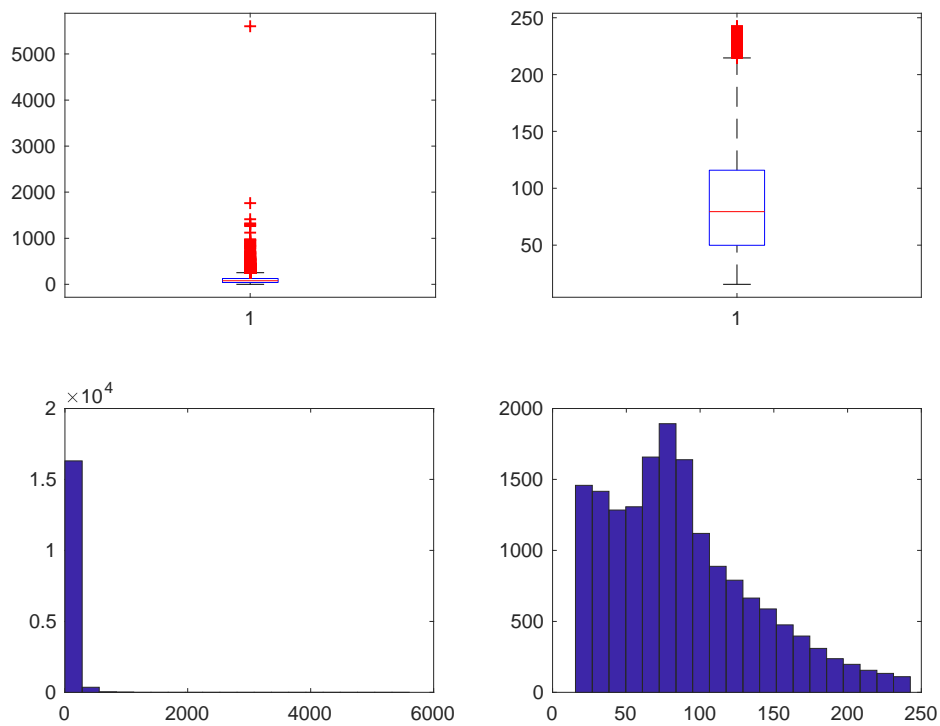
**Figura 330. Costo LEGNO-TRIPLO**



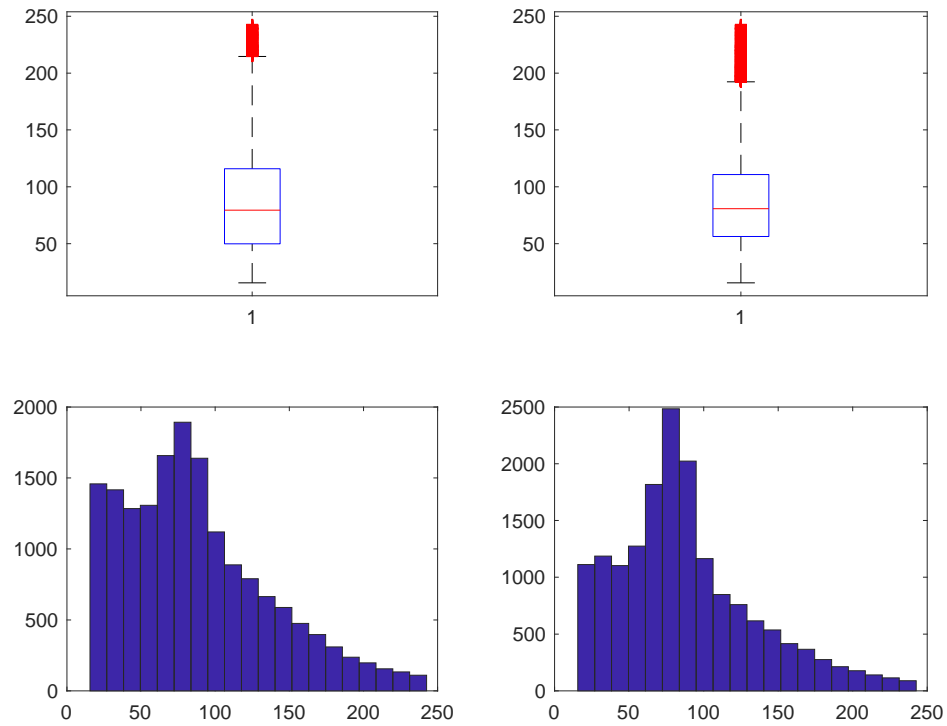
**Figura 331. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-TRIPLO**



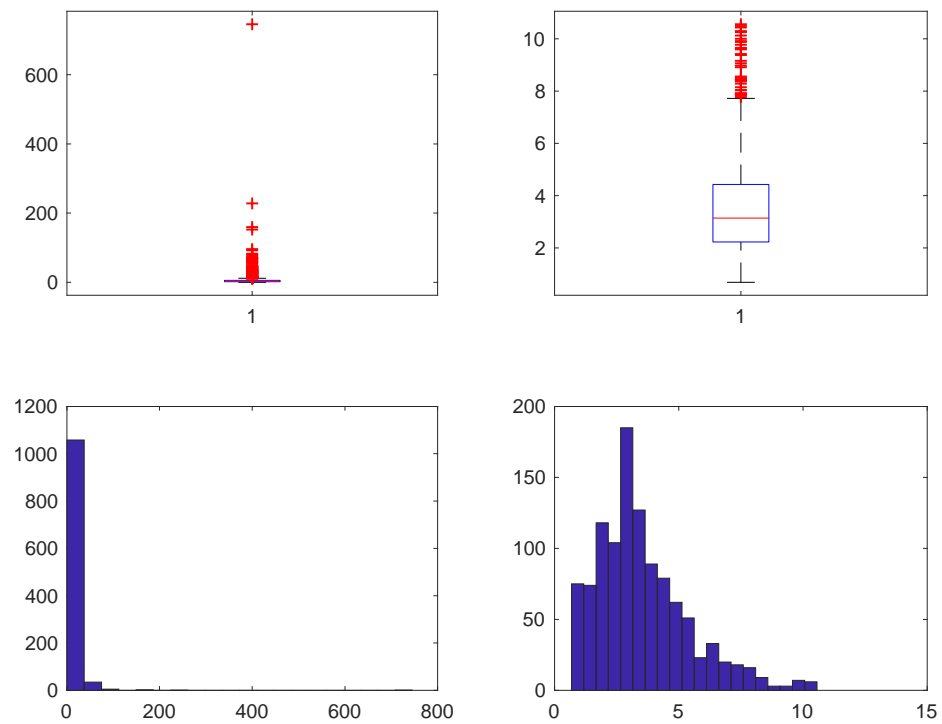
**Figura 332. Risparmio LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



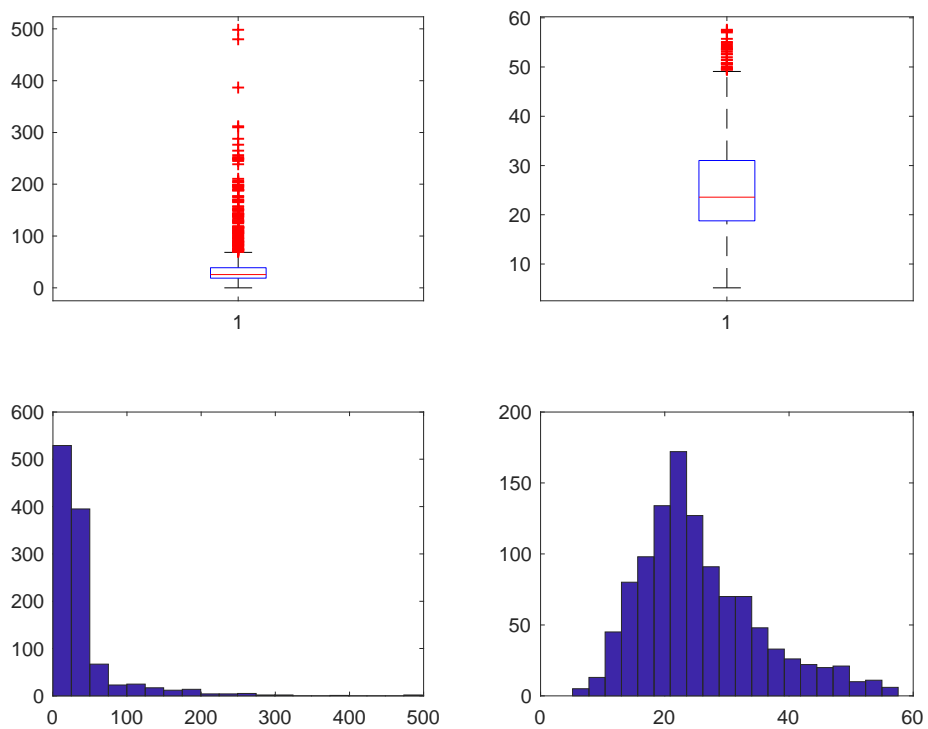
**Figura 333. Costo LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



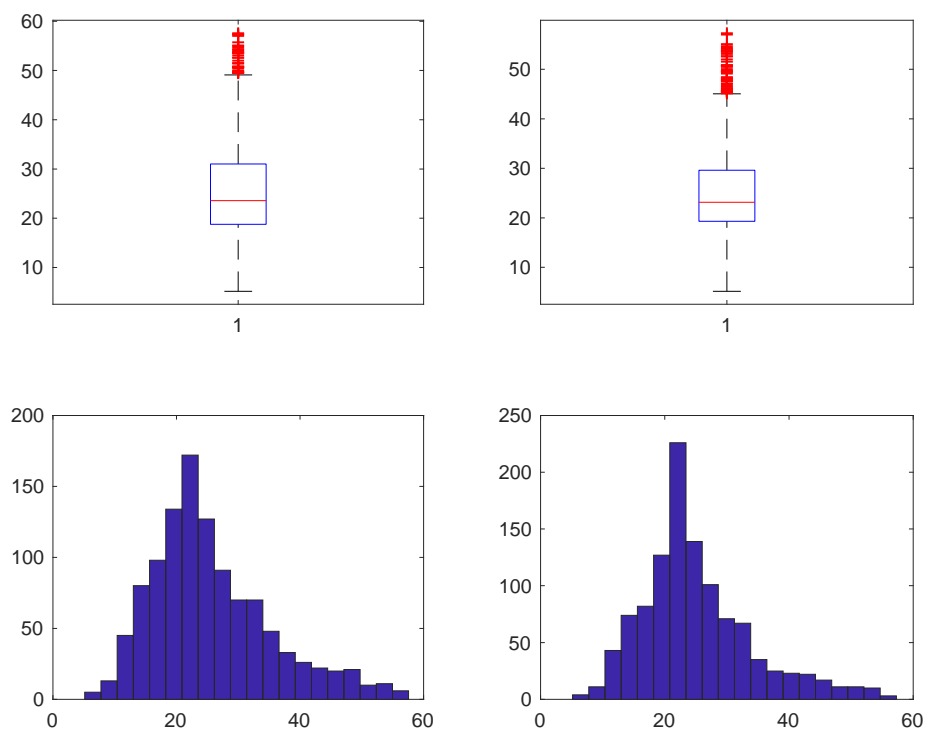
**Figura 334. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



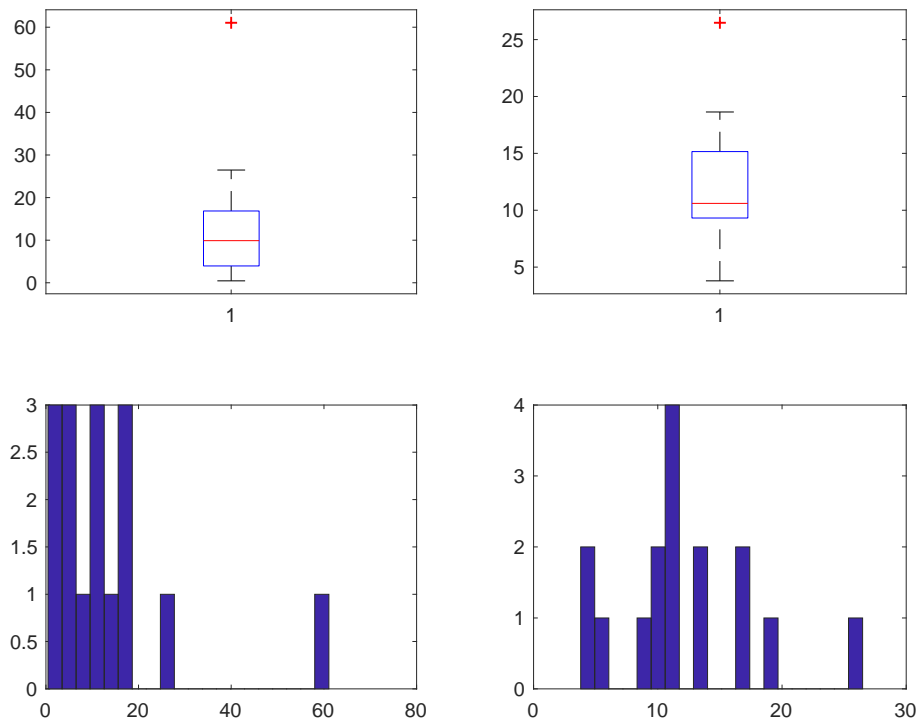
**Figura 335. Risparmio LEGNO-VETRO NON ESISTENTE**



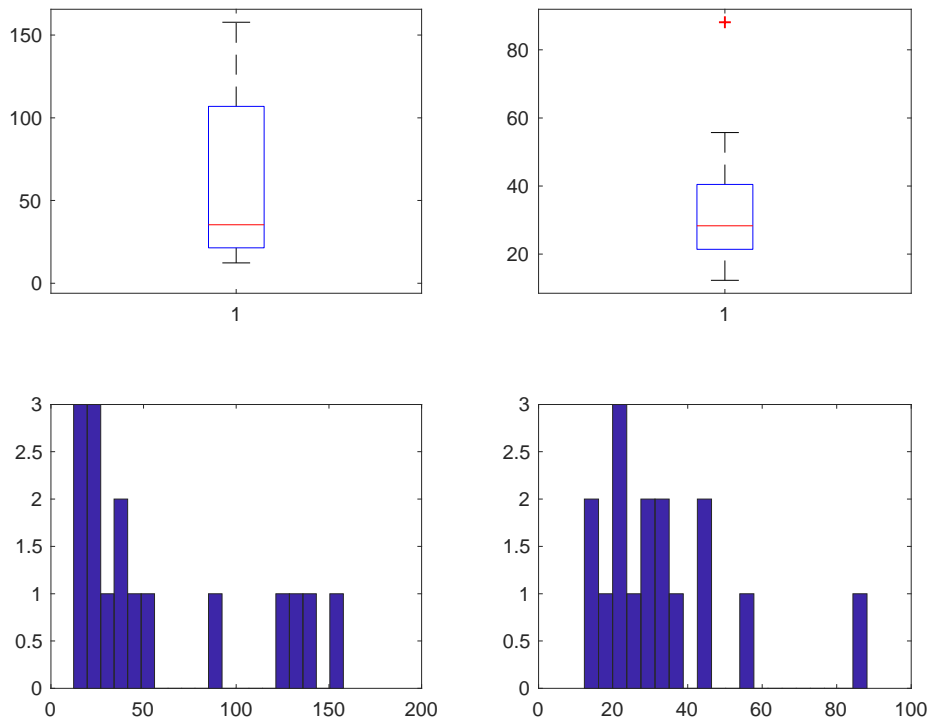
**Figura 336. Costo LEGNO-VETRO NON ESISTENTE**



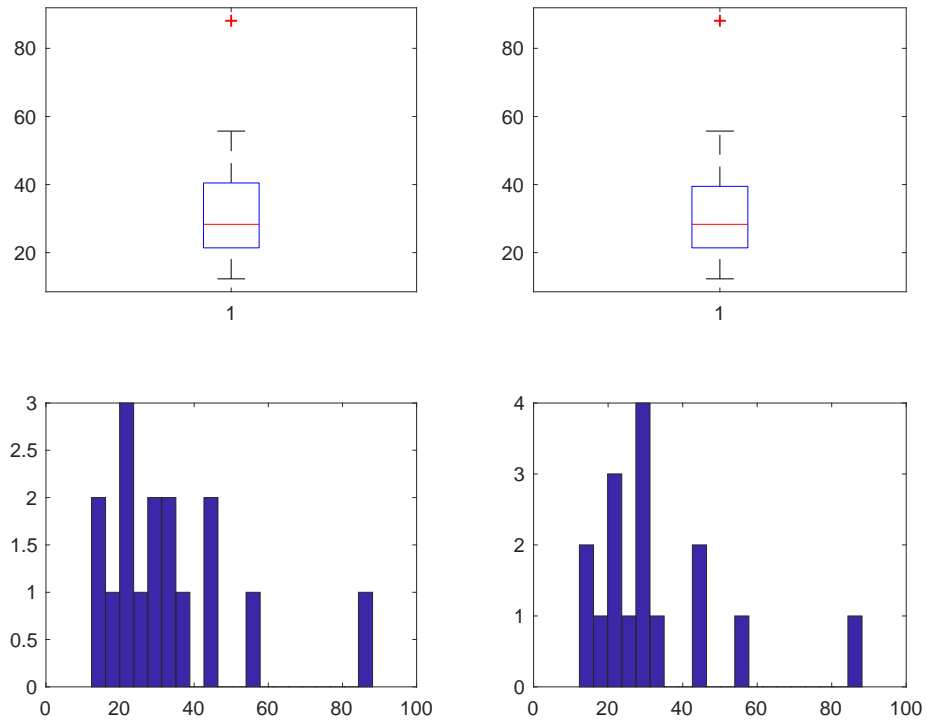
**Figura 337. Costo dopo studio Costo/Risparmio LEGNO-VETRO NON ESISTENTE**



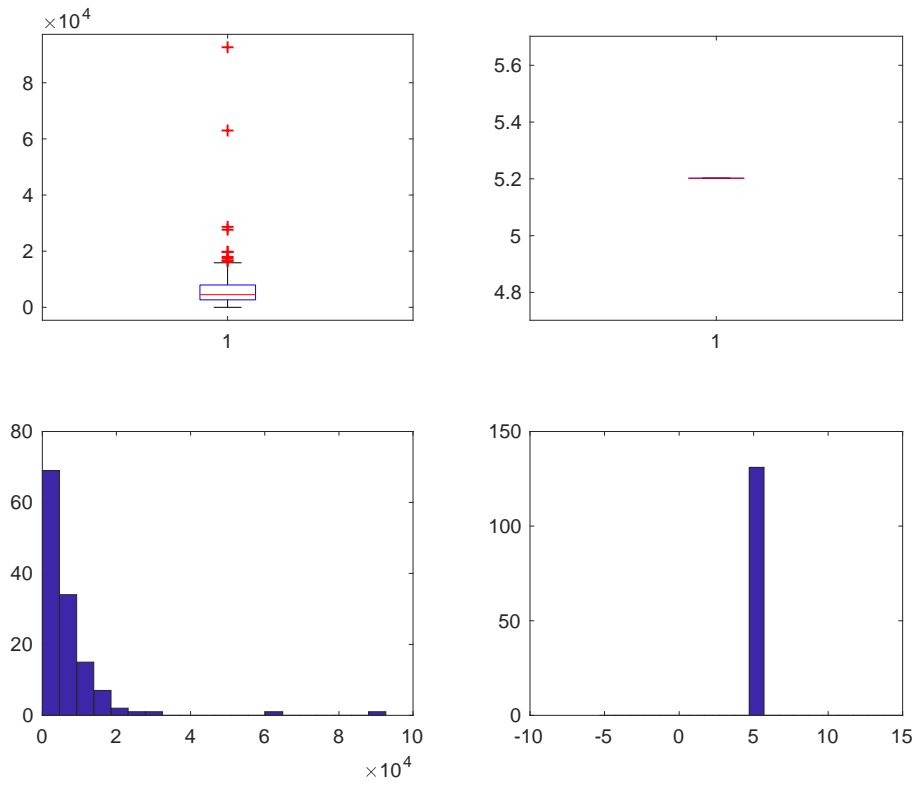
**Figura 338. Risparmio METALLO NO TERMICO-SINGOLO**



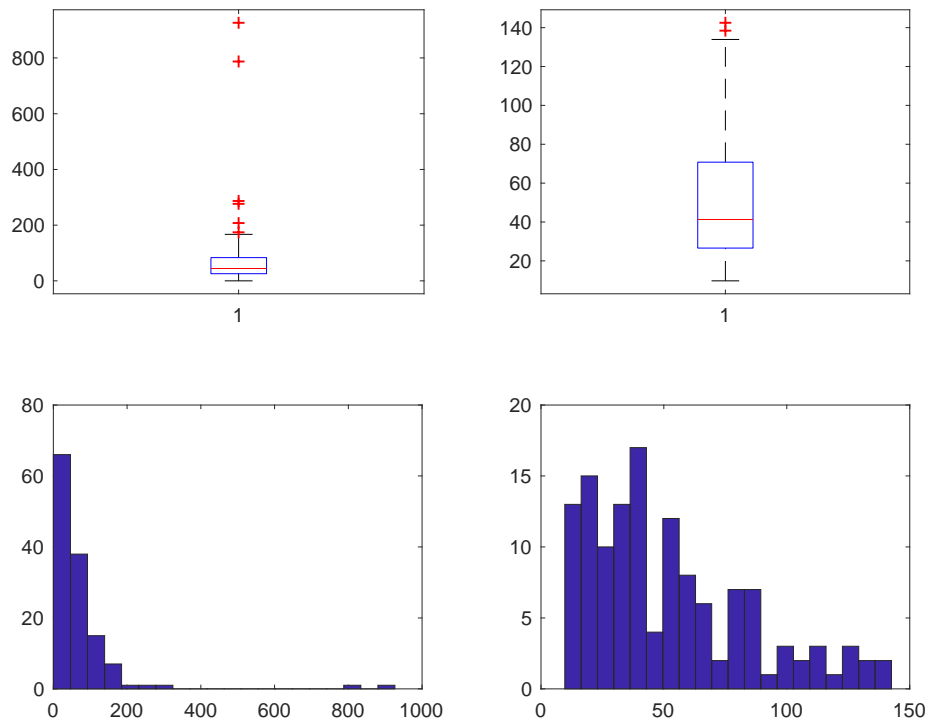
**Figura 339. Costo METALLO NO TERMICO-SINGOLO**



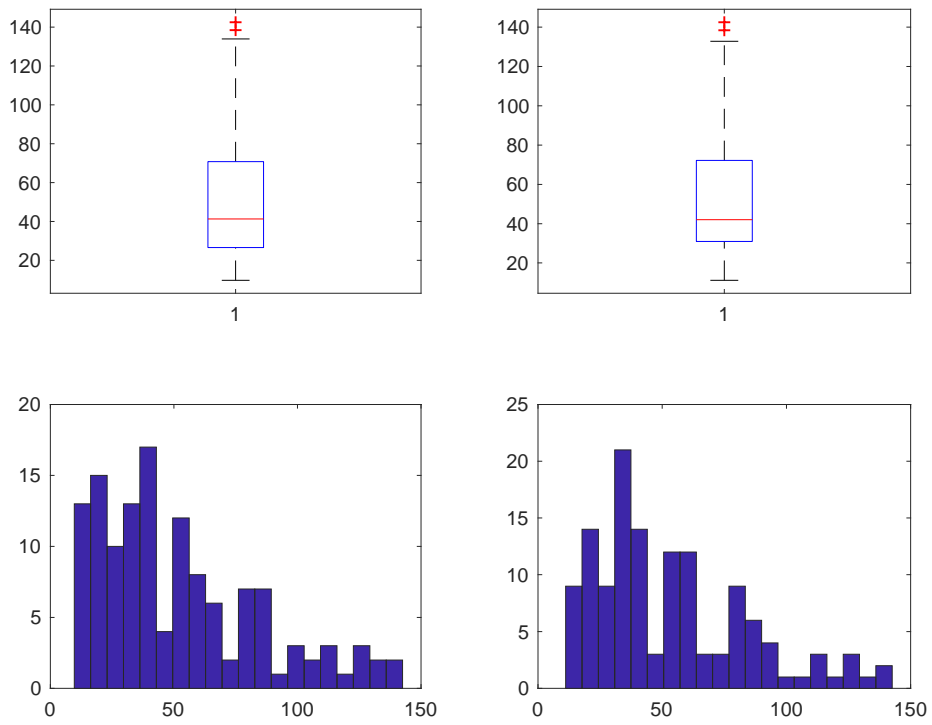
**Figura 340. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-SINGOLO**



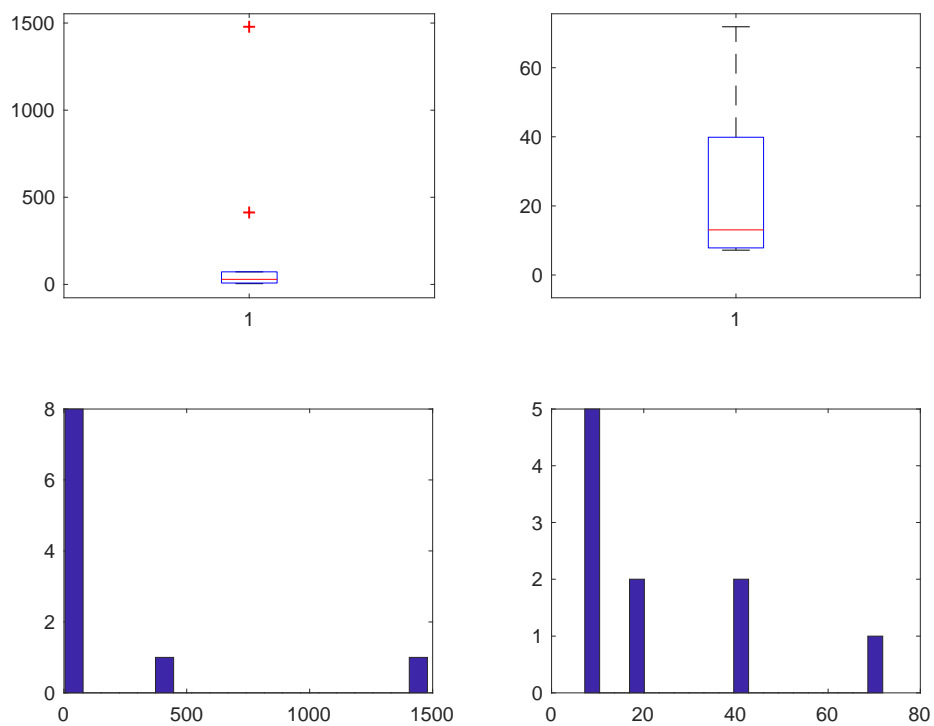
**Figura 341. Risparmio METALLO NO TERMICO-DOPPIO**



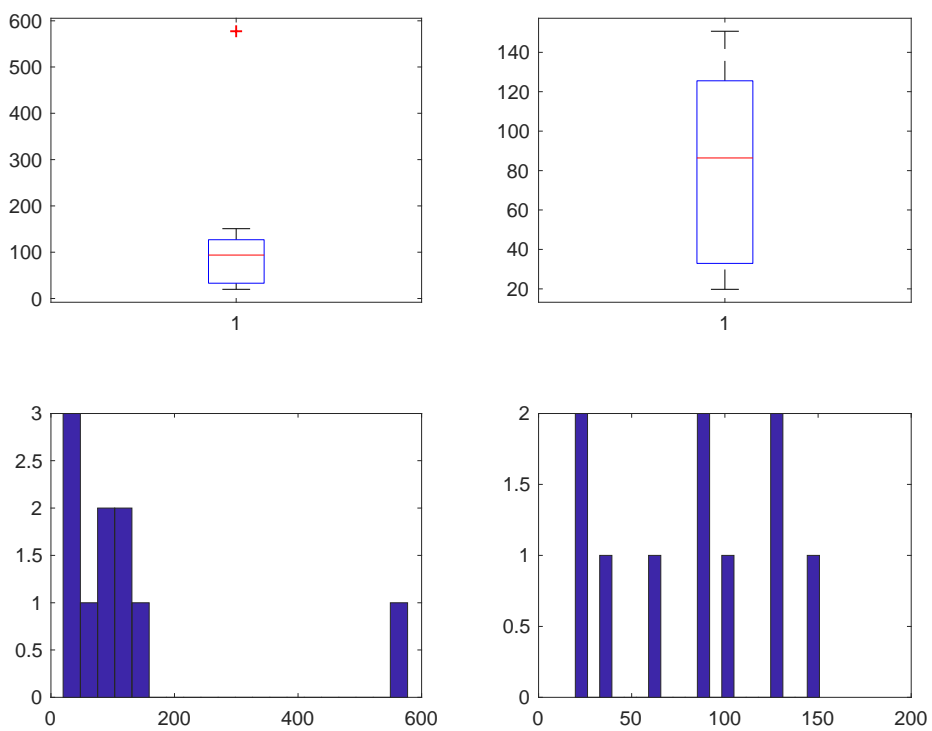
**Figura 342. Costo METALLO NO TERMICO-DOPPIO**



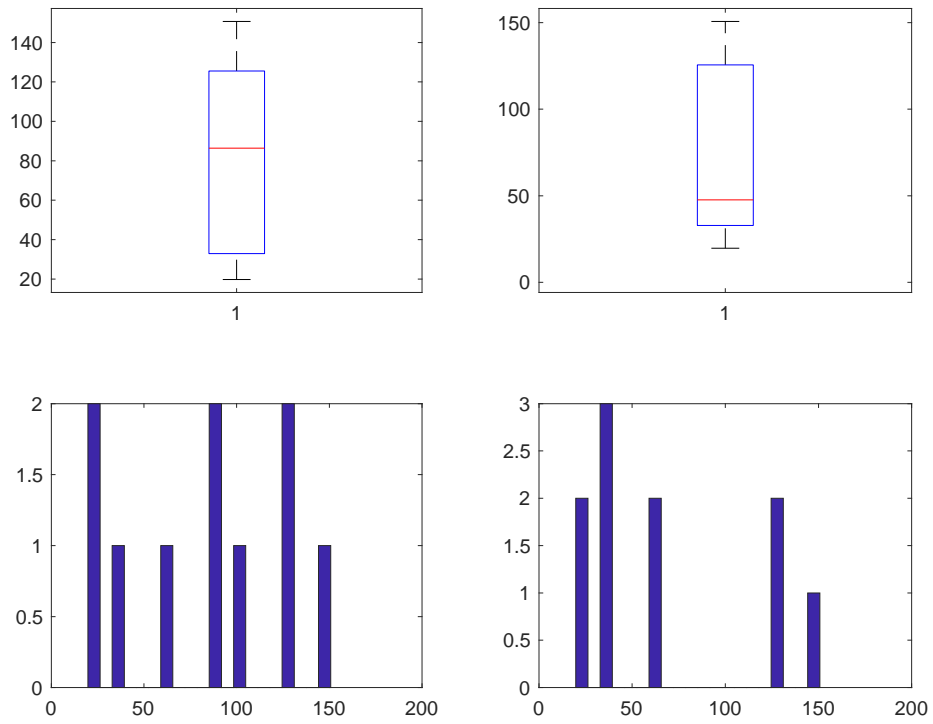
**Figura 343. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-DOPPIO**



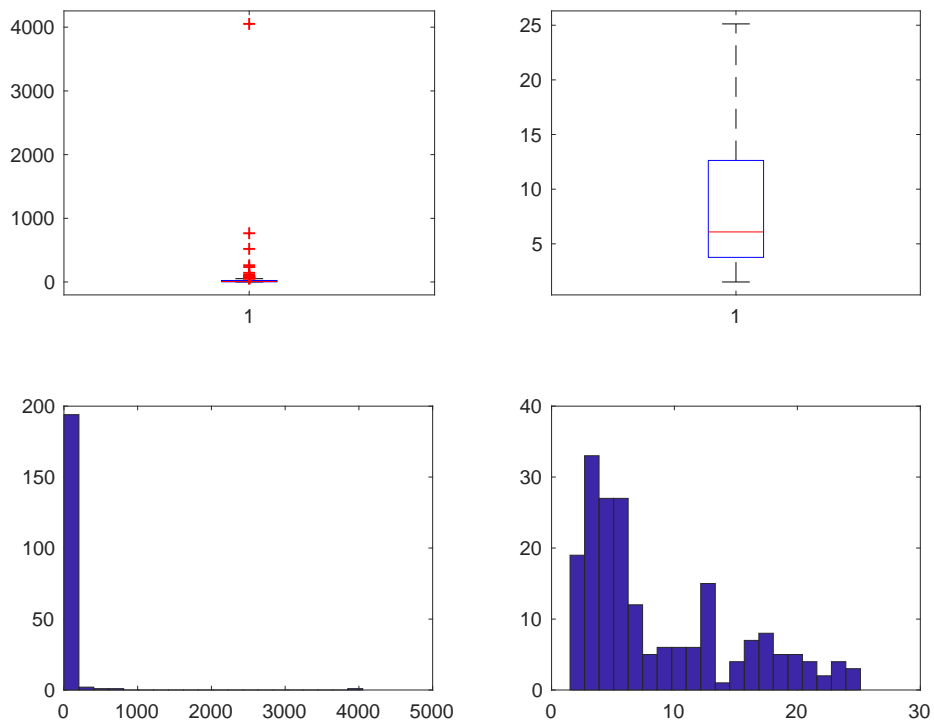
**Figura 344. Risparmio METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



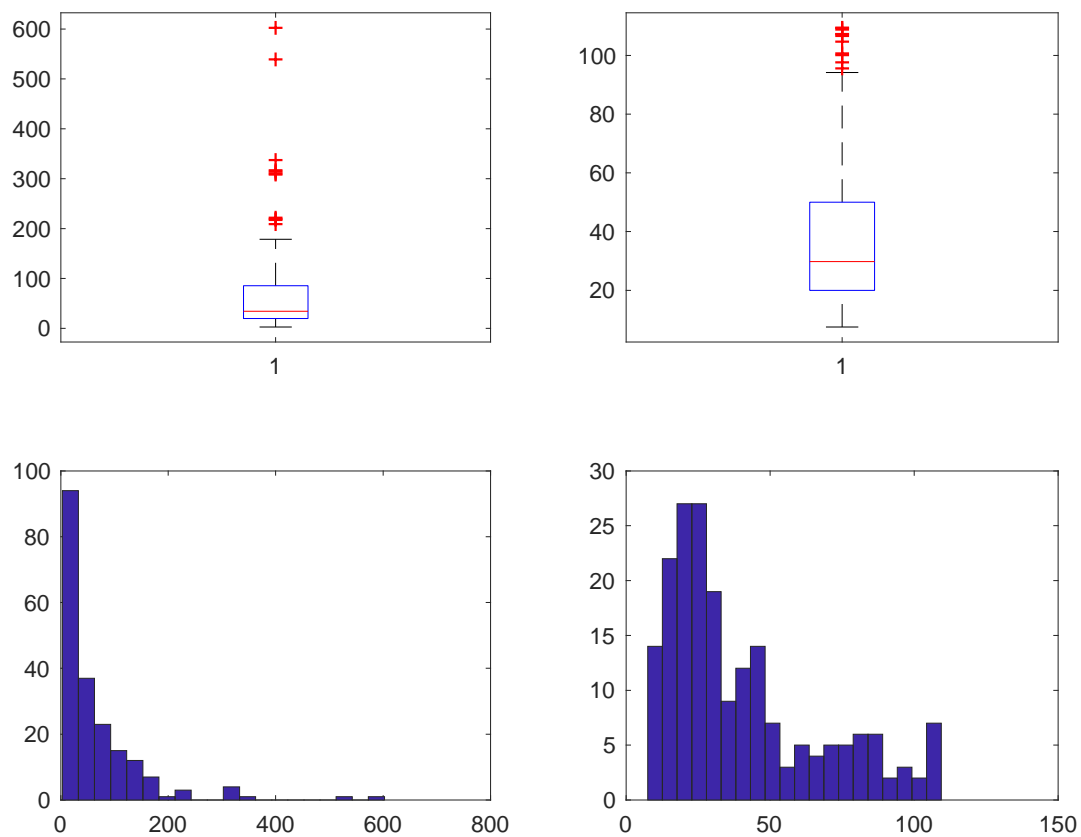
**Figura 345. Costo METALLO NO TERMICO-TR**



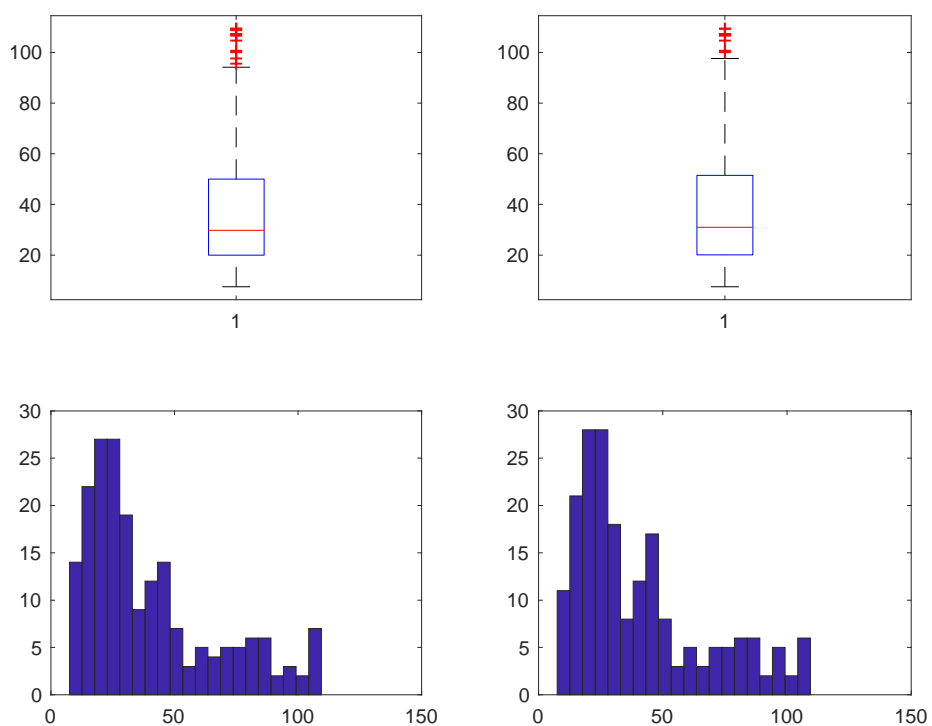
**Figura 346. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



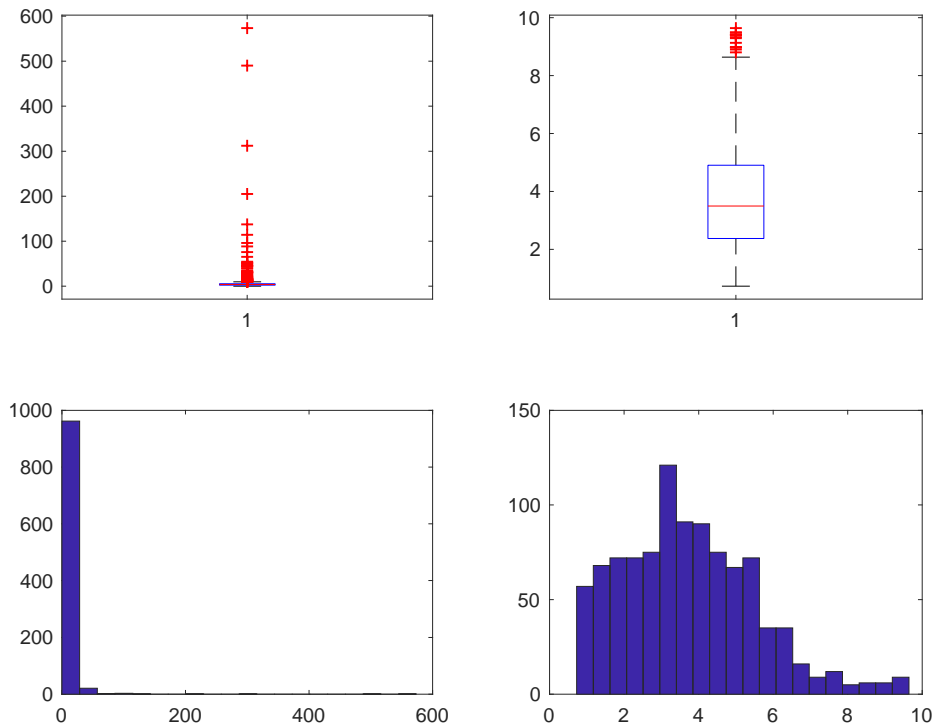
**Figura 347. Risparmio METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



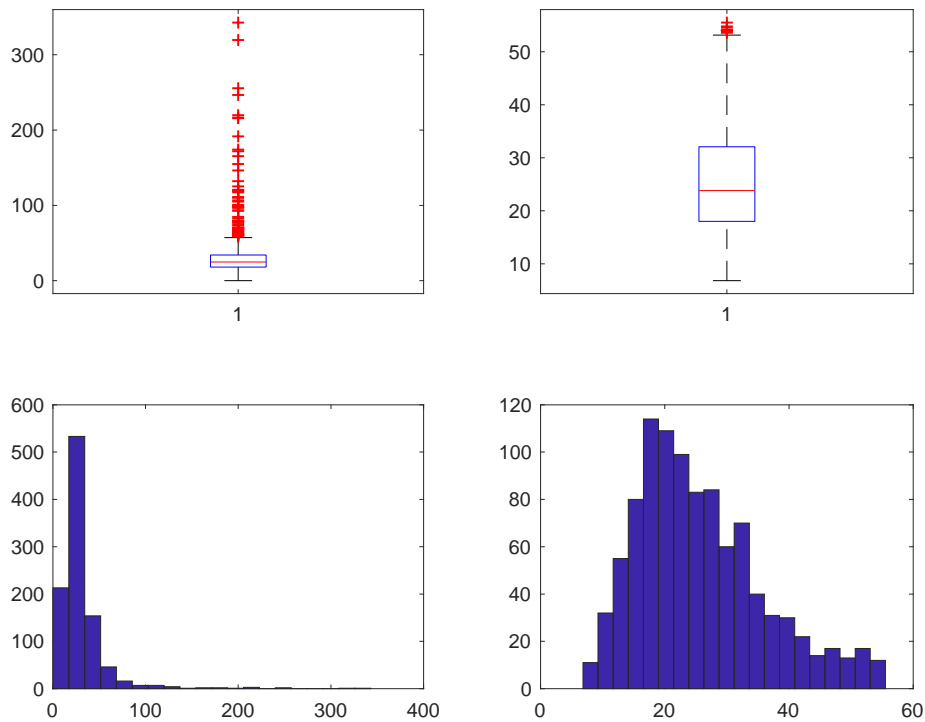
**Figura 348. Costo METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



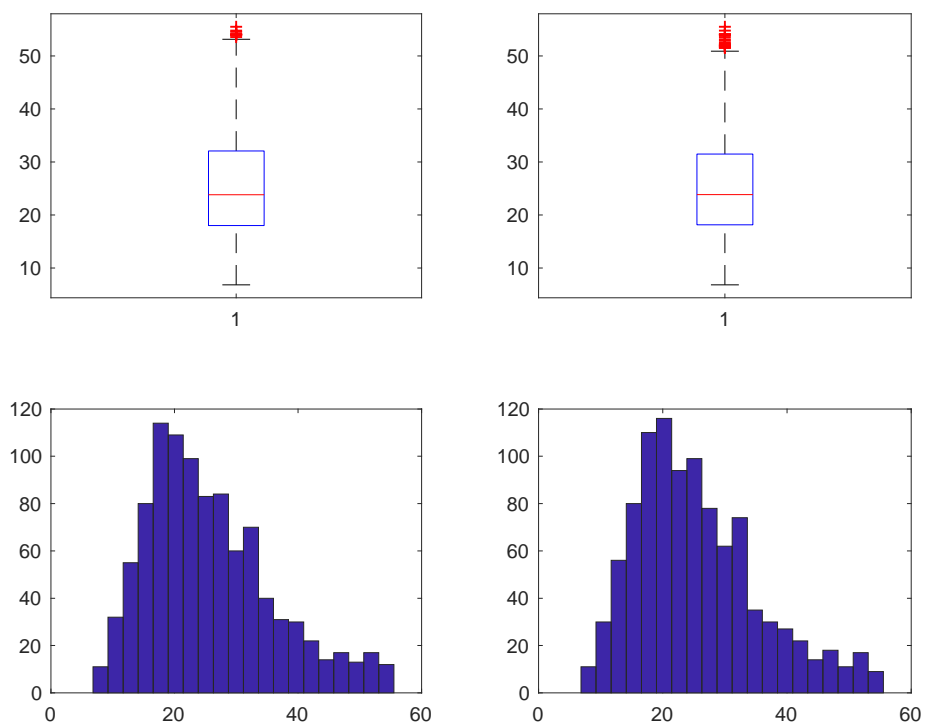
**Figura 349. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



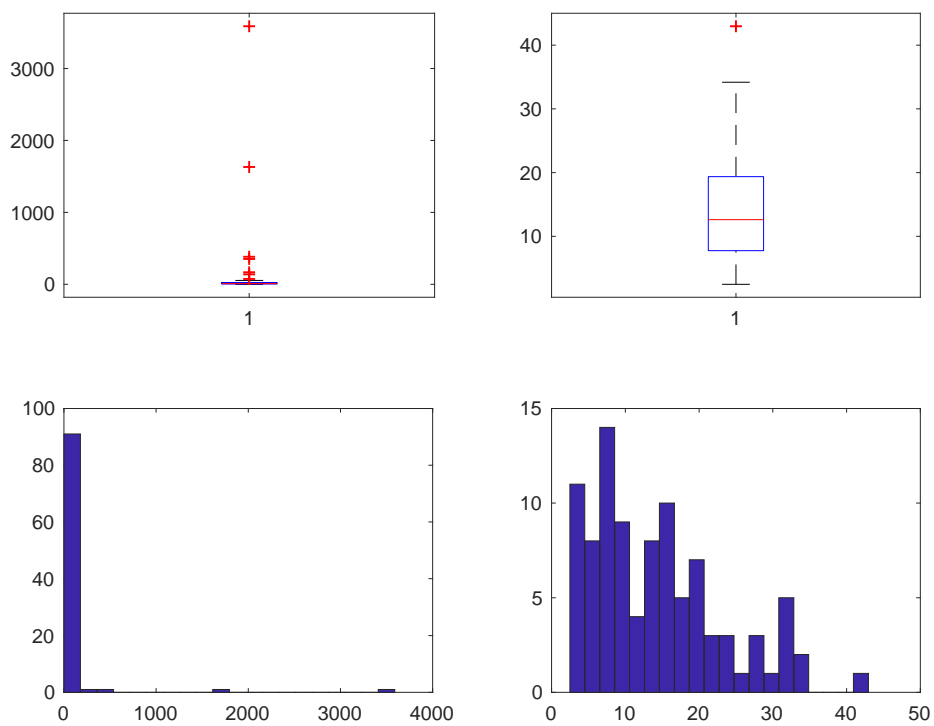
**Figura 350. Risparmio METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



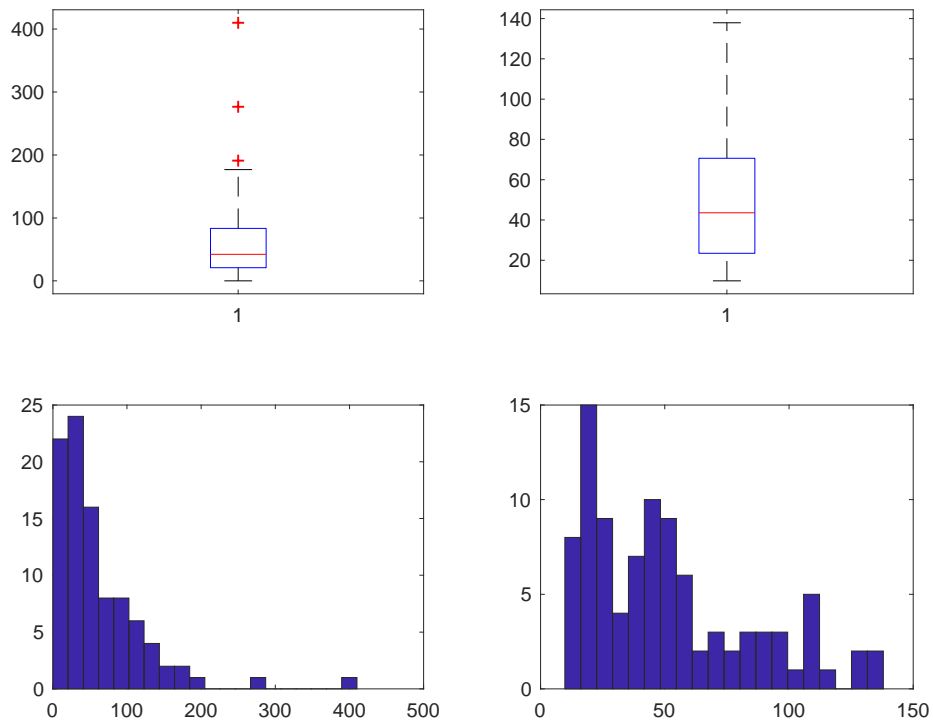
**Figura 351. Costo METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



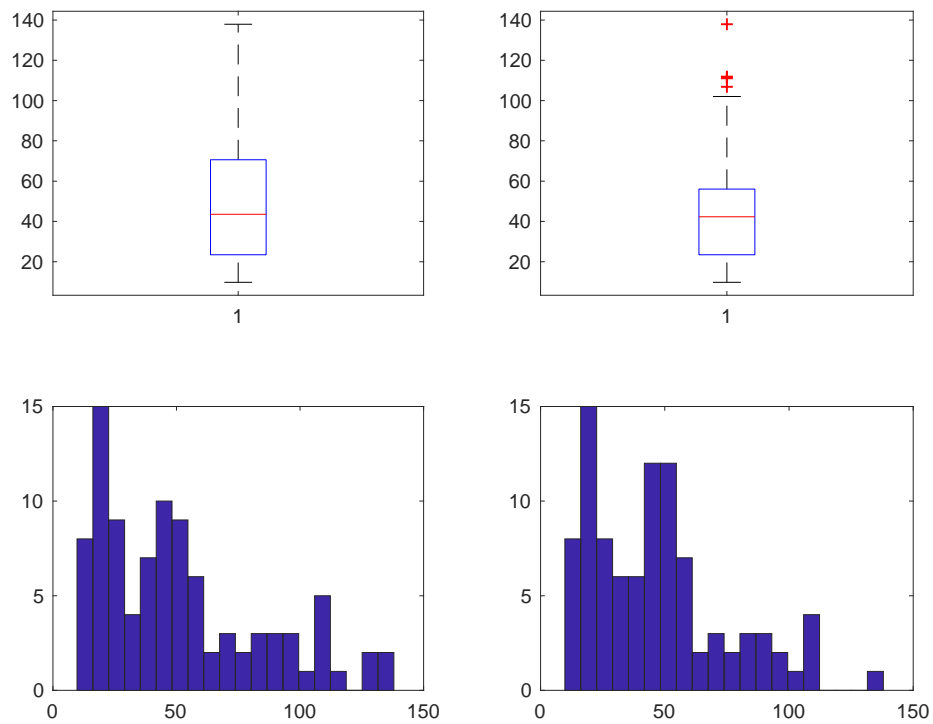
**Figura 352. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



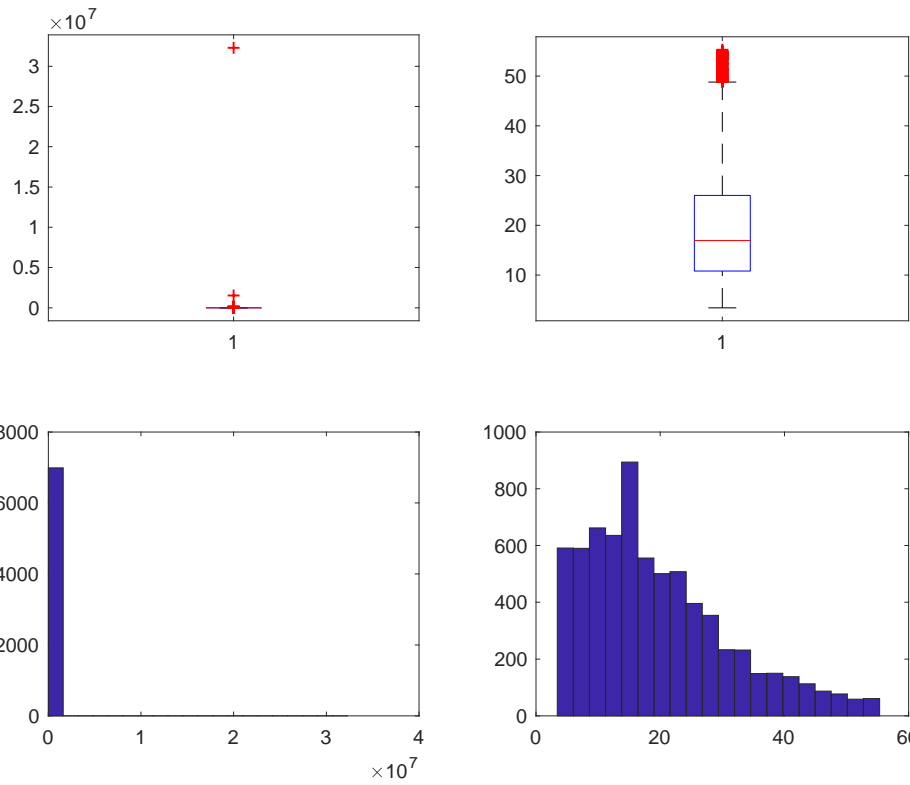
**Figura 353. Risparmio METALLO TERMICO-SINGOLO**



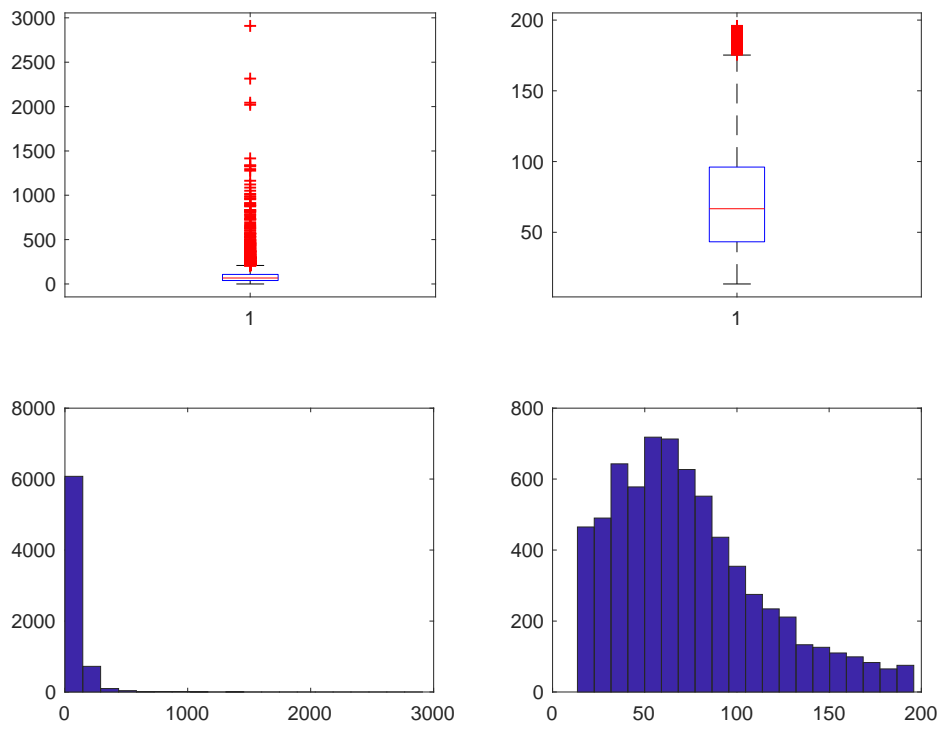
**Figura 354. Costo METALLO TERMICO-SINGOLO**



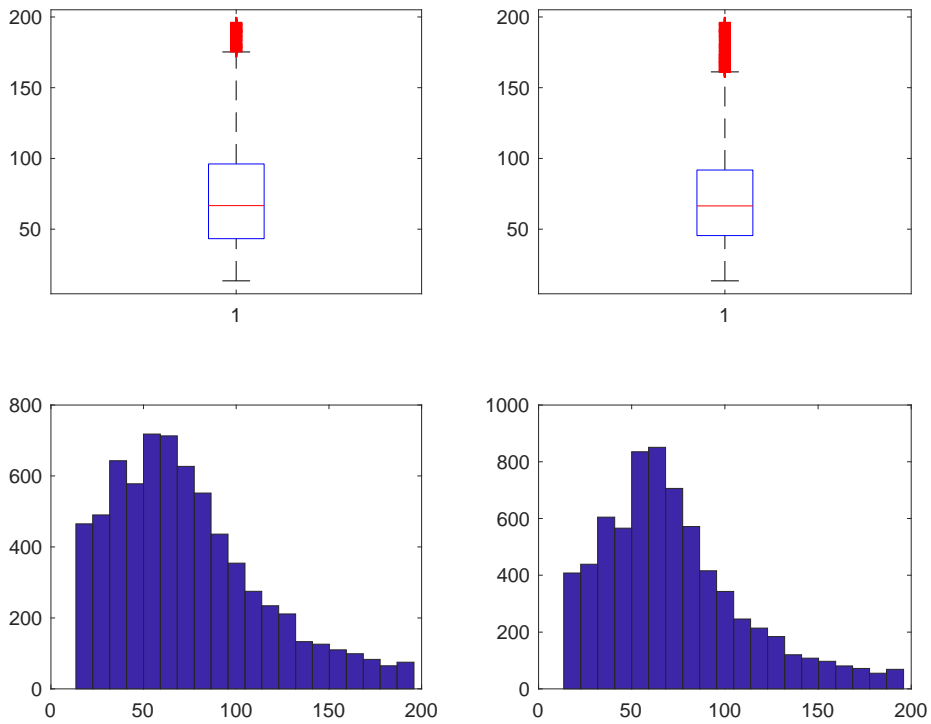
**Figura 355. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO TERMICO-SINGOLO**



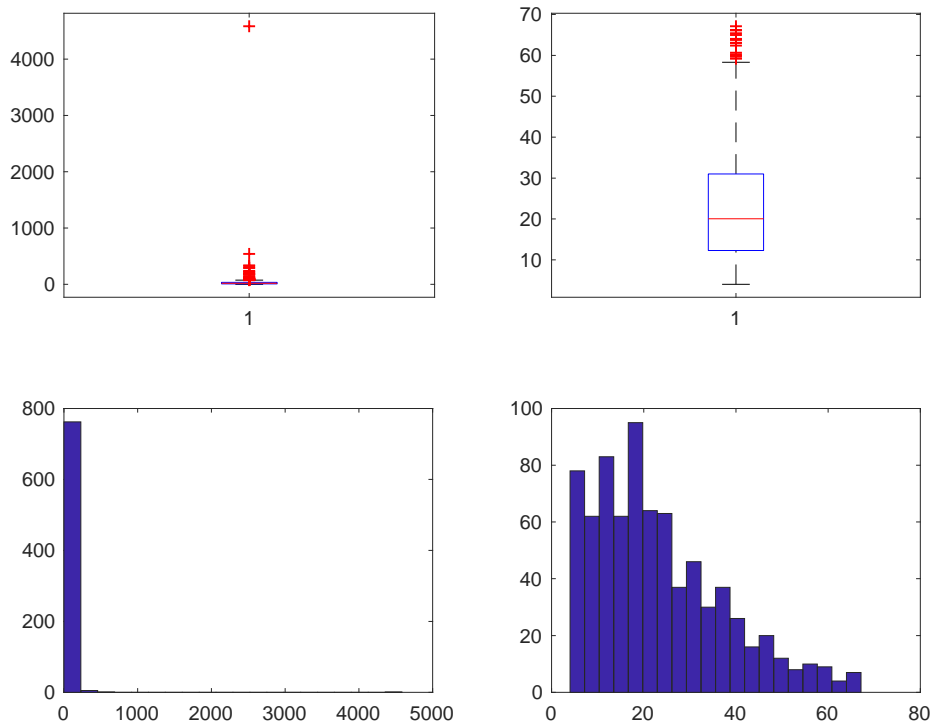
**Figura 356. Risparmio METALLO TERMICO-DOPPIO**



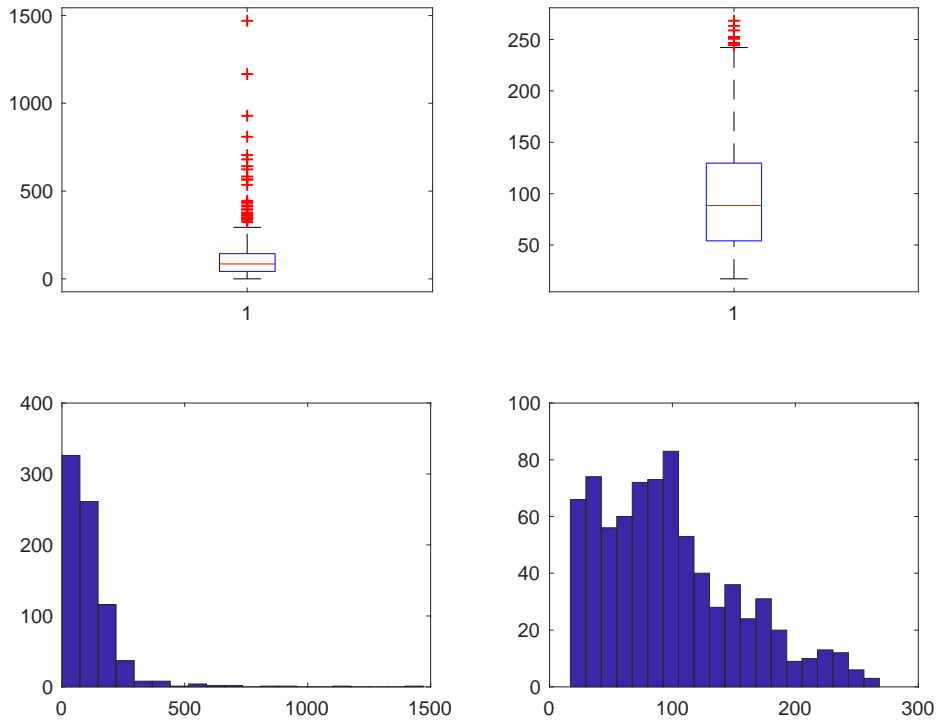
**Figura 357. Costo METALLO TERMICO-DOPPIO**



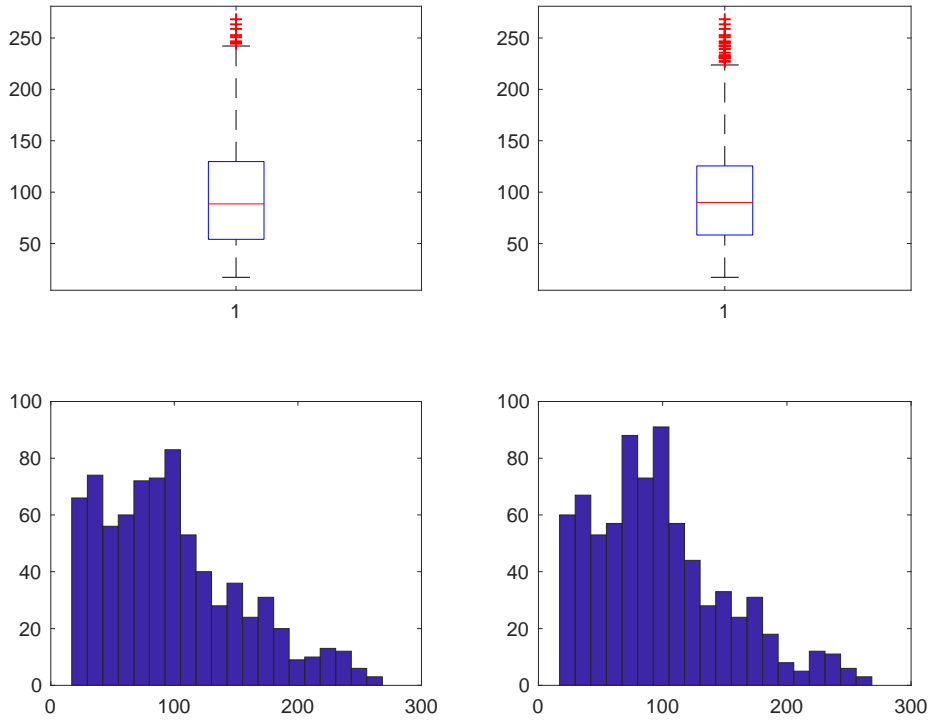
**Figura 358. Costo dopo studio Costo/Risparmio METALLO TERMICO-DOPPIO**



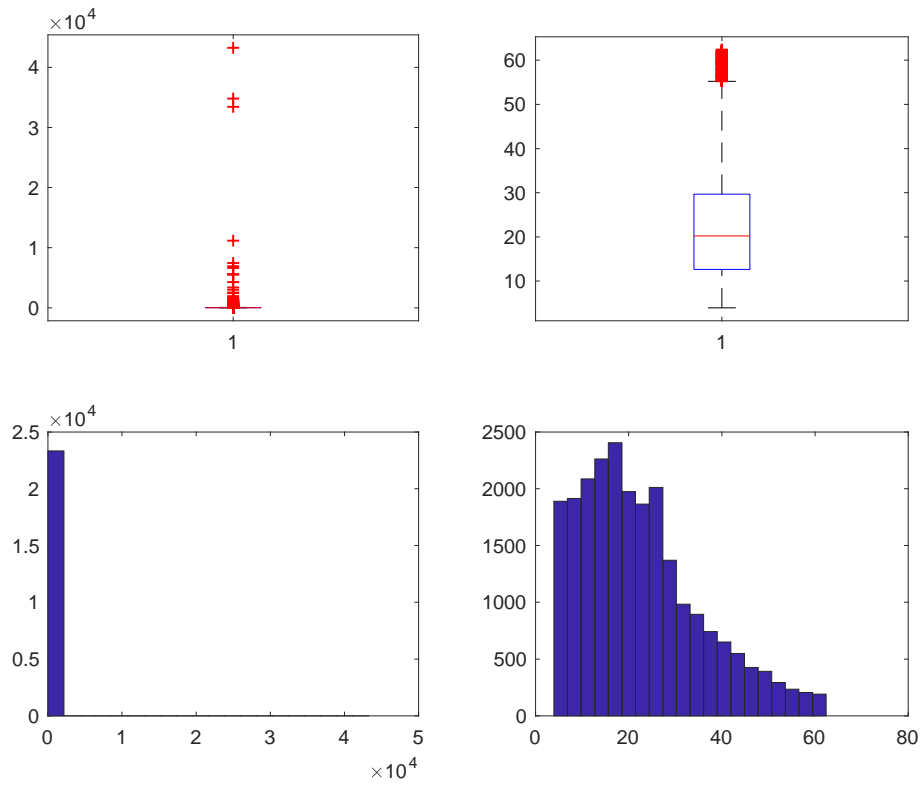
**Figura 359. Risparmio METALLO TERMICO-TRIPLO**



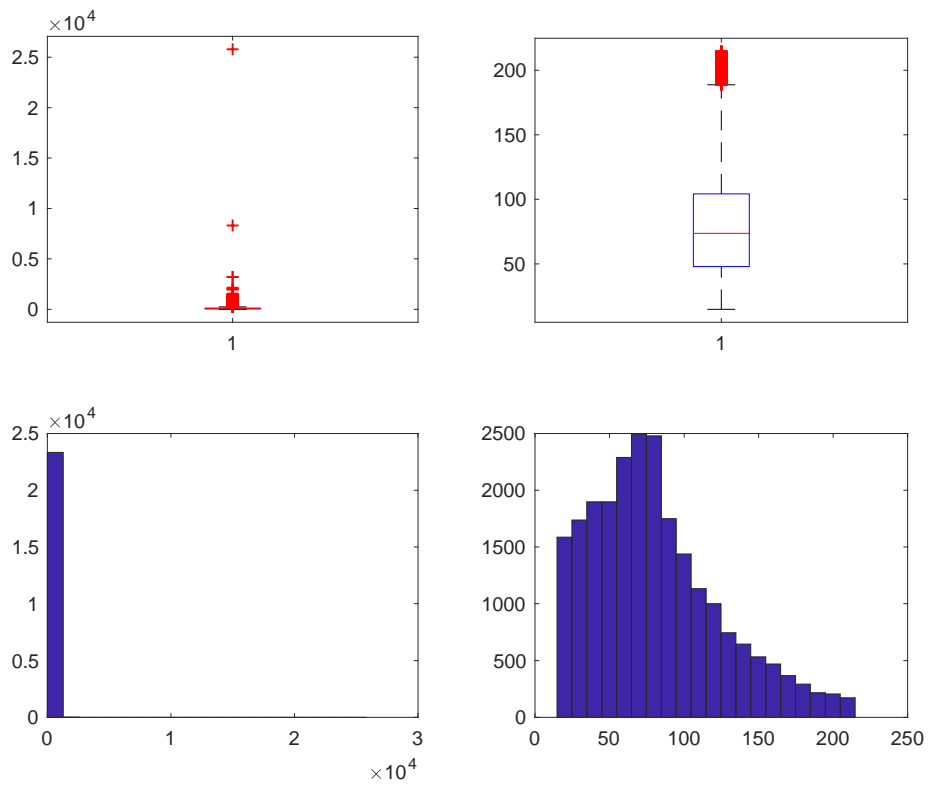
**Figura 360. Costo METALLO TERMICO-TRIPLO**



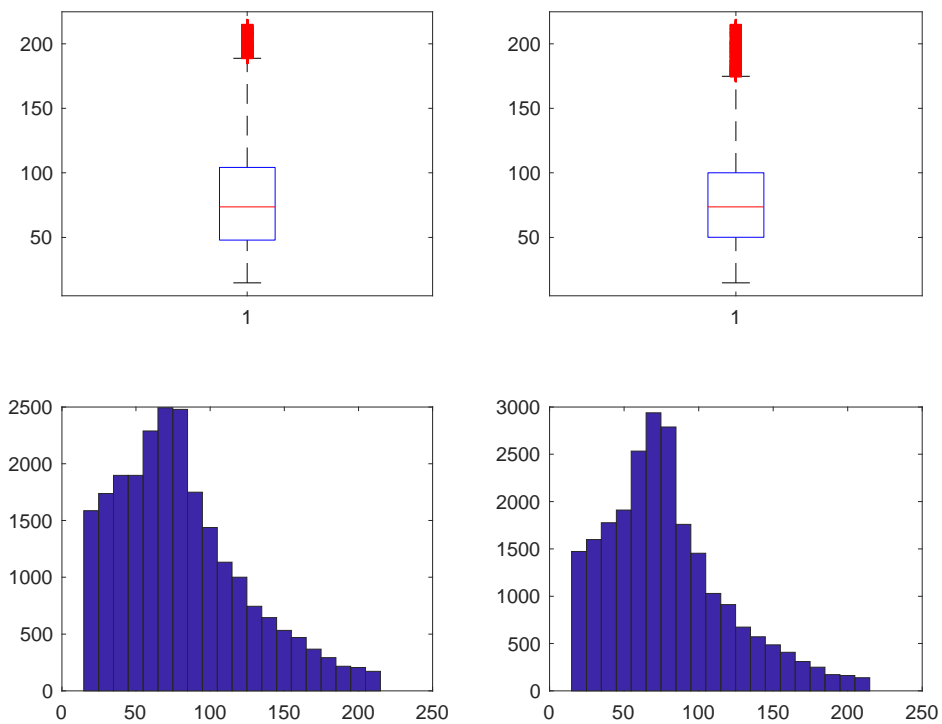
**Figura 361. Costo dopo studio su Costo/Risparmio METALLO TERMICO-TRIPLO**



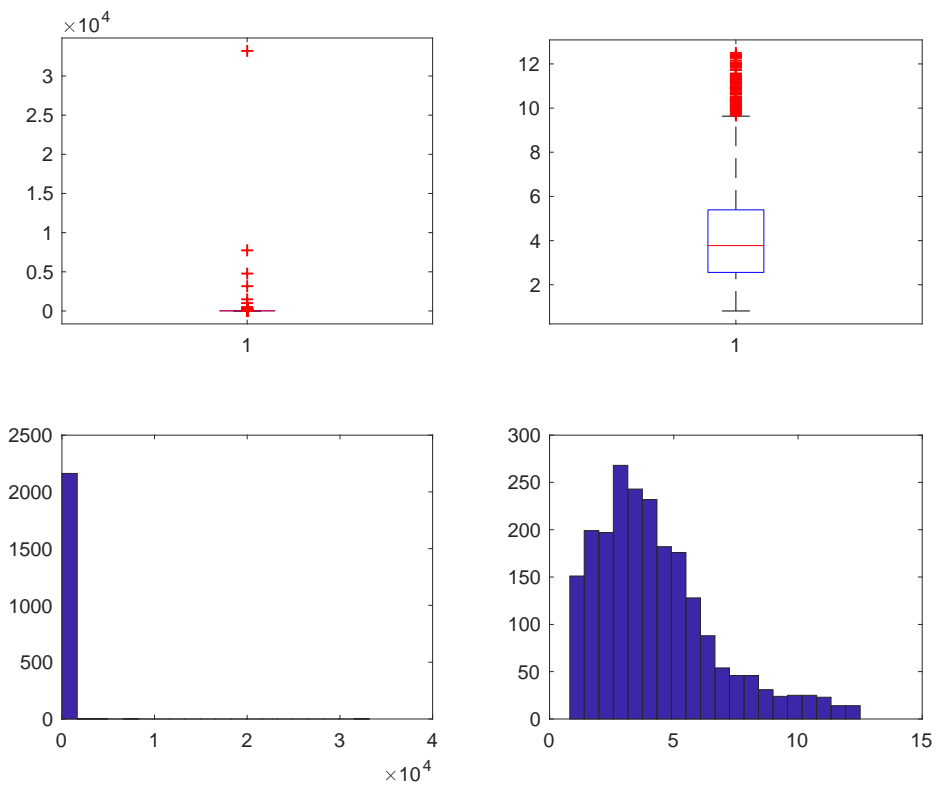
**Figura 362. Risparmio METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



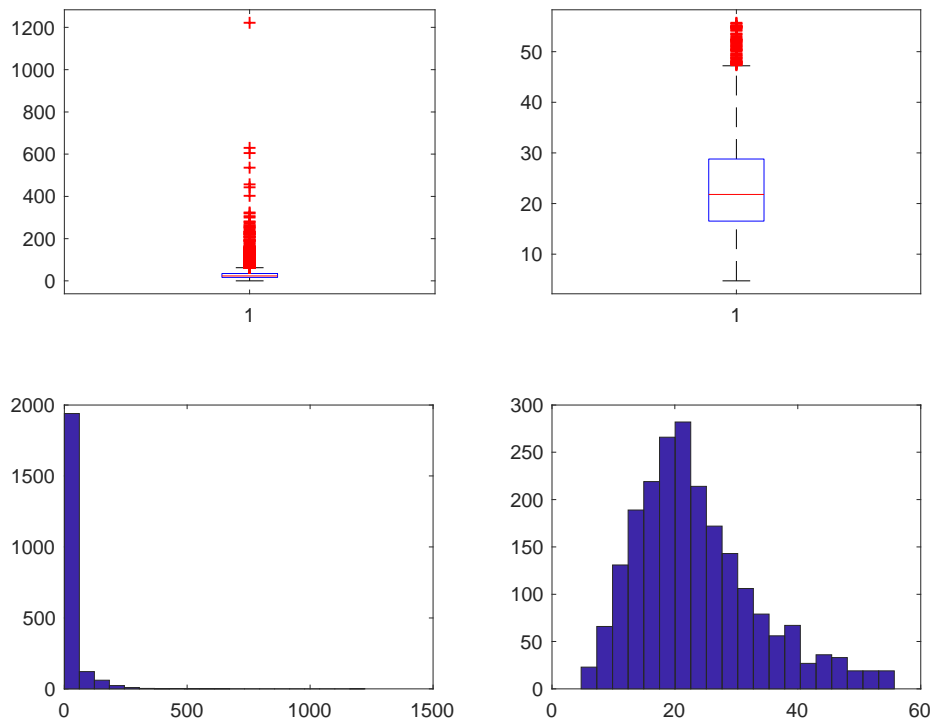
**Figura 363. Costo METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



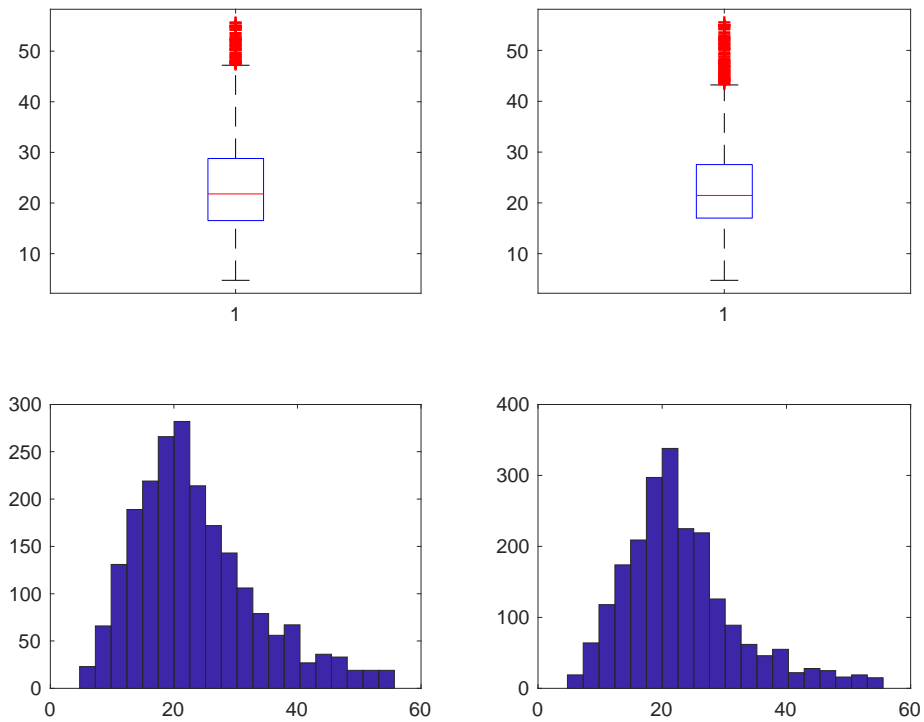
**Figura 364. Costo dopo studio su Costo/Risparmio METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



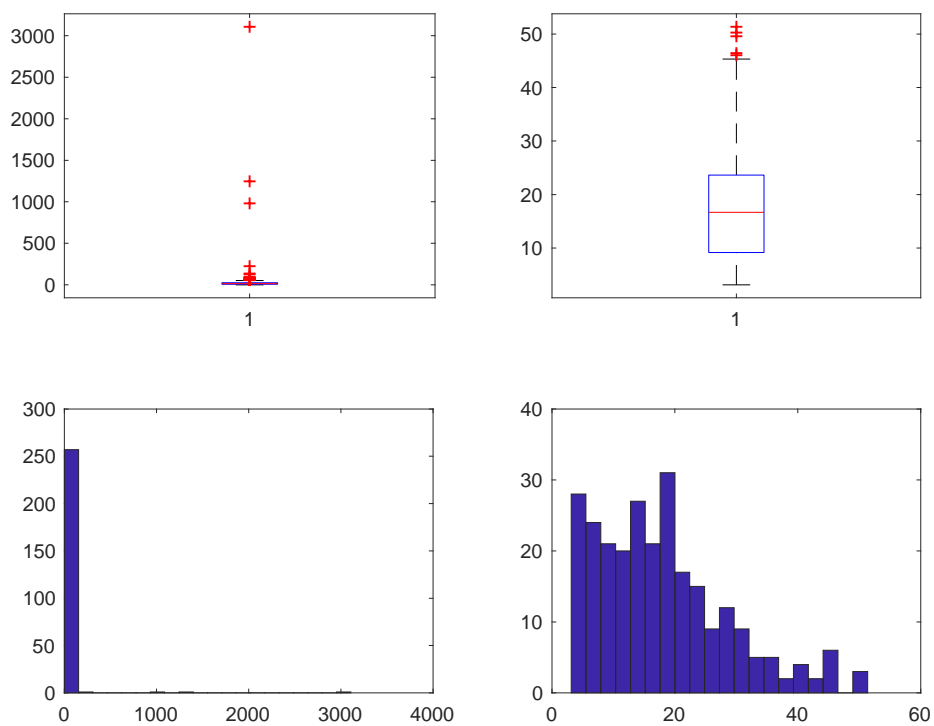
**Figura 365. Risparmio METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



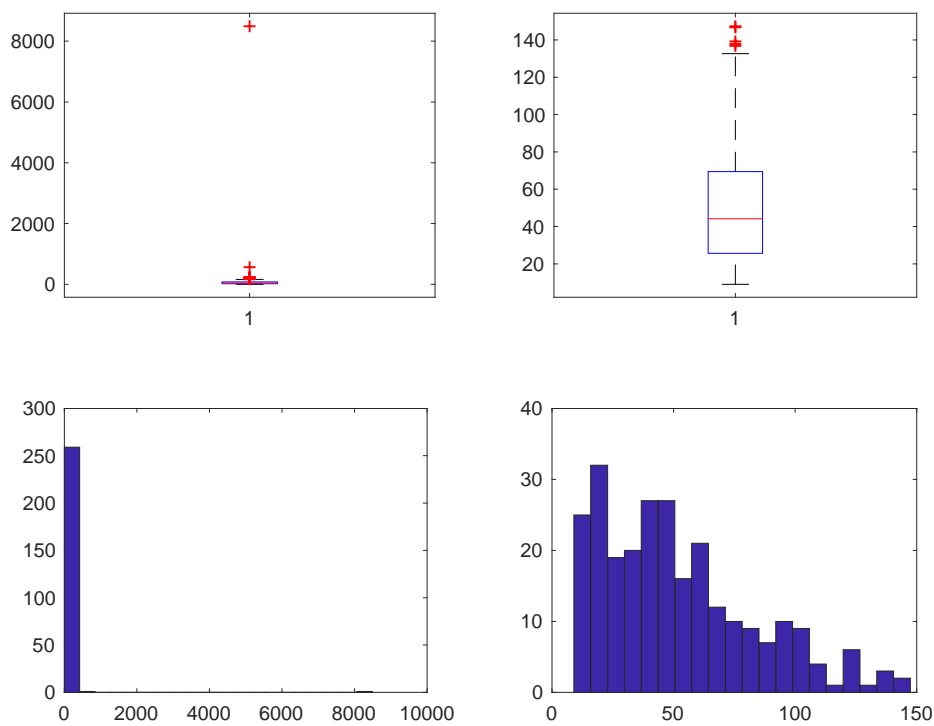
**Figura 366. Costo METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



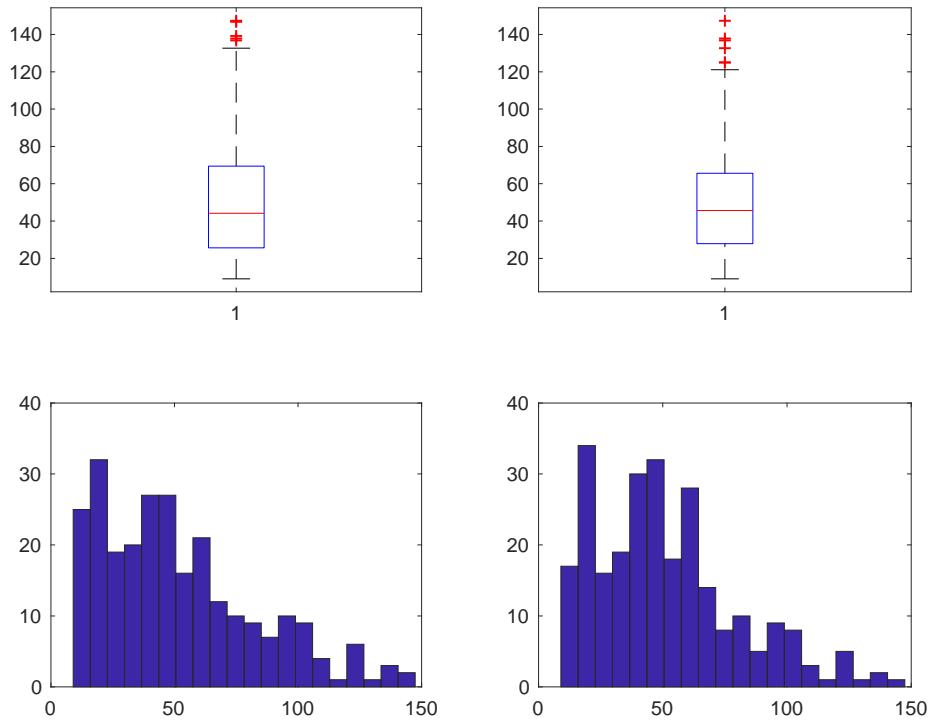
**Figura 367. Costo dopo studio su Costo/Risparmio METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



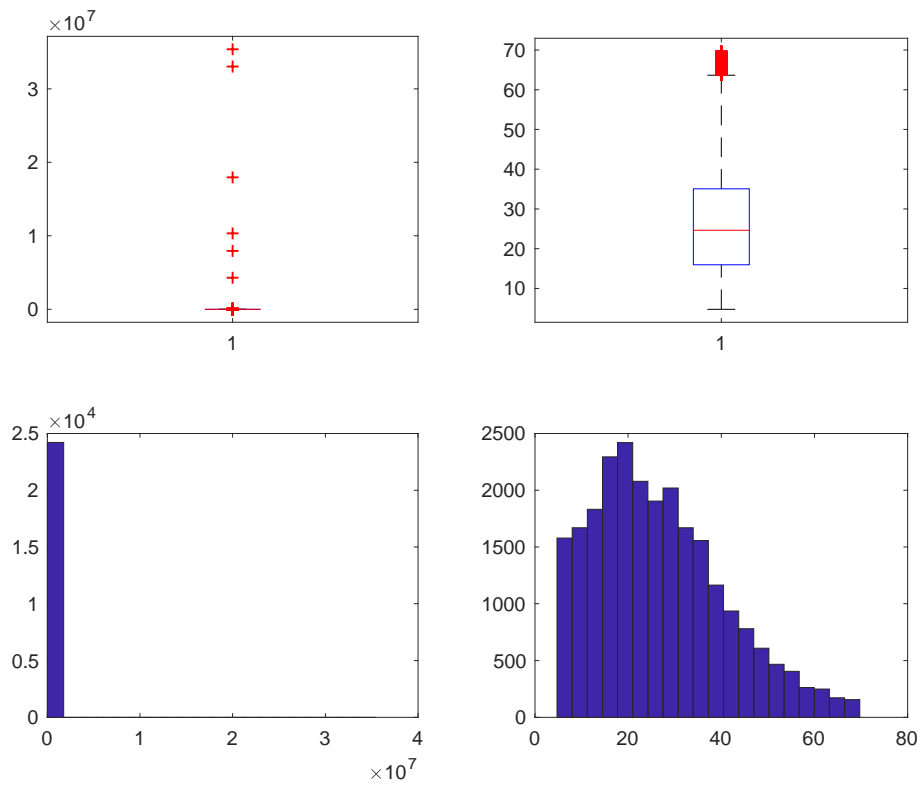
**Figura 368. Risparmio PVC-SINGOLO**



**Figura 369. Costo PVC -SINGOLO**



**Figura 370. Costo dopo studio su Costo/Risparmio PVC -SINGOLO**



**Figura 371. Risparmio PVC-DOPPIO**

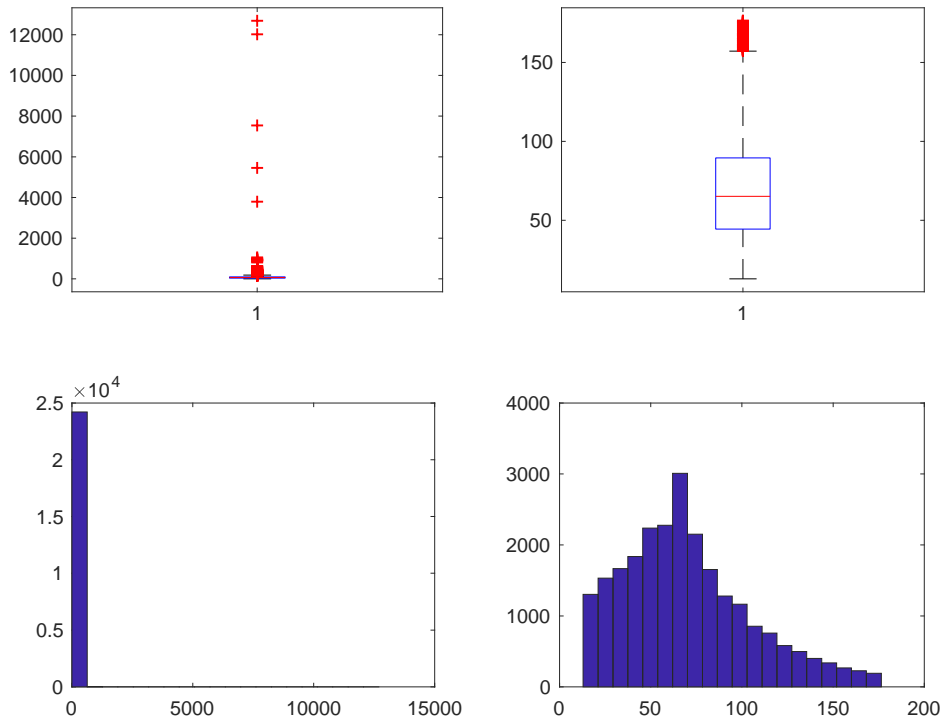


Figura 372. Costo PVC-DOPPIO

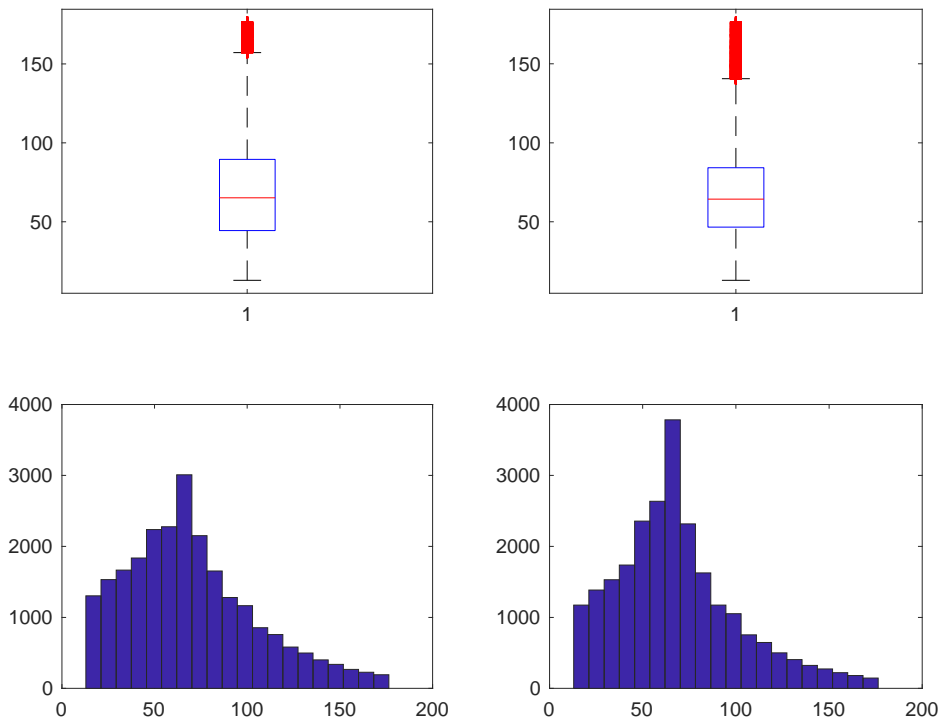
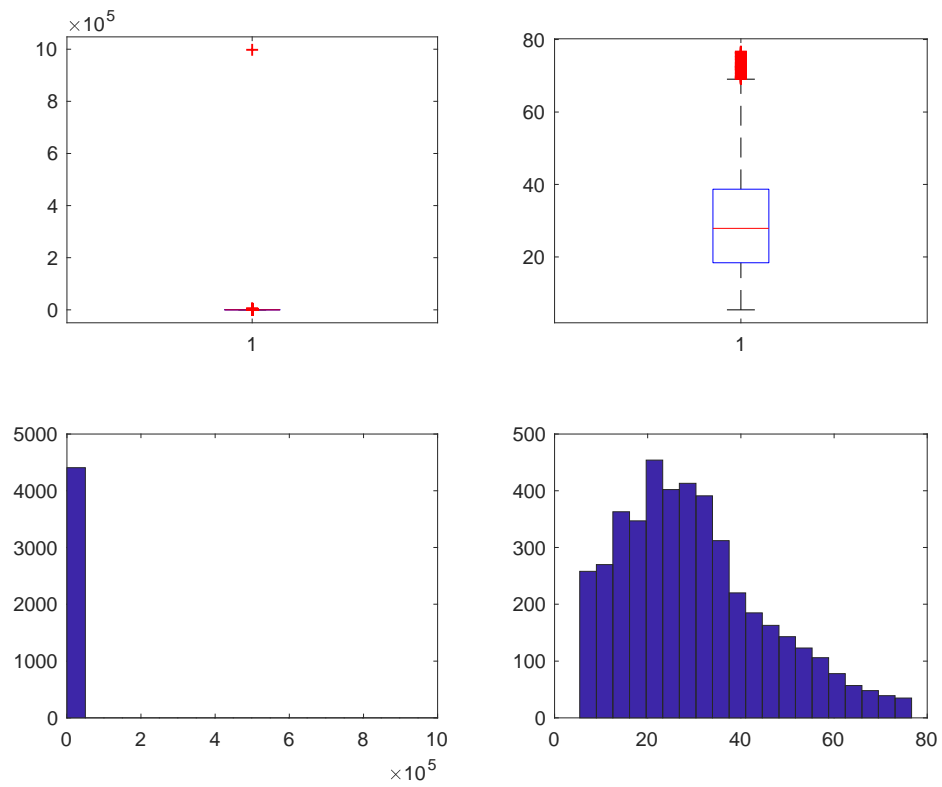
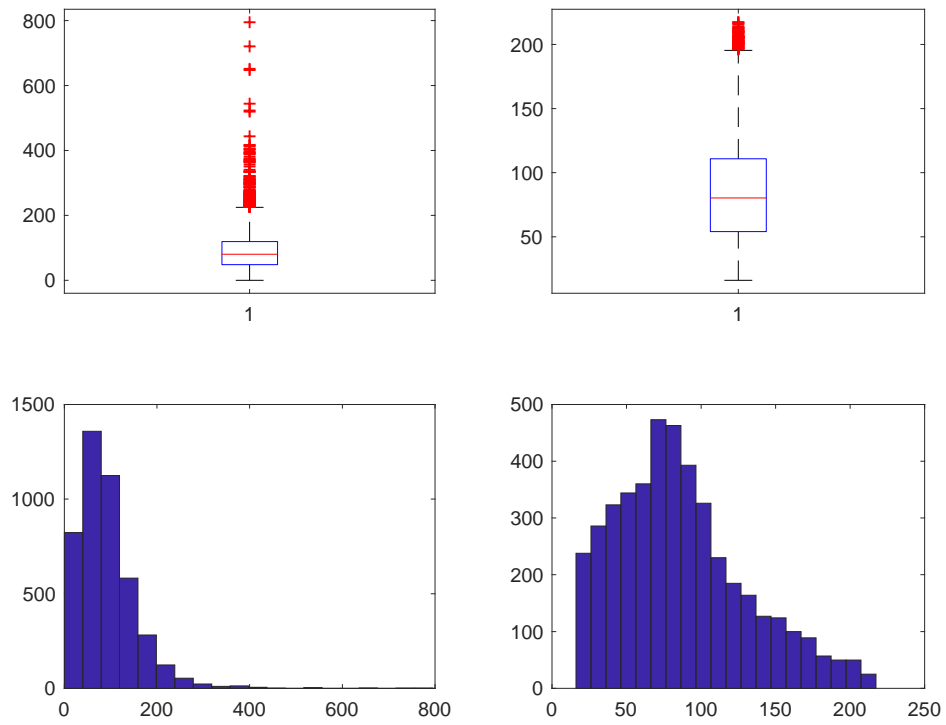


Figura 373. Costo dopo studio Costo/Risparmio PVC-DOPPIO



**Figura 374. Risparmio PVC-TRIPLO**



**Figura 375. Costo PVC-TRIPLO**

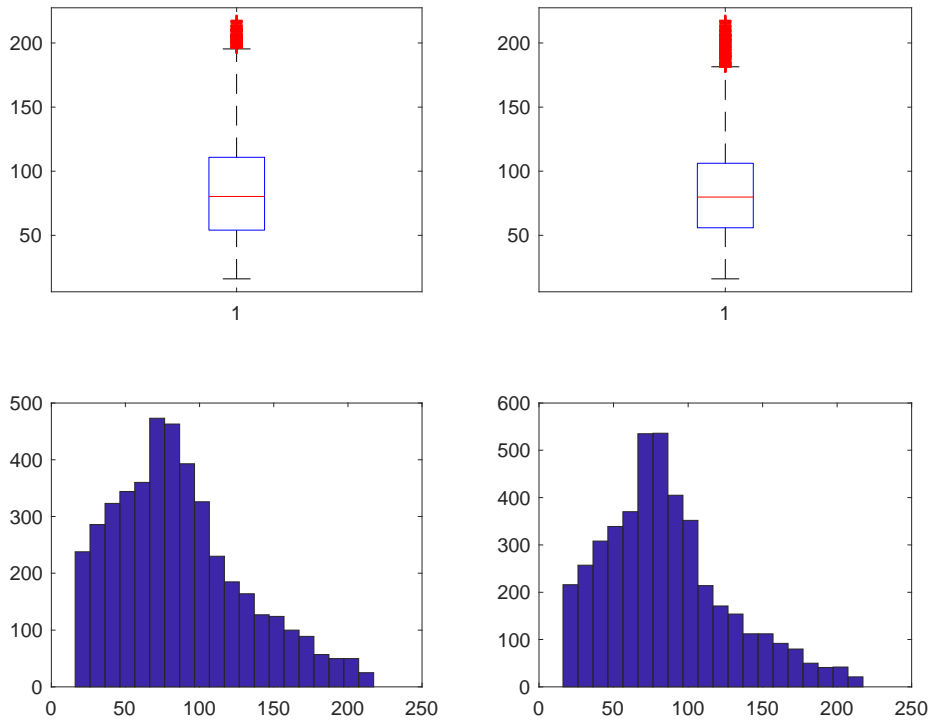


Figura 376. Costo dopo studio Costo/Risparmio PVC-TRIPLO

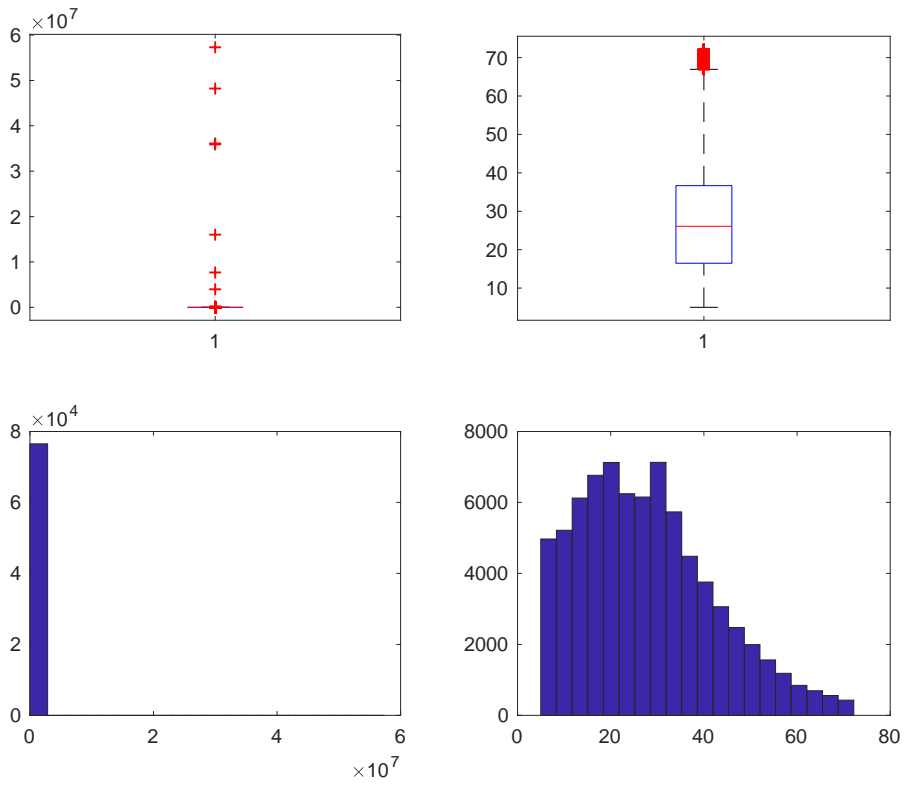
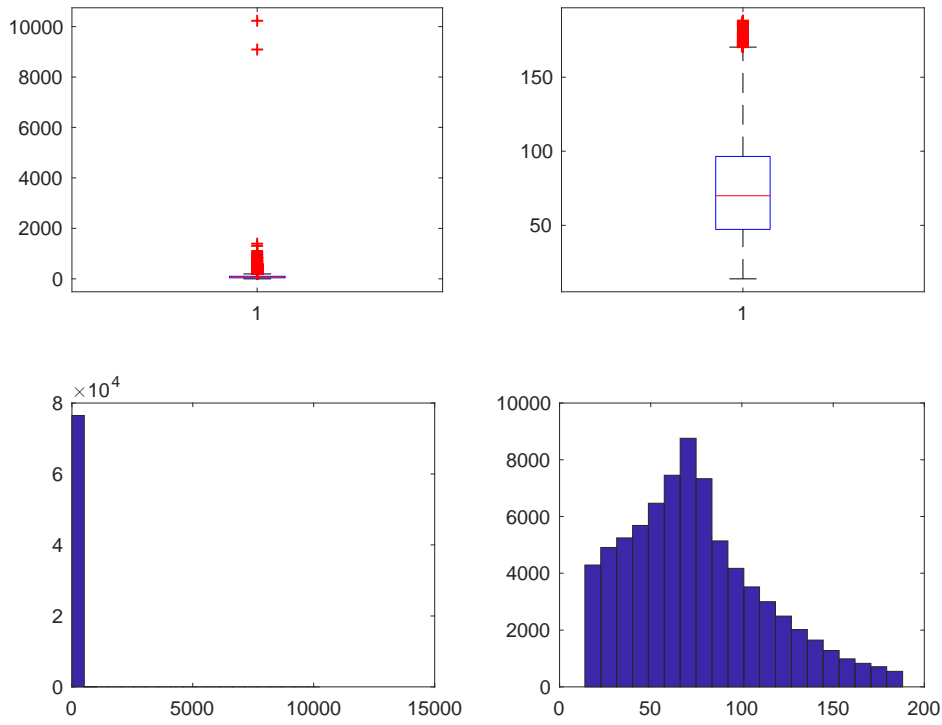
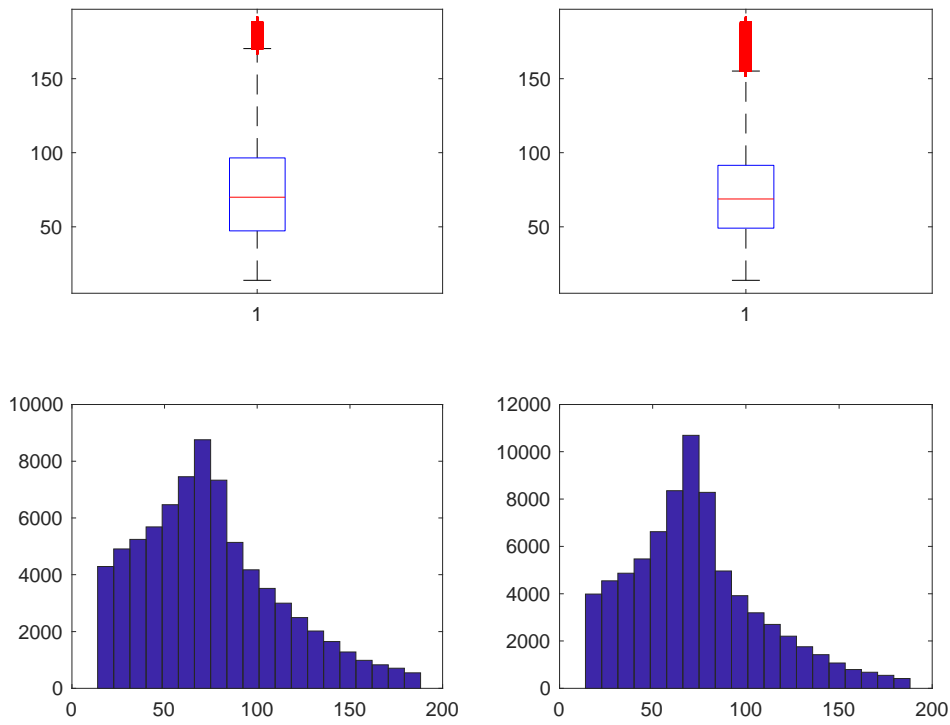


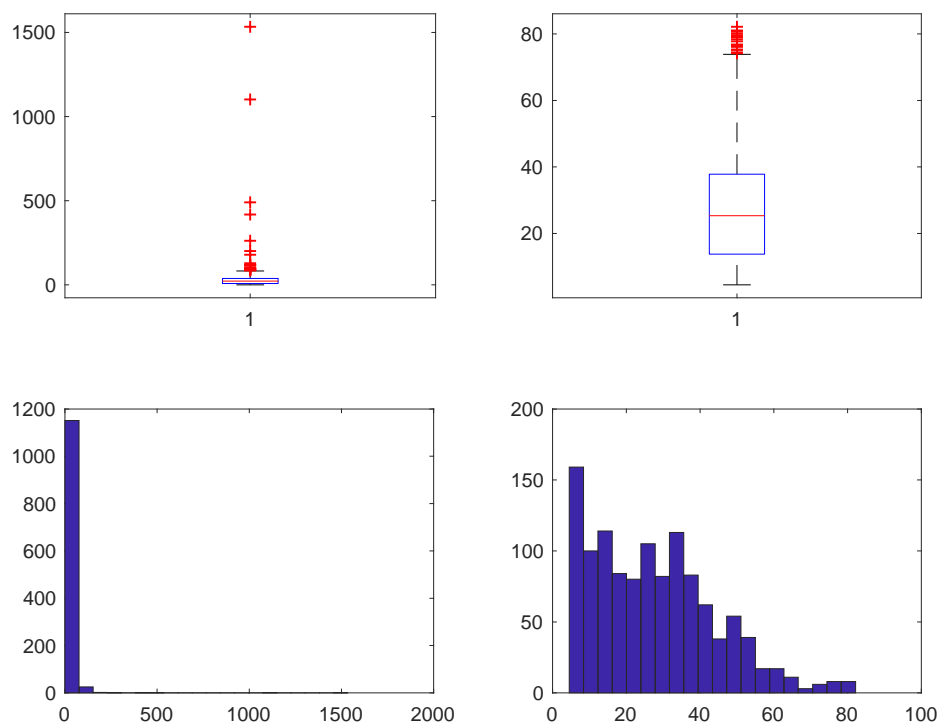
Figura 377. Risparmio PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE



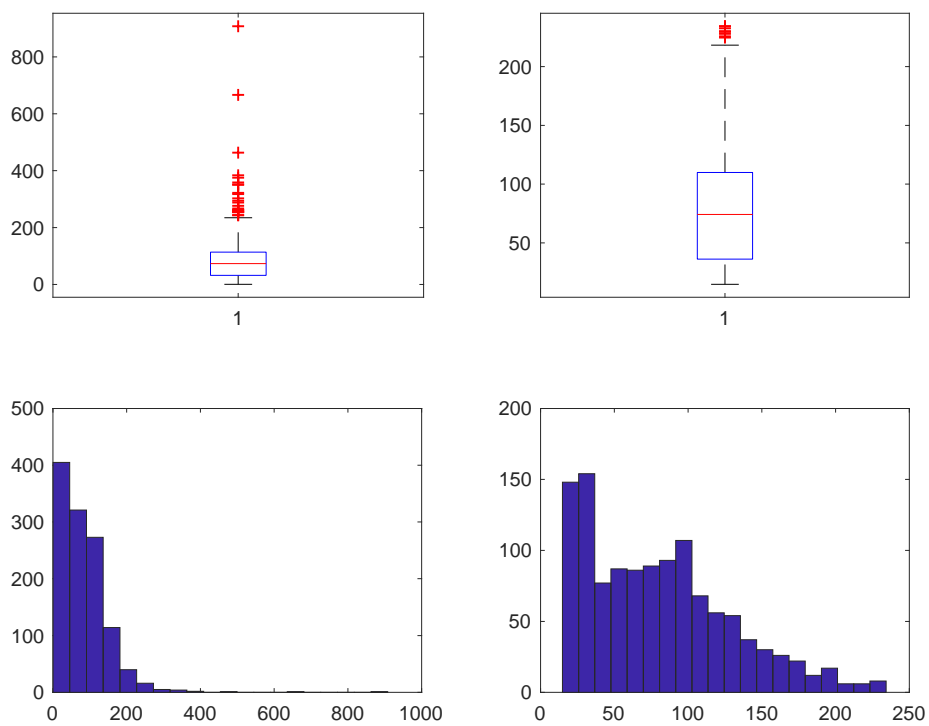
**Figura 378. Costo PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**



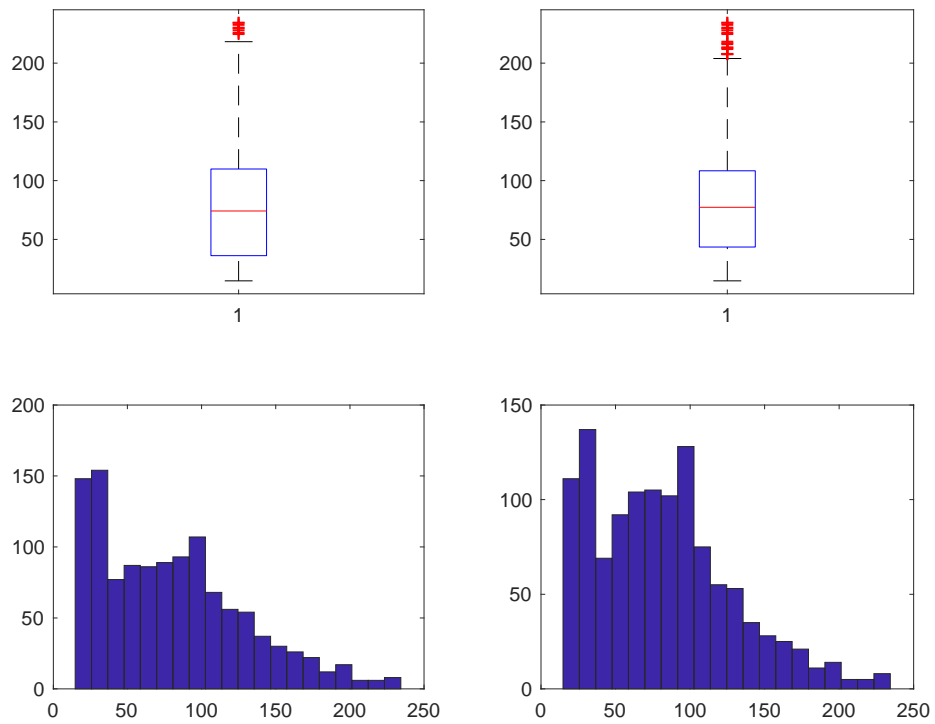
**Figura 379. Costo dopo studio Costo/Risparmio PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**



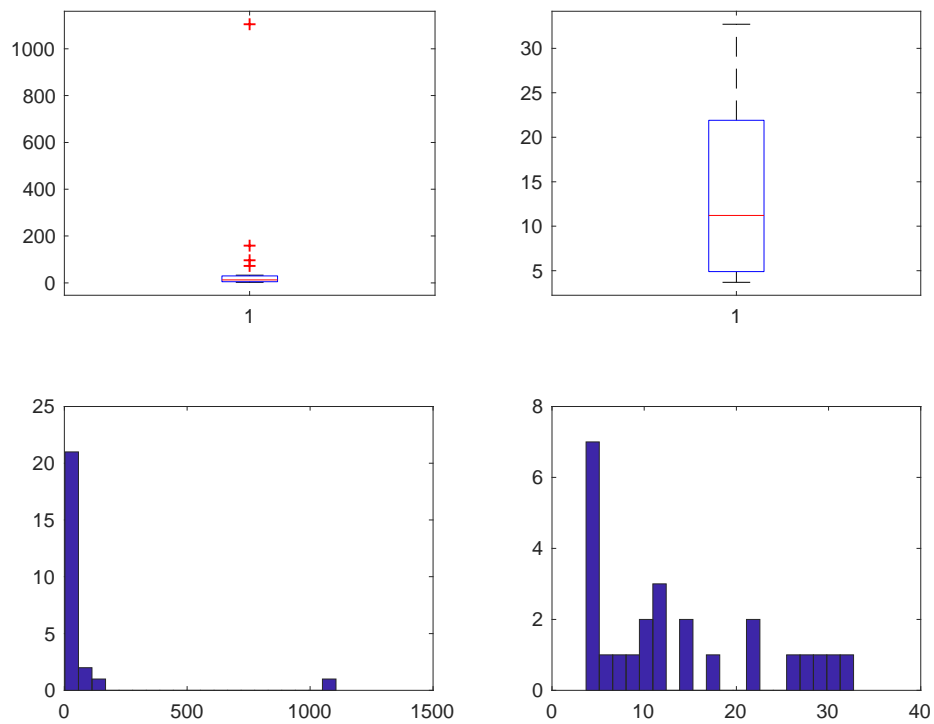
**Figura 380. Riparmino PVC-VETRO NON ESISTENTE**



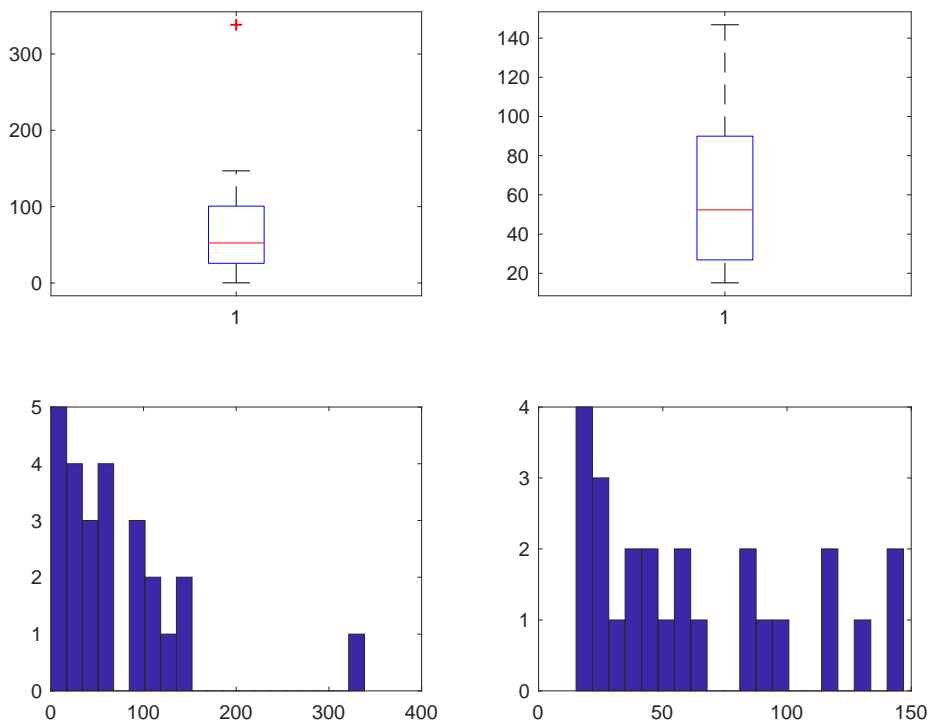
**Figura 381. Costo PVC-VETRO NON ESISTENTE**



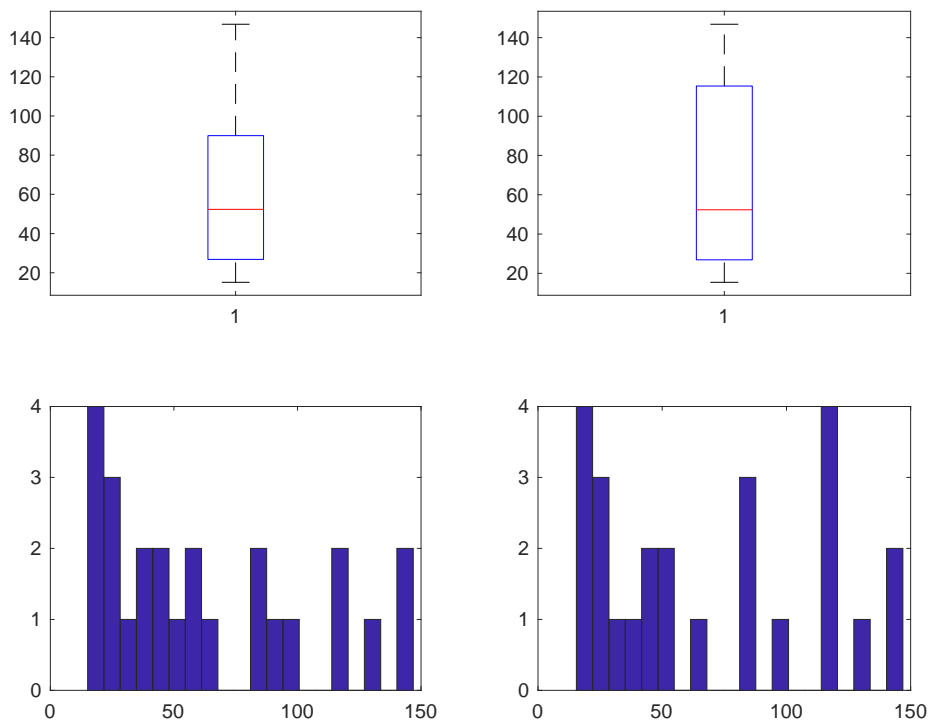
**Figura 382. Costo dopo studio Costo/Risparmio PVC-VETRO NON ESISTENTE**



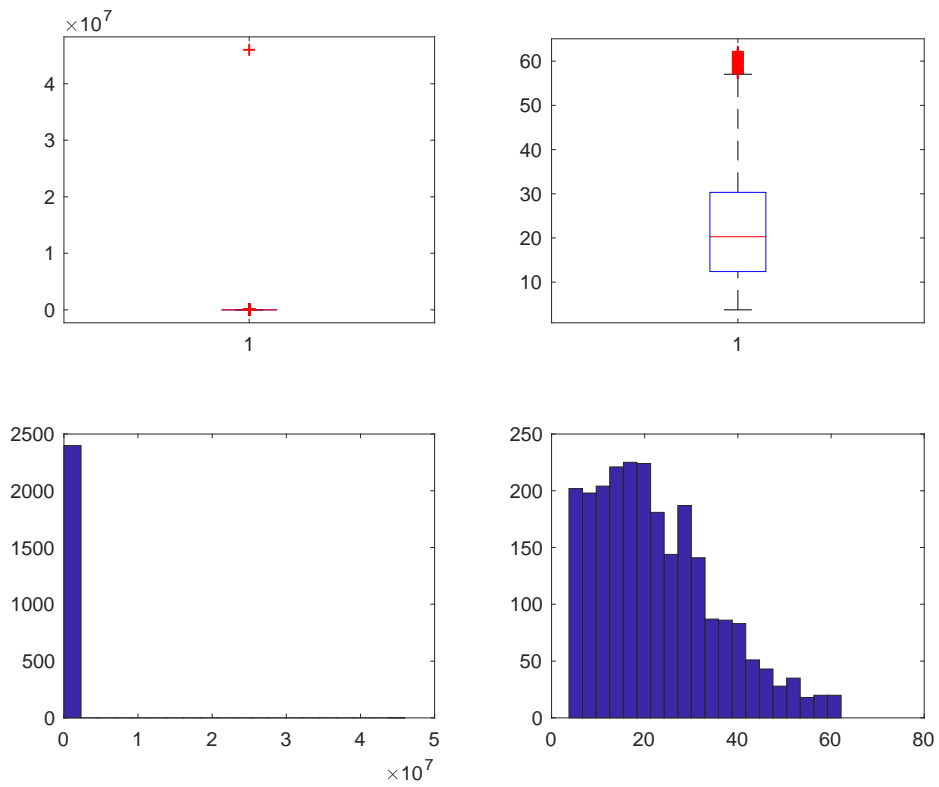
**Figura 383. Risparmio MISTO-SINGOLO**



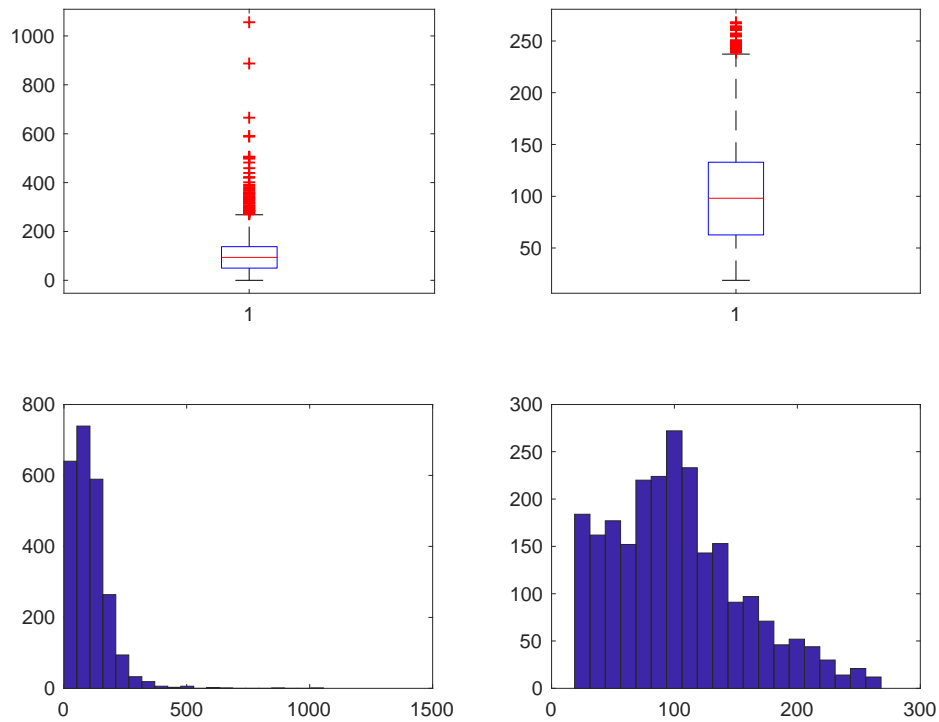
**Figura 384. Costo MISTO-SINGOLO**



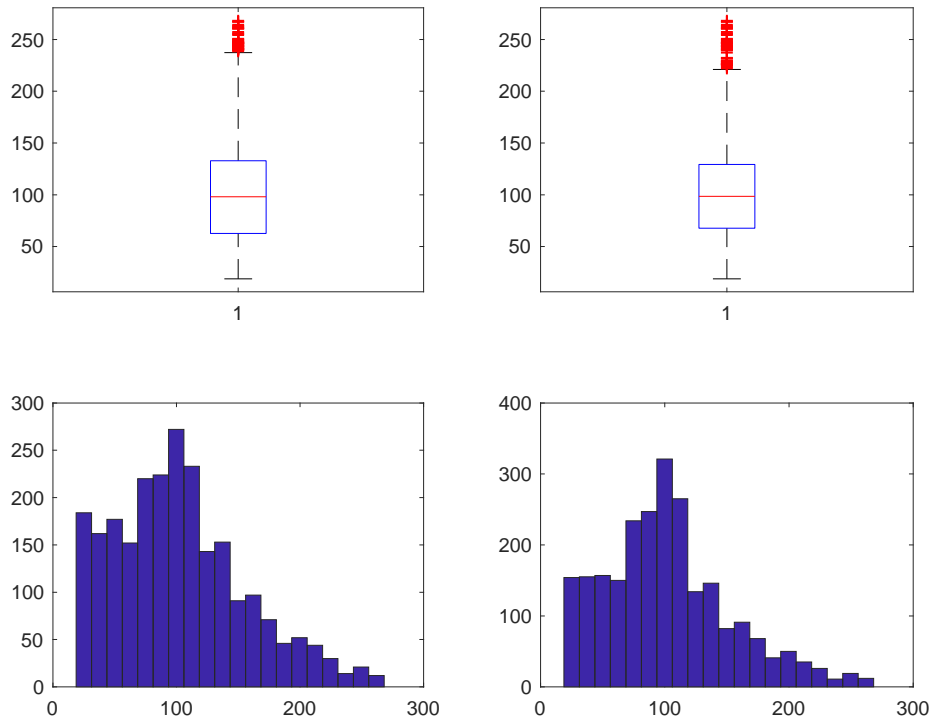
**Figura 385. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-SINGOLO**



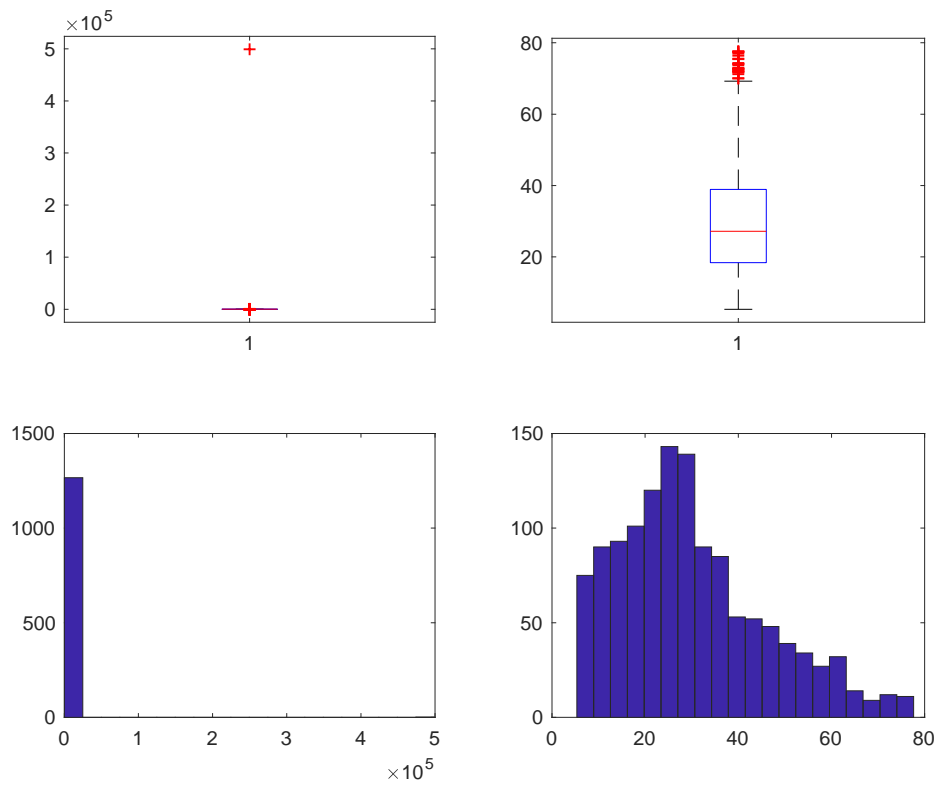
**Figura 386. Risparmio MISTO-DOPPIO**



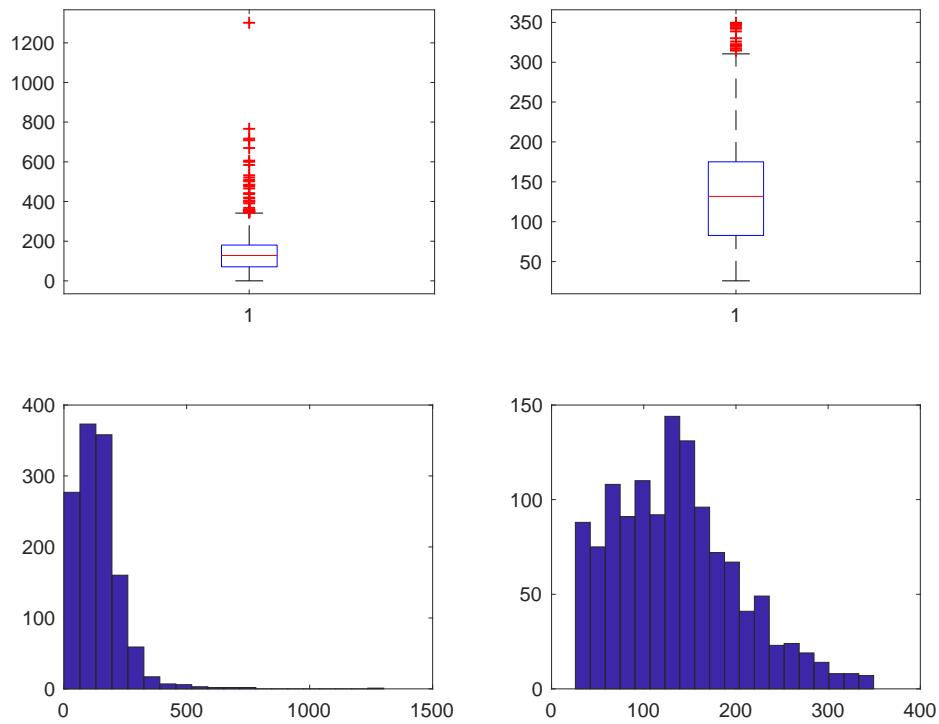
**Figura 387. Costo MISTO-DOPPIO**



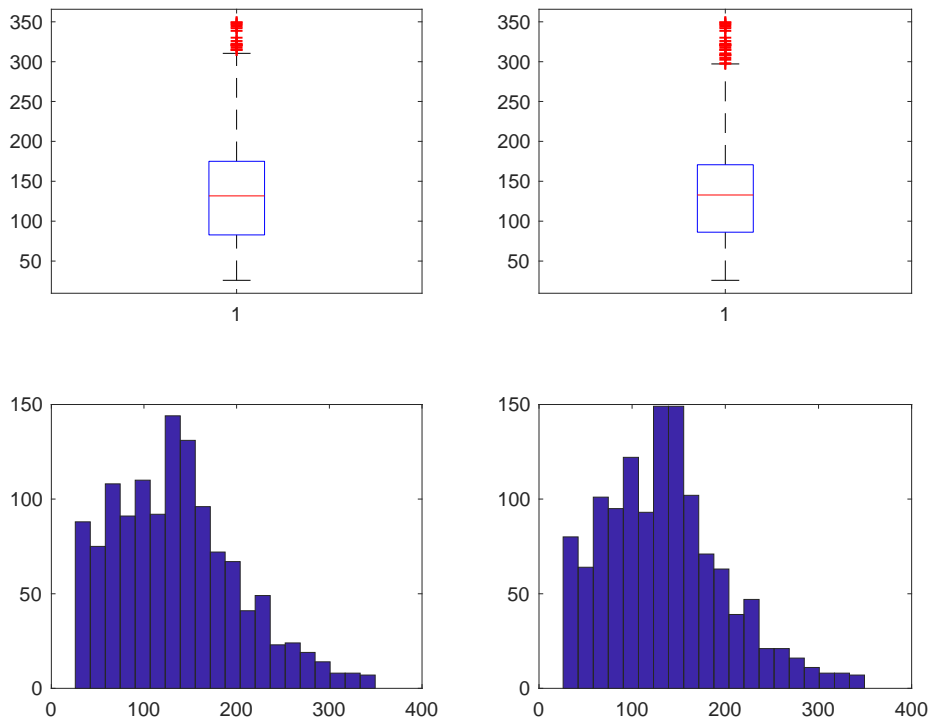
**Figura 388. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-DOPPIO**



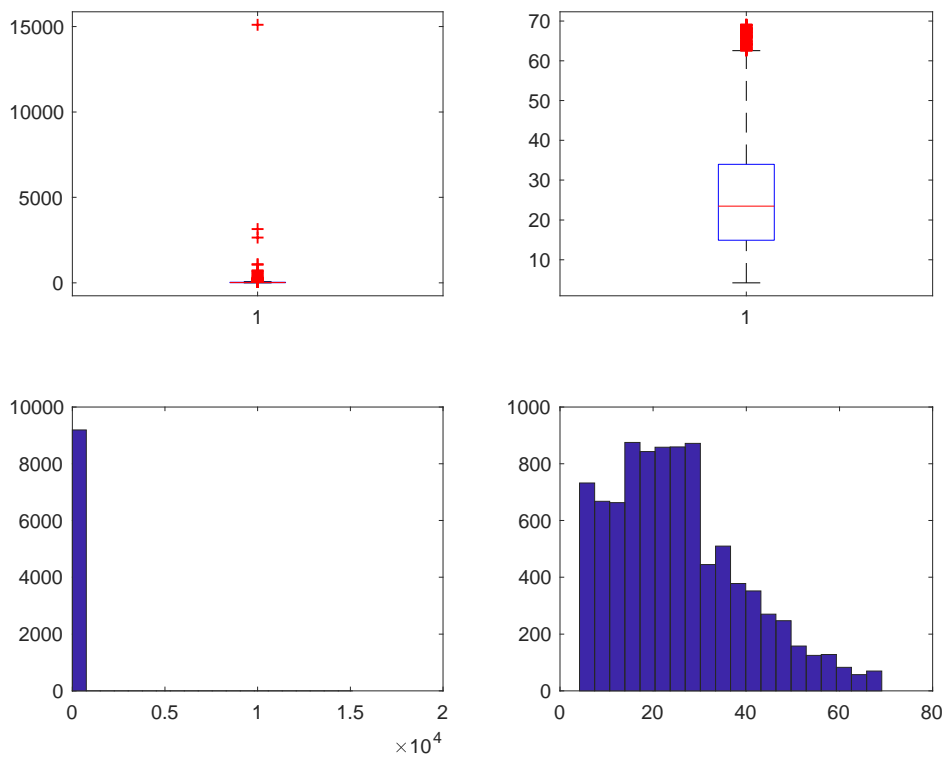
**Figura 389. Risparmio MISTO-TRIPLO**



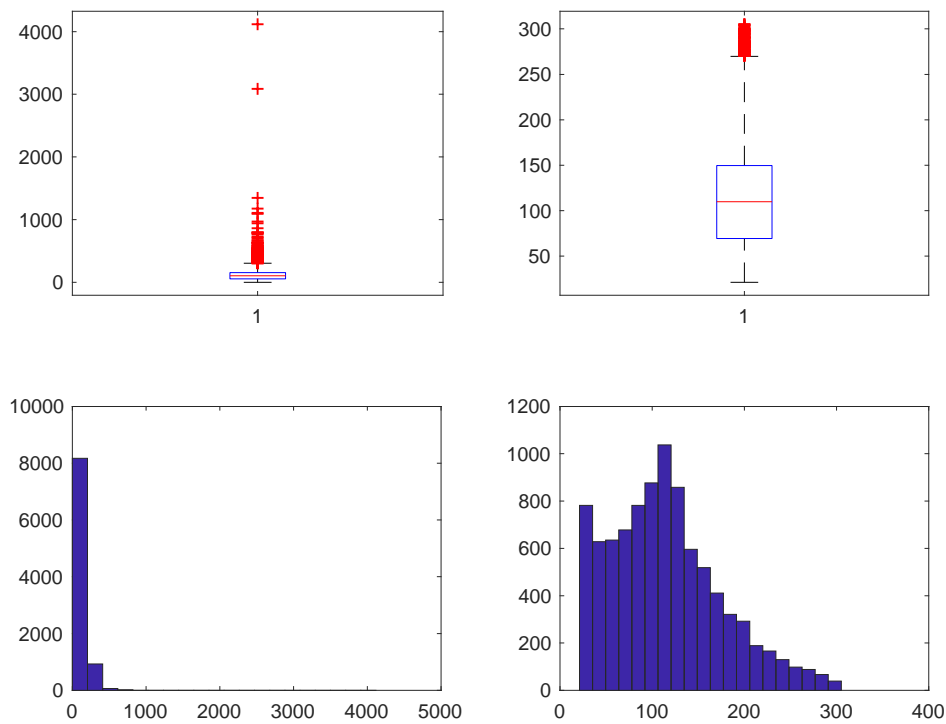
**Figura 390. Costo MISTO-TRIPLO**



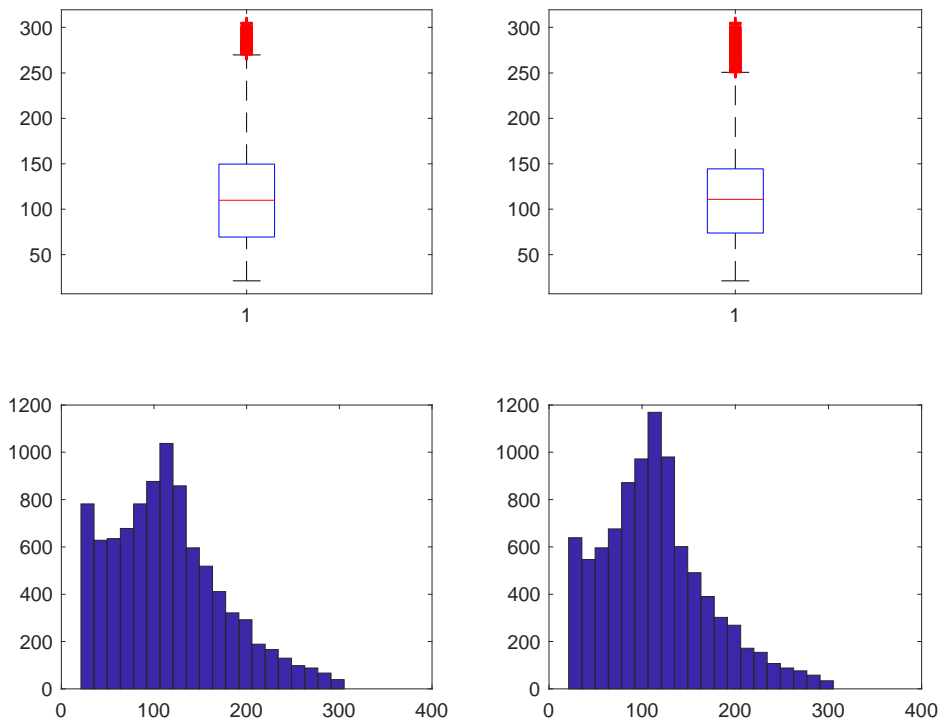
**Figura 391. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-TRIPLO**



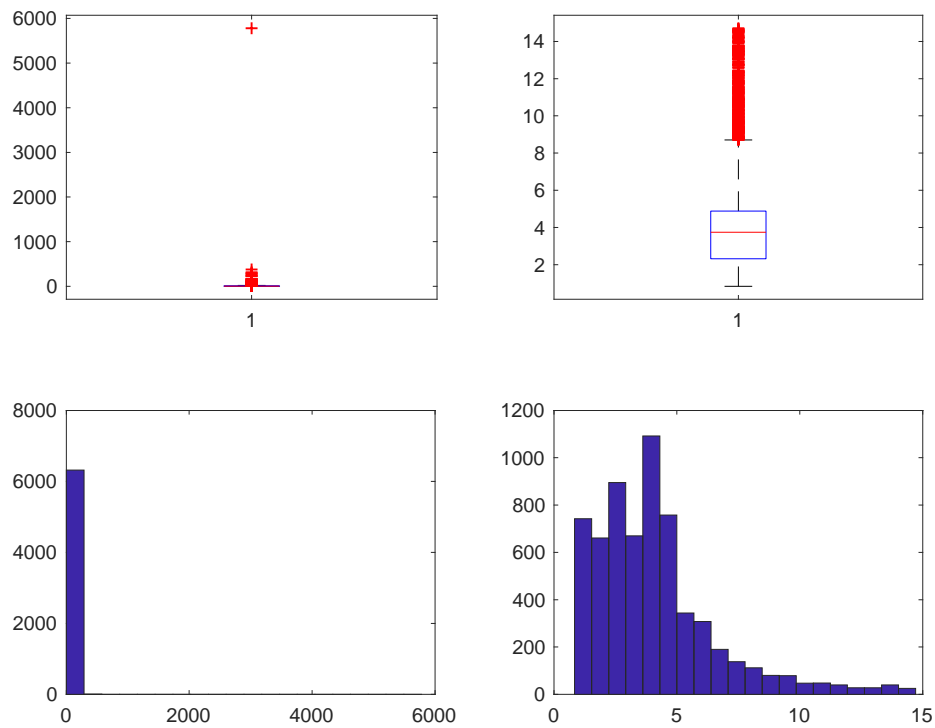
**Figura 392. Risparmio MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



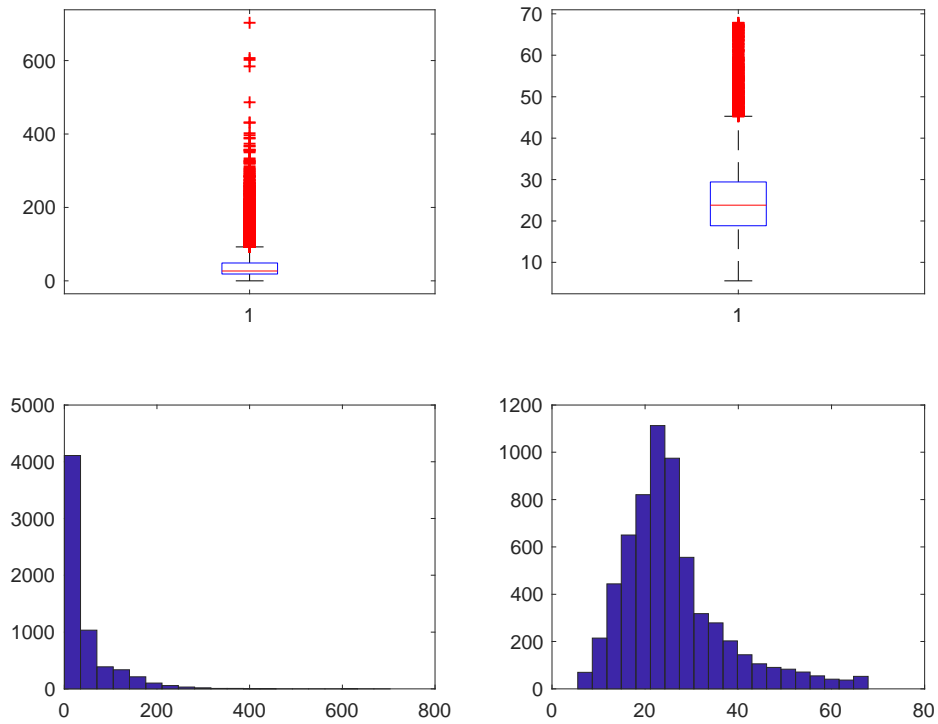
**Figura 393. Costo MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



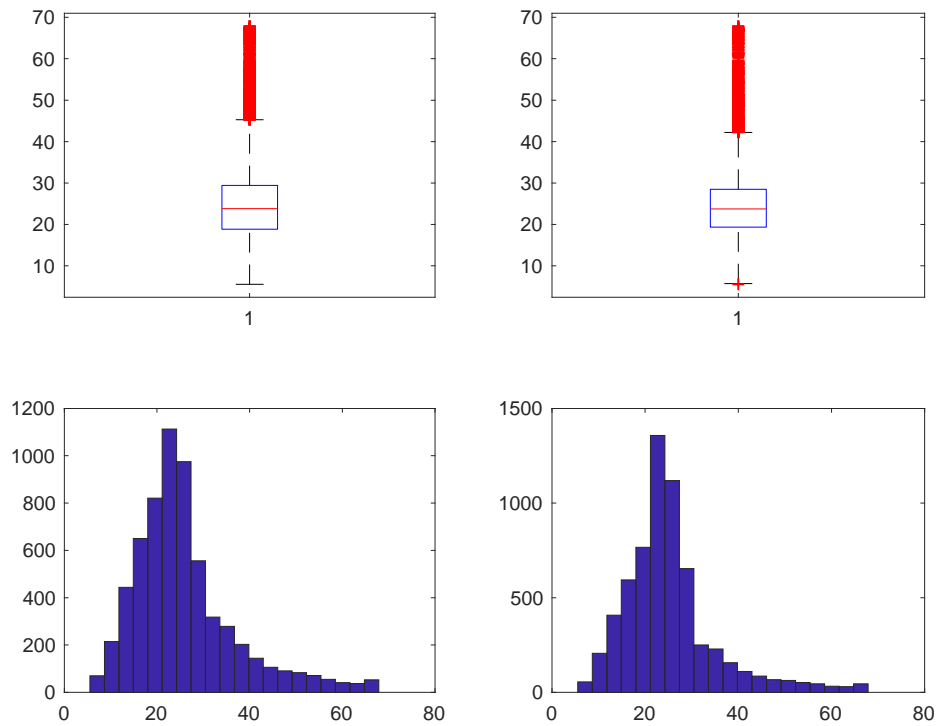
**Figura 394. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



**Figura 395. Risparmio MISTO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 396. Costo MISTO-VETRO NON ESISTENTE**



**Figura 397. Costo dopo studio Costo/Risparmio MISTO-VETRO NON ESISTENTE**

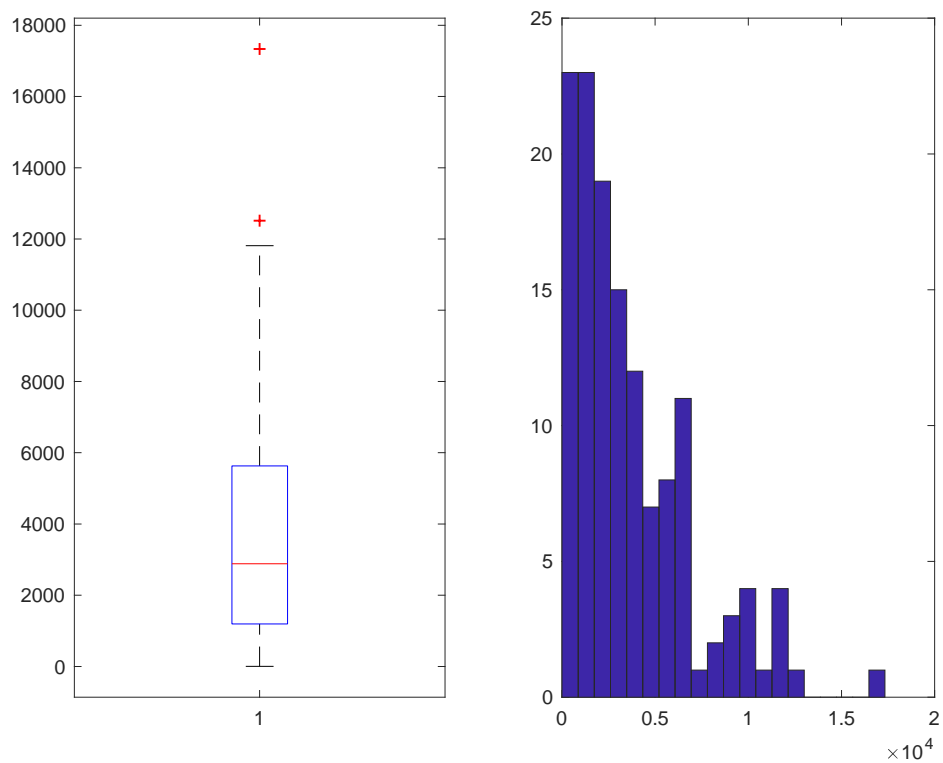
La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:  
 $detrazione = 0.65 * costo$ ,

e sono stati imputati:

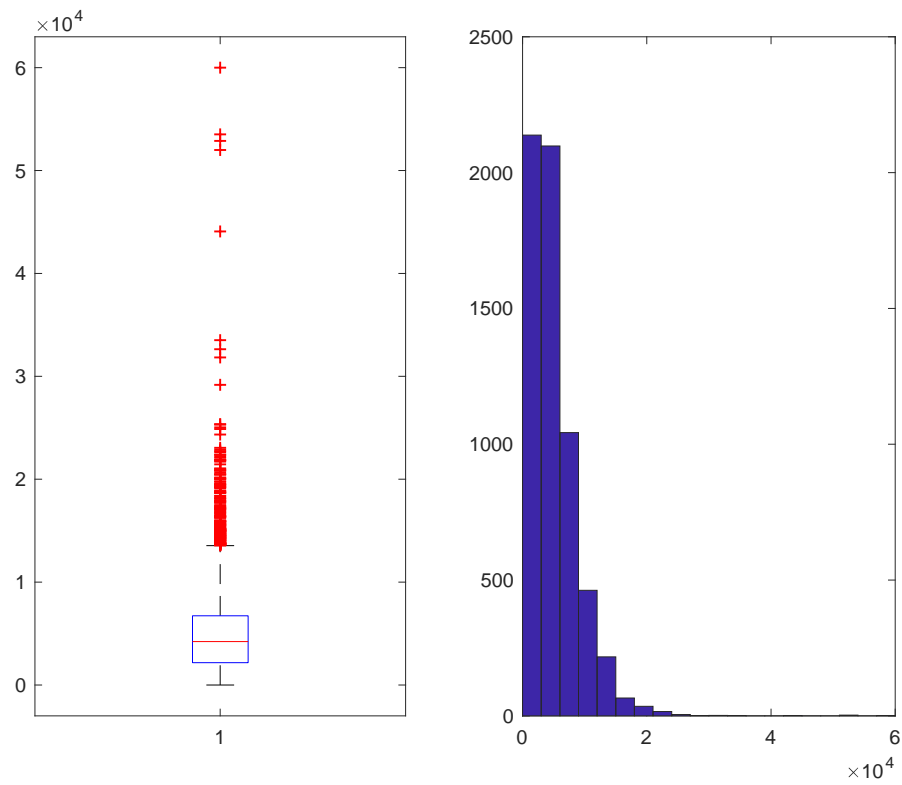
- 20 dati anomali (caso 1;1) di cui 17 per imputazioni svolte su COSTO,
- 624 dati anomali (caso 1;2) di cui 511 per imputazioni svolte su COSTO,
- 139 dati anomali (caso 1;3) di cui 109 per imputazioni svolte su COSTO,
- 1385 dati anomali (caso 1;4) di cui 1235 per imputazioni svolte su COSTO,
- 253 dati anomali (caso 1;5) di cui 243 per imputazioni svolte su COSTO,
- 6 dati anomali (caso 2;1) di cui 5 per imputazioni svolte su COSTO,
- 18 dati anomali (caso 2;2) di cui 15 per imputazioni svolte su COSTO,
- 3 dati anomali (caso 2;3) di cui 3 per imputazioni svolte su COSTO,
- 43 dati anomali (caso 2;4) di cui 42 per imputazioni svolte su COSTO,
- 119 dati anomali (caso 2;5) di cui 108 per imputazioni svolte su COSTO,
- 16 dati anomali (caso 3;1) di cui 14 per imputazioni svolte su COSTO,
- 877 dati anomali (caso 3;2) di cui 696 per imputazioni svolte su COSTO,
- 77 dati anomali (caso 3;3) di cui 60 per imputazioni svolte su COSTO,
- 2461 dati anomali (caso 3;4) di cui 2192 per imputazioni svolte su COSTO,
- 425 dati anomali (caso 3;5) di cui 400 per imputazioni svolte su COSTO,
- 46 dati anomali (caso 4;1) di cui 31 per imputazioni svolte su COSTO,
- 2592 dati anomali (caso 4;2) di cui 2121 per imputazioni svolte su COSTO,
- 409 dati anomali (caso 4;3) di cui 327 per imputazioni svolte su COSTO,
- 6655 dati anomali (caso 4;4) di cui 6061 per imputazioni svolte su COSTO,
- 67 dati anomali (caso 4;5) di cui 56 per imputazioni svolte su COSTO,
- 10 dati anomali (caso 5;1) di cui 1 per imputazioni svolte su COSTO,
- 202 dati anomali (caso 5;2) di cui 150 per imputazioni svolte su COSTO,
- 75 dati anomali (caso 5;3) di cui 66 per imputazioni svolte su COSTO,
- 570 dati anomali (caso 5;4) di cui 501 per imputazioni svolte su COSTO,

- 1762 dati anomali (caso 5;5) di cui 1721 per imputazioni svolte su COSTO.

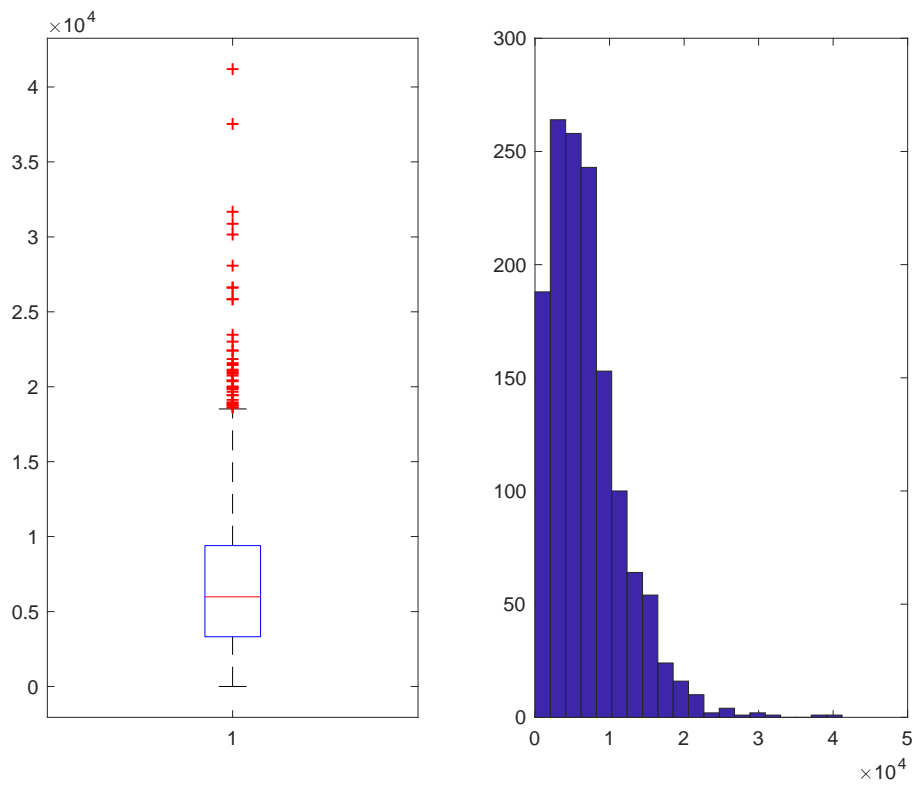
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



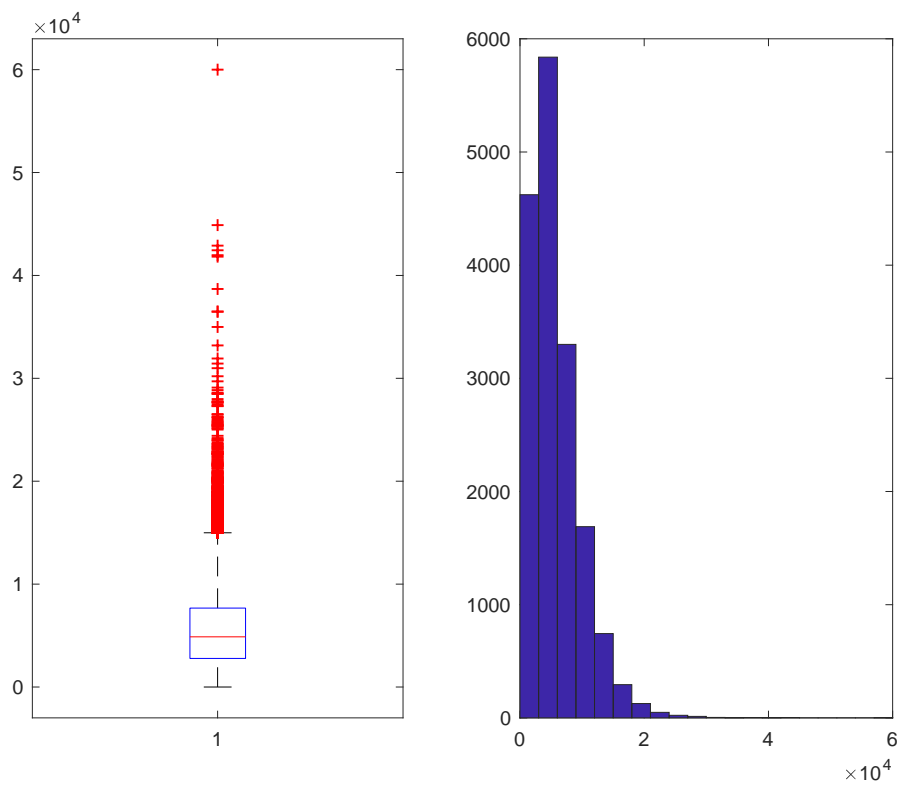
**Figura 398. Detrazione LEGNO-SINGOLO**



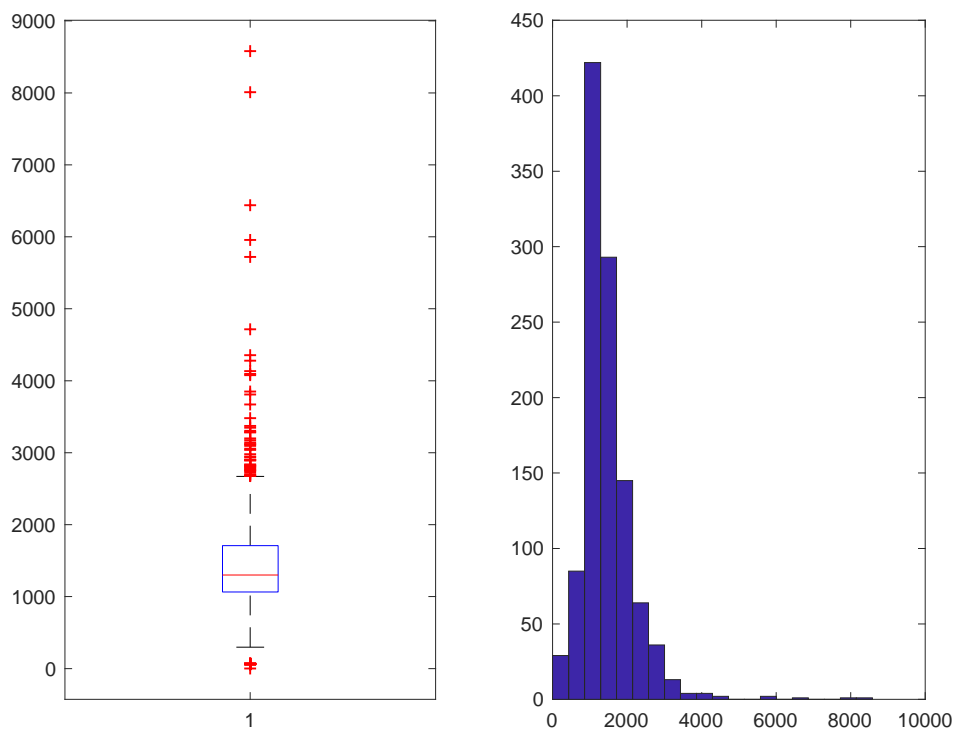
**Figura 399. Detrazione LEGNO-DOPPIO**



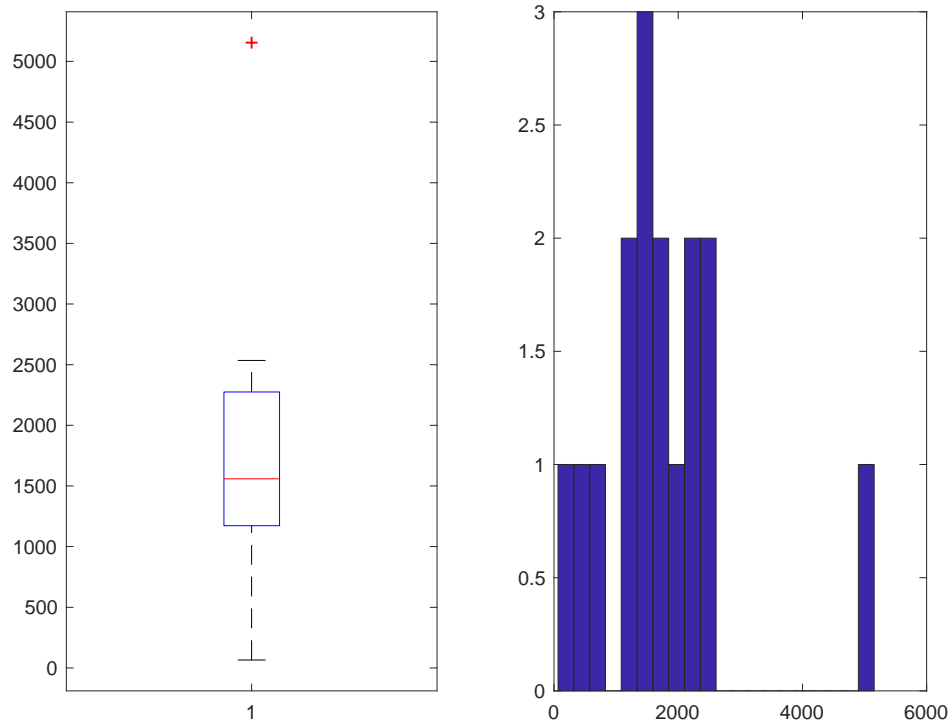
**Figura 400. Detrazione LEGNO-TRIPLO**



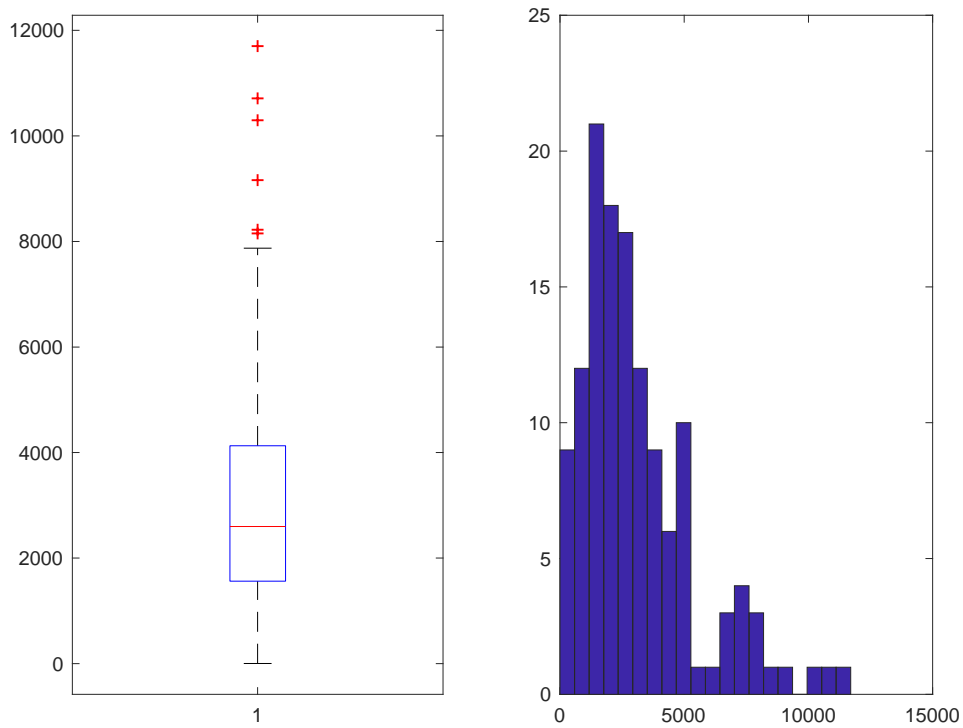
**Figura 401. Detrazione LEGNO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



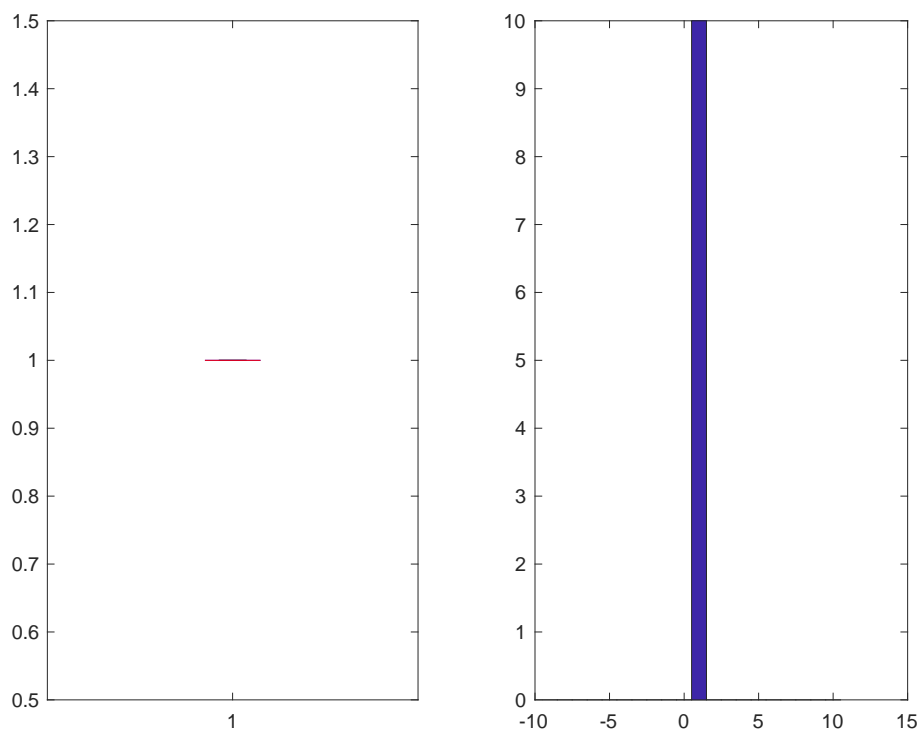
**Figura 402. Detrazione LEGNO-VETRO NON ESISTENTE**



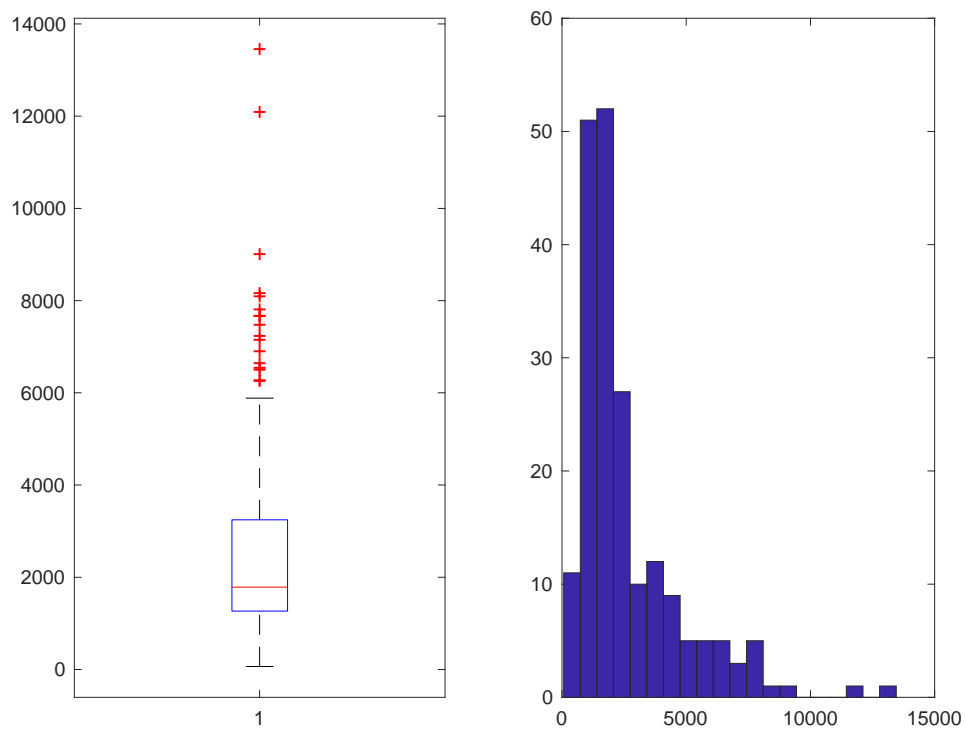
**Figura 403. Detrazione METALLO NO TERMICO-SINGOLO**



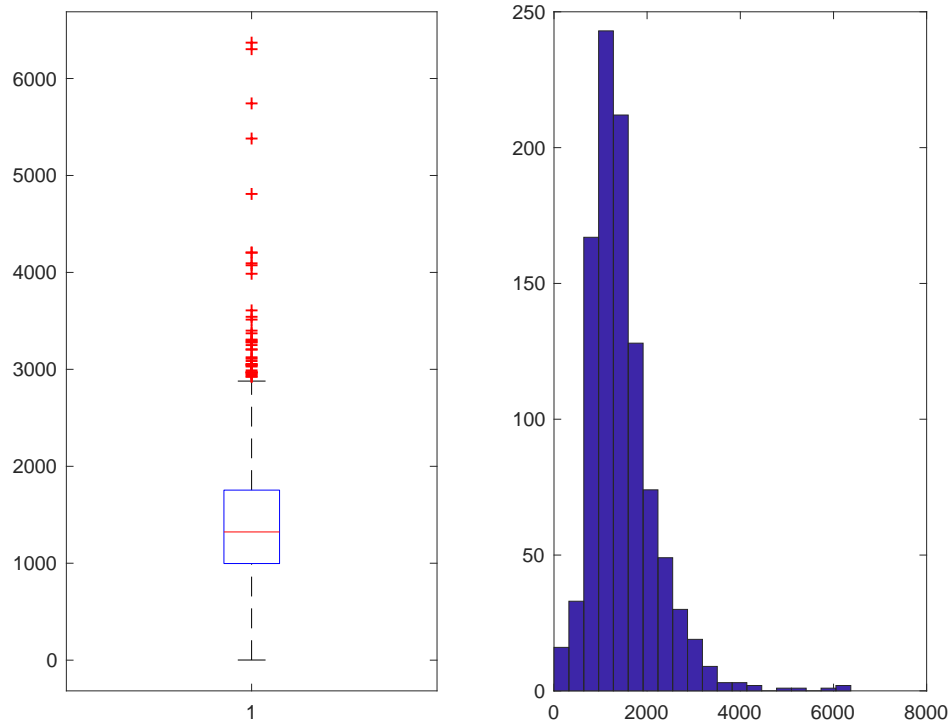
**Figura 404. Detrazione METALLO NO TERMICO-DOPPIO**



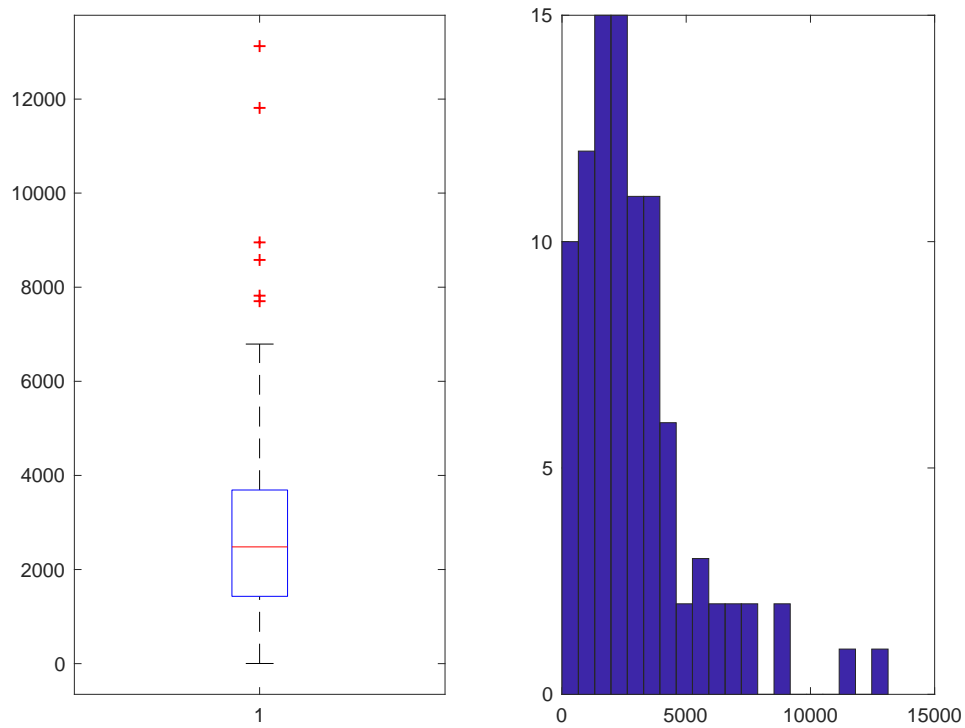
**Figura 405. Detrazione METALLO NO TERMICO-TRIPLO**



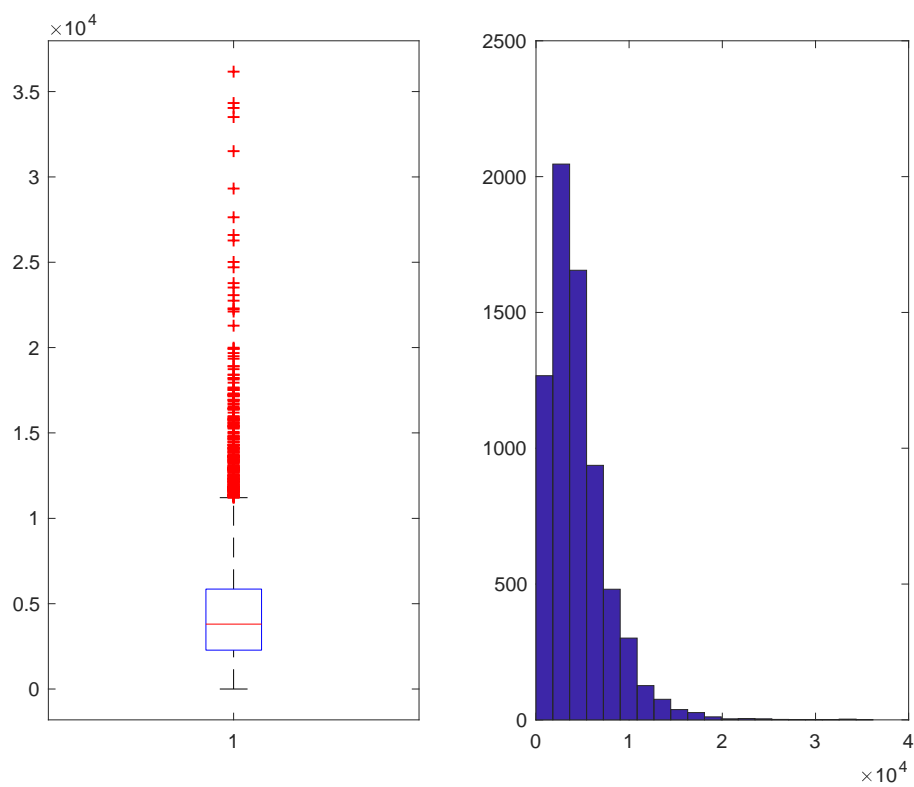
**Figura 406. Detrazione METALLO NO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



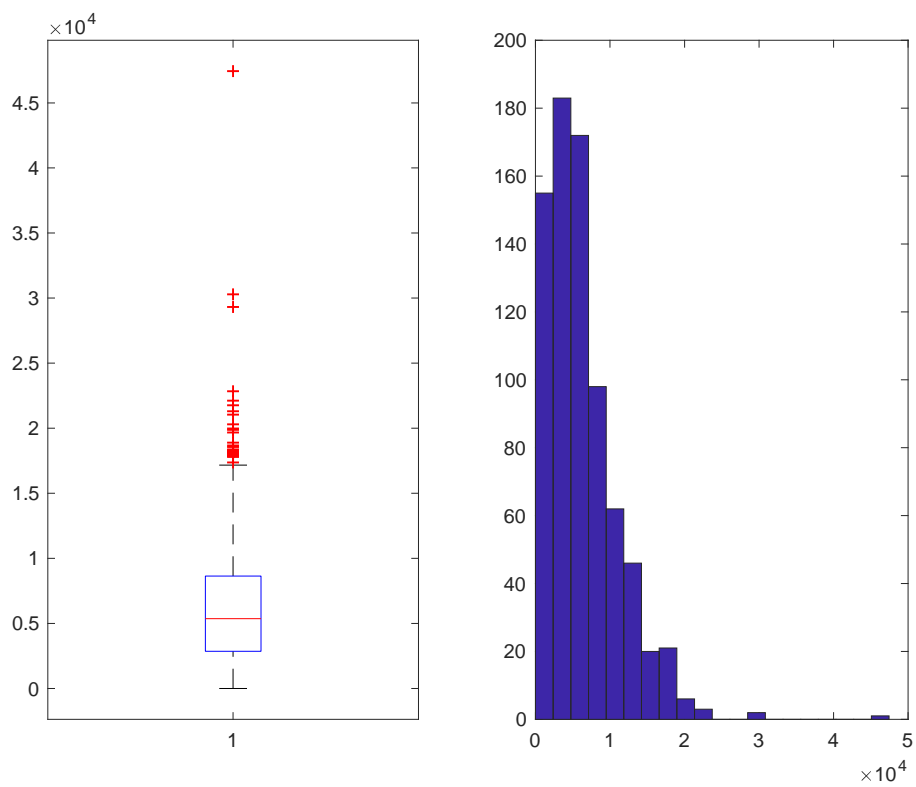
**Figura 407. Detrazione METALLO NO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



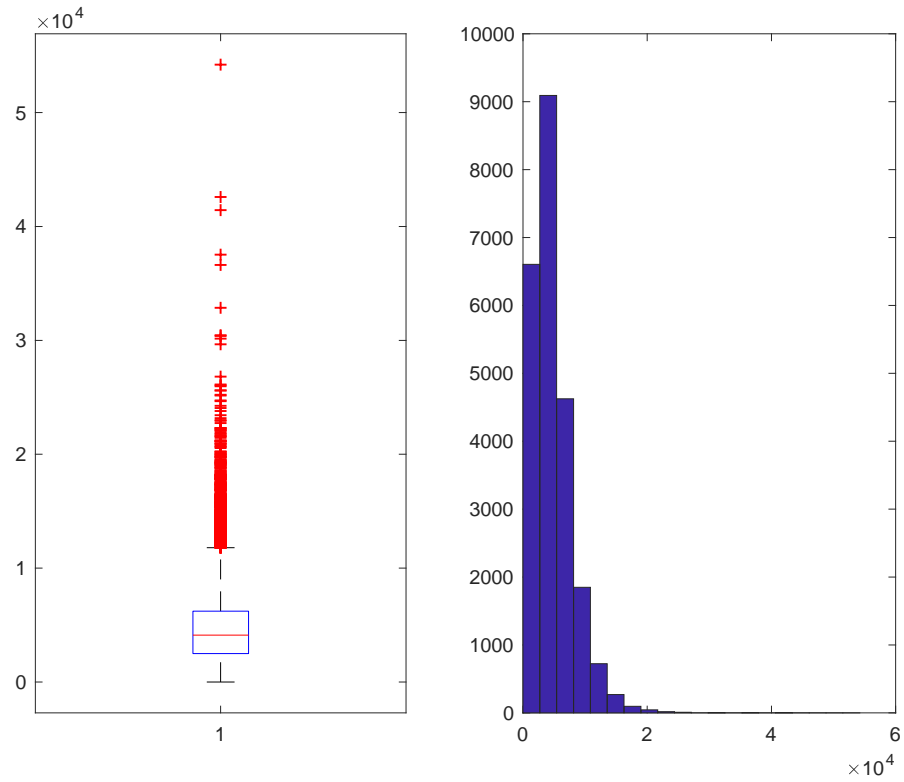
**Figura 408. Detrazione METALLO TERMICO-SINGOLO**



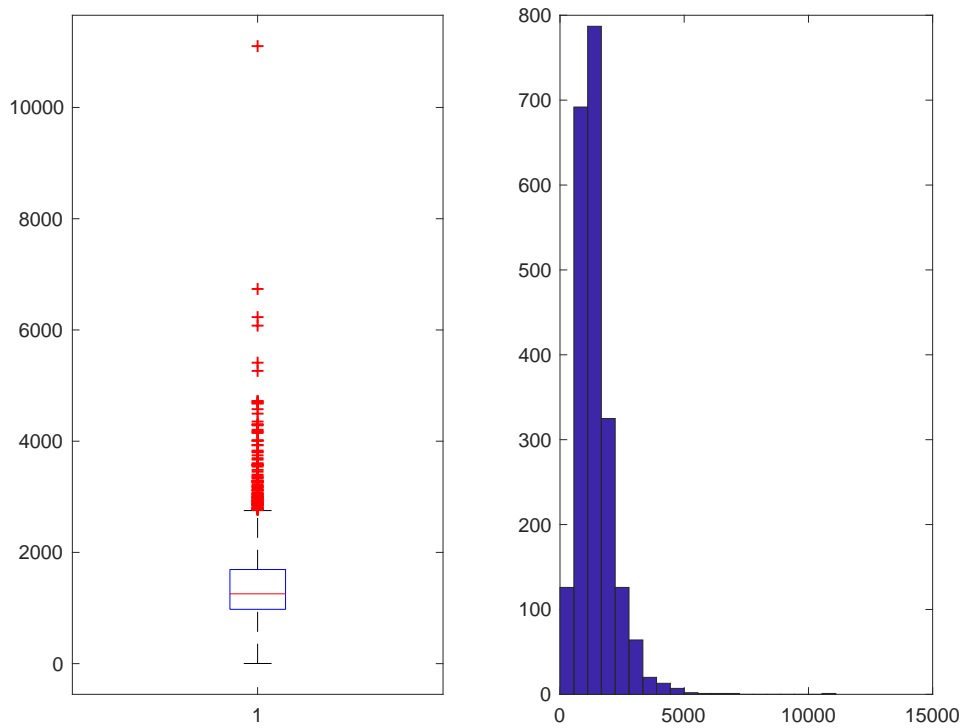
**Figura 409. Detrazione METALLO TERMICO-DOPPIO**



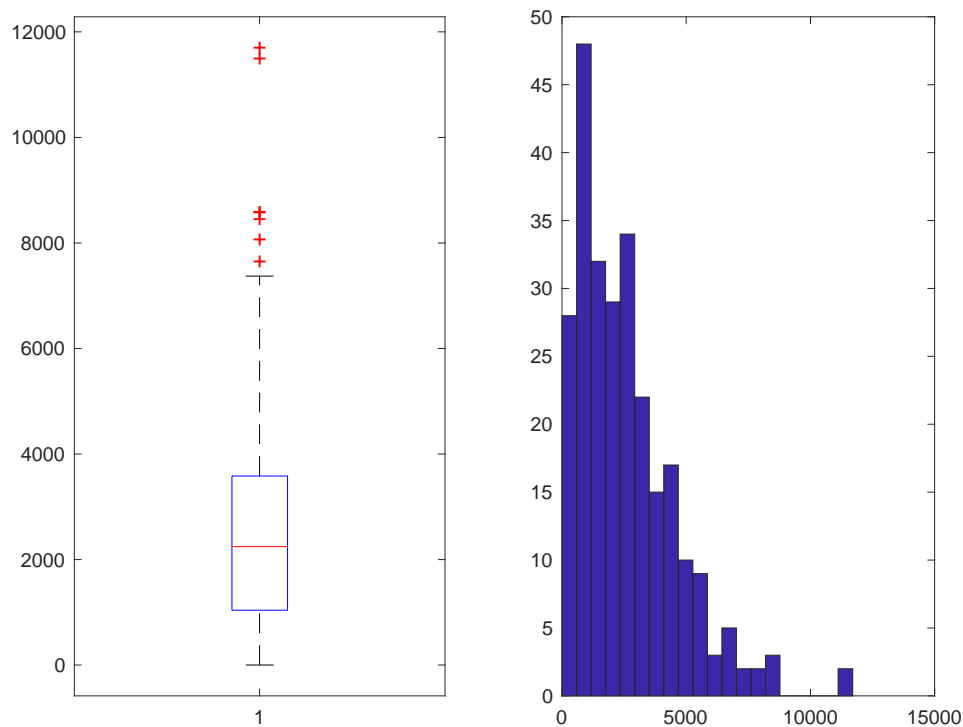
**Figura 410. Detrazione METALLO TERMICO-TRIPLO**



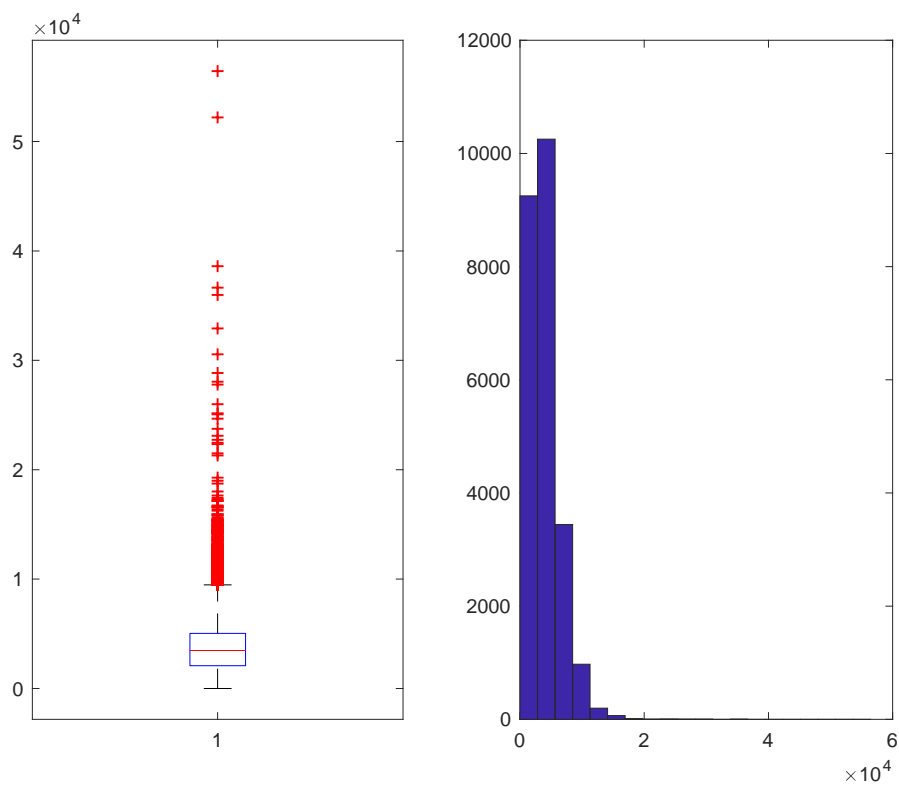
**Figura 411. Detrazione METALLO TERMICO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



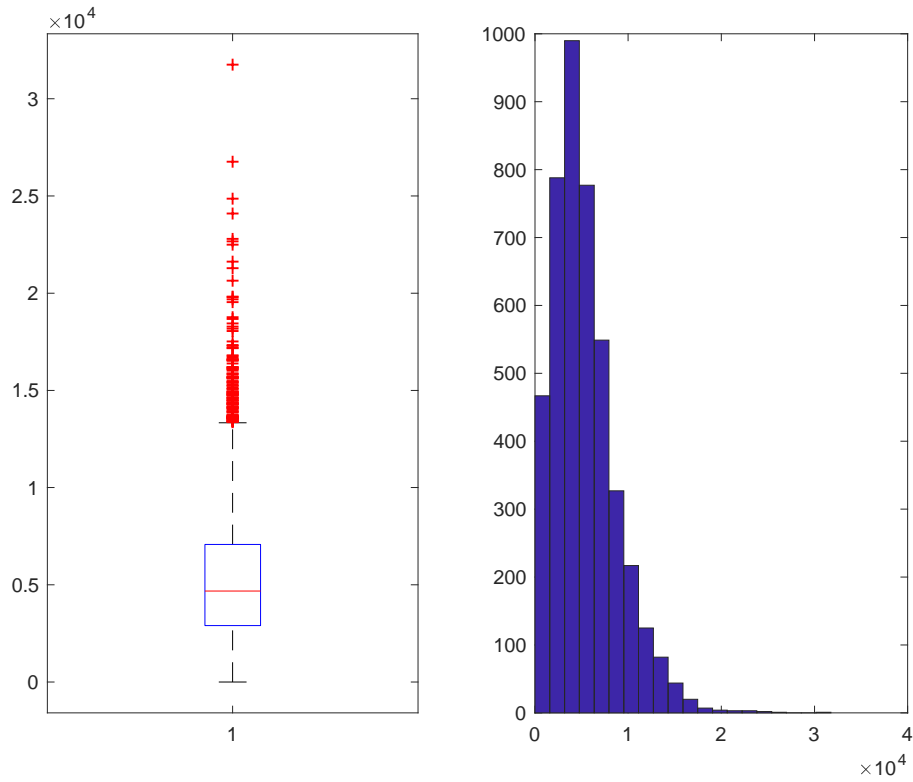
**Figura 412. Detrazione METALLO TERMICO-VETRO NON ESISTENTE**



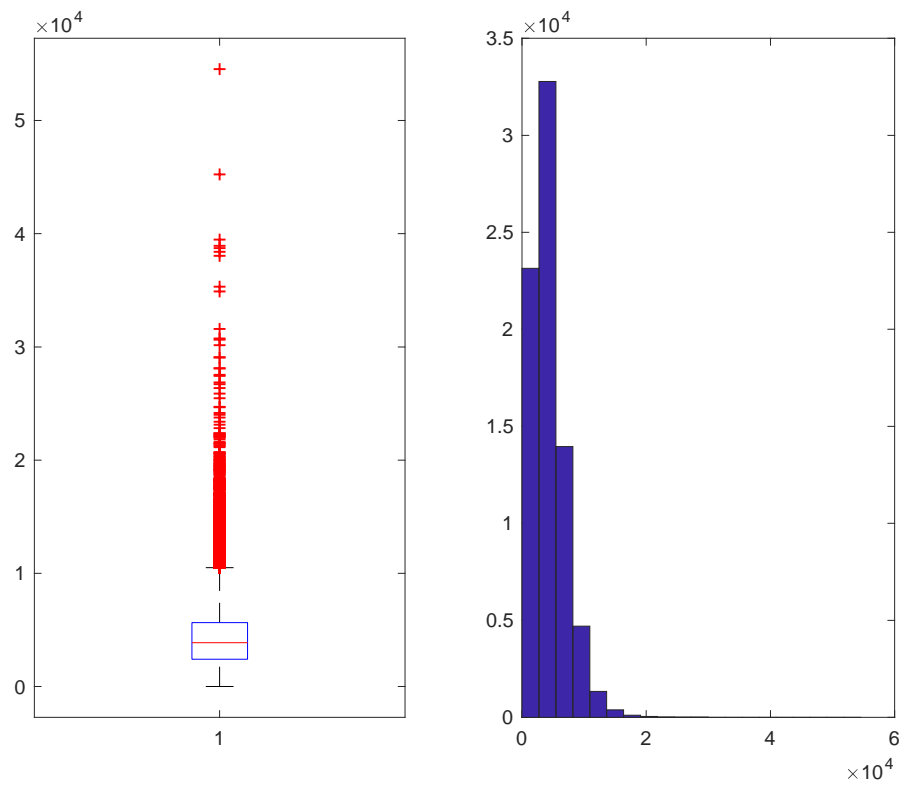
**Figura 413. Detrazione PVC-SINGOLO**



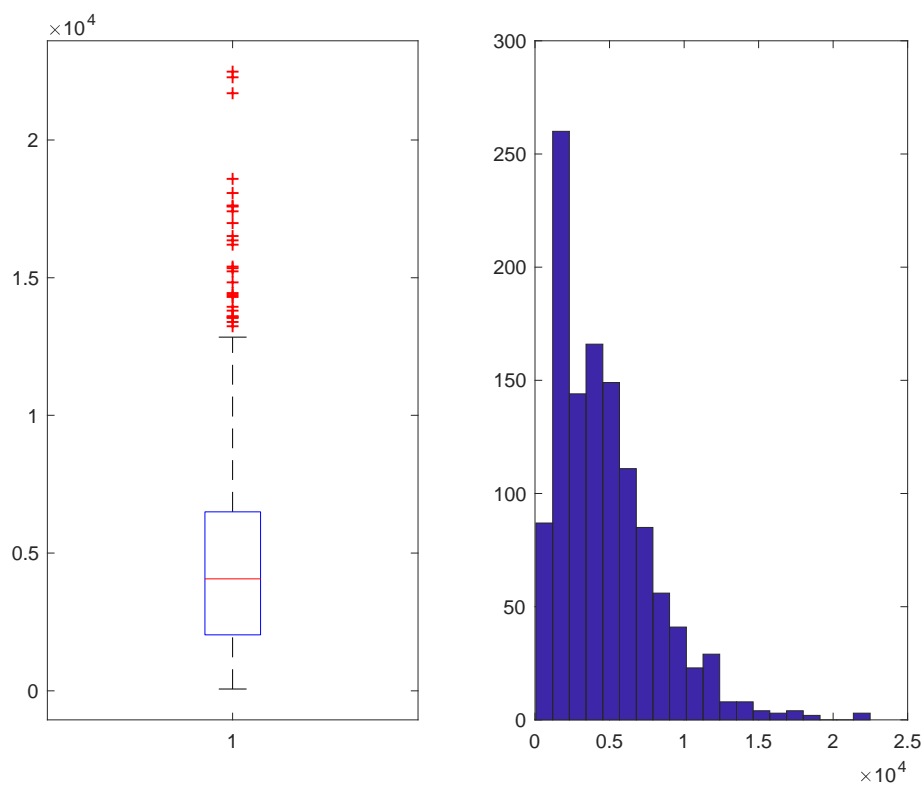
**Figura 414. Detrazione PVC-DOPPIO**



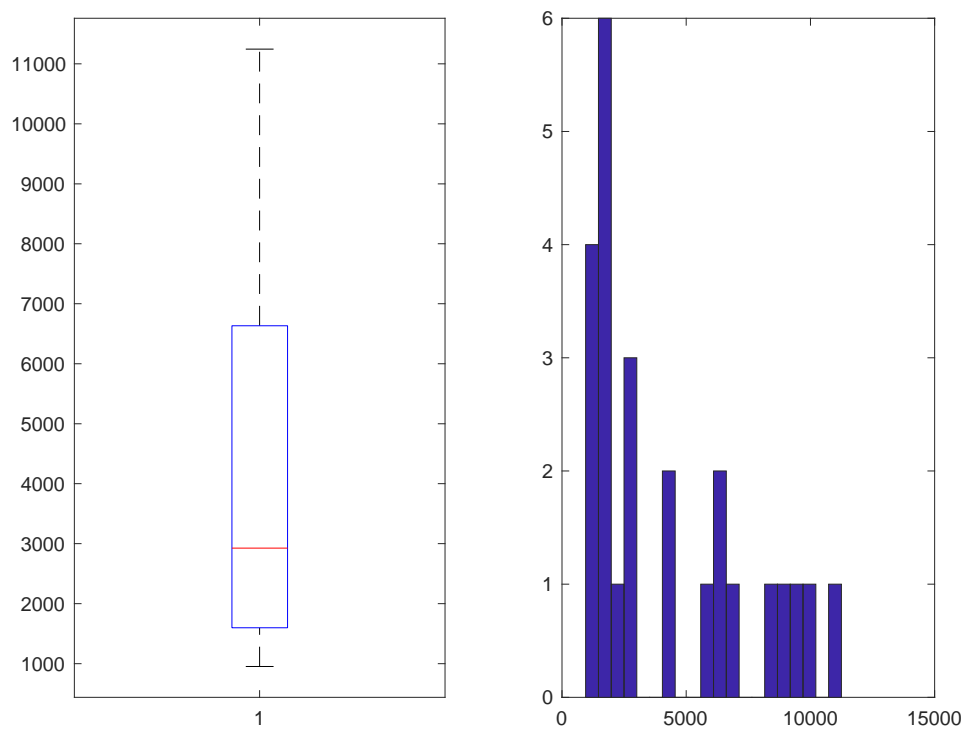
**Figura 415. Detrazione PVC-TRIPLO**



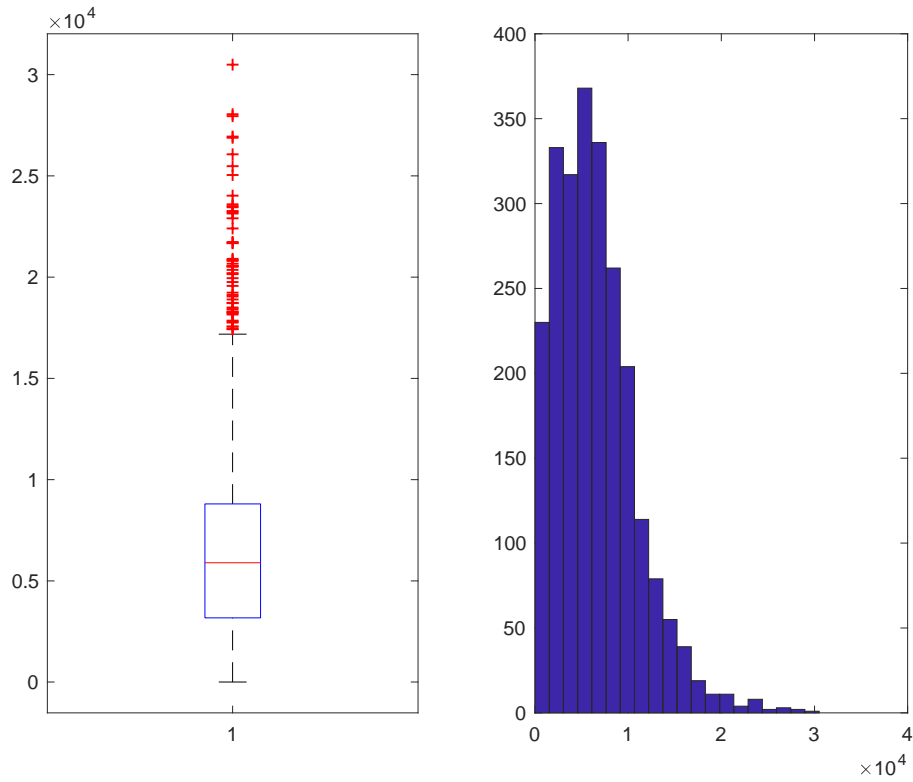
**Figura 416. Detrazione PVC-VETRO A BASSA EMISSIONE**



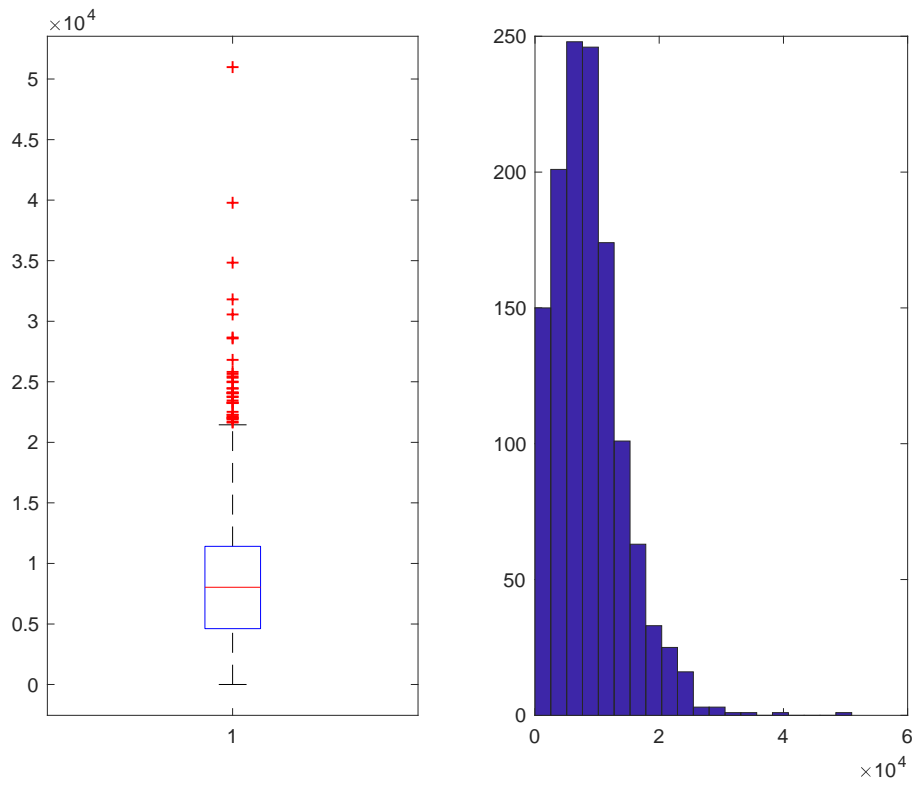
**Figura 417. Detrazione PVC-VETRO NON ESISTENTE**



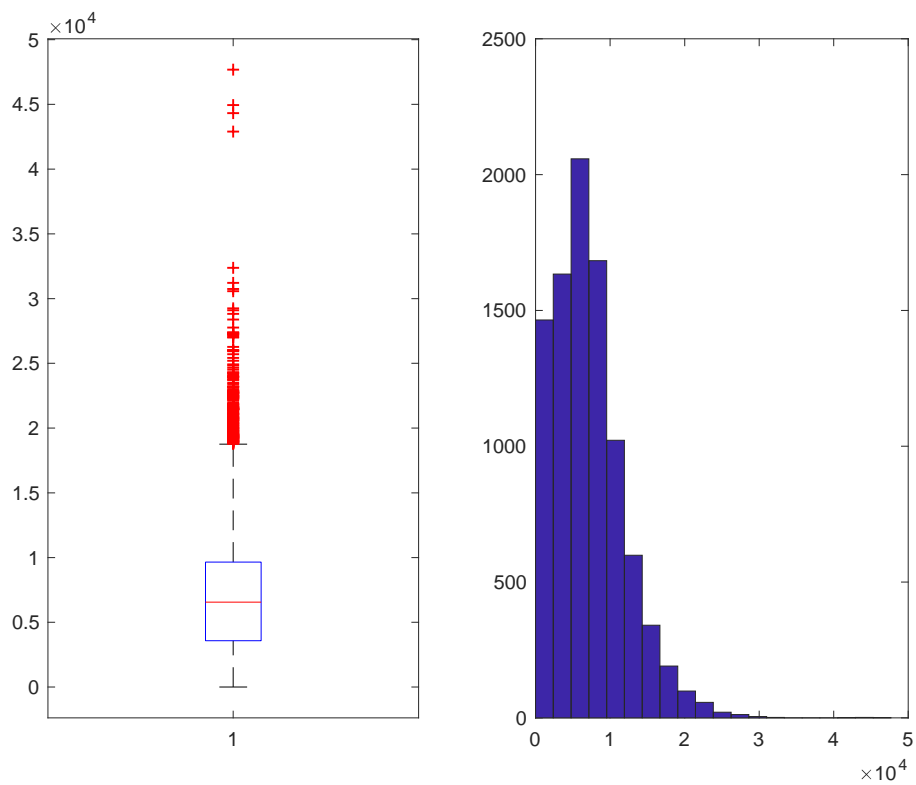
**Figura 418. Detrazione MISTO-SINGOLO**



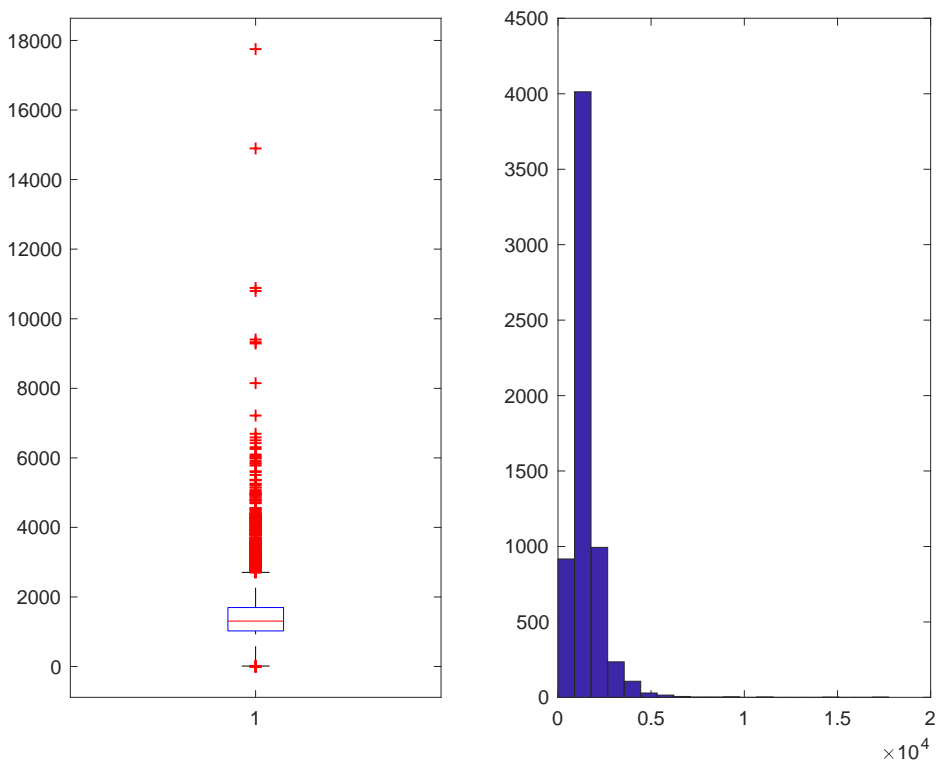
**Figura 419. Detrazione MISTO-DOPPIO**



**Figura 420. Detrazione MISTO-TRIPLO**



**Figura 421. Detrazione MISTO-VETRO A BASSA EMISSIONE**



**Figura 422. Detrazione MISTO-VETRO NON ESISTENTE**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 33161105784,5998 kWh/anno
- Risparmio Finale: 510430203,638591 kWh/anno
- Costo Iniziale: 1548144574,62583 €
- Costo Finale: 1558767963,44623 €

#### 2.5.4 Comma 345c

Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di quattro programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri tre che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

Le prime operazioni svolte hanno visto la creazione di indicatori della tipologia di intervento e sulla base di questi sono state individuate alcune sottopopolazioni per rendere l'imputazione dei dati anomali più precisa ed accurata. I primi risultati ottenuti sono:

- 6352 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione RESIDENZIALE (numerosità 66316 casi);
- 634 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione NON RESIDENZIALE (numerosità 1645 casi);
- 176 imputazioni sulla “superficie” per la sottopopolazione MISTO (numerosità 876 casi).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

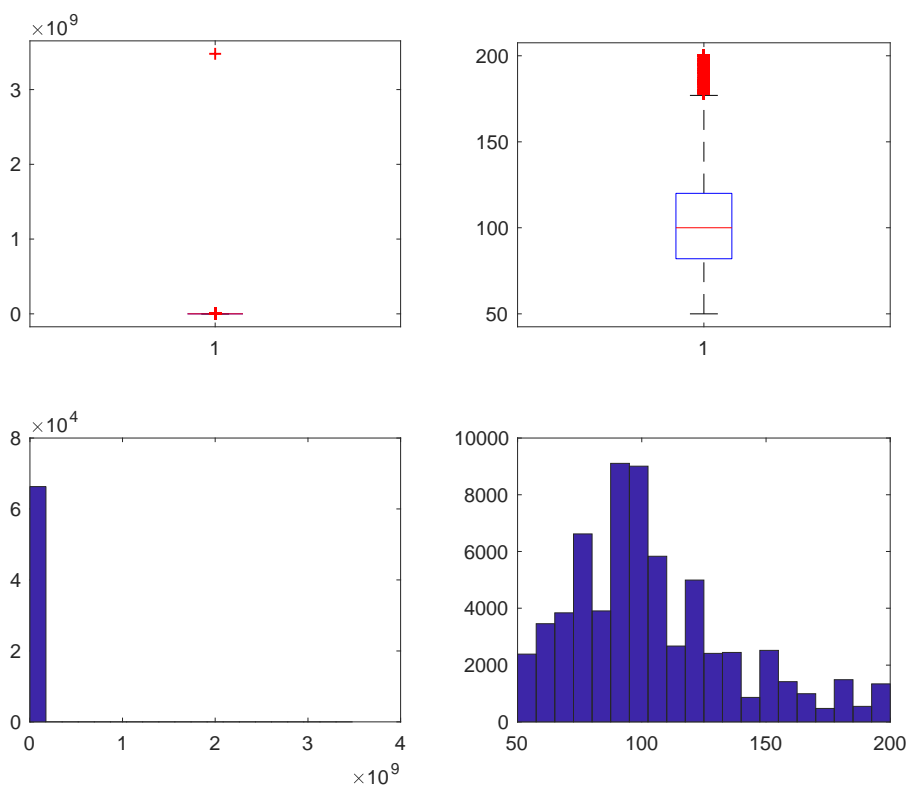


Figura 423. Superficie RES

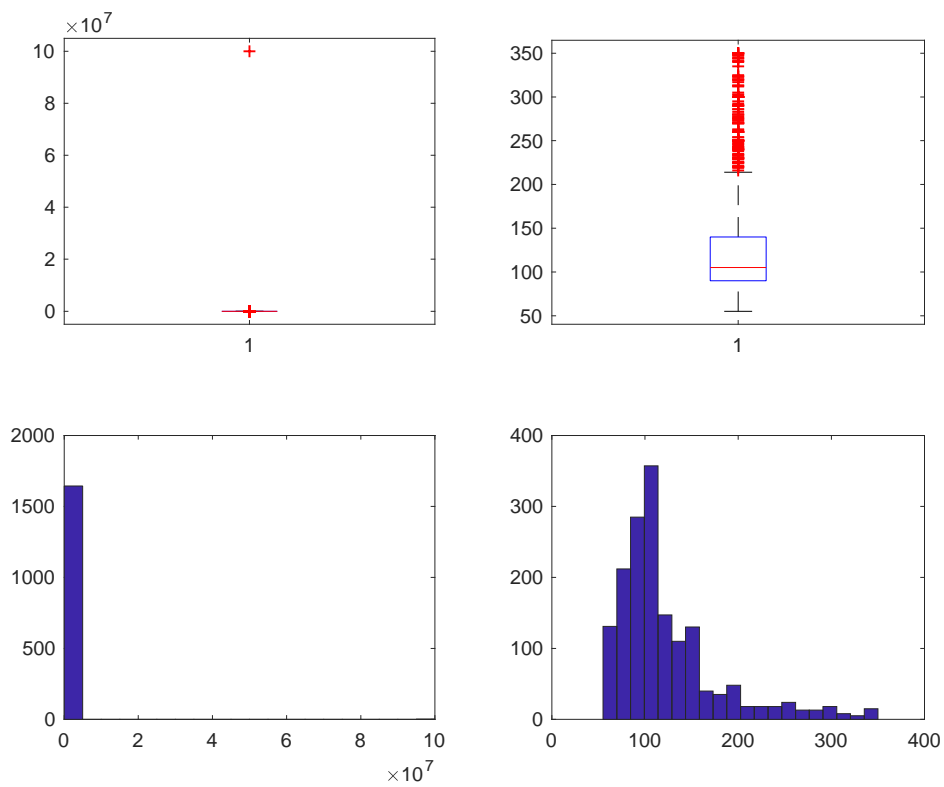
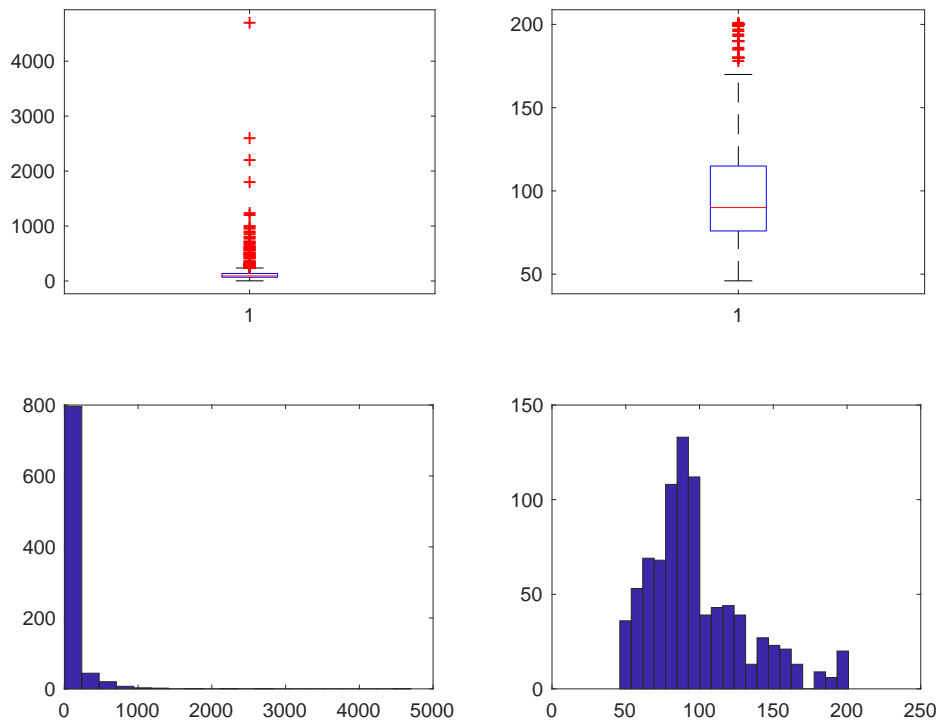


Figura 424. Superficie NO RES



**Figura 425. Superficie MIS**

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare” e per la variabile “superficie”.

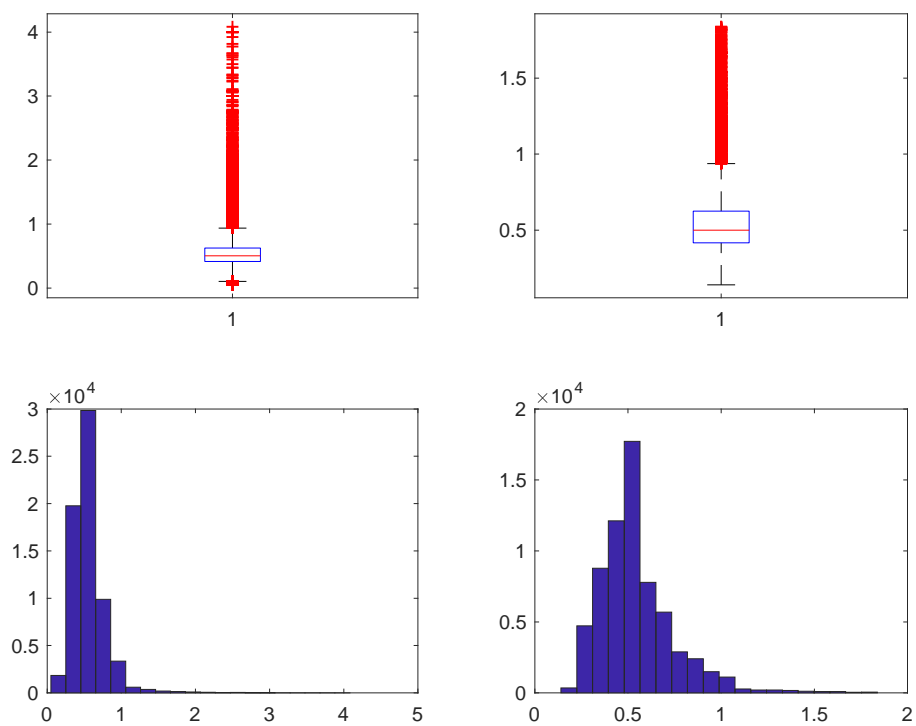
Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

Per quanto riguarda la variabile RISPARMIO i dati presentavano l’anomala presenza del valore “0,1” per 61709 unità su 69870, questo ha portato alla necessità di effettuare un studio preliminare sulla variabile in questione per riportare i valori all’interno di un intervallo reale. Per questa operazione di imputazione si è considerata una procedura di tipo “donatore” restringendoci ai soli valori maggiori di 0,1 per ogni sottopopolazione già individuata.

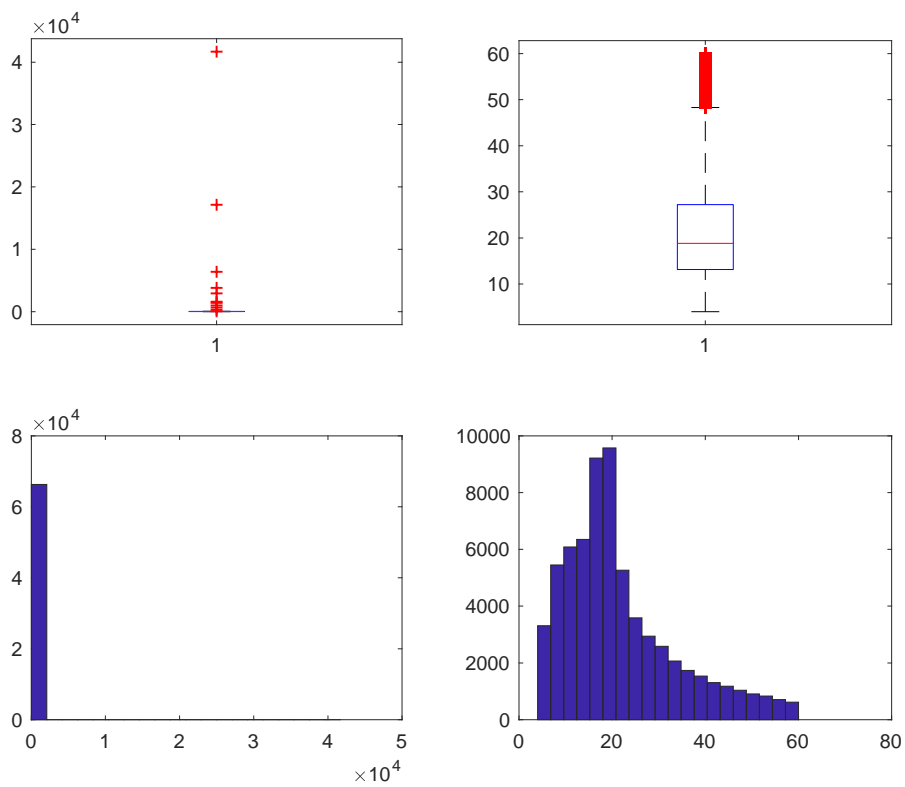
I risultati qui proposti sono da riferirsi alla fase d’imputazione svolta sul dataset già pulito da questa anomalia:

- RISPARMIO: 5137 imputazioni (RES), 213 imputazioni (NO RES) e 55 imputazioni (MIS).
- COSTO: 7080 imputazioni (RES), 226 imputazioni (NO RES) e 95 imputazioni (MIS).
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 7593 imputazioni (RES), 274 imputazioni (NO RES) e 89 imputazioni (MIS).

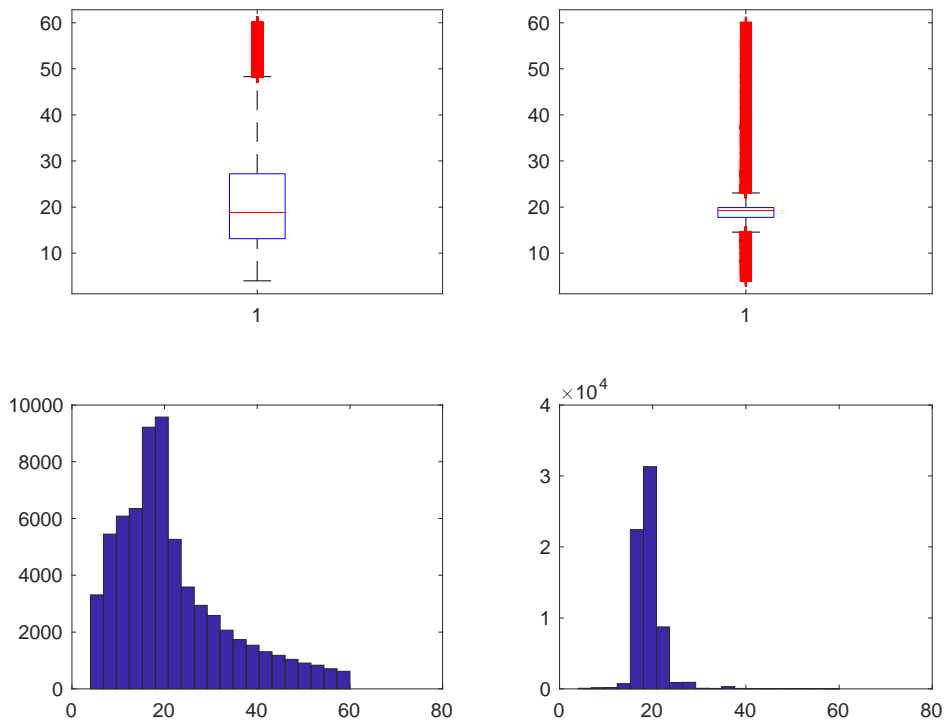
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



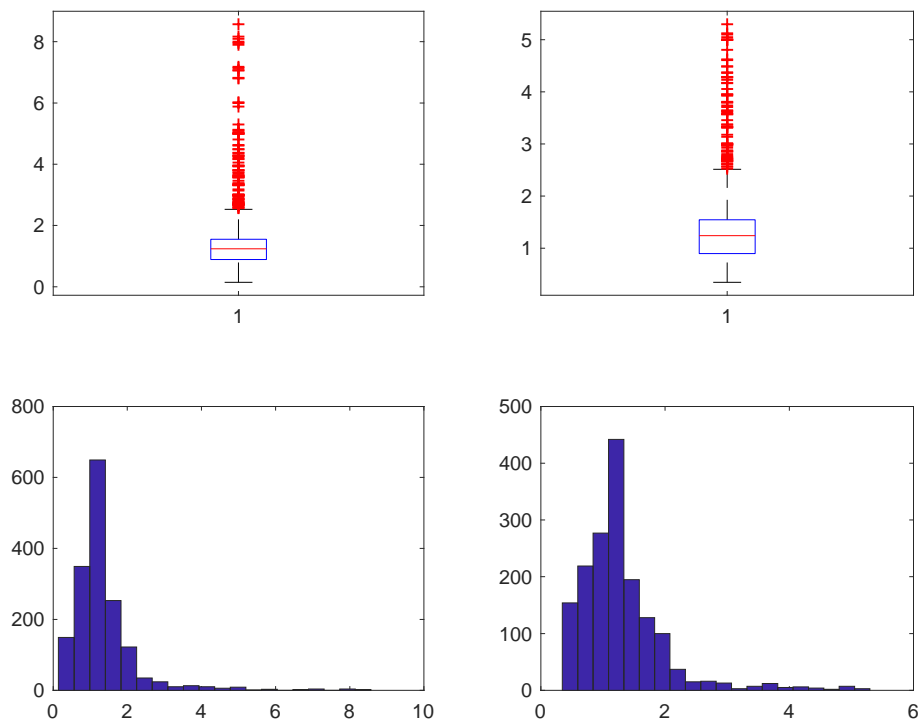
**Figura 426. Risparmio RES (Normalizzato per Superficie)**



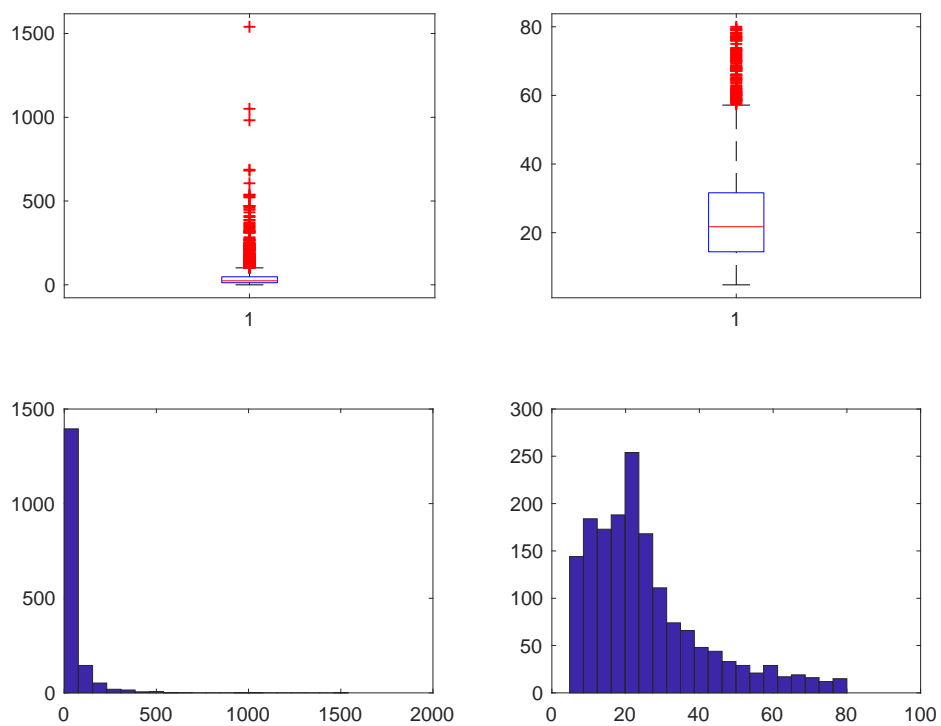
**Figura 427. Costo RES**



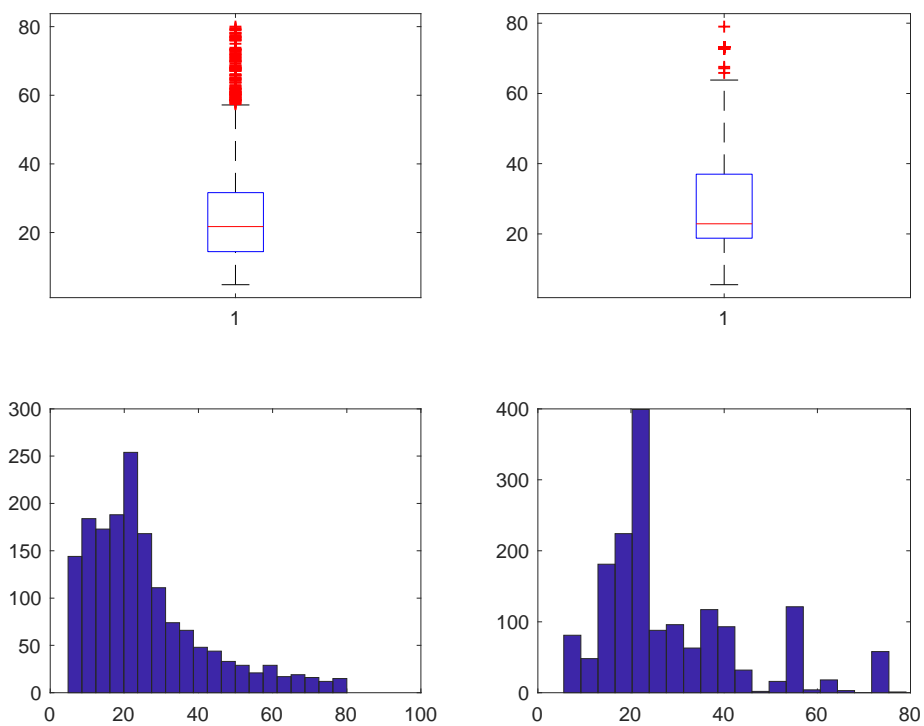
**Figura 428. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RES**



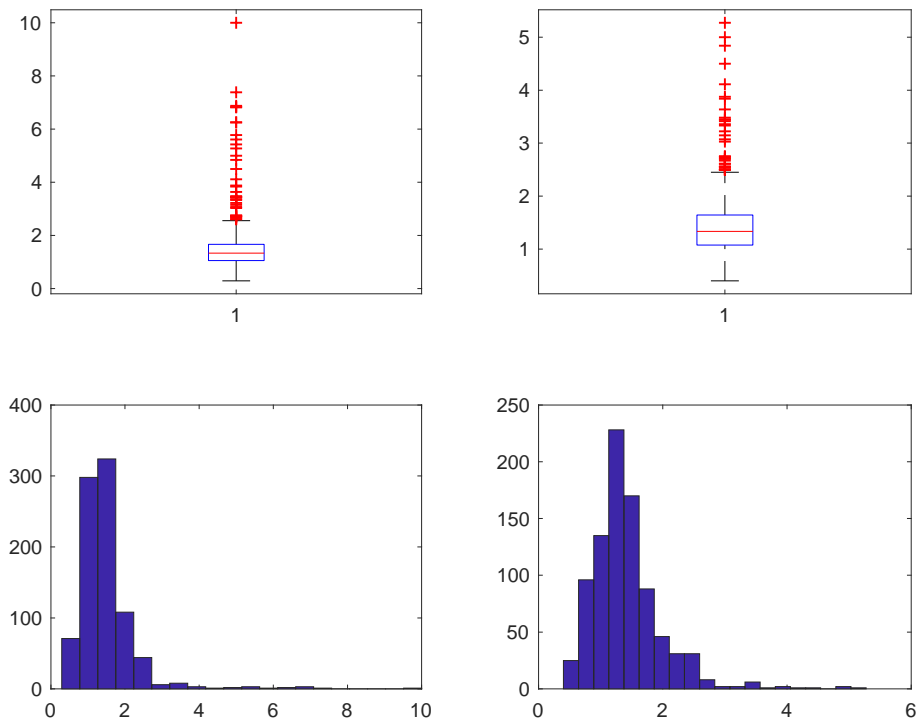
**Figura 429. Risparmio NORES (Normalizzato per superficie)**



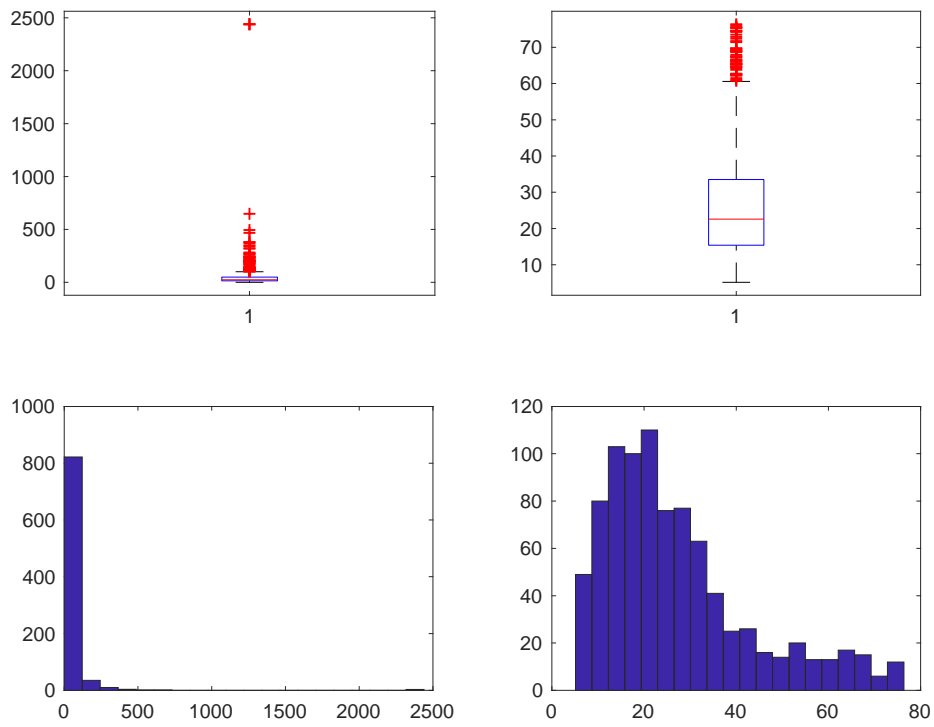
**Figura 430. Costo NORES**



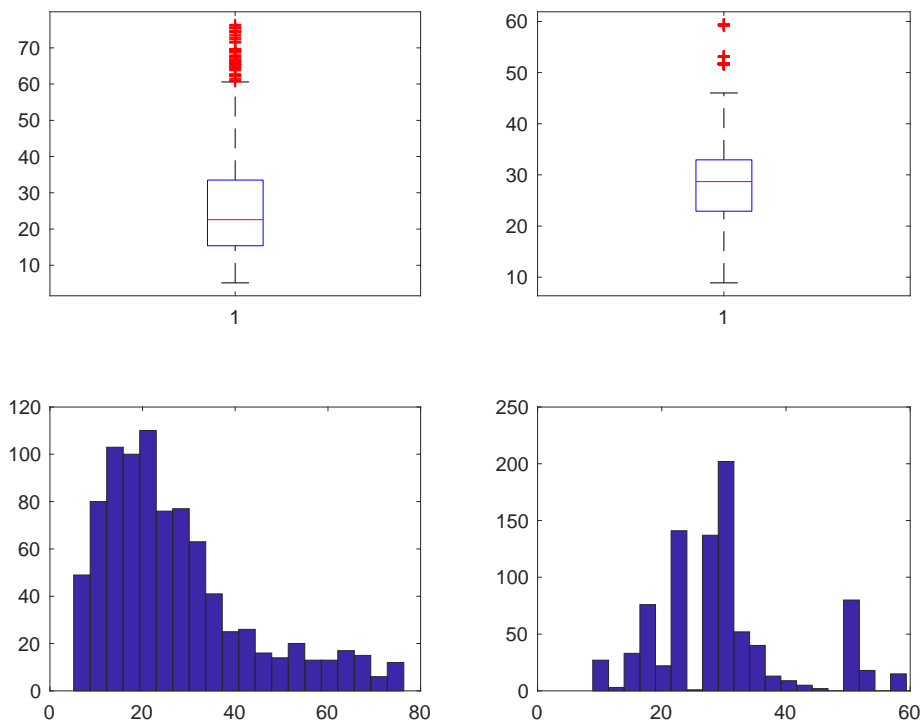
**Figura 431. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORES**



**Figura 432. Risparmio MIS (Normalizzato per superficie)**



**Figura 433. Costo MIS**



**Figura 434: Costo dopo studio su Costo/Risparmio MIS**

Ai fini di una corretta analisi è stato necessario effettuare una terza fase di controllo che ha visto come protagoniste le variabili d’interesse normalizzate per superficie.

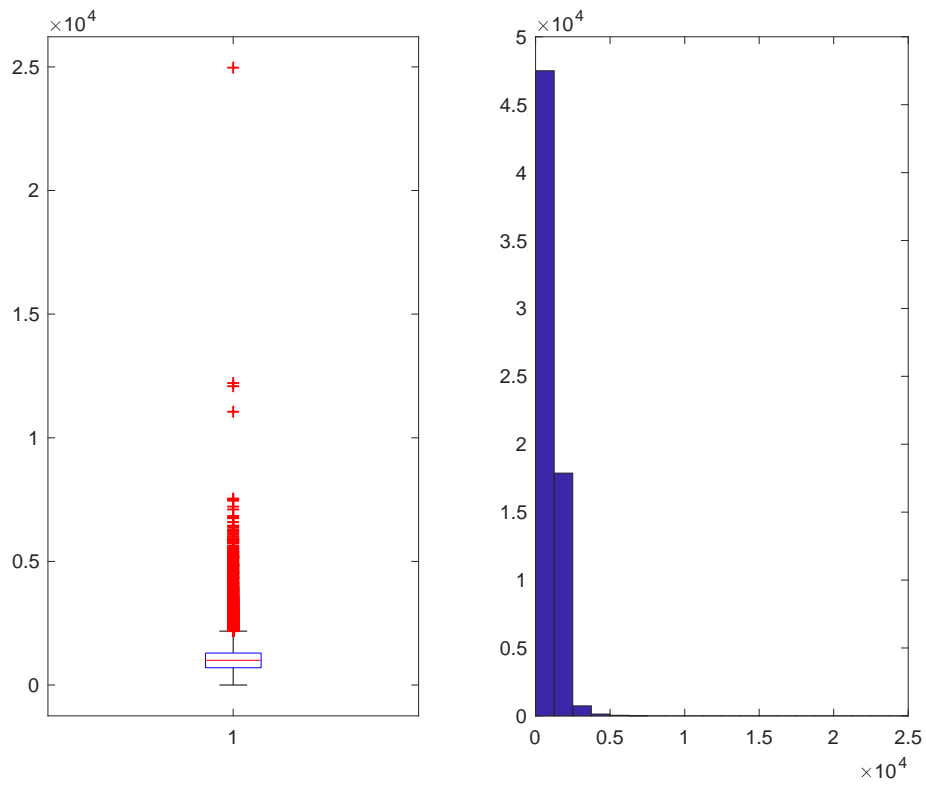
La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

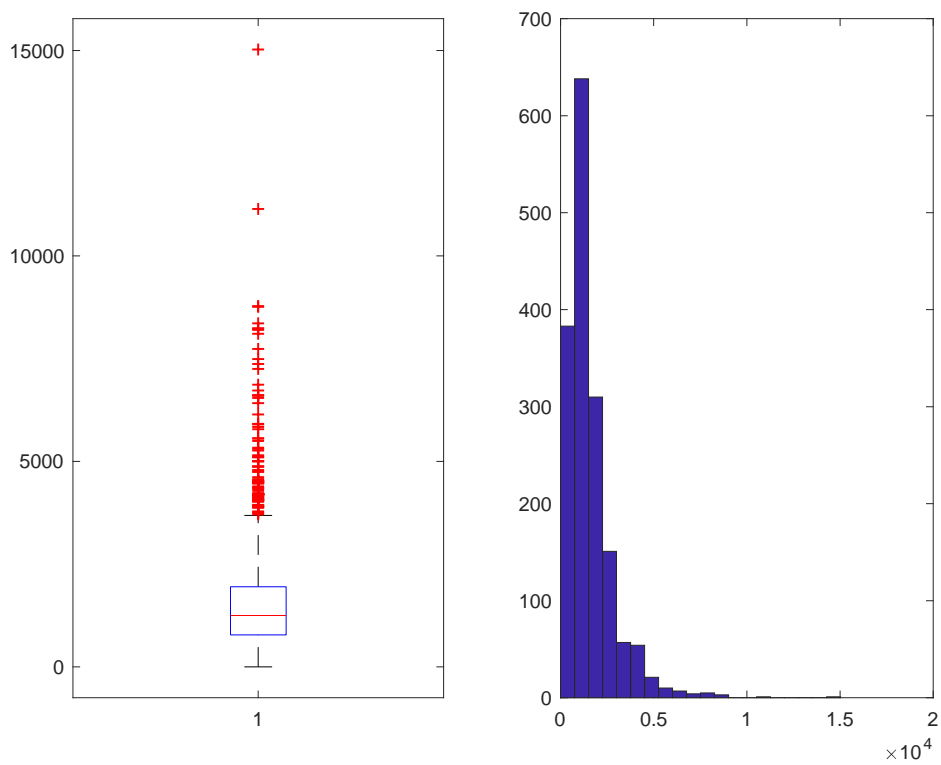
e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 9675 dati anomali (RES) di cui 8789 per imputazioni svolte su COSTO,
- 345 dati anomali (NORES) di cui 300 per imputazioni svolte su COSTO,
- 112 dati anomali (MIS) di cui 97 per imputazioni svolte su COSTO.

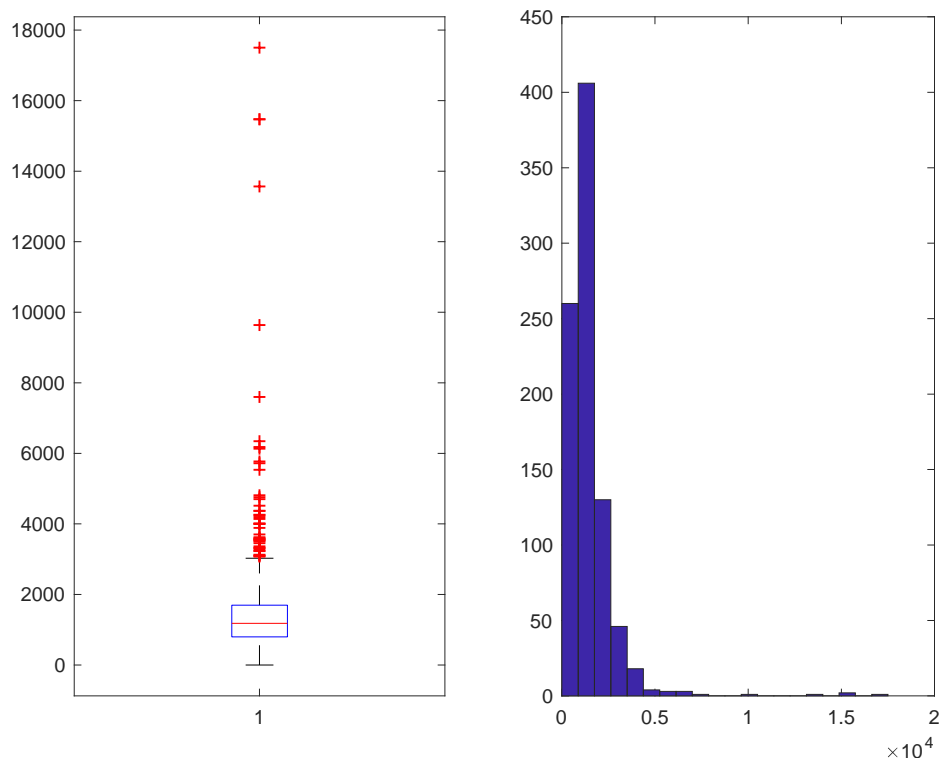
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 435. Detrazione RES**



**Figura 436. Detrazione NORES**



**Figura 437. Detrazione MIS**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 8048145,46709288 kWh/anno
- Risparmio Finale: 15890986,0155586 kWh/anno
- Costo Iniziale: 227915074,684274 €
- Costo Finale: 158665943,703593 €

### 2.5.5 Comma 346

Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di cinque programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri tre che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

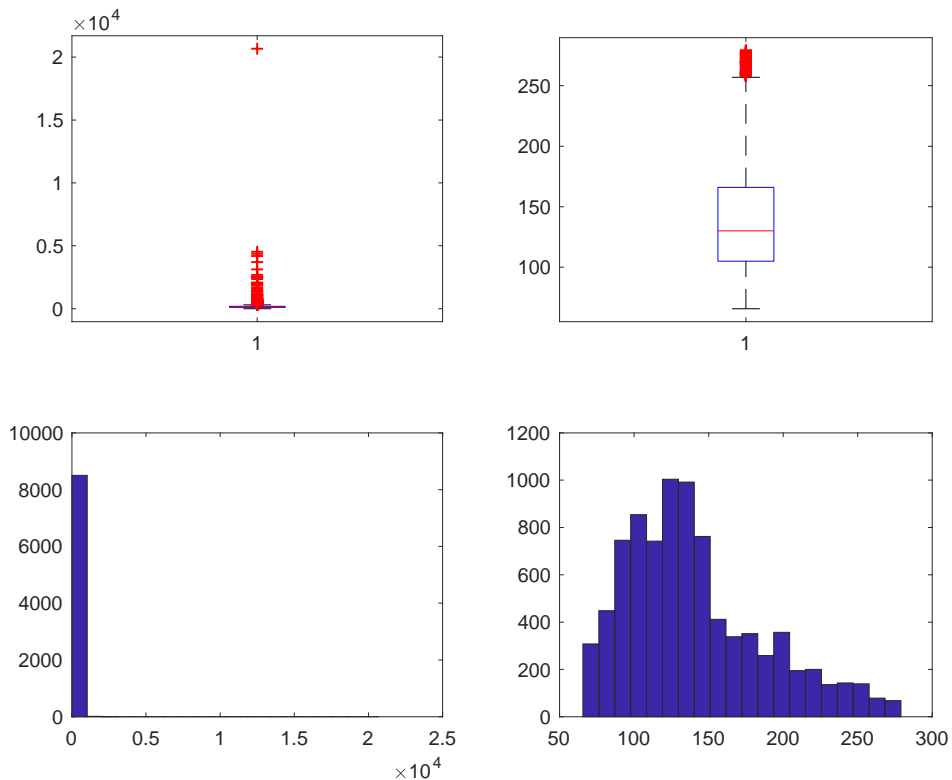
Come in ogni altro comma si sono per primi creati gli indicatori per individuare le sottopopolazioni oggetto dello studio.

Per quanto riguarda la variabile superficie, il primo risultato importante è:

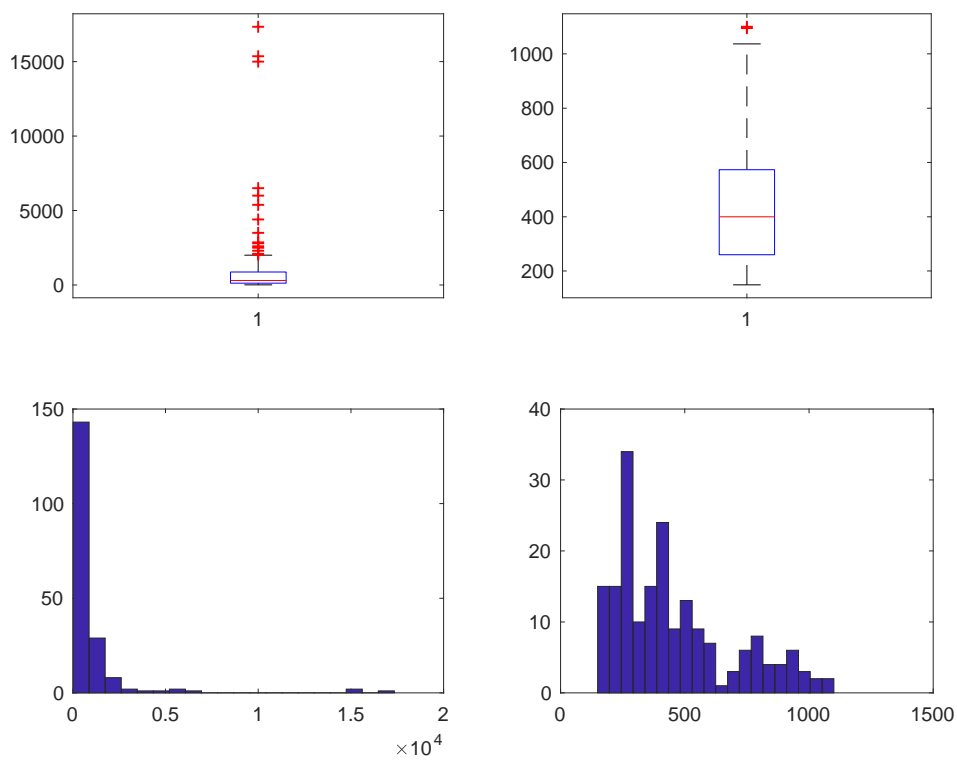
- 904 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione RES (numerosità 8533 casi),

- 99 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione NORES (numerosità 190 casi),
- 20 imputazioni sulla variabile “superficie” per la sottopopolazione MIS (numerosità 106 casi).

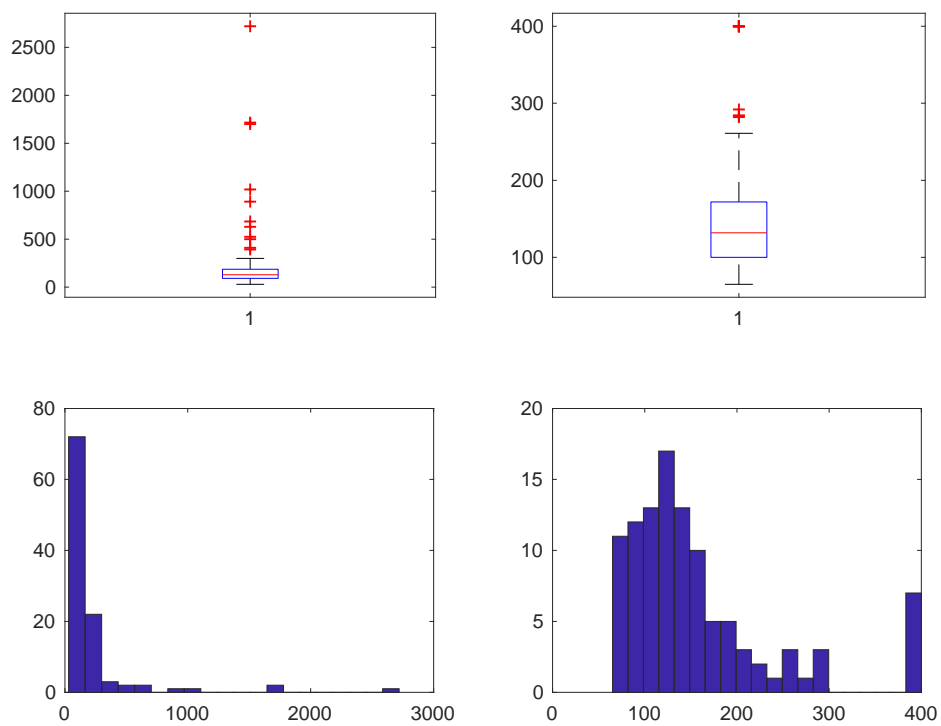
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione della variabile “superficie” per le 4 sottopopolazioni cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 438. Superficie RES**



**Figura 439. Superficie NORES**



**Figura 440. Superficie MIS**

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale), COSTO/RISPARMIO per verificare ulteriormente eventuali casi anomali sulla variabile COSTO e DETRAZIONE.

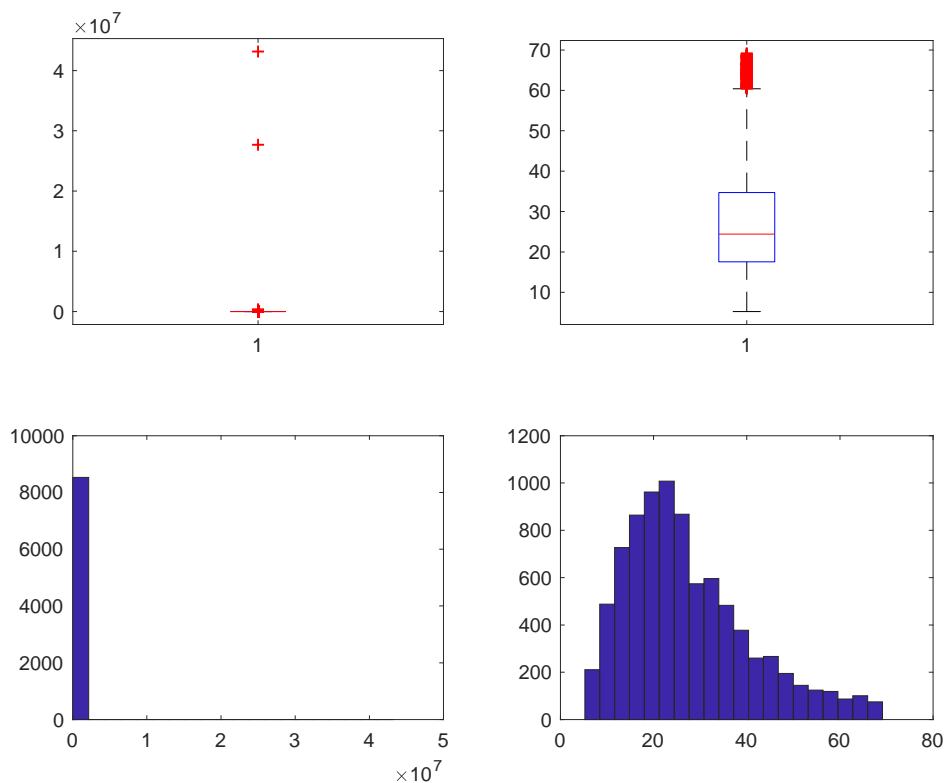
Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare” e per “superficie”.

Per le variabili RISPARMIO, COSTO e COSTO/RISPARMIO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

I risultati più immediati sono:

- RISPARMIO: 1015 imputazioni (RES), 36 imputazioni (NORES) e 18 imputazioni (MIS),
- COSTO: 693 imputazioni (RES), 27 imputazioni (NORES) e 12 imputazioni (MIS),
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 1177 imputazioni (RES), 33 imputazioni (NORES) e 12 imputazioni (MIS).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 441. Risparmio RES**

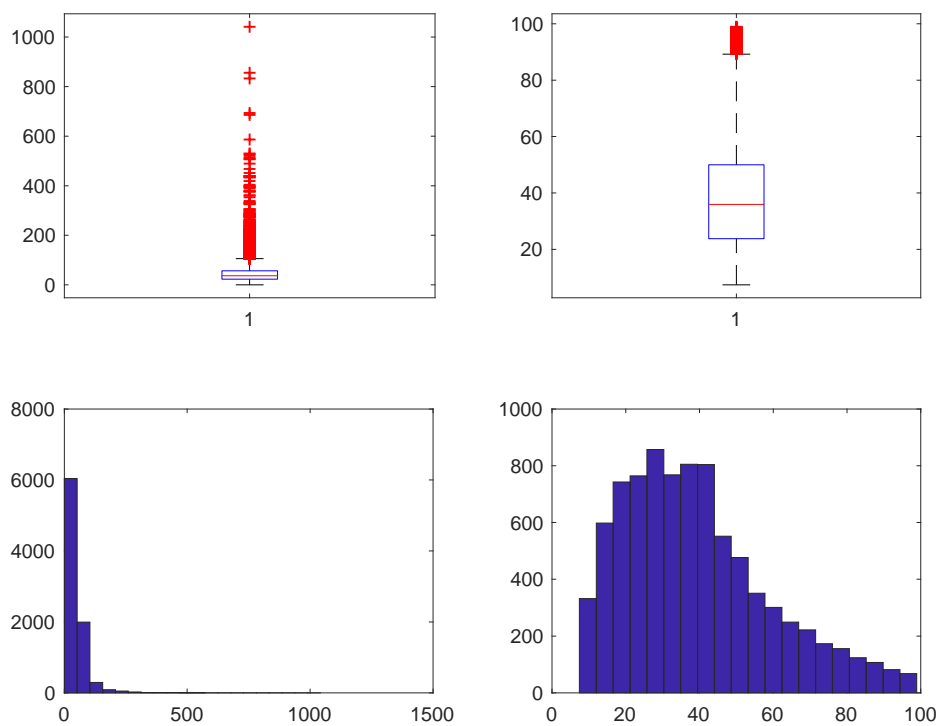


Figura 442. Costo RES

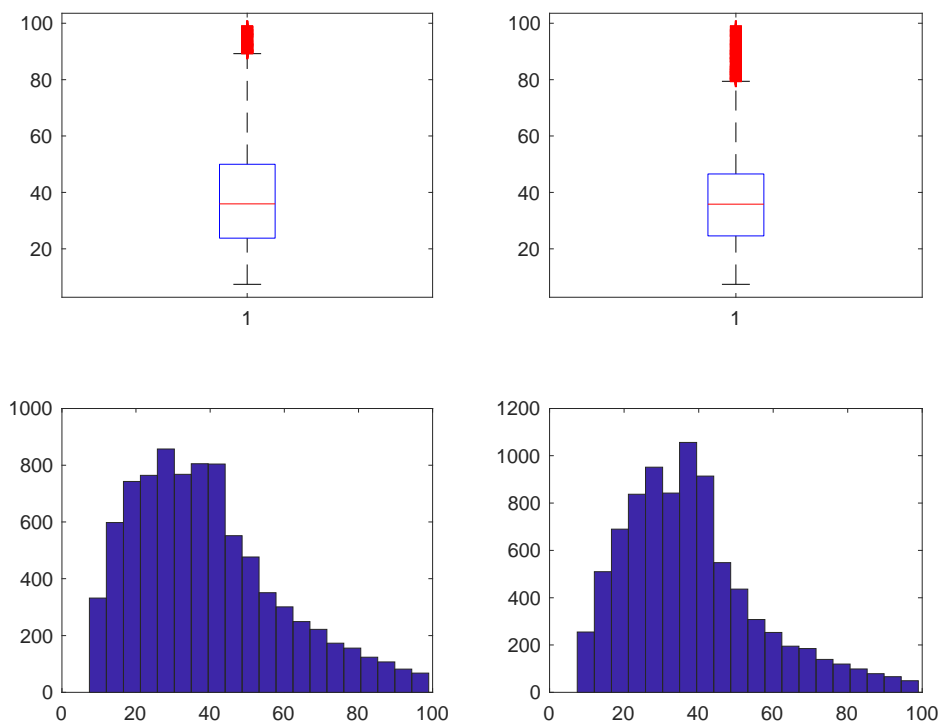
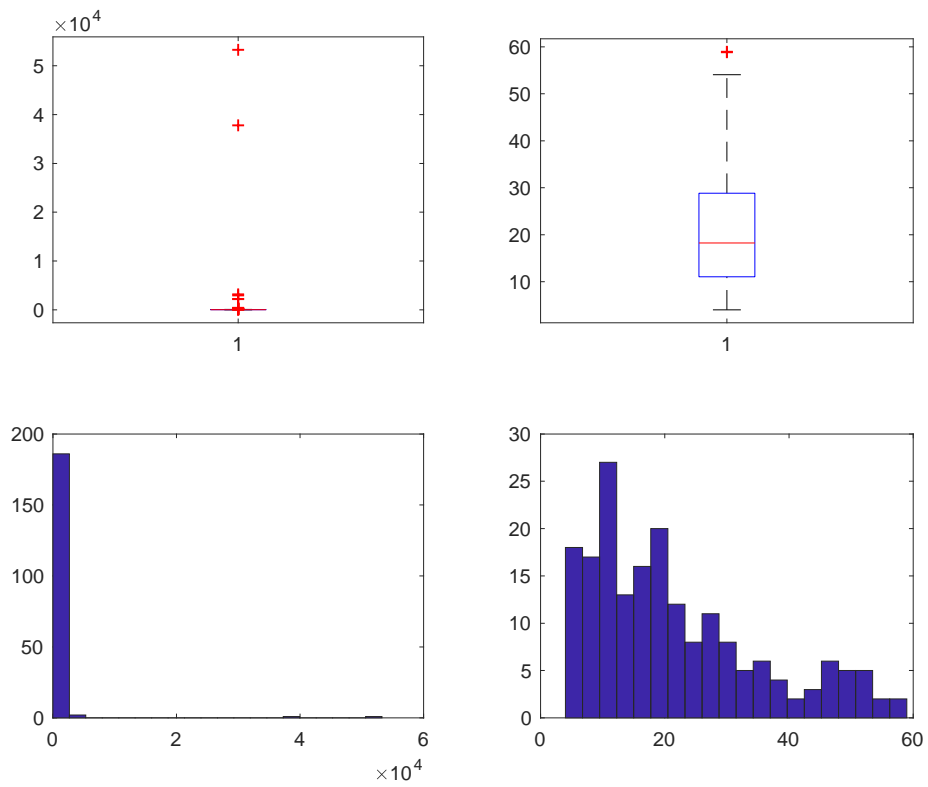
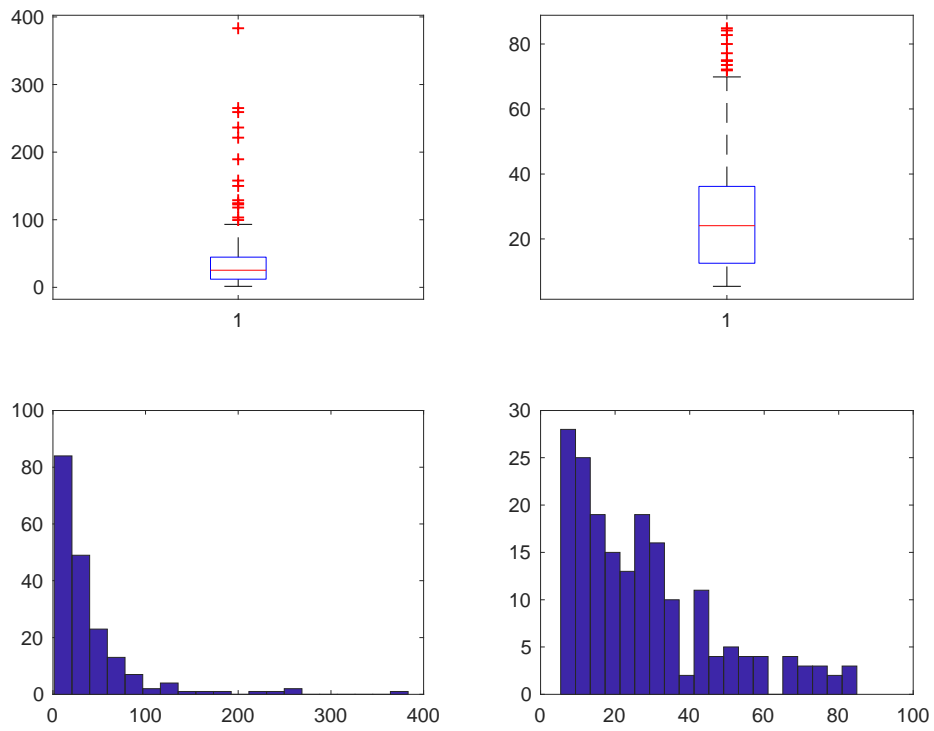


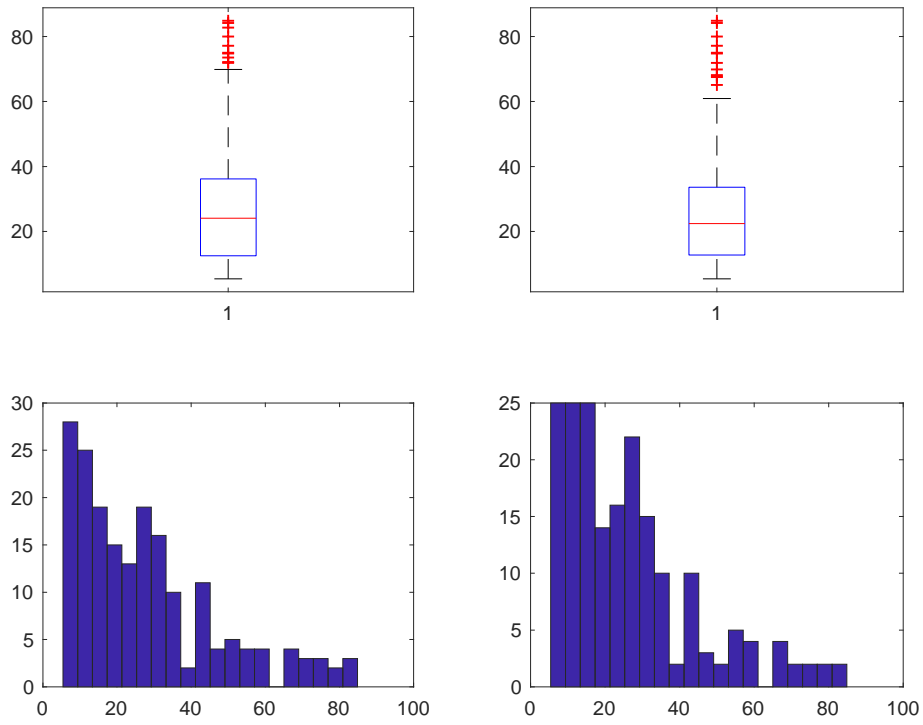
Figura 443. Costo dopo studio su Costo/Risparmio RES



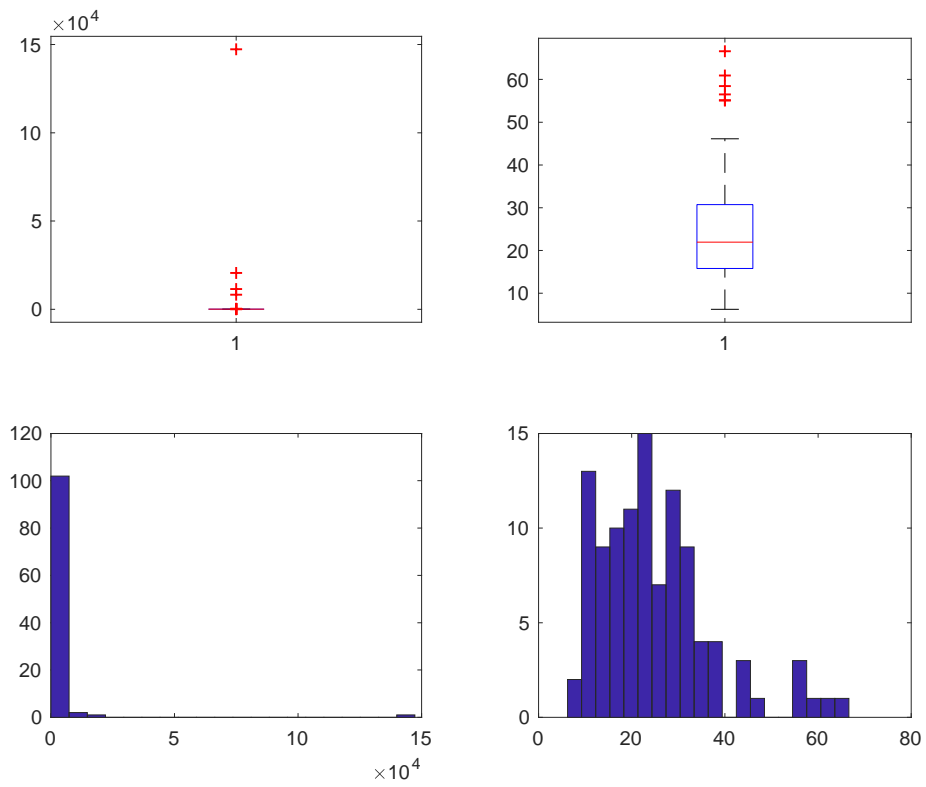
**Figura 444. Risparmio NORES**



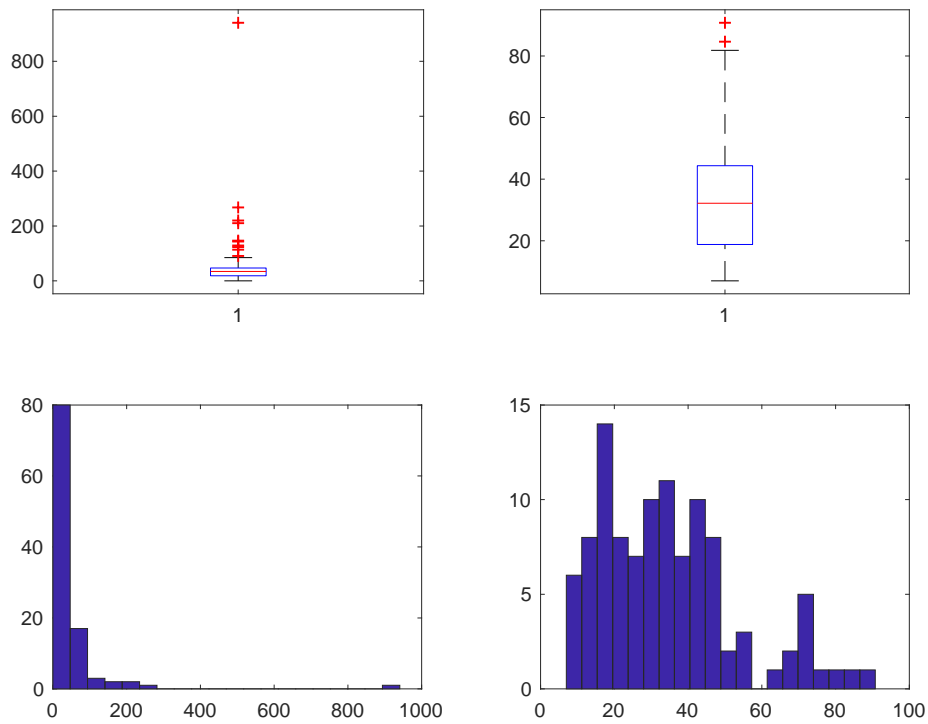
**Figura 445. Costo NORES**



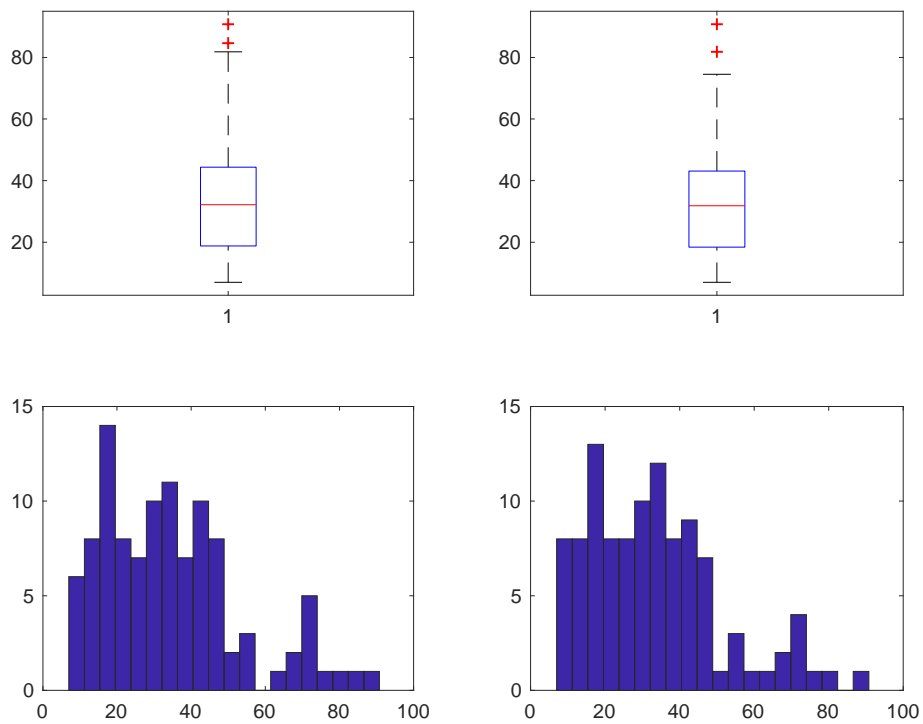
**Figura 446. Costo dopo studio su Costo/Risparmio NORES**



**Figura 447. Risparmio MIS**



**Figura 448. Costo MIS**



**Figura 449. Costo dopo studio su Costo/Risparmio MIS**

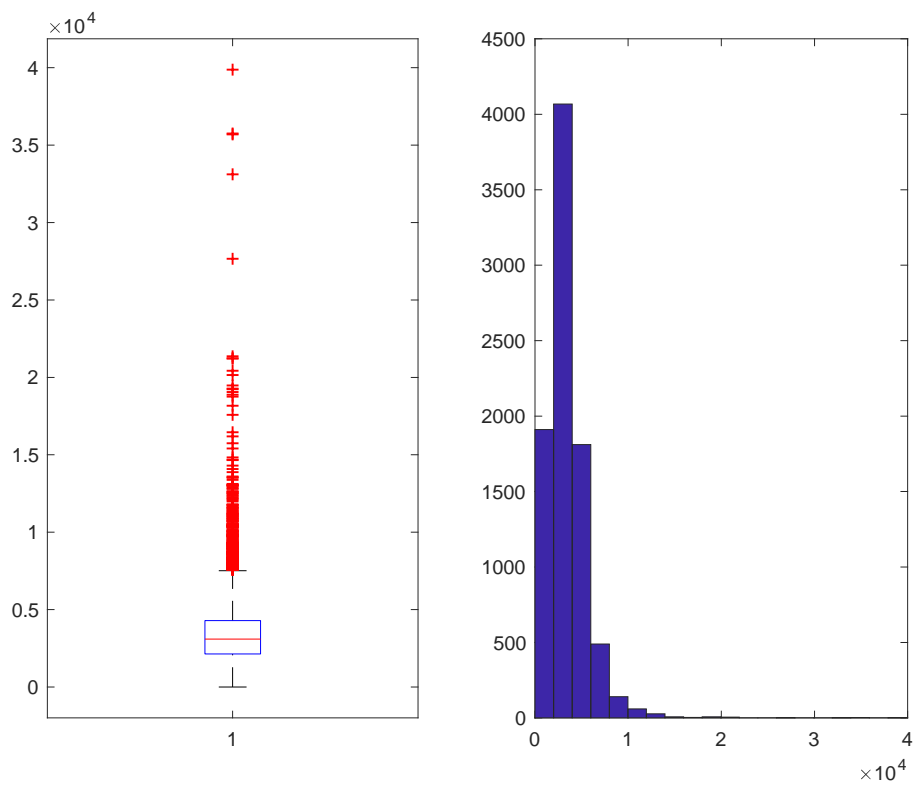
La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$$\text{detrazione} = 0.65 * \text{costo}$$

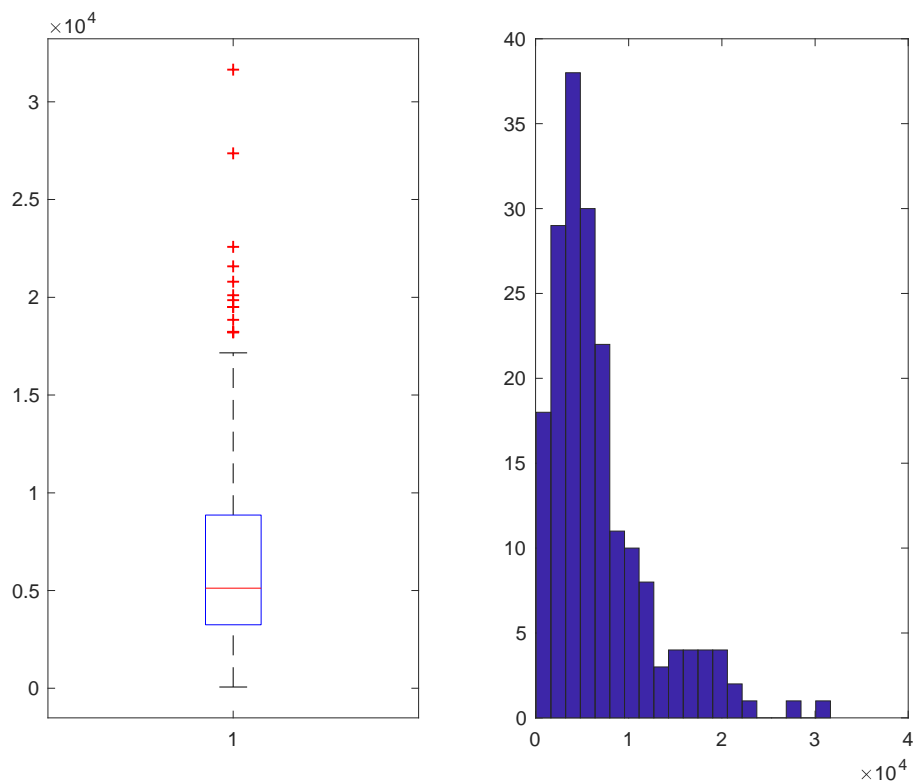
e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 1180 dati anomali (RES) di cui 1080 per imputazioni svolte su COSTO,
- 34 dati anomali (NORES) di cui 30 per imputazioni svolte su COSTO,
- 16 dati anomali (MIS) di cui 15 per imputazioni svolte su COSTO.

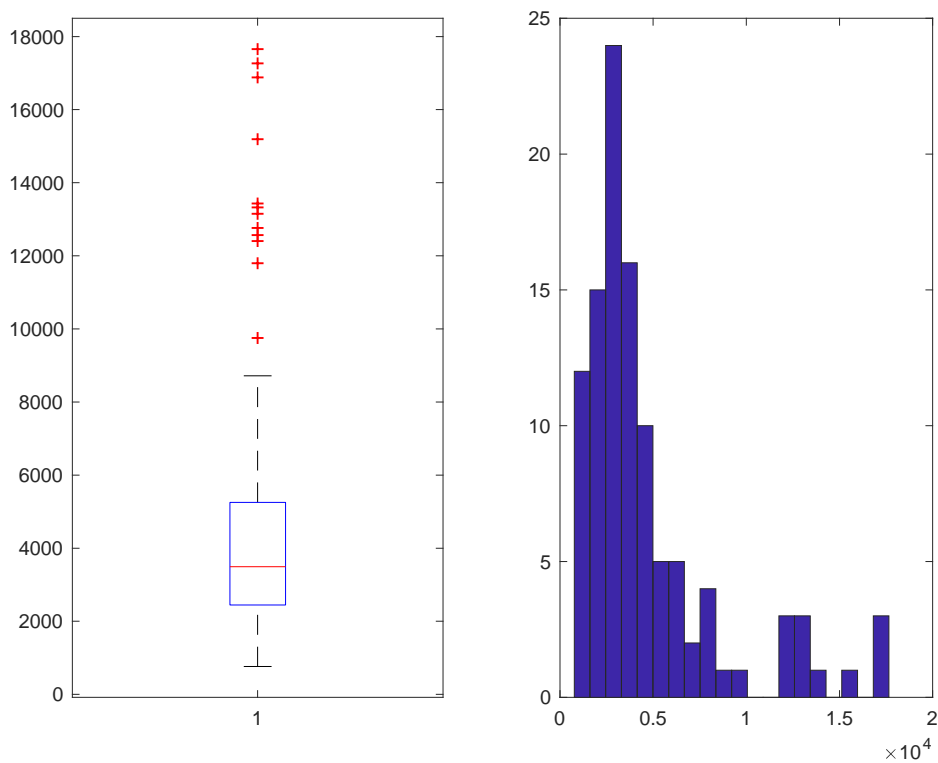
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 450. Detrazione RES**



**Figura 451. Detrazione NORES**



**Figura 452. Detrazione MIS**

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 9698577597,61994 kWh/anno

Risparmio Finale: 38515231,5121354 kWh/anno

- Costo Iniziale: 61836571,6251441 €

Costo Finale: 53487643,9811831 €

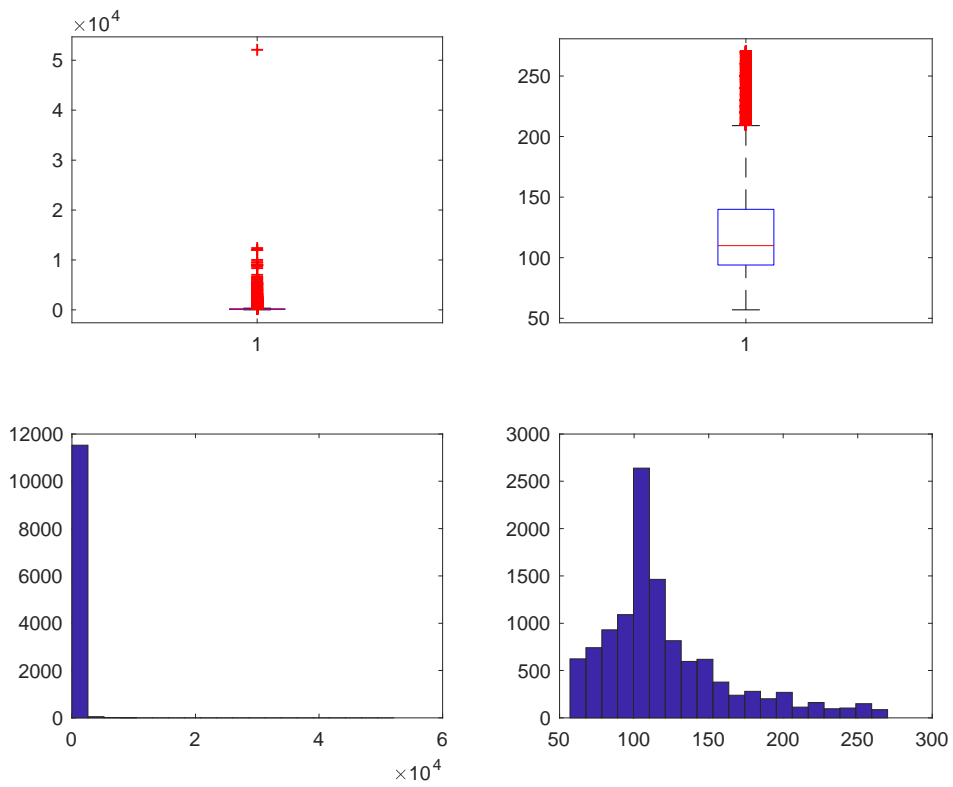
#### 2.5.6 Comma 347

Dopo la fase di pulizia e ricodifica del database, la procedura di individuazione e correzione dei dati mancanti e dei dati anomali ha visto la creazione di tre programmi MATLAB, uno che è alla base di tutto lo studio e da dove vengono richiamati gli altri due che invece si occupano della fase di imputazione (ognuno di essi in base alla natura della variabile studiata).

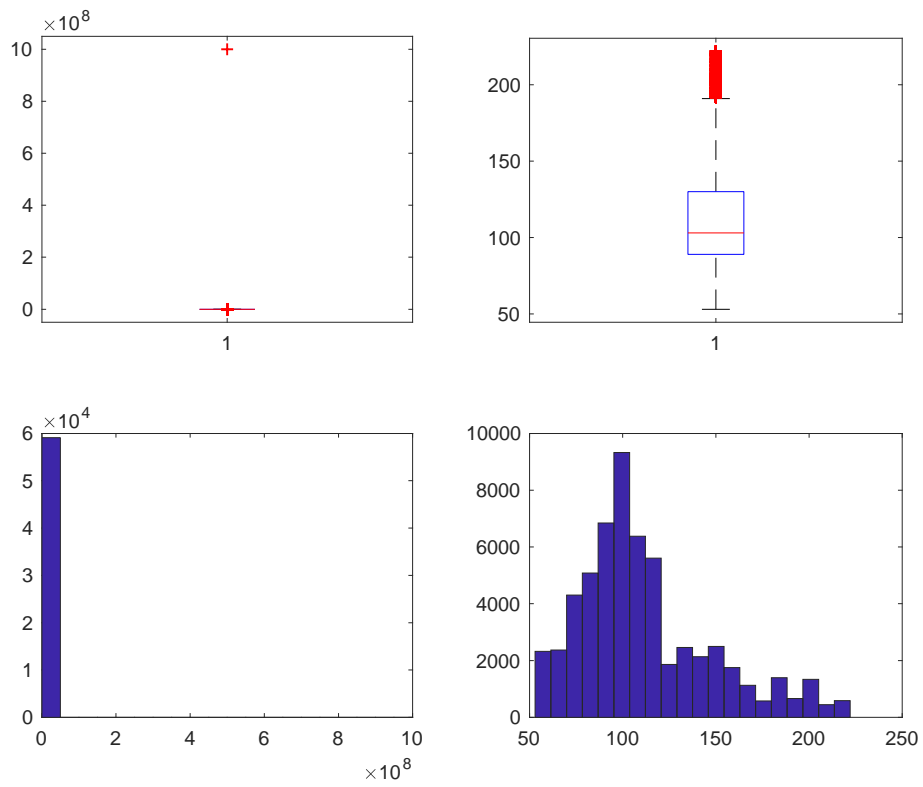
Sono state individuate 5 sottopopolazioni sulla base della tipologia d'intervento, per l'anno 2016 la sottopopolazione "Caldaia a biomassa" è risultata essere priva di unità statistiche, lo studio sulla variabile superficie ha prodotto i seguenti risultati:

- 2503 imputazioni sulla variabile "superficie" per la sottopopolazione POMPC (numerosità 11601 casi),
- 8088 imputazioni sulla variabile "superficie" per la sottopopolazione COND (numerosità 59097 casi),
- 603 imputazioni sulla variabile "superficie" per la sottopopolazione ALTRO (numerosità 4306 casi),
- 11 imputazioni sulla variabile "superficie" per la sottopopolazione GEO (numerosità 77 casi),
- 15 imputazioni sulla variabile "superficie" per la sottopopolazione ZERO (numerosità 117 casi).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 453. Superficie POMPC**



**Figura 454. Superficie COND**

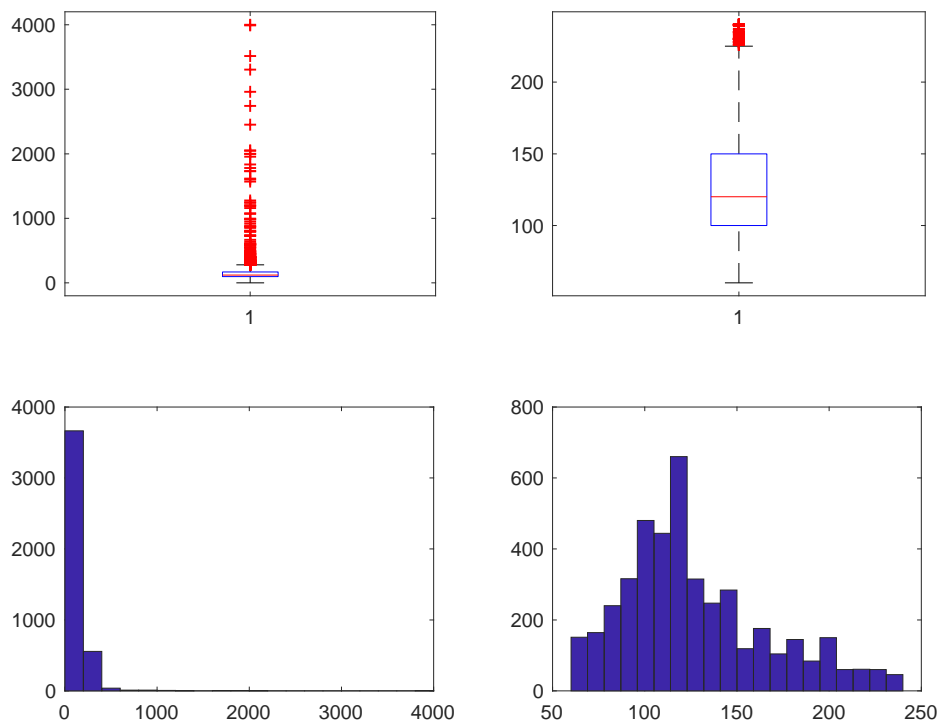


Figura 455. Superficie ALTRO

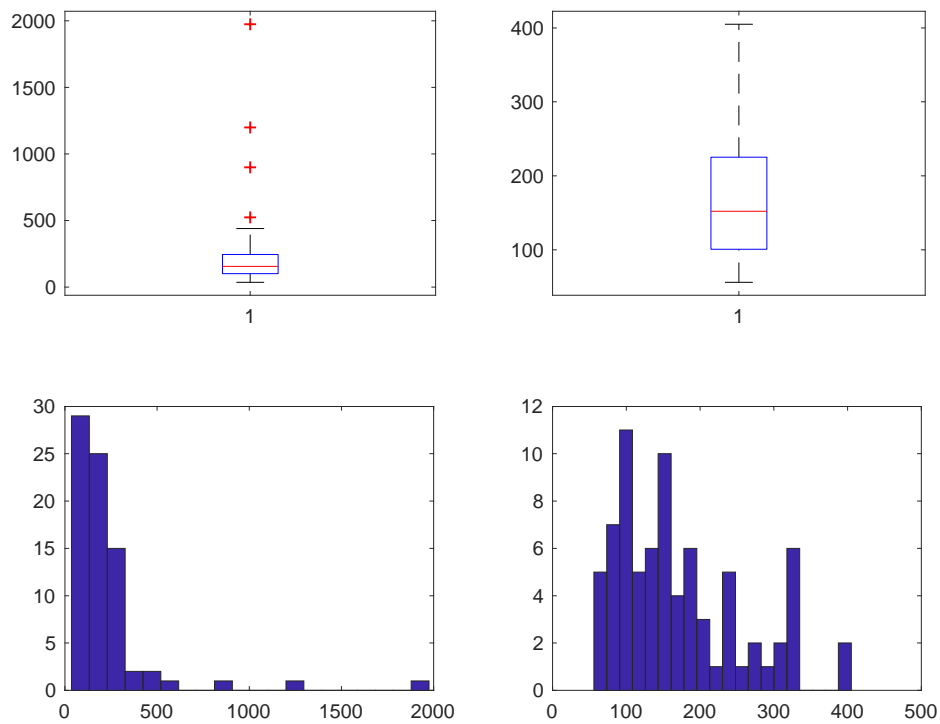
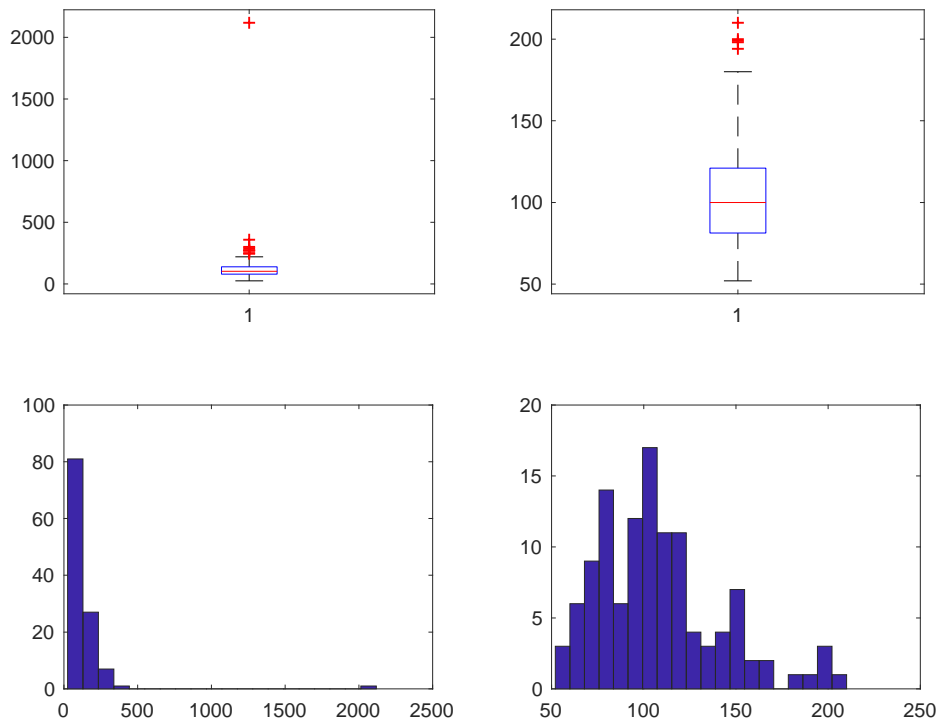


Figura 456. Superficie GEO



**Figura 457. Superficie ZERO**

Per ogni sottopopolazione sono state prese in considerazione le variabili RISPARMIO, COSTO (Costo intervento + Costo professionale) e DETRAZIONE.

Tutte le variabili sono state studiate dopo averle normalizzate per “numero di unità immobiliare” E per la variabile “superficie”.

Per le variabili RISPARMIO e COSTO, i dati anomali sono stati individuati ed imputati tramite due programmi MATLAB simili a quello utilizzato per la variabile “superficie” in modo da rispettare sia la natura delle variabili stesse che lo scopo finale dell’analisi.

I risultati più immediati sono:

- RISPARMIO: 3458 imputazioni (POMPC), 15229 imputazioni (COND), 1701 imputazioni (ALTRO), 18 imputazioni (GEO) e 62 imputazioni (ZERO),
- RISPARMIO ACS: 842 imputazioni (POMPC), 8313 imputazioni (COND), 287 imputazioni (ALTRO), 8 imputazioni (GEO) e 49 imputazioni (ZERO),
- COSTO: 2334 imputazioni (POMPC), 9153 imputazioni (COND), 607 imputazioni (ALTRO), 10 imputazioni (GEO) e 15 imputazioni (ZERO),
- COSTO/RISPARMIO per imputare COSTO: 3739 imputazioni (POMPC), 13259 imputazioni (COND), 1583 imputazioni (ALTRO), 13 imputazioni (GEO) e 67 imputazioni (ZERO).

I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.

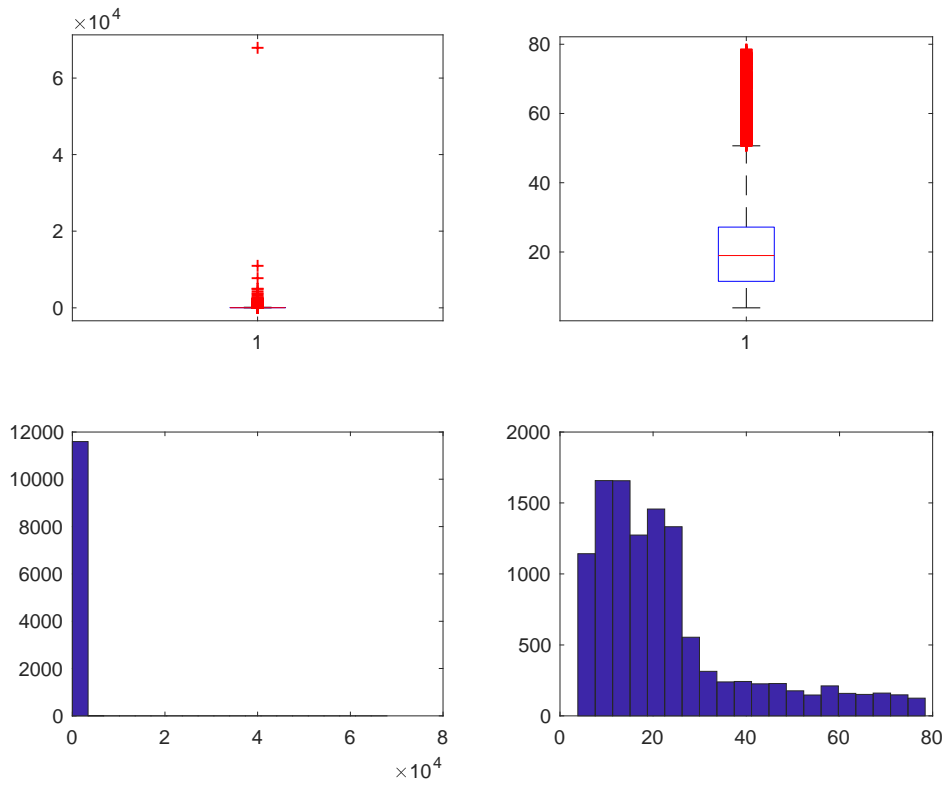


Figura 458. Risparmio POMPC

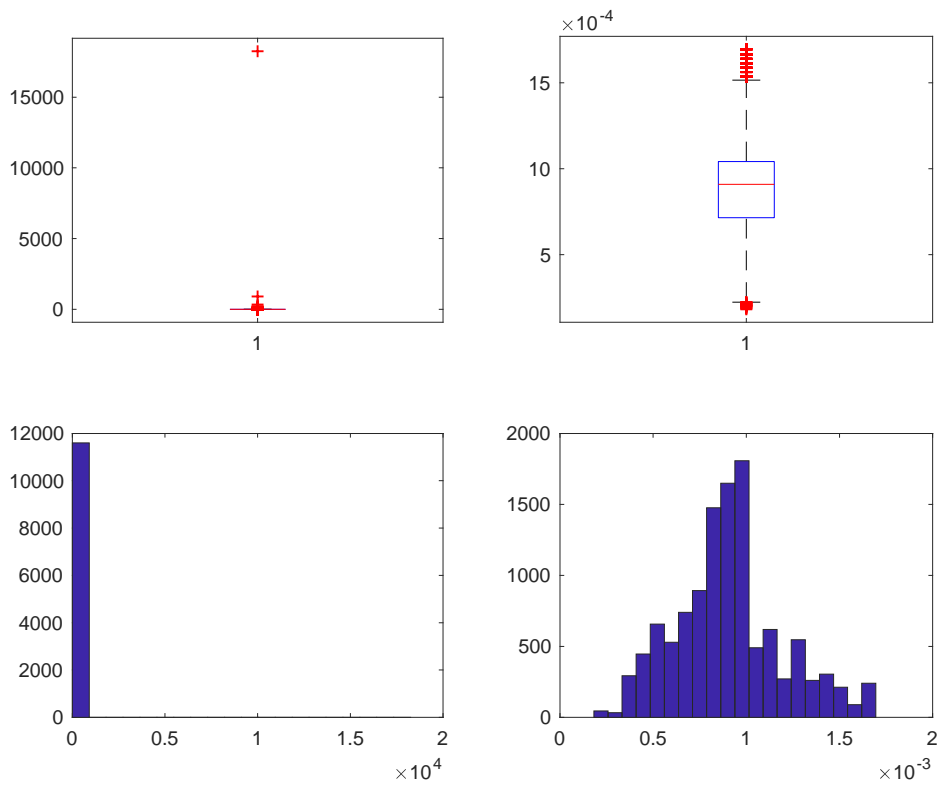
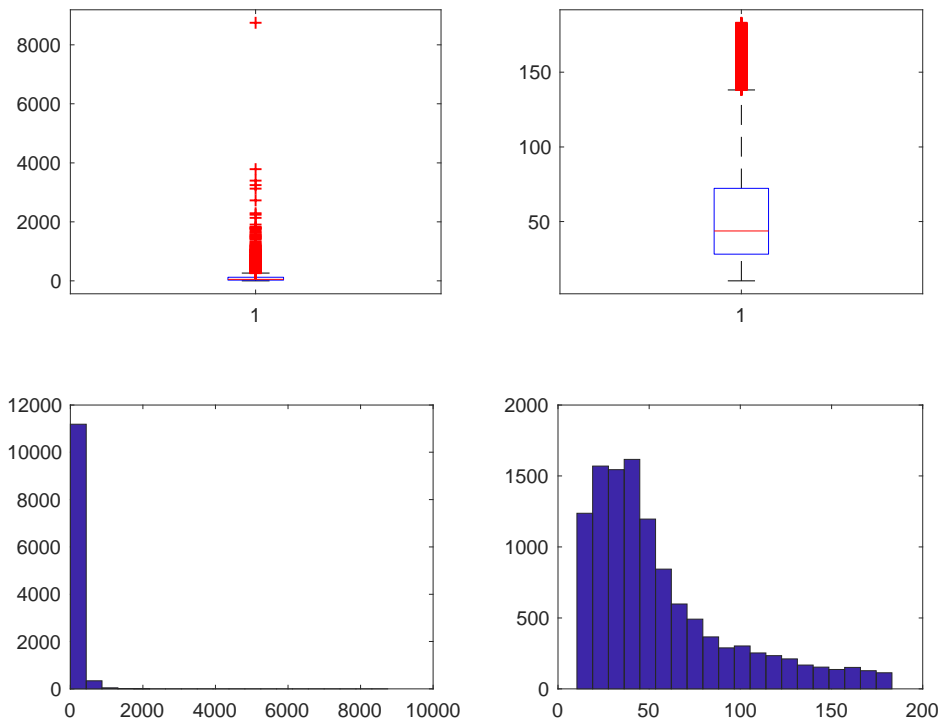
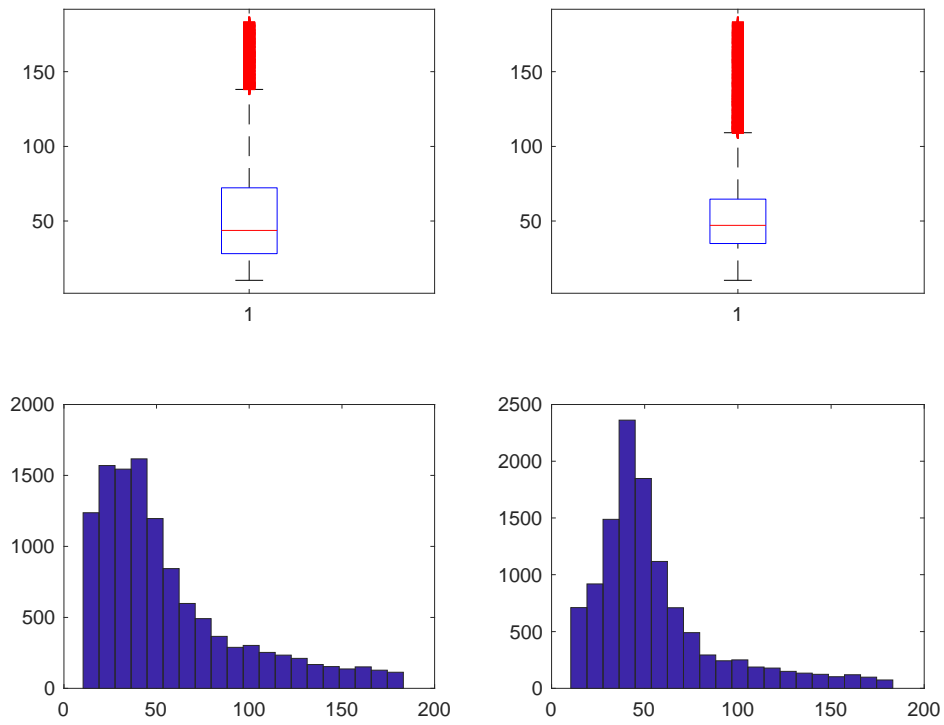


Figura 459. Risparmio ACS PomPC



**Figura 460. Costo POMPC**



**Figura 461. Costo dopo studio su Costo/Risparmio POMPC**

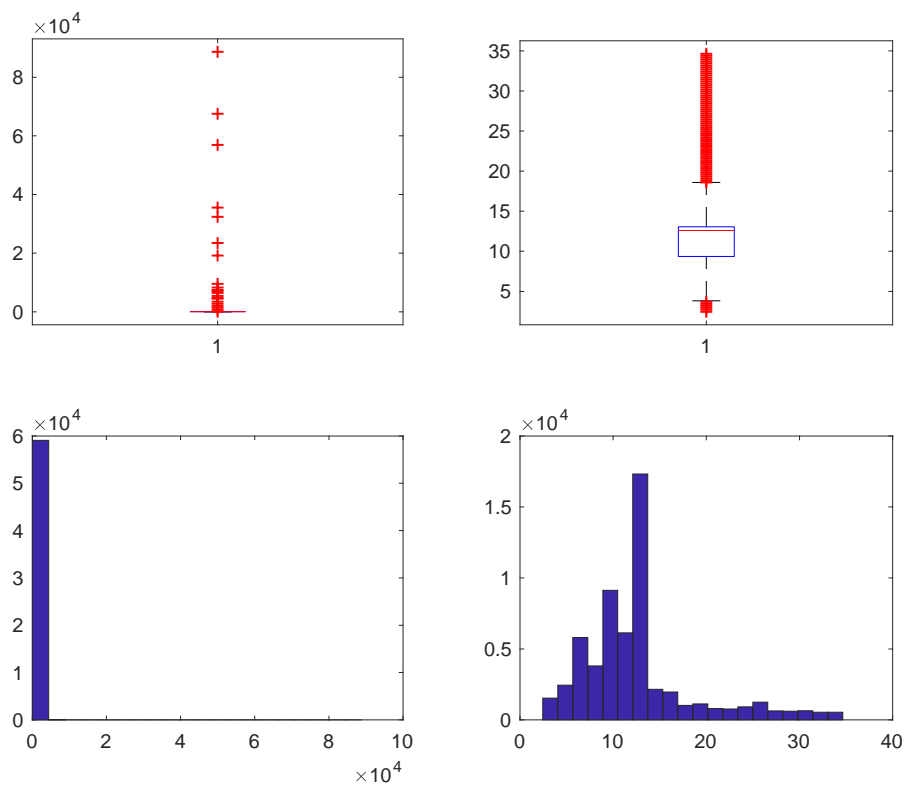


Figura 462. Risparmio COND

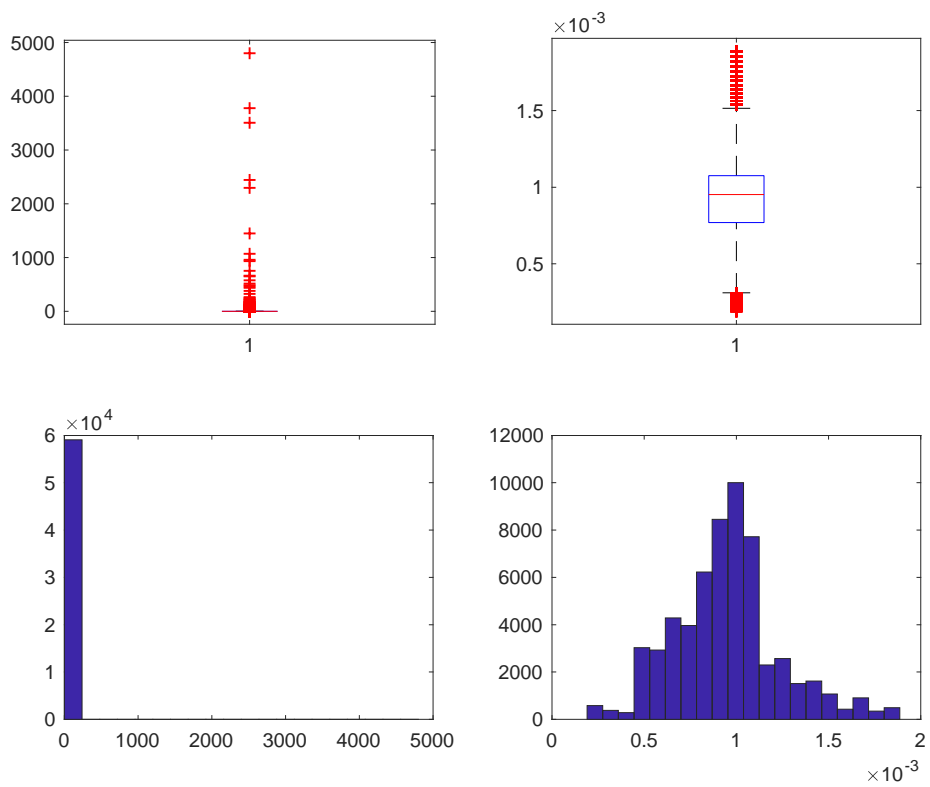
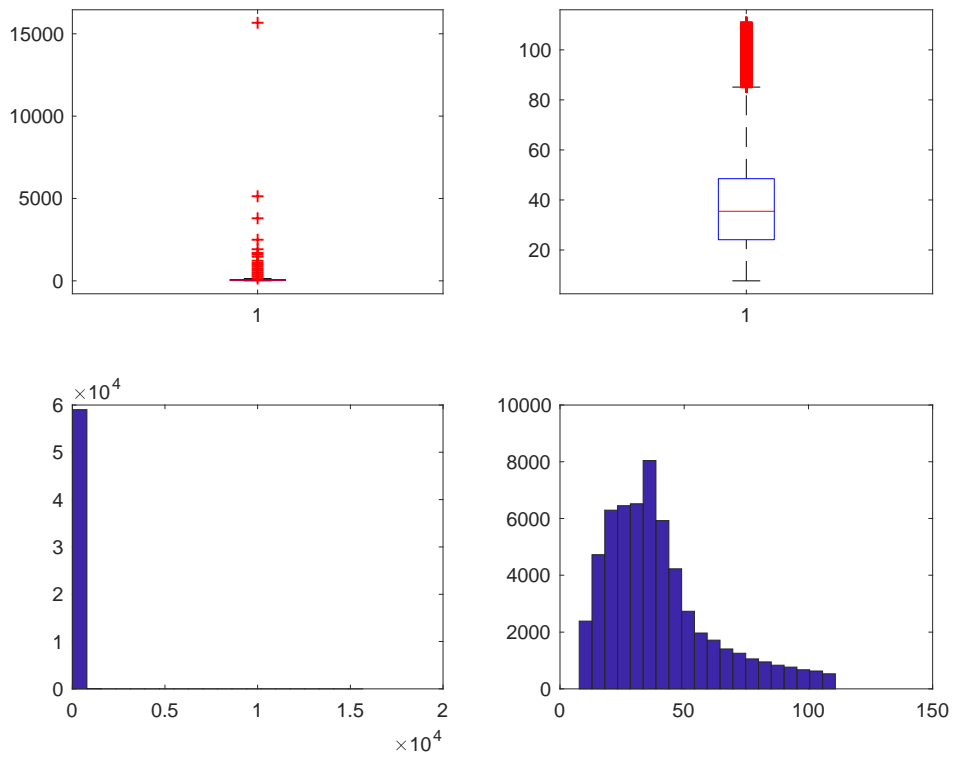
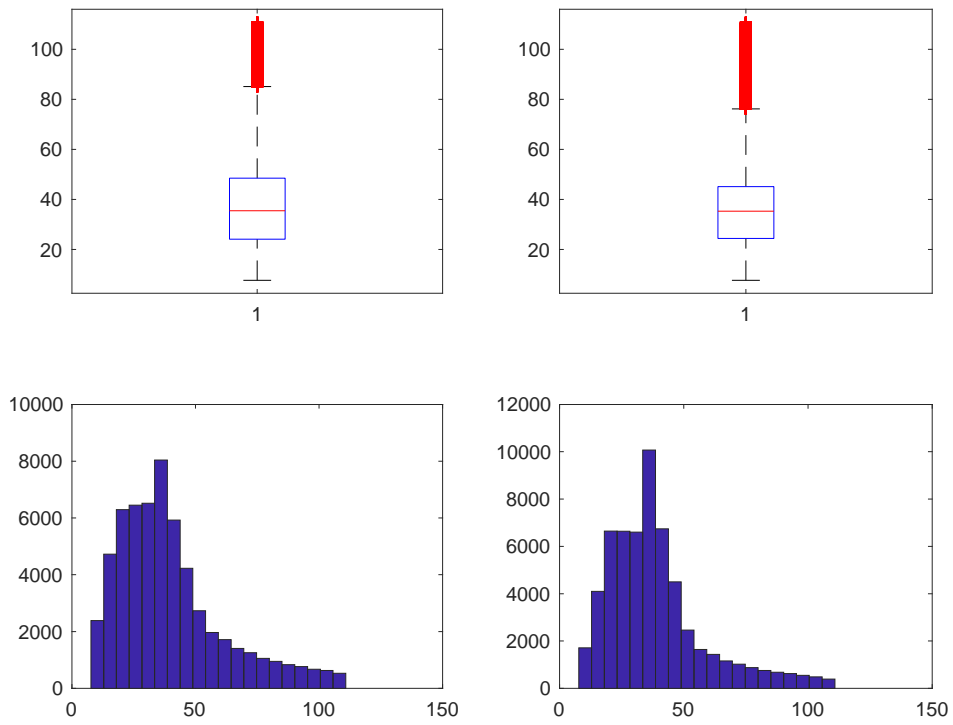


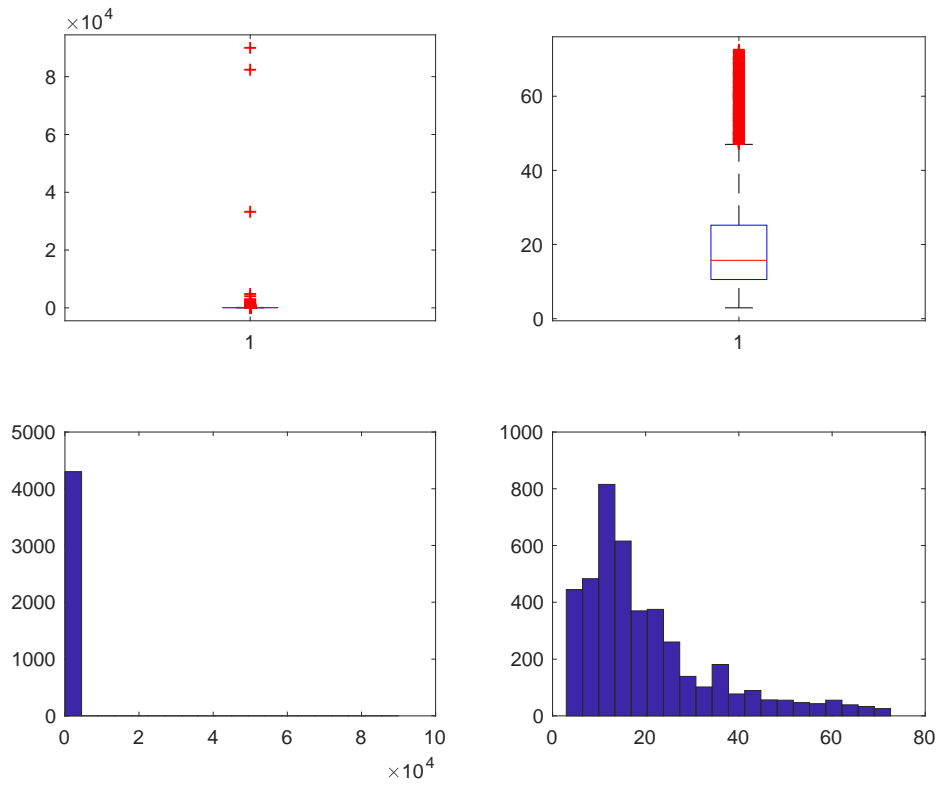
Figura 463. Risparmio ACS COND



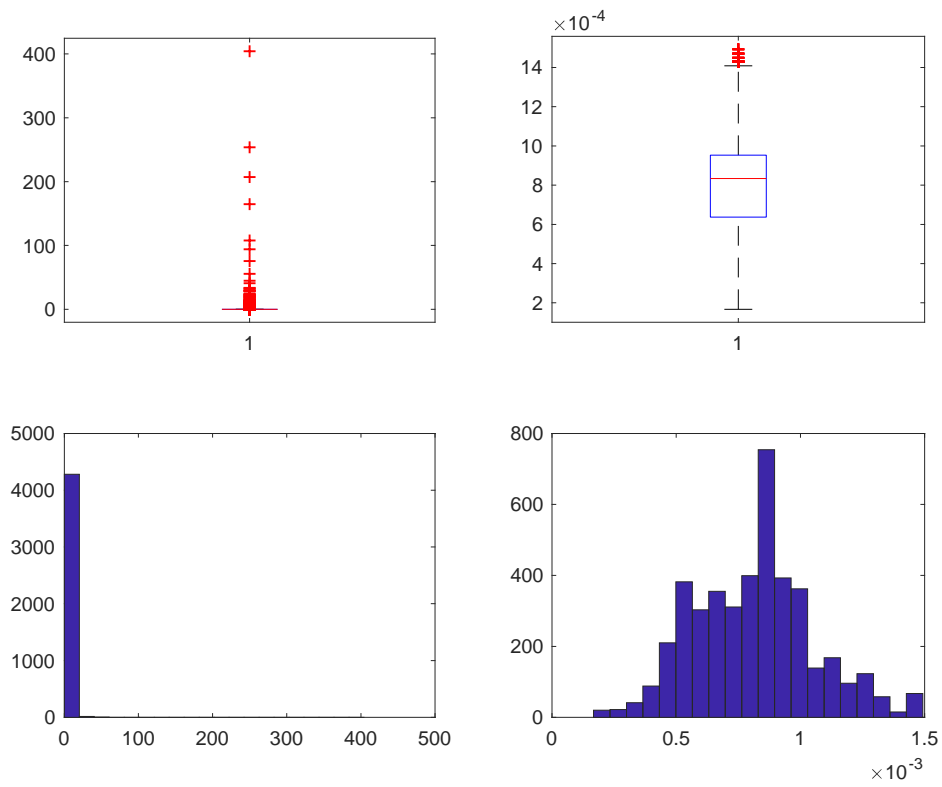
**Figura 464. Costo COND**



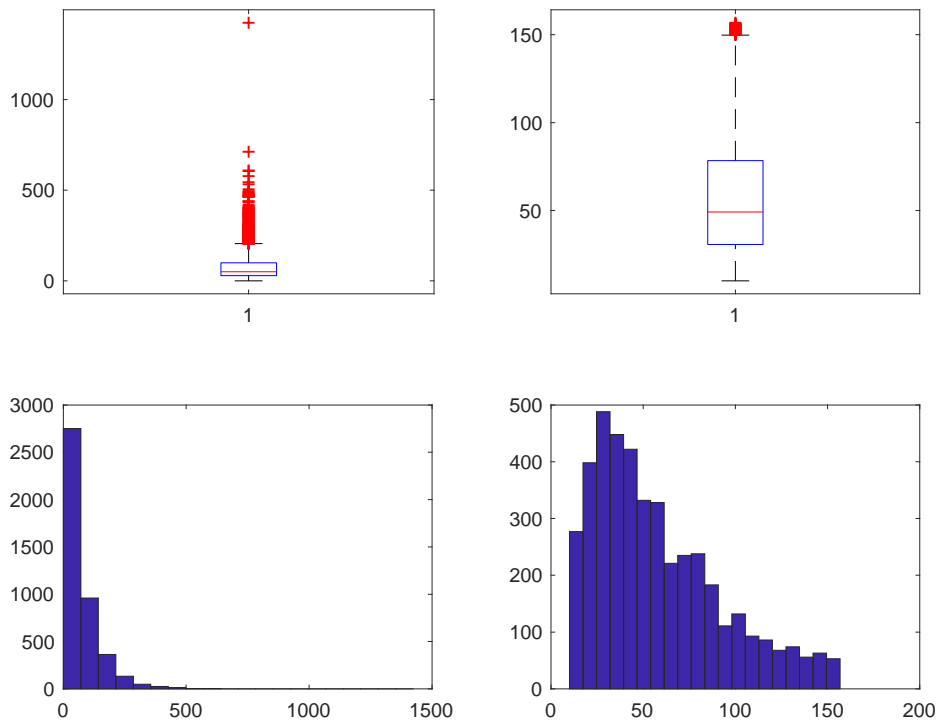
**Figura 465. Costo dopo studio su Costo/Risparmio COND**



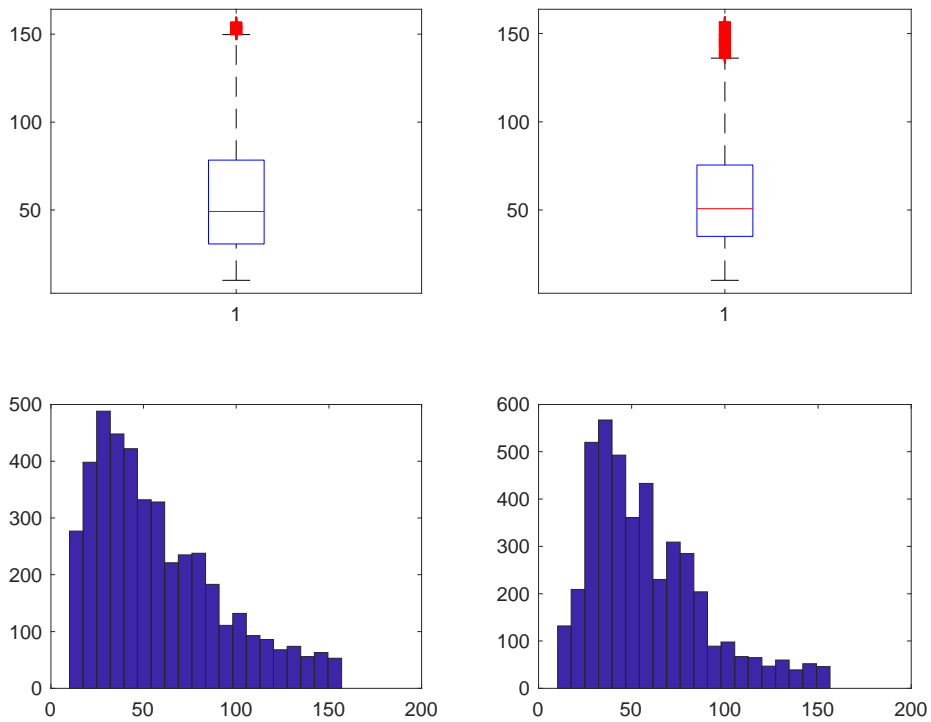
**Figura 466. Risparmio ALTRO**



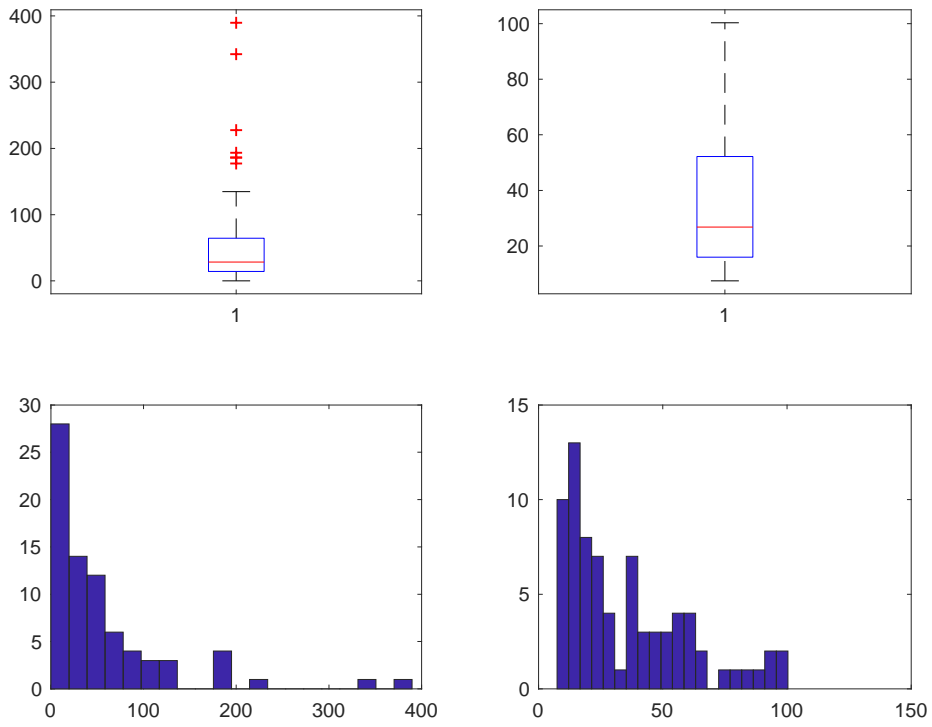
**Figura 467. Risparmio ACS ALTRO**



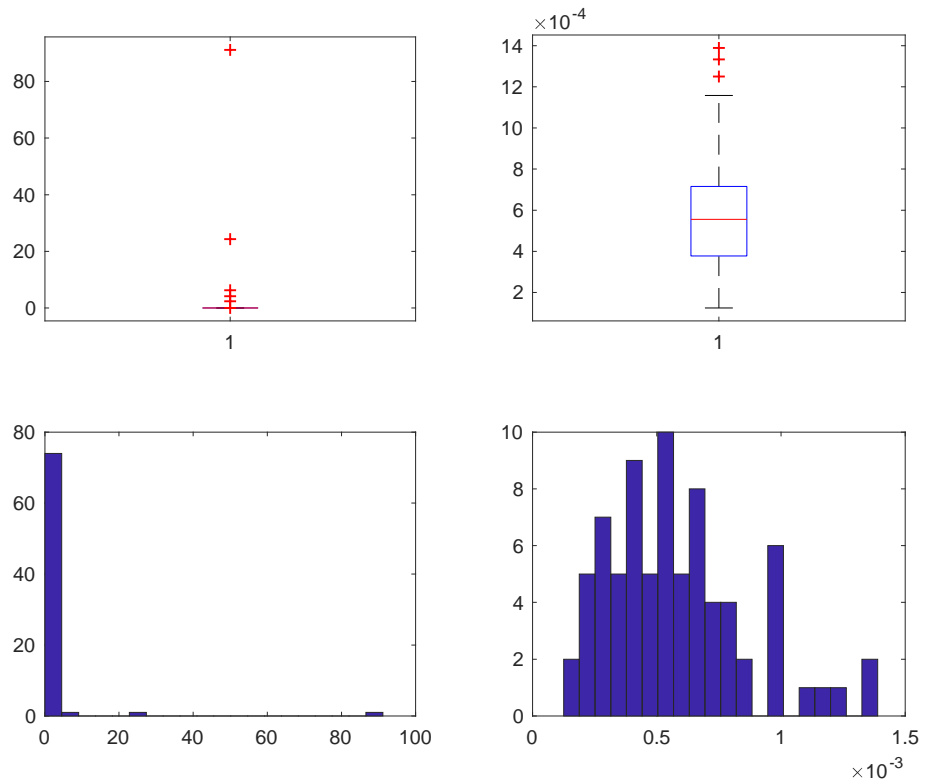
**Figura 468. Costo ALTRO**



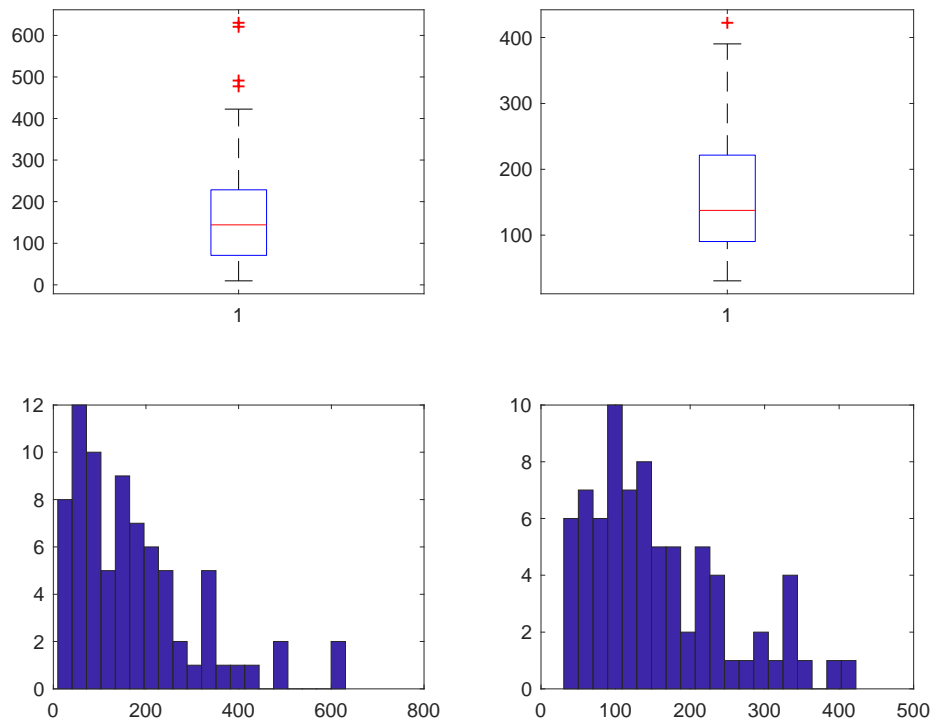
**Figura 469. Costo studio su Costo/Risparmio ALTRO**



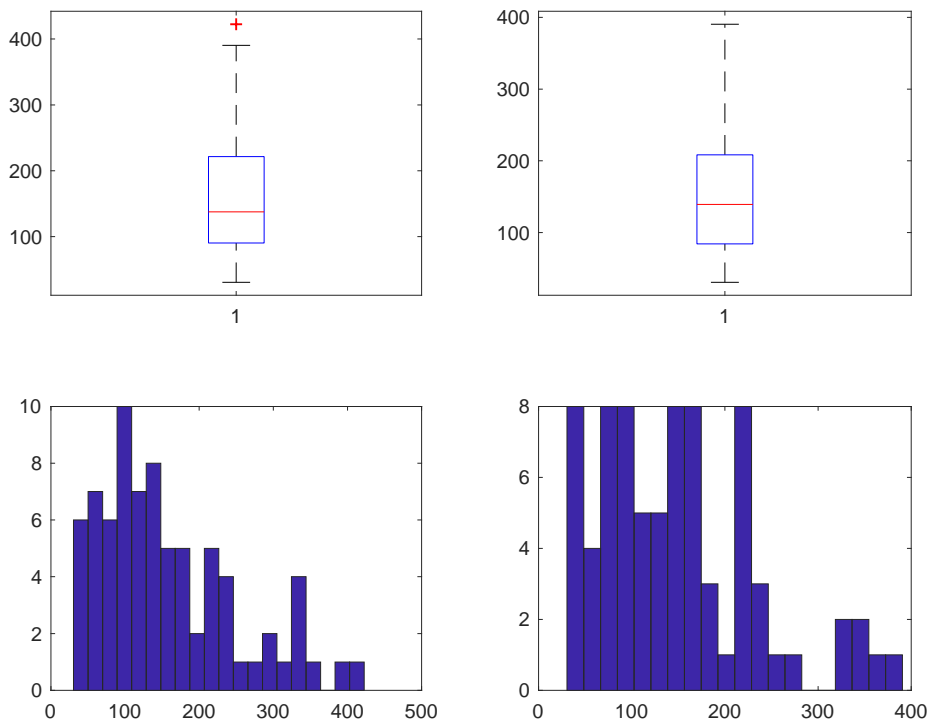
**Figura 470. Risparmio GEO**



**Figura 471. Risparmio ACS GEO**



**Figura 472. Costo GEO**



**Figura 473. Costo dopo studio su Costo/Risparmio GEO**

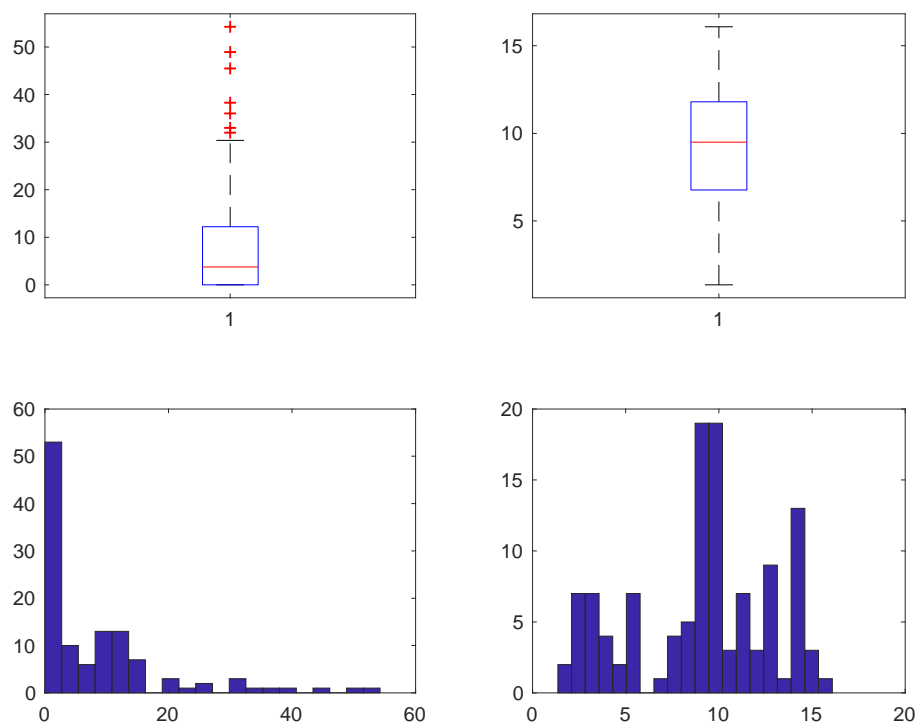


Figura 474. Risparmio ZERO

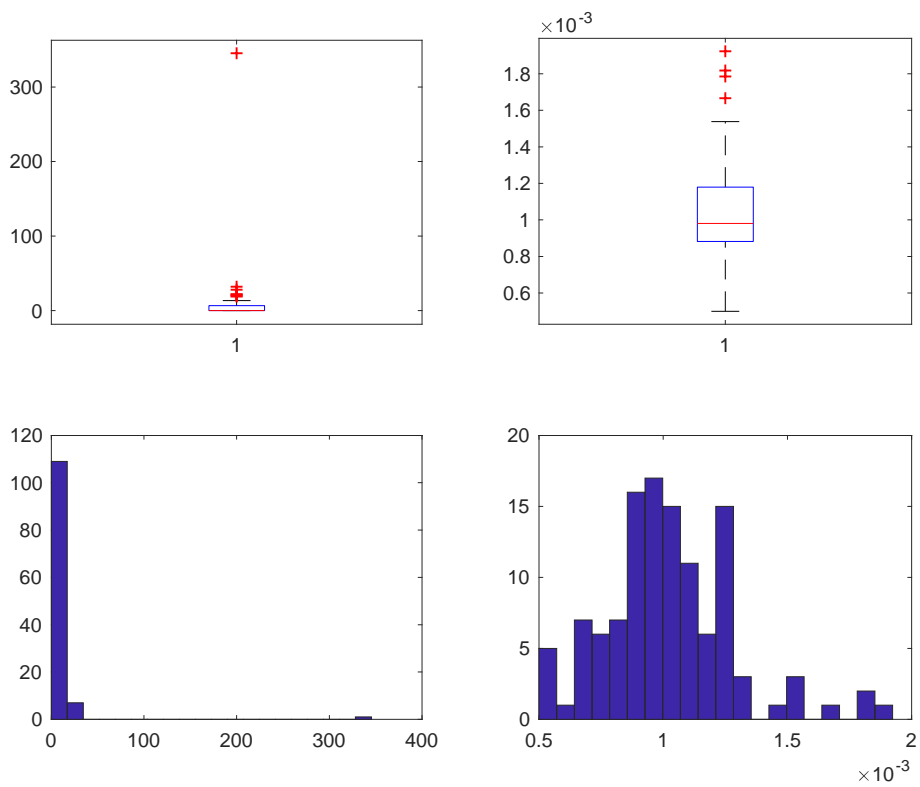
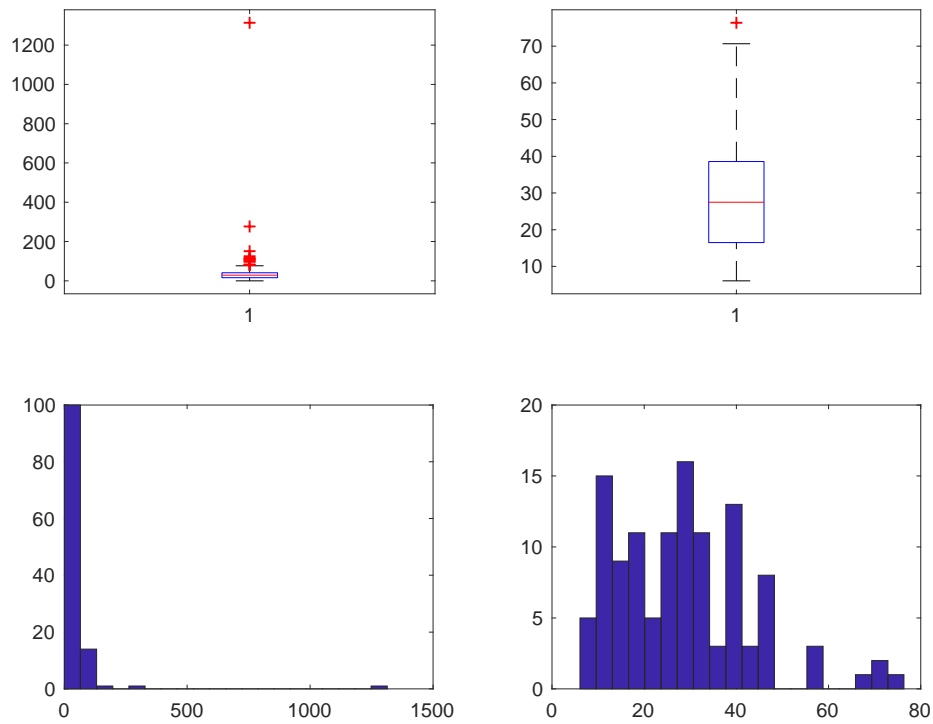
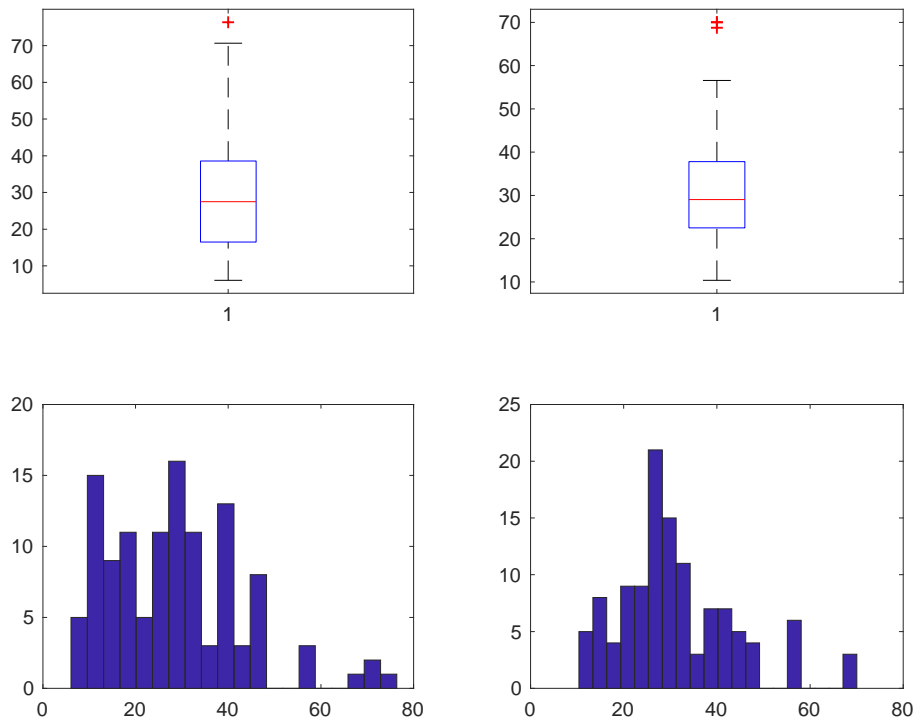


Figura 475. Risparmio ACS ZERO



**Figura 476. Costo ZERO**



**Figura 477. Costo dopo studio su Costo/Risparmio ZERO**

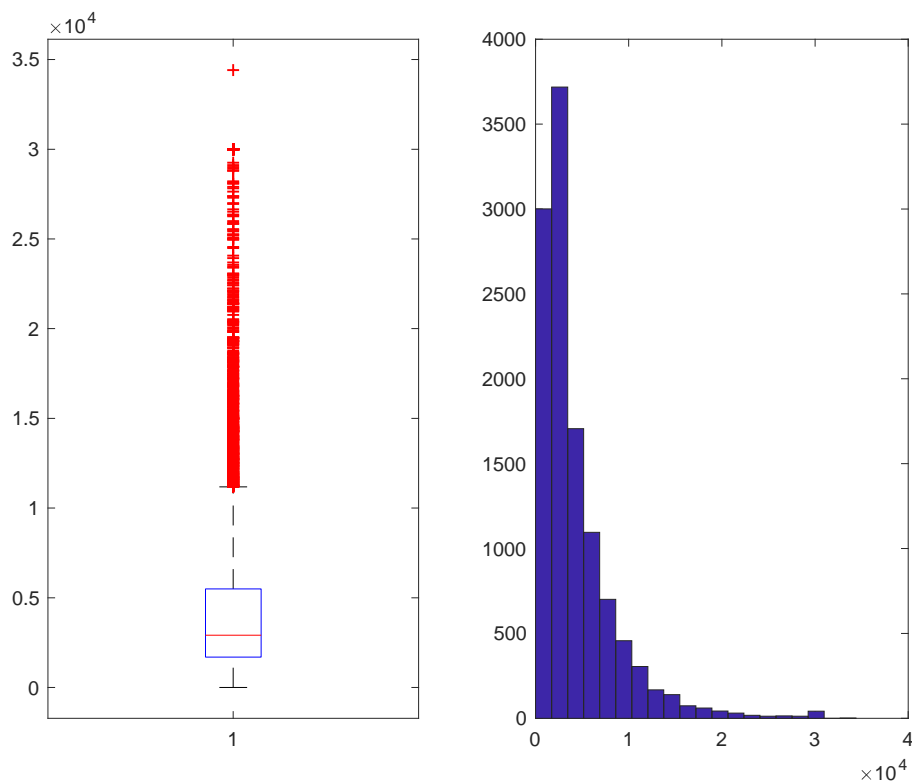
La variabile DETRAZIONE è stata imputata secondo la regola:

$detrazione = 0.65 * costo$

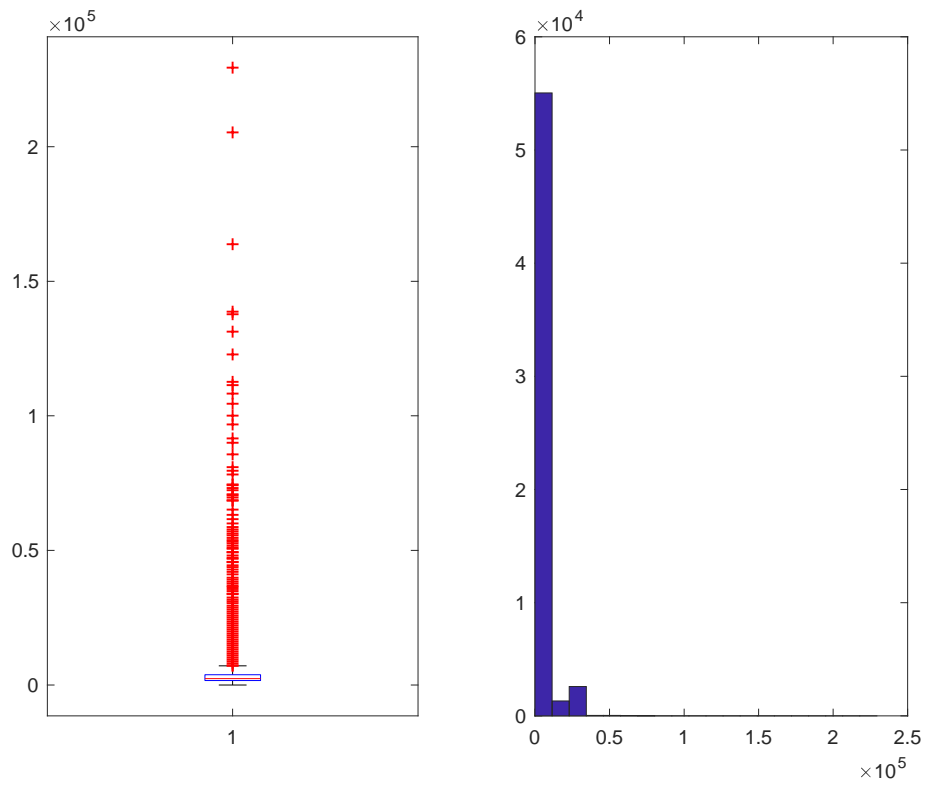
e sono stati individuate e conseguentemente imputati:

- 2928 dati anomali (POMPC) di cui 2808 per imputazioni svolte su COSTO,
- 15284 dati anomali (COND) di cui 12829 per imputazioni svolte su COSTO,
- 1091 dati anomali (ALTRO) di cui 1042 per imputazioni svolte su COSTO,
- 15 dati anomali (GEO) di cui 10 per imputazioni svolte su COSTO,
- 36 dati anomali (ZERO) di cui 34 per imputazioni svolte su COSTO.

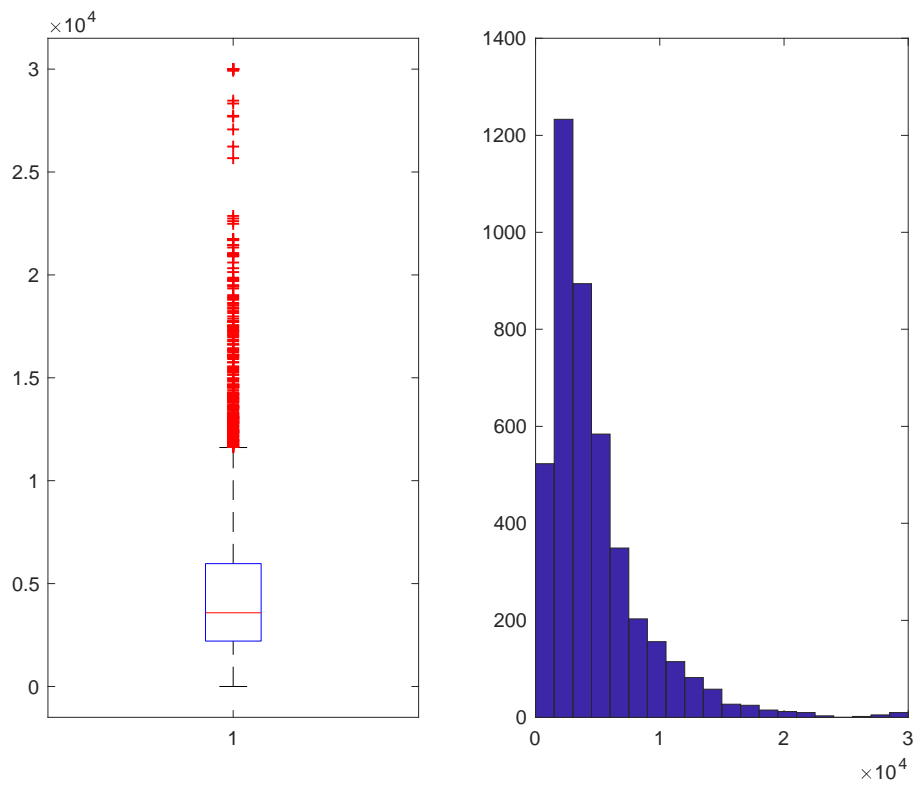
I grafici (Box-Plot ed Istogramma) qui riportati evidenziano come la distribuzione delle variabili studiate cambi radicalmente prima (Sinistra) e dopo (Destra) lo studio.



**Figura 478. Detrazione POMPC**



**Figura 479. Detrazione COND**



**Figura 480. Detrazione ALTRO**

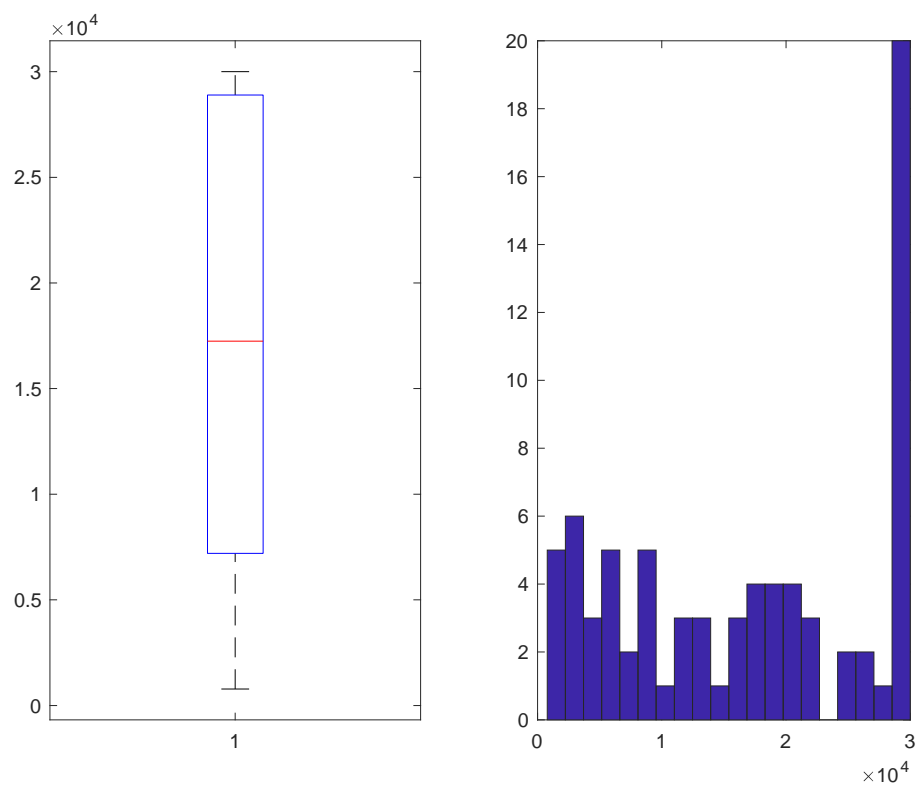


Figura 481. Detrazione GEO

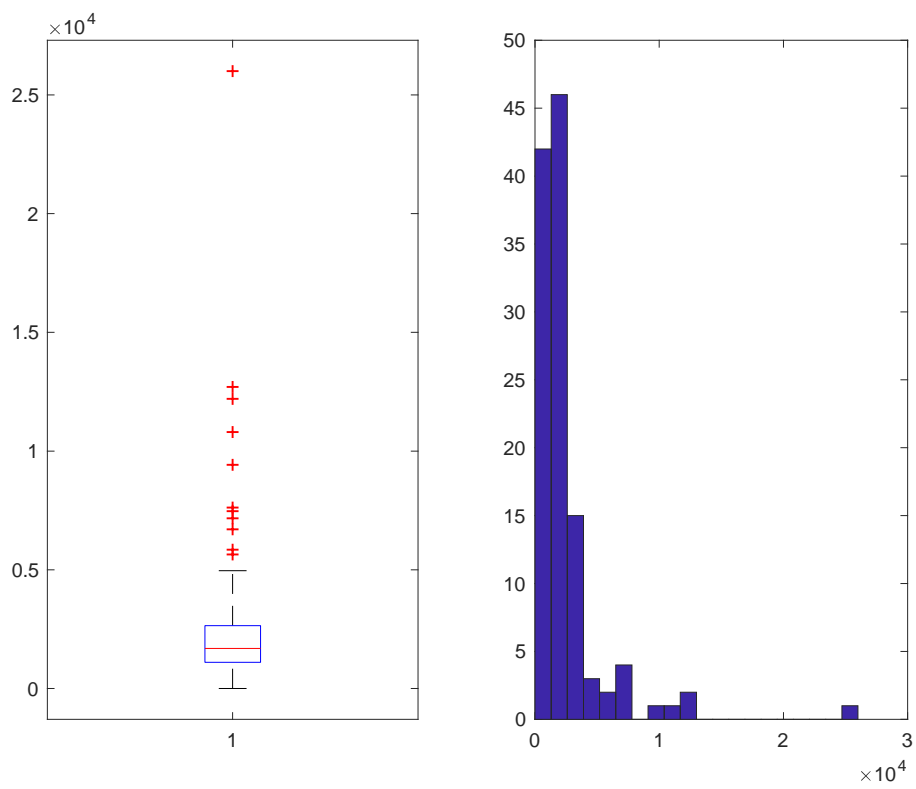


Figura 482. Detrazione ZERO

Una rapida considerazione finale arriva dal confronto della somma iniziale del Risparmio, del Risparmio ACS e del Costo con la somma delle medesime variabili dopo tutte le imputazioni svolte:

- Risparmio Iniziale: 625394184,165208 kWh/anno  
Risparmio Finale: 257109973,595692 kWh/anno
- Risparmio ACS Iniziale: 13313662,7274853 kWh/anno  
Risparmio ACS Finale: 15455,0294987495 kWh/anno
- Costo Iniziale: 884861300,868731 €  
Costo Finale: 657480485,823904 €

### 3 Conclusioni

L'ammontare complessivo per tutti i commi del risparmio energetico annuo e dei costi d'intervento può essere riassunto in queste tabelle.

#### RIEPILOGO AMMONTARE RISPARMIO E COSTI ANNO 2015

	<b>344</b>	<b>345a</b>	<b>345b</b>	<b>345c</b>	<b>346</b>	<b>347</b>	<b>Totale</b>
<b>Risparmio pre (GWh)/anno</b>	277	531	3511	10	692	984	<b>6005</b>
<b>Risparmio post (GWh)/anno</b>	84	364	457	11	46	318	<b>1280</b>
<b>Costi pre (M€)</b>	269	777	1465	150	72	817	<b>3550</b>
<b>Costi post (M€)</b>	282	735	1430	115	62	577	<b>3201</b>

#### RIEPILOGO AMMONTARE RISPARMIO E COSTI ANNO 2016

	<b>344</b>	<b>345a</b>	<b>345b</b>	<b>345c</b>	<b>346</b>	<b>347</b>	<b>Totale</b>
<b>Risparmio pre (GWh)/anno</b>	181	798	33161	8	9698	638	<b>44484</b>
<b>Risparmio post (GWh)/anno</b>	90	371	510	16	38	257	<b>1282</b>
<b>Costi pre (M€)</b>	283	809	1548	227	61	884	<b>3812</b>
<b>Costi post (M€)</b>	320	743	1559	158	53	657	<b>3490</b>

E' evidente come le correzioni svolte in questo lavoro portino ad una diminuzione consistente di entrambi i totali per ogni comma.

### 4 Riferimenti bibliografici

- 1) Achtert, E., Kriegel, H.-P., Reichert, L., Schubert, E., Wojdanowski, R., Zimek, A. 2010. Visual Evaluation of Outlier Detection Models. In Proc. International Conference on Database Systems for Advanced Applications (DASFAA), Tsukuba, Japan.
- 2) Aggarwal, C.C. and Yu, P.S. 2000. Outlier detection for high dimensional data. In Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data (SIGMOD), Dallas, TX.
- 3) Angiulli, F. and Pizzuti, C. 2002. Fast outlier detection in high dimensional spaces. In Proc. European Conf. on Principles of Knowledge Discovery and Data Mining, Helsinki, Finland.
- 4) Arning, A., Agrawal, R., and Raghavan, P. 1996. A linear method for deviation detection in large databases. In Proc. Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD), Portland, OR.
- 5) Barnett, V. 1978. The study of outliers: purpose and model. Applied Statistics, 27(3), 242–250.
- 6) Bay, S.D. and Schwabacher, M. 2003. Mining distance-based outliers in near linear time with randomization and a simple pruning rule. In Proc. Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD), Washington, DC.
- 7) Breunig, M.M., Kriegel, H.-P., Ng, R.T., and Sander, J. 1999. OPTICS-OF: identifying local outliers. In Proc. European Conf. on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery (PKDD), Prague, Czech Republic.
- 8) Breunig, M.M., Kriegel, H.-P., Ng, R.T., and Sander, J. 2000. LOF: identifying density-based local outliers. In Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data (SIGMOD), Dallas, TX.
- 9) Ester, M., Kriegel, H.-P., Sander, J., and Xu, X. 1996. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In Proc. Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD), Portland, OR.
- 10) Fan, H., Zaïane, O., Foss, A., and Wu, J. 2006. A nonparametric outlier detection for efficiently discovering top-n outliers from engineering data. In Proc. Pacific-Asia Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD), Singapore.
- 11) Ghoting, A., Parthasarathy, S., and Otey, M. 2006. Fast mining of distance-based outliers in high dimensional spaces. In Proc. SIAM Int. Conf. on Data Mining (SDM), Bethesda, ML.
- 12) Hautamaki, V., Karkkainen, I., and Franti, P. 2004. Outlier detection using k-nearest neighbour graph. In Proc. IEEE Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR), Cambridge, UK.
- 13) Hawkins, D. 1980. Identification of Outliers. Chapman and Hall.
- 14) Jin, W., Tung, A., and Han, J. 2001. Mining top-n local outliers in large databases. In Proc. ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (SIGKDD), San Francisco, CA.
- 15) Jin, W., Tung, A., Han, J., and Wang, W. 2006. Ranking outliers using symmetric neighborhood relationship. In Proc. Pacific-Asia Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD), Singapore.
- 16) Johnson, T., Kwok, I., and Ng, R.T. 1998. Fast computation of 2-dimensional depth contours. In Proc. Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD), New York, NY.
- 17) Knorr, E.M. and Ng, R.T. 1997. A unified approach for mining outliers. In Proc. Conf. of the Centre for Advanced Studies on Collaborative Research (CASCON), Toronto, Canada.
- 18) Knorr, E.M. and NG, R.T. 1998. Algorithms for mining distance-based outliers in large datasets. In Proc. Int. Conf. on Very Large Data Bases (VLDB), New York, NY.
- 19) Knorr, E.M. and Ng, R.T. 1999. Finding intensional knowledge of distance-based outliers. In Proc. Int. Conf. on Very Large Data Bases (VLDB), Edinburgh, Scotland.

- 20) Kriegel, H.-P., Kröger, P., Schubert, E., and Zimek, A. 2009. Outlier detection in axis-parallel subspaces of high dimensional data. In Proc. Pacific-Asia Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD), Bangkok, Thailand.
- 21) Kriegel, H.-P., Kröger, P., Schubert, E., and Zimek, A. 2009a. LoOP: Local Outlier Probabilities. In Proc. ACM Conference on Information and Knowledge Management (CIKM), Hong Kong, China.
- 22) Kriegel, H.-P., Schubert, M., and Zimek, A. 2008. Angle-based outlier detection, In Proc. ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (SIGKDD), Las Vegas, NV.
- 23) McCallum, A., Nigam, K., and Ungar, L.H. 2000. Efficient clustering of high-dimensional data sets with application to reference matching. In Proc. ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (SIGKDD), Boston, MA.
- 24) Papadimitriou, S., Kitagawa, H., Gibbons, P., and Faloutsos, C. 2003. LOCI: Fast outlier detection using the local correlation integral. In Proc. IEEE Int. Conf. on Data Engineering (ICDE), Hong Kong, China.
- 25) Pei, Y., Zaiane, O., and Gao, Y. 2006. An efficient reference-based approach to outlier detection in large datasets. In Proc. 6th Int. Conf. on Data Mining (ICDM), Hong Kong, China.
- 26) Preparata, F. and Shamos, M. 1988. Computational Geometry: an Introduction. Springer Verlag.
- 27) Ramaswamy, S. Rastogi, R. and Shim, K. 2000. Efficient algorithms for mining outliers from large data sets. In Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data (SIGMOD), Dallas, TX.
- 28) Rousseeuw, P.J. and Leroy, A.M. 1987. Robust Regression and Outlier Detection. John Wiley.
- 29) Ruts, I. and Rousseeuw, P.J. 1996. Computing depth contours of bivariate point clouds. Computational Statistics and Data Analysis, 23, 153–168.
- 30) Tao Y., Xiao, X. and Zhou, S. 2006. Mining distance-based outliers from large databases in any metric space. In Proc. ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (SIGKDD), New York, NY.
- 31) Tan, P.-N., Steinbach, M., and Kumar, V. 2006. Introduction to Data Mining. Addison Wesley.
- 32) Tang, J., Chen, Z., Fu, A.W.-C., and Cheung, D.W. 2002. Enhancing effectiveness of outlier detections for low density patterns. In Proc. Pacific-Asia Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD), Taipei, Taiwan.
- 33) Tukey, J. 1977. Exploratory Data Analysis. Addison-Wesley.
- 34) Zhang, T., Ramakrishnan, R., Livny, M. 1996. BIRCH: an efficient data clustering method for very large databases. In Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data (SIGMOD), Montreal, Canada.
- 35) Aguinis, H. (2004). Regression analysis for categorical moderators. New York, NY: Guilford. Aguinis, H., Forcum, L. E., & Joo, H. (in press). Using market basket analysis in management research. Journal of Management. doi:10.1177/0149206312466147
- 36) Aguinis, H., Pierce, C. A., Bosco, F. A., & Muslin, I. S. (2009). First decade of Organizational Research Methods: Trends in design, measurement, and data-analysis topics. Organizational Research Methods, 12, 69-112.
- 37) Aguinis, H., Werner, S., Abbott, J. L., Angert, C., Park, J. H., & Kohlhausen, D. (2010). Customer-centric science: Reporting significant research results with rigor, relevance, and practical impact in mind. Organizational Research Methods, 13, 515-539.

- 38) Amiot, C. E., Terry, D. J., Jimmieson, N. L., & Callan, V. J. (2006). A longitudinal investigation of coping processes during a merger: Implications for job satisfaction and organizational identification. *Journal of Management*, 32, 552-574.
- 39) Aytug, Z. G., Rothstein, H. R., Zhou, W., & Kern, M. C. (2012). Revealed or concealed? Transparency of procedures, decisions, and judgment calls in meta-analyses. *Organizational Research Methods*, 15, 103-133.
- 40) Barnett, V., & Lewis, T. (1994). *Outliers in statistical data* (3rd ed.). New York, NY: John Wiley.
- 41) Becker, C., & Gather, U. (1999). The masking breakdown point of multivariate outlier identification rules. *Journal of the American Statistical Association*, 94, 947-955.
- 42) Belsley, D. A., Kuh, E., & Welsh, R. E. (1980). *Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity*. New York, NY: John Wiley.
- 43) Blanton, H., Jaccard, J., Klick, J., Mellers, B., Mitchell, G., & Tetlock, P. E. (2009a). Strong claims and weak evidence: Reassessing the predictive validity of the IAT. *Journal of Applied Psychology*, 94, 567-582.
- 44) Blanton, H., Jaccard, J., Klick, J., Mellers, B., Mitchell, G., & Tetlock, P. E. (2009b). Transparency should trump trust: Rejoinder to McConnell and Leibold (2009) and Ziegert and Hanges (2009). *Journal of Applied Psychology*, 94, 598-603.
- 45) Bollen, K. A., & Jackman, R. W. (1990). Regression diagnostics: An expository treatment of outliers and influential cases. In J. Fox & J. S. Long (Eds.), *Modern methods of data analysis* (pp. 257-291). Newbury Park, CA: Sage.
- 46) Brown, D. J., Cober, R. T., Kane, K., Levy, P. E., & Shalhoop, J. (2006). Proactive personality and the successful job search: A field investigation with college graduates. *Journal of Applied Psychology*, 91, 717-726.
- 47) Brutus, S., Aguinis, H., & Wassmer, U. (2013). Self-reported limitations and future directions in scholarly reports: Analysis and recommendations. *Journal of Management*, 39, 48-75. doi:10.1177/0149206312455245
- 48) Byrne, B. M. (2001). Structural equation modeling with AMOS, EQS, and LISREL: Comparative approaches to testing for the factorial validity of a measuring instrument. *International Journal of Testing*, 1, 55-86.
- 49) Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- 50) Cortina, J. M. (2002). Big things have small beginnings: An assortment of “minor” methodological misunderstandings. *Journal of Management*, 28, 339-362.
- 51) Diener, E. (2000). Subjective well-being: The science of happiness and a proposal for a national index. *American Psychologist*, 55, 34-43.
- 52) Edwards, J. R., & Cable, D. M. (2009). The value of value congruence. *Journal of Applied Psychology*, 94, 654-677.
- 53) Edwards, J. R., Cable, D. M., Williamson, I. O., Lambert, L. S., & Shipp, A. J. (2006). The phenomenology of fit: Linking the person and environment to the subjective experience of person-environment fit. *Journal of Applied Psychology*, 91, 802-827.
- 54) Fidell, L. S., & Tabachnick, B. G. (2003). Preparatory data analysis. In J. A. Schinka & W. F. Velicer (Eds.), *Handbook of psychology: Research methods in psychology* (Vol. 2, pp. 115-141). New York, NY: John Wiley.
- 55) Gladwell, M. (2008). *Outliers: The story of success*. New York, NY: Little, Brown.
- Godfrey, P. C., Merrill, C. B., & Hansen, J. M. (2009). The relationship between corporate social responsibility and shareholder value: An empirical test of the risk management hypothesis. *Strategic Management Journal*, 30, 425-445.

- 56) Goerzen, A., & Beamish, P. W. (2005). The effect of alliance network diversity on multinational enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 26, 333-354.
- 57) Grubbs, F. E. (1969). Procedures for detecting outlying observations in samples. *Technometrics*, 11, 1-21.
- 58) Hawawini, G., Subramanian, V., & Verdin, P. (2003). Is performance driven by industry- or firm-specific factors? A new look at the evidence. *Strategic Management Journal*, 24, 1-16.
- 59) Hitt, M. A., Harrison, J. S., Ireland, R. D., & Best, A. (1998). Attributes of successful and unsuccessful acquisitions of US firms. *British Journal of Management*, 9, 91-114.
- 60) Hollenbeck, J. R., DeRue, D. S., & Mannor, M. (2006). Statistical power and parameter stability when subjects are few and tests are many: Comment on Peterson, Smith, Martorana, and Owens (2003). *Journal of Applied Psychology*, 91, 1-5. Hox, J. J. (2010). *Multilevel analysis: Techniques and applications* (2nd ed.). New York, NY: Routledge.
- 61) Huffman, M. L., Cohen, P. N., & Pearlman, J. (2010). Engendering change: Organizational dynamics and workplace gender desegregation, 1975–2005. *Administrative Science Quarterly*, 55, 255-277.
- 62) Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (2004). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. Jasso, G. (1985). Marital coital frequency and the passage of time: Estimating the separate effects of spouses' ages and marital duration, birth and marriage cohorts, and period influences. *American Sociological Review*, 50, 224-241.
- 63) Kahn, J. R., & Udry, J. R. (1986). Marital coital frequency: Unnoticed outliers and unspecified interactions lead to erroneous conclusions. *American Sociological Review*, 51, 734-737.
- 64) Kruschke, J. K., Aguinis, H., & Joo, H. (2012). The time has come: Bayesian methods for data analysis in the organizational sciences. *Organizational Research Methods*, 15, 722-752.
- 65) Kulich, C., Trojanowski, G., Ryan, M. K., Haslam, S. A., & Renneboog, L. D. R. (2011). Who gets the carrot and who gets the stick? Evidence of gender disparities in executive remuneration. *Strategic Management Journal*, 32, 301-321.
- 66) Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2004). *Applied linear statistical models* (5th ed.). Boston: McGraw-Hill/Irwin. Langford, I. H., & Lewis, T. (1998). Outliers in multilevel data. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 161, 121-160.
- 67) Leung, K. (2011). Presenting post hoc hypotheses as a priori: Ethical and theoretical issues. *Management and Locke*, E. A. (2007). The case for inductive theory building. *Journal of Management*, 33, 867-890.
- 68) Martin, M. A., & Roberts, S. (2010). Jackknife-after-bootstrap regression influence diagnostics. *Journal of Nonparametric Statistics*, 22, 257-269. Martin, N., & Pardo, L. (2009). On the asymptotic distribution of Cook's distance in logistic regression models. *Journal of Applied Statistics*, 36, 1119-1146.
- 69) Mathieu, J. E., Aguinis, H., Culpepper, S. A., & Chen, G. (2012). Understanding and estimating the power to detect cross-level interaction effects in multilevel modeling. *Journal of Applied Psychology*, 97, 951-966. McConnell, A. R., & Leibold, J. M. (2001). Relations among the Implicit Association Test, discriminatory behavior, and explicit measures of racial attitudes. *Journal of Experimental Social Psychology*, 37, 435-442.
- 70) McConnell, A. R., & Leibold, J. M. (2009). Weak criticisms and selective evidence: Reply to Blanton et al. (2009). *Journal of Applied Psychology*, 94, 583-589.
- 71) McNamara, G., Aime, F., & Vaaler, P. M. (2005). Is performance driven by industry- or firm-specific factors? A response to Hawawini, Subramanian, and Verdin. *Strategic*

- Management Journal, 26, 1075-1081. Mohrman, S. A., & Lawler, E. E., III. (2012). Generating knowledge that drives change. *Academy of Management Perspectives*, 26, 41-51.
- 72) O'Boyle, E., Jr., & Aguinis, H. (2012). The best and the rest: Revisiting the norm of normality of individual performance. *Personnel Psychology*, 65, 79-119.
- 73) Orr, J. M., Sackett, P. R., & DuBois, C. L. Z. (1991). Outlier detection and treatment in I/O psychology: A survey of researcher beliefs and an empirical illustration. *Personnel Psychology*, 44, 473-486.
- 74) Pek, J., & MacCallum, R. C. (2011). Sensitivity analysis in structural equation models: Cases and their influence. *Multivariate Behavioral Research*, 46, 202-228.
- 75) Peterson, R. S., Smith, D. B., Martorana, P. V., & Owens, P. D. (2003). The impact of chief executive officer personality on top management team dynamics: One mechanism by which leadership affects organizational performance. *Journal of Applied Psychology*, 88, 795-808.
- 76) Pierce, J. R., & Aguinis, H. (in press). The too-much-of-a-good-thing effect in management. *Journal of Management*. doi:10.1177/0149206311410060
- 77) Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., Congdon, R. T., Jr., & Du Toit, M. (2004). *HLM 6: Hierarchical linear and nonlinear modeling*. Lincolnwood, IL: Scientific Software International.
- 78) Reuer, J. J., & Arin˜o, A. (2002). Contractual renegotiations in strategic alliances. *Journal of Management*, 28, 47-68.
- 79) Rousseeuw, P. J., & Leroy, A. M. (2003). *Robust regression and outlier detection*. Hoboken, NJ: John Wiley.
- 80) Seligman, M. E. P., & Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive psychology: An introduction. *American Psychologist*, 55, 5-14.
- 81) Shepherd, D. A., & Sutcliffe, K. M. (2011). Inductive top-down theorizing: A source of new theories of organization. *Academy of Management Review*, 36, 361-380.
- 82) Shi, L., & Chen, G. (2008). Detection of outliers in multilevel models. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 138, 3189-3199.
- 83) Smillie, L. D., Yeo, G. B., Furnham, A. F., & Jackson, C. J. (2006). Benefits of all work and no play: The relationship between neuroticism and performance as a function of resource allocation. *Journal of Applied Psychology*, 91, 139-155.
- 84) Snijders, T. A. B., & Berkhof, J. (2008). Diagnostic checks for multilevel models. In J. de Leeuw & E. Meijer (Eds.), *Handbook of multilevel analysis* (pp. 141-176). New York, NY: Springer.
- 85) Snijders, T. A. B., & Bosker, R. J. (2012). *Multilevel analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling* (2nd ed.).
- 86) Thousand Oaks, CA: Sage. St. John, C. H., & Harrison, J. S. (1999). Manufacturing-based relatedness, synergy, and coordination. *Strategic Management Journal*, 20, 129-145.
- 87) Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Boston, MA: Pearson.
- 88) Tomarken, A. J., & Waller, N. G. (2005). Structural equation modeling: Strengths, limitations, and misconceptions. *Annual Review of Clinical Psychology*, 1, 31-65.
- 89) Van Dick, R., Van Knippenberg, D., Kerschreiter, R., Hertel, G., & Wieseke, J. (2008). Interactive effects of work group and organizational identification on job satisfaction and extra-role behavior. *Journal of Vocational Behavior*, 72, 388-399.

- 90) Wanberg, C. R., Glomb, T. M., Song, Z., & Sorenson, S. (2005). Job-search persistence during unemployment: A 10-wave longitudinal study. *Journal of Applied Psychology*, 90, 411-430.
- 91) Wiggins, R. R., & Ruefli, T. W. (2005). Schumpeter's ghost: Is hypercompetition making the best of times shorter? *Strategic Management Journal*, 26, 887-911.
- 92) Worren, N., Moore, K., & Cardona, P. (2002). Modularity, strategic flexibility, and firm performance: A study of the home appliance industry. *Strategic Management Journal*, 23, 1123-1140.
- 93) Yuan, K.-H., & Bentler, P. M. (1998). Structural equation modeling with robust covariances. *Sociological Methodology*, 28, 363-396.
- 94) Yuan, K.-H., & Zhong, X. (2008). Outliers, leverage observations, and influential cases in factor analysis: Using robust procedures to minimize their effect. *Sociological Methodology*, 38, 329-368.
- 95) Zhang, Z., & Yuan, K.-H. (2012). *semdiag: Structural equation modeling diagnostics* (R Package Version 0.1.2) [Computer software manual]. Retrieved from <http://cran.at.r-project.org/web/packages/semdiag/semdiag.pdf>
- 96) Zhong, X., & Yuan, K.-H. (2011). Bias and efficiency in structural equation modeling: Maximum likelihood versus robust methods. *Multivariate Behavioral Research*, 46, 229-265.
- 97) Ziegert, J. C., & Hanges, P. J. (2009). Strong rebuttal for weak criticisms: Reply to Blanton et al. (2009).

## 5 Appendice

### 5.1 Curriculum scientifico del gruppo di lavoro

**MAURIZIO VICHI**

*maurizio.vichi@uniroma1.it*

*Born: September 13, 1959;*

*<https://scholar.google.it/MaurizioVichi>*

*RESEARCHGATE: [https://www.researchgate.net/profile/Maurizio\\_Vichi](https://www.researchgate.net/profile/Maurizio_Vichi)*

#### **- JOB POSITION**

*Full Professor of Statistics, Sapienza University of Rome*

*Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica*

#### **- WORK EXPERIENCE**

*\* From 2000 – up today: Full Professor of Statistics*

*Department of Statistical Sciences, Sapienza University of Rome, P.le A. Moro 5, 00185 Roma*

*Deputy-director of Department of Statistical Sciences (from 2013), Scientific Sector Statistics*

*From 1992 – to 1999: Associate Professor of Statistics*

*Department of Quantitative Methods and Economic Theory, University of Chieti “Gabriele D’Annunzio”, Scientific Sector Statistics*

*\* From 1990 – to 1991: University Researcher*

*Department of Statistics Probability and Applied Statistics, Faculty of Statistics, Sapienza University of Rome, Scientific Sector Statistics*

*\* 1986 Research Fellow,*

*Rutgers University of New Jersey, USA*

*\* 1985 Research Fellow*

*St. Andrews University, United Kingdom,*

#### **- SCIENTIFIC QUALIFICATIONS**

\* From 2012 – up-today

*President of the European Federation of National Statistical Societies (FENStatS)*

*During the Statistical Italian Presidency he has worked at the foundation of FENStatS (2011) with the 10 major European Societies. He has been elected first President of FENStatS in 2012, and after 2 years of his presidency, FENStatS has doubled the associations. Now, 20 national associations are affiliated to FENStatS. They almost cover the totality of European countries with a statistics association. For additional information: [www.fenstats.eu](http://www.fenstats.eu)*

\* From 2013 – up-today

*Deputy-chair of the European Statistics Advisory Committee (ESAC) of EU*

*ESAC is one of the Three Committees of the European Union that deals with statistics (European Statistical System) and in particular gives advises on the European Statistical Programme. In ESAC he represents the Council of the European Union, and the scientific community of statisticians. He has organized the first European Conference of Statistics Stakeholders (24-25 November 2014), and will organize CESS 2016.*

*Info: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/esac/composition/eleven\\_members](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/esac/composition/eleven_members)*

\* From 2014 – to 2015

*President of International Federation of Classification Societies (IFCS)*

*This is the largest international association of multivariate statistics and data analysis methodologies that strongly contributes to the modernization of statistics.*

*Info: <http://ifcs.boku.ac.at/cms/tiki-index.php>*

\* From 2012 – to 2013

*President-elect of International Federation of Classification Societies (IFCS)*

*Info: <http://ifcs.boku.ac.at/cms/tiki-index.php>*

\* From 2008 – to 2012

*President of the Italian Statistical Society (SIS)*

*As President of the SIS, he worked with the Ministry of Education, to promote the inclusion of statistics in the programs of the school, since 2009. Now, statistics is an integral part of the mathematics courses in schools of all levels. In 2011 he organized the first Italian Day of Statistics, under the high patronage of the President of the Republic. This is now inserted in the annual events of national importance. He also promoted the Olympic games of Statistics at school, and many other cultural activities to promote the discipline. He currently participates to the Commission on users CUIS Istat. Info: [www.sis-statistica.it](http://www.sis-statistica.it)*

\* From 2005 – to 2007

*President of the Section of SIS Classification and Data Analysis (CLADAG), First Coordinator and Founder of the group SIS CLADAG*

\* From 1998 – to 2002

*Secretary General of the Italian Statistical Society (SIS)*

*Unique Secretary-General to be elected also President of SIS, up to now.*

*As Secretary General, he founded the group CLADAG of classification and data analysis, in 1997, now, Section of the SIS, and he founded and directed the School of the Italian Statistical Society.*

\* From 2001 – to 2005

*Member of the Council International Association of Statistical Computing (IASC)*

*From 1996– to 2004 Member of the Council of International Federation of Classification Societies (IFCS)*

*- EDITOR OF JOURNALS and INTERNATIONAL SERIES*

\* From 2007 – up-today

*Editor of Journal: Advances in Data Analysis and Classification*

*International Journal of Springer with impact factor 2012, 1.38*

*<http://www.springer.com/statistics/statistical+theory+and+methods/journal/11634>*

\* From 2001 – to 2006

*Editor of Journal: Statistical Methods and Applications*

*International Journal of Springer with impact factor 2012, 0.35*

*<http://www.springer.com/statistics/journal/10260>*

\* From 2009 – up-today *Editor of the Series: Studies in Theoretical and Applied Statistics*

*International Series of Springer*

*From 2003 – up-today*

*Editor of the Series :Studies in Classification, Data Analysis and Knowledge Organization*

*International Series of Springer*

- **EDUCATION AND TRAINING**

\* 1979 – 1983 *Laurea in Scienze Statistiche e Demografiche, 110 e laude, Faculty of Statistical Sciences, Sapienza University of Rome*

\* 1984 *Scholarship CNR (203.10.20 del 24.5.83)*

\* 1986 *Scholarship CNR CNR (203.10.21 del 5.6.1985)*

\*1985–1991 *Scholarship LUISS anni 1985/86, 1986/87, 1987/88, 1988/89, 1990/91*

- **ORGANISATIONAL/ MANAGERIAL SKILLS**

*He has good organizational and management skills also in reference to the organisation and management of the Italian Statistical Society that has seen a good improvement of the activities organised and careful management of the finances of the association. In addition, he has been and he is responsible of several research projects with national leadership.*

- **MAIN RESEARCH INTERESTS**

*Multivariate Statistics, Classification, Clustering, Dimensionality Reduction, Three-way Data Analysis, Structural Equation Modeling*

- **SCIENTIFIC PROFILE**

*He has good professional and scientific skills. This is confirmed by the following results: he is author of 110 publications, with 731 citations and an H-index equal to 15; of these, 40 have a high impact in the field of international multivariate statistics and in particular in the classification and data analysis, which represent the most innovative methodologies to statistically analyse data, and are useful for modernizing statistics. In this field of research, he has gained a significant international reputation . He has published in several Journal with impact factor: ADAC, CSDA, , Hournal of Applied Statistics, Journal of Classification, Metron, Psychomethika, Statistics and Computing, Statistical Modelling.*

*This is confirmed also by the score of 22.28 Research GATE (<https://www.researchgate.net>), which is higher than 72.5% of researchers around the world. Another result is his election as President of IFCS and also his position of: editor of ADAC, with the impact factor 1.4, which is at the top statistics journals in the field of classification and clustering; editor of Springer, Studies in Classification Data Analysis and Knowledge Organization and Studies in Theoretical and Applied Statistics.*

- **FINANCED NATIONAL AND INTERNATION RESEARCH PROJECTS**

*He has a large experience in the coordination of scientific projects as reported below:*

\* 1996-1997 *Identification of Standards of Living and Poverty in South Africa, World Bank*

\* 1997–1998 *Coordinator of the project “New methodologies for repeated surveys: applications in Social-Economic and Demographic fields”;*

\* 1998–1999 *Cross-national Social Capital and Poverty Survey in Uganda, PRMPO, World Bank.*

\* 1998–2000 *National Coordinator of CNR project “Multivariate models for analysis of data with complex structure in socio-economic-demographic fields”.2001–2002 Coordinator of the Project Miur: “Methods and models for the analysis of data with complex structure”. 2003–2004 (PRIN)*

*National Coordinator of the Project (5 Universities) New statistical methods of classification and dimensional reduction for the valuation and customer satisfaction in services of public utility.*

*\* 2005-2006 (PRIN) National Coordinator of the Project (5 Universities) Advanced multivariate statistical methods for quality assessment in public utility services: effectiveness-efficiency, risk of the provider, customer satisfaction. This project proposes the organization of an evaluation system evidence based that includes effectiveness, efficiency, satisfaction, and risk.*

*\* 2008 – 2010 (PRIN) National Coordinator of the Project (5 Universities) New Multivariate Methods for Statistical Quality Assessment and Risk Analysis of Services.*

*\* 2010– 2013 (PRIN) Coordinator of Project Multivariate Methods for Risk Analysis*

*- ORGANISED CONFERENCES*

*CLADAG, 1997, IFCS 1998, CLADAG, 1999, SIS 1999, 2000, 2001, 2002, COMPSTAT 2006, SIS 2008, Conference of European Statistics Stakeholders (CESS 2014), CESS 2016*

*- INVITED KEYNOTE SPEAKER or SPEAKER*

*French Classification Society 2005, Royal Statistical Society 2009, Portuguese Statistical Society 2010, German Statistical Society 2012, Portuguese Classification Society 2013, German Classification Society 2013, Hungarian Statistical Association 2013, Multivariate Group of the Spanish Statistical Association 2014, German Classification Society 2015, Hungarian Academic of Science 2015, South Africa Statistical Society 2015, International Statistical Institute 2015.*

CARLO CAVICCHIA

carlo.cavicchia@uniroma1.it

Educational Back-Ground

November 2016 – October 2019 (Expected)

Universita' di Roma La Sapienza

Ph.D in Statistics Science “Scuola di Scienze Statistiche – Statistica Metodologica”

September 2013 – January 2016

Universita' di Roma La Sapienza

Master of Science Degree in Statistics (Scienze Statistiche e Decisionali)

**Final Grade:** 110/110 cum laude

**Thesis:** UN INDICATORE COMPOSITO GERARCHICO PER URBES

**SAS Certification:** SAS Certified Predictive Modeler Using SAS Enterprise Miner 13 (at SAS Institute)

September 2009 – July 2013

Universita' di Roma La Sapienza

Bachelor's Degree in Statistics (Statistica Gestionale)

**Final Grade:** 105/110

**Thesis:** COSTRUZIONE DI UN INDICATORE COMPOSITO PER BES

**Erasmus Studies Program:** one semester at University College of Dublin (January 2012- May 2012)

September 2004 – July 2009

Liceo Scientifico Statale Ignazio Vian di Bracciano

High School Diploma Scientific Studies (P.N.I. – Piano Nazionale Informatico)

**Final Grade:** 83/100

Professional Back-Ground

May 2016 – December 2016

Research Project (as person in charge)

**Title:** “Costruzione e programmazione MATLAB dell’indicatore composito, gerarchico, non-negativo, disgiunto di un insieme di variabili quantitative”