

Valutazione di trading system con Matlab

Di Angela Petrosillo

INDICE

1. Introduzione a Matlab

- 1.1 Premessa
- 1.2 Interfaccia di Matlab
- 1.3 Script di Matlab

2. Come importare i dati su Matlab

- 2.1 Introduzione
- 2.2 Importare dati con “copia-incolla”
- 2.3 Importare dati da foglio Excel
- 2.4 Importare dati da un file di testo
- 2.5 Importare dati in formato .csv
- 2.6 Importare quotazioni storiche dal sito Yahoo

3. Analisi della Statistica descrittiva con Matlab

- 3.1 Statistica descrittiva con Matlab
- 3.2 Grafici con Matlab

4. Analisi delle Serie Storiche

- 4.1 Introduzione
- 4.2 Trend

5. Valutazione del Trading System

- 5.1 Introduzione
- 5.2 Calcolo delle Medie Mobili
- 5.3 Esempio di Operatività
- 5.4 Calcolo degli Utilità
- 5.5 Indici di performance

Appendice A

Bibliografia

Introduzione

Nel mondo dell'economia, e con particolare riguardo al mercato borsistico, la tecnologia e l'informatica ricoprono un ruolo fondamentale; oggi, infatti, gli operatori utilizzano gli elaboratori anche per coadiuvarsi nelle scelte operative.

Pare opportuno evidenziare che esistono due tipi di analisi, quella fondamentale e quella tecnica. La prima è finalizzata alla previsione del comportamento della massa degli operatori e ha lo scopo di individuare il vero valore di uno strumento borsistico. Si decide di acquistare o vendere a seconda che il valore 'vero' sia inferiore o superiore a quello di mercato; il che significa prevedere un apprezzamento o un deprezzamento del valore dell'azione o dell'obbligazione. L'analisi fondamentale si basa su due ipotesi: che il mercato sia inefficiente, in quanto i prezzi di mercato non corrispondono ai valori reali; e che la capacità di valutazione di chi redige le stime sono superiori a quella media di mercato.

La seconda, l'analisi tecnica, racchiude, invece, diverse metodologie che si basano sul comportamento imitativo degli operatori anche se esistono tecniche di previsione dell'andamento dei prezzi. Essa si suddivide in:

- **analisi predittiva:** che si propone di prevedere l'evoluzione futura dei prezzi degli strumenti borsistici attraverso modelli ARCH, GARCH, e così via;
- **analisi grafica:** basata su configurazioni grafiche dei prezzi;
- **analisi algoritmica o quantitativa:** basata su indicatori numerici, come le medie mobili, il ROC, ecc.;
- **analisi tecnica sistematica:** basata su algoritmi sofisticati in grado di individuare pattern di prezzo e strategie di trading (algoritmi genetici, reti neurali, ecc.);
- **analisi ciclica:** è un'analisi macroeconomica che si basa sul concetto che i movimenti di borsa seguano particolari cicli;
- **analisi non convenzionale:** astrologia, cicli lunari, e così via.

.....
Questo lavoro si concentrerà sull'analisi dei prezzi di chiusura di alcuni indici¹ scaricati dal sito internet <http://it.finance.yahoo.com/> e che l'esecutore del programma potrà di volta in volta scegliere quale analizzare. A tal riguardo, nel proseguo, si farà riferimento alle quotazioni della società Enel spa.

I prezzi di chiusura possono essere visti come una serie di osservazioni, che in generale viene denominata serie storica. Le osservazioni, ordinate temporalmente, vengono racchiuse in un vettore, ed è su questo vettore che si concentrerà l'analisi.

Il lavoro, dopo aver sinteticamente descritto la funzionalità di Matlab nel primo e nel secondo capitolo, si prefigge l'obiettivo, nel terzo, di valutare la statistica descrittiva. Il quarto capitolo si occupa, invece, dell'analisi del trend. Per concludere, il quinto e ultimo capitolo riguarda la valutazione del trading system preso in considerazione e che verrà dettagliatamente spiegato.

¹ Enel, Eni, AG, Banca Italese, BMPS, Fiat, FNC, FNCPRV, ISP, Lottica, LTOMI, Mediaste, Medio Banca, Mediolanum, Parmalat e PMI.

Capitolo 1

Introduzione a Matlab

1.1 Premessa

Matlab è un programma che utilizza un linguaggio ad alto rendimento per la computazione tecnica, ossia permette di effettuare svariati calcoli su matrici e vettori. Esso è un sistema interattivo in cui l'elemento di base è un vettore. Ciò permette la risoluzione di molti problemi di calcolo tecnici, in particolare quelli con le formulazioni vettoriali e matriciali, attraverso algoritmi molto più semplici e snelli rispetto a quelli che sarebbero necessari in un programma di linguaggio scalare non interattivo quali C o il fortran.

Il nome Matlab corrisponde al laboratorio della matrice. Esso era originariamente scritto per fornire facile accesso al software delle matrici; si è sviluppato dal Linpack e dal Eispack, che rappresentarono insieme la punta del progresso software per il calcolo delle matrici. Matlab si è evoluto durante gli anni con input da molti utenti. In ambienti universitari è l'attrezzo didattico standard per corsi introduttivi e corsi avanzati, nella matematica, nell'ingegneria, nella scienza e anche nell'economia. Matlab caratterizza una famiglia delle soluzioni application-specific denominate toolbox. Molto utile per la maggior parte degli utenti di matlab, toolbox, fornisce le basi per applicare la tecnologia specializzata. I toolbox sono collezioni complete di funzioni matlab (M-files) che estendono l'ambiente di Matlab per risolvere particolari categorie di problemi.

1.2 Interfaccia di Matlab

Mandato in esecuzione il programma, Matlab si presenta composto da più finestre, ognuna delle quali ha la propria utilità e la propria denominazione. Di seguito vengono elencate:

.....

Current Directory: è la prima directory in cui Matlab cerca i file da eseguire.

Command Window: è la finestra in cui possono essere inseriti i comandi ed elaborati i programmi. Si riportano alcuni esempi di comandi: pwd oppure cd (per conoscere la Current Directory); ls oppure dir (per conoscere il contenuto della Current Directory); help nome_comando (per conoscere la sintassi di un comando); nome_file (per lanciare in esecuzione un m-file ossia un programma).

Workspace: è la finestra nella quale si possono vedere tutte le variabili memorizzate. Con un doppio click sopra una di esse si apre l'Array editor (simile ad un foglio di excel) dove si può leggere e stampare il contenuto delle variabili.

Editor: è la finestra dove si può scrivere un programma; per eseguire tale programma è sufficiente digitare il nome del file (salvato con l'estensione “.m”) sul Command Window e premere il tasto invio.

1.3 Script di Matlab

Matlab permette di utilizzare tutti i comandi su un unico programma, dunque di scrivere, salvare e far eseguire il lavoro quando occorre. Tutto ciò viene effettuato su una finestra apposita che si apre semplicemente cliccando su “nuovo”, e che si salva con il nome che si desidera. Il file che contiene un programma lo si riconosce dall'estensione “.m”.

Prima di analizzare alcuni script utili per l'analisi che questo lavoro si propone di effettuare, è opportuno precisare che durante l'esecuzione del programma possano esserci delle spiegazioni, ossia dei testi scritti dall'utilizzatore.

.....
Una stringa di carattere viene assegnata attraverso gli apici ‘’. Si può assegnare una stringa in vari modi, come per esempio

```
a='ciao';
```

Un altro modo, per avere un output formattato, è quello di utilizzare il comando “disp”:

```
disp('ciao')
```

Inoltre, è possibile scrivere a video il contenuto di una variabile numerica: si deve usare il comando “num2str” (da numero a stringa):

```
n=3;  
disp(num2str(n));
```

scrive a video “3”

Se il comando disp ha più di un argomento, si devono usare le parentesi quadre:

```
disp(['n= ',num2str(n)]);
```

scrive a video n=3.

Nei prossimi capitoli, oltre a spiegare brevemente i passaggi per l’analisi delle serie storiche e per la valutazione del trading system, verranno illustrati gli script che devono essere utilizzati su Matlab per realizzare le analisi suddette.

2 Capitolo

Come importate i dati

2.1 Introduzione

Una delle caratteristiche del programma in oggetto, e che merita un approfondimento, riguarda la possibilità di importare i dati salvati in formati differenti. Infatti, esistono varie metodologie affinché sia esplicitata tale importazione, alcune delle quali verranno illustrate dettagliatamente nel proseguo.

2.2 Importare dati con “copia-incolla”

Il semplicissimo “copia e incolla”: la prima operazione da eseguire è quella di inseriti i dati e salvarli nel formato “.dat” il quale permetterà di richiamare detti dati ogni qualvolta si ha bisogno di utilizzarli. Per creare un file formato “.dat” si supponga di lavorare sul Command Window; va da sé che gli stessi comandi possono essere utilizzati anche sull’Editor. Ipotizzando che il vettore sia (1 4 6 8 6 8) e venga denominato “prova”:

```
>>m=[1 4 6 8 4 6 8];  
>>csvwrite('prova.dat',m)  
>>type prova.dat
```

per richiamare i dati:

```
>>load(prova)
```

se i valori hanno decimali, es 5,5, dovrà essere inserito al posto della virgola il punto:
5.5.

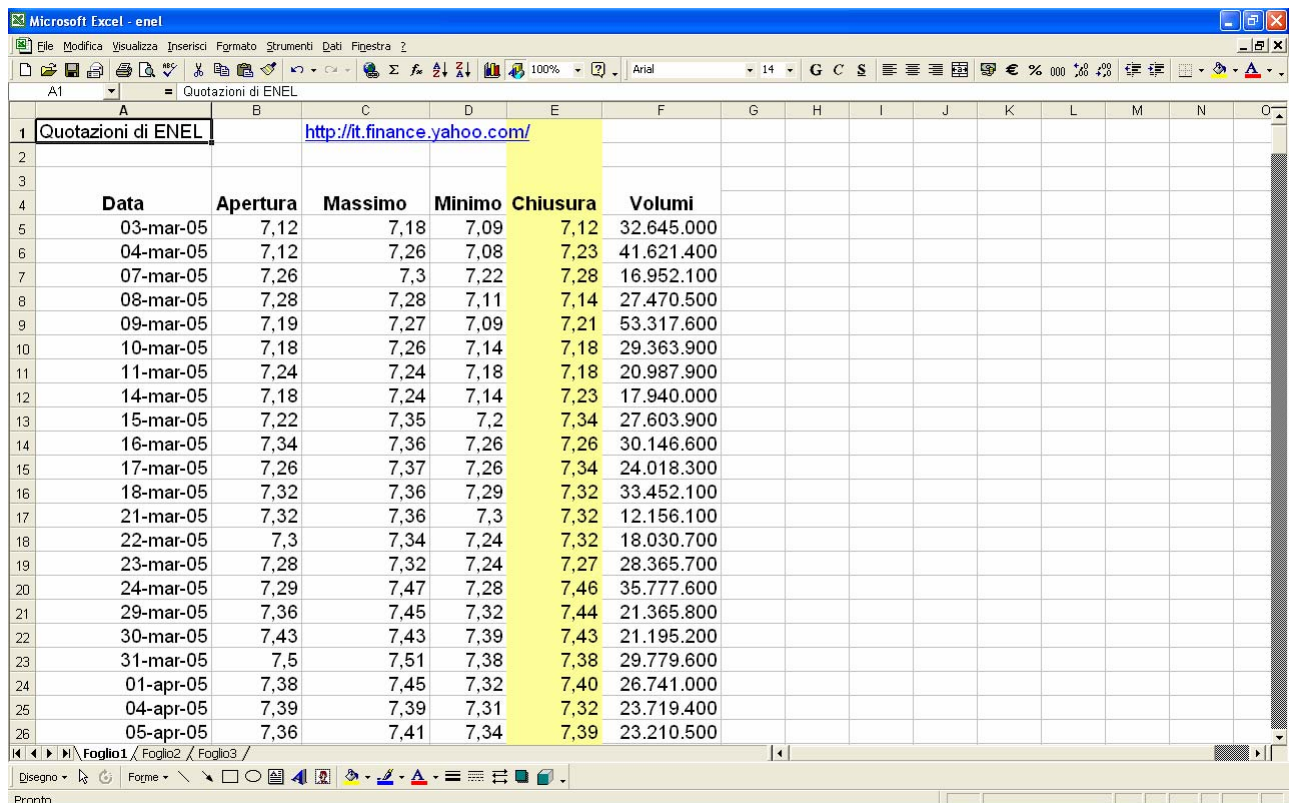
2.2 Importare da un foglio Excel

Si possono richiamare i dati direttamente da un file excel con il comando “xlsread(‘nomefile.xls’)”; si ipotizzi che il file sia stato denominato enel.xls, per richiamarlo da excel in Matlab sarà sufficiente digitare:

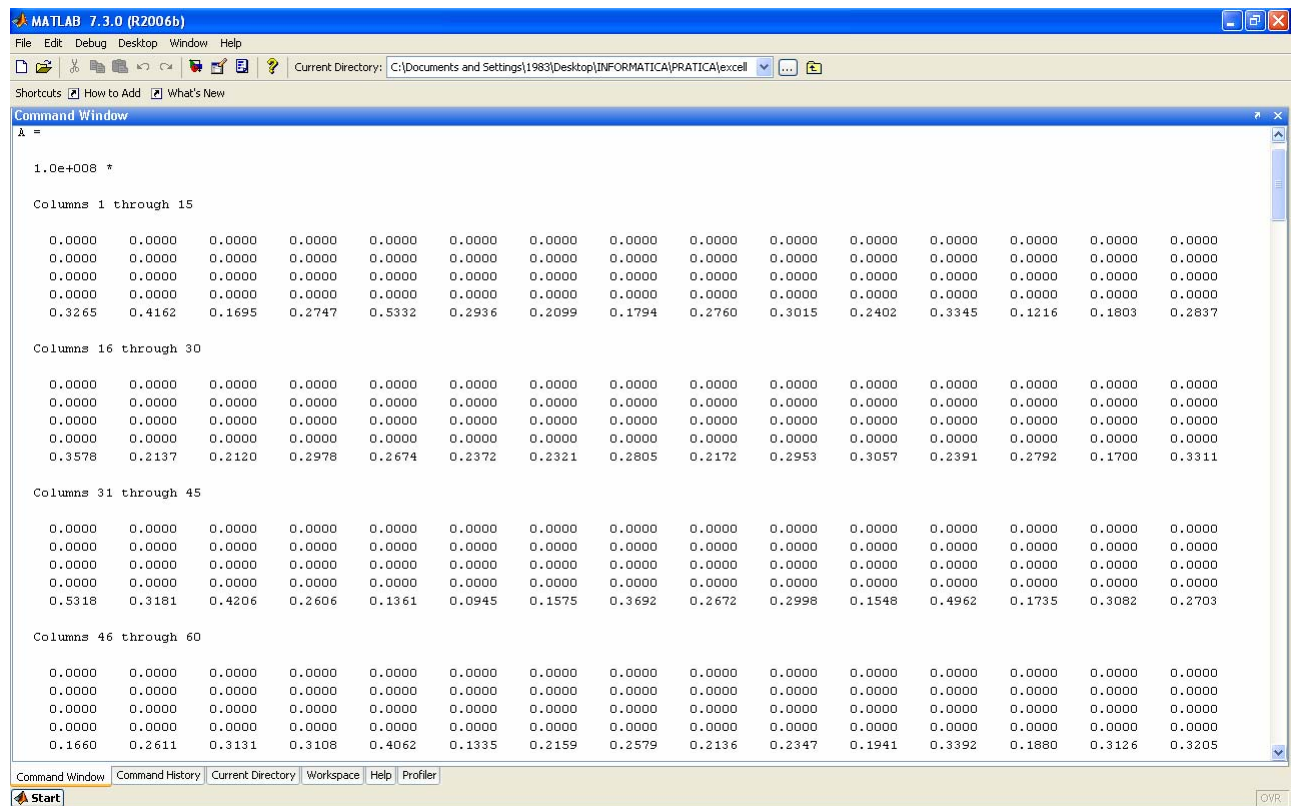
```
>>A=xlsread(‘enel.xls’);  
>>A=A’
```

Per migliore chiarezza si riporta il file enel.xls e ciò che viene visualizzato su Matlab, enel.m:

enel.xls



Data	Apertura	Massimo	Minimo	Chiusura	Volumi
03-mar-05	7,12	7,18	7,09	7,12	32.645.000
04-mar-05	7,12	7,26	7,08	7,23	41.621.400
07-mar-05	7,26	7,3	7,22	7,28	16.952.100
08-mar-05	7,28	7,28	7,11	7,14	27.470.500
09-mar-05	7,19	7,27	7,09	7,21	53.317.600
10-mar-05	7,18	7,26	7,14	7,18	29.363.900
11-mar-05	7,24	7,24	7,18	7,18	20.987.900
14-mar-05	7,18	7,24	7,14	7,23	17.940.000
15-mar-05	7,22	7,35	7,2	7,34	27.603.900
16-mar-05	7,34	7,36	7,26	7,26	30.146.600
17-mar-05	7,26	7,37	7,26	7,34	24.018.300
18-mar-05	7,32	7,36	7,29	7,32	33.452.100
21-mar-05	7,32	7,36	7,3	7,32	12.156.100
22-mar-05	7,3	7,34	7,24	7,32	18.030.700
23-mar-05	7,28	7,32	7,24	7,27	28.365.700
24-mar-05	7,29	7,47	7,28	7,46	35.777.600
29-mar-05	7,36	7,45	7,32	7,44	21.365.800
30-mar-05	7,43	7,43	7,39	7,43	21.195.200
31-mar-05	7,5	7,51	7,38	7,38	29.779.600
01-apr-05	7,38	7,45	7,32	7,40	26.741.000
04-apr-05	7,39	7,39	7,31	7,32	23.719.400
05-apr-05	7,36	7,41	7,34	7,39	23.210.500

enel.m


Dalle due immagini si nota che il file riportato è una matrice; si è già evidenziato in precedenza che il lavoro in oggetto ha l'obiettivo di analizzare un vettore. Cosa bisogna fare per scomporre la matrice? È semplicissimo:

```

>>N=A(1, :);
>>B=A(2, :);
>>C=A(3, :);
>>D=A(4, :);
>>E=A(5, :);

```

dove N è la prima colonna della matrice A; B è la seconda; C la terza e così via.

2.3 Importare dati da un file di testo

Cosa si può fare se i dati sono riportati in un file di testo e non in un foglio elettronico excel? Anche in questo caso Matlab fornisce delle soluzioni. Si supponga che il nome sia “file.txt” generato ovviamente con un programma esterno.

Innanzitutto si apre il file assegnandogli un nome interno, ad esempio nomefile, in lettura (‘r’ che sta per “read”); il nome del file esterno deve essere posto entro apici perché è una stringa.

```
Nomefile= fopen ('file.txt','r');
```

Si preleva dall’archivio nomefile la matrice A leggendo, ad esempio, due colonne di numeri in formato “%g”.

```
A=fscanf(nomefile, "%g %g", [2 inf]);  
A=A' ;
```

Si può notare che si utilizza il nome interno (nomefile); poi il formato(“%g %g”); e infine il numero di elementi per riga (2) e, non sapendo quante righe ci siano, si mette inf, il tutto entro parentesi quadre per indicare la matrice da prelevare.

Per ultimo si chiude il file:

```
fclose (nomefile);
```

Si riportano, di seguito, i comandi ritenuti più utili:

aprire	→ fopen(...)
chiudere	→ fclose(...)
scrivere	→ fprintf(...)
leggere	→ fscanf(...)

2.4 Importare dati in formato csv

Per importare ingenti quantità di dati da elaborare su Matlab spesso vengono utilizzati file con estensione “.csv” (comma separated value). Questi file sono semplici file di testo con una caratteristica particolare; i loro elementi sono separati da una virgola o da un punto e virgola. Inoltre i numeri decimali sono inseriti con carattere di separazione tra la parte intera e la parte decimale, utilizzando il carattere virgola, al posto dell’anglosassone punto; mentre il carattere di separazione tra gli elementi risulta essere il punto e virgola.

Potrebbe non sembrare un problema a prima vista, ma immediatamente si scopre che per Matlab, il punto e virgola e la virgola vengono considerate al pari per quanto riguarda il formato di file “.csv”, per cui è necessario sostituire tutti i caratteri virgola con il carattere punto. Aprire i file con un editor di testo e provvedere alla sostituzione è alquanto scomodo e richiede tempi lunghi soprattutto quando i dati sono numerosi. Si è ritenuto opportuno allora creare un breve e semplice script, contenente una funzione da far eseguire in Matlab, che provvedesse “da solo” a sostituire alla virgola il punto. Lo script è stato realizzato in linguaggio Java, esso altro non fa che copiare carattere per carattere un file di un altro file sostituendo la virgola con il punto.

```
function replaceCommaWithDot(inputFile, outputFile)
fin=java.io.FileInputStream(inputFile)
fout=java.io.FileOutputStream(outputFile)
ii=0;
punto='.';
while ii<1
    ch=fin.read();
    if ch==44
        ii=1;
    end
    if (ii<1) & ch==44
        fout.write(ch);
    end
    if(ii<1) & ch==44
```

```

.....
        fout.write (46);
    end
end
fin.close();
fout.close();

```

Occorre precisare che il nome è lo stesso.

Si è visto come sostituire la virgola con il punto, ma non si è ancora in grado di importare un file “.csv”. Per l’acquisizione di tale file è stata realizzata una funzione “acquisisci_da_file” che restituisce una struttura di Matlab prendendo in ingresso un file. Questa struttura, chiamata ad esempio quotazioni (se si ipotizza che i dati da importare e analizzare siano delle quotazioni), è definita con i seguenti campi, ottenuti da una selezione di quelli a disposizione nel file scaricato dal sito www.borsaedati.it:

Quotazioni		
Tempo	datetime	tempo in valore assoluto (numero double)
Titolo	char	nome del titolo quotato in borsa
Valore	double	valore della quotazione del titolo
Volume	double	quantità di scambi del titolo

una volta aperto il file sono stati acquisiti i dati con la funzione “textscan” di Matlab in seguito sono stati inseriti nei campi della struttura quotazioni, grazie ad un ciclo for che itera per tutta la lunghezza dei dati a disposizione. La funzione è realizzata con lo script visualizzabile qui:

```

function quotazioni=acquisisci_da_file(file)
fd=fopen(file);
dati=textscan(fd, '%s%n%s%n%n%n%n%n', 'delimiter'.';');
for I=1:size(dati(1),1)
quotazioni(i).tempo=detenum([char(dati{3}(i)),',',char(dati{4}(i))], 'dd/mm/yy
yy HH:MM');
quotazioni (i).titolo=(char(dati{1}(i)));
quotazioni (i).valore=(dati{2}(i));
quotazioni (i).volume=(dati{9}(i));
end
fclose(fd);

```

2.5 Importare quotazioni storiche da yahoo

Matlab, con la collaborazione del portale Yahoo, fornisce un'opportunità importantissima e che velocizza gli operatori che operano sul trading system: è possibile l'acquisizione dei dati dal web attraverso un servizio gratuito. Ci si può facilmente interfacciare con Yahoo utilizzando il seguente script su Matlab:

```
Connect = yahoo
```

con tale script si effettua la connessione al server dati di quote.yahoo.com, e si ha la possibilità di interfacciarsi con il portale per ottenere le quotazioni dei titoli richiesti.

Lo script da utilizzare per disconnettersi è, invece, il seguente:

```
close(connect)
```

L'importazione dei dati da internet non conviene se l'acquisizione delle quotazioni avviene a frequenza di un minuto con ampiezza temporale un giorno. Bisognerebbe infatti a ogni minuto inviare una richiesta per ogni titolo e durante tutta la giornata, quindi sarebbero approssimativamente 40 richieste al minuto, per 8 ore. Nel caso in cui si volesse, però, considerare un altro tipo di analisi di dati queste funzioni potrebbero essere tenute in considerazione.

3 Capitolo

Analisi della Statistica descrittiva su Matlab

3.1 Statistica descrittiva su Matlab

Questo capitolo affronta le problematiche relative al calcolo della statistica descrittiva, sempre attraverso Matlab, della osservazioni storiche scaricate dal sito internet di Yahoo; si farà, qui, riferimento alle quotazioni della società Enel spa, ma il discorso è, ovviamente, analogo per qualsiasi altra società.

La statistica descrittiva comprende una serie di calcoli tra cui la media. Come calcolarla su Matlab? È semplicissimo, caricata la serie di dati in uno dei modi visti in precedenza, si scrive, per esempio, sul Command Window (in quanto ci fornisce direttamente il risultato, ma potremmo anche utilizzare l'Editor):

```
>>mean(enel)
```

```
ans =
```

```
7.1819
```

Ma la statistica descrittiva si compone di una serie di valori. Tenendo presente che il procedimento è il medesimo e l'unica particella che si modifica è "mean", si riporta di seguito una tabella con gli indici della statistica descrittiva con la particella per poterle calcolare; inoltre, la tabella contiene anche i valori scaturiti dall'analisi sui dati Enel scaricati:

Statistica descrittiva	Comando su Matlab	Risultato
Media	Mean	7.1819
Mediana	Median	7.0600
Moda	Mode	6.9700

Deviazione Standard	Std	0.4182
Varianza	Var	0.1749
Covarianza	Cov	0.1749
Valore minimo	Min	6.5000
Valore massimo	Max	8.3900
Kurtosis ²	Kurtosis	3.2292
Skewness ³	Skewness	0.9661

3.2 Grafici su Matlab

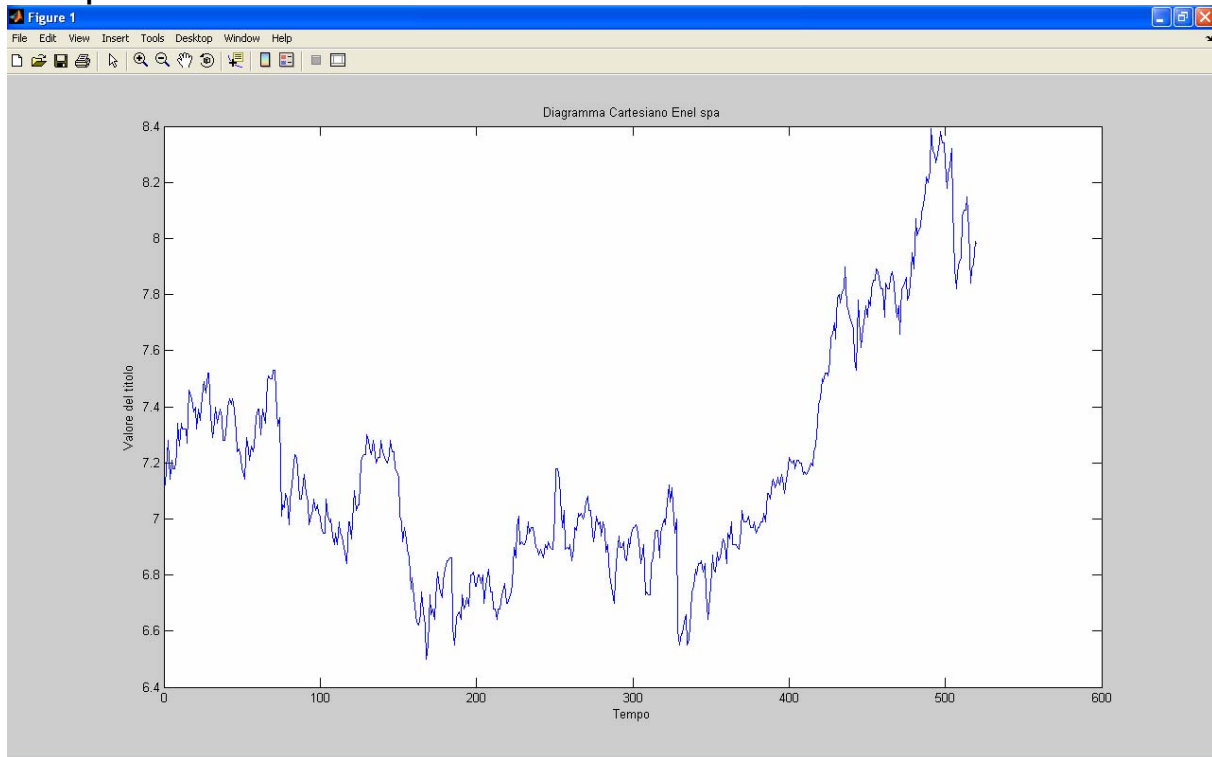
L'analisi statistica però non si ferma ad individuare gli indici suddetti, ma è importante anche analizzare il grafico della serie storica. Matlab permette, con un semplice comando, di creare un diagramma cartesiano che viene visualizzato in una nuova finestra:

```
>>plot(enel)
```

² L'indice di Kurtosis fornisce informazioni sull'appiattimento, cioè misura la concentrazione o dispersione dei dati attorno al valore centrale. Se l'indice assume il valore zero, la distribuzione è mesocurtica, se i valori sono inferiore al valore -3 la distribuzione è detta platicurtica e presenta una forma appiattiva con valori maggiormente concentrati nelle code, se, infine, l'indice assume i valori maggiori di 3 la distribuzione è leptocurtica con picco accentuato data dalla concentrazione dei dati intorno al valore massimo

³ L'indice di Skewness, o di Pearson, se pari a zero, indica che le osservazioni sono distribuite come una curva normale di Gauss, dunque c'è simmetria. Se l'indice è minore di zero significa che la serie storica è asimmetrica negativamente (il valore medio è minore della moda); se invece, è maggiore di zero la serie è asimmetrica positivamente (il valore medio è maggiore della moda).

Figura 1: Diagramma cartesiano della serie storica dei prezzi di chiusura della società quotata Enel spa



Come in quasi tutti i programmi che forniscono grafici, anche in Matlab è possibile personalizzare la figura inserendo il titolo e il nome degli assi cartesiani. Il programma consente di fare ciò in due metodi differenti:

- ◆ Attraverso il “menù” dopo che la figura è stata realizzata. I passaggi sono: “insert”, “X label” (per inserire il nome dell’ascissa) “Y label” (per il nome dell’ordinata) e “title” (per il titolo).
- ◆ Oppure, attraverso il Command Window, o l’Editor, in contemporanea con la richiesta della creazione del diagramma cartesiano. Si riportano di seguito alcuni esempi:

```
o nomeTitolo=Enel
  ky=1;
  for k=1:size(quotazioni, 2)
      if strcmp(Enel, quotazioni(k).titolo)
          yy(ky)=quotazioni(k).valore;
```

```

.....
        ky=ky+1;
    end
end
plot(yy,'-bp','MarkerFaceColor','r'),
ylabel('Valre del titolo(Euro)'),
xlabel('Tempo(giorni)')
title('Valore del titolo Enel spa'),
grid on

```

- o nel caso in cui si voglia creare un grafico prendendo i valori di un vettore che sono inseriti in una matrice:

```

tit='inserisci nome titolo';
ii=4;           %riga del titolo
tit=quotazioni(ii).titolo;
ww=QuotMatrix(ii, :);
plot(ww,'r') ;
title(['Quotazioni del titolo',tit]);

```

- o è, inoltre, possibile stampare più titoli in un'unica figura:

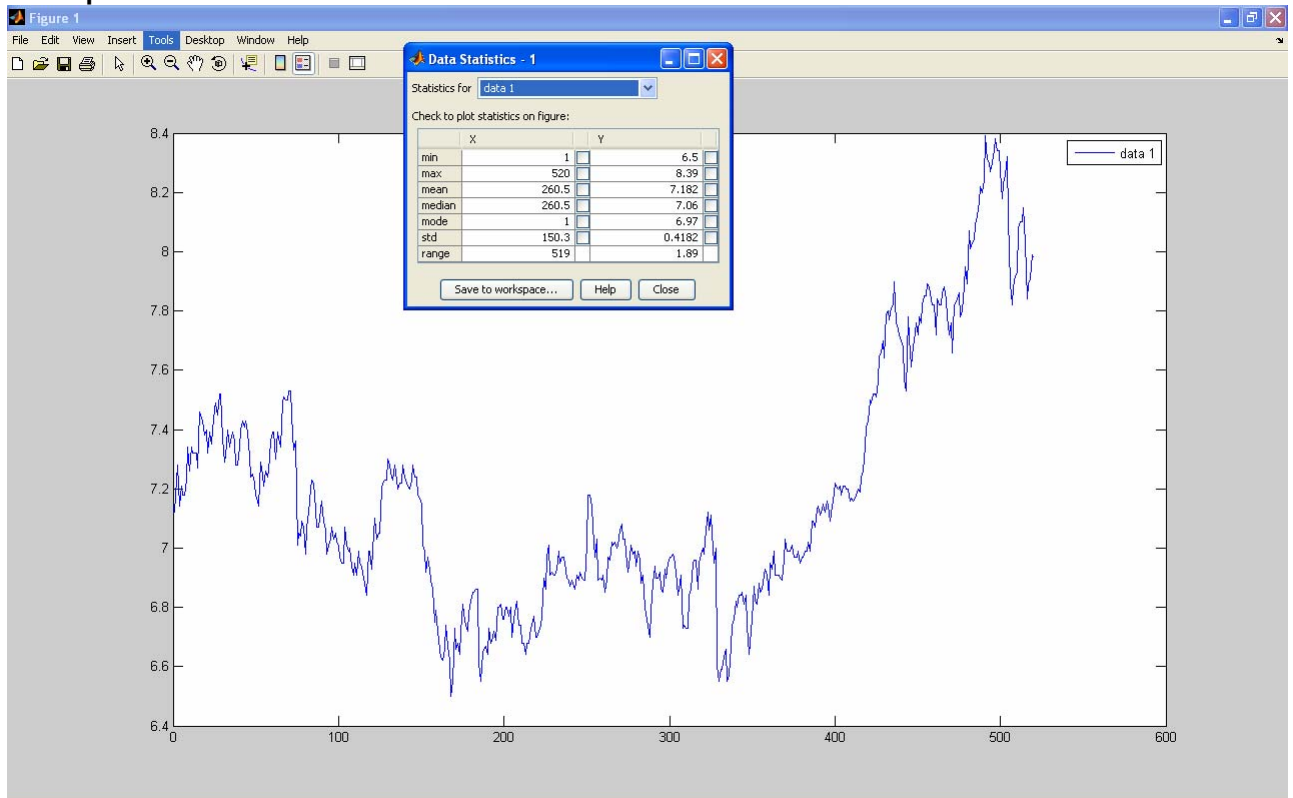
```

tit='inserisci nome titolo';
for ii=1:40     %se i titoli sono 40
    tit=quotazioni(ii).titolo;
    ww=QuotMatrix(ii,);
    subplot(10,4,ii) ;
    plot(ww) ;
    grid on;
    title(['Quotazioni del titotlo',tit]);
end

```

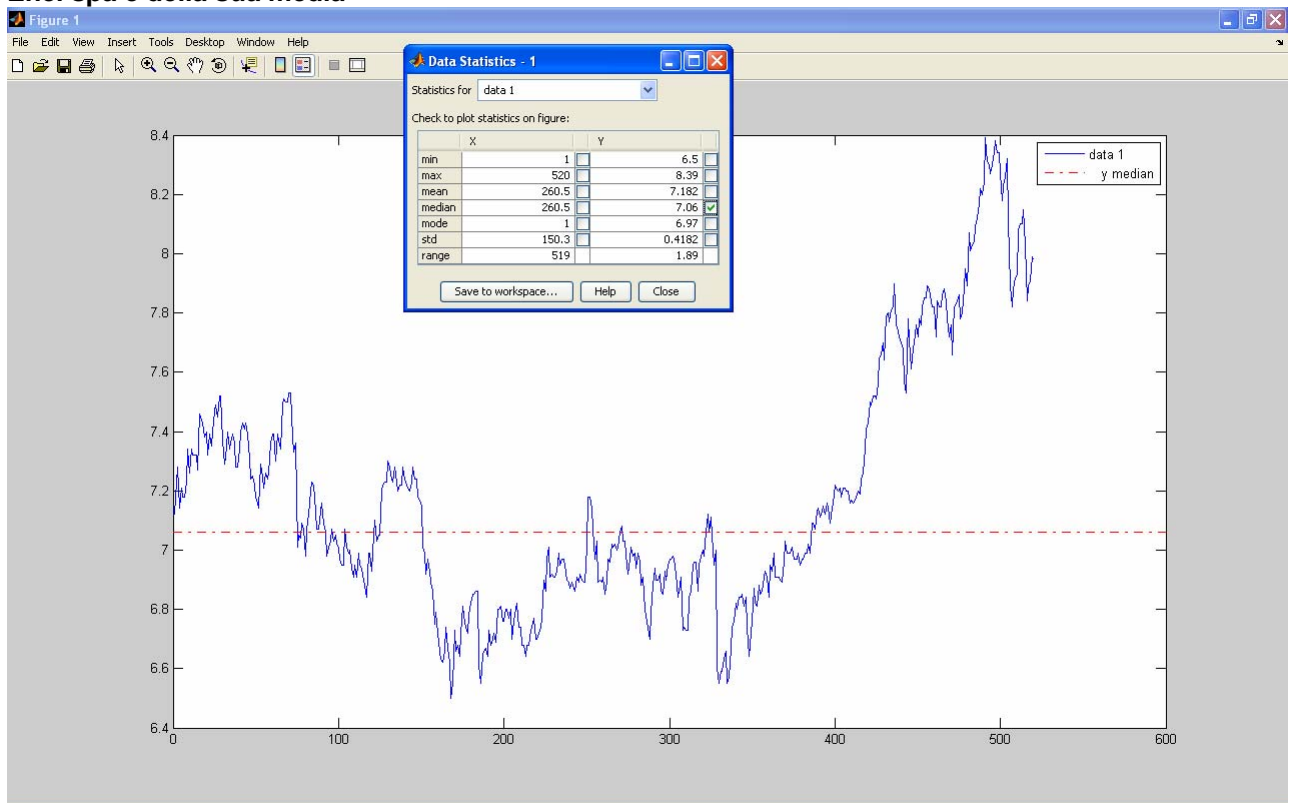
Matlab ti permette, ancora, di inserire alcuni valori della statistica descrittiva sul diagramma cartesiano. Una volta richiamato il grafico, come è possibile notare nella figura 1, esiste un menù, cliccando su “tools”, “data statistics” otterremo:

Figura 2: Diagramma cartesiano della serie storica dei prezzi di chiusura della società quotata Enel spa con la visualizzazione del Data Statistics



Sarà sufficiente cliccare ciò che interessa visualizzare sul diagramma. Se l'utente vuole valutare la distanza di ogni osservazione con la media, si traccia, appunto, la media:

Figura 3: Diagramma cartesiano della serie storica dei prezzi di chiusura della società quotata Enel spa e della sua media



.....

4 Capitolo

Analisi delle Serie Storiche

4.1 Premessa

Le osservazioni sono realizzazioni di variabili aleatorie; quando tali osservazioni sono indipendenti tra di loro e identicamente distribuite (in tal caso è come se fossero realizzazioni di un campione casuale) le osservazioni sono influenzate da una serie di componenti elementari ed indipendenti tra cui il Trend, l'Eteroschedasticità, la Ciclicità, la Stagionalità, componente Occasionale e Accidentale.

Lo strumento fondamentale per individuare se nella serie storica esistono tali componenti è la rappresentazione grafica. Dalla rappresentazione delle nostre osservazione si evidenzia un Trend crescente; dunque andiamo ad analizzarlo.

4.2 Trend

Prima di capire come si può detrendizzare la serie storica con Matlab, pare opportuno spiegare che cosa è la componete Trend, dare cioè una sua definizione. Essa viene anche denominata componente di fondo e definisce l'andamento di fondo, o di lungo periodo, ed è determinata da fattori che influenzano la variabile con regolarità generando un aumento o diminuzione sistematica nei valori della variabile. La presenza di un trend caratterizza, spesso, i fenomeni che evolvono nel tempo.

Occorre eliminare la componente di fondo per determinare i valori "puri"; come? Esistono tre metodi differenti: regressione, perequazione mediante medie mobili e livellamento esponenziale.

.....
Con il primo metodo si adatta una funzione (che può essere lineare, esponenziale e così via) per il Trend, successivamente si stimano i coefficienti (solitamente con il metodo dei minimi quadrati).

Il secondo metodo, perequazione mediate medie mobile, consente di individuare l'andamento di lungo periodo (Trend) della serie storica, eliminando l'influenza delle variazioni di breve periodo causate da stagionalità, occasionalità e fattori accidentali. Occorrerà stabilire il numero di termini da perequare (il numero di valori che precedono temporalmente il valore da perequare e il numero di valori che seguono temporalmente il valore da perequare), si otterrà una serie storica ridotta rispetto a quella osservata; questo è uno svantaggio soprattutto quando i valori osservati sono pochi.

Infine, si può calcolare il Trend attraverso il livellamento esponenziale, qui i valori del Trend vengono determinati attraverso una combinazione lineare dei valori delle serie storiche ponderati con un peso via via decrescente.

Con tutti e tre i metodi, una volta ottenuta la funzione del Trend, questa viene sottratta ai valori osservati dando come risultato i valori "puri" o "detrendizzati"; ossia i valori che non presentano una componente di fondo.

Con Matlab per detrendizzare i valori di una serie storica è molto semplice; richiamati i dati si digita un semplicissimo comando:

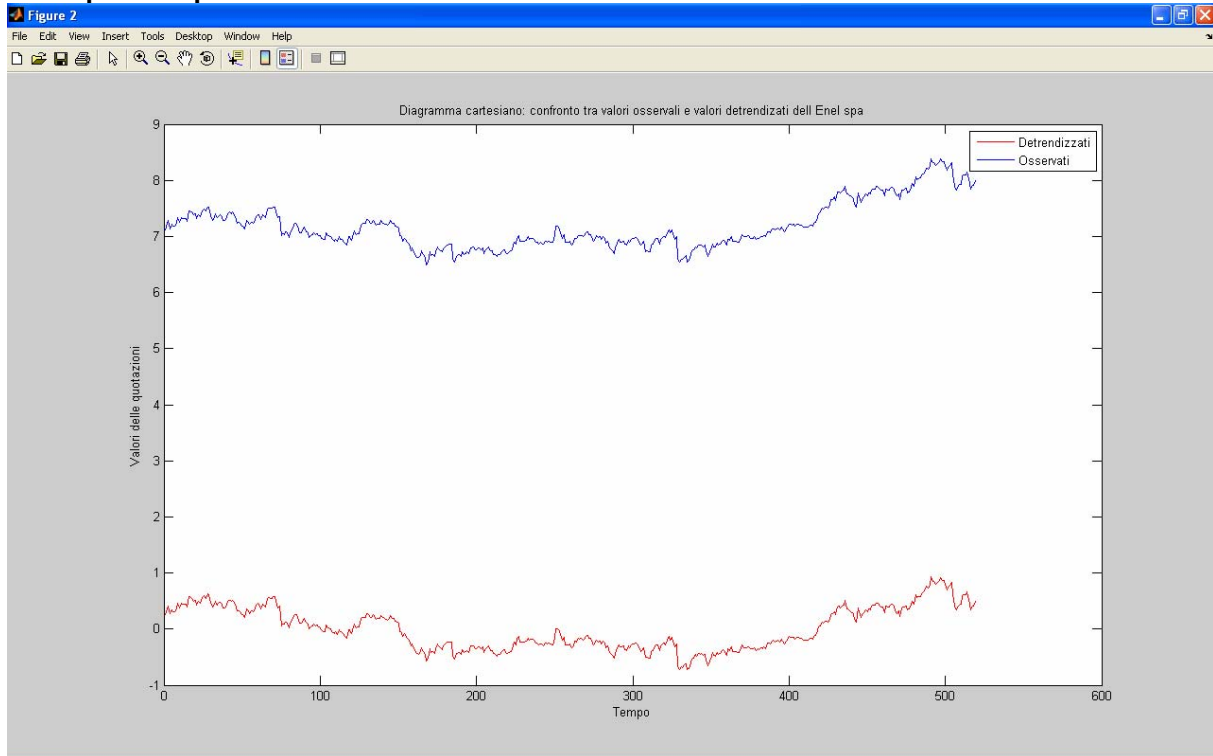
```
>>y=detrend(enel);
```

Prima di creare il diagramma cartesiano si possono salvare i dati detrendizzati in formato ".dat":

```
>>csvwrite('eneldetrend.dat',y)
>>type eneldetrend.dat
>>load eneldetrend.dat
>>plot(enel,'r')
>>hold on
>>plot(eneldetrend,'b')
>>ylabel('Valori delle quotazioni')
```

```
>>xlabel('Tempo')  
>>title('Diagramma cartesiano: confronto tra valori osservati e  
valori detrendizzati dell Enel spa')  
>>legend('Detrendizzati','Osservati')
```

Figura 4: Diagramma cartesiano della serie storica dei prezzi di chiusura della società quotata Enel spa con i prezzi di chiusura dello stesso titolo detrendizzati



Con Matlab non ci si deve preoccupare di scegliere la metodologia più adatta al caso di studio, è il programma stesso che individua il metodo più idoneo.

5 Capitolo

Valutazione del Trading System

5.1 Premessa

Nel mercato borsistico possono accedere solo gli operatori qualificati per l'acquisto e la vendita di titoli. Tali operatori gestiscono non solo il patrimonio proprio ma anche quello di terzi. La possibilità ristretta di accedere al mercato deriva dalla sua complessità. Gli operatori, per effettuare una gestione ottimale, hanno la necessità di conoscere i momenti di impennata e i momenti di crollo, dove è sconsigliato acquistare o vendere, e i punti "crossing-points", ossia i punti nei quali le medie mobili incrociano i prezzi dei titoli dall'alto o dal basso, che costituiscono rispettivamente dei segnali di acquisto o di vendita.

Gli operatori si servono dei sistemi di trading, ossia metodi che coadiuvano gli intermediari a riconoscere i momenti in cui è proficuo acquistare i titoli o i momenti in cui conviene venderli.

Il sistema di trading preso in considerazione in questo lavoro si serve di un indice, che è utilizzato nell'analisi algoritmica, la media mobile⁴, questa viene calcolata sui prezzi di chiusura del titolo. Una volta conteggiata, la media dovrà essere confrontata con i prezzi di chiusura del titolo stesso, dai risultati di tale confronto derivano i segnali di operatività. Individuato il momento in cui il titolo deve essere acquistato o venduto, è importante capire qual è il prezzo a cui tali operazioni si effettuano: il prezzo di apertura del titolo del giorno seguente.

Sarà possibile, dunque, calcolare i guadagni e le perdite e, ovviamente, gli utili derivanti dalle operazioni effettuate.

Successivamente si calcolano alcuni indicatori utili per la valutazione del trading system e per la valutazione della performance del titolo oggetto di analisi.

⁴ Tale indicatore depura i prezzi delle osservazioni dalla componente di fondo, o Trend, il quale verrà illustrato nel dettaglio successivamente.

.....
Il programma, che viene dettagliatamente riportato nell'Appendice, si prefigge un duplice obiettivo. Il primo prevede che l'operatore possa, una volta scelto il titolo da analizzare, scegliere il numero della media mobile per la quale visualizzare tutti gli indici di performance calcolati. Il secondo obiettivo, richiede al programma di individuare e visualizzare le medie mobili con le maggiori performance per ogni indicatore calcolato.

Si è ritenuto opportuno, nell'approfondire i vari passaggi che occorre effettuare per realizzare il trading preso in considerazione, riportare, anche in questo capitolo, lo script relativo utilizzato su Matlab.

5.2 Calcolo delle Medie Mobili

La media mobile utilizzata è quella semplice (SMA simple moving average) e il calcolo verrà effettuato da 1 a 300 giorni.

Praticamente, una volta importati i dati, occorre calcolare le medie mobili semplici. Si riporta un esempio: se si vuole calcolare la media mobile a 5 giorni occorre prendere le prime 5 osservazioni ed effettuare la media, successivamente occorre prendere le osservazione che vanno dalla seconda alla sesta e si effettua la media, poi ancora dalla terza osservazione alla settima, e così via.

Una volta calcolate le medie, esse verranno inserire in una matrice (MM) di colonne 300 e righe variabili in base alla lunghezza del vettore che contiene le osservazioni. Il comando utilizzato per assegnare alla matrice la lunghezza di un altro vettore è: length.

Tenendo sempre in considerazione che i titoli in oggetto riguardano i prezzi di chiusura Enel spa (xC), si riporta di seguito lo script:

```
i=1;  
r=1;  
MM=[];  
%MM matrice delle medie mobili con i righe e r colonne  
L=length(xC);  
for r=1:LMM  
    j=0;  
    for i=r:L  
        MM(i,r)=sum(xC(1+j:r+j))/r;
```

```

.....
    % dove MM è una matrice composta da 300 colonne, dove la prima
    % contiene la media mobile a 1 giorno, la seconda la media
    % mobile a 2 giorni e così via.
    j=j+1;
end
end

```

In realtà, per come è stato costruito il programma, il numero delle medie mobili può essere modificato facilmente:

```

%Calcolo delle medie mobili da 1 a 300
LMM=100;
%numero delle medie mobili

```

Dunque occorrerà modificare LMM.

5.3 Esempio di Operatività

Calcolate le medie mobili, il sistema di trading prevede l'assegnazione dell'operatività, cioè occorre assegnare ad ogni crossing point il segnale corrispondente. Premesso che: il vettore $x_C(i)$ contenga i prezzi di chiusura del titolo; il vettore $x_A(i)$ contenga i prezzi di apertura del medesimo titolo; e il vettore/matrice $MM(i)/(i,r)$ contenga la/e media/e mobile/i; l'operatività utilizzata in questo lavoro rispecchia il seguente schema:

Condizioni	Conseguenze
$x_C(i) > MM(i)$	si acquista al prezzo di apertura del giorno dopo $x_A(i+1)$, oppure si tiene una posizione long.
$x_C(i) < MM(i)$	si vende al prezzo di apertura del giorno dopo $x_A(i+1)$, oppure si tiene una posizione short.
$x_C(i) = MM(i)$	mantenere una posizione neutrale

Anche in questo caso si riporta lo script:

```

%Operatività
r=1;
i=1;
V=[];
%V è la matrice che contiene le vendite

```

```

.....
A=[];
%A è la matrice degli Acquisti
H=[];
%H matrice dei valori su cui non si è effettuata nessuna operazione
for r=1:LMM
    sa=0;
    % dove sa tiene conto degli acquisti effettuati prima di ogni
    % vendita, se è pari a zero significa che la vendita non viene
    % presa in considerazione perché non vi è il prezzo d'acquisto.
    for i=r+1:L-1
        if xC(i-1)-MM(i-1,r)<0 & xC(i)-MM(i,r)>=0
            A(i,r)=xA(i+1);
            sa=sum(A(1:i,r));
        elseif xC(i-1)-MM(i-1,r)>=0 & xC(i)-MM(i,r)<0 & sa>0
            V(i,r)=xA(i+1);
        else
            H(i,r)=xA(i+1);
        end
    end
end
end

```

5.4 Calcolo degli Utili

Individuato quando si acquista e quando si vende un titolo, con semplici calcoli elementare, si individuano gli utili parziali (EqL matrice in cui le colonne rappresentano tutti gli utili parziali derivanti da ogni singola operazione). Occorre, primariamente, creare una matrice (Ven) nella quale saranno inseriti solo i valori di vendita diversi da zero.

Script:

```

r=1;
i=1;
v=1;
l=size(V);
LV=l(1);
%Con le due righe su esposte si è associato alla variabile LV il
%numero di righe della matrice V. Non è stato utilizzato il comando
%length, in quanto esso misura il numero di colonne.
Ven=[];
%Ven matrice delle vendite senza zeri
for r=1:LMM
    v=1;
    for i=1:LV;
        if V(i,r)~=0;
            Ven(v,r)=V(i,r);
            v=v+1;
        end
    end
end
end

```

Lo stesso procedimento deve essere svolto per quanto riguarda gli acquisti (Acq).

Successivamente si assegna una nuova matrice U e un nuovo vettore UT (all'interno del quale ogni elemento indica il totale delle operazioni per ogni media mobile) utili per la creazione di una matrice in grado di tenere traccia del numero di operazioni che si svolgono seguendo le medie mobili da 1 a 300 giorni.

```

i=1;
r=1;
e=1;
U=[];
UT=[];
lven=size(Ven);
LVen=lven(1);
for r=1:LMM
    e=1;
    if Ven(i,r)~=0
        U(e,r)=1;
    else
        U(e,r)=0;
    end
    % il primo ciclo di if si riferisce solo alla prima riga della
    % matrice delle vendite. Se c'è stata una vendita, quindi il
    % valore è diverso da zero, si riporterà nella nuova matrice U il
    % valore 1, altrimenti si riporterà il valore 0.
    e=2;
    for i=2:LVen
        if Ven(i-1,r)~=0 & Ven(i,r)==0 | Ven(i,r)~=0
            U(e,r)=1;
        else
            U(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
    %con questo ciclo di for, invece, si riferisce a tutte le alter
    % righe della matrice delle vendite. Se la riga precedente a
    % quella analizzata contiene un valore diverso da zero e la riga
    % analizzata contiene un valore pari a zero occorre assegnare
    % alla matrice U il valore 1, altrimenti il valore zero.
    UT(r)=sum(U(:,r));
end
% Calcolo degli utili parziali
i=1;
r=1;
EqL=[];
%EqL matrice degli utili parziali
for r=1:LMM
    for i=1:UT(r)
        EqL(i,r)=Ven(i,r)-Aqu(i,r);
    end
end
end

```

.....
 %con una semplice sottrazione si riportano nella matrice EqL gli
 utili parziali derivanti da ogni singola operazione.

5.5 Indici di performance

Il duplice obiettivo, già esposto nel paragrafo 5.1, si realizza in due momenti all'interno del programma, preceduti dal calcolo degli indicatori. Il primo obiettivo, che prevede che l'operatore digiti i giorni della media mobile di cui vuole conoscere i risultati (si ipotizzi che venga scelta la media mobile a 200 giorni), si realizza attraverso uno schema di seguito riportato:

Indicare, tra 1 e 300, i giorni della media mobile di cui si vogliono conoscere i risultati: 200

total net profit:	-9.0246
numero delle operazioni vincenti:	0
numero delle operazioni perdenti:	12
numero totale delle operazioni:	12
durata media dell'operazione:	0.37302
guadagno massimo:	0
perdita massima:	-0.36
numero massimo di guadagni consecutivi:	0
numero massimo di perdite consecutive:	11
media delle operazioni vincenti:	0
media delle operazioni perdenti:	-0.0096241
utile totale maggiore:	-1.28
utile unitario maggiore:	0

Il secondo obiettivo, invece, fornisce, per ogni indice, la media mobile che ha ottenuto la migliore performance con le relative rappresentazioni grafiche.

Di seguito si forniscono delle brevi definizioni degli indicatori con gli script che riguardano il calcolo e la rappresentazioni del secondo obiettivo.

Utile Totale Maggiore

È utile individuare la media mobile che fornisce l'Utile Totale maggiore e far visualizzare i giorni con cui tale media è stata calcolata, il relativo grafico e il grafico dell'Equity Line corrispondente.

.....
 Il primo passaggio da effettuare è il calcolo degli utili totali per ogni media mobile, ossia i guadagni; successivamente occorrerà individuare, tra questi, utile totale per eccellenza.

Script:

```
G=[];
% G rappresenta il vettore del guadagno per ogni media mobile.
r=1;
for r=1:LMM
    G(r)=sum(EqL(:,r));
end
r=1;
i=1;
e=1;
U1=[];
U1T=[];
for r=1:LMM
    e=1;
    for i=1:lv -1
        if EqL(i,r)>0
            U1(e,r)=1;
        else
            U1(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
    U1T(r)=sum(U1(:,r));
end
MXG=max(G);
% richiedendo il massimo del vettore otteniamo l'Utile Totale
Maggiore.
MXC=max(xC);
% MXC indica il valore massimo dei prezzi di chiusura del titolo
oggetto di studio.
EL=[];
for r=1:LMM
    EL(1,r)=Aqu(1,r);
    v=2;
    for i=1:UT(r)
        EL(v,r)=Aqu(1,r)+sum(EqL(1:i,r));
        v=v+1;
    end
end
p=1;
for p=1:LMM
    if G(p)==MXG;
% Con il ciclo di if si individuano i guadagni uguali all'Utile
Totale Maggiore su calcolato MXG, e successivamente si visualizzano i
giorni della media mobile che fornisce il massimo utile totale i
relativi grafici.
        figure(5);
        plot(xC,'y');
        hold on
        plot(MM(:,p),'r');
        title('Diagramma cartesiano: Prezzi di chiusura e media
mobile con il profitto totale più elevato');
```

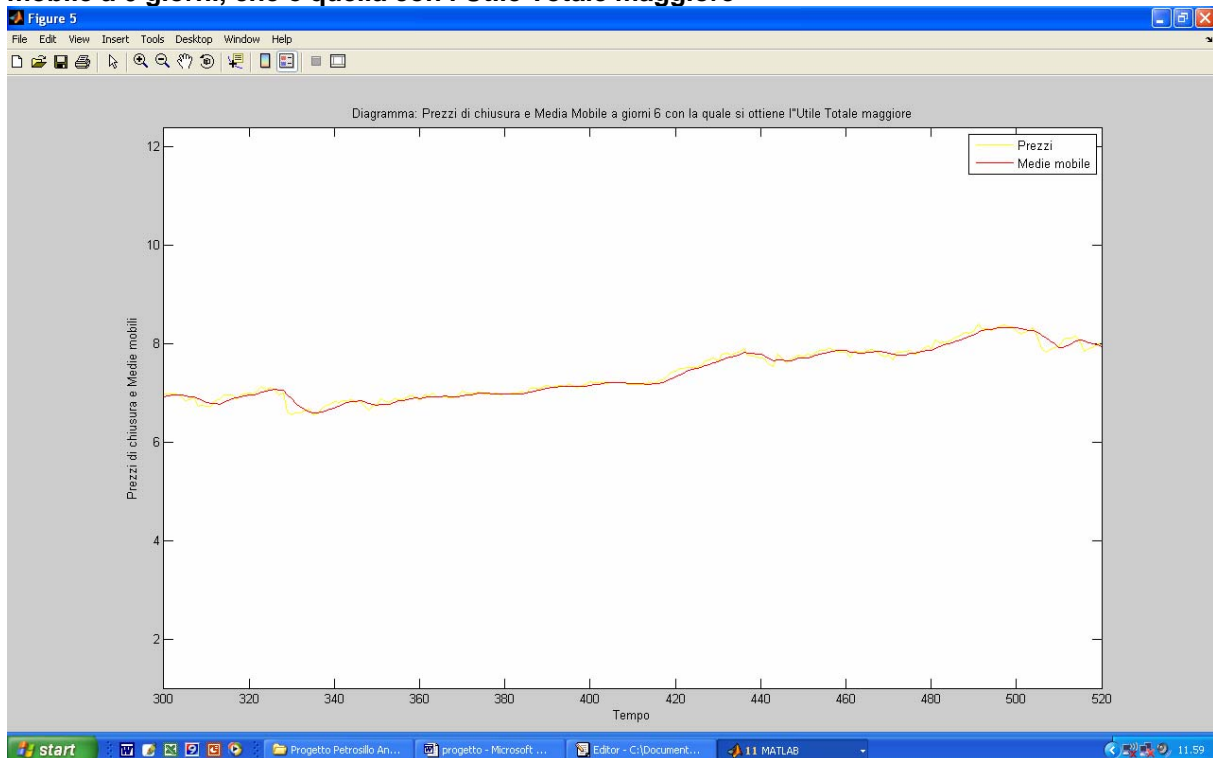
```

.....
ylabel('Prezzi di chiusura e Medie mobili');
xlabel('Tempo');
axis([LMM LxC 1 MXC+4]);
legend('Prezzi','Medie mobili');
disp('La media mobile con Utile Totale maggiore è quella a
gg')
disp(p)
figure(6);
plot(EL(:,p),'b');
hold on
title('Equity Line corrispondente');
ylabel('Profitto-Perdite');
axis([0 UT(r) 1 MXC+10]);
end
end

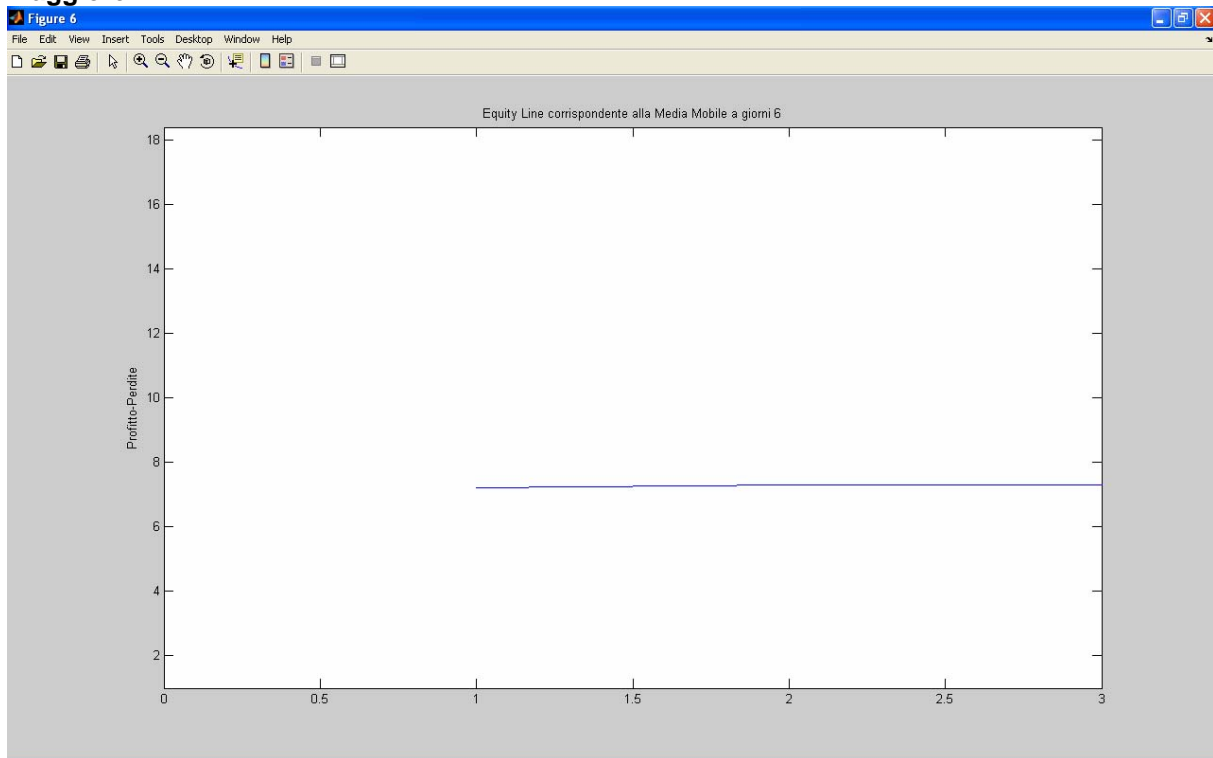
```

Ipotizzando che l'operatore voglia effettuare un'analisi sui prezzi di chiusura della società Enel spa, la media mobile che presenta l'utile totale maggiore è la media mobile a giorni "6", i grafici corrispondenti sono, di seguito, riportati:

Figura 5: Diagramma cartesiano dei prezzi di chiusura della società Enel spa con la media mobile a 6 giorni, che è quella con l'Utile Totale maggiore



.....
Figura 6: Diagramma: Equità Line della Media Mobile a 6 giorni, che è quella con l'Utile Totale maggiore



Utile Unitario Massimo

Un altro indicatore che aiuta ad individuare la media mobile con cui l'investitore può ottenere i rendimenti più elevati è l'Utile Unitario Massimo.

Script:

```
p=1;
UM=[];
for p=1:LMM
    UM(p)=max(EqL(:,p));
    % UM è il vettore che contiene, per ogni media mobile, l'utile
    parziale massimo.
end
M=max(UM);
% M è il valore massimo tra tutti gli utili parziali calcolati.
p=1;
for p=1:LMM
    if UM(p)==M
        % Con questo ciclo di if il programma ci fornisce il numero dei
        % giorni delle medie mobili con cui si è ottenuto l'utile parziale più
        % elevato e i relativi grafici.
        figure(7);
        plot(MM(:,p),'g');
        hold on
        plot(xC,'y');
        title('Diagramma cartesiano:Prezzi di chiusura e Media
        mobile con il profitto unitario migliore');
```



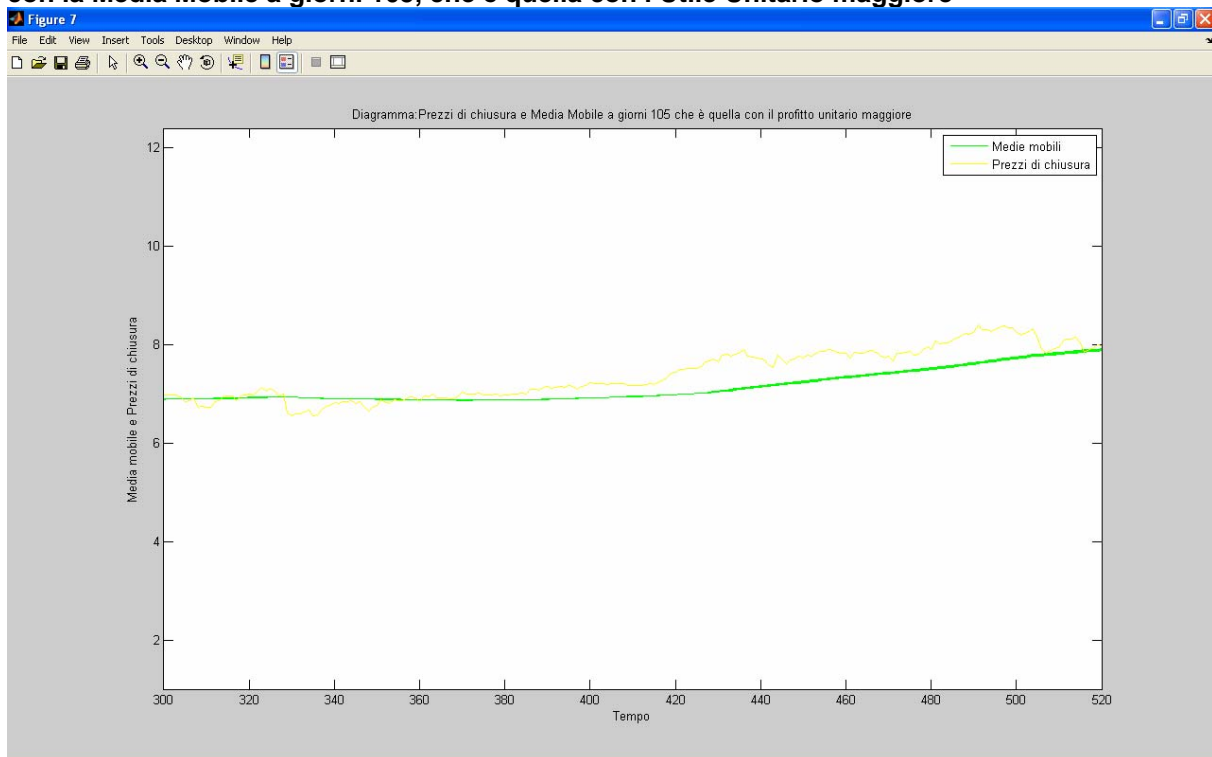
```

.....
axis([LMM LxC 1 MXC+4]);
ylabel('Media mobile e Prezzi di chiusura');
xlabel('Tempo');
legend('Medie mobili','Prezzi di chiusura')
disp('La media mobile con Utile Unitario Maggiore è quella a
gg')
disp(p)
figure(8);
plot(EL(:,p),'b');
hold on
title('Equity Line Corrispondente ');
ylabel('Profitto-Perdite');
axis([0 UT(r) 1 MXC+10]);
end
end

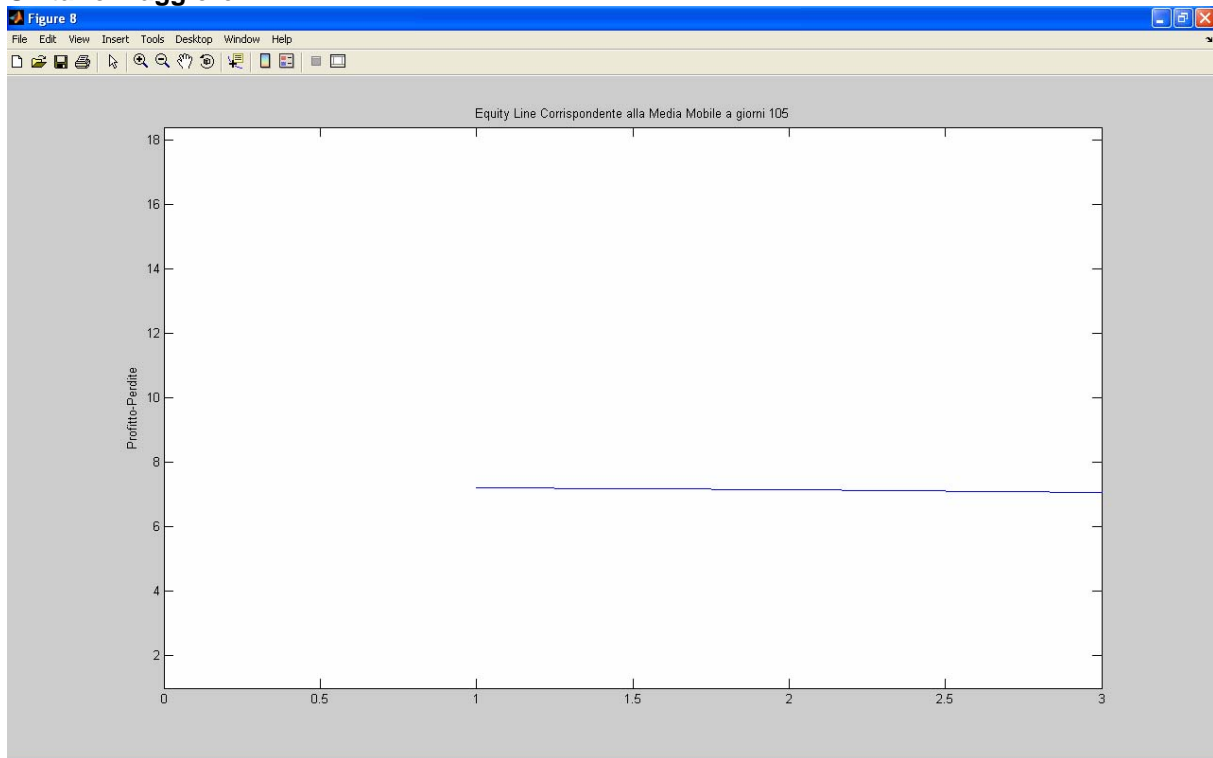
```

Anche in tal caso si ipotizzi che l'operatore voglia effettuare l'analisi della società Enel spa, qui la media mobile che presenta il massimo utile unitario è quella a giorni "200", di seguito si riportano i grafici:

Figura 7: Diagramma cartesiano della serie storica dei prezzi di chiusura della società Enel spa con la Media Mobile a giorni 105, che è quella con l'Utile Unitario maggiore



.....
Figura 8: Diagramma: Equity Line della Media Mobile a giorni 105, che è quella con l'Utile Unitario maggiore



Total Net Profit (Profitto Netto Totale)

È uno degli indici più utilizzati per ottimizzare un sistema, ma non fornisce nessuna indicazione utile per quanto riguarda la stima dei valori.

Matlab permette di calcolare tale indicatore con lo script seguente:

```
%Profitto netto totale in percentuale
VT=sum(Ven);
AT=sum(Aqu);
P=VT-AT;
for r=1:LMM
    PT(r)=(P(r)/AT(r))*100;
    %PT vettore che contiene, per ogni media mobile, il profitto
    netto
    %totale delle operazioni in percentuale
end
%fine
```

Numero totale delle operazioni, numero delle operazioni vincenti e perdenti

Si ritiene che i tre indicatori a cui si fa riferimento non abbiano bisogno di essere spiegati. Lo script delle operazioni totale è il seguente:

```
% Numero totale delle operazioni
r=1;
i=1;
OT=[];
l=size(EqL);
LEqL=l(1);
```

```

.....
for r=1:LMM
    e=1;
    for i=1:LEqL;
        if EqL(i,r)~=0
            OT(e,r)=1;
        else
            OT(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
end
NT=sum(OT);
%Matrice che contiene il numero totale delle operazioni
%fine

```

Per quanto riguarda, invece, il numero totale delle operazioni vincenti, il relativo script viene di seguito riportato:

```

%numero totale delle operazioni vincenti
r=1;
i=1;
OP=[];
%OP è la matrice che associa, ad ogni valore positivo della matrice
degli utili parziali, il valore 1 e 0 altrimenti
l=size(EqL);
LEqL=l(1);
for r=1:100
    e=1;
    for i=1:LEqL;
        if EqL(i,r)>0
            OP(e,r)=1;
        else
            OP(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
end
OTV=sum(OP);
%OTV è il vettore che contiene il numero delle operazioni perdenti
per ogni media mobile effettuata
%fine

```

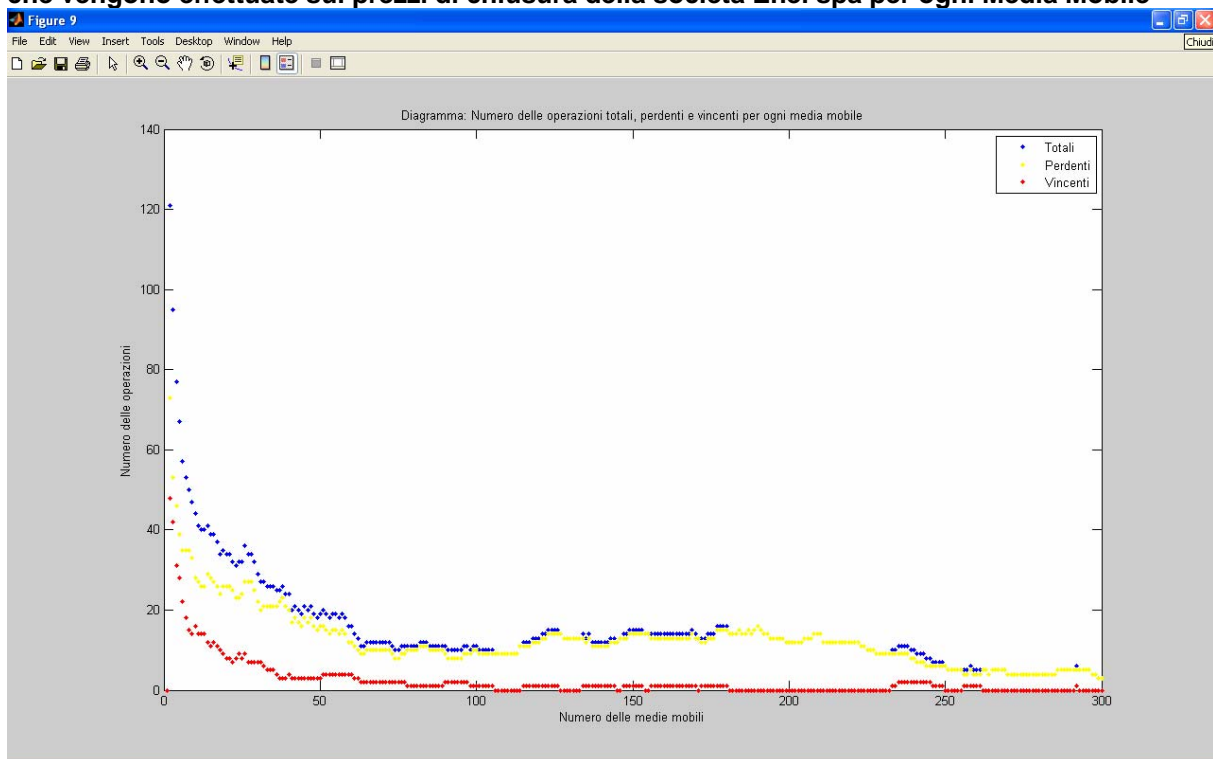
Script analogo viene utilizzato per le operazioni perdenti, con l'unica differenza che nella matrice OP invece di assegnare 1 quando la matrice degli utili parziali presenta un valore positivo, lo si assegna quando quest'ultima (EqL) presenta un valore negativo. Il nome dato al vettore che contiene il numero delle operazioni vincenti per ogni media mobile effettuata è: OTP.

Conoscere gli indici in oggetto consente di rispondere a due domande: 'questo sistema genera abbastanza operazioni?'; 'la durata delle operazioni è sufficiente per soddisfare la propensione di trading?'.

.....
 Sembrano domande sciocche ma sottintendono un concetto fondamentale: nessun sistema è adatto a tutti i trader, indipendentemente dalla sua capacità di generare profitto. Se il trading system non è adatto alla personalità e all'approccio al mercato dell'intermediario, egli non sarà mai a suo agio nel metterlo in pratica.

Ipotizzando che l'operatore abbia scelto di effettuare l'analisi sui prezzi di chiusura della società Enel spa, il grafico seguente riporta, per ogni media mobile, le operazioni perdenti, quelle vincenti e il totale delle operazioni.

Figura 9: Diagramma cartesiano della operazioni perdenti, vincenti e del totale delle operazioni che vengono effettuate sui prezzi di chiusura della società Enel spa per ogni Media Mobile



Durata media dell'operazione

Ciò che è ancora più importante è il calcolo del tempo speso dal sistema sul mercato. Più tempo sul mercato equivale a più rischio sopportato. A parità di profitto, contenere il tempo sul mercato, equivale a ridurre il rischio e, quindi, a migliorare il rapporto rischio/rendimento.

Per calcolare la durata media dell'operazione senza distinguere quelle con un risultato positivo e quello con un risultato negativo, basta digitare il seguente script su matlab:

```

.....
%durata media dell'operazione
for r=1:LMM
    if LV>LA;
        for i=1:LA;
            if A(i,r)==0 & V(i,r)==0
                AV(i,r)=0;
            elseif A(i,r)~=0 & V(i,r)==0
                AV(i,r)=1;
            else AV(i,r)=-1;
            end
        end
    elseif LA>LV
        for i=1:LV;
            if A(i,r)==0 & V(i,r)==0
                AV(i,r)=0;
            elseif A(i,r)~=0 & V(i,r)==0
                AV(i,r)=1;
            else AV(i,r)=-1;
            end
        end
    end
end
r=1;
i=1;
DM=[];
for r=1:LMM
    if LV>LA
        for i=1:LA;
            if AV(i,r)==0;
                DM(i,r)=0;
            else
                for t=i:LA-1;
                    if AV(t,r)~=0 & AV(t+1,r)~=0;
                        DM(t+1,r)=1;
                    elseif AV(t,r)~=0 & AV(t+1,r)==0;
                        DM(t+1,r)=2*AV(t,r);
                    else AV(t,r)==0;
                        DM(t+1,r)=DM(t,r)+1;
                    end
                end
            end
        end
    end
elseif LA>LV;
    for i=1:LV;
        if AV(i,r)==0;
            DM(i,r)=0;
        else
            for t=i:LV-1;
                if AV(t,r)~=0 & AV(t+1,r)~=0;
                    DM(t+1,r)=1;
                elseif AV(t,r)~=0 & AV(t+1,r)==0;
                    DM(t+1,r)=2*AV(t,r);
                else AV(t,r)==0;
                    DM(t+1,r)=DM(t,r)+1;
                end
            end
        end
    end
end
end
end
end

```

```

end
ldm=size(DM);
LDM=ldm(1);
for r=1:LMM
    v=1;
    for i=1:LDM
        if DM(i,r)~=0
            DM1(v,r)=abs(DM(i,r));
            v=v+1;
        end
    end
end
DMO=mean(DM1);
%fine

```

Guadagno o Perdita massima per trade

Questi indicatori forniscono informazioni sull'andamento delle quotazioni senza tener conto se l'intermediario ha su di esse posizioni aperte o chiuse. Ovviamente ciò che è più rilevante è la perdita massima e non il guadagno. Lo script relativo è il seguente:

```

%massima perdita per trade
r=1;
for r=1:LMM
    m=min(EqL(:,r));
    if r==1
        MGT=[m];
        %MGT Massima perdita per trade
    else
        MGT=[MGT,m];
    end
end
%fine

```

Per calcolare il massimo guadagno per trade occorrerà modificare solo il valore associato ad m: invece, di ricercare il minimo (min) si ricerca il massimo (max).

Numero massimo di guadagni consecutivi e di perdite consecutive

Affinché il sistema di trading possa essere valutato positivamente occorre che il valore relativo alle perdite consecutive sia basso e venga, invece, massimizzato il valore relativo ai guadagni consecutivi. Per un sistema correttamente costruito, tuttavia, questi numeri sono di scarsa importanza e devono essere trattati più come eventi casuali.

Monitorando le performance di un sistema in tempo reale, è utile tenere traccia di quante operazioni vincenti consecutive sono necessarie per recuperare un draw down.

.....
 La percentuale di operazioni vincenti è l'unico indicatore di performance capace di fornire informazioni utili per la valutazione del comportamento futuro del sistema. Va da sé che questo numero lo si voglia il più alto possibile.

Script su matlab:

```
%numero massimo di perdite consecutive
%si ottiene utilizzando la matrice già creata OP, che contiene il
%valore 1 quando gli utili sono negativi e 0 altrimenti.
r=1;
i=1;
LO=size(OP);
LOP=LO(1);
for r=1:LMM
    PC(1,r)=0;
    for i=2:LOP
        PC(i,r)=(PC(i-1,r)+OP(i,r))*OP(i,r);
    end
end
NMPC=max(PC);
%fine
```

Per il calcolo del numero massimo di guadagni consecutivi, ovviamente, si ha uno script analogo, solo che OP sarà una matrice che contiene il valore 1 quando gli utili sono positivi. Invece di utilizzare la matrice PC, verrà chiamata GC. Il massimo verrà calcolato in una matrice denominata NMGC.

Media delle operazioni vincenti e delle operazioni perdenti

Queste grandezze possono fornire utili indicazioni. Se si è in una fase di perdita del sistema, grazie a questi valori e alla conoscenza della frequenza delle operazioni vincenti e perdenti è possibile calcolare il numero minimo di operazioni necessario per raggiungere un nuovo picco dell'equity line.

Come si calcola la media delle operazioni vincenti e perdenti su matlab?

Script:

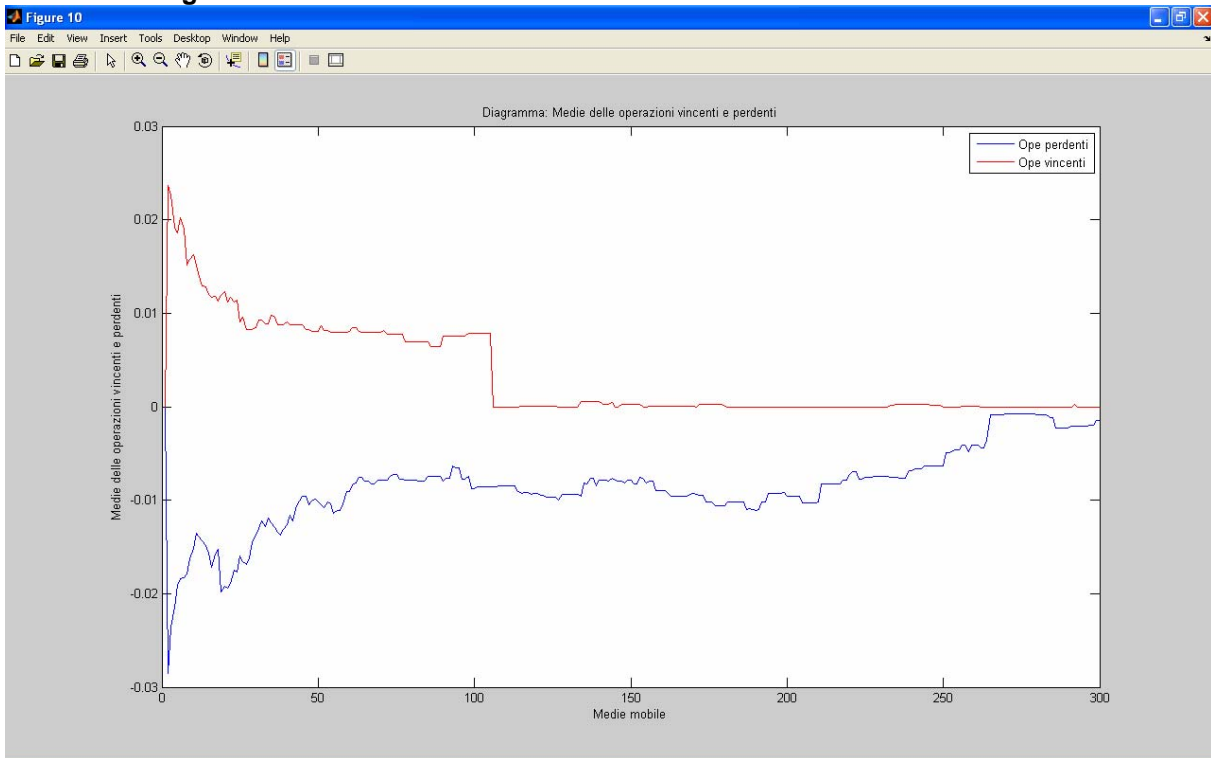
```
%media delle operazioni perdenti
for r=1:LMM
    e=1;
    for i=1:LEqL
        if OP(i,r)==1
            EqLP(e,r)=EqL(i,r);
        else
            EqLP(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
end
MOP=mean(EqLP);
```

```
.....  
%fine
```

Ovviamente, anche in tal caso, lo script per calcolare la media delle operazioni vincenti sarà analogo. Il vettore in cui è racchiusa la media in questione viene denominato MOV.

Ipotizzando che l'operatore voglia effettuare un'analisi sui prezzi di chiusura della società Enel spa e che abbia scelto la media mobile a giorni "200", i grafici corrispondenti sono, di seguito, riportati:

Figura 10: Diagramma cartesiano della medie delle operazioni perdenti e di quelle vincenti della serie storica dei prezzi di chiusura della società quotata Enel spa se si utilizza una media mobile di 200 giorni



Perdita massima

Il programma creato consente di individuare la media mobile che soddisfa una determinata caratteristica: la perdita non deve essere superiore ad una soglia che l'esecutore del programma potrà decidere di volta in volta. Dunque, verrà richiesto in fase di esecuzione di inserire un valore di perdita massima che si è disposti ad accettare.

.....
 In pratica si calcola per ogni operazione il rendimento percentuale e si individua per ogni media l'utile/perdita massima. Con lo script (che viene successivamente riportato) si confronta il valore inserito dall'esecutore con quelli presenti nelle matrici create.

Le medie mobili che rispettano tale condizione verranno visualizzate con il rispettivo grafico e con il grafico dell'Equity line corrispondente. Se non vi è una media mobile, per il titolo in oggetto, che soddisfa tale caratteristica viene visualizzato un messaggio che informa l'esecutore di ciò.

Script:

```
mm=input('Iserisci la massima perdita percentuale sopportabile: ');
GP=[];
for r=1:LMM
    v=1;
    for i=2:UT(r)
        GP(v,r)=(EL(i,r)-EL(i-1,r))/EL(i-1,r);
        v=v+1;
    end
end
r=1;
i=1;
for r=1:LMM
    LM(r)=max(GP(:,r));
    Lm(r)=min(GP(:,r));
end
x=1;
y=0;
GG=[];
for r=1:LMM
    if Lm(r)>-mm
        GG(x)=LM(r);
        x=x+1;
    else
        y=y+1;
    end
end
BGP=max(GG);
for r=1:LMM
    if LM(r)==BGP & Lm(r)>-mm & y<100;
        disp('Le medie mobili con i parametri desiderati sono quelle a giorni: ');
        disp(r);
        figure(9);
        plot(MM(:,r),'g');
        hold on
        plot(xC,'y');
        title('Diagramma cartesiano: Prezzi di chiusura e Medie mobile con la Massima Perdita');
        axis([LMM LxC 1 MXC+4]);
        ylabel('Media mobile e Prezzi di chiusura');
        xlabel('Tempo');
```

```

.....
    legend('Medie mobili','Prezzi di chiusura')
    figure(10);
    plot(EL(:,r),'r');
    hold on
    title('Equity Line corrispondente');
    ylabel('Profitto-Perdita');
    axis([0 UT(r) 1 MXC+10]);
    else
    end
end
if y==LMM;
    disp('Spiacente ma non vi è una perdita inferiore a quella richiesta');
end

```

Ipotizzando che l'operatore voglia effettuare un'analisi sui prezzi di chiusura della società Enel spa e che abbia scelto la media mobile a giorni "200", i grafici corrispondenti sono, di seguito, riportati:

Figura 11: Diagramma cartesiano della serie storica dei prezzi di chiusura della società quotata Enel spa con la Media Mobile a giorni 84, che è quella con la Massima Perdita sopportabile di 100

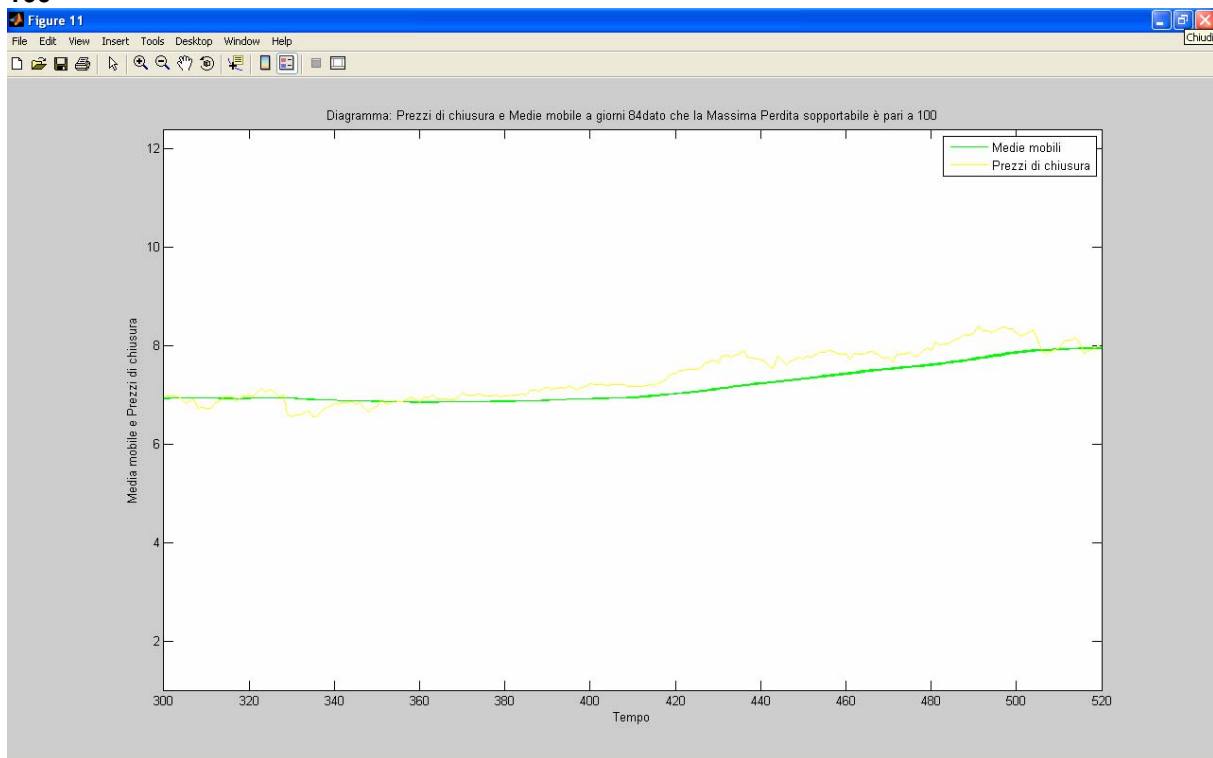
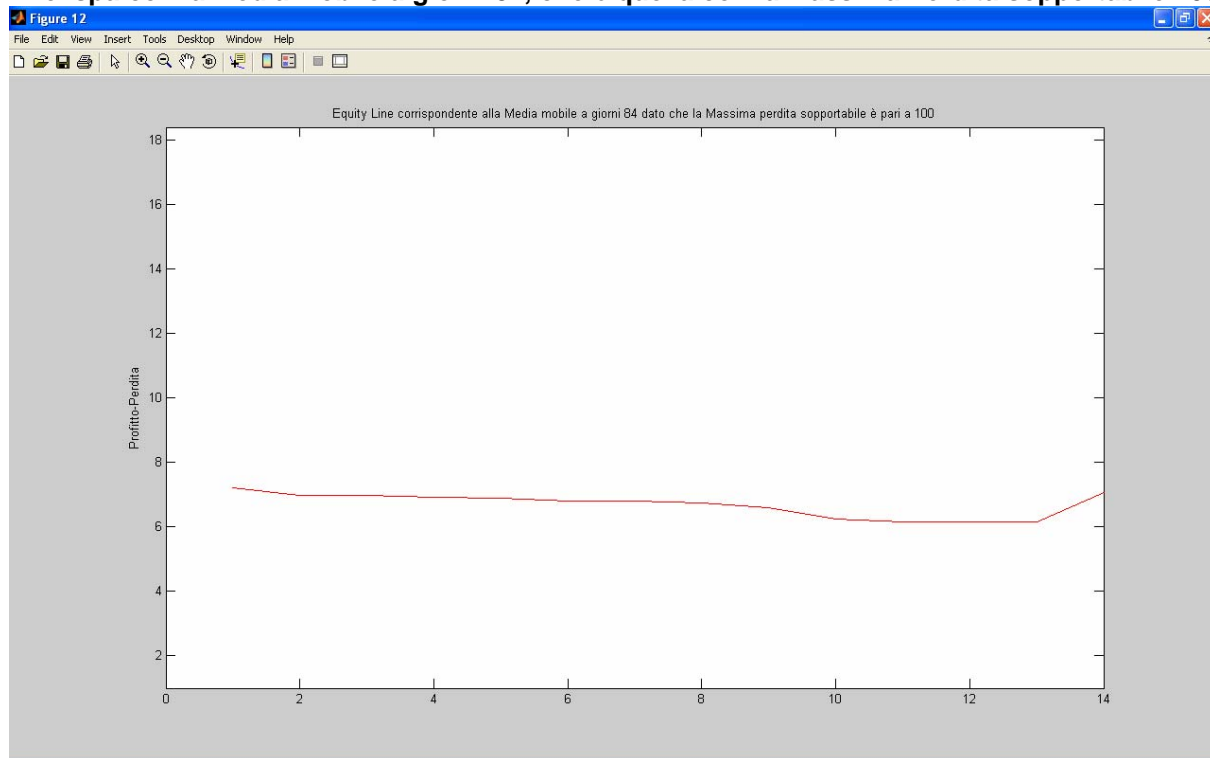


Figura 11: Diagramma cartesiano della serie storica dei prezzi di chiusura della società quotata Enel spa con la Media Mobile a giorni 84, che è quella con la Massima Perdita sopportabile 100



Appendice

Analisi statistica, delle serie storiche, e del Trading System sulle serie storiche dei prezzi di chiusura delle società: Enel, Eni, AG, Banca Italese, BMPS, Fiat, FNC, FNCPRV, ISP, Lottica, LTOMI, Mediaste, Medio Banca, Mediolanum, Parmalat e PMI. In questo script si riportano tutti i procedimenti visti precedentemente e quelli che non sono stati riportati per semplicità.

```
clear
ttt=[];
disp('Scegliere il titolo da
analizzare tra i seguenti tenendo
presente che per:')
disp('ENEL          -->ENE')
disp('ENI           -->ENI')
disp('AG            -->AG_')
disp('Banca Italese -->BAI')
disp('BMPS          -->BMP')
disp('FIAT          -->FIA')
disp('FNC           -->FNC')
disp('FNCPRV        -->FNP')
disp('ISP           -->ISP')
disp('LOTTICA        -->LOT')
disp('LTOMI          -->LTO')
disp('MEDIASET       -->MED')
disp('MEDIO BANCA   -->MEB')
disp('MEDIOLANUM    -->MEL')
disp('PARMALAT      -->PAR')
disp('PMI           -->PMI')
ttt=input('inserire titolo:
','s');
if ttt=='ENI';
    N=xlsread('ENI.xls');
    disp('Titolo:ENI');
    disp('Perido: dal 18 giugno
2001 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='ENE';
    N=xlsread('ENEL.xls');
    disp('Titolo:ENEL');
    disp('Perido: dal 03 marzo
2005 al 20 marzo 2007');
elseif ttt=='AG_';
    N=xlsread('AG.xls');
    disp('Titolo:AG');
    disp('Perido: dal 03 gennaio
2000 al 13 settembre 2007');
elseif ttt=='BAI';
    N=xlsread('BANCA_ITALESE.xls');
    disp('Titolo:BANCA ITALESE');
    disp('Perido: dal 14 giugno
2005 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='BMP';
    N=xlsread('BMPS.xls');
    disp('Titolo:BMPS');
    disp('Perido: dal 03 gennaio
2000 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='FIA';
    N=xlsread('FIAT.xls');
    disp('Titolo:FIAT');
    disp('Perido: dal 03 gennaio
2000 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='FNC';
    N=xlsread('FNC.xls');
    disp('Titolo:FNC');
    disp('Perido: dal 18 luglio
2005 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='FNP';
    N=xlsread('FNCPRV.xls');
    disp('Titolo:FNCPRV');
    disp('Perido: dal 24 novembre
2006 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='ISP';
    N=xlsread('ISP.xls');
    disp('Titolo:ISP');
    disp('Perido: dal 03 gennaio
2000 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='LOT';
    N=xlsread('LOTTICA.xls');
    disp('Titolo:Lottica');
    disp('Perido: dal 04 dicembre
2000 al 13 settembre 2007');
elseif ttt=='LTO';
    N=xlsread('LTOMI.xls');
    disp('Titolo:LTOMI');
    disp('Perido: dal 20 dicembre
2002 al 13 settembre 2007');
elseif ttt=='MED';
    N=xlsread('Mediaset.xls');
    disp('Titolo:MEDIASET');
    disp('Perido: dal 03 gennaio
2000 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='MEB';
    N=xlsread('Mediolanum.xls');
    disp('Titolo:MEDIOLANUM');
    disp('Perido: dal 03 gennaio
2000 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='MEL';
```

```

.....
N=xlsread('Medio Banca.xls');
disp('Titolo:MEDIO BANCA');
disp('Perido: dal 03 gennaio
2000 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='PAR';
N=xlsread('Parmalat.xls');
disp('Titolo:PARMALAT');
disp('Perido: dal 06 ottobre
2005 al 12 settembre 2007');
elseif ttt=='PMI';
N=xlsread('PMI.xls');
disp('Titolo:PMI');
disp('Perido: dal 03 gennaio
2000 al 12 settembre 2007');
end
N=N';
xA=N(1,:);
%apertura
B=N(2,:);
%massimo
C=N(3,:);
%minimo
xC=N(4,:);
%chiusura
E=N(5,:);
%volumi
disp('STATISTICA DESCRITTIVA')
%STATISTICA DESCRITTIVA
k=mean(xC);
b=min(xC);
c=max(xC);
d=median(xC);
e=mode(xC);
f=std(xC);
g=var(xC);
h=kurtosis(xC);
i=skewness(xC);
disp(['valore medio:
',num2str(k)])
disp(['valore mediano:
',num2str(d)])
disp(['moda:
',num2str(e)])
disp(['valore minimo:
',num2str(b)])
disp(['valore massimo:
',num2str(c)])
disp(['deviazione standard:
',num2str(f)])
disp(['varianza:
',num2str(g)])
disp(['kurtosis:
',num2str(h)])
disp(['skewness:
',num2str(i)])
%DIAGRAMMA CARTESIANO
figure(1)
plot(xC)
ylabel('Valore del titolo')
xlabel('Tempo')
title('Diagramma delle quotazioni
ENEL spa')
%ANALISI DEL TREND
T=detrend(xC);
figure(2)
plot(T,'r')
hold on
plot(xC,'b')
ylabel('Valori delle quotazioni')
xlabel('Tempo')
title('Diagramma cartesiano:
confronto tra valori osservati e
valori detrendizzati dell ENEL
spa')
legend('Detrendizzati','Osservati'
)
%TRADING SYSTEM
MM_INDICI***
%-----
%SI VOGLIONO CONOSCERE I RISULTATI
DELLA MEDIA MOBILE A GIORNI gg
gg=input('Indicare, tra 1 e 300, i
giorni della media mobile di cui
si vogliono conoscere i risultati:
');
disp(['total net profit:
',num2str(PT(gg))])
disp(['numero delle operazioni
vincenti:
',num2str(OTV(gg))])
disp(['numero delle operazioni
perdenti:
',num2str(OTP(gg))])
disp(['numero totale delle
operazioni:
',num2str(NT(gg))])
disp(['durata media dell
operazione:
',num2str(DMO(gg))])
disp(['guadagno massimo:
',num2str(MGT(gg))])
disp(['perdita massima:
',num2str(MPT(gg))])
disp(['numero massimo di guadagni
consecutivi:
',num2str(NMGC(gg))])
disp(['numero massimo di perdite
consecutive:
',num2str(NMPC(gg))])
disp(['media delle operazioni
vincenti:
',num2str(MOV(gg))])
disp(['media delle operazioni
perdenti:
',num2str(MOP(gg))])
disp(['utile totale maggiore:
',num2str(G(gg))])
%unite unitario maggiore

```

```

.....
p=1;
UM=[];
for p=1:LMM
    UM(p)=max(EqL(:,p));
end
disp(['utile unitario maggiore:
',num2str(UM(gg))])
%equity line
figure(3)
plot(EL(:,gg))
title(['Equity line della media
mobile a giorni ',num2str(gg)])
axis([0 UT(r) 1 MXC+10]);
%confronto tra prezzi e media
mobile a giorni gg
figure(4)
plot(xC,'y')
hold on
plot(MM(:,gg),'g')
axis([LMM LxC 1 MXC+4])
title(['Diagramma: Prezzi di
chiusura e media mobile a giorni
',num2str(gg)])
%-----
%Presentazione dei risultati
migliori tenendo in considerazione
tutte le
%medie calcolate
disp('Per ogni indicatore verrà
indicata la media mobile che ha
ottenuto i risultati più
significativi')
%media mobile con utile totale
massimo
p=1;
for p=1:LMM
    if G(p)==MXG;
        figure(5);
        plot(xC,'y');
        hold on
        plot(MM(:,p),'r');
        title(['Diagramma: Prezzi
di chiusura e Media Mobile a
giorni ',num2str(p),' con la quale
si ottiene l"Utile Totale
maggiore']);
        ylabel('Prezzi di chiusura
e Medie
mobili');
        xlabel('Tempo');
        axis([LMM LxC 1 MXC+4]);
        legend('Prezzi','Medie
mobile');
        disp('La media mobile con
Utile Totale maggiore è quella a
gg')
        disp(p)
        figure(6);
        plot(EL(:,p),'b');
        hold on
        title(['Equity Line
corrispondente alla Media Mobile a
giorni ',num2str(p)]);
        ylabel('Profitto-
Perdite');
        axis([0 UT(r) 1
MXC+10]);
        end
    end
    %media mobile con utile unitario
massimo
M=max(UM);
p=1;
for p=1:LMM
    if UM(p)==M
        figure(7);
        plot(MM(:,p),'g');
        hold on
        plot(xC,'y');
        title(['Diagramma:Prezzi
di chiusura e Media Mobile a
giorni ',num2str(p),' che è quella
con il profitto unitario
maggiore']);
        axis([LMM LxC 1 MXC+4]);
        ylabel('Media mobile e
Prezzi di chiusura');
        xlabel('Tempo');
        legend('Medie
mobili','Prezzi di chiusura')
        disp('La media mobile con
Utile Unitario Maggiore è quella a
gg')
        disp(p)
        figure(8);
        plot(EL(:,p),'b');
        hold on
        title(['Equity Line
Corrispondente alla Media Mobile a
giorni ',num2str(p)]);
        ylabel('Profitto-
Perdite');
        axis([0 UT(r) 1
MXC+10]);
        end
    end
    %media mobile con totale profitto
netto massimo
MMPT=max(PT);
p=1;
for p=1:LMM
    if PT(p)==MMPT
        disp('La media mobile con
il massimo profitto netto totale
in percentuale')
        disp(['è quella a giorni:
',num2str(p),' con la percentuale
pari a: ',num2str(PT(p)), '%'])
        end
    end
end

```

```

.....
end
%media mobile con numero delle
operazioni vincenti massimo
MOTV=max(OTV);
p=1;
for p=1:LMM
    if OTV(p)==MOTV
        disp('La media mobile con
il numero massimo di operazioni
vincenti è quella')
        disp(['a giorni:
',num2str(p),'con il numero pari
a: ',num2str(OTV(p))])
    end
end
%media mobile con numero delle
operazioni perdenti massimo
MOTP=max(OTP);
p=1;
for p=1:LMM
    if OTP(p)==MOTP
        disp('La media mobile con
il massimo numero delle operazioni
perdenti è quella')
        disp(['a giorni:
',num2str(p),'con il numero pari
a: ',num2str(OTP(p))])
    end
end
%media mobile ocn numero totale
delle operazioni
MNT=max(NT);
p=1;
for p=1:LMM
    if NT(p)==MNT
        disp('La media mobile con
il numero delle operazioni
vincenti massimo è quella')
        disp(['a giorni:
',num2str(p),'con il numero pari
a: ',num2str(NT(p))])
    end
end
figure(9)
plot(NT, '.')
hold on
plot(OTP, 'y')
hold on
plot(OTV, 'r')
title('Diagramma: Numero delle
operazioni totali, perdenti e
vincenti per ogni media mobile')
ylabel('Numero delle operazioni')
xlabel('Numero delle medie
mobili')
legend('Totali', 'Perdenti', 'Vincen
ti')
%media mobile con massima durata
media dell'operazione
p=1;
MDMO=max(DMO);
for p=1:LMM
    if DMO(p)==MDMO
        disp(['La media mobile con
la durata media più elevata, che è
sinomino di'])
        disp(['elevata rischiosità,
è quella a giorni: ',num2str(p)])
    end
end
%media mobile con guadagno massimo
per trade
MMGT=max(MGT);
p=1;
for p=1:LMM
    if MGT(p)==MMGT
        disp(['La maedia mobile
con il massimo guadagno per trade
è quella a giorni: ',num2str(p)])
        disp(['con il
corrispettivo valore:
',num2str(MGT(p))])
    end
end
%media mobile con perdita massima
per trade
MMPT=max(MPT);
p=1;
for p=1:LMM
    if MPT(p)==MMPT
        disp(['La maedia mobile
con il massimo guadagno per trade
è quella a giorni: ',num2str(p)])
        disp(['con il
corrispettivo valore:
',num2str(MPT(p))])
    end
end
%media mobile con numero massimo
di guadagni consecutivi
p=1;
MNMGC=max(NMGC);
for p=1:LMM
    if NMGC(p)==MNMGC
        disp(['La media mobile con
il numero massimo di guadagni
consecutivi è: ',num2str(p)])
    end
end
%media mobile con numero massimo
di perdite consecutive
p=1;
MNMPC=max(NMPC);
for p=1:LMM
    if NMPC(p)==MNMPC
        disp(['La media mobile con
il numero massimo di perdite
consecutive è: ',num2str(p)])
    end
end

```

```

.....
    end
end
%media mobile con media delle
operazioni vincenti
MMOV=max(MOV);
p=1;
for p=1:LMM
    if MOV(p)==MMOV
        disp(['La media mobile con
la media delle operazioni vincenti
più elevata è quella a giorni:
',num2str(p)])
        disp(['con il
corrispondente valore:
',num2str(MOV(p))])
    end
end
%media mobile con media delle
operazioni perdenti
MMOP=max(MOP);
p=1;
for p=1:LMM
    if MOP(p)==MMOP
        disp(['La media mobile con
la media delle operazioni vincenti
più elevata è quella a giorni:
',num2str(p)])
        disp(['con il
corrispondente valore:
',num2str(MOP(p))])
    end
end
figure(10)
plot(MOP, '-')
hold on
plot(MOV, '-r')
title('Diagramma: Medie delle
operazioni vincenti e perdenti')
ylabel('Medie delle operazioni
vincenti e perdenti')
xlabel('Medie mobile')
legend('Ope perdenti', 'Ope
vincenti')
%massima perdita
mm=input('Iserisci la massima
perdita percentuale sopportabile:
');
GP=[];
for r=1:LMM
    v=1;
    for i=2:UT(r)
        GP(v,r)=(EL(i,r)-EL(i-
1,r))/EL(i-1,r);
        v=v+1;
    end
end
r=1;
i=1;
for r=1:LMM
        LM(r)=max(GP(:,r));
        Lm(r)=min(GP(:,r));
    end
    x=1;
    y=0;
    GG=[];
    for r=1:LMM
        if Lm(r)>-mm
            GG(x)=LM(r);
            x=x+1;
        else
            y=y+1;
        end
    end
    end
    BGP=max(GG);
    for r=1:LMM
        if LM(r)==BGP & Lm(r)>-mm
            y<100;
            disp('Le medie mobili con i
parametri desiserati sono quelle a
giorni: ');
            disp(r);
            figure(11);
            plot(MM(:,r), 'g');
            hold on
            plot(xC, 'y');
            title(['Diagramma: Prezzi di
chiusura e Medie mobile a giorni
',num2str(r), 'dato che la Massima
Perdita sopportabile è pari a
',num2str(mm)]);
            axis([LMM LxC 1 MXC+4]);
            ylabel('Media mobile e Prezzi
di chiusura');
            xlabel('Tempo');
            legend('Medie mobili', 'Prezzi
di chiusura')
            figure(12);
            plot(EL(:,r), 'r');
            hold on
            title(['Equity Line
corrispondente alla Media mobile a
giorni ',num2str(r), ' dato che la
Massima perdita sopportabile è
pari a ',num2str(mm)]);
            ylabel('Profitto-Perdita');
            axis([0 UT(r) 1 MXC+10]);
        else
            end
    end
    end
    if y==LMM;
        disp('Spiacente ma non vi è
una perdita inferiore a quella
richiesta');
    end
end

```



```

.....
***
%Calcolo delle medie mobili da 1 a
300
LMM=300;
%numero delle medie mobili
i=1;
r=1;
MM=[];
%MM matrice delle medie mobili con
i righe e r colonne
LxC=length(xC);
for r=1:LMM
    j=0;
    for i=r:LxC
        MM(i,r)=sum(xC(1+j:r+j))/r;
        j=j+1;
    end
end
%Operatività
r=1;
i=1;
V=[];
%V matrice delle vendite
A=[];
%A matrice degli Acquisti
H=[];
%H matrice dei valori su cui non
si effettuano operazioni
for r=1:LMM
    sa=0;
    for i=r+1:LxC-1
        if xC(i-1)-MM(i-1,r)<0 &
xC(i)-MM(i,r)>=0
            A(i,r)=xA(i+1);
            sa=sum(A(1:i,r));
        elseif xC(i-1)-MM(i-1,r)>=0
& xC(i)-MM(i,r)<0 & sa>0
            V(i,r)=xA(i+1);
        else
            H(i,r)=xA(i+1);
        end
    end
end
r=1;
i=1;
v=1;
l=size(V);
LV=l(1);
Ven=[];
%Ven matrice delle vendite senza
zeri
for r=1:LMM
    v=1;
    for i=1:LV;
        if V(i,r)~=0;
            Ven(v,r)=V(i,r);
            v=v+1;
        end
    end
end
end
end
r=1;
i=1;
a=1;
l=size(A);
LA=l(1);
Aqu=[];
%Aqu matrice degli acquisti senza
zeri
for r=1:LMM
    a=1;
    for i=1:LA;
        if A(i,r)~=0
            Aqu(a,r)=A(i,r);
            a=a+1;
        end
    end
end
end
i=1;
r=1;
e=1;
U=[];
UT=[];
lVen=size(Ven);
LVen=lVen(1);
for r=1:LMM
    e=1;
    if Ven(i,r)~=0
        U(e,r)=1;
    else
        U(e,r)=0;
    end
    e=2;
    for i=2:LVen
        if Ven(i-1,r)~=0 &
Ven(i,r)==0 | Ven(i,r)~=0
            U(e,r)=1;
        else
            U(e,r)=0;
        end
    end
    e=e+1;
end
UT(r)=sum(U(:,r));
end
% Calcolo degli utili parziali
i=1;
r=1;
EqL=[];
%EqL matrice degli utili parziali
for r=1:LMM
    for i=1:UT(r)
        EqL(i,r)=Ven(i,r)-
Aqu(i,r);
    end
end
%Profitto netto totale in
perpetuale
VT=sum(Ven);

```

```

.....
AT=sum(Aqu);
P=VT-AT;
for r=1
    PT(r)=0;
end
for r=2:LMM
    PT(r)=(P(r)/AT(r))*100;
    %PT vettore che contiene, per
ogni media mobile, il profitto
netto
    %totale delle operazioni in
percentuale
end
%fine
%Numero totale delle operazioni
perdenti
r=1;
i=1;
OP=[];
lEqL=size(EqL);
LEqL=lEqL(1);
for r=1:LMM
    e=1;
    for i=1:LEqL;
        if EqL(i,r)<0
            OP(e,r)=1;
        else
            OP(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
end
OTP=sum(OP);
%fine
%media delle operazioni perdenti
for r=1:LMM
    e=1;
    for i=1:LEqL
        if OP(i,r)==1
            EqLP(e,r)=EqL(i,r);
        else
            EqLP(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
end
MOP=mean(EqLP);
%fine
%numero massimo di perdite
consecutive
%si ottiene utilizzando la matrice
già creata OP, che contiene il
valore 1
%quando gli utili sono negativi e
0 altrimenti.
r=1;
i=1;
LO=size(OP);
LOP=LO(1);
for r=1:LMM
    PC(1,r)=0;
    for i=2:LOP
        PC(i,r)=(PC(i-
1,r)+OP(i,r))*OP(i,r);
    end
end
NMPC=max(PC);
%fine
%massima perdita per trade
r=1;
m=1;
for r=1:LMM
    m=min(EqL(:,r));
    if r==1
        MPT=[m];
    else
        MPT=[MPT,m];
    end
end
%fine
%-----
%numero totale delle operazioni
vincenti
r=1;
i=1;
OP=[];
for r=1:LMM
    e=1;
    for i=1:LEqL
        if EqL(i,r)>0
            OP(e,r)=1;
        else
            OP(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
end
OTV=sum(OP);
%fine
%media delle operazioni vincenti
r=1;
i=1;
EqLV=[];
for r=1:LMM
    e=1;
    for i=1:LEqL
        if OP(i,r)==1
            EqLV(e,r)=EqL(i,r);
        else
            EqLV(e,r)=0;
        end
        e=e+1;
    end
end
MOV=mean(EqLV);
%fine
%numero massimo di guadagni
consecutivi

```



```

.....
                DM1(v,r)=abs(DM(i,r));
                v=v+1;
            end
        end
    end
    DMO=mean(DM1);
    %CALCOLO DEI GUADAGNI
    G=[];
    r=1;
    for r=1:LMM
        G(r)=sum(EqL(:,r));
    end
    r=1;
    i=1;
    e=1;
    U1=[];
    U1T=[];
    for r=1:LMM
        e=1;
        for i=1:LEqL -1
            if EqL(i,r)>0
                U1(e,r)=1;
            else
                U1(e,r)=0;
            end
            e=e+1;
        end
        U1T(r)=sum(U1(:,r));
    end
    %DATI SIGNIFICATIVI
    MXG=max(G);
    MXC=max(xC);
    EL=[];
    for r=1:LMM
        EL(1,r)=Aqu(1,r);
        v=2;
        for i=1:UT(r)
            EL(v,r)=Aqu(1,r)+sum(EqL(1:i,r));
            v=v+1;
        end
    end
end

```

Bibliografia

D.F. Griffiths, “An Introduction to MATLAB”, scaricabile da www.maths.dundee.ac.uk .

E. CRISTIANI - M. SAGONA, *Introduzione alla programmazione in Matlab* (2006).

GIUSEPPE CIABURRO, *Manuale Matlab* (2000), pubblicato sul sito internet <http://www.ciaburro.it> .

MAZZEI LUCA, *Creazione di un modello per l'analisi delle variazioni delle quotazioni di borsa con dati ad altissima frequenza* (A.A. 2005/2006), pubblicato sul sito internet www.ce.unipr.it .

MONICA PALMA, *Laboratorio per il Corso di Serie Storiche* (A.A. 2005/2006), Lecce.

RICCARDO ‘JACK’ LECCHETTI, *Appunti di Analisi di Serie Storiche* (2007).

RIZZO ROBERTO, *Analisi algoritmica con Matlab* (a.a. 2007/2008), Università del Salento (tesina per il corso di Informatica), Lecce.