

# STIL v1.0

Gerardo Mario Verderame<sup>1</sup>, Paolo Ricci<sup>2</sup>, Marilena Esposito<sup>3</sup>

Dipartimento di Ingegneria strutturale, Università Federico II di Napoli, Italia

## Guida all'utilizzo del programma

Si consente l'utilizzo e la diffusione del software STIL a tutti gli utenti.

Si nega la commercializzazione dello Stesso

Non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni derivanti dall'utilizzo del programma.

Gli autori sono disponibili per eventuali chiarimenti.

Versione del \_\_/\_\_/2012

<sup>1</sup> verderam@unina.it

<sup>2</sup> Paolo.ricci@unina.it

<sup>3</sup> Marilena.esposito@unina.it

## Indice

Indice .....	- 2 -
Premessa .....	- 3 -
1- Installazione del programma.....	- 4 -
2- Il Database degli acciai .....	- 5 -
3- Dati di Input.....	- 10 -
4- Dati di Output.....	- 12 -
4.1- Sintesi dei risultati.....	- 12 -
4.2- Percentuali di utilizzo .....	- 12 -
4.3- Tensione di snervamento.....	- 13 -
4.4- Rapporto d'incrudimento .....	- 13 -
4.5- Allungamento a rottura .....	- 13 -
4.6- Menù Editor .....	- 14 -
4.6.1- Risultati .....	- 14 -
4.6.2- File .....	- 16 -
4.6.3- Help .....	- 17 -
4.7- Nuova analisi .....	- 17 -
5- Possibili utilizzi del programma.....	- 19 -
6- Esempi Applicativi .....	- 20 -
6.1.1- Esempio 1.1: Acciai Lisci 1960-1970 .....	- 20 -
6.1.2- Esempio 1.2: Acciai Lisci 1960-1970 conosco la categoria .....	- 21 -
6.2- Esempio 2: Acciai Nervati 1976-1990 .....	- 24 -
6.3- Esempio 3: Acciai 1950-2000 .....	- 25 -
Bibliografia .....	- 29 -

## Premessa

Il software **STIL v1.0** fornisce un contributo alla conoscenza delle caratteristiche degli acciai impiegati in Italia nell'intervallo temporale 1950-2000 negli elementi in cemento armato. In particolare esso si basa su un database di 19140 prove di trazione effettuate su barre di acciaio presso il laboratorio sperimentale del Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIST) della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II". In particolare, i dati utilizzati sono stati attinti dalle schede di prova presenti nell'archivio del Laboratorio che è stato per molti anni uno dei pochi, di tutta l'Italia Meridionale, ad essere ufficialmente autorizzato ad eseguire prove sui materiali da costruzione.

STIL v1.0 permette di eseguire in pochi secondi la ricerca all'interno del database dei valori delle principali caratteristiche meccaniche degli acciai in funzione di pochi parametri inseriti dall'utente. In particolare, l'utente può definire un intervallo temporale; un intervallo temporale ed una tipologia di acciaio (Lisci, Nervati); oppure un intervallo temporale ed una specifica categoria (funzione della tipologia di acciaio e della classificazione normativa all'epoca di riferimento). Inseriti tali parametri il programma restituisce sia in formato numerico che in formato grafico le distribuzioni empiriche e le distribuzioni normali e log-normali della tensione di snervamento, del rapporto di incrudimento e della percentuale di allungamento a rottura, nonché i valori di percentuali di utilizzo delle diverse categorie di acciaio nell'intervallo temporale selezionato.

## 1- Istallazione del programma

Il programma è sviluppato in ambiente MATLAB, pertanto il suo funzionamento è subordinato all'istallazione di MATLAB Component Runtime (MCR) 7.11, ovvero eseguendo preliminarmente l'istallazione del file **MCRInstaller.exe** presente nella cartella d'istallazione.

L'istallazione del programma STIL è eseguita automaticamente lanciando l'eseguibile **STIL.exe**.

In pochi secondi comparirà l'interfaccia del programma:

**STIL v1.0**  
Gerardo Mario Verderame, Paolo Ricci, Marielena Esposito  
Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università degli Studi Federico II di Napoli, Italia

**Tipologia acciaio**  
☒ Liscio ☐ Nervati ☐ Lisci+Nervati

**Dati input**  
Periodo >= 1950 <= 2000  
☐ conosco la categoria  
Categoria Comune

**VALUTA** **CANC**

**Sintesi dei risultati**  
n° campioni -  
Media - CoV -  
fy [MPa] -  
fu/fy [/] -  
Allg [%] -

**Percentuali di utilizzo**  
Lisci - Nervati -  
Comune AQ42 A.M. -  
AQ50 AQ60 FeB38k-  
ALE FeB22k- FeB38k  
FeB22k FeB32k FeB44k

**Tensione di snervamento**  
fy [MPa]  
Min - Mediana -  
Max - Dev.St. -  
Normal μ - σ -  
LogNormal μ - σ -

**Rapporto di incrudimento**  
fu/fy [/]  
Min - Mediana -  
Max - Dev.St. -  
Normal μ - σ -  
LogNormal μ - σ -

**Allungamento a rottura**  
Allg [%]  
Min - Mediana -  
Max - Dev.St. -  
Normal μ - σ -  
LogNormal μ - σ -

L'utente può immediatamente utilizzare il programma.....**FARE PRIMA ESEGUIBILE...**

## 2- Il Database degli acciai

Il Database è ricavato dalle schede che certificano i risultati delle prove a trazione su barre di acciaio da cemento armato utilizzate per la realizzazione di edifici in c.a. sia pubblici che privati, reperito dal laboratorio sperimentale del DIST (Università di Napoli Federico II).

Il database è costituito da 19140 prove, ricavato da 2350 pratiche, e rappresentano un campione significativo per valutare l'andamento delle proprietà meccaniche degli acciai impiegati nel periodo dal dopoguerra al 2000.

L'analisi quantitativa della ripartizione delle prove per decenni e poi per anni, ha mostrato come la numerosità dei provini, a partire dagli anni '50 cresce notevolmente fino a raggiungere un picco negli anni '60 ed una diminuzione nel decennio successivo. Successivamente, negli anni '70, però si assiste ad un nuovo incremento delle numerosità delle prove, che tende successivamente a stabilizzarsi per poi decrescere nuovamente, in particolare nell'ultimo decennio analizzato a causa della nascita di numerosi laboratori privati a cui è stata concessa la possibilità di effettuare prove sui materiali.

Si sottolinea che nell'intervallo temporale di analisi sono stati considerati i soli anni pari, e non sempre tutti i mesi dell'anno<sup>4</sup>, ciò al fine di omogeneizzare il più possibile la numerosità del campione. In particolare sono stati considerati i certificati di prove a trazione:

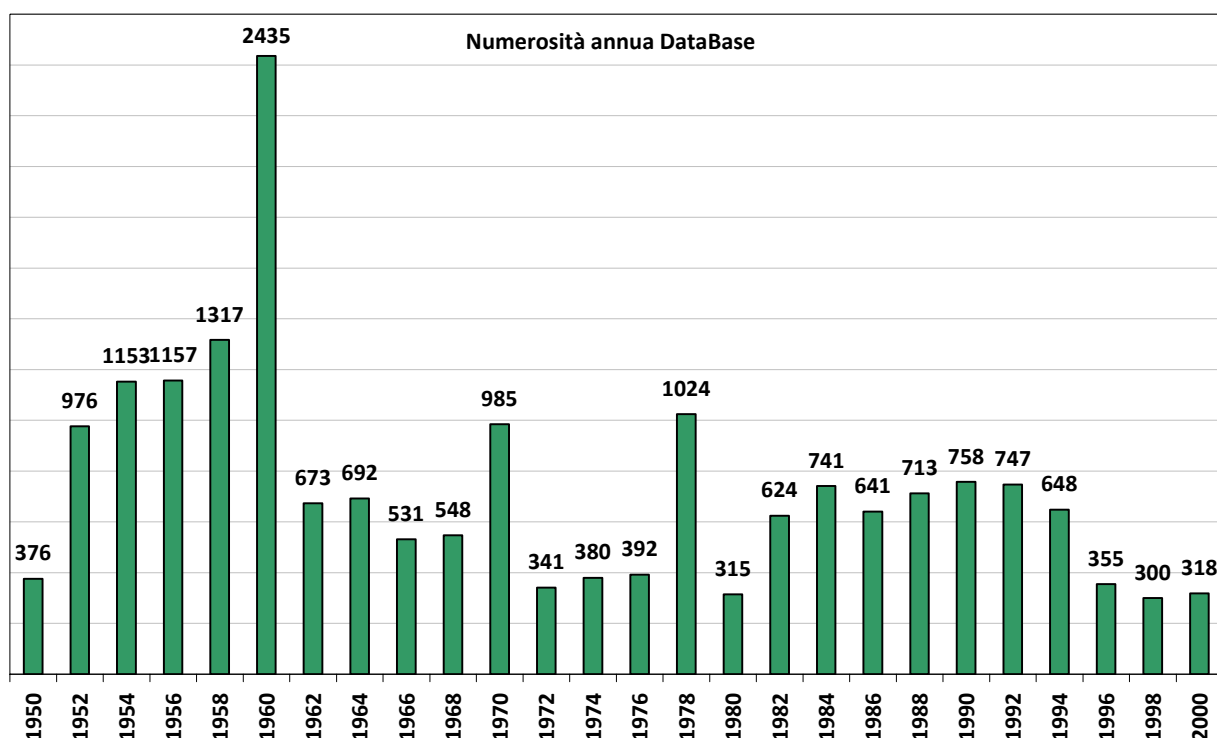
- Dal 1950 al 1960      ⇨      nei 12 mesi dell'anno
- Dal 1962 al 1968      ⇨      nei soli mesi di Maggio, Giugno, e Luglio
- Dal 1970 al 1980      ⇨      nel solo mese di Giugno
- Dal 1982 al 1988      ⇨      nei mesi da Marzo a Settembre
- Nel 1990              ⇨      nei mesi da Marzo ad Ottobre
- Nel 1992              ⇨      nei mesi da Febbraio a Novembre
- Dal 1994 al 2000      ⇨      nei 12 mesi dell'anno

Viene di seguito riportata la numerosità annuale delle prove catalogate.

Si noti che la numerosità del 1960 è nettamente maggiore delle altre, in quanto è stato preso come "anno pilota" per la individuazione del mese maggiormente rappresentativo dell'anno<sup>4</sup>.

---

✓ <sup>4</sup> Il mese di Giugno costituisce il più rappresentativo dell'anno (REFERENCE PROF). A partire da questo mese la finestra temporale viene poi allargata fino ottenere un campione rappresentativo della popolazione.

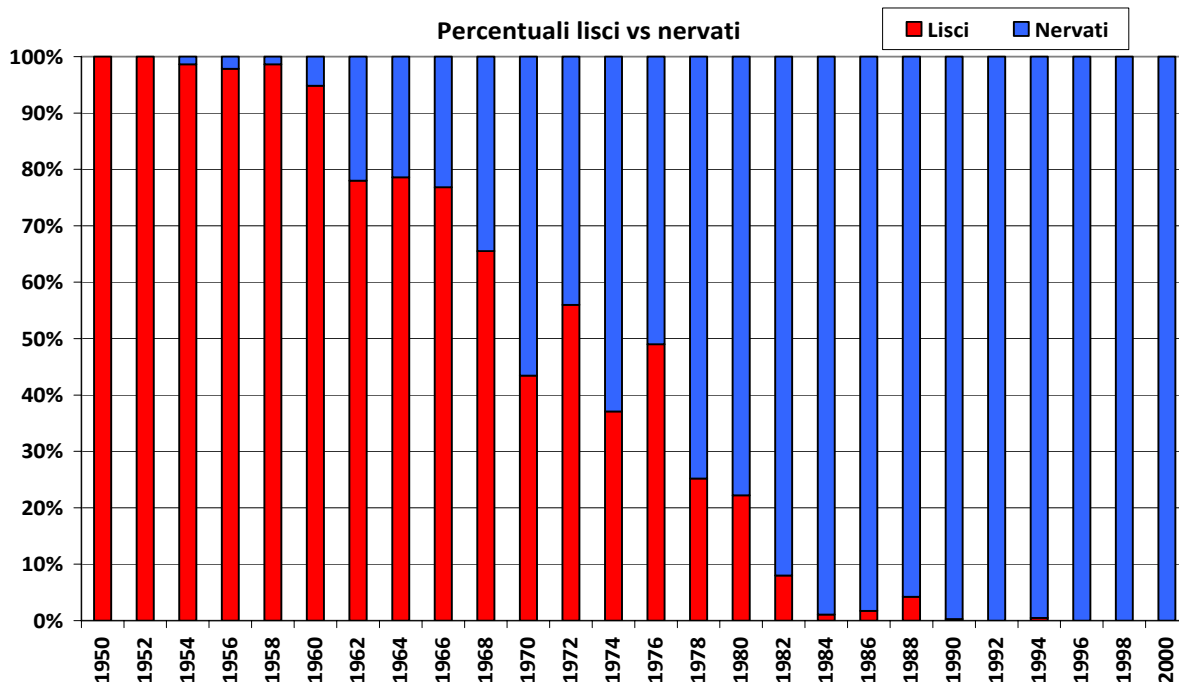


I parametri meccanici direttamente desumibili dalle schede di prova sono:

- tensione di snervamento ( $f_y$ )
- tensione di rottura ( $f_u$ )
- allungamento a rottura (%All).

Dai dati in possesso, ricavati dalle prove, è stato possibile desumere il rapporto di incrudimento, definito come rapporto tra la tensione di rottura e la tensione di snervamento. Dall'analisi dei dati sperimentali ottenuti dalle prove, si ricava anche la percentuale di utilizzo degli acciai nel tempo in relazione alla tipologia Lisci e Nervati ed alla categoria commerciale.

Si riporta di seguito l'aliquota di acciai lisci e nervati anno per anno, dalla quale, si può osservare che gli acciai lisci, predominanti nel primo decennio, sono caratterizzati successivamente da una forte diminuzione a vantaggio degli acciai nervati. Le due tipologie divengono comparabili tra il 1970 ed il 1976. L'ultimo decennio è praticamente caratterizzato esclusivamente da acciai nervati. Tale andamento del tutto atteso e coerente con l'evoluzione delle normative.



Scisso il database in relazione alle due tipologie di acciaio, non si può prescindere da un'ulteriore classificazione strettamente connessa alle indicazioni normative susseguitesi nel cinquantennio in esame. Si riporta di seguito un quadro normativo di sintesi:

	Regio Decreto Legge n. 2229/1939			Circolare del Ministero LL.PP. 23/05/1957 n.1472				Decreto Ministeriale del 30/5/1972				Decreto Ministeriale del 30/05/1974				Decreto Ministeriale del 9/01/1996				N.T.C. 2008		
Tipologia di acciaio	Liscio			Liscio			A.M.	Liscio		A.M.		Liscio		A.M.		Liscio		A.M.		A.M.		
Denominazione	Dolce	Semid.	Duro	Aq 42	Aq 50	Aq 60		Fe B 22	Fe B 32	A 38	A 41	Fe B 44	Fe B 22	Fe B 32	Fe B 38	Fe B 44	Fe B 22	Fe B 32	Fe B 38	Fe B 44	B450A	B450C
Limite di snervamento (Kg/mm <sup>2</sup> )	≥ 23	≥ 27	≥ 31	≥ 23	≥ 27	≥ 31	/	≥ 22	≥ 32	≥ 38	≥ 41	≥ 44	≥ 22	≥ 32	≥ 38	≥ 44	≥ 22	≥ 32	≥ 38	≥ 44	≥ 45	≥ 45
Carico di rottura a trazione (kg/mm <sup>2</sup> )	42 - 50	50 - 60	60-70	42 - 50	50 - 60	60-70	/	≥ 34	≥ 50	≥ 46	≥ 50	≥ 55	≥ 34	≥ 50	≥ 46	≥ 55	≥ 34	≥ 50	≥ 46	≥ 55	≥ 54	≥ 54
Allungamento a rottura (%) *	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 12	≥ 24	≥ 23	≥ 14	≥ 14	≥ 12	≥ 24	≥ 23	≥ 14	≥ 12	≥ 24	≥ 23	≥ 14	≥ 12	≥ 7,5	> 2,5
Carico di sicurezza (Kg/cm <sup>2</sup> )	1400	2000	2000	1400	1600	1800	≤0.5σ <sub>s</sub> ≤0.4σ <sub>s</sub> ≤2200	1200	1600	1900-2200	2000-2400	2200-2600	1200	1600	1900-2200	2200-2600	1200	1600	1900-2200	2200-2600		

Sono stati individuate ben 11 classificazioni relativamente al periodo esaminato, considerando oltre ai valori espressamente dichiarati dalla normativa, altre 4 categorie create come sottogruppi di quelle esistenti in quanto i parametri meccanici non rientravano perfettamente nel range di valori previsto dalla normativa<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Per ulteriori dettagli sulla classificazione si rimanda all'Appendice-1 *Classificazione degli acciai da cemento armato- Evoluzione normativa* ed all'Appendice 2- *Controlli sugli acciai secondo il D.M. del 1974 ed il D.M. del 1996*.

### Barre lisce

- **“Comune”**, terminologia con la quale si indica un acciaio con caratteristiche meccaniche che sono al di sotto del limite inferiore;
- **Aq42, Aq50, Aq60** i cui limiti ai parametri meccanici vengono imposti dalla normativa n.1472 del 1957 (la classificazione, a meno della nomenclatura, ricalca la 2229/1939);
- **A.L.E.**, acciai ad alto limite elastico, utilizzati soprattutto negli anni’60, le cui caratteristiche sono superiori a quelle previste dalla normativa;
- **“FeB22k–”** acciaio che non rientrano nella categoria FeB22k per almeno un parametro;
- **“ FeB22k”** e **“ FeB32k”** i cui limiti sono imposti dal DM 30/05/1972.

### Barre nervate

- **“A.M.”** acciai ad aderenza migliorata presenti prima del 1972
- **“FeB38k–”** acciaio che non rientrano nella categoria FeB38k per almeno un parametro;
- **“FeB38k”** e **“FeB44k”** i cui limiti sono imposti dal DM 09/01/1996 (la classificazione, ricalca quella già presente nel DM 30/05/1974);

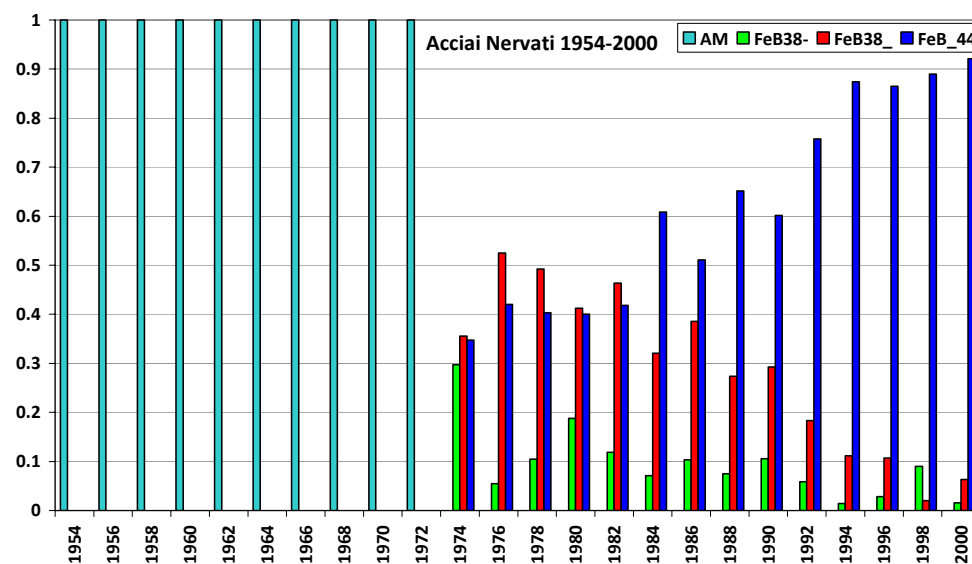
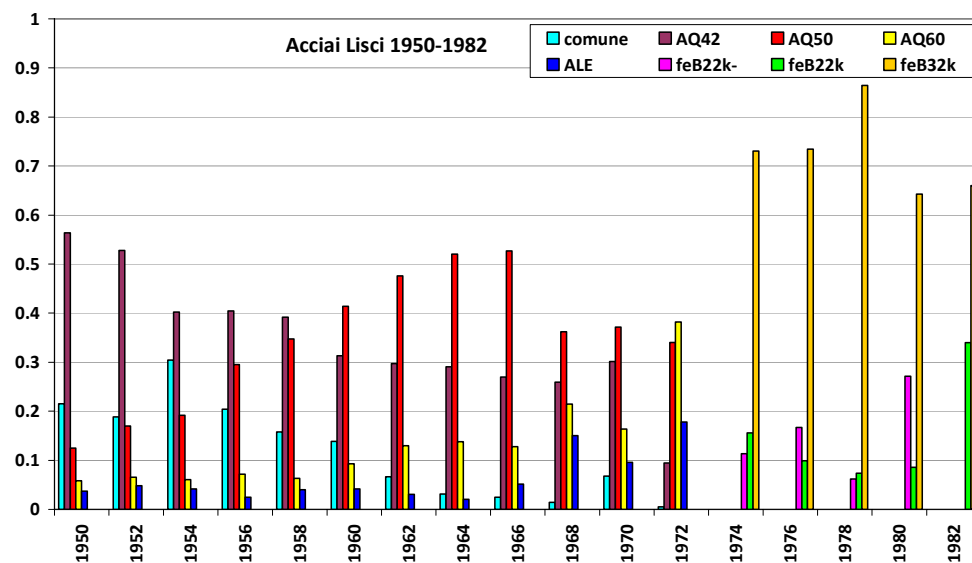
Si sottolinea, inoltre, che la classificazione è stata effettuata in base ai risultati di ciascuna prova (o pratica) e quindi non necessariamente viene a coincidere con la classificazione commerciale con cui le barre sono state vendute<sup>6</sup>.

Si riporta di seguito l’andamento delle percentuali di utilizzo annue degli acciai relativamente alle 8 categorie individuate per gli acciai lisci ed alle 4 categorie individuate per gli acciai nervati.

---

<sup>6</sup> Per ulteriori dettagli sulla classificazione si rimanda all’Appendice-1 *Classificazione degli acciai da cemento armato- Evoluzione normativa* ed all’Appendice 2- *Controlli sugli acciai secondo il D.M. del 1974 ed il D.M. del 1996*.





### 3- Dati di Input

L'utente deve in prima istanza definire la tipologia di acciaio Liscia o Nervata. Qualora non sia disponibile tale informazione, può scegliere l'opzione Lisci+Nervati. Ovviamente a seconda della scelta effettuata dall'utente il programma effettuerà la selezione dal database relativo ai soli acciai lisci, dal database relativo ai soli acciai nervati, oppure dall'intero database Lisci+ Nervati.

The screenshot shows the 'Tipologia acciaio' section with three radio buttons: 'Liscio' (selected), 'Nervati', and 'Lisci+Nervati'.

Definita la tipologia di acciaio l'utente deve definire l'intervallo temporale in cui intende eseguire la valutazione.

The screenshot shows the 'Dati input' section with two date pickers for 'Periodo' (from 1950 to 2000), a checkbox 'conosco la categoria' (unchecked), and a dropdown menu for 'Categoria' (set to 'comune').

Qualora l'utente sia a conoscenza della categoria di acciaio può fleggere l'opzione ***“conosco la categoria”*** ed indicare successivamente la categoria nota tra le opzioni che compaiono nel menù a tendina sottostante. Le categorie di acciaio selezionabili sono funzione della scelta precedentemente effettuata dall'utente sulla tipologia di acciaio.

The screenshot shows the 'Dati input' section with the 'conosco la categoria' checkbox checked. The 'Categoria' dropdown menu is open, displaying a list of categories: comune, AQ42, AQ50, AQ60, ALE, FeB22k-, FeB22k, and FeB32k.

The screenshot shows the 'Dati input' section with the 'conosco la categoria' checkbox checked. The 'Categoria' dropdown menu is open, displaying a list of categories: FeB38k-, FeB38k, and FeB44k.

Le categorie sono quelle definite nelle diverse normative che si sono susseguite nell'intervallo di tempo tra il 1950 ed il 1980 (§2).

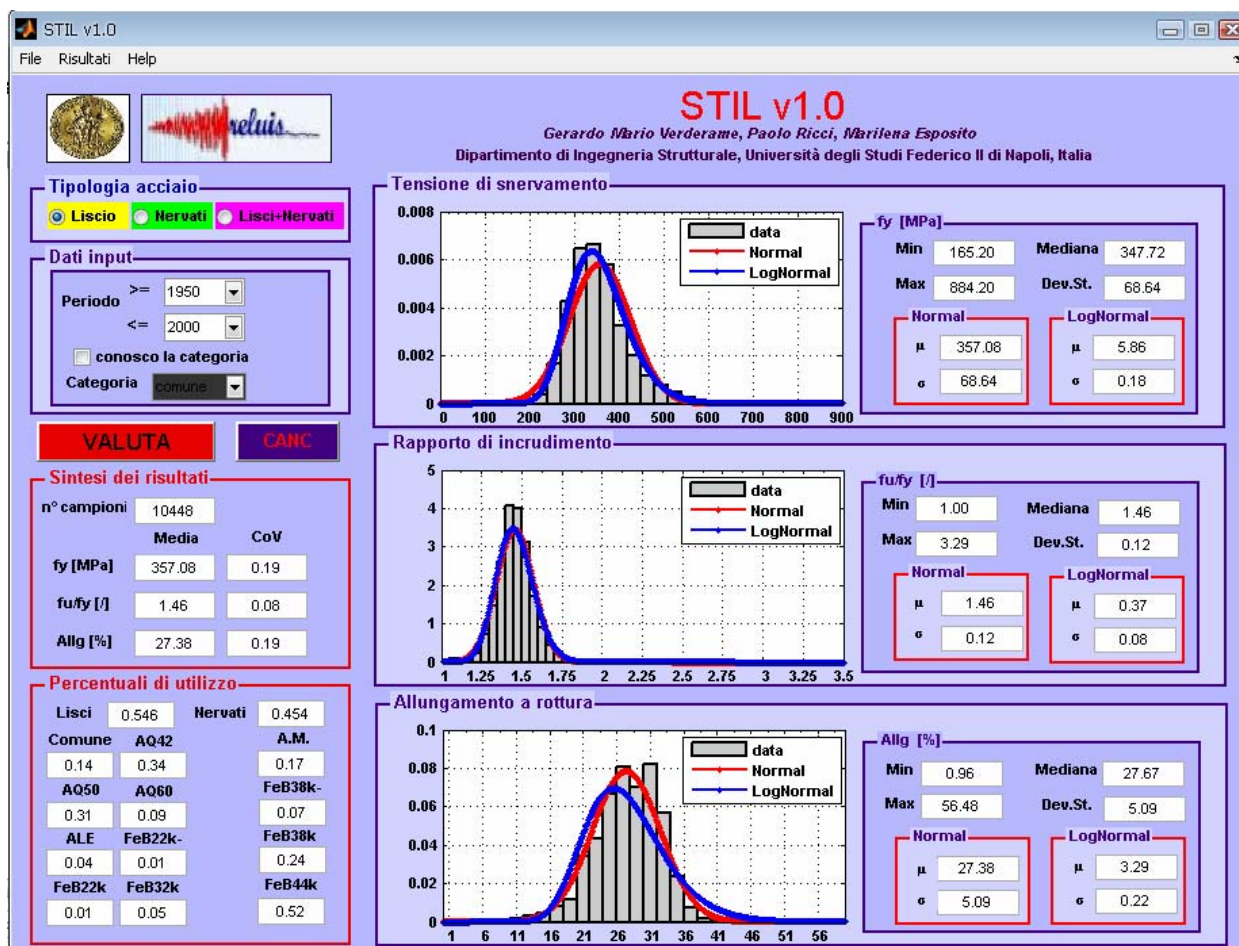
E' ovvio che qualora l'utente scelga la tipologia Lisci+Nervati, la scelta della categoria non può essere effettuata.

The image shows a software interface with a light blue background. At the top, there is a section titled "Tipologia acciaio" in bold blue text. Below this title, there are three radio buttons with corresponding labels: "Liscio" (yellow background), "Nervati" (green background), and "Lisci+Nervati" (pink background with a dotted border). The "Lisci+Nervati" option is selected, indicated by a small circle inside the radio button. Below this section is another section titled "Dati input" in bold blue text. Inside this section, there is a label "Periodo" followed by two date pickers. The first date picker is labeled "Y =" and shows the year "1950". The second date picker is labeled "A =" and shows the year "2000". Both date pickers have a small downward arrow on the right side, indicating they are dropdown menus.

Si consiglia inoltre, qualora sia nota la categoria di acciaio, di controllare le distribuzioni percentuali degli acciai nell'intervallo temporale d'indagine (anno per anno). Tale operazione risulta effettuabile dall'editor menù a tendina "risultati" (§ 4.6.1).

## 4- Dati di Output

Inseriti i pochi dati di Input è possibile lanciare il programma cliccando sul tasto “VALUTA”. In pochi secondi l’utente vedrà comparire i risultati dell’analisi sia in formato numerico che in formato grafico.



### 4.1- Sintesi dei risultati

Nel riquadro “Sintesi dei risultati” appena sotto il tasto Valuta sono riportate una serie di informazioni sintetiche della ricerca effettuata. In particolare viene riportato il numero di campioni costituente il sottoinsieme prescelto ed per i parametri quali tensione di snervamento (fy) rapporto d’incrudimento (fu/fy) e percentuale di allungamento a rottura vengono riproposti il valore medio ed il coefficiente di variazione (CoV: rapporto tra la deviazione standard e la media).

### 4.2- Percentuali di utilizzo

Nel riquadro appena sotto la sintesi dei risultati sono riportate le “Percentuali d’utilizzo” per le due tipologie di acciaio Lisci e Nervati. Viene inoltre riportata la percentuale d’utilizzo di

ciascuna categoria valutata rispetto alla popolazione di soli lisci ( Comune, AQ42, AQ50, AQ60, ALE, FeB22k-, FeB22k, FeB32k) e di soli Nervati (A.M., FeB38k-, FeB38k, FeB44).

Pertanto in tale riquadro vengono sempre riportati i risultati relative alle percentuali d'utilizzo relative all'intervallo temporale selezionato indipendentemente dalla scelta "Tipologia acciaio" e se sia nota o meno la categoria.

#### **4.3- Tensione di snervamento**

In questa sezione del programma vengono visualizzate in formato grafico l'istogramma delle densità di frequenza che insiste sull'i-esimo intervallo di ampiezza costante  $\Delta x = 30$  MPa della tensione di snervamento. Alla distribuzione empirica sono poi associate le distribuzioni Normali e Log-Normali che meglio approssimano la reale distribuzione. Unitamente ai parametri di descrizione del campione ( minimo massimo, mediana e deviazione standard) vengono riproposti i parametri di definizione delle curve di distribuzione valutate  $(\mu_N \sigma_N) (\mu_{LN} \sigma_{LN})$ .

#### **4.4- Rapporto d'incrudimento**

In questa sezione del programma vengono visualizzate in formato grafico l'istogramma delle densità di frequenza che insiste sull'i-esimo intervallo di ampiezza costante  $\Delta x = 0.05$  del rapporto di incrudimento. Alla distribuzione empirica sono poi associate le distribuzioni Normali e Log-Normali che meglio approssimano la reale distribuzione. Unitamente ai parametri di descrizione del campione ( minimo massimo, mediana e deviazione standard) vengono riproposti i parametri di definizione delle curve di distribuzione valutate  $(\mu_N \sigma_N) (\mu_{LN} \sigma_{LN})$ .

#### **4.5- Allungamento a rottura**

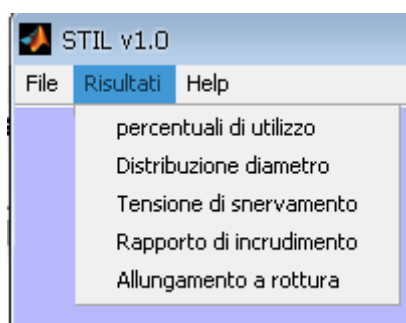
In questa sezione del programma vengono visualizzate in formato grafico l'istogramma delle densità di frequenza che insiste sull'i-esimo intervallo di ampiezza costante  $\Delta x = 2$  dell'allungamento a rottura espresso in termini percentuali. Alla distribuzione empirica sono poi associate le distribuzioni Normali e Log-Normali che meglio approssimano la reale distribuzione. Unitamente ai parametri di descrizione del campione ( minimo massimo, mediana e deviazione standard) vengono riproposti i parametri di definizione delle curve di distribuzione valutate  $(\mu_N \sigma_N) (\mu_{LN} \sigma_{LN})$ .

## 4.6- Menù Editor

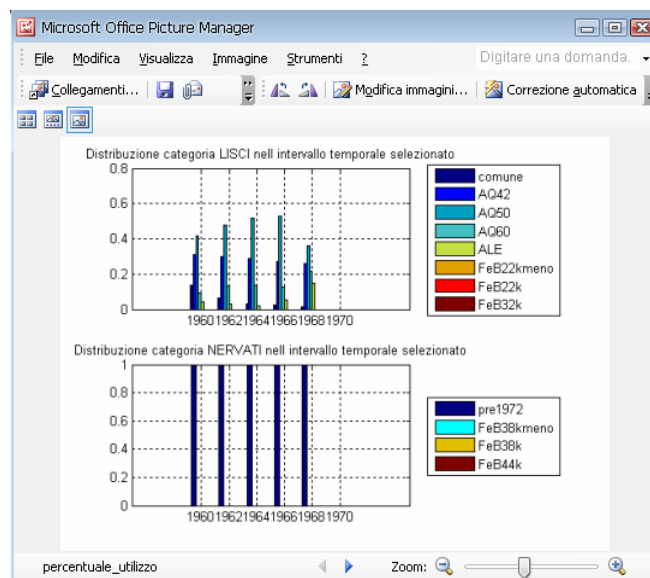
Nel menù editor in alto a sinistra sono presenti alcune utili funzioni per estrarre semplicemente e rapidamente le informazioni visualizzate nell'interfaccia grafica del programma.

### 4.6.1- Risultati

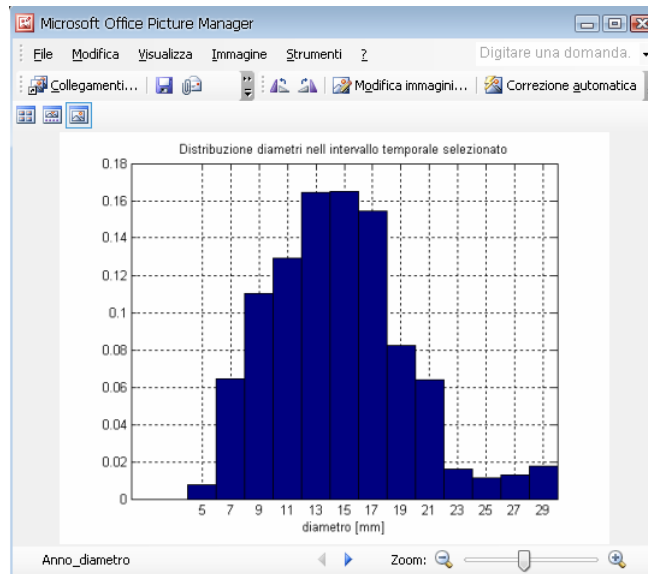
Spostando il cursore sulla scritta "Risultati" compare un menù a tendina che permette di estrarre in formato grafico le informazioni relative a:



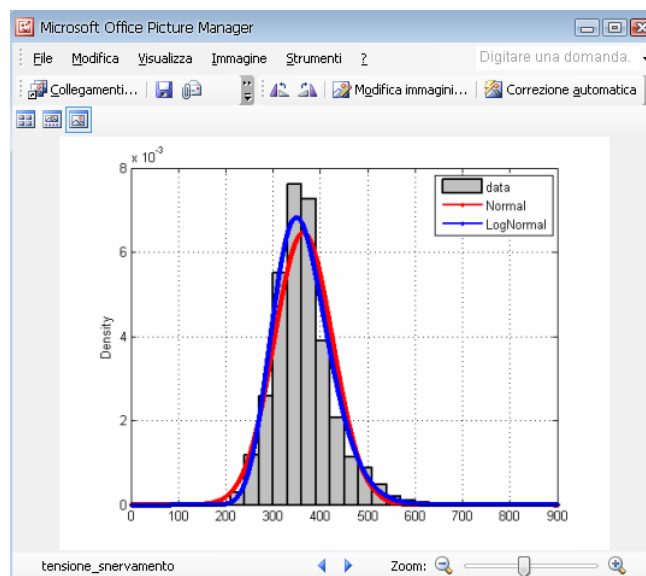
**Percentuali d'utilizzo :** Mostra per ciascun anno (presente nell'intervallo temporale prescelto dall'utente) e relativamente ad entrambe le tipologie (Lisci e Nervati) l'istogramma relativo alle percentuali di utilizzo delle diverse categorie di acciaio.



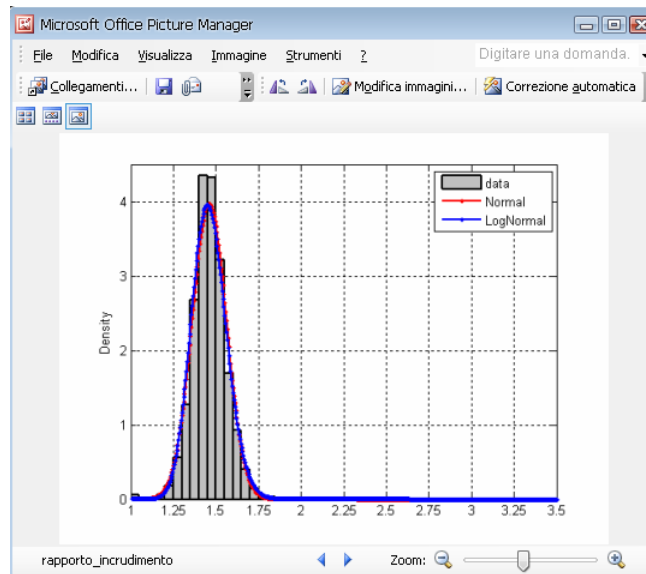
**Distribuzione diametro :** Mostra per l'intero intervallo temporale prescelto dall'utente ed in funzione dei parametri di input da esso definito la distribuzione dei diametri costituenti il sottoinsieme selezionato.



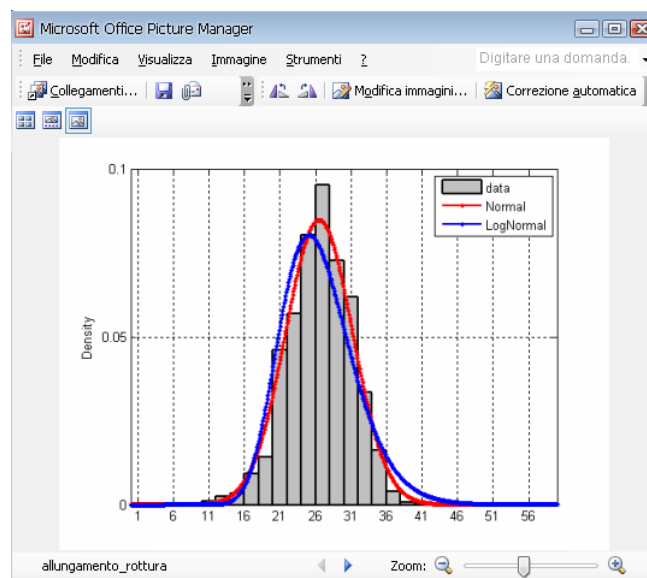
**Tensione di snervamento :** Mostra in ragione delle scelte fatte dall'utente la distribuzione empirica della tensione di snervamento (istogramma delle frequenze) e le curve di Normale e log-normale che meglio fittano tale distribuzione in formato **bitmap**



**Rapporto di Incrudimento :** Mostra in ragione delle scelte fatte dall'utente la distribuzione empirica del rapporto di incrudimento (istogramma delle frequenze) e le curve di Normale e log-normale che meglio fittano tale distribuzione in formato **bitmap**

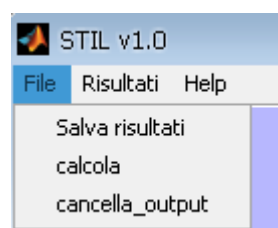


**Allungamento a rottura :** Mostra in ragione delle scelte fatte dall'utente la distribuzione empirica dell' allungamento a rottura (istogramma delle frequenze) e le curve di Normale e log-normale che meglio fittano tale distribuzione in formato **bitmap**



#### 4.6.2- File

Spostando il cursore sulla scritta "File" compare un menù a tendina che permette di eseguire le seguenti informazioni:





**Salva risultati :** Permette di salvare tutti i risultati dell'ultima analisi lanciata. In particolare cliccando su tale scritta si apre in automatica la cartella **"output\_folder"** contenente:

- 1- tensione\_snervamento (immagine bitmap)
- 2- rapporto\_incrudimento (immagine bitmap)
- 3- Allungamento\_rottura (immagine bitmap)
- 4- tens\_snervamento (file txt)
- 5- rapp\_incrudimento (file txt)
- 6- allg\_rottura (file txt)
- 7- percentuali utilizzo (file txt)

I file immagine bitmap ( da 1 a 3) sono le distribuzioni dei parametri di nomenclatura della distribuzione empirica e delle relative curve di Normale e log-normale in ragione dell'ultima selezione effettuata dall'utente.

I file testo dei punti 4 5 e 6 riportano in formato numerico le due distribuzioni normale e log-normale riproposte nei rispettivi file bitmap.

Il file percentuali utilizzi ripropone in formato numerico stampabile quanto riproposto nel riquadro "Percentuali d'utilizzo" nell'interfaccia grafica del programma, sempre relativamente all'ultima analisi effettuata dal programma.

La cartella può essere ritrovata (rinominata, cancellata...) manualmente dall'utente nella cartella d'installazione del programma.

**calcola :** è un alternativa al pulsante "Valuta"

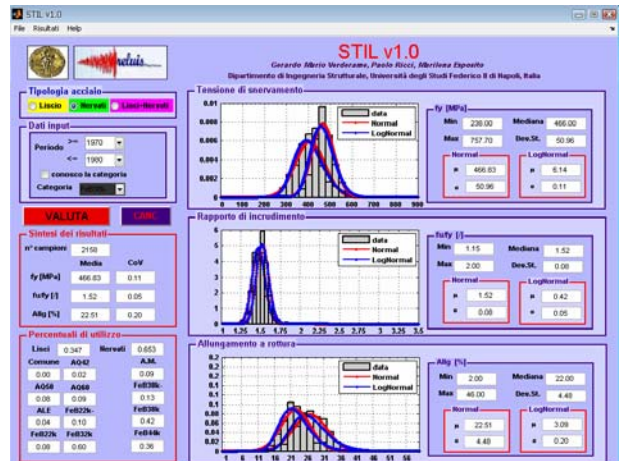
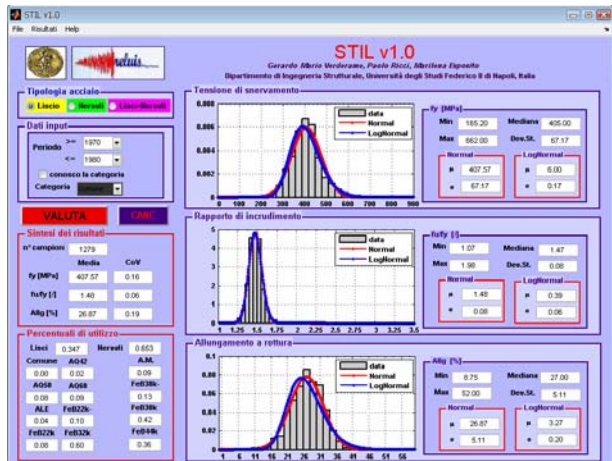
**cancella\_output :** elimina definitivamente la cartella "output\_folder" ma non la visualizzazione nell'interfaccia dell'ultima selezione eseguita.

#### 4.6.3- Help

Consente di aprire il manuale di applicazione del programma ed alcune reference utili...

#### 4.7- Nuova analisi

Se l'utente vuole eseguire una nuova selezione può cliccare sul pulsante **"CANC"** che elimina l'ultima selezione lanciata e modificare nuovamente i parametri di input per rilanciare una nuova selezione cliccando sul tasto "Valuta".



## 5- Possibili utilizzi del programma

Il programma risulta un valido supporto per il progettista che si appresta ad eseguire la valutazione sismica di un generico edificio in c.a. di cui non conosce le caratteristiche meccaniche dall'armatura presente. Si sottolinea che da solo il programma non può costituire l'unica fonte per la individuazione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio da c.a., quanto piuttosto fornire indicazioni sul valore più probabile di tensione di snervamento, percentuale di allungamento a rottura e rapporto d'incrudimento, utilizzato nell'intervallo temporale in cui è stato realizzato l'edificio esistente in analisi.

E' ovvio che quanto più è piccolo il range temporale tanto minore è la dispersione dei risultati e tanto più basso è l'errore che si commette .....

Può inoltre risultare utile conoscere in un dato intervallo temporale la categoria di acciaio maggiormente impiegata, di modo che l'utente possa avvalorare maggiormente il ricorso ai valori delle principali caratteristiche meccaniche dell'acciaio così come riportati nella normativa dell'epoca relativamente ad una data categoria (quella statisticamente di maggiore utilizzo).

Il maggiore utilizzo del programma è inoltre consigliato per analisi di vulnerabilità su larga scala, dove la determinazione dei parametri relativi alle caratteristiche dei materiale può risultare alquanto complessa, se non impossibile. Il programma STIL, pertanto non solo permette di ottenere i valori medi ma anche le deviazioni standard.....

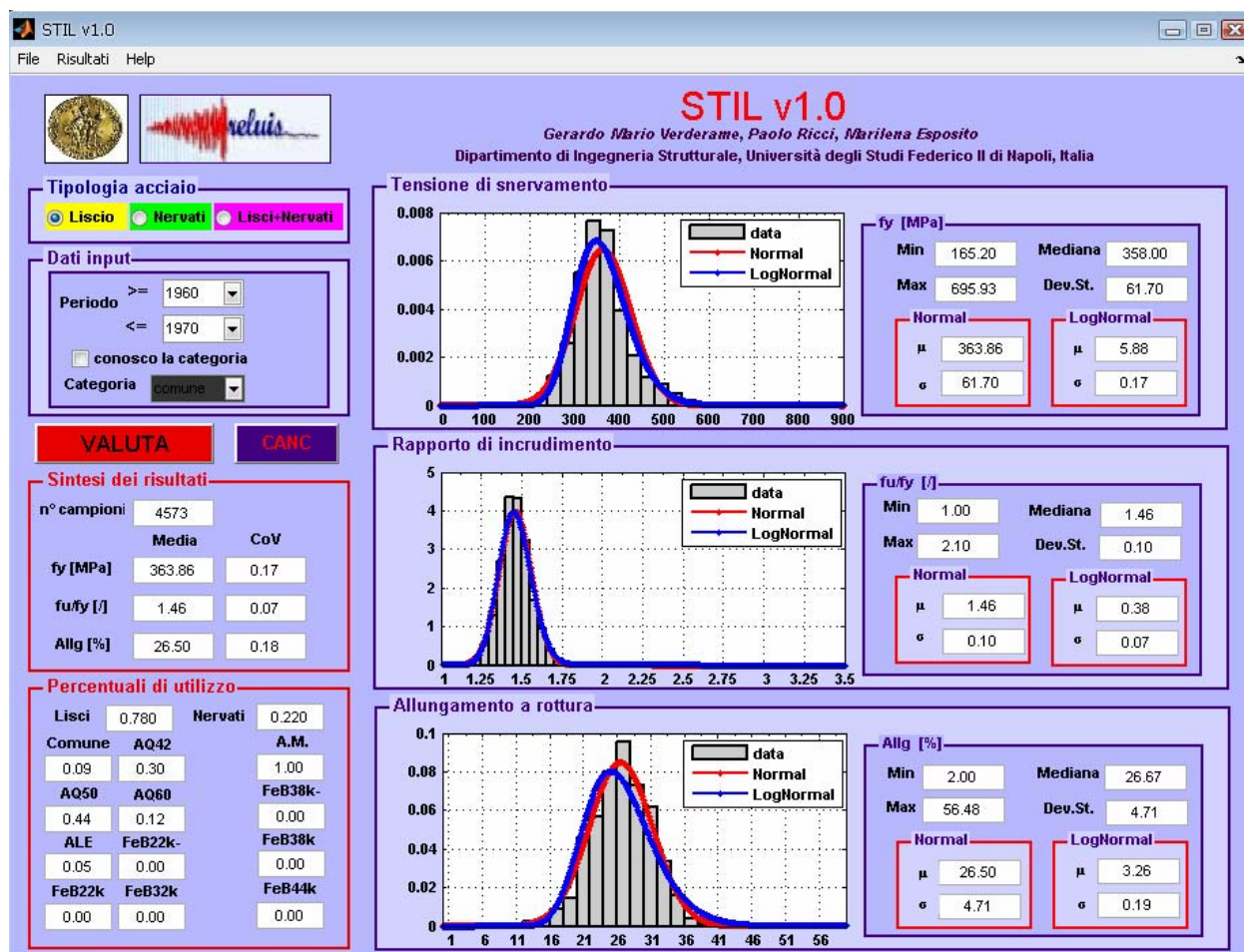
## 6- Esempi Applicativi

Si riportano di seguito alcuni esempi applicativi di guida ad utilizzo del programma

### 6.1.1- Esempio 1.1: Acciai Lisci 1960-1970

Supponiamo che si voglia selezionare le prove relative a tutti gli acciai lisci nell'intervallo temporale 1960-1970. Supponiamo inoltre che non sia nota la categoria di acciaio.

L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Lisci" indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato lasciando non fleggato l'opzione conosco la categoria. A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".



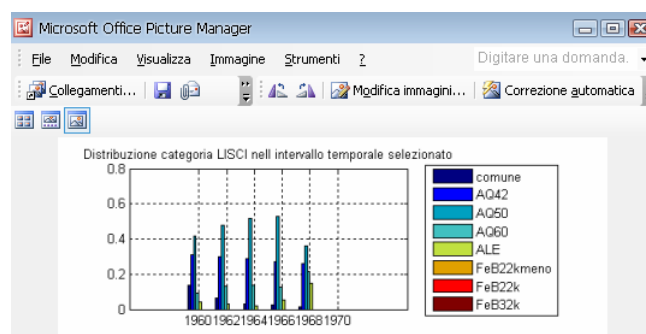
Dal DataBase degli acciai lisci vengono selezionati 4573 records (prove). Si registra una tensione di snervamento media di 363.86 MPa caratterizzata da un CoV de 17%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.46 caratterizzato da un CoV de 7% ed un allungamento a rottura medio del 26.50% caratterizzato da un CoV del 18%.

In basso è possibile capire che nell'intervallo 1960-1970 il 78% delle prove è costituito da acciai lisci e solo il 22% da acciai nervati<sup>7</sup>. Il campione selezionato di acciai lisci è costituito per il 44% da acciai tipo AQ50, per il 30% da acciaio tipo AQ42, per il 12% da acciai tipo AQ60, e solo per il 9% da acciai tipo comune ed 5% da acciai di tipo ALE. Ovviamente la percentuale delle restanti categorie lisce è nulla in quanto nell'intervallo temporale selezionato la classificazione normativa non contemplava tali categorie.

Infatti se si flegga sull'opzione "conosco la categoria" e si sceglie ad esempio "FeB22k" compare la scritta: "Nell'intervallo temporale considerato non esiste tale categoria"



Infatti dal menù editor ➡ risultati ➡ percentuali utilizzo ➡ si apre la finestra come da §4.6.1



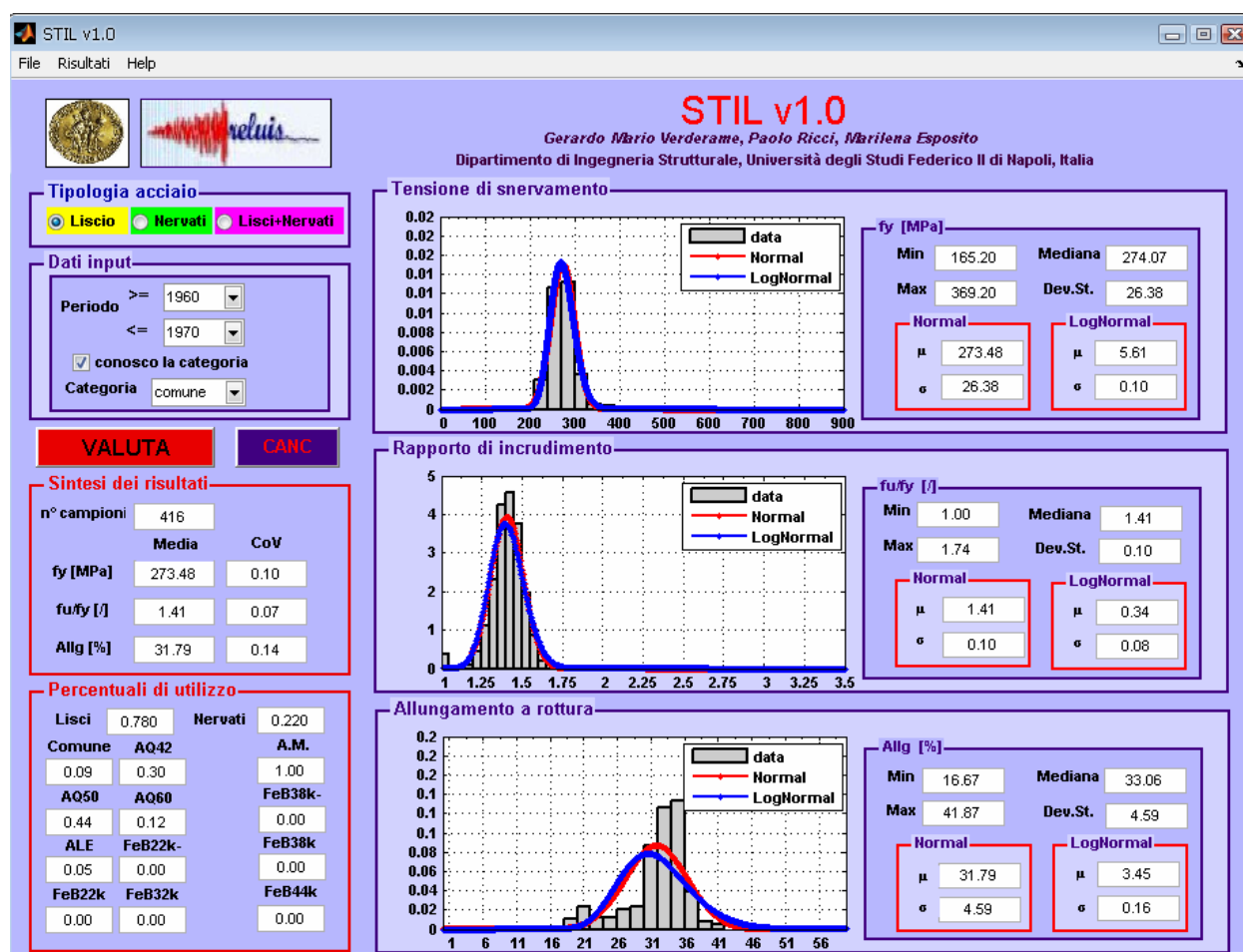
Dalla quale evince che la categoria selezionata nell'intervallo scelto non è presente. Infatti solo a partire dal 1974 cambia la classificazione normativa e vengono introdotte le categorie FeB22k ed FeB38k.

### 6.1.2- Esempio 1.2: Acciai Lisci 1960-1970 conosco la categoria

Supponiamo che si voglia selezionare le prove relative a tutti gli acciaio lisci nell'intervallo temporale 1960-1970. Supponiamo inoltre che sia nota la categoria di acciaio: Comune

<sup>7</sup> Nell'intervallo temporale scelto 4573 record sono relativi ad acciai lisci e -----sono relativi ad acciai nervati. Si noti che i valori dei parametri sovrastanti e quelli a destra fanno riferimento al solo campione acciai lisci, avendo precedentemente scelto la tipologia LISCI

L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Lisci" ed indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato e dopo aver fleggato l'opzione conosco la categoria sceglie dalla lista la categoria "comune". A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".



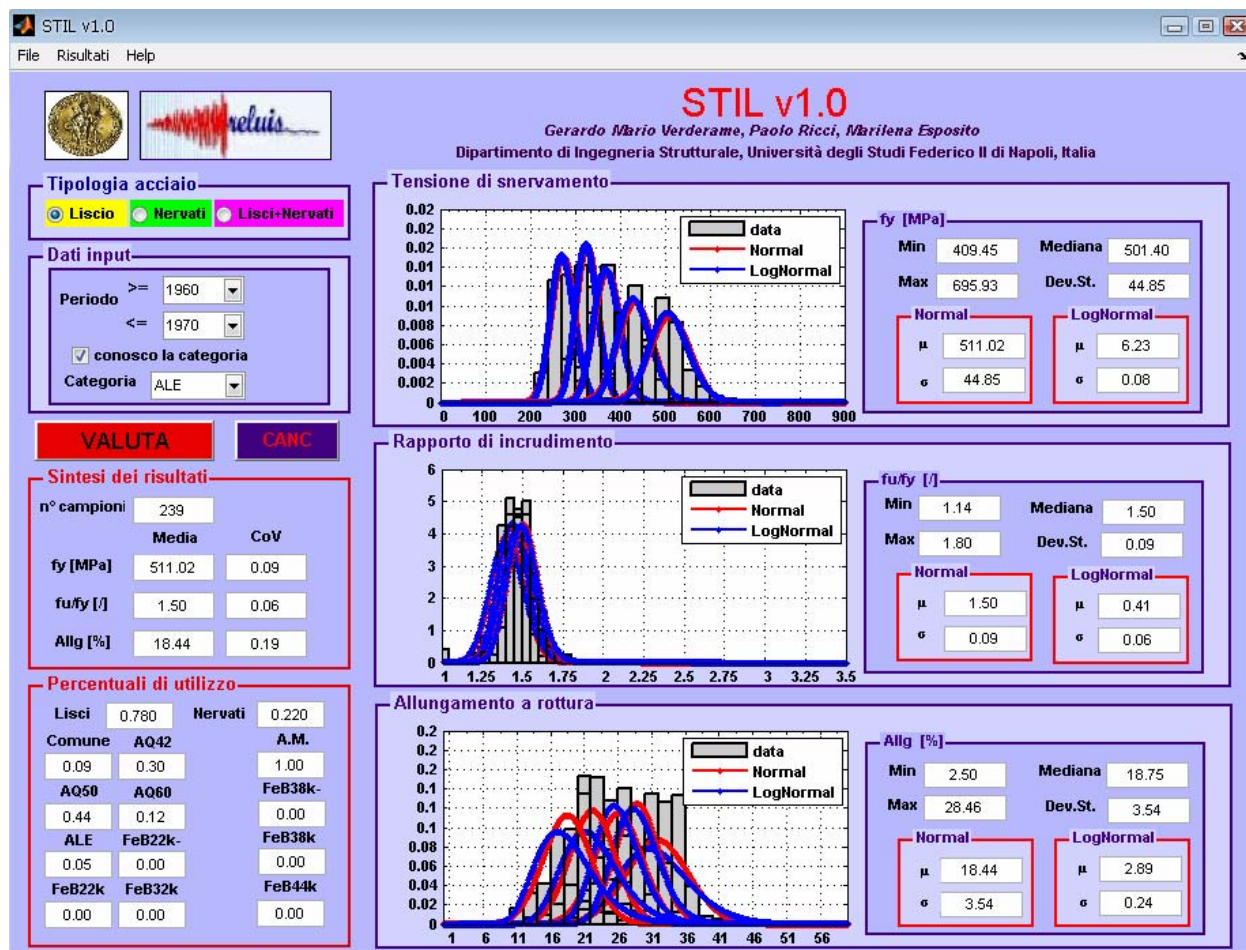
Dal DataBase degli acciai lisci vengono selezionati 416 records (prove). Si registra una tensione di snervamento media di 273.48MPa caratterizzata da un CoV de 107%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.41 caratterizzato da un CoV de 7% ed un allungamento a rottura medio del 31.79% caratterizzato da un CoV del 14%.

Il riquadro Percentuali d'utilizzo riporta gli stessi risultati dell'esempio 1.1, avendo considerato lo stesso intervallo temporale.

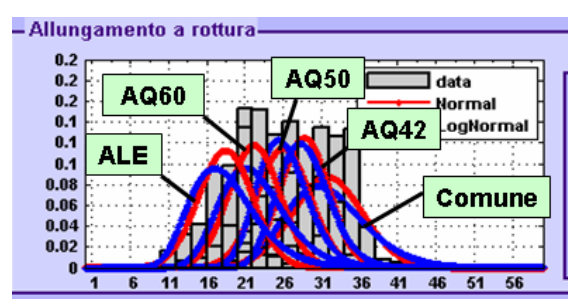
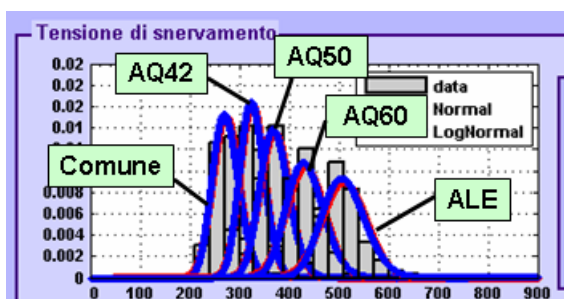
Supponiamo di voler confrontare a fronte dello stesso intervallo temporale l'andamento delle distribuzioni dei parametri meccanici anche per le restanti categorie di acciaio. Ovvero reiteriamo la procedura di selezione scegliendo una per volta le restanti categorie e lanciando l'analisi. Nell'interfaccia grafica di volta in volta tutti i valori numerici verranno aggiornati in



relazione all'ultima analisi lanciata, mentre i risultati grafici di volta in volta verranno visualizzati sovrapposti alle precedenti analisi<sup>8</sup>



In particolare si può infatti osservare che selezionando da una categoria meno resistente ad una categoria più resistente la tensione di snervamento, ovviamente cresce, ma al contempo le curve di distribuzione si abbassano, ovvero la deviazione standard aumenta. L'inverso invece accade in termini di allungamento a rottura. In termini di rapporto d'incrudimento si registra un lieve incremento del valore medio ed un coefficiente di variazione pressappoco invariato.



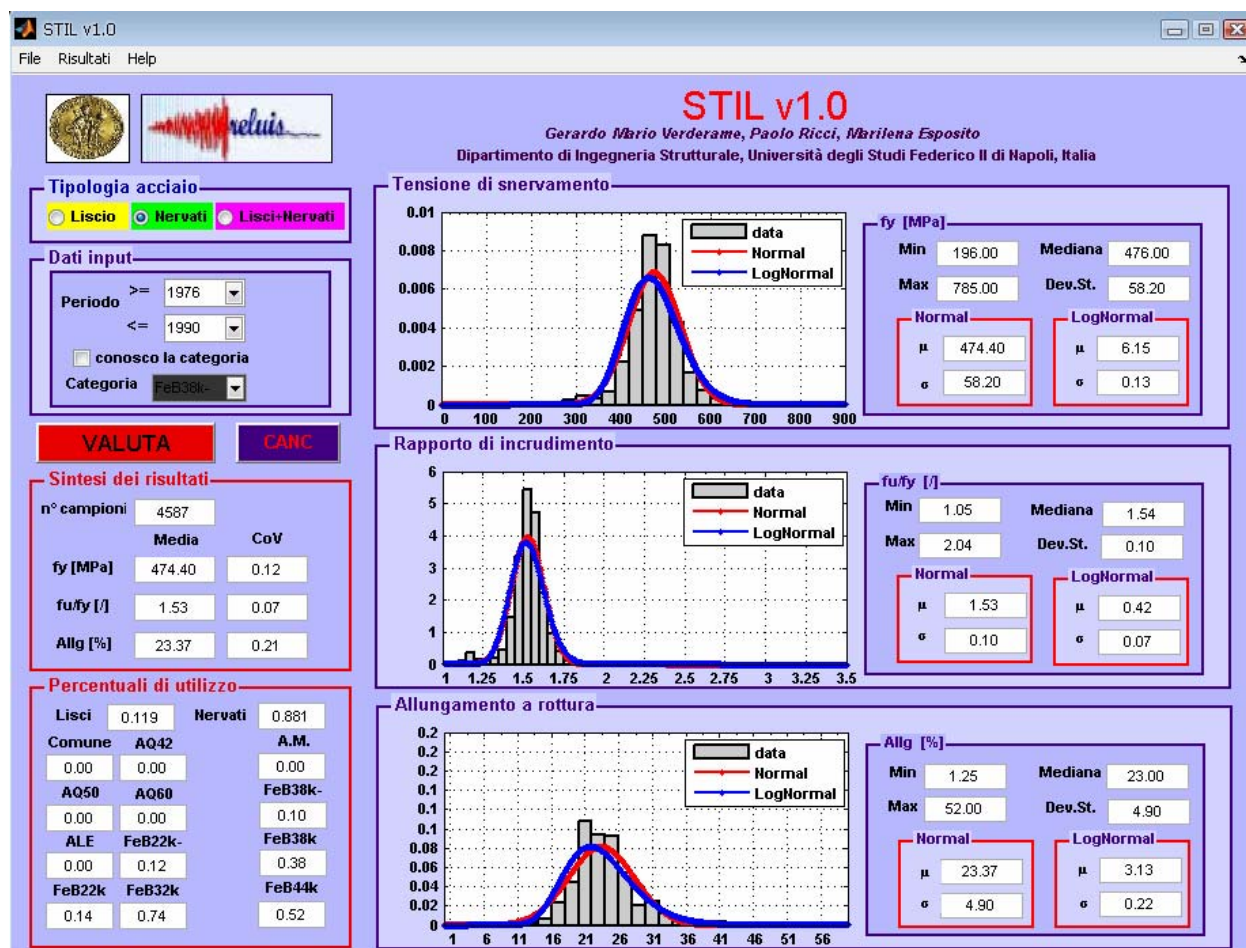
A questo punto l'utente può premere "CANC" e ricominciare con una nuova analisi.

<sup>8</sup> Se non si clicca sul pulsante "CANC" prima di rieseguire l'analisi i risultati grafici non vengono cancellati.

## 6.2- Esempio 2: Acciai Nervati 1976-1990

Supponiamo che si voglia selezionare le prove relative a tutti gli acciai lisci nell'intervallo temporale 1976-1990. Supponiamo inoltre che non sia nota la categoria di acciaio.

L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Nervati" ed indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato lasciando non fleggato l'opzione conosco la categoria. A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".



Dal DataBase degli acciai nervati vengono selezionati 4587 prove. Si registra una tensione di snervamento media di 474.40MPa caratterizzata da un CoV de 12%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.53 caratterizzato da un CoV de 7% ed un allungamento a rottura medio del 23.37% caratterizzato da un CoV del 21%.

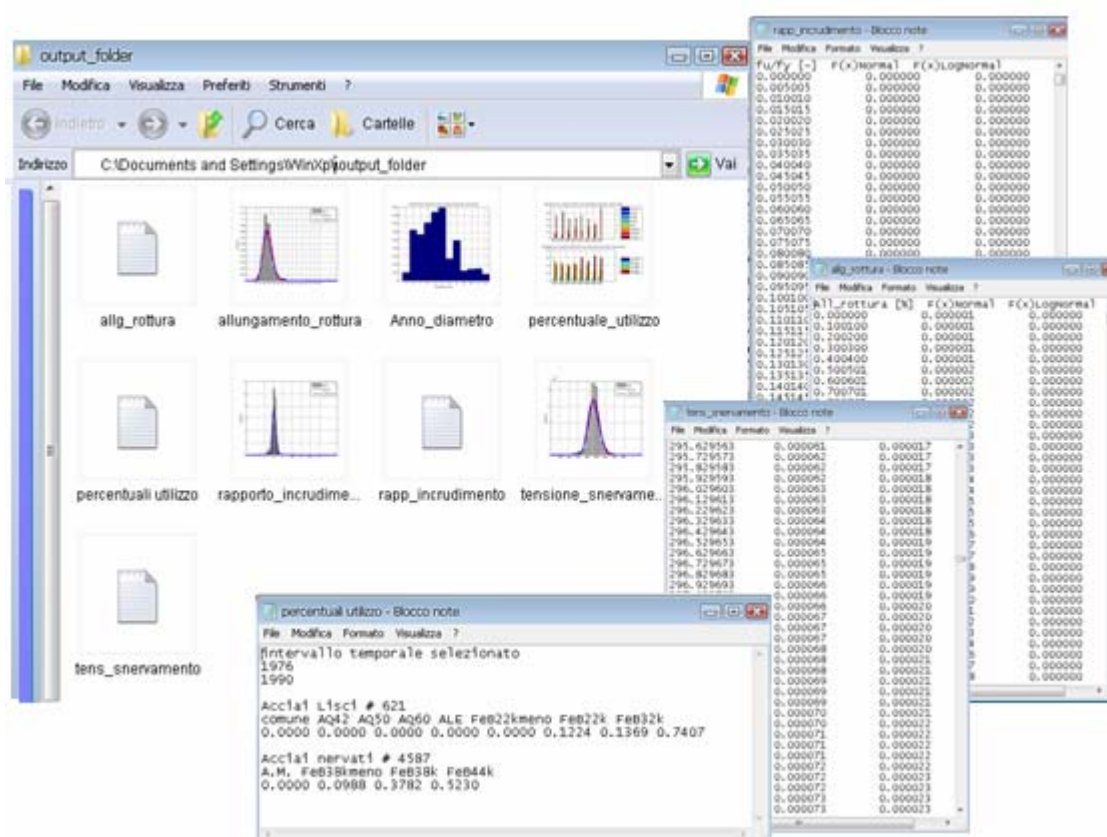
In basso è possibile capire che nell'intervallo 1976-1990 l'88,1% delle prove è costituito da acciai nervati e solo il 12% da acciai lisci<sup>9</sup>. Il campione selezionato di acciai nervati è costituito per il 52% da acciai tipo FeB44k, per il 38% da acciaio tipo FeB38k e solo per il 10% da acciai

<sup>9</sup> Nell'intervallo temporale scelto 4587 record sono relativi ad acciai nervati e 621 sono relativi ad acciai lisci. Si noti che i valori dei parametri sovrastanti e quelli a destra fanno riferimento al solo campione acciai nervati, avendo precedentemente scelto la tipologia NERVATI



fuori norma FeB38k-. Ovviamente la percentuale di acciaio tipo A.M. è nulla in quanto a tale categoria appartengono solo acciai nervati pre1972.

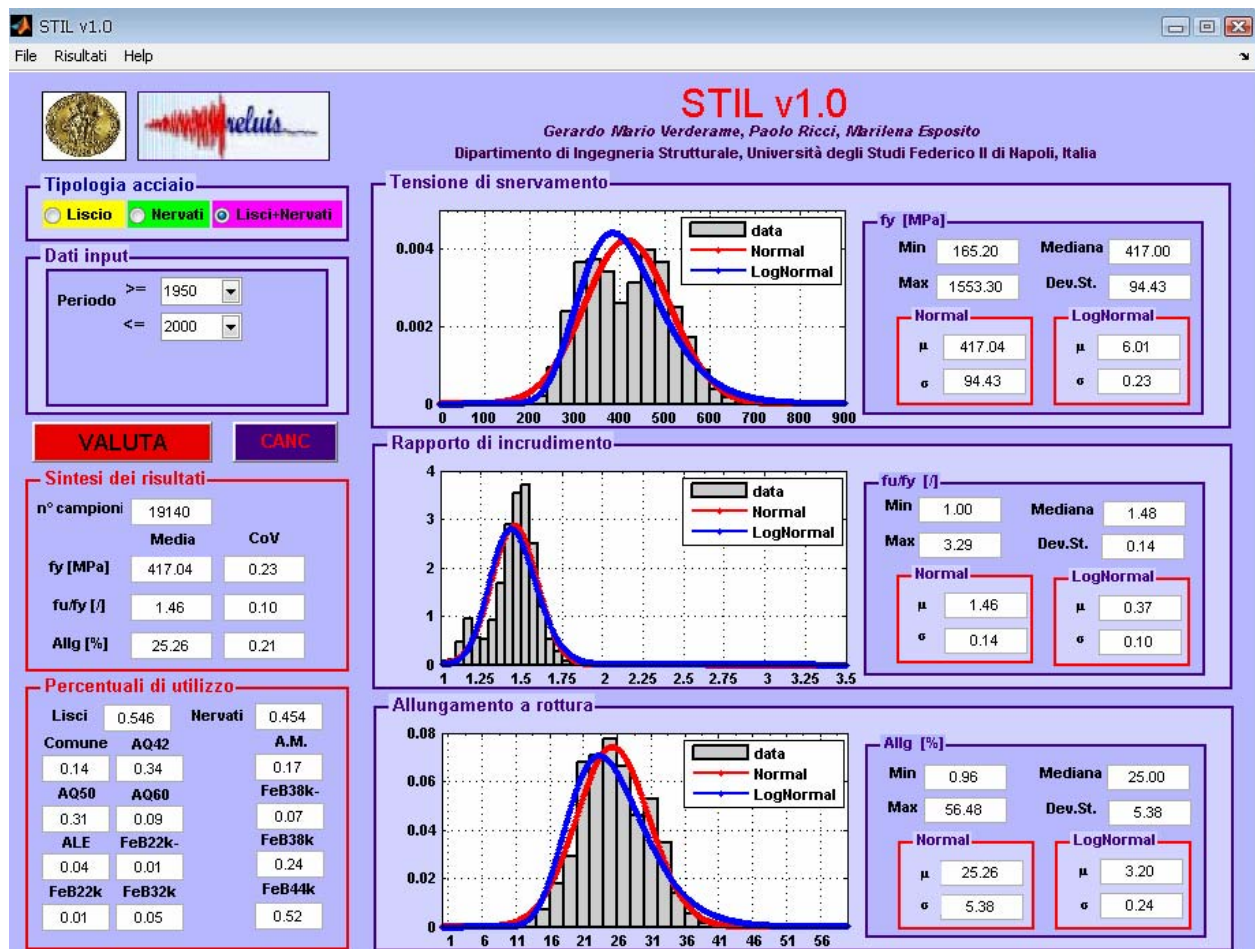
Il programma restituisce oltre alla trasposizione grafica delle distribuzioni relativamente ai tre parametri fondamentali caratterizzanti l'acciaio da cemento armato nei limiti imposti dall'utente anche ulteriori parametri statistici che permettano uno studio più accurato delle distribuzioni. Infatti per ciascuna distribuzione fittata sono riportati i parametri fondamentali di definizione delle stesse. Inoltre l'utente dal **menù editor** ➔ **file** ➔ **salva risultati** può ottenere in formato grafico e numerico quanto visualizzato in interfaccia. Infatti, in seguito a tale operazione, viene visualizzata la cartella **output\_folder** contenete quanto riportato in §4.6.1.



### 6.3- Esempio 3: Acciai 1950-2000

Supponiamo che si voglia selezionare le prove relative a tutti gli acciaio nell'intervallo temporale 1950-2000.

L'utente deve cliccare sulla Checkbox "Lisci+Nervati" ed indicare nel panel dati di input l'intervallo desiderato. A questo punto basta cliccare sulla scritta "VALUTA".

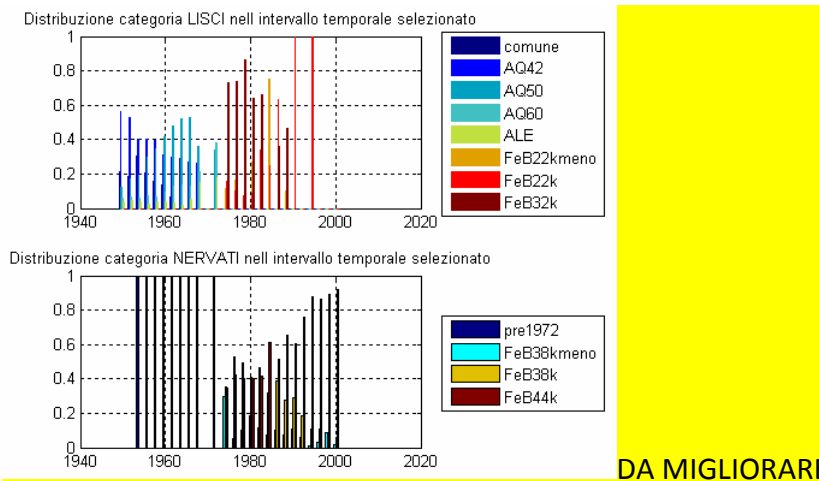


Dal DataBase completo degli acciai vengono selezionati tutti le prove (#19140). Si registra una tensione di snervamento media di 417.04MPa caratterizzata da un CoV de 23%, un rapporto di incrudimento medio pari a 1.46 caratterizzato da un CoV de 10% ed un allungamento a rottura medio del 25.26% caratterizzato da un CoV del 21%.

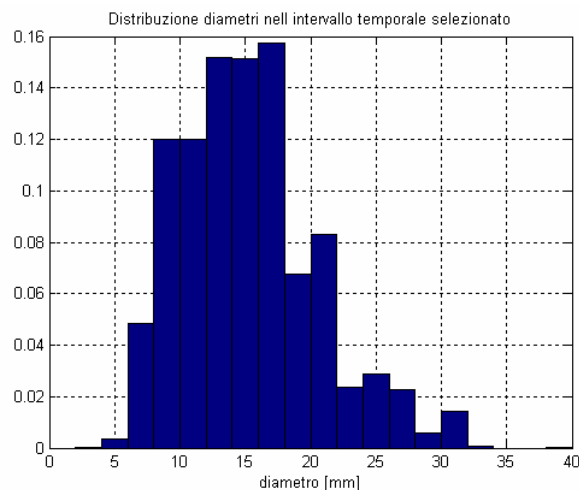
In basso è possibile capire che nell'intero cinquantennio il 54,6% delle prove è costituito da acciai lisci ed il 45.54% da acciai nervati ovvero rispettivamente 10.448- e 8.692- prove. Inoltre per gli acciai lisci il 34% delle prove è costituito da acciai AQ42, il 31% da acciai AQ50, il 9% da acciai AQ60, il 18% da acciai fuori norma Comune+ALE, il 5% da acciai FeB32k ed l'1% da acciai FeB22k ed FeB22k-. A rigor di logica tali percentuali dovrebbero essere valutate nell'effettivo intervallo temporale di appartenenza. Infatti la maggiore quantità di prove del primo trentennio rispetto alla numerosità delle stesse nell'ultimo ventennio, in questo caso, altera l'effettivo utilizzo delle differenti categorie di acciaio. Non bisogna dimenticare che è stato considerato un intervallo temporale di cinquanta anni. Delle 8.692 prove relative all'acciaio nervato, nell'intero cinquantennio, il 52% delle prove è costituito da acciaio FeB44k, il 24% da acciaio FeB38k ed il 7% da acciaio fuori norma FeB38k-, solo il17% da acciaio A.M.. Ancora una

volta occorre ricordare che l'acciaio A.M. fa riferimento esclusivamente all'intervallo temporale 1950-1972.

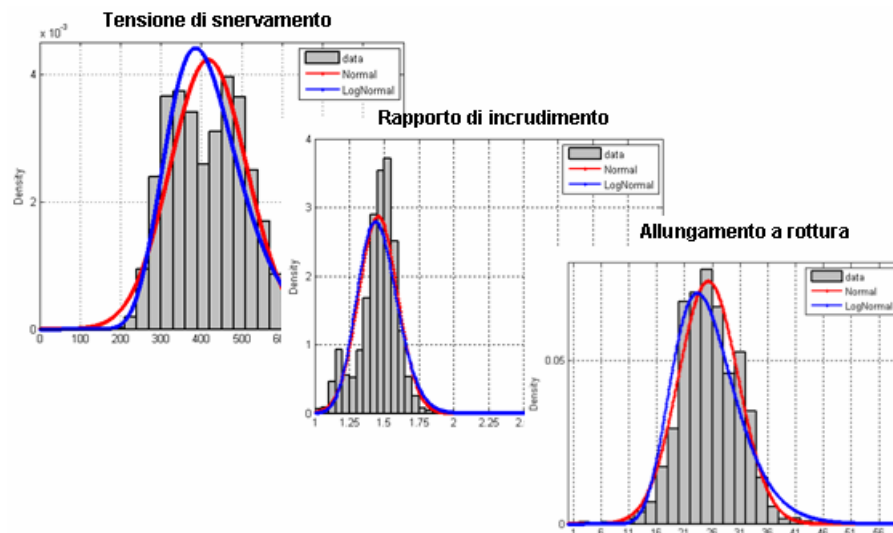
Per quanto osservato nell'ultimo capoverso, soprattutto per intervalli temporali ampi o che comprendano il 1972 ("anno normativo di spartiacque") è sempre bene osservare la distribuzione delle percentuali d'utilizzo anno per anno. L'utente deve dal **menù editor** ➡ **Risultati** ➡ **percentuale di utilizzo**.



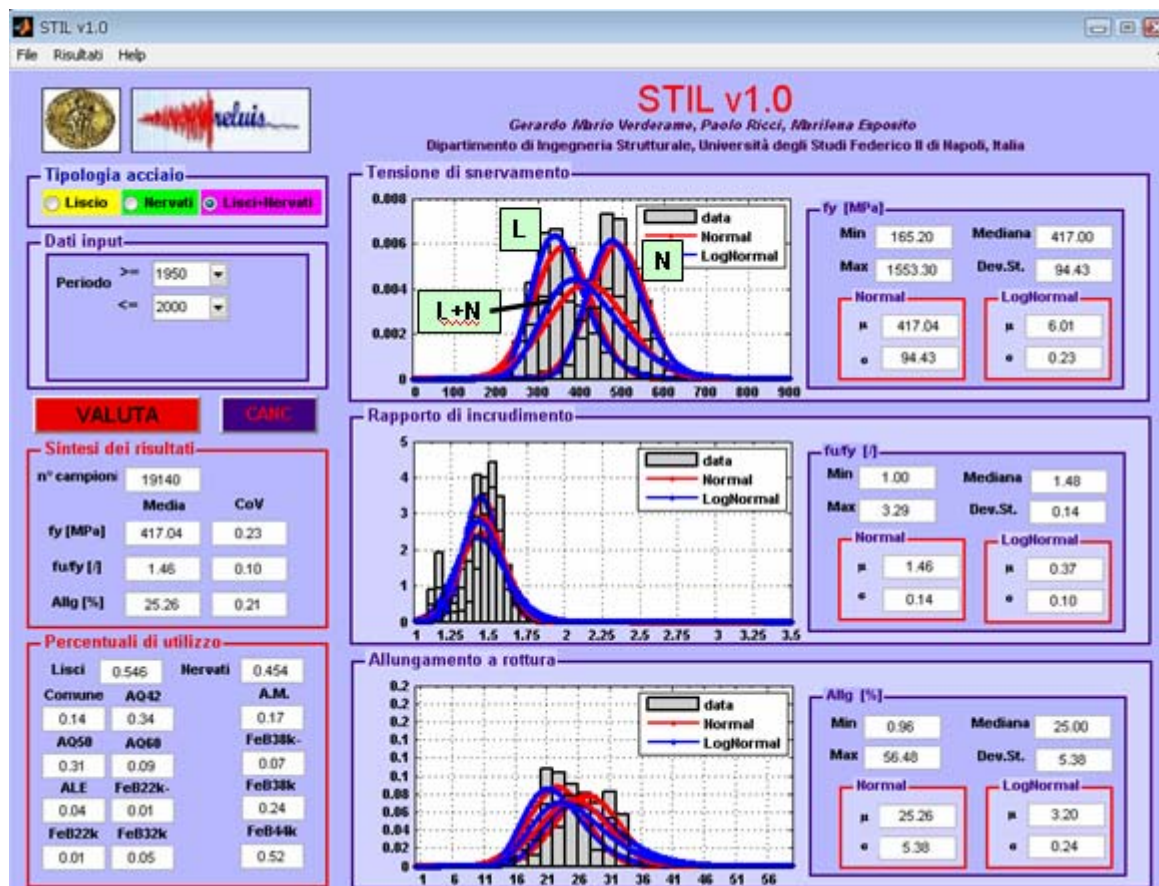
Per visualizzare il diametri maggiormente impiegati, o comunque la loro distribuzione **menù editor** ➡ **Risultati** ➡ **percentuale di utilizzo**



Per visualizzare meglio le distribuzioni dei parametri caratterizzanti gli acciai nell'intervallo selezionato **menù editor** ➡ **Risultati** ➡ **tensione di snervamento**  
**menù editor** ➡ **Risultati** ➡ **rapporto di incrudimento**  
**menù editor** ➡ **Risultati** ➡ **allungamento a rottura**



A questo punto risulta interessante confrontare la distribuzione ottenuta per l'intera popolazione con i campioni Lisci (10.448) e Nervati (8.692). Pertanto senza premere sul pulsante "CANC" o variare l'intervallo temporale si rieffettua l'analisi fleggendo nel panel tipologia di acciaio prima "Lisci"  $\Rightarrow$  "Valuta", di modo da visualizzare insieme alla precedente selezione quella relativa al solo campione di acciai lisci, e poi "Nervati"  $\Rightarrow$  "Valuta", di modo da visualizzare le tre distribuzioni a confronto:



## **Bibliografia**

*Appendice-1 Classificazione degli acciai da cemento armato- Evoluzione normativa*

*Appendice 2- Controlli sugli acciai secondo il D.M. del 1974 ed il D.M. del 1996.*