

Oracle® Crystal Ball Decision Optimizer

OptQuest User's Guide

RELEASE 11.1.2.4

Avviso sul copyright

Oracle® Crystal Ball Decision Optimizer OptQuest User's Guide, 11.1.2.4

Copyright © 1988, Oracle e/o relative consociate. Tutti i diritti riservati.

Autori: Team di sviluppo informazioni EPM

Oracle e Java sono marchi registrati di Oracle e/o delle relative consociate. Altri nomi possono essere marchi dei rispettivi proprietari.

Intel e Intel Xeon sono marchi o marchi registrati di Intel Corporation. Tutti i marchi SPARC sono utilizzati in base alla relativa licenza e sono marchi o marchi registrati di SPARC International, Inc. AMD, Opteron, il logo AMD e il logo AMD Opteron sono marchi o marchi registrati di Advanced Micro Devices. UNIX è un marchio registrato di The Open Group.

Il software e la relativa documentazione vengono distribuiti sulla base di specifiche condizioni di licenza che prevedono restrizioni relative all'uso e alla divulgazione e sono inoltre protetti dalle leggi vigenti sulla proprietà intellettuale. Ad eccezione di quanto espressamente consentito dal contratto di licenza o dalle disposizioni di legge, nessuna parte può essere utilizzata, copiata, riprodotta, tradotta, diffusa, modificata, concessa in licenza, trasmessa, distribuita, presentata, eseguita, pubblicata o visualizzata in alcuna forma o con alcun mezzo. La decodificazione, il disassemblaggio o la decompilazione del software sono vietati, salvo che per garantire l'interoperabilità nei casi espressamente previsti dalla legge.

Le informazioni contenute nella presente documentazione potranno essere soggette a modifiche senza preavviso. Non si garantisce che la presente documentazione sia priva di errori. Qualora l'utente riscontrasse dei problemi, è pregato di segnalarli per iscritto a Oracle.

Qualora il software o la relativa documentazione vengano forniti al Governo degli Stati Uniti o a chiunque li abbia in licenza per conto del Governo degli Stati Uniti, sarà applicabile la clausola riportata di seguito:

U.S. GOVERNMENT END USERS:

Oracle programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, delivered to U.S. Government end users are "commercial computer software" pursuant to the applicable Federal Acquisition Regulation and agency-specific supplemental regulations. As such, use, duplication, disclosure, modification, and adaptation of the programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, shall be subject to license terms and license restrictions applicable to the programs. No other rights are granted to the U.S. Government.

Il presente software o hardware è stato sviluppato per un uso generico in varie applicazioni di gestione delle informazioni. Non è stato sviluppato né concepito per l'uso in campi intrinsecamente pericolosi, incluse le applicazioni che implicano un rischio di lesioni personali. Qualora il software o l'hardware venga utilizzato per impieghi pericolosi, è responsabilità dell'utente adottare tutte le necessarie misure di emergenza, backup, ridondanza e di altro tipo per garantirne la massima sicurezza di utilizzo. Oracle Corporation e le sue consociate declinano ogni responsabilità per eventuali danni causati dall'uso del software o dell'hardware per impieghi pericolosi.

Il software o l'hardware e la documentazione possono includere informazioni su contenuti, prodotti e servizi di terze parti o collegamenti agli stessi. Oracle Corporation e le sue consociate declinano ogni responsabilità ed escludono espressamente qualsiasi tipo di garanzia relativa a contenuti, prodotti e servizi di terze parti. Oracle Corporation e le sue consociate non potranno quindi essere ritenute responsabili per qualsiasi perdita, costo o danno causato dall'accesso a contenuti, prodotti o servizi di terze parti o dall'utilizzo degli stessi.

Sommario

Accesso facilitato alla documentazione	9
Feedback sulla documentazione	10
Capitolo 1. Benvenuti	11
Introduzione	11
Organizzazione della Guida	11
Note sull'acquisizione di schermate	12
Consultazione della Guida	12
Risorse aggiuntive	13
Capitolo 2. Panoramica	15
Introduzione	15
Caratteristiche di OptQuest	15
Funzionamento di OptQuest	16
Informazioni sui modelli di ottimizzazione	17
Obiettivi dell'ottimizzazione	18
Statistiche di previsione	18
Minimizzazione o massimizzazione	19
Requisiti	19
Esempi di requisiti	19
Variabili decisionali	19
Vincoli	20
Attuabilità del modello e della soluzione	21
Analisi Frontiera efficiente	21
Portafogli efficienti	22
OptQuest e la capacità dei processi	23
Capitolo 3. Impostazione e ottimizzazione di un modello	25
Introduzione	25
Panoramica	25
Per utenti di versioni di OptQuest precedenti a 11.1.1.x	26
Sviluppo di un modello di ottimizzazione di Crystal Ball	26
Sviluppo di un foglio di lavoro	26
Definizione di ipotesi, variabili decisionali e previsioni	27
Impostazione delle preferenze di esecuzione di Crystal Ball	27
Avvio di OptQuest	27
Selezione dell'obiettivo della previsione	28
Selezione delle variabili decisionali da ottimizzare	29
Specifiche di vincoli	30
Specifiche di vincoli in modalità di immissione semplice	31
Specifiche di vincoli in modalità Immissione avanzata	31

Esempio di Immissione avanzata	32
Editor dei vincoli e pulsanti relativi	33
Regole e sintassi per i vincoli	34
Vincoli e riferimenti di cella in modalità Immissione avanzata	35
Tipi di vincolo	36
Utilizzo dei vincoli di massa	36
Regole per i vincoli di massa	36
Esempio di vincoli di massa	37
Opzioni di impostazione	41
Opzioni avanzate	42
Esecuzione di ottimizzazioni	42
Pulsanti e comandi del pannello di controllo di OptQuest	42
Finestra Risultati di OptQuest	43
Vista Soluzione migliore	44
Vista Analisi soluzione	46
Grafico Frontiera efficiente	48
Interpretazione dei risultati	49
Visualizzazione di Analisi soluzione	50
Analisi dei limiti	50
Analisi di sensibilità	50
Esecuzione di una simulazione dei risultati più lunga	51
Stampa dei risultati di OptQuest	51
Visualizzazione di grafici in Crystal Ball	51
Creazione di report OptQuest	52
Estrazione dei dati di OptQuest	54
Salvataggio delle impostazioni e dei modelli di ottimizzazione	55
Chiusura di OptQuest	56
Impostazione dell'analisi Frontiera efficiente in OptQuest	56
Esempio di limiti di variabili per frontiera efficiente	56
Trasferimento di impostazioni dai file .opt	57
Approfondimento di OptQuest	59

Capitolo 4. Esercitazioni di OptQuest 61

Introduzione	61
Esercitazione 1 - Modello Futura Apartments	61
Esecuzione di OptQuest	63
Esercitazione 2 - Modello Portfolio Allocation	68
Descrizione del problema	69
Utilizzo di OptQuest	69
Creazione di un modello Crystal Ball	69
Definizione delle variabili decisionali	71
Avvio di OptQuest e definizione dell'obiettivo della previsione	71
Selezione delle variabili decisionali da ottimizzare	72
Specificazione di vincoli	73

Impostazione delle opzioni ed esecuzione dell'ottimizzazione	75
Interpretazione dei risultati	78
Modifica delle impostazioni di ottimizzazione	78
Interpretazione dei risultati	81
Riepilogo dell'ottimizzazione di Portfolio Allocation	81
Glossario	83

Accesso facilitato alla documentazione

Per informazioni sull'impegno di Oracle a favorire l'accesso facilitato, visitare il sito Web Oracle Accessibility Program <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=docacc>.

Accesso al supporto Oracle

I clienti Oracle hanno accesso al supporto elettronico attraverso My Oracle Support. Per informazioni, visitare <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=info> oppure <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=trs> per chi è affetto da ipoacusia.

Feedback sulla documentazione

Inviare feedback su questa documentazione a: epmdoc_ww@oracle.com

Per essere sempre informati a proposito degli sviluppi in ambito EPM, fare riferimento ai seguenti siti social media:

LinkedIn - http://www.linkedin.com/groups?gid=3127051&goback=.gmp_3127051

Twitter - <http://twitter.com/hyperionepminfo>

Facebook - <http://www.facebook.com/pages/Hyperion-EPM-Info/102682103112642>

Google+ - <https://plus.google.com/106915048672979407731/#106915048672979407731/posts>

YouTube - <http://www.youtube.com/user/OracleEPMWebcasts>



Benvenuti

Sommario della sezione:

Introduzione	11
Organizzazione della Guida	11
Note sull'acquisizione di schermate	12
Consultazione della Guida	12
Risorse aggiuntive	13

Introduzione

Benvenuti in OptQuest, funzionalità di ottimizzazione di Oracle Crystal Ball Decision Optimizer.

OptQuest aggiunge a Crystal Ball Decision Optimizer funzionalità di ricerca e individuazione automatica delle soluzioni ottimali per i modelli di simulazione. I modelli di simulazione di per sé possono solo offrire una gamma di possibili risultati per i diversi casi. Non indicano come controllare la situazione per acquisire il risultato migliore.

Grazie a tecniche di ottimizzazione avanzate, OptQuest trova la giusta combinazione di variabili per produrre risultati accurati. Si supponga di utilizzare i modelli di simulazione per rispondere a domande quali "Quali sono le probabili vendite per il mese prossimo?" Ora è possibile individuare i punti dei prezzi in grado di massimizzare le vendite mensili. Si supponga di chiedere "Quali saranno i tassi di produzione per questo nuovo giacimento petrolifero?" Ora è possibile determinare il numero di pozzi necessario per massimizzare il valore effettivo netto. Si supponga di chiedersi "Quale portafoglio azionario dovrei scegliere?" Con OptQuest, è possibile scegliere il portafoglio che produce il massimo profitto con il minimo rischio.

Crystal Ball Decision Optimizer con OptQuest è uno strumento intuitivo e facile da utilizzare. Basato su procedure guidate, consente di iniziare a ottimizzare i propri modelli in meno di un'ora. È sufficiente conoscere l'uso dei modelli dei fogli di calcolo di Crystal Ball. Questo manuale è una guida dettagliata che descrive i termini, le procedure e i risultati di OptQuest.

Organizzazione della Guida

Oltre a questo capitolo introduttivo, *OptQuest User Manual* include i capitoli e le appendici elencati di seguito.

- [Capitolo 2, "Panoramica" a pagina 15](#)

In questo capitolo vengono descritti i modelli di ottimizzazione e i relativi componenti.

- [Capitolo 3, "Impostazione e ottimizzazione di un modello" a pagina 25](#)

Questo capitolo offre istruzioni dettagliate per l'impostazione e l'esecuzione di un'ottimizzazione con OptQuest.

- [Capitolo 4, “Esercitazioni di OptQuest” a pagina 61](#)

Questo capitolo include due esercitazioni ideate per offrire una rapida panoramica delle caratteristiche di OptQuest e per descrivere l'utilizzo del programma. La lettura di questo capitolo offre informazioni utili a una comprensione dei concetti base di OptQuest.

- Glossario

Questa sezione è una compilazione dei termini specifici di OptQuest unitamente ai termini statistici utilizzati nella Guida.

Per esempi relativi a OptQuest, informazioni sul funzionamento e ottimizzazione delle performance, nonché per riferimenti bibliografici, fare riferimento al manuale *Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide*.

Per un riepilogo dei menu di OptQuest e per un elenco dei comandi eseguibili direttamente dalla tastiera, fare riferimento al manuale *Oracle Crystal Ball Accessibility Guide*.



Note sull'acquisizione di schermate

Se non diversamente specificato, tutte le schermate acquisite e inserite in questo documento sono state eseguite con un valore di partenza casuale di 999 in Preferenze esecuzione di Crystal Ball.

A causa di differenze di arrotondamento tra le diverse configurazioni di sistema è possibile ottenere valori calcolati lievemente differenti rispetto a quelli mostrati negli esempi.

Consultazione della Guida

In OptQuest sono disponibili più metodi per visualizzare la guida in linea:

- Fare clic sul pulsante ? in una finestra di dialogo, .
- Fare clic sul pulsante ? all'estremità della barra multifunzione di Crystal Ball, .
- Premere F1 in una finestra di dialogo.



Nota:

Se si preme F1, viene visualizzata la Guida di Microsoft Excel, a meno che non si stia visualizzando Galleria di distribuzioni o un'altra finestra di dialogo di Crystal Ball.



Suggerimento:

Quando viene visualizzata la Guida viene selezionata la scheda Cerca. Fare clic sulla scheda Sommario per visualizzare il sommario della Guida.

Risorse aggiuntive

Per sviluppare ulteriormente l'efficacia dei prodotti Crystal Ball, l'offerta Oracle include supporto tecnico, formazione e risorse aggiuntive.

Per ulteriori informazioni, fare riferimento al sito Web di Crystal Ball all'indirizzo:

<http://www.oracle.com/crystalball>

Sommario della sezione:

Introduzione	15
Caratteristiche di OptQuest	15
Funzionamento di OptQuest	16
Informazioni sui modelli di ottimizzazione	17
Obiettivi dell'ottimizzazione	18
Variabili decisionali	19
Vincoli	20
Attuabilità del modello e della soluzione	21
Analisi Frontiera efficiente	21
OptQuest e la capacità dei processi	23

Introduzione

In questo capitolo vengono descritti i tre elementi principali di un modello di ottimizzazione: l'obiettivo, le variabili decisionali e i vincoli facoltativi. Vengono inoltre descritti gli altri elementi necessari per i modelli con incertezza, ad esempio statistiche di previsione e requisiti e, infine, vengono esaminate l'attuabilità, l'analisi Frontiera efficiente e l'utilizzo dell'ottimizzazione con le funzionalità di capacità dei processi di Crystal Ball.

Caratteristiche di OptQuest

Nella maggior parte dei modelli di simulazione esistono variabili che è possibile controllare, ad esempio l'addebito di un noleggio o l'importo da investire. In Crystal Ball, tali variabili controllate sono denominate variabili decisionali. L'individuazione di valori ottimali per le variabili decisionali può fare la differenza tra conseguire un importante obiettivo o mancarlo.

L'individuazione di valori ottimali generalmente richiede una ricerca iterativa o in modalità ad hoc. Un metodo più rigoroso enumera sistematicamente tutte le possibili alternative. Questo processo può risultare davvero tedioso e richiedere molto tempo anche nel caso di piccoli modelli; spesso inoltre non è chiaro come adeguare i valori da una simulazione a quella successiva.

OptQuest supera i limiti dei metodi enumerativo e ad hoc cercando intelligentemente le soluzioni ottimali nei modelli di simulazione. Si descrive un problema di ottimizzazione in OptQuest e si avvia una ricerca dei valori delle variabili

decisionali che massimizzino o minimizzino un determinato obiettivo. In quasi tutti i casi, OptQuest troverà in modo efficiente una soluzione ottimale o quasi ottimale in vasti set di possibili alternative, anche esplorando solo una piccola frazione di esse.

Il modo più facile per comprendere le caratteristiche di OptQuest consiste nell'applicarlo in un semplice esempio.

“Esercitazione 1 - Modello Futura Apartments” a pagina 61 illustra le operazioni di base di OptQuest.

Funzionamento di OptQuest

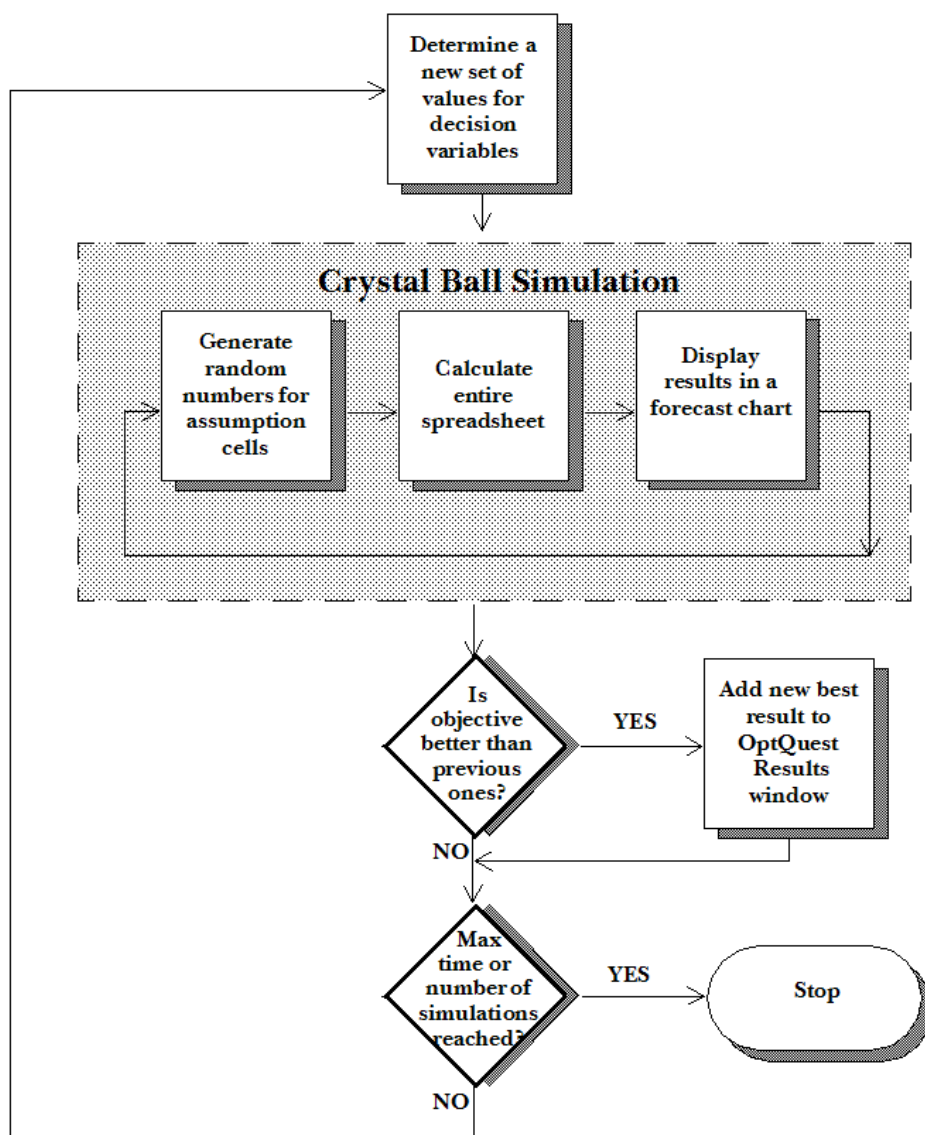
I metodi di ricerca tradizionali operano bene nella ricerca di soluzioni locali attorno a un dato punto di partenza e con una conoscenza esatta dei dati del modello. Tali metodi non portano risultati apprezzabili, tuttavia, nella ricerca di soluzioni globali a problemi reali con ampi margini di incertezza. I recenti sviluppi dell'ottimizzazione hanno condotto a metodi di ricerca efficaci, in grado di trovare soluzioni ottimali a problemi complessi che implicano elementi di incertezza.

OptQuest integra fattori metaeuristici per indirizzare l'algoritmo di ricerca verso soluzioni migliori. Questo approccio si avvale di una forma di memoria adattativa per ricordare le soluzioni che hanno dato risultati migliori e ricombinarle in nuove e migliori soluzioni. Poiché questa tecnica non si serve dell'approccio 'hill climbing' dei normali risolutori, non rimane intrappolata da soluzioni locali e non viene disturbata dalla confusione, o incertezza, dei dati del modello. Per maggiori informazioni sulla metodologia di ricerca di OptQuest fare riferimento alle pubblicazioni elencate nella sezione relativa a OptQuest del manuale *Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide*.

Dopo aver descritto un problema di ottimizzazione, selezionando le variabili decisionali e l'obiettivo e imponendo eventuali vincoli e requisiti, OptQuest richiama Crystal Ball al fine di valutare il modello di simulazione per diversi set di valori delle variabili decisionali. OptQuest valuta gli output statistici del modello di valutazione, li analizza e li integra con quelli delle precedenti esecuzioni di simulazione e determina un nuovo set di valori da valutare. È un processo interattivo che genera in successione nuovi set di valori. Non tutti questi valori migliorano l'obiettivo, ma nel corso del tempo questo processo fornisce in modo efficiente una traiettoria verso le migliori soluzioni.

Come illustrato nel seguente diagramma di flusso, il processo di ricerca continua fino a quando OptQuest raggiunge alcuni criteri conclusivi specificati, ossia il limite di tempo per la ricerca o il numero massimo di simulazioni.

Figura 1. Flusso di OptQuest



Informazioni sui modelli di ottimizzazione

Nell'odierna economia globale così competitiva, è necessario affrontare molte decisioni difficili. Tali decisioni possono riguardare migliaia o milioni di potenziali alternative. Un modello può rappresentare un valido ausilio per l'analisi delle decisioni e l'individuazione delle soluzioni migliori. I modelli colgono gli aspetti più importanti di un problema e li presentano in una forma semplice da interpretare. I modelli spesso offrono approfondimenti ai quali l'intuizione da sola non può arrivare.

Un modello di ottimizzazione OptQuest è costituito da quattro elementi principali: l'obiettivo, i requisiti facoltativi, le variabili decisionali di Crystal Ball e i vincoli facoltativi.

- [Obiettivi dell'ottimizzazione a pagina 18](#): elementi che rappresentano l'obiettivo target dell'ottimizzazione, ad esempio la massimizzazione del profitto o la minimizzazione dei costi, sulla base di una previsione e delle variabili decisionali correlate.
- [Requisiti a pagina 19](#): limiti facoltativi imposti alle statistiche di previsione. Perché una soluzione sia considerata attuabile è necessario che siano soddisfatti tutti i requisiti.
- [Variabili decisionali a pagina 19](#): variabili che è possibile controllare; ad esempio, la quantità di prodotto da realizzare, l'importo da allocare tra i diversi investimenti o i progetti da selezionare nell'ambito di un determinato set.
- [Vincoli a pagina 20](#): limiti facoltativi imposti ai valori delle variabili decisionali. Ad esempio, un vincolo può garantire che l'importo complessivamente allocato tra vari investimenti non superi un determinato valore oppure che venga selezionato al massimo un progetto di un dato gruppo.

Per un'esercitazione pratica di impostazione di un modello e di esecuzione di un'ottimizzazione, fare riferimento a [“Esercitazione 2 - Modello Portfolio Allocation” a pagina 68](#).

Obiettivi dell'ottimizzazione

Ogni ottimizzazione ha un obiettivo che, in termini matematici, è l'obiettivo del modello rappresentato come funzione delle celle delle ipotesi e delle variabili decisionali, nonché delle altre formule del modello. Il compito di OptQuest è individuare il valore ottimale dell'obiettivo selezionando valori diversi per le variabili decisionali al fine di perfezionarli.

Se i dati del modello non sono certi e possono essere descritti soltanto mediante distribuzioni di probabilità, anche all'obiettivo è associata una distribuzione di probabilità per ciascun set di variabili decisionali. Questa distribuzione di probabilità può essere individuata definendo l'obiettivo come previsione e utilizzando Crystal Ball per simulare il modello.

Statistiche di previsione

Non è possibile utilizzare un'intera distribuzione di previsione come obiettivo, ma è necessario caratterizzare la distribuzione utilizzando una sola misura di riepilogo per il confronto e la selezione di una distribuzione rispetto a un'altra. Così, per utilizzare OptQuest, è necessario selezionare una statistica di una previsione che rappresenti l'obiettivo. È inoltre necessario decidere se massimizzare o minimizzare l'obiettivo oppure se impostarlo su un valore target.

La statistica selezionata dipende da ciò che si vuole conseguire con l'obiettivo. Per massimizzare o minimizzare una quantità, come misure della tendenza centrale vengono spesso utilizzate la media o la mediana, più frequentemente la media. Per distribuzioni altamente asimmetriche, tuttavia, la media può essere meno stabile poiché ha un errore standard superiore, di conseguenza la mediana diventa una misura migliore della tendenza centrale.

La statistica X in Y possibilità può essere utilizzata solo per i requisiti, ma non per gli obiettivi.

Per minimizzare il rischio complessivo, le statistiche migliori sono quelle relative alla deviazione standard e alla varianza dell'obiettivo. Per massimizzare o minimizzare i valori estremi dell'obiettivo, una statistica appropriata potrebbe essere quella relativa al percentile inferiore o superiore. Per il controllo della forma o dell'intervallo dell'obiettivo è possibile utilizzare le statistiche relative ad asimmetria, curtosi o certezza. Se si opera con Six Sigma o con un altro programma per la qualità dei processi, è possibile definire l'obiettivo utilizzando le misure di capacità dei processi. Per ulteriori informazioni su queste statistiche, fare riferimento al Glossario, alla Guida in linea e a *Oracle Crystal Ball Statistical Guide*.

Minimizzazione o massimizzazione

La decisione di massimizzare o minimizzare l'obiettivo dipende dalla statistica selezionata per l'ottimizzazione. Ad esempio, se la previsione è il profitto e la statistica selezionata è la media aritmetica, l'obiettivo è massimizzare la media dei profitti. Tuttavia, se come statistica si seleziona la deviazione standard, per limitare l'incertezza della previsione l'obiettivo è la minimizzazione.

Requisiti

I requisiti consentono di limitare le statistiche di previsione. Differiscono dai vincoli in quanto questi ultimi limitano le variabili decisionali o le relazioni tra di esse. I requisiti vengono anche chiamati vincoli probabilistici, vincoli di possibilità, vincoli laterali o obiettivi.

Quando si definisce un requisito, è necessario innanzitutto selezionare la previsione obiettivo o un'altra previsione. Come per l'obiettivo, è quindi possibile selezionare una statistica per la previsione ma, invece di massimizzarla o minimizzarla, assegnare alla statistica un limite superiore, un limite inferiore o entrambi, ossia un intervallo.

Se si desidera eseguire un'analisi Frontiera efficiente, è possibile definire i requisiti con limiti variabili. Per ulteriori informazioni, fare riferimento a [“Analisi Frontiera efficiente” a pagina 21](#).

Esempi di requisiti

Nell'esempio Portfolio Allocation delle [Capitolo 4, “Esercitazioni di OptQuest” a pagina 61](#), l'investitore desidera imporre una condizione che limiti la deviazione standard del rendimento complessivo. Poiché la deviazione standard è una statistica di previsione e non una variabile decisionale, questa limitazione rappresenta un requisito.

L'elenco seguente riporta alcuni esempi di requisiti sulle statistiche di previsione che è possibile specificare:

95th percentile ≥ 1000

$-1 \leq \text{skewness} \leq 1$

Range 1000 to 2000 $\geq 50\%$ certainty

Variabili decisionali

Le variabili decisionali sono variabili del modello che possono essere controllate, ad esempio l'importo di noleggio da addebitare o l'importo da investire in un fondo. Le variabili decisionali non sono necessarie per i modelli di Crystal Ball, ma lo sono per i modelli di OptQuest. Per definire le variabili di decisione in Crystal Ball, fare clic sul pulsante Definisci decisione nella barra multifunzione di Crystal Ball.

Per definire una variabile decisionale in Crystal Ball è necessario definirne le caratteristiche riportate di seguito.

- **Limiti:** definisce i limiti superiore e inferiore della variabile. OptQuest cerca le soluzioni per la variabile decisionale solo entro tali limiti.
- **Tipo:** definisce se la variabile è di tipo discreto, continuo, binario, categoria o personalizzato.

- Continuo: variabile che può essere frazionaria, ossia non necessariamente rappresentata da un numero intero, e che può assumere qualsiasi valore compreso tra i limiti inferiore e superiore; non è necessaria alcuna dimensione passo e ogni dato intervallo comprende un numero infinito di possibili valori.
- Discreto: variabile che può assumere solo valori uguali al limite inferiore più un multiplo della dimensione passo; la dimensione passo può essere un qualsiasi numero maggiore di zero, ma inferiore all'intervallo della variabile.
- Binario: una variabile decisionale di questo tipo può assumere solo i valori 0 o 1 per rappresentare una decisione sì-no, in cui 0 = no e 1 = sì.
- Categoria: variabile decisionale per la rappresentazione di attributi e indici che può assumere qualsiasi valore intero discreto compreso tra i limiti inferiore e superiore inclusi, in cui l'ordine, o la direzione, dei valori non sia significativo (nominale). I limiti devono essere costituiti da numeri interi.
- Personalizzato: variabile decisionale che può assumere qualsiasi valore di un elenco costituito da due o più valori specifici. È possibile inserire un elenco di valori o un riferimento di cella a un elenco di valori del foglio di calcolo. Se si utilizza un riferimento di cella, è necessario che questo includa più celle in modo che siano presenti due o più valori. I valori vuoti e non numerici nell'intervallo vengono ignorati. Se si inseriscono i valori in un elenco, è necessario utilizzare separatori validi, ad esempio virgola, punto e virgola o un altro valore indicato nelle impostazioni internazionali e di lingua di Windows.

Per informazioni più dettagliate, fare riferimento al *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

- **Dimensione passo:** definisce la differenza tra valori successivi di una variabile decisionale discreta nell'intervallo indicato. Ad esempio, una variabile decisionale discreta con un intervallo compreso tra 1 e 5 e una dimensione passo pari a 1 può assumere solo i valori 1, 2, 3, 4 o 5; una variabile decisionale discreta con un intervallo compreso tra 0 e 2 e una dimensione passo pari a 0,25 può assumere solo i valori 0, 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25, 1,5, 1,75, e 2,0.

Il valore della cella diventa il valore del caso base, ossia il valore iniziale dell'ottimizzazione.



Nota:

Se la modifica del tipo di una variabile decisionale fa sì che il caso base ricada al di fuori dell'intervallo dei valori validi per quel tipo, viene selezionato un nuovo valore di caso base. Il caso base viene modificato con il valore accettabile più prossimo per il nuovo tipo.

In un modello di ottimizzazione, le variabili decisionali da ottimizzare vengono selezionate dall'elenco di tutte le variabili decisionali definite. I valori delle variabili decisionali selezionati vengono modificati in ogni simulazione fino a trovare il valore migliore per ogni variabile decisionale entro il tempo disponibile o il limite della simulazione.

Vincoli

I vincoli sono impostazioni facoltative di un modello di ottimizzazione. Consentono di limitare le variabili decisionali definendo relazioni tra di esse. Ad esempio, se l'importo totale da investire in due fondi è di \$ 50.000, è possibile definire questo vincolo con le modalità seguenti.

```
mutual fund #1 + mutual fund #2 = 50000
```

OptQuest terrà conto solo delle combinazioni di valori per i due fondi il cui totale è 50.000.

Nel caso in cui il proprio budget preveda il limite massimo per la spesa in carburanti e manutenzione pari a \$ 2.500, è possibile definire il vincolo:

```
gasoline + service <= 2500
```

In questo caso, OptQuest terrà conto solo delle combinazioni di importi per carburante e manutenzione pari o inferiori a \$ 2.500.

Non tutti i modelli di ottimizzazione richiedono vincoli.

Attuabilità del modello e della soluzione

Una soluzione è considerata attuabile quando soddisfa tutti i vincoli e i requisiti definiti. Una soluzione non è attuabile quando non esiste una combinazione di valori di variabili decisionali in grado di soddisfare l'intero set di requisiti e di vincoli. Si osservi che una soluzione, ad esempio un solo set di valori di variabili decisionali, può essere non attuabile in quanto non in grado di soddisfare i requisiti o i vincoli del problema, anche se ciò non implica che il problema stesso sia non attuabile.

È possibile, tuttavia, che i vincoli e i requisiti siano definiti in modo tale da rendere non attuabile l'intero modello. Si supponga, ad esempio, che nel problema Portfolio Allocation del Capitolo 1, l'investitore insista a cercare un portafoglio di investimento ottimale con i vincoli riportati di seguito.

Income fund + Aggressive growth fund \leq 10000

Income fund + Aggressive growth fund \geq 12000

È evidente che non esiste alcuna combinazione di investimenti che possa restituire come somma di Income fund e di Aggressive growth fund un valore inferiore a \$ 10.000 e allo stesso tempo maggiore o uguale a \$ 12.000.

Oppure si supponga, in questo stesso esempio, che i limiti di una variabile decisionale siano:

\$15,000 \leq Income fund \leq \$25,000

Con il vincolo:

Income fund \leq 5000

Anche questi valori restituiscono una soluzione non attuabile.

È possibile rendere attuabili i problemi non attuabili correggendo le incongruenze determinate dai vincoli. OptQuest rileva i modelli di ottimizzazione non attuabili a causa dei vincoli e li segnala in un report.

Se un modello è attuabile rispetto ai vincoli, OptQuest troverà sempre una soluzione attuabile e cercherà la soluzione ottimale, ossia la soluzione migliore in grado di soddisfare tutti i vincoli.

Quando un modello di ottimizzazione include requisiti, una soluzione attuabile rispetto ai vincoli può non esserlo rispetto a uno o più requisiti.

Dopo aver soddisfatto inizialmente l'attuabilità rispetto ai vincoli, OptQuest suppone che la successiva priorità maggiore dell'utente sia trovare una soluzione attuabile rispetto ai requisiti. Si concentra pertanto sulla ricerca di una soluzione attuabile rispetto ai requisiti e, successivamente, sul miglioramento di tale soluzione, in base all'obiettivo del modello.

Analisi Frontiera efficiente

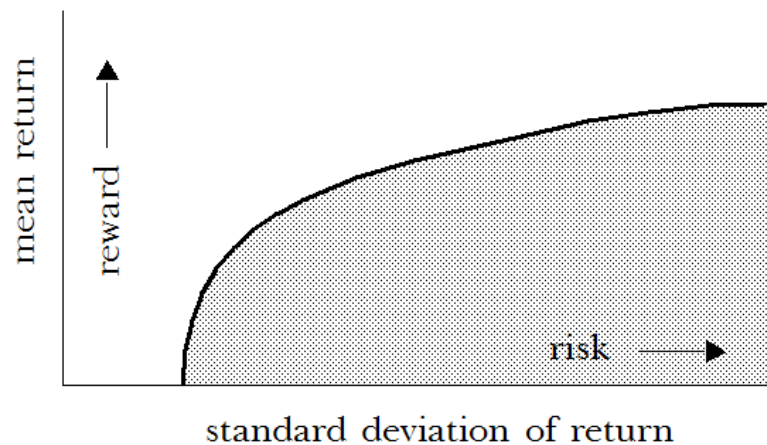
L'analisi Frontiera efficiente calcola la curva che rappresenta i valori obiettivo a fronte di modifiche a un requisito o a un vincolo. Un suo uso tipico è il confronto dei rendimenti del portafoglio a fronte di diversi livelli di rischio, in modo da consentire la massimizzazione dei profitti e la minimizzazione del rischio. Se si intende utilizzare questo tipo di analisi è

necessario definire un intervallo di valori relativo a un requisito o a un limite di vincolo. Per ulteriori informazioni fare riferimento a [“Impostazione dell'analisi Frontiera efficiente in OptQuest”](#) a pagina 56.

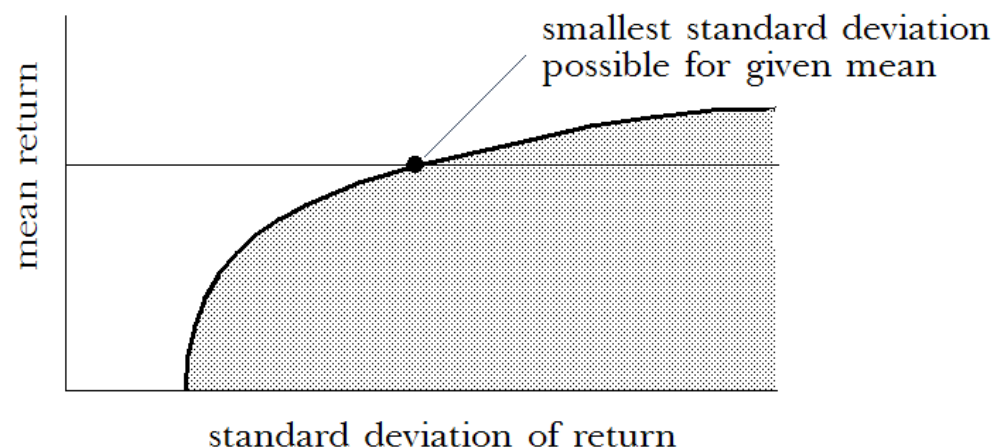
L'analisi Frontiera efficiente viene utilizzata, tra l'altro, anche per l'allocazione di fondi tra un portafoglio di investimenti nel modo più efficiente possibile. La pagina di descrizione di Portfolio Revisited EF.xlsx delinea questa tecnica. Nel successivo argomento [“Portafogli efficienti”](#) a pagina 22 vengono descritti i concetti alla base della tecnica.

Portafogli efficienti

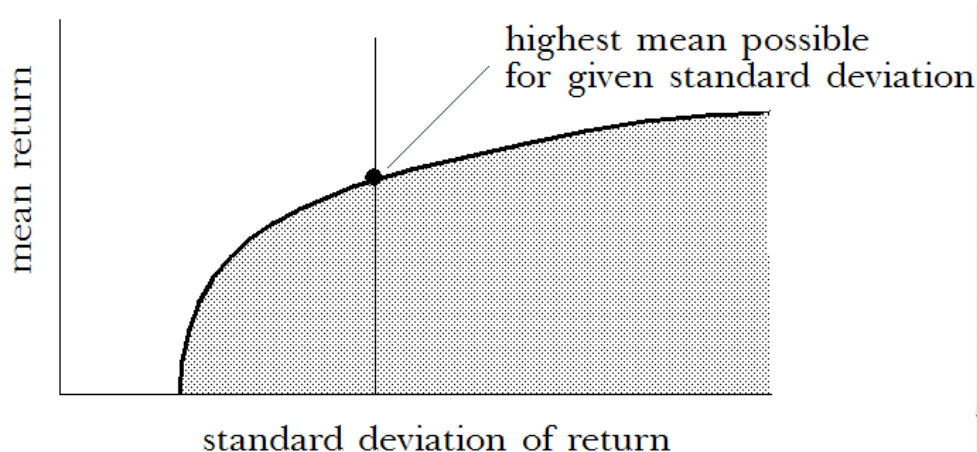
Se si esaminano tutte le possibili combinazioni di strategie di investimento per le attività descritte in Portfolio Revisited.xlsx, si osserva che per ogni portafoglio esistono un rendimento medio specifico e una deviazione standard di rendimento associata. Rappresentando le medie su un asse e le deviazioni standard sull'altro, è possibile creare un grafico come quello riportato di seguito.



I punti sulla curva o al di sotto, ossia i valori inferiori alla curva, rappresentano le possibili combinazioni di investimento. I punti al di sopra della curva, ossia i valori superiori alla curva, rappresentano le combinazioni impossibili per lo specifico set di attività disponibile. Per ogni dato rendimento medio, un portafoglio presenta la deviazione standard minore possibile. Questo portafoglio si trova sulla curva, nel punto di intersezione con la media del rendimento.



Analogamente, per ogni determinata deviazione standard del rendimento, un portafoglio presenta il rendimento medio massimo possibile. Questo portafoglio si trova sulla curva, nel punto di intersezione con la deviazione standard del rendimento.



I portafogli che si trovano direttamente sulla curva vengono denominati efficienti (Markowitz, 1991, elencato nei riferimenti alle pubblicazioni della sezione OptQuest del manuale *Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide*), perché è impossibile ottenere rendimenti medi superiori senza generare deviazioni standard superiori o ottenere deviazioni standard inferiori senza generare rendimenti medi inferiori. La curva dei portafogli efficienti viene spesso denominata frontiera efficiente.

I portafogli con valori inferiori alla curva sono considerati inefficienti, per indicare che esistono portafogli migliori con rendimenti superiori, deviazioni standard inferiori o entrambe le cose.

Nell'esempio di [“Esercitazione 2 - Modello Portfolio Allocation”](#) a pagina 68 viene utilizzata una tecnica di ricerca delle soluzioni ottimali sulla frontiera efficiente. Questo metodo utilizza la media e la deviazione standard dei rendimenti come criterio di bilanciamento tra rischi e ricavi.

Per la selezione dei portafogli è anche possibile utilizzare altri criteri. Aniché utilizzare il rendimento medio, come misura della tendenza centrale è possibile selezionare la mediana o la moda. Tali criteri di selezione vengono chiamati efficienti rispetto alla deviazione standard della mediana o della moda. Aniché utilizzare la deviazione standard del rendimento, come misura del rischio o dell'incertezza è possibile selezionare la varianza, il minimo dell'intervallo o il valore percentile inferiore. Questi criteri di selezione sono efficienti rispetto alla media della varianza, dei minimi dell'intervallo o del percentile.

La moda è disponibile in genere solo per le distribuzioni di previsione con valori discreti in cui durante la simulazione i valori distinti possono presentarsi più volte.

OptQuest e la capacità dei processi

OptQuest supporta programmi che gestiscono la capacità dei processi, ad esempio Six Sigma, Design for Six Sigma (DFSS), Lean principles e altre iniziative volte alla gestione della qualità. Attivare le funzioni di capacità dei processi di Crystal Ball selezionando Calcola metriche funzionalità nella scheda Statistiche della finestra di dialogo Preferenze esecuzione. Successivamente, definire un limite di specifica inferiore (LSL), uno superiore (USL) o entrambi per una previsione nella finestra di dialogo Definisci previsione. È inoltre possibile definire un valore target facoltativo.

Dopo aver definito almeno uno dei limiti di specifica, è possibile ottimizzare le metriche di capacità della previsione. Le metriche di capacità del processo vengono visualizzate unitamente ad altre statistiche di previsione nel pannello Obiettivi di OptQuest. Quando si copiano nuovamente i valori nel modello, nella cartella di lavoro vengono visualizzati i valori ottimizzati, i grafici delle previsioni e la tabella con le metriche di capacità. Per ulteriori informazioni, fare riferimento al *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

3

Impostazione e ottimizzazione di un modello

Sommario della sezione:

Introduzione	25
Panoramica	25
Sviluppo di un modello di ottimizzazione di Crystal Ball	26
Avvio di OptQuest	27
Selezione dell'obiettivo della previsione	28
Selezione delle variabili decisionali da ottimizzare	29
Specificazione di vincoli	30
Opzioni di impostazione	41
Esecuzione di ottimizzazioni	42
Interpretazione dei risultati	49
Salvataggio delle impostazioni e dei modelli di ottimizzazione	55
Chiusura di OptQuest	56
Impostazione dell'analisi Frontiera efficiente in OptQuest	56
Trasferimento di impostazioni dai file .opt	57
Approfondimento di OptQuest	59

Introduzione

In questo capitolo viene descritto in dettaglio l'utilizzo di OptQuest. Vengono inoltre forniti dettagli su ciascun pannello e ciascuna finestra di dialogo di OptQuest.

Panoramica

► Per impostare e ottimizzare un modello con OptQuest seguire i passi indicati di seguito.

1. Creazione di un modello Crystal Ball del problema.
2. Definizione delle variabili decisionali in Crystal Ball.
3. In OptQuest, selezionare l'obiettivo della previsione e definire gli eventuali requisiti.
4. Selezione delle variabili decisionali da ottimizzare.
5. Specificazione degli eventuali vincoli relativi alle variabili decisionali.
6. Selezione delle impostazioni dell'ottimizzazione.
7. Esecuzione dell'impostazione.
8. Interpretazione dei risultati.

Per utenti di versioni di OptQuest precedenti a 11.1.1.x

Se si utilizzava una versione di OptQuest precedente alla versione 11.1.1.x è opportuno tenere conto di alcune modifiche significative. L'interfaccia utente è stata riprogettata per agevolarne l'utilizzo. Al fine di aumentare la flessibilità sono state introdotti cinque tipi di variabili decisionali.

Un'altra differenza è che le impostazioni di ottimizzazione non vengono più memorizzate in file .opt. Per ulteriori informazioni sul salvataggio delle impostazioni e delle opzioni di ottimizzazione, fare riferimento a [“Salvataggio delle impostazioni e dei modelli di ottimizzazione” a pagina 55](#). Il visualizzatore di file .opt fornito agevola il trasferimento delle impostazioni dai file .opt alle cartelle di lavoro dei modelli di questa versione. Per ulteriori informazioni fare riferimento a [“Trasferimento di impostazioni dai file .opt” a pagina 57](#).

Sviluppo di un modello di ottimizzazione di Crystal Ball

Prima di utilizzare OptQuest è necessario sviluppare un modello di Crystal Ball. Ciò implica la generazione di un foglio di calcolo accuratamente verificato in Microsoft Excel e, successivamente, la definizione delle celle di ipotesi e di previsione utilizzando Crystal Ball. Per assicurarsi che il funzionamento del modello sia corretto e che i risultati siano quelli attesi, perfezionare il modello Crystal Ball ed eseguire numerose simulazioni.

Sviluppo di un foglio di lavoro

Per generare il modello del foglio di calcolo è necessario avvalersi di validi principi di progettazione, poiché in tal modo se ne facilita la comprensione e la modifica.

Il foglio di calcolo deve includere:

- Un titolo descrittivo.
- Un'area di dati di input distinta dallo spazio di output e di lavoro. Collocare tutte le variabili di input nelle proprie celle in modo che, successivamente, sia possibile definirle come ipotesi o variabili decisionali.
- Uno spazio di lavoro per tutti i calcoli complessi, le formule e le tabelle dati.
- Una sezione distinta di output che presenta i risultati del modello.

A titolo di esempio, esaminare il modello del foglio di calcolo Portfolio Allocation ([Figura 23 a pagina 70](#)).

Tutte le ipotesi si trovano tra la riga 5 e la riga 8. Le righe dalla 13 alla 16 sono riservate alle variabili decisionali, create dagli utenti durante le esercitazioni di OptQuest. Le celle di previsione, durante il calcolo, fanno riferimento alle celle delle variabili di input e non direttamente ai valori. Pertanto, è possibile modificare facilmente qualsiasi valore perché i calcoli di previsione vengano aggiornati automaticamente.

Di seguito vengono presentati altri suggerimenti volti a rendere più fruibile il foglio di calcolo.

- Fare riferimento ai dati di input solo con i riferimenti di cella o con i nomi di intervallo in modo che eventuali modifiche vengano automaticamente riflesse in tutto il foglio di lavoro.
- Fare un uso appropriato dei formati, ad esempio per la valuta o per le virgole.
- Suddividere i calcoli complessi in più celle in modo da ridurre la minimo la possibilità di errore e di migliorare la comprensibilità.
- Per maggiore chiarezza, se lo si desidera, inserire i commenti accanto alle celle delle formule.
- Per una discussione più approfondita di una valida progettazione dei fogli di calcolo, consultare uno dei riferimenti bibliografici tra quelli elencati nella sezione relativa a OptQuest del manuale *Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide*.

Definizione di ipotesi, variabili decisionali e previsioni

Dopo aver generato e verificato il foglio di calcolo, si definiscono le ipotesi, le variabili decisionali e le previsioni. Per informazioni più dettagliate sulla definizione di ipotesi, variabili decisionali e previsioni, fare riferimento al *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

Impostazione delle preferenze di esecuzione di Crystal Ball

Per impostare le preferenze di esecuzione di Crystal Ball, selezionare Preferenze esecuzione nella barra multifunzione di Oracle Crystal Ball. Per l'ottimizzazione, vengono generalmente utilizzate le impostazioni di Crystal Ball riportate di seguito.

- Scheda Prove: Numero massimo di prove da eseguire impostato su 1000.

Le statistiche sulla tendenza centrale, ad esempio sulla media, la mediana e la moda, in genere sono sufficientemente stabili se si imposta un valore compreso tra 500 e 1000 prove per la simulazione. I percentili estremi e i valori di intervallo massimo e minimo richiedono generalmente almeno 2000 prove.

- Scheda Campionamento: metodo di campionamento impostato su Ipercubo latino con le dimensioni di bin predefinite.

Il campionamento Ipercubo latino consente di aumentare la qualità delle soluzioni, in particolare per la precisione della statistica sulle medie.

- Scheda Campionamento: Generazione di numeri casuali impostato su Usa stessa sequenza di numeri casuali e Valore predefinito iniziale impostato su 999.

Il valore predefinito iniziale determina il primo numero della sequenza di numeri casuali generato per le celle di ipotesi. È possibile quindi ripetere le simulazioni utilizzando lo stesso set di numeri casuali per confrontare accuratamente i risultati della simulazione. Se non si imposta un valore predefinito iniziale, OptQuest sceglie automaticamente un valore predefinito casuale e lo utilizza come valore predefinito iniziale per ogni simulazione eseguita.

Quando le previsioni di Crystal Ball presentano outlier estremi, eseguire l'ottimizzazione con molti valori predefiniti diversi per valutare la stabilità di una soluzione.

- Scheda Velocità: se possibile, eseguire la simulazione con la velocità massima.



Nota:

L'uso di Velocità massima può creare problemi di compatibilità del modello in alcune condizioni. Per ulteriori dettagli, fare riferimento alla sezione Preferenze di esecuzione e all'Appendice C della *Guida per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

Dopo aver definito le ipotesi, le variabili decisionali e le previsioni di Crystal Ball, è possibile iniziare il processo di ottimizzazione con OptQuest.

Avvio di OptQuest

- Per avviare OptQuest:

1. Selezionare **OptQuest** nella barra multifunzione di Crystal Ball.

Verrà avviata la procedura guidata di OptQuest.

2. Impostare l'ottimizzazione inserendo i dati richiesti nei pannelli della procedura guidata. Il primo passo del processo prevede la selezione di un obiettivo di previsione da ottimizzare.



Nota:

Questa versione di OptQuest non utilizza file con estensione .opt. Se si desidera recuperare impostazioni da file .opt esistenti e utilizzare in questa versione di OptQuest, fare riferimento a [“Trasferimento di impostazioni dai file .opt” a pagina 57.](#)

Selezione dell'obiettivo della previsione

Quando viene avviata la procedura guidata OptQuest, viene aperto il pannello Obiettivi, simile a quanto illustrato nella [Figura 15 a pagina 58](#). Al primo avvio della procedura guidata viene aperta la schermata introduttiva. Per visualizzare il pannello relativo agli obiettivi, fare clic su Avanti.

Nel pannello, selezionare la statistica delle previsioni che si desidera massimizzare, minimizzare o impostare su un valore target. Se lo si desidera, è possibile definire uno o più requisiti per la previsione obiettivo o per altre previsioni.

[Figura 24 a pagina 72](#) consente di visualizzare un obiettivo predefinito, inclusa la prima previsione individuata nel modello.



Nota:

È possibile definire più di un obiettivo, ma è possibile utilizzarne uno solo alla volta. Per eliminare un obiettivo dall'ottimizzazione corrente, selezionare **Escludi**.

► Per definire un obiettivo della previsione e, facoltativamente, i requisiti procedere come indicato di seguito.

1. Se si sono aperte più cartelle di lavoro, selezionare la cartella con i dati da ottimizzare mediante l'elenco **Cartella di lavoro primaria**.
2. Fare clic su **Aggiungi obiettivo**.

L'obiettivo predefinito viene visualizzato nell'area relativa agli obiettivi.

3. Rivedere la definizione dell'obiettivo predefinito. Il formato è Operazione, Statistica, Previsione.
 - a. Se per il modello esistono più previsioni, l'obiettivo predefinito include la stessa previsione che si desidera includere nell'obiettivo? In caso contrario, fare clic sulla previsione sottolineata e sostituirla con quella desiderata. Se sono disponibili più di dieci previsioni, nella parte inferiore dell'elenco viene visualizzato **Altre previsioni**. Selezionare questa voce per visualizzare la finestra di dialogo di selezione delle previsioni.
 - b. Si desidera massimizzare una statistica per la previsione? Se si preferisce minimizzarla o impostarla su un valore target, fare clic sull'operazione sottolineata e selezionare un'alternativa.
 - c. La statistica sottolineata è quella che si preferisce utilizzare? In caso contrario, fare clic e sceglierne una diversa. Se si sono attivate le funzionalità di capacità dei processi di Crystal Ball e si è definito un limite LSL o USL, nell'elenco delle statistiche saranno disponibili le statistiche sulla capacità dei processi.



Nota:

In molti casi, la media della previsione è la statistica più appropriata per l'ottimizzazione, ma non sempre. Ad esempio, gli investitori che desiderino aumentare al massimo la redditività del portafoglio possono voler utilizzare, come obiettivo, il 90° o il 95° percentile. Nei risultati verranno visualizzate le soluzioni con la massima probabilità di ottenere il maggior rendimento possibile. Analogamente, per ridurre al minimo il potenziale di ribasso del portafoglio, possono voler utilizzare, come obiettivo, il 5° o il 10° percentile in modo da ridurre l'eventualità di perdite importanti. Per realizzare diversi obiettivi è possibile utilizzare altre statistiche. Per una descrizione delle statistiche disponibili, fare riferimento al Glossario, alla Guida in linea e al manuale *Oracle Crystal Ball Statistical Guide*.

4. **Facoltativo:** definire i requisiti.

- a. Per aggiungere un requisito, fare clic su **Aggiungi requisito**. Verrà visualizzato un requisito predefinito.
- b. Osservare la statistica predefinita. È quella desiderata? Per rivedere l'elenco delle scelte disponibili, fare clic sulla statistica sottolineata e, se lo si desidera, selezionarne un'altra. In base alla scelta, la definizione del requisito potrebbe variare.
- c. Rivedere la previsione. Se lo si desidera, fare clic sulla previsione sottolineata e selezionarne un'altra.
- d. Rivedere l'operatore del requisito. La statistica selezionata può essere inferiore o uguale a un valore selezionato, maggiore o uguale a un valore selezionato o compresa tra due valori selezionati inclusi gli estremi. Fare clic sul limite sottolineato per selezionarne un altro. Se si seleziona **Tra**, viene visualizzato un valore target supplementare.
- e. Rivedere e adeguare il o i valori target. Per modificare un valore, selezionarlo e digitare un nuovo numero.
- f. Per aggiungere requisiti supplementari, ripetere le fasi da 3a a 3e. I nuovi requisiti sono duplicati dell'ultimo inserito.
- g. **Facoltativo:** per impostare i limiti delle variabili per l'analisi Frontiera efficiente, selezionare una variabile e fare clic su **Frontiera efficiente**. Per informazioni più dettagliate, fare riferimento a [“Analisi Frontiera efficiente” a pagina 21](#).



Nota:

È possibile creare più requisiti senza utilizzarli tutti in una volta. Se si seleziona **Escludi**, il requisito non viene utilizzato nell'ottimizzazione OptQuest corrente.

5. **Facoltativo:** se si dispone di un file .opt di una versione precedente di OptQuest, fare clic su **Importa** per aprire il file e utilizzarlo al fine di definire nuovi obiettivi, requisiti e vincoli. Per informazioni più dettagliate, fare riferimento a [“Trasferimento di impostazioni dai file .opt” a pagina 57](#).
6. **Facoltativo:** per eliminare un requisito, selezionarlo e fare clic su **Elimina**.
7. Al termine delle impostazioni di obiettivo e requisito, fare clic su **Avanti**.

Viene aperto il pannello **Variabili decisionali**.

Selezione delle variabili decisionali da ottimizzare

Quando si fa clic su Avanti nel pannello Obiettivi, viene aperto il pannello Variabili decisionali, simile a quanto illustrato in [Figura 25 a pagina 73](#). Vengono elencate tutte le variabili decisionali, congelate o meno, definite in tutte le cartelle di lavoro aperte di Microsoft Excel.

Il passo successivo del processo di ottimizzazione consiste nella selezione delle variabili decisionali da ottimizzare. Il valore di ogni variabile decisionale varia ad ogni simulazione finché OptQuest individua i valori che determinano l'obiettivo migliore. Per alcune analisi, è possibile fissare il valore di determinate variabili decisionali e ottimizzare il resto.

In base alle impostazioni predefinite, vengono visualizzate tutte le variabili decisionali di tutte le cartelle di lavoro aperte, anche quelle che nel modello sono congelate. Le variabili decisionali congelate presentano un segno di spunta nella colonna Congela. Se lo si desidera è possibile cancellarle e includerle nell'ottimizzazione. È necessario tenere presente, tuttavia, che se si congela o si scongela una variabile decisionale, questa modifica si riflette anche sul modello.

OptQuest utilizza i limiti, il caso base (valore iniziale) e il tipo di variabile decisionale inserito quando si sono definite le variabili decisionali.

Se si sceglie di visualizzare la posizione delle celle, nel pannello delle variabili decisionali vengono visualizzate le seguenti colonne supplementari: Indirizzo cella, Foglio di lavoro e Cartella di lavoro.

► Per confermare e modificare le selezioni procedere come indicato di seguito.

1. Rivedere le variabili elencate. Selezionare **Congela** per le variabili che si desidera escludere dall'ottimizzazione OptQuest.
2. **Facoltativo:** modificare i limiti inferiore e superiore, il caso base o il tipo di variabile per ogni variabile decisionale presente nell'elenco. Evidenziare il valore esistente e sovrascriverlo. In tal modo, la definizione di variabile decisionale del foglio di lavoro viene modificata.

In relazione a queste impostazioni si osservino i fattori indicati di seguito.

- Più sono stringenti i limiti specificati, minore è il numero di valori che OptQuest deve cercare per individuare la soluzione ottimale. Questa efficienza tuttavia comporta il rischio di perdere la soluzione ottimale se questa non rientra tra i limiti specificati.
- In base all'impostazione predefinita, OptQuest utilizza i valori cella del caso base del modello di Crystal Ball come soluzione iniziale suggerita. Se i valori suggeriti non rientrano nei limiti specificati o non soddisfano i vincoli del problema, OptQuest li ignora.



Nota:

È possibile ordinare le variabili decisionali nel relativo pannello in base al nome, al tipo, allo stato di congelamento, all'indirizzo cella, al foglio di calcolo o alla cartella di lavoro. Per ordinare, fare clic sull'intestazione della colonna. Viene visualizzata una freccia che indica la direzione dell'ordinamento. L'ordine della colonna e la direzione delle variabili decisionali viene memorizzata come preferenza globale e viene utilizzata anche per impostare l'ordine delle variabili decisionali nei report e nei dati estratti.

3. Dopo aver selezionato le variabili decisionali, fare clic su **Avanti**.

Viene aperto il pannello **Vincoli**.

Specifica di vincoli

I vincoli di OptQuest limitano le possibili soluzioni a un modello in base a relazioni tra variabili decisionali. Il pannello Vincoli consente di specificare i vincoli lineari e non lineari. Ad esempio, nell'[Esercitazione 2 - Modello Portfolio](#)

[Allocation” a pagina 68](#), l'investimento totale è stato limitato a \$ 100.000. Nel pannello Vincoli, tale limite viene espresso con la formula:

Money Market fund + Income fund + Growth and Income fund + Aggressive Growth fund = 100000

Per impostazione predefinita, il pannello Vincoli viene aperto in modalità di immissione semplice. Con questa modalità, la maggior parte delle formule vincolo viene inserita nelle celle del foglio di calcolo. La formula del vincolo viene quindi completata nel pannello Vincoli mediante una semplice espressione condizionale, ad esempio `Sheet!A1 <= 100`.

Per ulteriori informazioni, fare riferimento alla sezione seguente [“Specifica di vincoli in modalità di immissione semplice” a pagina 31](#).

Se si passa alla modalità Immissione avanzata, è possibile inserire direttamente le formule vincolo. Fare riferimento a [“Specifica di vincoli in modalità Immissione avanzata” a pagina 31](#).



Nota:

È possibile creare più vincoli senza utilizzarli tutti in una volta. Se si seleziona **Escludi**, il vincolo non viene utilizzato nell'ottimizzazione OptQuest corrente.

Ora è possibile creare vincoli di massa mediante intervalli di celle ad entrambi i lati della formula vincolo sia in modalità Immissione semplice che in modalità Immissione avanzata ([“Utilizzo dei vincoli di massa” a pagina 36](#)).

Specifica di vincoli in modalità di immissione semplice

Quando si fa clic nel pannello Variabili decisionali o su Vincoli nell'elenco di navigazione viene aperto il pannello Vincoli, simile a quanto illustrato in [Figura 26 a pagina 74](#).

Per impostazione predefinita, il pannello Vincoli viene aperto in modalità di immissione semplice. Se si fa clic su **Aggiungi vincolo** è possibile fare riferimento a celle contenenti formule sia per il lato sinistro che per il lato destro della formula del vincolo, nonché selezionare un operatore. In alternativa è possibile inserire un valore per il lato destro o sinistro. Per ulteriori informazioni sulle formule consentite per i vincoli, fare riferimento a [“Regole e sintassi per i vincoli” a pagina 34](#).

Per un esempio d'uso della modalità di immissione semplice, fare riferimento a [“Specifica di vincoli” a pagina 73](#).

Specifica di vincoli in modalità Immissione avanzata

➤ Per utilizzare il pannello Vincoli in modalità Immissione avanzata:

1. Passare alla modalità Immissione avanzata selezionando **Immissione avanzata** nell'angolo dell'editor dei vincoli.
2. Nell'editor vincoli, inserire una formula matematica. Per modificare la formula utilizzare i pulsanti situati nella parte inferiore del pannello **Vincoli**.

Per informazioni sulla sintassi dell'editor dei vincoli, fare riferimento a [“Regole e sintassi per i vincoli” a pagina 34](#).

È inoltre possibile inserire porzioni di una formula vincoli nelle celle del foglio di calcolo e quindi fare riferimento nella formula a tali celle, separate da un operatore. Fare riferimento a [“Vincoli e riferimenti di cella in modalità Immissione avanzata” a pagina 35](#).

3. Inserire eventuali vincoli aggiuntivi nelle relative linee.
4. Al termine, fare clic su **Avanti** per visualizzare il pannello **Opzioni**.



Nota:

In modalità Immissione avanzata è possibile copiare e incollare i vincoli da duplicare con le combinazioni di tasti CTRL+C e CTRL+V per poi modificarli. È inoltre possibile incollare le formule dagli Appunti, ma solo in modalità Immissione avanzata.

Esempio di Immissione avanzata

Per attivare la modalità Immissione avanzata, selezionare Immissione avanzata nel pannello Vincoli della procedura guidata di OptQuest. Verrà aperta la casella di modifica Vincoli.

Inizialmente la casella è vuota. I pulsanti presenti nella parte inferiore della finestra di dialogo consentono di creare una formula. È possibile inserire formule lineari o non lineari ed è possibile inserire un qualsiasi numero di formule, purché ogni formula vincolo si trovi su una propria riga distinta. Per ulteriori informazioni fare riferimento a [“Editor dei vincoli e pulsanti relativi” a pagina 33](#).

In questo caso si supponga di voler creare una formula che sommi tutte le variabili decisionali e che il valore risultante debba essere pari a \$100.000, come descritto in [“Esercitazione 2 - Modello Portfolio Allocation” a pagina 68](#).

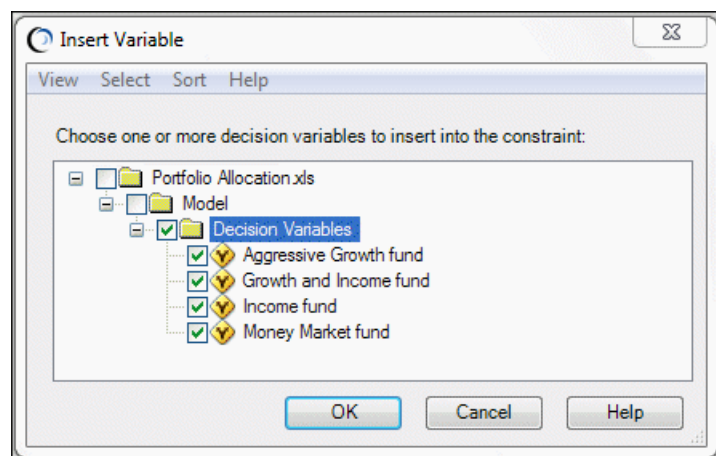
Esempio di editor vincoli

► Per creare la formula:

1. Fare clic su **Inserisci variabile**.

Verrà aperta la finestra di dialogo **Inserisci variabile**.

Figura 2. Finestra di dialogo Inserisci variabile, modello Portfolio Allocation



- Volendo includere le quattro variabili decisionali nella formula vincolo, selezionare i singoli nomi. Per selezionare contemporaneamente le quattro variabili, selezionare la casella accanto a **Variabili decisionali**. Quindi, fare clic su **OK**.

La somma delle variabili viene visualizzata nella casella di modifica:

Constraints	Type	Exclude
1 Aggressive Growth fund + Growth and Income fund + Income fund + Money Market fund		<input type="checkbox"/>

- Dopo **Money Market fund**, digitare il segno di uguale (=).
- Inserire l'investimento totale pari a \$ 100.000, senza simbolo o punto decimale, in modo che il vincolo finale sia:

Money market fund + Income fund + Growth and income fund + Aggressive growth fund = 100000



Nota:

Nei vincoli non utilizzare il simbolo di dollaro, di euro o la virgola. Per altre regole sulle formule vincolo, fare riferimento a [“Regole e sintassi per i vincoli” a pagina 34](#).

- Per proseguire fare clic su **Avanti**.

Viene aperto il pannello **Opzione**, simile a quanto illustrato in [“Regole e sintassi per i vincoli” a pagina 34](#).

Editor dei vincoli e pulsanti relativi

L'editor dei vincoli si trova nella parte superiore dell'editor dei vincoli. Nella parte inferiore sono disponibili i pulsanti che nella modalità Immissione avanzata consentono di eseguire le attività riportate di seguito.

Pulsante	Descrizione
Inserisci variabile	Consente di elencare tutte le variabili decisionali che è possibile inserire. Se si seleziona più di una variabile, queste vengono inserite nell'editor separate dal simbolo "+".
Inserisci riferimento	Consente di visualizzare la finestra di dialogo Riferimento di cella , nella quale è possibile indicare una cella o specificare una formula da includere nella formula vincolo che si sta creando. Per ulteriori informazioni, fare riferimento a “Vincoli e riferimenti di cella in modalità Immissione avanzata” a pagina 35 .
Aggiungi commento	Consente di visualizzare la finestra di dialogo Aggiungi commento nella quale è possibile inserire un commento che descriva il vincolo. Il commento viene visualizzato accanto al vincolo nel pannello Vincoli . Il commento viene incluso nei report e visualizzato nella finestra Risultati OptQuest per agevolare l'identificazione del vincolo.
Frontiera efficiente	Consente di modificare il vincolo selezionato per inserire un limite inferiore o superiore da utilizzare nell'analisi Frontiera efficiente. Per ulteriori informazioni, fare riferimento a “Analisi Frontiera efficiente” a pagina 21 . Se si è già inserito nel pannello Obiettivi un requisito di variabile, viene visualizzato un messaggio che chiede se si desidera utilizzare al suo posto il vincolo selezionato.
Elimina	Consente di eliminare il vincolo selezionato.

Per aggiungere una variabile o il riferimento a un vincolo, collocare il cursore nella posizione desiderata e digitare il nome della variabile o fare clic sul pulsante **Inserisci variabile** per selezionare una o più voci dall'elenco delle variabili. È possibile definire qualsiasi numero di vincoli.

Regole e sintassi per i vincoli

In genere, le formule dei vincoli sono analoghe a quelle standard di Microsoft Excel. Le formule dei vincoli presentano le caratteristiche riportate di seguito.

- Sono costituite da combinazioni matematiche di costanti, variabili decisionali selezionate e altri elementi.
- Ogni vincolo deve trovarsi in una riga a sé stante.
- Possono essere lineari o non lineari. È possibile moltiplicare una variabile decisionale per una costante (lineare) e per un'altra variabile decisionale (non lineare).
- Non possono essere presenti virgole, simboli di dollaro o altri simboli non matematici.

In modalità Immissione avanzata è possibile inserire le variabili decisionali direttamente per nome, ma in modalità immissione semplice è possibile farvi riferimento nelle formule del foglio di calcolo solo mediante la posizione della cella o il nome di intervallo.

In modalità di immissione semplice, i riferimenti di celle e i nomi di intervallo non possono essere preceduti dal segno meno per indicare che devono essere sottratti da un valore a meno che facciano parte dell'espressione di una formula e non siano un riferimento di celle o un nome intervallo isolati.

Se si utilizza il selettore celle in modalità di immissione semplice, è possibile selezionare solo riferimenti di celle e nomi intervallo semplici. Non è possibile includere coefficienti o operatori matematici.

In genere, le formule di vincolo fanno sempre riferimento, direttamente o indirettamente, ad almeno una variabile decisionale. Esistono casi in cui, tuttavia, si può impostare il valore di una formula di vincolo con altri metodi, ad esempio una macro definita dall'utente o altri processi. In questi casi, inserire il vincolo utilizzando la forma *cell_reference < costante*. OptQuest identifica tale vincolo come tipo costante poiché non include variabili decisionali, e può generare un avviso secondo il quale il vincolo potrebbe non produrre soluzioni attuabili se non si presta sufficiente attenzione.

Le operazioni matematiche ammesse nelle formule di vincolo sono riportate di seguito.

Tabella 1. Operazioni matematiche nel pannello Vincoli di OptQuest

Operazione	Sintassi	Esempio
Addizione	Utilizzare il simbolo + tra i termini	$\text{var1} + \text{var2} = 30$
Sottrazione	Utilizzare il simbolo - tra i termini	$\text{var1} - \text{var2} = 12$
Moltiplicazione	Utilizzare il simbolo * tra i termini	$4.2 * \text{var1} \geq 9$
Divisione	Utilizzare il simbolo / tra i termini	$4.2 / \text{var1} \geq 18$
Uguaglianze e disuguaglianze	Utilizzare =, <= o >= tra il lato sinistro e il lato destro del vincolo. Si osservi che < e > vengono considerati come <= e >= nel caso di vincoli che implicano variabili decisionali continue.	$\text{var1} * \text{var2} \leq 5$
Esponenti	Utilizzare ^ tra un termine e la relativa potenza	var1^3

Si osservi che gli esempi presenti in [Tabella 1 a pagina 34](#) si riferiscono alla modalità Immissione avanzata. In modalità di immissione semplice, l'espressione a sinistra dell'operatore viene inserita in una cella del foglio di calcolo. La

formula effettiva del pannello Vincoli comprenderà un riferimento di cella, l'operatore e un valore o un altro riferimento di cella. Per un esempio, fare riferimento a [Figura 29 a pagina 75](#).



Nota:

Sebbene in questi esempi la formula venga sempre visualizzata a sinistra dell'operatore, la formula o il riferimento di cella a una formula del foglio di calcolo, si può trovare sia a sinistra che a destra.

Nelle formule di vincolo è inoltre possibile utilizzare le funzioni di Microsoft Excel e i nomi di intervallo.

Se si utilizza la modalità Immissione avanzata, i calcoli vengono effettuati in base alle seguenti priorità: innanzitutto moltiplicazione e divisione, quindi addizione e sottrazione. Ad esempio, $5 * E6 + 10 * F7 - 26 * G4$ significa: moltiplicare per 5 il valore della cella E6, aggiungere il risultato al prodotto del valore della cella F7 moltiplicato per 10 e sottrarre dal risultato il prodotto del valore della cella G4 moltiplicato per 26. Per modificare le precedenze è possibile utilizzare le parentesi. In modalità di immissione avanzata, le formule vengono create in Microsoft Excel e valgono le regole di precedenza di quest'ultimo.



Nota:

OptQuest ora supporta le formule di vincolo con intervalli di celle, ad esempio $A1:A3 < B1:B3$. Per informazioni più dettagliate, fare riferimento a [“Utilizzo dei vincoli di massa” a pagina 36](#).

Vincoli e riferimenti di cella in modalità Immissione avanzata

In [“Specifica di vincoli in modalità di immissione semplice” a pagina 31](#) viene descritto come creare le formule nelle celle dei fogli di calcolo e come farvi riferimento per la creazione di vincoli. Per semplificare le formule vincolo è inoltre possibile utilizzare i riferimenti di cella.

➤ A questo scopo, in modalità Immissione avanzata procedere come indicato di seguito.

1. Inserire la formula per il lato sinistro del vincolo in una cella del foglio di calcolo. Nell'esempio di [“Specifica di vincoli in modalità di immissione semplice” a pagina 31](#), nella cella G13 è stato inserito $=SUM(C13:C16)$.
2. Si valuti cosa utilizzare per il lato destro della formula. Può trattarsi di un solo valore o di una formula che si risolve in una costante.
3. Stabilire la relazione tra il lato sinistro e il destro: $=$, $<=$, $>=$.
4. Eseguire OptQuest per visualizzare il pannello **Vincoli**.
5. Con il cursore in una casella di testo della formula vincolo, fare clic su **Inserisci riferimento**. Puntare alla cella con il lato sinistro della formula e fare clic su **OK**.
6. Dopo il riferimento di cella, digitare l'operatore della relazione.
7. Fare nuovamente clic su **Inserisci riferimento** e puntare alla cella per il lato destro della formula. Fare nuovamente clic su **OK**. In alternativa, è possibile digitare un valore numerico al posto del riferimento di cella.

È possibile aggiungere vincoli supplementari o altre impostazioni OptQuest e, al termine, eseguire l'ottimizzazione.

Per risultati migliori, evitare di inserire un'intera formula, operatore incluso, in una cella e di fare riferimento a quella cella in una formula vincolo che verifichi se la formula è vera o falsa. Ad esempio, si supponga che la cella G6 contenga

=SUM(B2:E2) >= 10. Non definire un vincolo come G6 = TRUE. Questo metodo non offre a OptQuest le informazioni necessarie per migliorare la soluzione.

È preferibile invece suddividere il lato sinistro e destro dell'equazione e inserire nel pannello Vincoli l'operatore condizionale (=, >=, <=). In questo esempio, la cella G6 può contenere =SUM(B2:E2) e il vincolo può essere scritto come G6 >= 10.

Tipi di vincolo

I vincoli possono essere lineari, non lineari, costanti (in determinati casi) o misti.

- I vincoli di tipo **Lineare** sono più efficienti nel generare soluzioni attuabili da provare. Questi vincoli vengono valutati da OptQuest prima di generare una soluzione.
- I vincoli di tipo **Non lineare** vengono calcolati da Microsoft Excel prima dell'esecuzione di una simulazione. Possono essere più lenti da valutare se includono molte funzioni di Microsoft Excel o se fanno riferimento a molte formule del foglio di calcolo. I vincoli non lineari sono meno efficienti nella generazione di soluzioni attuabili.
- I vincoli di tipo **Costante** rappresentano in genere un errore, salvo quando per impostare i valori in una cella del foglio di calcolo di riferimento si utilizzi una macro definita dall'utente oppure la funzione di estrazione automatica di Crystal Ball. Per ulteriori informazioni sulle macro definite dall'utente e sui vincoli costante, fare riferimento a OptQuest Developer Kit in *Oracle Crystal Ball Developer's Guide*.
- I vincoli di tipo **Misto** sono costituiti da un set di vincoli di massa che includono vincoli di più tipi.

Quando si crea un vincolo, il relativo tipo viene visualizzato dopo la formula.

Utilizzo dei vincoli di massa

Sottoargomenti

- [Regole per i vincoli di massa](#)
- [Esempio di vincoli di massa](#)

I vincoli di massa di Crystal Ball Decision Optimizer consentono di combinare vincoli utilizzando intervalli di celle, ad esempio A1:A3 < B1:B3. Si tratta di una notazione abbreviata che corrisponde alla definizione di tre vincoli: A1 < B1, A2 < B2 e A3 < B3.

Per informazioni ed esempi su tali regole, fare riferimento agli argomenti elencati all'inizio di questa sezione.

Regole per i vincoli di massa

Nella creazione dei vincoli di massa, si considerino le regole riportate di seguito.

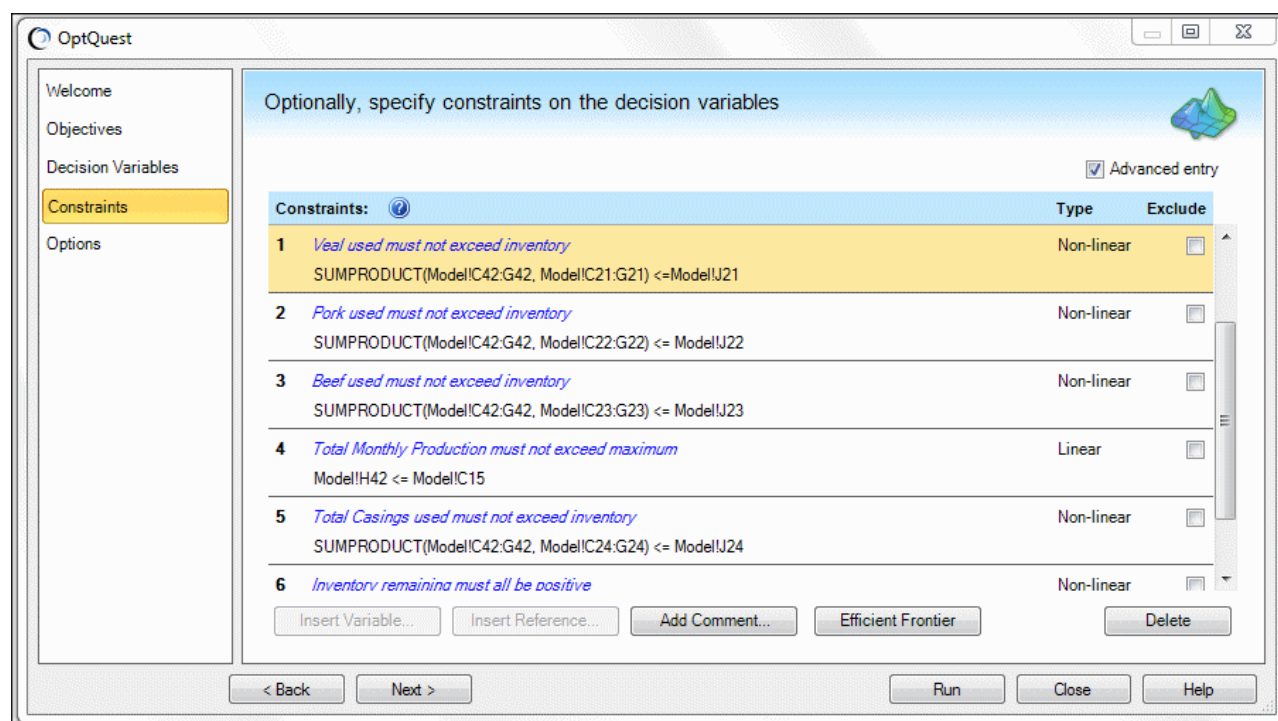
- È possibile inserire i vincoli di massa in modalità Immissione semplice o Immissione avanzata.

- Il lato destro di una formula vincolo di massa può essere costituito da un'unica costante o da un riferimento di cella anziché da un intervallo.
- Se si inseriscono due intervalli cella, questi devono avere lo stesso numero di celle.
- Se esiste una cella vuota nello stesso punto in entrambi gli intervalli, il vincolo viene ignorato.
- Se i vincoli sono uguali, nella colonna **Tipo** viene visualizzato **Lineare**, **Non lineare** o **Costante**. In caso contrario, il tipo è **Misto**.
- Per migliori prestazioni, gli intervalli di celle non devono comprendere più di 1.000 celle.
- Il pulsante **Frontiera efficiente** è disabilitato quando nel pannello **Vincoli** sono selezionati i vincoli di massa.
- Se una formula vincolo di massa contiene errori, per il vincolo di massa viene visualizzato un errore con un'icona rossa.
- Gli intervalli cella devono essere contigui, rappresentati con un singolo blocco rettangolare di celle.

Esempio di vincoli di massa

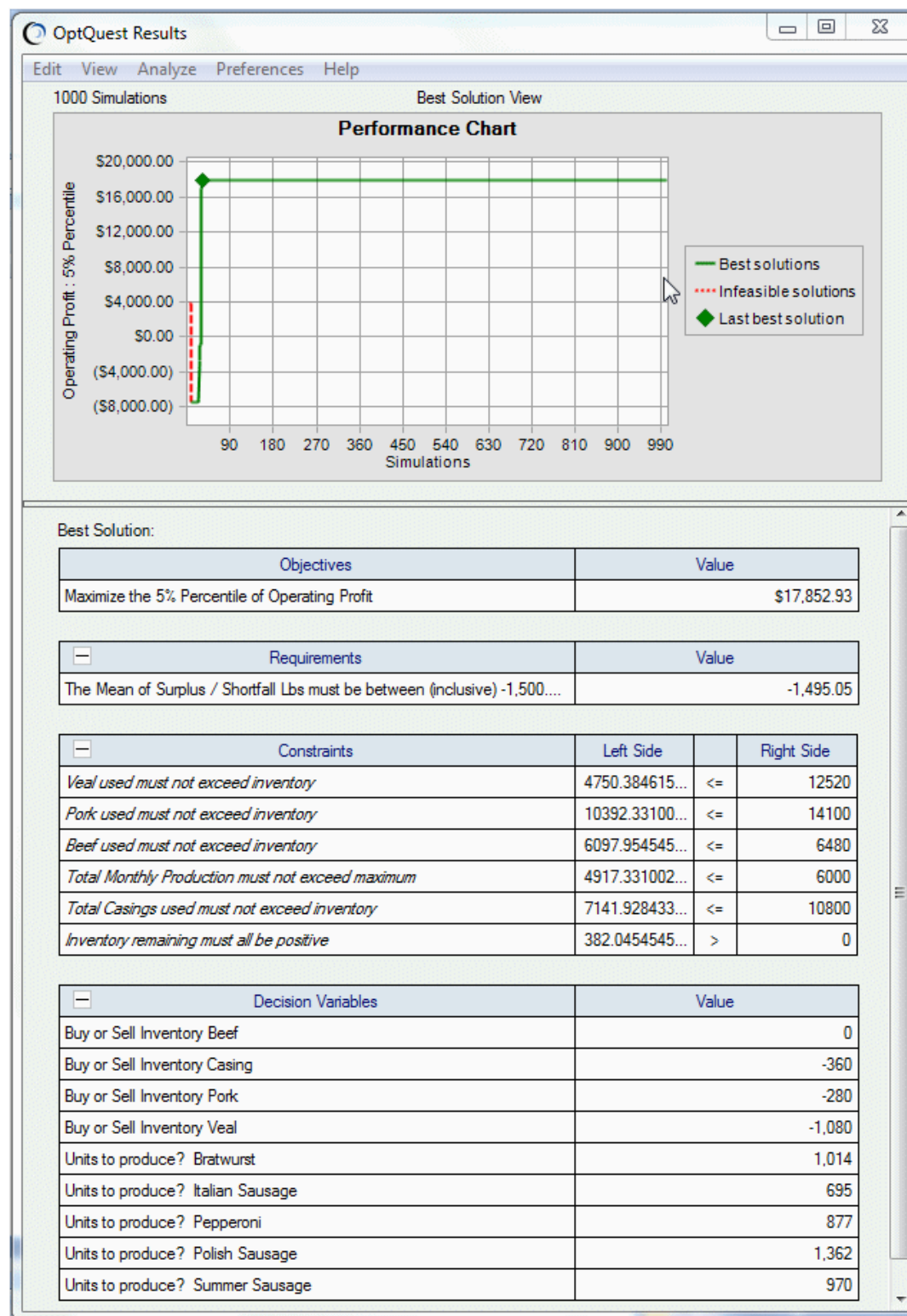
In questo esempio viene utilizzato il file di Crystal Ball Decision Optimizer denominato Product Mix.xlsx. Aprire il file, avviare OptQuest, quindi selezionare **Vincoli**; verrà visualizzato il pannello **Vincoli** (Figura 3 a pagina 37).

Figura 3. Pannello vincoli per il file di esempio Product Mix



Per ciascuno dei tre tipi di carne (veal, pork e beef, ossia vitello, maiale e manzo) viene utilizzata la formula SUMPRODUCT di Microsoft Excel (MATR.SOMMA.PRODOTTO nella versione italiana) per moltiplicare il peso di ciascuno dei cinque prodotti (in libbre) per la quantità di produzione e per stabilire che la quantità prodotta deve essere uguale o inferiore alla quantità di scorte disponibili. Il problema è ulteriormente limitato da un obiettivo e da un requisito, come illustrato nella finestra dei risultati di OptQuest (Figura 4 a pagina 38). Si osservi che per etichettare i vincoli vengono utilizzati i commenti.

Figura 4. Risultati di Product Mix con vincoli predefiniti



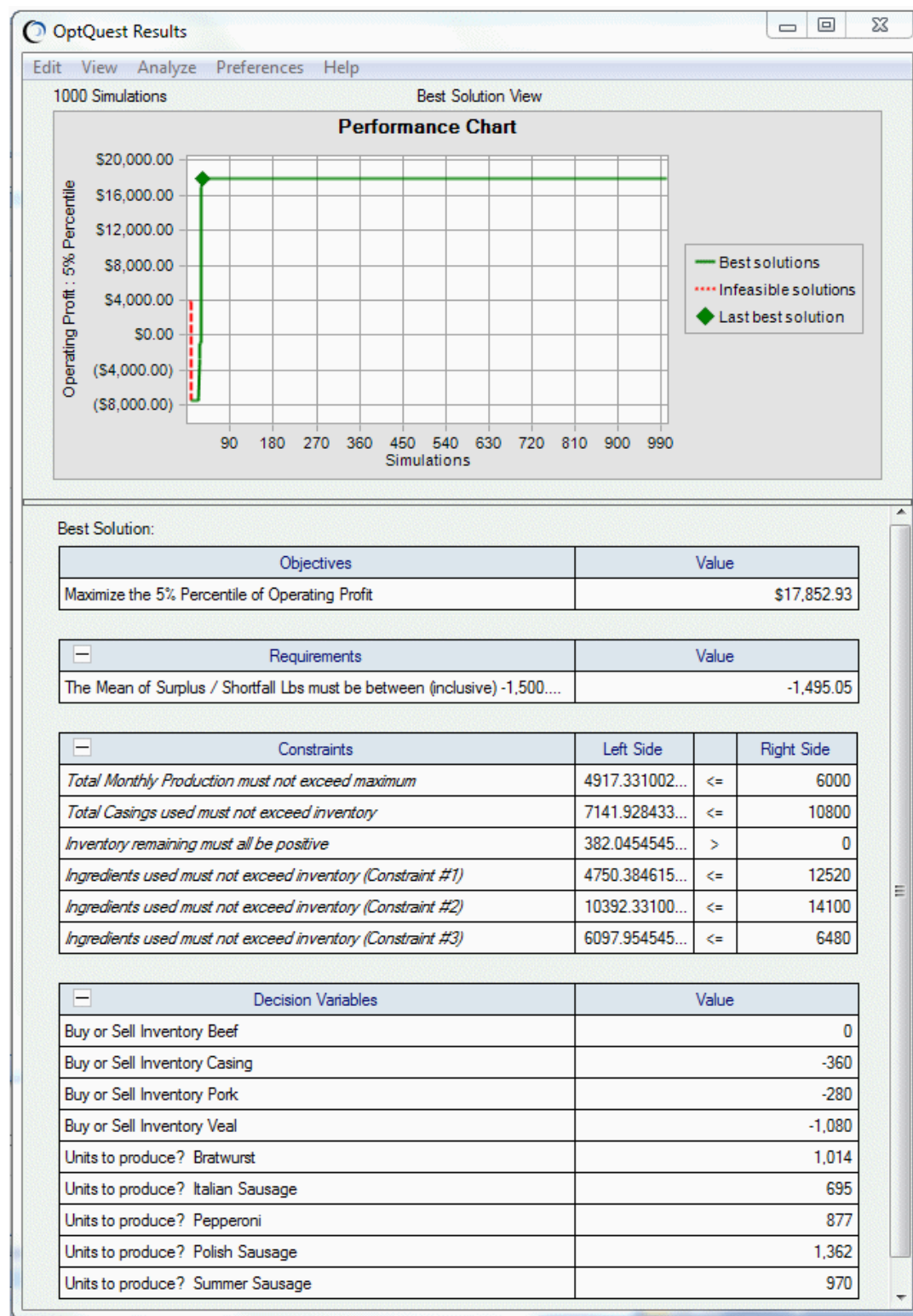
Per utilizzare i vincoli di massa, le formule SUMPRODUCT vengono inserite nelle celle P21, P22 e P23 e le scorte disponibili nelle celle J21, J22 e J23. Ad esempio, la cella P21 contiene =SUMPRODUCT(Model!C42:G42, Model!C21:G21). La formula vincolo viene riscritta in modo da fare riferimento a tali celle (Figura 5 a pagina 39).

Figura 5. Tre vincoli riscritti come unica formula vincoli di massa

Constraints: ?		Type	Exclude
1	<i>Ingredients used must not exceed inventory</i> Model!P21:P23 <=Model!J21:J23	Non-linear	<input type="checkbox"/>
2	<i>Total Monthly Production must not exceed maximum</i> Model!H42 <= Model!C15	Linear	<input type="checkbox"/>
3	<i>Total Casings used must not exceed inventory</i> SUMPRODUCT(Model!C42:G42, Model!C24:G24) <= Model!J24	Non-linear	<input type="checkbox"/>
4	<i>Inventory remaining must all be positive</i> MIN(Model!M21:M24) > 0	Non-linear	<input type="checkbox"/>
>			<input type="checkbox"/>

Figura 6 a pagina 40 illustra i risultati con la formula vincoli descritta in Figura 5 a pagina 39. Poiché è stato usato lo stesso valore di partenza per entrambe le ottimizzazioni, i risultati sono uguali, anche se l'ordine di presentazione è diverso. La visualizzazione dei risultati è distinta per ciascuna delle formule di vincolo, anche quando queste sono state originariamente definite con una sola equazione.

Figura 6. Risultati di Product Mix con la formula vincoli di massa



Opzioni di impostazione

Quando si fa clic su Avanti nel pannello Vincoli o si fa clic su Opzioni nell'elenco di navigazione viene aperto il pannello Opzioni, simile a quanto illustrato in [Figura 20 a pagina 66](#).

Il pannello Opzioni consente di impostare le opzioni di OptQuest inclusa la durata dell'ottimizzazione, in termini di tempo o di numero di simulazioni, le preferenze di simulazione di Crystal Ball, il tipo di ottimizzazione, ossia con o senza simulazione, la visualizzazione delle finestre, le impostazioni automatiche dei valori delle variabili decisionali e altro ancora.



Nota:

Se si sono salvate le impostazioni di una versione di OptQuest precedente alla versione 11.1.1, è necessario impostare nuove opzioni.

➤ Per modificare le impostazioni, procedere come indicato di seguito.

1. Selezionare le impostazioni desiderate, digitando un nuovo valore numerico.

Le impostazioni sono riportate di seguito.

Tabella 2. Impostazioni del pannello Opzioni di OptQuest

Opzione	Descrizione
Controllo ottimizzazione	Impostazioni che controllano la durata di esecuzione dell'ottimizzazione. Selezionare Esegui per __ simulazioni o Esegui per __ minuti e inserire il valore target. I valori predefiniti sono: 1000 simulazioni e 5 minuti. È inoltre possibile fare clic su Preferenze esecuzione per modificare le impostazioni della finestra di dialogo Preferenze esecuzione di Crystal Ball.
Tipo di ottimizzazione	Selezionare Con simulazione (stocastico) per eseguire una simulazione sulle variabili di ipotesi o selezionare Senza simulazione (deterministico) per utilizzare il caso base, ossia il valore della cella, per le celle di ipotesi.
Durante l'esecuzione	Impostazioni che controllano la visualizzazione della finestra dei grafici. Selezionare Mostra finestre di grafici definite per visualizzare il massimo delle informazioni possibili oppure Mostra solo finestre di previsioni target per prestazioni più veloci. L'impostazione predefinita è Aggiorna solo per nuove soluzioni migliori che consente di migliorare le prestazioni e di visualizzare solo i risultati relativi alla soluzione migliore. Per visualizzare i risultati delle previsioni di tutte le soluzioni, disabilitare questa impostazione.
Celle di variabile decisionale	Selezionare Lascia impostato su valori originali per lasciare nelle celle delle variabili decisionali i valori del caso base, ossia l'impostazione predefinita. Al termine di un'ottimizzazione, se lo si desidera è possibile copiare nelle celle qualsiasi soluzione tentata da OptQuest, inclusa la migliore. Selezionare Imposta automaticamente su soluzione migliore per aggiornare le celle delle variabili decisionali nella cartella di lavoro con la soluzione migliore individuata al termine dell'ottimizzazione.
Opzioni avanzate	Questo pulsante consente di visualizzare la finestra di dialogo Opzioni avanzate , con la quale è possibile interrompere anticipatamente una

Opzione	Descrizione
	simulazione se si raggiunge il livello di affidabilità o il numero di soluzioni non migliorabili definito. Per informazioni più dettagliate, fare riferimento a “Opzioni avanzate” a pagina 42 .

2. Dopo aver completato l'impostazione di tutte le opzioni e le altre impostazioni necessarie per OptQuest, fare clic su **Esegui**.

Opzioni avanzate

Le opzioni avanzate di OptQuest consentono di determinare l'arresto automatico dell'ottimizzazione in date circostanze.

- La prima impostazione, **Abilita test di affidabilità bassa**, arresta l'ottimizzazione attiva se l'intervallo di affidabilità attorno all'obiettivo di previsione indica che la soluzione corrente è inferiore alla soluzione migliore corrente. Questa impostazione opera soltanto se per l'obiettivo di previsione si sono utilizzate statistiche relative alla media, alla deviazione standard o al percentile.

Per determinare l'intervallo di affidabilità viene utilizzata l'impostazione **Livello di affidabilità** della scheda **Prove** della finestra di dialogo **Preferenze esecuzione**.

- La seconda impostazione, **Interrompi automaticamente dopo __ soluzioni senza miglioramento** arresta la simulazione attiva se, dopo aver calcolato il numero di soluzioni indicato, non è stata generata una nuova soluzione migliore. L'impostazione predefinita è disabilitata con un valore pari a 500.



Nota:

Quando si seleziona il test di affidabilità, OptQuest può restituire risultati diversi anche in presenza di uguali valori predefiniti. Per una completa equivalenza dei risultati da un'ottimizzazione all'altra, non selezionare **Abilita test di affidabilità bassa**.

Esecuzione di ottimizzazioni

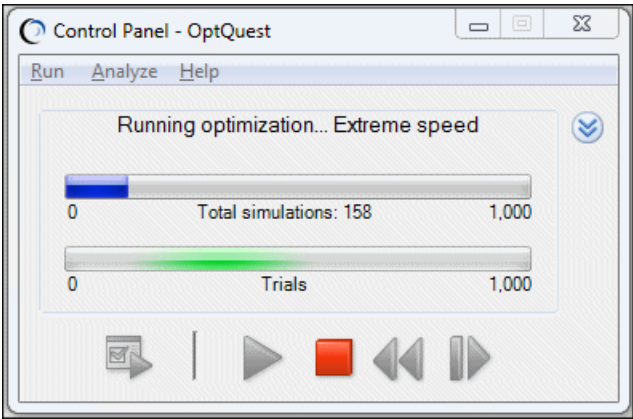
Per eseguire un'ottimizzazione, fare clic su **Esegui** nella parte inferiore di qualsiasi pannello delle procedure guidate di OptQuest. Dopo aver avviato l'ottimizzazione è possibile arrestarla, sospenderla, continuarla o riavviarla mediante i pulsanti del pannello di controllo.

Mentre si esegue un'ottimizzazione non è possibile lavorare in Crystal Ball o in Microsoft Excel né apportare modifiche in OptQuest, ma è possibile utilizzare altri programmi. Non chiudere Microsoft Excel, Crystal Ball o OptQuest mentre si esegue un'ottimizzazione.

Pulsanti e comandi del pannello di controllo di OptQuest

I pulsanti e i comandi del pannello di controllo di OptQuest consentono di avviare e arrestare un'ottimizzazione ([Figura 7 a pagina 43](#)).


Figura 7. Pannello di controllo di OptQuest



I menu del pannello di controllo sono uguali ai menu Esegui e Analizza di Crystal Ball. Il menu ? descrive il pannello di controllo. I pulsanti disponibili sono elencati di seguito.

Azione	Pulsante	Descrizione
Preferenze esecuzione		Apri una finestra di dialogo per il controllo delle ottimizzazioni.
Avvia o Continua		Avvia una nuova ottimizzazione o continua un'ottimizzazione sospesa.
Sospendi o Arresta		Sospende o arresta l'ottimizzazione corrente.
Reimposta		Reimposta l'ottimizzazione corrente e chiude tutti i risultati.

Le barre di avanzamento consentono di tenere traccia delle singole simulazioni e dell'ottimizzazione nel suo complesso. Se la velocità delle simulazioni è maggiore di una al secondo, viene visualizzata una barra di avanzamento scorrevole. Se per l'esecuzione dell'ottimizzazione si imposta un tempo massimo, nella barra di avanzamento superiore viene visualizzato il tempo trascorso anziché il numero delle simulazioni. Se l'ottimizzazione si arresta in anticipo per il raggiungimento del livello di affidabilità impostato oppure in mancanza di un miglioramento della soluzione per un determinato numero di simulazioni viene visualizzato un messaggio di notifica.

Se si fa clic sul pulsante **Altro**, , viene aperto un pannello con ulteriori informazioni sull'ottimizzazione.

Finestra Risultati di OptQuest

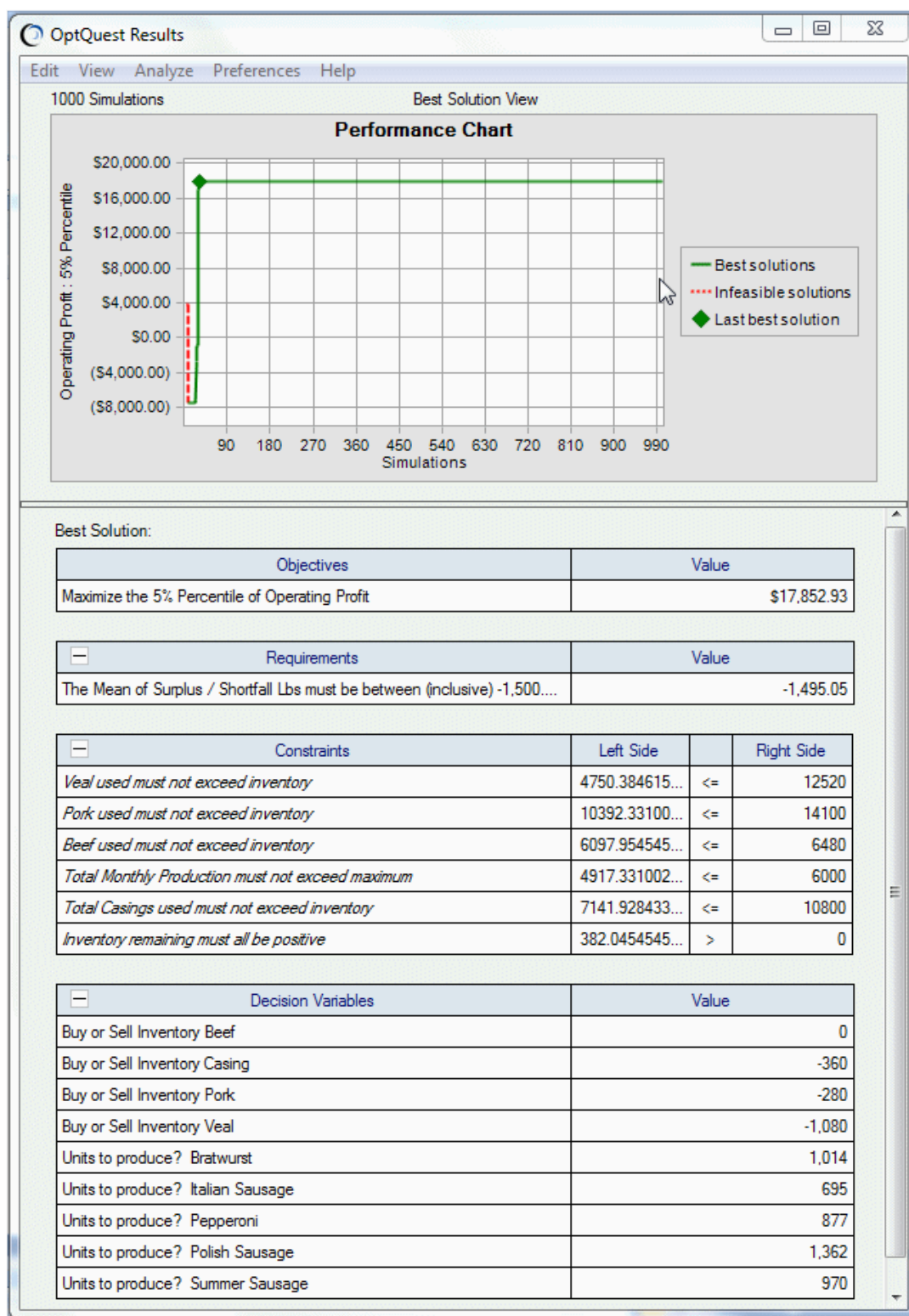
Al termine di un'ottimizzazione è possibile esaminare nella finestra Risultati di OptQuest le informazioni relative all'ottimizzazione corrente. Nelle sezioni seguenti vengono descritte le diverse viste della finestra dei risultati.

- “Vista Soluzione migliore” a pagina 44
- “Vista Analisi soluzione” a pagina 46
- “Grafico Frontiera efficiente” a pagina 48

Vista Soluzione migliore

La [Figura 8 a pagina 45](#) mostra i risultati della vista Soluzione migliore per il modello OptQuest di esempio Product Mix.xlsx.

Figura 8. Finestra dei risultati di OptQuest, vista Soluzione migliore



Nella vista Soluzione migliore, la finestra dei risultati di OptQuest mostra un grafico delle performance che rappresenta la migliore soluzione individuata durante l'analisi. Vengono mostrati inoltre la singola migliore soluzione individuata per l'obiettivo, i requisiti, i vincoli e tutte le variabili decisionali incluse.

Grafico prestazioni

Nel grafico prestazioni viene visualizzata la traiettoria di ricerca, ossia il tasso di variazione dei valori obiettivo migliori durante il corso della ricerca. Il grafico rappresenta i valori obiettivo migliori come funzione del numero di simulazioni (soluzioni). Se si sono specificati requisiti, inizialmente la linea tracciata può essere di colore rosso, a indicare che le soluzioni corrispondenti non sono attuabili in base ai requisiti. Una linea verde indica requisiti attuabili.

Una volta individuata una soluzione attuabile, spesso la linea assume un andamento esponenzialmente decrescente (nel caso di minimizzazione), perché la maggior parte dei miglioramenti avviene all'inizio della ricerca.

Valori della soluzione migliore

Ogni volta che OptQuest individua una soluzione migliore (più prossima all'attuabilità o con un obiettivo migliore) durante l'ottimizzazione, traccia nuovi punti nel grafico prestazioni e aggiorna le tabelle associate al grafico.

Se si è richiesta l'analisi Frontiera efficiente, è inoltre possibile visualizzare la vista Frontiera efficiente ([“Analisi Frontiera efficiente” a pagina 21](#)).

Menu

I numerosi menu della finestra dei risultati di OptQuest consentono di copiare i risultati nel foglio di calcolo, di copiare grafici, di stampare risultati, di visualizzare altri grafici e altro ancora. Per l'elenco dei comandi di menu e dei relativi tasti di scelta rapida, fare riferimento alla *Guida per l'accesso facilitato di Oracle Crystal Ball*.

Vista Analisi soluzione

Nella vista Analisi soluzione, la finestra dei risultati di OptQuest elenca le soluzioni migliori individuate durante l'ottimizzazione. In base all'impostazione predefinita, il primo 5% di soluzioni viene ordinato in base al valore obiettivo. I controlli nella parte inferiore della finestra indicano il numero di soluzioni da visualizzare. Le statistiche vengono calcolate in base alle soluzioni visualizzate.

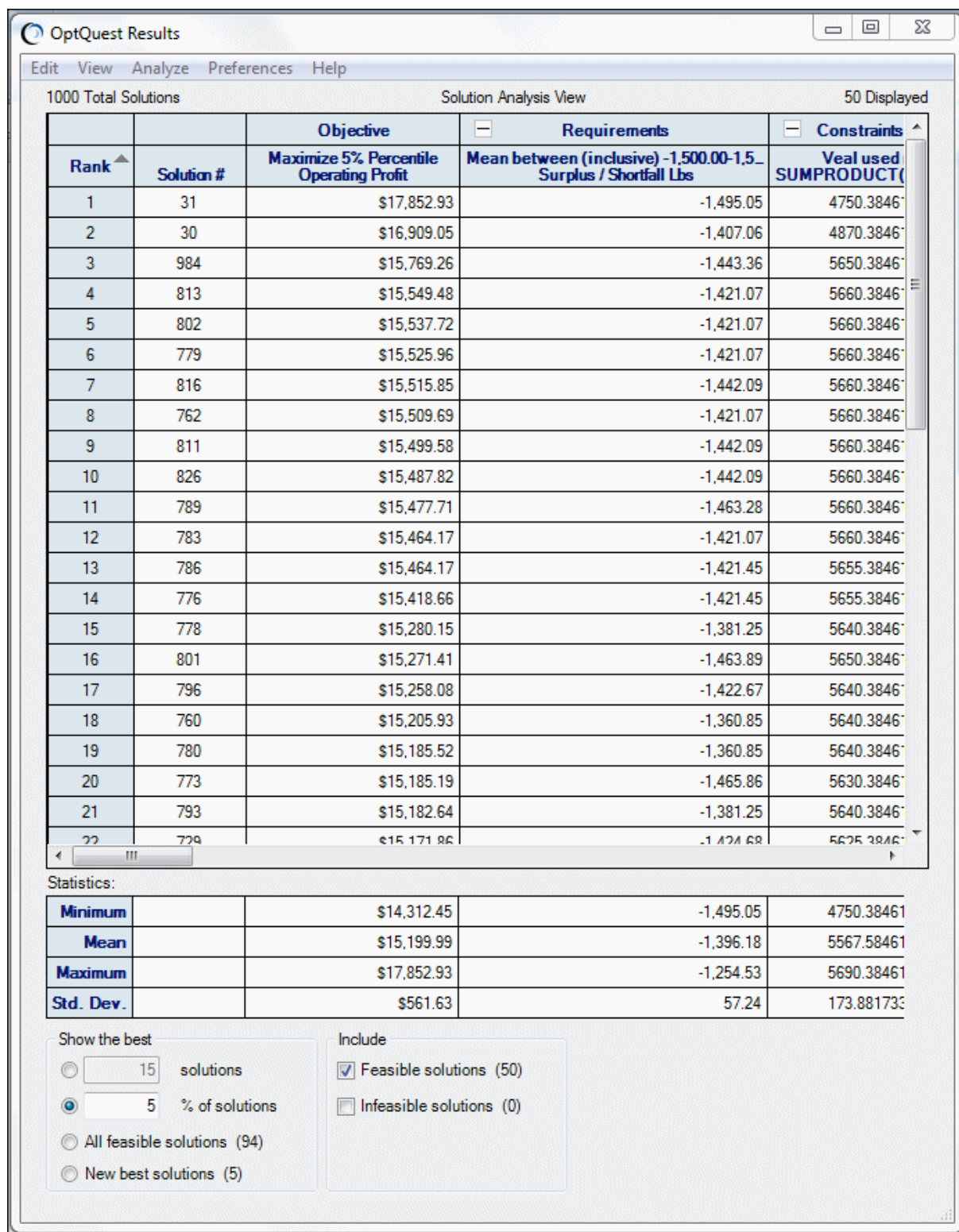


Nota:

Durante l'esecuzione di OptQuest, nella vista Analisi soluzione vengono presentate le nuove soluzioni migliori, ad eccezione delle analisi Frontiera efficiente. Le prime dieci soluzioni rimangono visualizzate durante l'esecuzione dell'analisi Frontiera efficiente.

Per aprire la vista Analisi soluzione, selezionare **Visualizza** e quindi **Analisi soluzione** nella barra dei menu della finestra dei risultati di OptQuest.

Figura 9. Vista Analisi soluzione



Nel gruppo **Mostra la migliore**, indicare se visualizzare un determinato numero o percentuale di soluzioni migliori o tutte le soluzioni. Il valore inserito determina l'intervallo di analisi. Ad esempio, per esaminare il primo 10% di tutte le soluzioni, selezionare **__ % di soluzioni** e inserire nella casella 10.

È possibile decidere di includere le soluzioni attuabili, non attuabili o tutte le soluzioni. Se si è richiesta un'analisi Frontiera efficiente, è possibile selezionare solo le soluzioni di un determinato punto di test della frontiera di efficienza o selezionare **Mostra tutti i punti di test (solo soluzioni migliori)** per visualizzare i dati di tutti i punti di test. Se si seleziona questa impostazione, si verifica quanto indicato di seguito.

- La griglia cambia per visualizzare l'elenco delle soluzioni migliori, una per ogni punto di test.
- La colonna Classifica diventa Punto di test.
- Il valore a destra dell'operatore del requisito o del vincolo cambia per visualizzare un intervallo di punti di test. Questo intervallo viene visualizzato anche nei report.
- Il numero delle soluzioni visualizzate nell'angolo superiore destro della finestra mostra il numero dei punti di test.

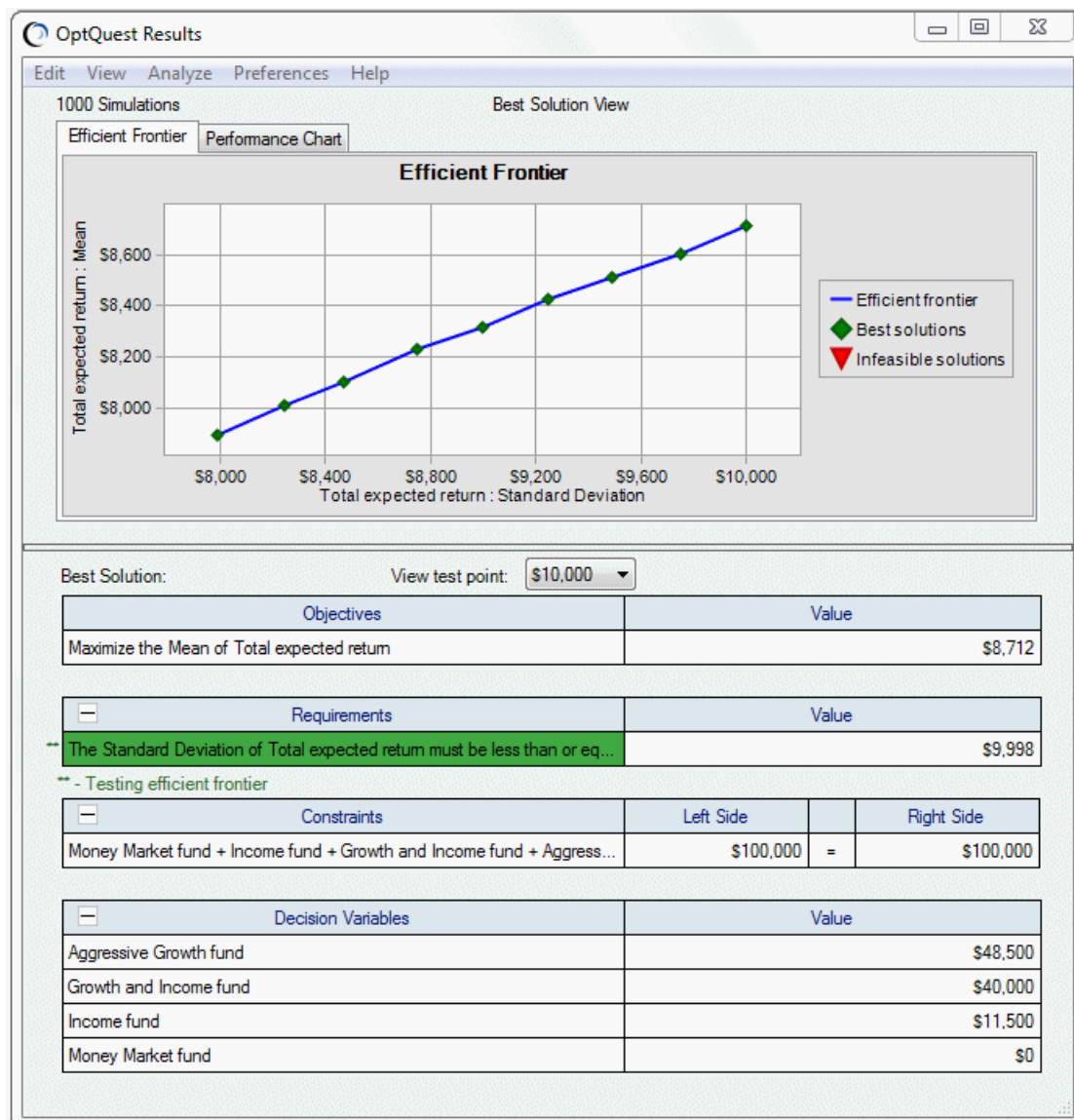
Quando si effettuano le scelte, le statistiche vengono calcolate nelle quattro righe inferiori: i valori minimo, medio, massimo e la deviazione standard di tutte le colonne in base alle selezioni di visualizzazione.

È possibile fare clic sul segno - o + accanto all'intestazione della colonna per comprimere le sezioni e visualizzare un maggior numero di colonne. È inoltre possibile fare clic sull'intestazione per eseguire l'ordinamento in base a quella colonna. Verrà visualizzato un piccolo triangolo. Per ordinare la colonna in ordine crescente o decrescente, fare clic su di esso.

Grafico Frontiera efficiente

Se si è inserito un requisito di variabile per l'ottimizzazione, viene aperta la scheda Frontiera efficiente con la scheda Grafico prestazioni nella vista Soluzione migliore ([Figura 10 a pagina 49](#)).

Figura 10. Grafico Frontiera efficiente, vista Soluzione migliore



Nella finestra Frontiera efficiente viene visualizzata una rappresentazione del valore obiettivo rispetto al requisito o al vincolo sul quale si intende effettuare il test. La soluzione migliore per ogni punto di test viene visualizzata nel grafico con un rombo verde. Nella tabella che accompagna il grafico vengono visualizzati i valori della soluzione migliore per uno specifico punto di test. È possibile selezionare la soluzione migliore da visualizzare con il menu a discesa Visualizza punto di test oppure facendo clic sul rombo nel grafico. Per ulteriori informazioni sull'analisi Frontiera efficiente, fare riferimento a [“Impostazione dell'analisi Frontiera efficiente in OptQuest”](#) a pagina 56.

Interpretazione dei risultati

Dopo aver risolto un problema di ottimizzazione con OptQuest, è possibile:

1. Visualizzare un'analisi della soluzione per valutare la bontà dei risultati.

2. Eseguire una simulazione Crystal Ball più lunga utilizzando i valori ottimali delle variabili decisionali per valutare più accuratamente i rischi della soluzione consigliata.
3. Utilizzare le funzionalità di analisi di Crystal Ball per valutare ulteriormente la soluzione ottimale.

Visualizzazione di Analisi soluzione

► Al termine dell'ottimizzazione, è necessario interpretarne i risultati.

1. Selezionare **Visualizza**, quindi **Analisi soluzione** nella finestra dei risultati di OptQuest.

La vista **Analisi soluzione** viene aperta con un elenco parziale delle soluzioni provate da OptQuest durante l'ottimizzazione. Le soluzioni vengono visualizzate in righe nella griglia superiore con una griglia più piccola che fornisce le statistiche per ogni colonna.

La finestra dei risultati di OptQuest include diversi menu che consentono di copiare i risultati nel foglio di calcolo, di copiare i grafici, di stampare i risultati, di visualizzare altri grafici e molto altro. Per un elenco dei comandi di menu e dei tasti di scelta rapida, fare riferimento alla *Guida per l'accesso facilitato di Oracle Crystal Ball*.

2. Selezionare le soluzioni da visualizzare.

Insieme alle griglie vengono visualizzati gruppi di controlli che consentono di filtrare le soluzioni da visualizzare. I controlli vengono combinati per filtrare il set di soluzioni. Alcuni controlli presentano tra parentesi un numero che indica le soluzioni incluse.

- Nel primo gruppo, selezionare la visualizzazione del numero o della percentuale delle prime migliori soluzioni (con valori obiettivo più alti o più bassi), tutte le soluzioni oppure solo le nuove soluzioni migliori che corrispondono ai "salti" in alto o in basso del grafico delle prestazioni.
- Nel gruppo successivo, scegliere se includere le soluzioni attuabili, non attuabili o di entrambi i tipi.
- Se si è richiesta l'analisi Frontiera efficiente, selezionare un punto di test nel menu a discesa dell'ultimo gruppo. Per uno specifico punto di test vengono considerate tutte le soluzioni, anche quelle valutate in un precedente o successivo punto di test dell'ottimizzazione.

Dopo aver scelto il set di soluzioni da analizzare, fare clic sull'intestazione di una colonna per ordinare la soluzione in base all'intestazione. Un triangolino indica la direzione dell'ordinamento. È inoltre possibile fare clic sul simbolo + o – accanto a un gruppo di colonne per comprimere o espandere la quantità delle informazioni visualizzate.

Analisi dei limiti

La vista Analisi soluzione consente di determinare quanto i limiti imposti siano restrittivi per i requisiti o i vincoli, in particolare quando sono presenti più limiti. Durante la visualizzazione della soluzione migliore per un'ottimizzazione, se la maggior parte dei valori relativi a un requisito o un vincolo si trova in prossimità di un limite specifico o coincide con esso, il requisito o il vincolo hanno un effetto significativo sui valori possibili per l'obiettivo.

Analisi di sensibilità

La vista Analisi soluzione è utile nella determinazione della sensibilità delle variabili decisionali rispetto all'obiettivo del modello. Quando si visualizza la soluzione migliore per un'ottimizzazione, confrontare la dimensione relativa

degli intervalli per ciascuna delle variabili decisionali. In termini generali, una variabile decisionale con un intervallo relativamente piccolo indica che la variabile ha un effetto significativo sull'obiettivo. Ciò avviene perché piccole modifiche della variabile decisionale possono far sì che le soluzioni non siano più ottimali. Per contro, una variabile decisionale con un intervallo relativamente ampio indica che la variabile ha un effetto meno significativo sull'obiettivo poiché valori diversi non sembrano alterare il set delle soluzioni migliori.

Queste sono solo linee guida generali. I risultati, nel caso specifico, possono essere interessati dal tipo e dalla lunghezza dell'ottimizzazione, dai limiti iniziali definiti per le variabili decisionali e da altri fattori.

Esecuzione di una simulazione dei risultati più lunga

- Per valutare più accuratamente la soluzione consigliata, eseguire una simulazione di Crystal Ball più lunga utilizzando i valori ottimali delle variabili decisionali.
- 1. Se si è scelto di non copiare automaticamente i risultati di OptQuest nella cartella di lavoro del modello con la relativa impostazione nel pannello **Opzioni**, è possibile selezionare **Modifica**, quindi **Copia soluzione in foglio di lavoro** nella finestra dei risultati di OptQuest.

OptQuest copia i valori delle variabili decisionali dalla soluzione selezionata nel modello di Microsoft Excel.

- 2. In Crystal Ball, reimpostare l'ottimizzazione, fare clic sul pulsante **Preferenze esecuzione**, quindi aumentare il numero massimo di prove per simulazione.
- 3. Eseguire la simulazione.
- 4. Analizzare i risultati con gli strumenti di analisi di Crystal Ball.

Per ulteriori informazioni sull'utilizzo degli strumenti, fare riferimento al *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

Stampa dei risultati di OptQuest

- Per stampare i risultati da una delle viste dei risultati di OptQuest:
- 1. Eseguire un'ottimizzazione OptQuest e aprire la finestra dei risultati.
- 2. Selezionare una vista dal menu **Visualizza** nella barra dei menu della finestra dei risultati di OptQuest.
- 3. Selezionare **Modifica** nella barra dei menu della finestra dei risultati di OptQuest.
- 4. Selezionare il comando di stampa desiderato nella parte inferiore del menu Modifica: **Imposta pagina**, **Anteprima di stampa** o **Stampa**.

Visualizzazione di grafici in Crystal Ball

Quando si completa un'ottimizzazione, è possibile selezionare **Visualizza grafici**, quindi **Grafici previsione** nella barra multifunzione di Crystal Ball per visualizzare i grafici di previsione e di altro tipo a seconda dei risultati della soluzione migliore. Tuttavia, se dalla vista Analisi soluzione è stata copiata una soluzione diversa dalla soluzione migliore, prima di selezionare un grafico da visualizzare, è necessario eseguire una simulazione in Crystal Ball. Per ulteriori informazioni, fare riferimento al *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

Creazione di report OptQuest

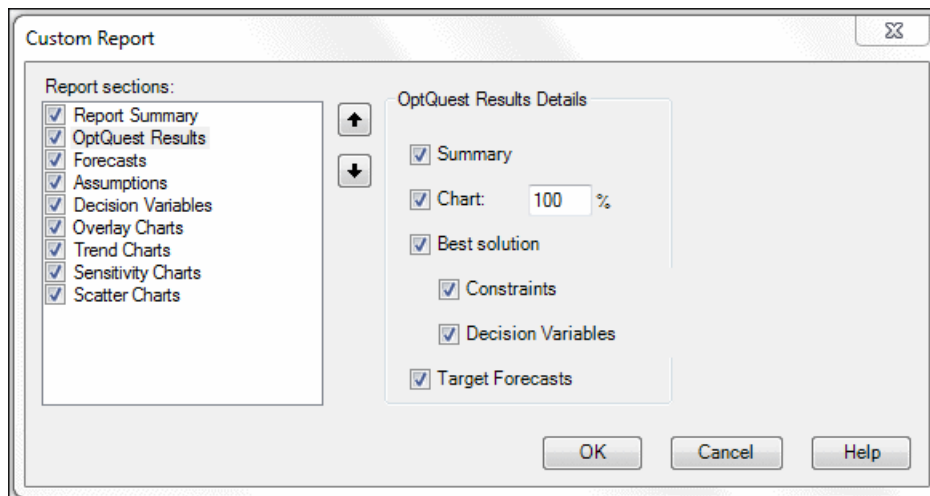
Dopo un'ottimizzazione, è possibile creare diversi tipi di report OptQuest.

► Per creare un report OptQuest:

1. Eseguire un'ottimizzazione in OptQuest.
2. Selezionare **Crea report** nella barra multifunzione di Crystal Ball.
3. Nella finestra di dialogo **Preferenze creazione report**, selezionare uno dei valori riportati di seguito.
 - **Completo**, per creare un report OptQuest completo che includa i risultati di simulazione per la soluzione migliore.
 - **OptQuest**, per creare un report solo con i risultati di OptQuest.
 - **Custom**, per visualizzare la finestra di dialogo Report custom che consente di scegliere quali informazioni, inclusi i risultati di OptQuest, visualizzare nel report.

[Figura 11 a pagina 52](#) consente di visualizzare gli elementi da includere nella sezione dei risultati di OptQuest di un report custom.

Figura 11. Impostazioni risultati OptQuest nella finestra di dialogo Report custom



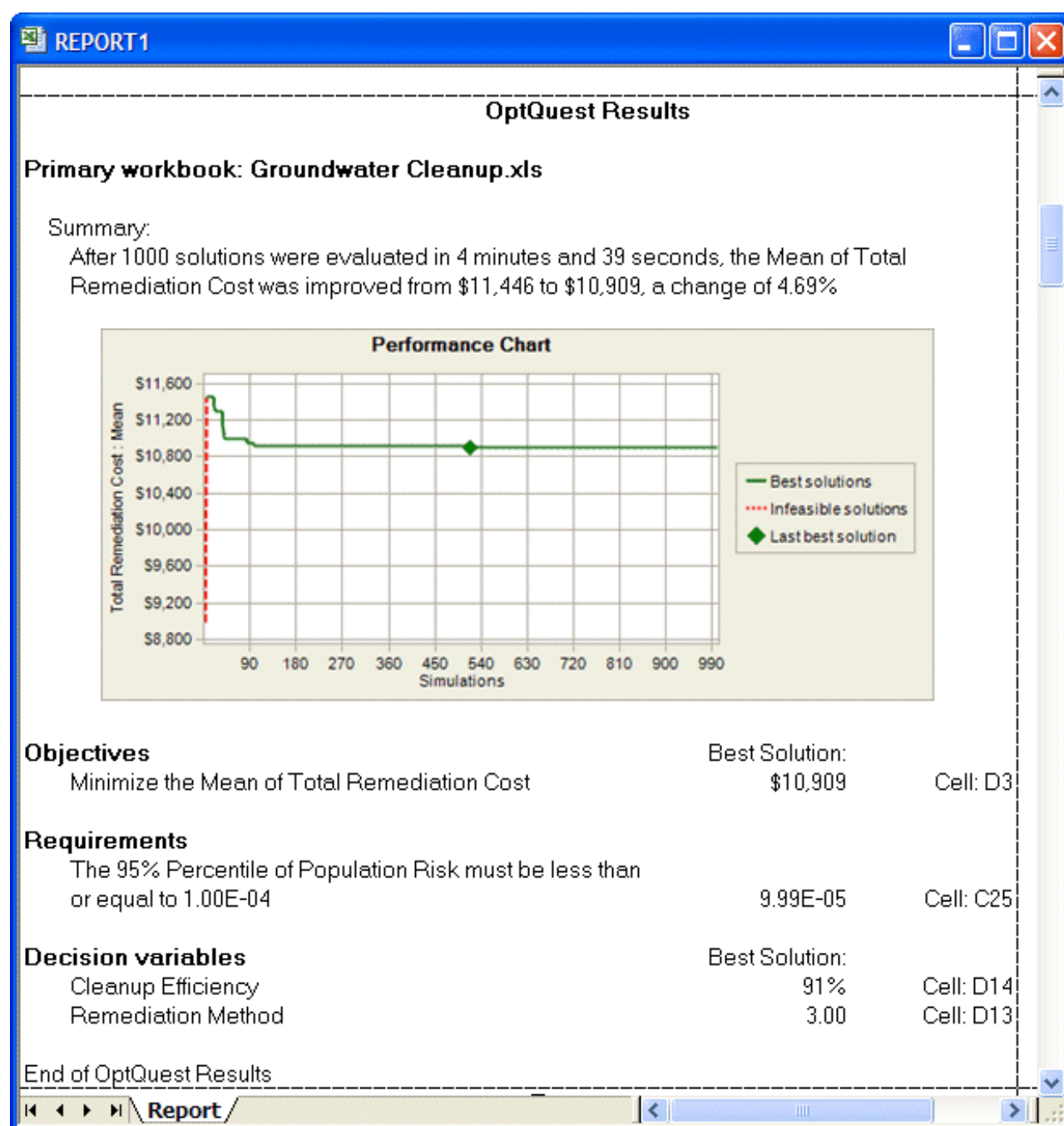
4. Per generare il report fare clic su **OK** nella finestra di dialogo Preferenze creazione report ([Figura 12 a pagina 53](#)).

Il primo set di informazioni è testuale e numerico e include preferenze di esecuzione, statistiche di esecuzione, altre statistiche, ad esempio il numero di soluzioni non attuabili e dati di Crystal Ball, ossia numero di requisiti, vincoli, ipotesi, variabili decisionali, previsioni ed elementi "congelati".

Il secondo set di informazioni è grafico, simile a quello illustrato in [Figura 12 a pagina 53](#) e include le informazioni visualizzate nella finestra dei risultati di OptQuest.

Per ulteriori informazioni sui report di Crystal Ball, fare riferimento al *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

Figura 12. Visualizzazione grafica dei risultati di OptQuest in un report custom





Nota:

Se si esegue un'ottimizzazione Frontiera efficiente, è possibile creare solo un report OptQuest predefinito. Questo è dovuto all'esistenza di una migliore simulazione per ogni punto di test. Per creare un report custom o qualsiasi altro tipo di report con l'analisi Frontiera efficiente, scegliere un punto di test ed eseguire la relativa simulazione.

Estrazione dei dati di OptQuest

- Per estrarre vari tipi di dati OptQuest in celle del foglio di lavoro da sottoporre a ulteriore analisi, procedere come indicato di seguito.

1. Eseguire un'ottimizzazione e selezionare **Estrai dati** nella barra multifunzione di Crystal Ball.

Viene aperta la finestra di dialogo **Preferenze estrazione dati**. Per impostazione predefinita, è selezionata la scheda **Dati OptQuest**.

2. Scegliere se estrarre le soluzioni OptQuest, le statistiche OptQuest o entrambe le cose e indicare se effettuare l'estrazione per tutte le variabili decisionali o solo per quelle selezionate.



Nota:

Se si effettua un'analisi Frontiera efficiente e si seleziona **Soluzioni OptQuest**, è possibile decidere se estrarre le soluzioni per il punto di test corrente o le soluzioni migliori per tutti i punti di test. Se si sceglie la seconda impostazione, nella colonna Requisiti e Vincoli viene visualizzato un intervallo di valori e di soluzioni per ogni punto di test dell'intervallo.

3. **Facoltativo:** fare clic sulla scheda **Dati di simulazione** per estrarre i dati di simulazione solo per la soluzione migliore, analogamente a quanto descritto nel *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball*.
4. **Facoltativo:** fare clic sulla scheda **Opzioni** per indicare se estrarre i dati in una nuova cartella di lavoro o in un nuovo foglio di lavoro e specificare il nome da utilizzare per il foglio dati.
5. Dopo aver completato le impostazioni, fare clic su **OK** per estrarre i dati.

Nella [Figura 13 a pagina 55](#) viene visualizzato ciò che accade selezionando le soluzioni e le statistiche di OptQuest. Alcune righe di dati delle soluzioni OptQuest sono state omesse per visualizzare i dati statistici di OptQuest. Per questa figura, i dati sono stati estratti utilizzando le impostazioni predefinite.

Figura 13. Dati estratti da Hotel Design.xlsx

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				Objective	Requirements	Decision Variables			
2				Maximize Mean	80% Percentile <= 450.00				
3	Rank	Solution #		Total Revenue	Total room demand	Gold price	Platinum price	Standard price	
4	1	370		\$40,447.14	449	\$108.00	\$120.00	\$81.00	
5	2	407		\$40,443.14	450	\$107.00	\$121.00	\$81.00	
6	3	429		\$40,435.67	450	\$106.00	\$122.00	\$81.00	
7	4	371		\$40,425.71	448	\$109.00	\$120.00	\$81.00	
8	5	431		\$40,423.76	449	\$108.00	\$121.00	\$81.00	
9	6	372		\$40,418.32	449	\$107.00	\$122.00	\$81.00	
10	7	433		\$40,409.41	449	\$106.00	\$123.00	\$81.00	
11	8	511		\$40,406.61	449	\$110.00	\$133.00	\$80.00	
12	9	357		\$40,402.25	447	\$110.00	\$120.00	\$81.00	
13	10	377		\$40,398.94	448	\$108.00	\$122.00	\$81.00	
54									
55									
56				Objective	Requirements	Decision Variables			
57				Maximize Mean	80% Percentile <= 450.00				
58	Statistics			Total Revenue	Total room demand	Gold price	Platinum price	Standard price	
59	Minimum			\$40,226.67	444	\$101.00	\$120.00	\$80.00	
60	Mean			\$40,334.78	448	\$106.22	\$126.92	\$80.84	
61	Maximum			\$40,447.14	450	\$110.00	\$138.00	\$81.00	
62	Std. Dev.			\$61.96	1	\$2.29	\$4.80	\$0.37	
63									
64									
65	Notes:								
66	Extracted data for top 5% of solutions								
67									

L'output è virtualmente identico a quello delle informazioni visualizzate nella vista Analisi soluzione della finestra dei risultati di OptQuest, incluse le opzioni di filtro e l'ordinamento delle colonne. Per visualizzare un altro set di soluzioni, aprire la vista Analisi soluzione e modificare le opzioni prima di selezionare **Estrai dati**.

Per ulteriori informazioni sull'estrazione dei dati, fare riferimento alla *Guida in linea per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

Salvataggio delle impostazioni e dei modelli di ottimizzazione

Quando si esegue un'ottimizzazione, le impostazioni del pannello Opzioni e della finestra di dialogo Opzioni avanzate vengono salvate automaticamente in un file delle preferenze per essere applicate alle ottimizzazioni successive.

Altre impostazioni, ad esempio le definizioni di obiettivi, requisiti e vincoli, vengono salvate nella cartella di lavoro primaria selezionata nell'elenco a discesa del pannello Obiettivi. Tali impostazioni vengono salvate nella cartella di lavoro quando viene eseguita l'ottimizzazione, tuttavia non vengono salvate definitivamente finché non si salva la cartella di lavoro primaria stessa.

Se si sceglie di copiare i valori di ottimizzazione nel modello, questi vengono visualizzati come nuovi valori cella e salvati quando viene salvato il modello. Per ogni cartella di lavoro può esistere un set di impostazioni di ottimizzazione.

Se si fa clic su Chiudi nella procedura guidata di OptQuest prima di eseguire un'ottimizzazione, viene richiesto se si desidera salvare le impostazioni. Se si risponde Sì, le impostazioni correnti vengono salvate nella cartella di lavoro. In caso contrario, le impostazioni correnti vengono eliminate a favore delle ultime impostazioni salvate.

Chiusura di OptQuest

Per uscire da OptQuest senza eseguire ottimizzazioni, fare clic su Chiudi nella procedura guidata OptQuest.

Se le modifiche alle impostazioni di ottimizzazione non sono ancora state salvate, OptQuest richiede se salvarle nella cartella di lavoro primaria.

Impostazione dell'analisi Frontiera efficiente in OptQuest

L'analisi Frontiera efficiente calcola la curva che rappresenta i valori obiettivo a fronte di modifiche a un requisito o a un vincolo. Un suo uso tipico è il confronto dei rendimenti del portafoglio a fronte di diversi livelli di rischio, in modo da consentire la massimizzazione dei profitti e la minimizzazione del rischio. Per una descrizione degli aspetti teorici, fare riferimento a [“Analisi Frontiera efficiente” a pagina 21](#). Per una illustrazione del grafico Frontiera efficiente, fare riferimento a [Figura 10 a pagina 49](#). Per un esempio, vedere il manuale *Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide*.

Per richiedere un'analisi Frontiera efficiente in OptQuest, è necessario definire un requisito o un vincolo con un limite di variabile nel pannello Obiettivi o Vincoli della procedura guidata OptQuest.

➤ Per definire un limite di variabile per l'analisi di frontiera efficiente:

1. Nel pannello **Obiettivi**, selezionare un requisito esistente da modificare o aggiungerne uno nuovo e selezionarlo.

In alternativa, selezionare un vincolo nel pannello **Vincoli**.

2. Fare clic su **Frontiera efficiente**.
3. Accanto al requisito o al vincolo verrà aperta una riga Frontiera efficiente. Adeguare gli elementi sottolineati per definire un intervallo di valori relativo a uno o a entrambi i limiti del requisito o del vincolo.

Quando si definisce un intervallo, anziché un singolo punto, per il limite di un requisito o di un vincolo, si definisce anche il numero di punti dell'intervallo da controllare impostando la dimensione passo. OptQuest esegue un'ottimizzazione completa per ogni punto di test dell'intervallo, a partire dal punto di test con il requisito più limitativo. È possibile quindi vedere gli effetti determinati dal rafforzamento o dall'indebolimento di un vincolo.

Esempio di limiti di variabili per frontiera efficiente

Nell'[“Esercitazione 2 - Modello Portfolio Allocation” a pagina 68](#), l'investitore desidera imporre una condizione che limiti la deviazione standard del rendimento complessivo. Poiché la deviazione standard è una statistica di previsione e non una variabile decisionale, questa limitazione rappresenta un requisito.

Tuttavia, qualora si voglia verificare se un lieve incremento del requisito determini un netto aumento del rendimento degli investimenti, è possibile impostare un requisito con un limite superiore della variabile poiché in tal modo si limita

la deviazione standard massima. È possibile definire questo limite superiore con un valore minimo di \$8.000 e uno superiore di \$10.000. Per un esempio di questa tecnica, fare riferimento a Portfolio Revisited EF.xlsx.

Trasferimento di impostazioni dai file .opt

Nelle versioni di OptQuest incluse con versioni di Crystal Ball precedenti alla versione 11.1.1.x, le impostazioni di ottimizzazione venivano memorizzate in file con estensione .opt. Come descritto in [“Salvataggio delle impostazioni e dei modelli di ottimizzazione” a pagina 55](#), con questa versione di OptQuest le impostazioni vengono salvate nelle cartelle di lavoro. È disponibile un visualizzatore di file .opt per agevolare il trasferimento delle impostazioni dai file .opt in questa versione.

► Per utilizzare il visualizzatore di file .opt:

1. Aprire un modello di ottimizzazione creato con una versione di Crystal Ball precedente alla 11.1.1. Nel modello deve essere inclusa almeno una previsione e deve essere definita almeno una variabile decisionale. Possono essere presenti celle dati "fittizie" che, se lo si desidera, è possibile eliminare successivamente.

2.



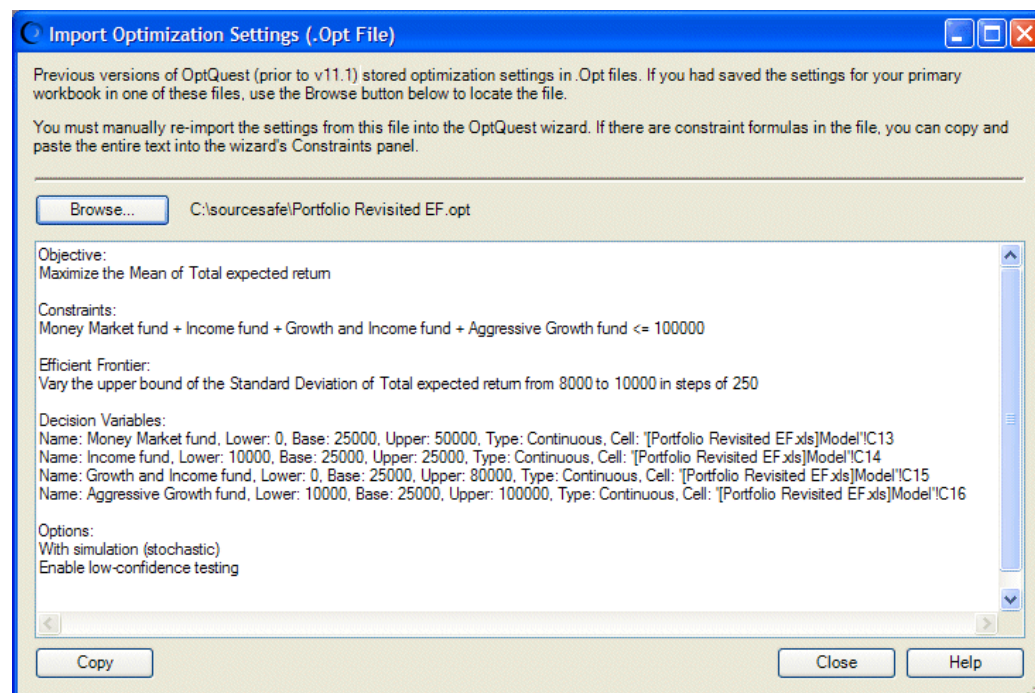
Selezionare **OptQuest**.

3. Quando viene aperto il pannello **Obiettivi**, fare clic su **Importa**.

Verrà aperta la finestra di dialogo **Importa impostazioni di ottimizzazione**.

4. Fare clic su **Sfoggia** per individuare il file con estensione .opt. Quando si raggiunge la relativa cartella, fare doppio clic sul file. Le impostazioni vengono visualizzate nella finestra di dialogo **Importa impostazioni di ottimizzazione** (Figura 14 a pagina 57, di seguito).

Figura 14. Impostazioni importate per Portfolio Revisited EF.xlsx



L'obiettivo viene visualizzato nella parte superiore, unitamente ai requisiti e ai vincoli associati. Le variabili decisionali e le opzioni vengono visualizzati nella parte inferiore.

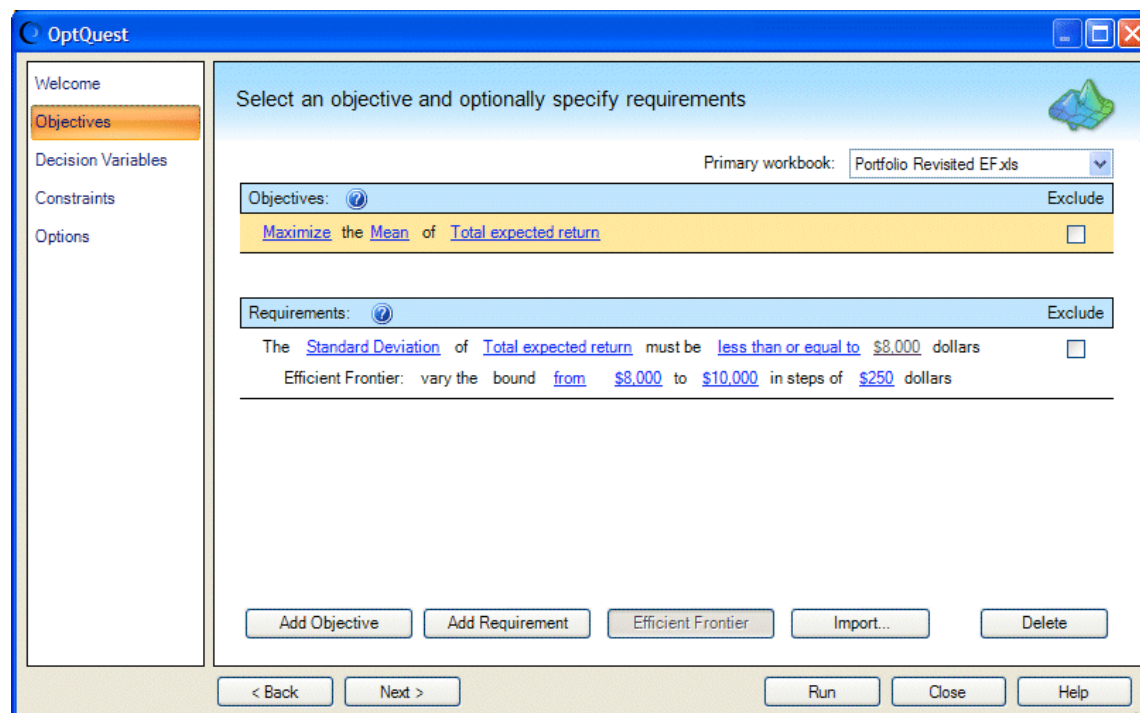
Se il file .opt include un requisito di variabile per l'analisi di frontiera efficiente, questo viene visualizzato accanto alle variabili decisionali ed etichettato con "Frontiera efficiente", come illustrato precedentemente nella [Figura 14 a pagina 57](#).

Le impostazioni di **Opzioni** indicano se l'ottimizzazione è stocastica o deterministica e se è abilitato il test di affidabilità bassa che consente di arrestare automaticamente l'ottimizzazione qualora si verificano determinate condizioni.

Dopo aver importato il file .opt nel visualizzatore, è possibile iniziare il trasferimento delle informazioni in ciascun pannello della procedura guidata OptQuest.

5. Nel pannello **Obiettivi**, aggiungere un obiettivo e impostarlo in modo che corrisponda al testo del visualizzatore.
6. In presenza di requisiti o requisiti di variabile, aggiungerli e modificarli in modo che corrispondano al testo. La [Figura 15 a pagina 58](#) indica come inserire l'obiettivo e il requisito etichettato Frontiera efficiente in [Figura 14 a pagina 57](#).

Figura 15. Pannello Obiettivi, Portfolio Revisited EF.xlsx



7. Inserire eventuali vincoli nel pannello **Vincoli**. È possibile selezionare una o più formule vincolo nel visualizzatore, fare clic sul pulsante Copia e incollare i vincoli in una riga vincolo vuota mediante la combinazione di tasti CTRL +V. Se vengono incollati più vincoli, questi vengono inseriti automaticamente in righe distinte.
8. Qualora siano necessarie nuove variabili decisionali, è necessario aggiungerle in Crystal Ball. Se lo si desidera, è possibile copiare le variabili decisionali dal visualizzatore in Blocco note, stamparle e utilizzare la stampa come riferimento per la creazione delle nuove variabili.

Dopo aver definito tutte le variabili decisionali, avviare nuovamente OptQuest. Fare clic sul pannello **Variabili decisionali** per confermare il corretto inserimento di tutte le variabili.

9. Ora è possibile eseguire l'ottimizzazione. Tutte le nuove impostazioni vengono memorizzate nella cartella di lavoro e salvate definitivamente con la cartella al salvataggio successivo.

È possibile memorizzare le impostazioni in cartelle di lavoro supplementari e utilizzarle per un singolo modello. Per istruzioni, fare riferimento all'argomento relativo alla gestione di più impostazioni di ottimizzazione per un modello nella sezione OptQuest del manuale *Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide*.

Approfondimento di OptQuest

Per approfondire le informazioni su OptQuest, completare le esercitazioni descritte in [Capitolo 4, “Esercitazioni di OptQuest” a pagina 61](#). Quindi, esaminare gli esempi nella sezione OptQuest del manuale *Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide*. Per ulteriori informazioni, verificare le opportunità di formazione presenti nel sito Web di Crystal Ball:

<http://www.oracle.com/crystalball>.

4

Esercitazioni di OptQuest

Sommario della sezione:

Introduzione	61
Esercitazione 1 - Modello Futura Apartments	61
Esercitazione 2 - Modello Portfolio Allocation	68

Introduzione

La prima esercitazione, il modello Futura Apartments, è un'estensione del modello utilizzato nella prima esercitazione di Crystal Ball nel *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball* che consente di trovare l'affitto ideale di un edificio ad appartamenti. Il modello è pronto all'uso e consente di visualizzare subito il funzionamento di OptQuest.

La seconda esercitazione, il modello Portfolio Allocation, mostra come impostare e definire una propria ottimizzazione. Il modello individua la serie ottimale di investimenti che consenta di bilanciare i rischi e le rendite di un portafoglio di investimenti.

Esercitazione 1 - Modello Futura Apartments

Si supponga di aver acquistato recentemente il complesso Futura Apartments. Una delle decisioni più importanti riguarda l'importo dell'affitto da addebitare. Si sono effettuate ricerche di mercato e si è creato un modello di foglio di calcolo che possa contribuire a prendere una decisione ragionevole.

Dall'analisi della struttura dei prezzi e dei tassi di occupazione degli appartamenti di complessi simili, si è stimato che la domanda di unità in affitto sia una funzione lineare dell'affitto unitario richiesto (Rent per unit), espressa come indicato di seguito.

Numero di unità affittate = $-1(\text{affitto unitario}) + 85$

per affitti compresi tra \$ 400 e \$ 600.

Si è stimato inoltre che i costi operativi siano in media di circa \$ 15.000 al mese per l'intero complesso.



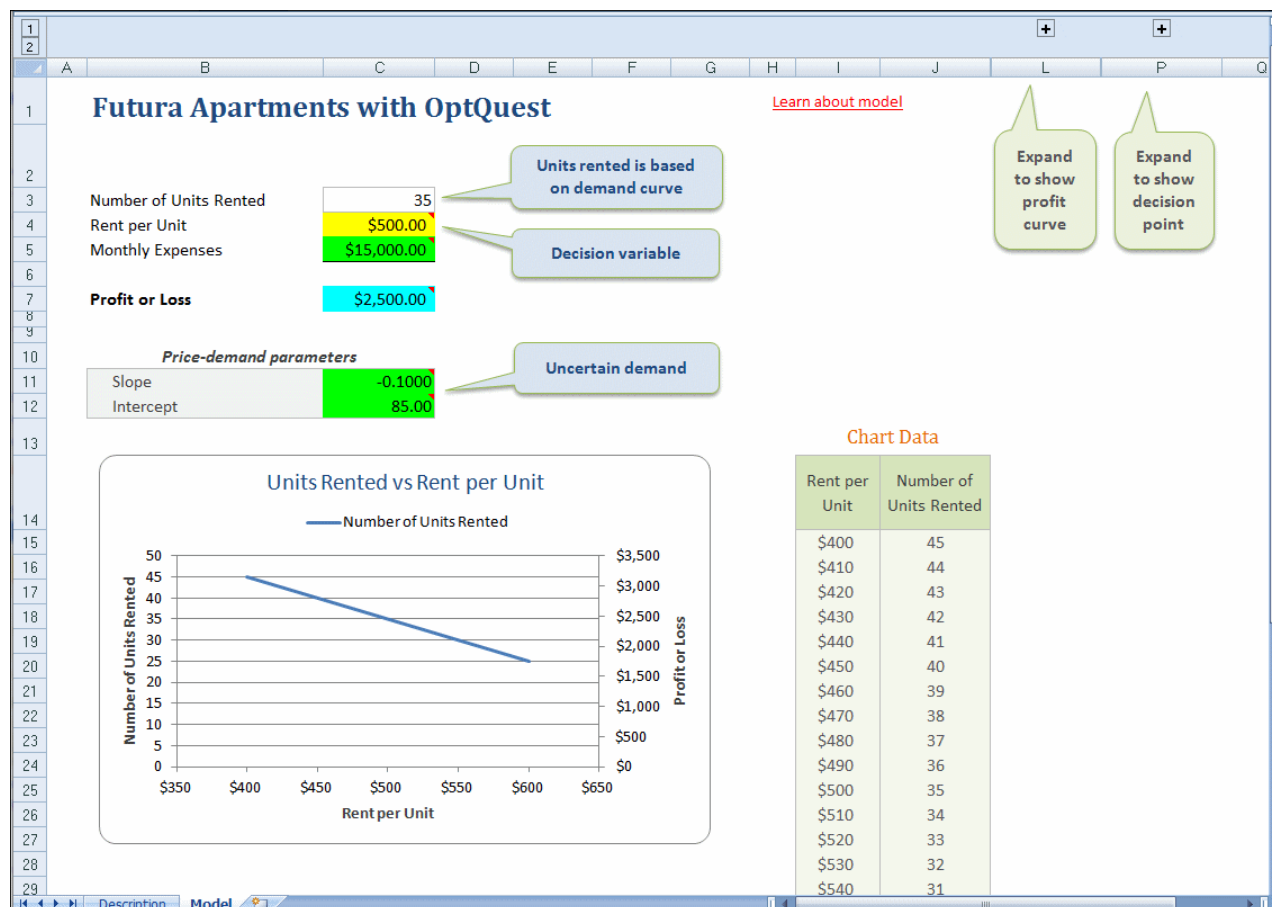
Nota:

È possibile utilizzare Predictor, fornito con Crystal Ball, per individuare la relazione lineare tra una variabile dipendente e una o più variabili indipendenti.

► Per avviare l'esercitazione:

1. Avviare Crystal Ball.
2. Aprire la cartella di lavoro **Futura With OptQuest.xlsx** che si trova nell'elenco **Modelli di esempio** di Crystal Ball (Figura 16 a pagina 62).

Figura 16. Cartella di lavoro Appartamenti Futura



Si osservi che l'affitto è impostato su \$ 500, in cui:

$$\text{Numero di unità affittate} = -1(500) + 85 = 35$$

con un profitto complessivo di \$ 2.500. Se tutti i dati sono certi, è possibile trovare il valore ottimale dell'affitto mediante una semplice tabella dati. In situazioni più realistiche, tuttavia, i costi operativi mensili e i parametri di funzione relativi al rapporto prezzo/domanda (-1 e 85) non sono certi. La distribuzione delle probabilità per tali ipotesi è già definita in questo esempio. Pertanto la determinazione del prezzo di affitto migliore non è un esercizio lineare.

3. Prima di eseguire OptQuest, selezionare **Preferenze esecuzione** nella barra multifunzione di Crystal Ball e impostare le preferenze di esecuzione indicate di seguito.
 - Numero massimo di prove da eseguire impostato su 1000 (valore predefinito)
 - Metodo di campionamento impostato su **LHS**
 - **Dimensione campione per ipercubo latino** impostato su 500

- La generazione dei numeri casuali viene impostata su **Usa stessa sequenza di numeri casuali** con un **Valore predefinito iniziale** pari a 999

Esecuzione di OptQuest

► Le fasi riportate di seguito consentono di avviare OptQuest e di ottimizzare il modello Futura Apartments.

1.

Per avviare OptQuest, selezionare **OptQuest**,



Verrà avviata la procedura guidata di OptQuest.

Se si tratta della prima esecuzione di OptQuest, viene aperto il pannello **Benvenuti** di OptQuest. In caso contrario, viene aperto il pannello **Obiettivi**.



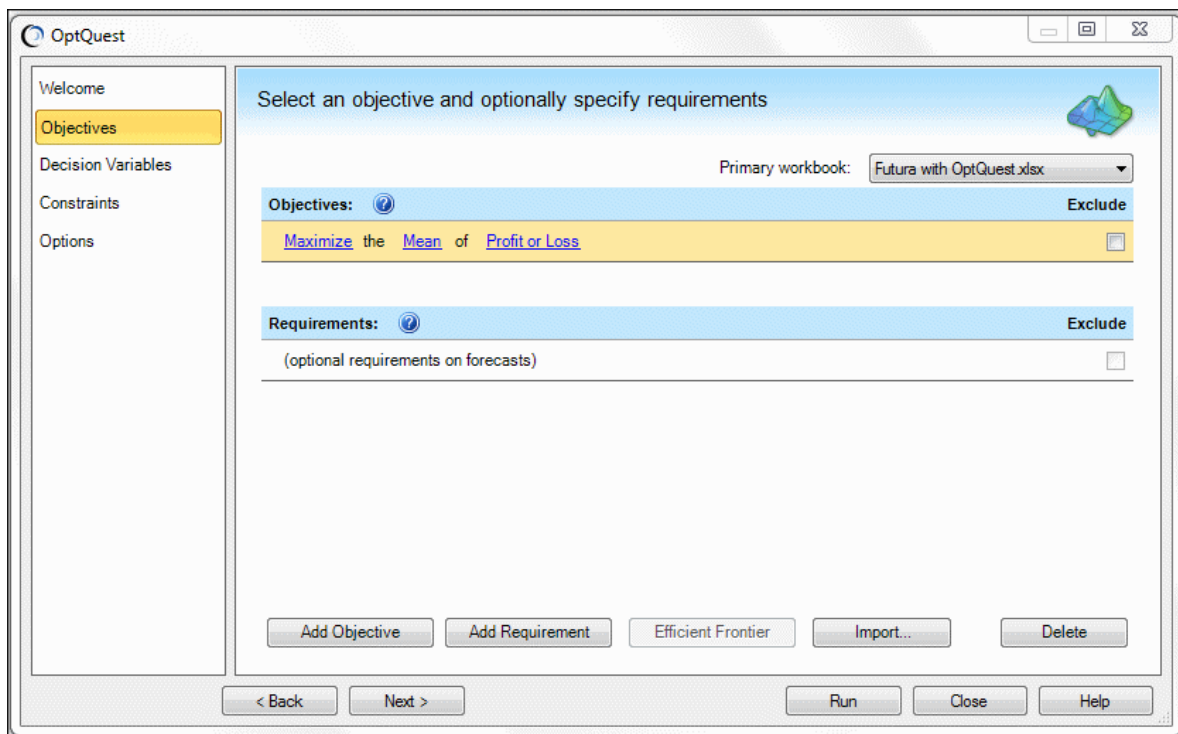
Nota:

Il testo nella parte inferiore del pannello di benvenuto indica che, quando si esegue un'ottimizzazione, tutte le impostazioni di OptQuest verranno memorizzate nella cartella di lavoro.

2. **Facoltativo:** se viene aperto il pannello **Welcome**, fare clic su **Avanti**.

Verrà aperto il pannello **Obiettivi** (Figura 17 a pagina 63).

Figura 17. Esempio di pannello Obiettivi per Futura with OptQuest



L'obiettivo di questo esempio consiste nell'aumentare al massimo la media della previsione di profitto o perdita.

3. Per definire un obiettivo, fare clic su **Aggiungi obiettivo**. In questo esempio, l'obiettivo è già stato aggiunto. Nell'elenco **Obiettivi** viene visualizzato un obiettivo predefinito:

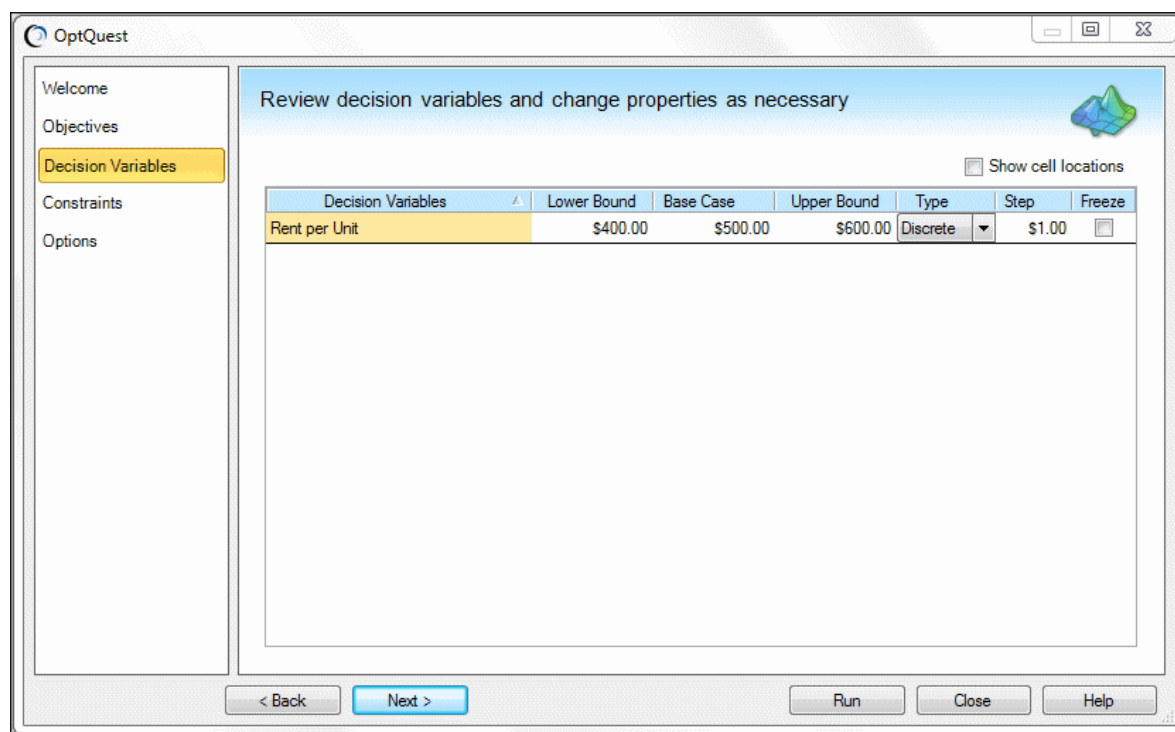
Maximize the Mean of Profit or Loss

Questo è l'obiettivo desiderato, quindi non sono necessarie ulteriori modifiche.

4. Per proseguire fare clic su **Avanti**.

Viene aperto il pannello **Variabili decisione**, come illustrato in [Figura 18 a pagina 64](#).

Figura 18. Esempio di pannello Variabili decisione per Futura with OptQuest



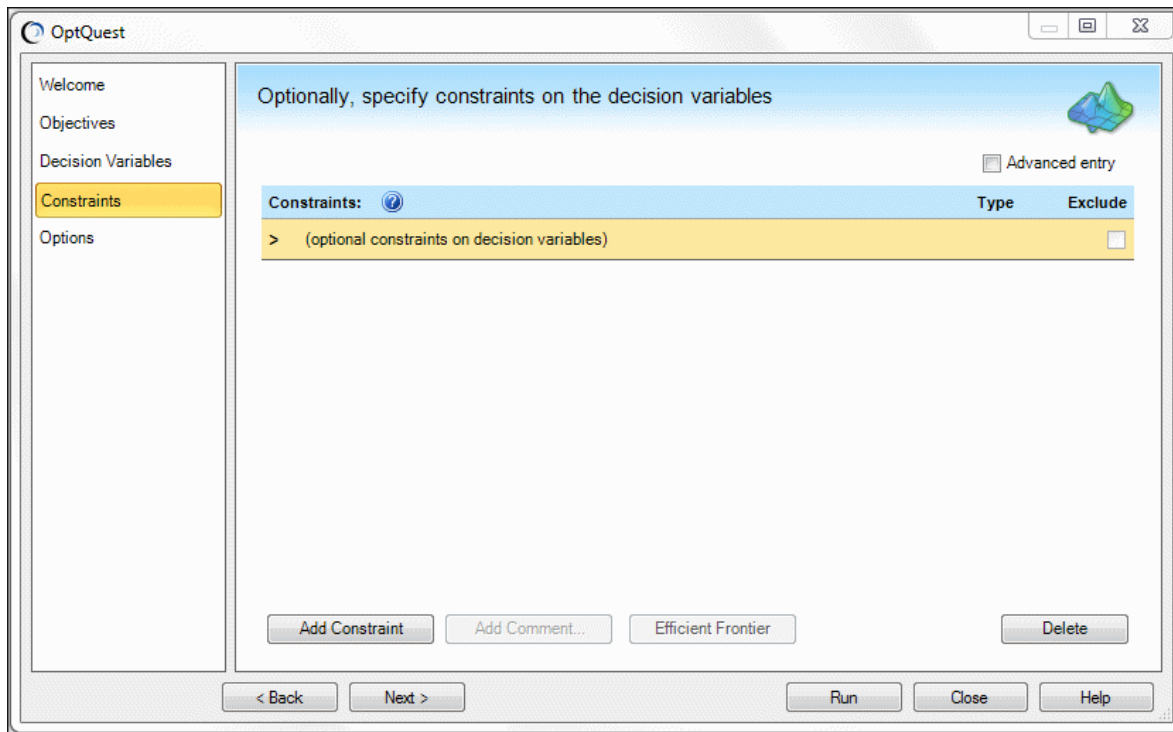
5. Nel pannello **Variabili decisione** viene visualizzata una variabile decisionale, Rent Per Unit.

Il limite inferiore della variabile è 400, il limite superiore è 600 e il caso base 500, ossia il valore corrente del foglio di lavoro. Il tipo di variabile è Discreto. Poiché Congela non è selezionato, la variabile decisionale verrà inclusa nella simulazione OptQuest.

6. Per proseguire fare clic su **Avanti**.

Viene aperto il pannello **Vincoli**, come illustrato in [Figura 19 a pagina 65](#).

Figura 19. Esempio di pannello Vincoli per Futura with OptQuest

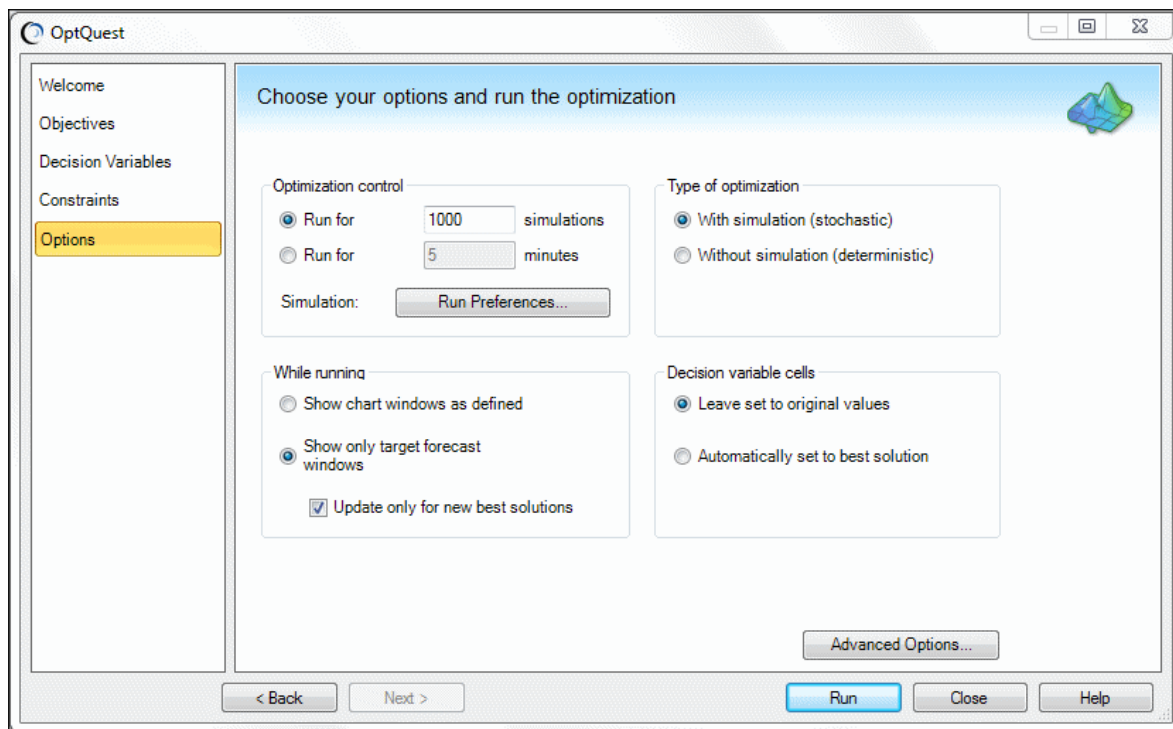


In questo esempio non esistono vincoli sulle variabili decisionali, pertanto non è necessario aggiungere nulla.

7. Fare clic su **Avanti** nel pannello **Vincoli**.

Viene aperto il pannello **Opzioni**.

Figura 20. Esempio di pannello Opzioni per Futura with OptQuest

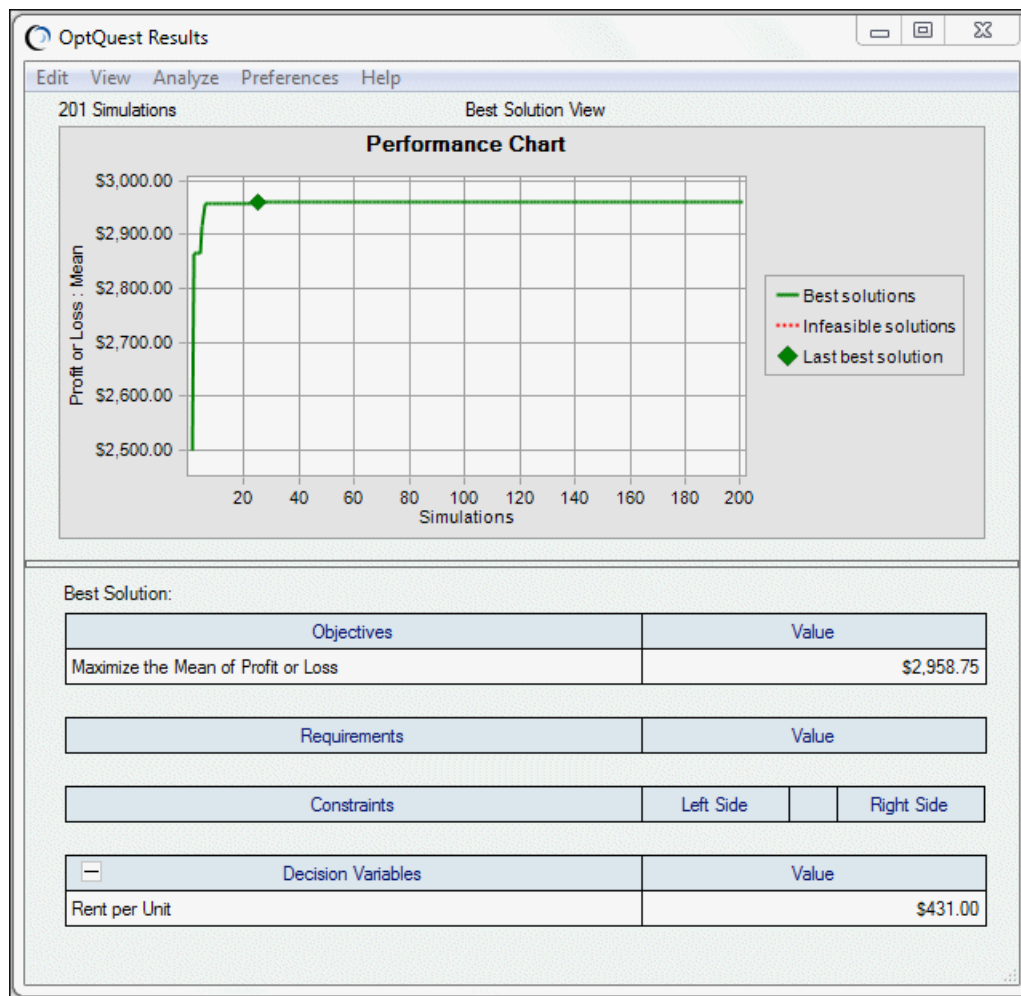


8. Utilizzare l'impostazione predefinita, relativa all'esecuzione di 1000 simulazioni.
9. Fare clic su **Esegui** nel pannello **Opzioni**.

OptQuest ricerca sistematicamente nel set di **soluzioni attuabili** una che migliori il valore medio della previsione di profitto o perdita.

In breve tempo, OptQuest trova la soluzione migliore che viene visualizzata nella finestra dei risultati di OptQuest (Figura 21 a pagina 67).

Figura 21. Risultati OptQuest per il modello Futura Apartments



Nel grafico delle performance vengono visualizzate le soluzioni calcolate da OptQuest. I risultati numerici vengono visualizzati nella tabella al di sotto del grafico. Per questa ottimizzazione, la soluzione migliore è stata individuata nella simulazione 25. Il noleggio unitario ottimale di \$ 431 produrrebbe il massimo del profitto medio previsto pari a \$ 2.958,75.

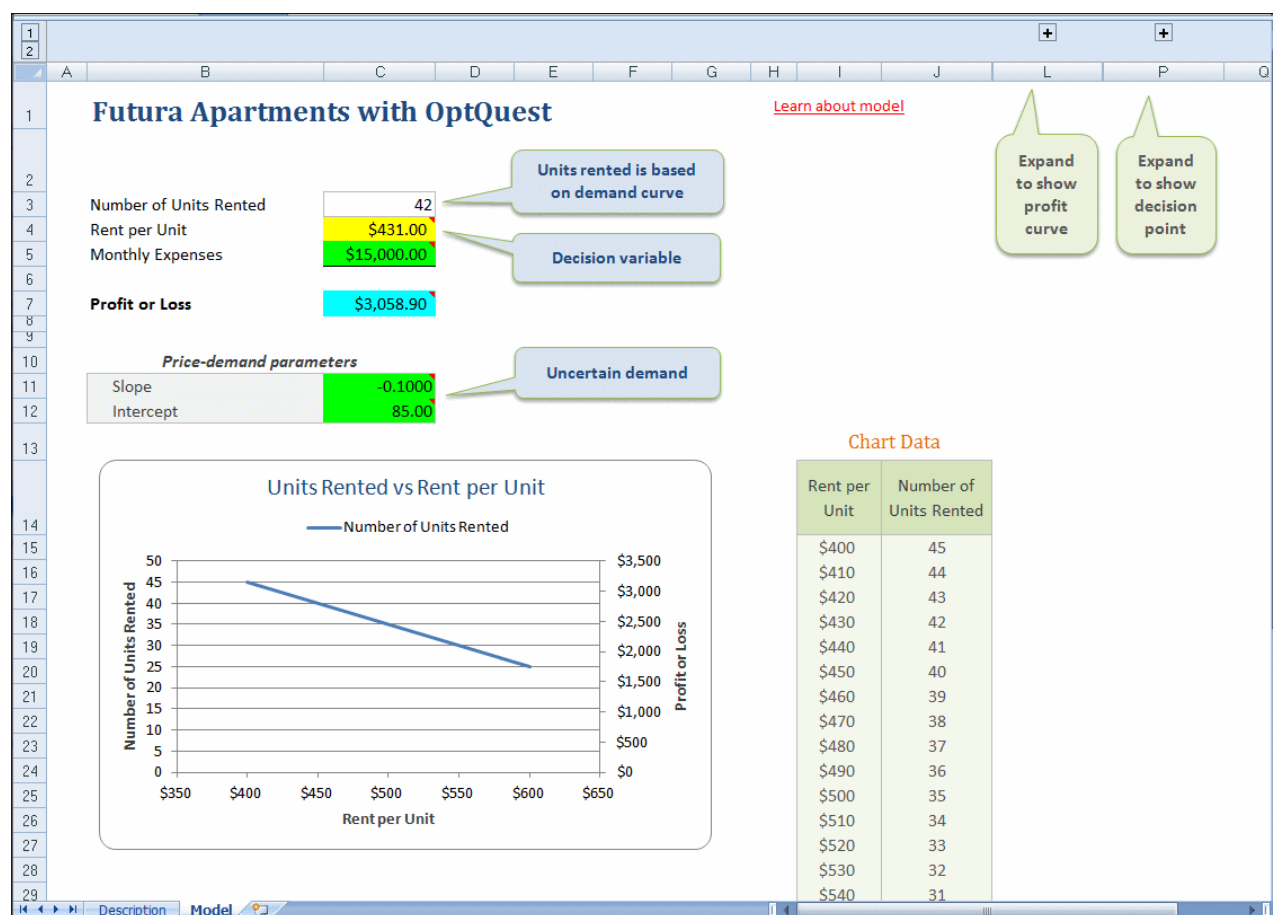
Come richiesto nel pannello Opzioni, viene visualizzato il grafico delle previsioni per la soluzione migliore. Se si seleziona **Visualizza, Statistiche** nella barra dei menu del grafico delle previsioni, è possibile osservare che la media di distribuzione delle previsioni visualizzata è uguale al valore massimo del profitto medio presente nella finestra dei risultati di OptQuest (\$ 2.959,95).

10. Selezionare **Modifica** e quindi **Copia soluzione migliore in foglio di calcolo** nella barra dei menu della finestra dei risultati di OptQuest.

Se si osserva la cartella di lavoro Futura with OptQuest, è possibile rilevare che la cella C4 con la variabile decisionale è impostata adesso sul valore unitario di noleggio calcolato da OptQuest, ossia \$ 431. Il foglio di calcolo include calcoli deterministici basati sul valore ottimale della variabile decisionale. Poiché le celle C3 e C7 contengono formule che includono C4, anche i valori di tali celle risultano modificati, come illustrato in

Figura 22 a pagina 68. Ora è necessario noleggiare 42 unità a \$ 431 ciascuna per ottenere il profitto massimo di circa \$ 3.059.

Figura 22. Futura with OptQuest ottimizzato per il profitto massimo



Nota:

Quando si esegue un'ottimizzazione, le impostazioni della procedura guidata vengono salvate automaticamente nella cartella di lavoro. Per informazioni più dettagliate, fare riferimento a [“Salvataggio delle impostazioni e dei modelli di ottimizzazione”](#) a pagina 55.

Esercitazione 2 - Modello Portfolio Allocation

Questa dettagliata esercitazione descrive l'impostazione e l'esecuzione di un modello di ottimizzazione mediante Crystal Ball Decision Optimizer con OptQuest. Se non si conoscono i termini fondamentali utilizzati per l'ottimizzazione, ad esempio *obiettivi* e *vincoli*, fare riferimento a [Capitolo 2, “Panoramica”](#) a pagina 15.

Descrizione del problema

Un investitore dispone di 100.000 dollari da investire in quattro attività. Di seguito viene presentato l'elenco dei rendimenti annuali previsti per le attività e dell'importo minimo e massimo che l'investitore vorrebbe allocare per i singoli investimenti.

Tabella 3. Limiti di rendimento previsto e investimenti per Portfolio Allocation

Investimento	Rendimento annuo	Limite inferiore	Limite superiore
Money Market fund	3%	\$0	\$50,000
Income fund	5%	\$10,000	\$25,000
Growth and income fund	7%	\$0	\$80,000
Aggressive growth fund	11%	\$10,000	\$100,000

L'origine dell'incertezza del problema risiede nel rendimento annuo delle attività. Le attività più conservative, Income fund e Money Market fund, hanno rendimenti annui relativamente stabili, mentre Aggressive Growth fund presenta una volatilità maggiore.

Il problema decisionale, dunque, consiste nel determinare quanto investire in ciascuna attività per massimizzare il rendimento annuo totale previsto mantenendo, al contempo, un livello accettabile di rischio e rientrando nei limiti massimo e minimo dei singoli investimenti.

Utilizzo di OptQuest

L'utilizzo di OptQuest prevede le fasi riportate di seguito.

1. Creazione di un modello Crystal Ball del problema.
2. Definizione delle variabili decisionali in Crystal Ball.
3. Avvio di OptQuest.
4. In OptQuest, definizione dell'obiettivo della previsione e degli eventuali requisiti.
5. Selezione delle variabili decisionali da ottimizzare.
6. Specifica degli eventuali vincoli relativi alle variabili decisionali.
7. Selezione delle impostazioni dell'ottimizzazione.
8. Esecuzione dell'impostazione.
9. Interpretazione dei risultati.

Creazione di un modello Crystal Ball

► In questo caso, il modello è già stato creato. Per rivederlo:

1. Avviare Crystal Ball e aprire la cartella di lavoro **Portfolio Allocation.xlsx** nell'elenco **Modelli di esempio**.

Il foglio di lavoro relativo a questo problema si trova in [Figura 23 a pagina 70](#), di seguito.

Figura 23. Foglio di lavoro Portfolio Allocation

Investments	Annual return	Lower bound	Upper bound
Money Market fund	3.0%	\$0	\$50,000
Income fund	5.0%	\$10,000	\$25,000
Growth and Income fund	7.0%	\$0	\$80,000
Aggressive Growth fund	11.0%	\$10,000	\$100,000
Total amount available		\$100,000	

Decision variables	Amount invested
Money Market fund	\$25,000
Income fund	\$25,000
Growth and Income fund	\$25,000
Aggressive Growth fund	\$25,000
Total expected return	\$6,500

Total amount invested
\$100,000

Decision variables

Maximize return

Funding constraint

In questo esempio, i valori dei dati del problema sono specificati nelle righe che vanno da 5 a 9. Gli input del modello, (valori e variabili decisionali), gli output del modello (obiettivo di previsione) e il vincolo (importo totale investito) si trovano nella metà inferiore del foglio di lavoro.

Per questo modello, le ipotesi e le celle di previsione sono già state definite in Crystal Ball. Le variabili decisionali verranno definite nel corso di questa esercitazione.

- Assicurarsi che le ipotesi siano definite come indicato di seguito.

Ipotesi	Cella	Distribuzione	Parametri
Money Market fund	C5	uniforme	minimo: 2% massimo: 4%
Income fund	C6	normale	media: 5% deviazione standard: 5%
Growth and income fund	C7	normale	media: 7% deviazione standard: 12%
Aggressive growth fund	C8	normale	media: 11% deviazione standard: 18%

Per assistenza nella visualizzazione o nella definizione delle ipotesi o delle previsioni, fare riferimento al *Manuale per l'utente di Oracle Crystal Ball*.

-
-
-



Selezionare **Preferenze esecuzione**, nella barra multifunzione di Crystal Ball e impostare le preferenze di esecuzione indicate di seguito.

- Numero massimo di prove da eseguire impostato su 1000
- Metodo di campionamento impostato su **LHS**
- **Dimensione campione per ipercubo latino** impostato su 500
- La generazione dei numeri casuali viene impostata su **Usa stessa sequenza di numeri casuali** con un **Valore predefinito iniziale** pari a 999

Definizione delle variabili decisionali

- Il passaggio successivo consiste nell'identificare e definire le variabili decisionali del modello. È necessario che nei modelli di OptQuest sia presente almeno una variabile decisionale.

1. Definire la prima variabile decisionale.

- a. Selezionare la cella C13.

- b.

Selezionare **Definisci decisione**, .

- c. Impostare **Tipo di variabile** su **Continuo**.

- d. Impostare i limiti inferiore e superiore in base ai dati del problema che si trovano nelle colonne D ed E del foglio di lavoro, come illustrato in [Tabella 3 a pagina 69](#) e [Figura 23 a pagina 70](#).

Si osservi che è possibile inserire i riferimenti di cella per le celle D5, E5 e il nome dei fondi nella cella B5. Al termine dell'inserimento, il riferimento di cella viene modificato nel relativo valore.

2. Definire le variabili decisionali delle celle C14, C15 e C16 in base ai valori delle colonne D ed E del foglio di lavoro, seguendo il processo descritto nel passo 1.

Se si sono utilizzati i riferimenti di cella per il nome, il limite inferiore e il limite superiore della variabile decisionale definita nel passo 1, è possibile utilizzare i comandi **Copia dati** e **Incolla dati** di Crystal Ball per definire le variabili decisionali rimanenti.

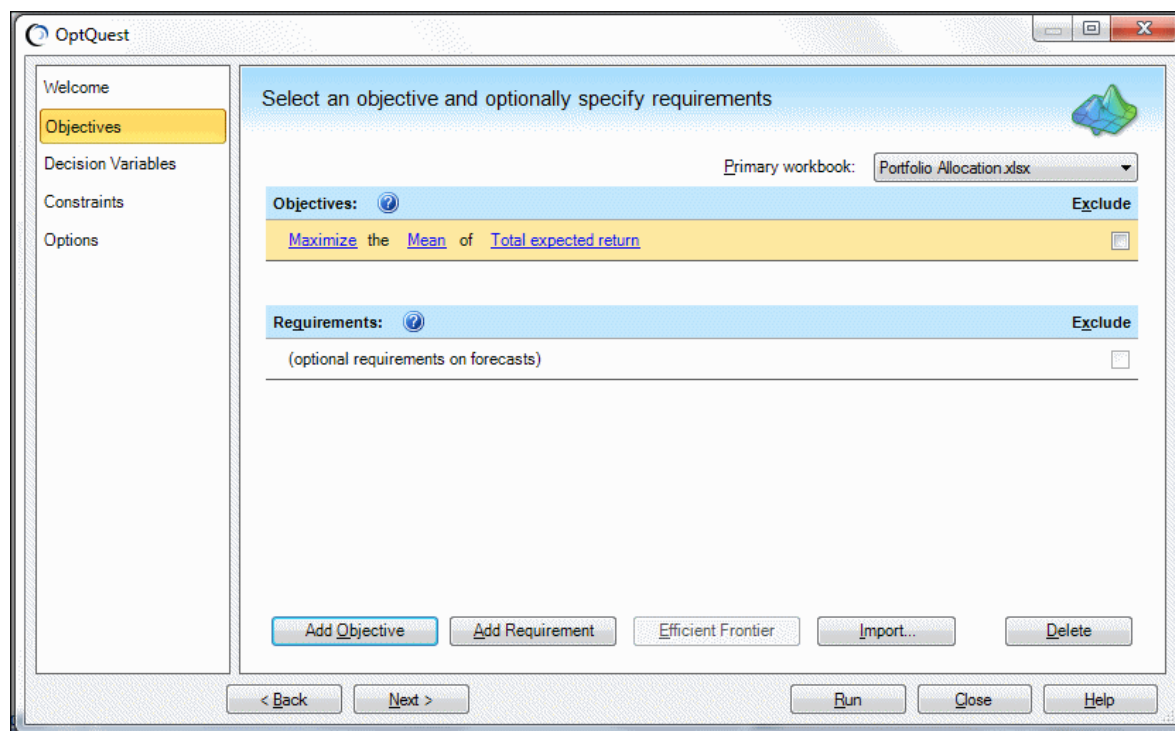
Avvio di OptQuest e definizione dell'obiettivo della previsione

- Prima di eseguire una simulazione con OptQuest, è necessario definire l'obiettivo della previsione. A questo scopo, procedere come indicato di seguito.

1. Avvia OptQuest selezionando **OptQuest** nella barra multifunzione di Crystal Ball.

Con ogni probabilità si è già avviato OptQuest almeno una volta, pertanto viene aperto il pannello **Obiettivi** ([Figura 24 a pagina 72](#)).

Figura 24. Esempio di pannello Obiettivi, Portfolio Allocation (Obiettivo aggiunto)



OptQuest richiede che si selezioni una statistica di previsione in qualità di **obiettivo** da minimizzare, massimizzare o impostare come valore target. Oltre a definire un obiettivo, è possibile definire i **requisiti** dell'ottimizzazione, come descritto in [“Modifica delle impostazioni di ottimizzazione” a pagina 78](#).

Come descritto in precedenza, l'obiettivo di questo problema esemplificativo consiste nel massimizzare il rendimento previsto totale. Poiché OptQuest, unitamente a Crystal Ball, calcola le previsioni come distribuzioni o intervalli di valori, la media della previsione Total Expected Return (rendimento previsto totale) rappresenta un valore statistico rappresentativo da utilizzare per l'obiettivo.

2. Per definire un obiettivo, fare clic su **Aggiungi obiettivo**. Viene visualizzato un obiettivo predefinito. In [Figura 24 a pagina 72](#), l'obiettivo predefinito è già stato aggiunto.

Maximize the Mean of Total Expected Return

Questo è l'obiettivo desiderato e non è necessario apportare modifiche.

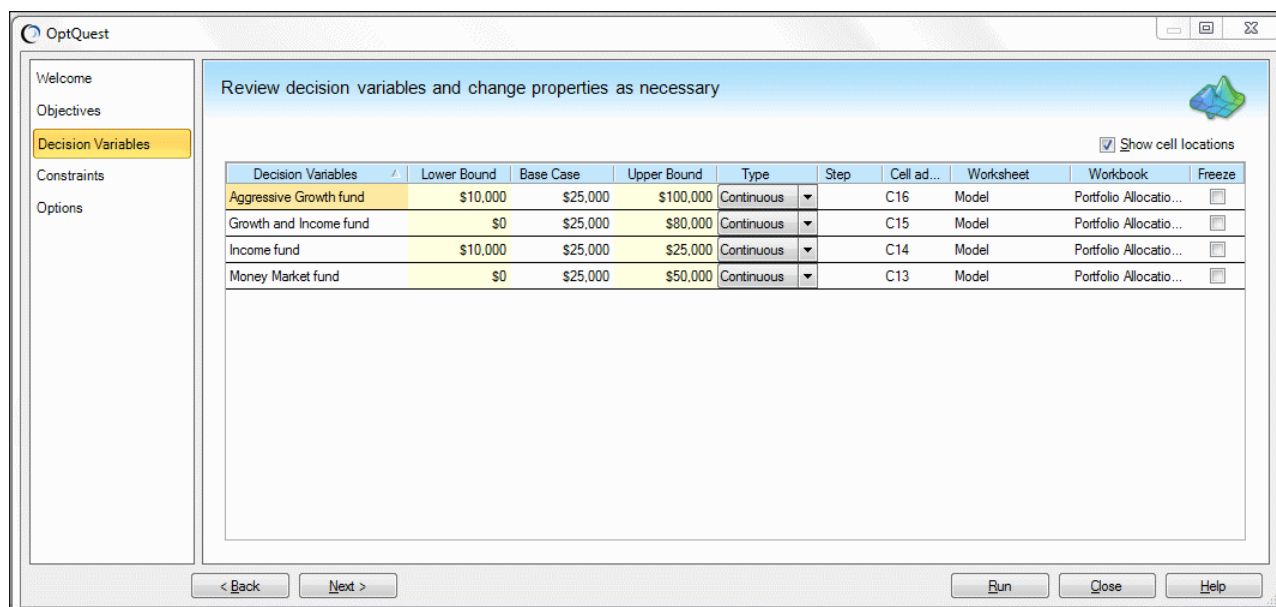
3. Per proseguire fare clic su **Avanti**.

Viene aperto il pannello **Variabili decisionali**.

Selezione delle variabili decisionali da ottimizzare

Quando si fa clic su **Avanti**, viene aperto il pannello **Variabili decisionali**, simile a quanto illustrato in [Figura 25 a pagina 73](#).

Figura 25. Esempio di pannello Variabili decisionali con posizioni celle, Portfolio Allocation



Ogni variabile decisionale definita nel modello Crystal Ball viene visualizzata nel pannello Variabili decisionali. L'ultima colonna indica se la variabile è stata "congelata", ossia rimossa dall'ottimizzazione. In [Figura 25 a pagina 73](#), **Mostra posizioni celle** è selezionato, pertanto gli indirizzi delle celle vengono visualizzati prima dell'ultima colonna.

Nelle altre colonne vengono visualizzati i limiti, il caso base ossia il valore del modello corrente, il tipo e il passo di ogni variabile.

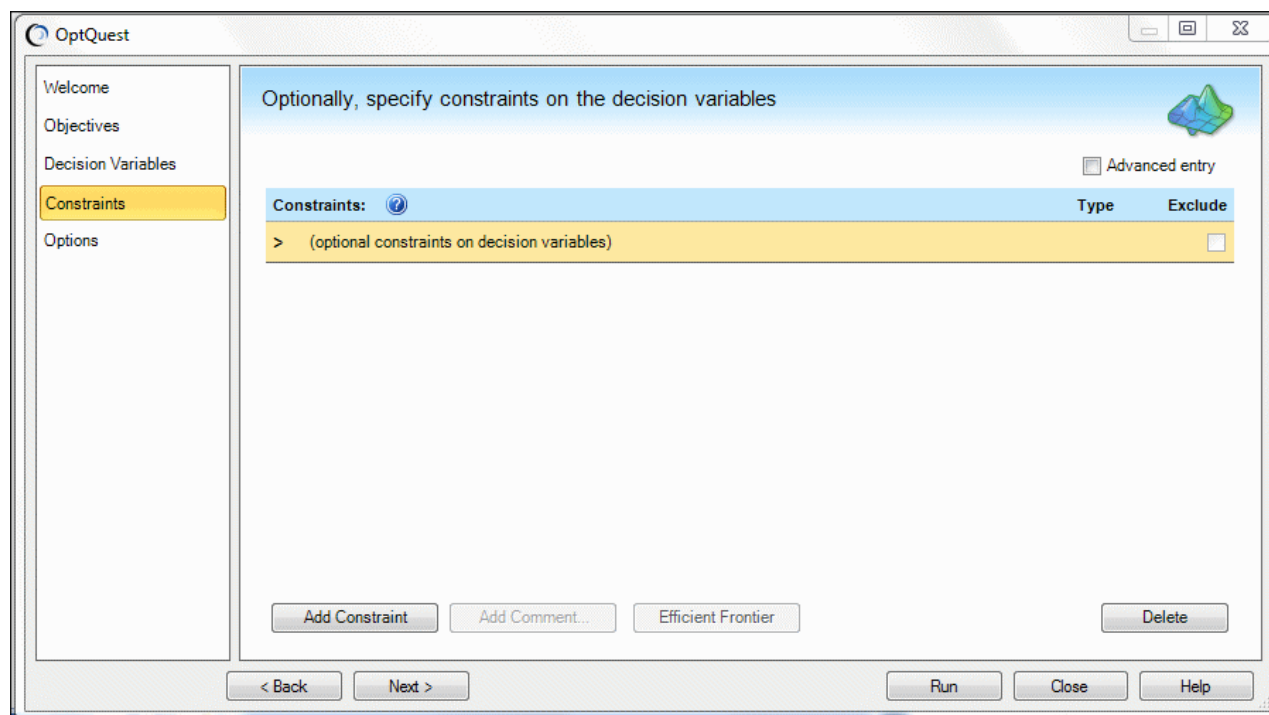
- Le impostazioni di questo esempio sono corrette, quindi selezionare **Mostra posizioni celle** e fare clic su **Avanti** per proseguire.

Viene aperto il pannello **Vincoli**, come illustrato in [Figura 26 a pagina 74](#).

Specifica di vincoli

Quando si fa clic su **Avanti** nel pannello **Variabili decisionali**, viene aperto il pannello **Vincoli**.

Figura 26. Pannello Vincoli senza dati, modalità di immissione semplice



Se lo si desidera è possibile utilizzare il pannello Vincoli per specificare eventuali limitazioni definite con le variabili decisionali. Il vincolo di questo modello limita l'investimento iniziale a \$ 100.000.

Per impostazione predefinita, il pannello Vincoli viene aperto in modalità di immissione semplice. Con questa modalità, la maggior parte delle formule vincolo viene inserita nelle celle del foglio di calcolo. La formula del vincolo viene quindi completata nel pannello Vincoli mediante una semplice espressione condizionale, ad esempio `Sheet !A1 <= 100`.

Si consideri ad esempio la formula del vincolo utilizzata nell'esempio precedente.

Money Market fund + Income fund + Growth and Income fund + Aggressive Growth fund = 100000

Tutti i valori dei fondi vengono definiti in Oracle Crystal Ball Decision Optimizer variabili decisionali. In questo esempio, le variabili decisionali sono definite nelle celle che vanno da C13 a C16, come illustrato in [Figura 25 a pagina 73](#).

Il lato sinistro della formula vincolo illustrato in precedenza è già stato inserito nella cella G13 del foglio di lavoro modello dell'esempio Portfolio Allocation:

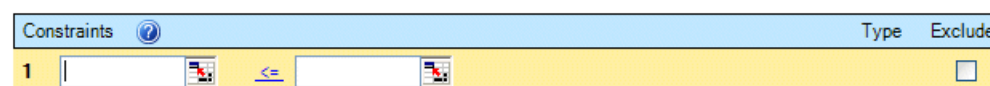
`=SUM(C13:C16)`

► Per inserire il vincolo nel pannello Vincoli:

1. Fare clic su **Aggiungi vincolo**.

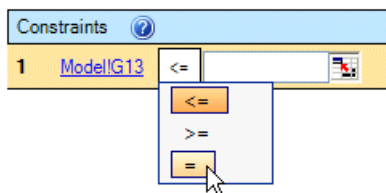
Viene visualizzata una riga con due caselle di modifica come illustrato in [Figura 27 a pagina 74](#), di seguito.

Figura 27. Editor vincoli in modalità di immissione semplice



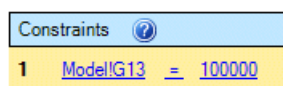
2. Nella prima casella, inserire la cella contenente il lato sinistro della formula di vincolo, in questo caso la cella G13. È possibile digitare =G13 o utilizzare il selettore celle per puntare alla cella. Se la cella ha un nome di intervallo, è possibile utilizzare quest'ultimo al posto dell'indirizzo della cella.
3. L'operatore predefinito è <=. In questo caso, la formula effettua una chiamata a =. Fare clic sull'operatore sottolineato e selezionare quello desiderato (Figura 28 a pagina 75).

Figura 28. Modifica dell'operatore vincolo



4. Per inserire il valore di destra dell'equazione, digitare un numero oppure fare riferimento a una cella o a un nome di intervallo contenente un valore o una formula. Nella seguente figura Figura 29 a pagina 75 è stato inserito il numero 100000.

Figura 29. Vincolo inserito in modalità di immissione semplice



5. A questo punto è possibile effettuare una delle operazioni riportate di seguito.
 - Aggiungere un altro vincolo
 - Aggiungere un commento
 - Aggiungere un limite di variabile per l'analisi di frontiera efficiente
 - Fare clic su **Avanti** per continuare con il pannello **Opzioni**.
 - Per eseguire l'ottimizzazione fare clic su **Esegui**.

Per ulteriori informazioni sull'aggiunta di commenti e di limiti di variabile, fare riferimento a “[Editor dei vincoli e pulsanti relativi](#)” a pagina 33.

In alternativa, è possibile inserire la formula vincolo direttamente, in modalità Immissione avanzata. Per un esempio, fare riferimento a “[Specifica di vincoli in modalità Immissione avanzata](#)” a pagina 31.

6. Dopo aver impostato tutti i vincoli, fare clic su **Avanti** per proseguire.

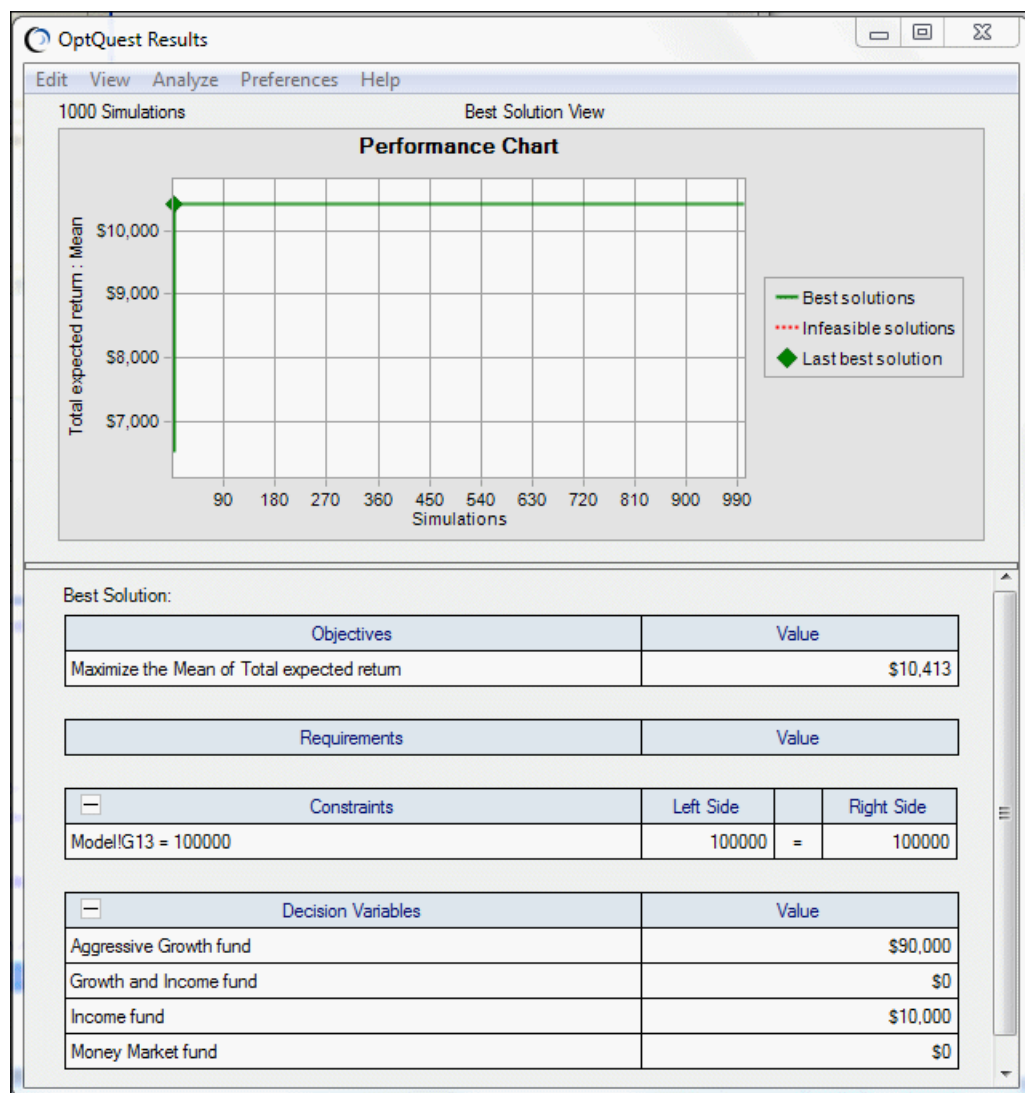
Viene aperto il pannello **Opzioni**, simile a quanto illustrato in [Figura 20 a pagina 66](#).

Impostazione delle opzioni ed esecuzione dell'ottimizzazione

- Il pannello Opzioni consente di impostare le opzioni per il controllo del processo di ottimizzazione. Per informazioni più dettagliate, fare clic sul pulsante della Guida.
1. Per questa esercitazione, impostare il numero massimo di simulazioni su 1000.
 2. Fare clic su **Esegui**.

Verrà aperta la finestra dei risultati di OptQuest (Figura 30 a pagina 76). Questo viene visualizzato nella vista Soluzione migliore che offre una panoramica della migliore soluzione individuata durante l'ottimizzazione.

Figura 30. Finestra dei risultati di OptQuest, vista Soluzione migliore, modello Portfolio Allocation



Nella tabella degli obiettivi viene visualizzata la media di previsione del rendimento previsto totale pari a \$ 10.413. Nella tabella delle variabili decisionali, è possibile impostare l'importo da allocare a ogni fondo per conseguire l'obiettivo: Aggressive Growth fund= \$ 90.000; Growth and Income fund = \$ 0; Income fund = \$ 10.000 e Money Market fund = \$ 0.

Se si seleziona **Visualizza, Analisi soluzione** nella barra dei menu, vengono visualizzate le tabelle di Analisi soluzione.

Figura 31. Finestra dei risultati di OptQuest, vista Analisi soluzione, modello Portfolio Allocation

OptQuest Results

Edit View Analyze Preferences Help

1000 Total Solutions Solution Analysis View 50 Displayed

Rank	Solution #	Objective Maximize Mean Total expected return	Constraints Model!G13 = 100000	Decision Variables Aggressive Growth
1	3	\$10,413	100000 = 100000	
2	729	\$10,413	100000 = 100000	
3	639	\$10,413	100000 = 100000	
4	660	\$10,413	100000 = 100000	
5	637	\$10,413	100000 = 100000	
6	662	\$10,413	100000 = 100000	
7	849	\$10,413	100000 = 100000	
8	663	\$10,413	100000 = 100000	
9	649	\$10,413	100000 = 100000	
10	659	\$10,413	100000 = 100000	
11	940	\$10,413	100000 = 100000	
12	656	\$10,413	100000 = 100000	

Statistics:

	Minimum	Mean	Maximum	Std. Dev.
Objective	\$10,413	\$10,413	\$10,413	\$0
Constraint	99999.9999961603	100000	100000.00000384	0.00193309241916...
Decision Variable	100000	100000	100000	0

Show the best

☐ 15 solutions

☒ 5 % of solutions

☐ All feasible solutions (1000)

☐ New best solutions (2)

Include

☒ Feasible solutions (50)

☐ Infeasible solutions (0)

In base all'impostazione predefinita, nell'elenco delle soluzioni viene visualizzato il 5% di soluzioni migliori classificate in base al valore obiettivo. Scorrendo l'elenco è possibile visualizzare i set dei valori delle variabili decisionali provati da OptQuest nel corso della ricerca della soluzione migliore. È inoltre possibile vedere i valori dei requisiti e le formule vincolo calcolate in base a queste variabili decisionali.

Nella tabella delle statistiche, al di sotto dell'elenco delle soluzioni, vengono visualizzati i valori minimo, medio, massimo e della deviazione standard per l'obiettivo, il vincolo e per ciascuna variabile decisionale indicate nelle colonne della tabella.

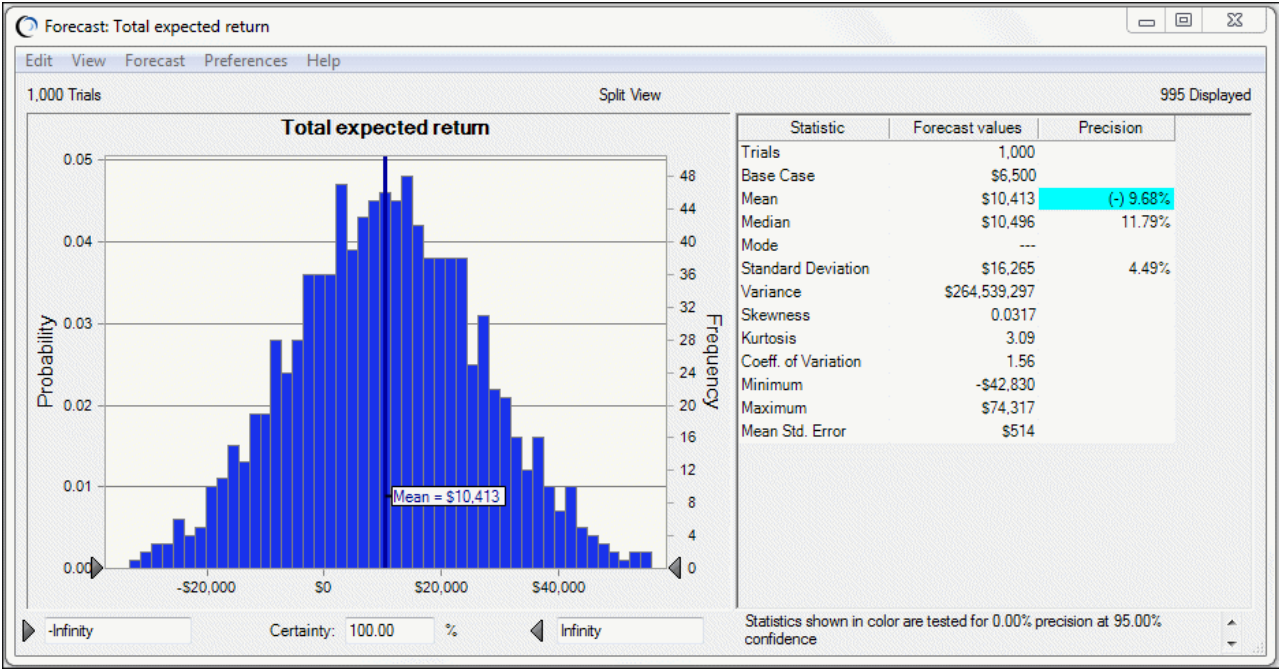
In questo caso, la strategia di investimento ha aumentato al massimo il rendimento del portafoglio, ma con una contropartita: rischio elevato dovuto alla grande volatilità e alla scarsa diversificazione. Può essere considerata davvero la strategia migliore? Per comprenderlo, è necessario che l'investitore interpreti i risultati.

Interpretazione dei risultati

Per interpretare i risultati di OptQuest, esaminare innanzitutto la migliore simulazione nel grafico delle previsioni. Se la simulazione non è già visualizzata, selezionare Visualizza grafici, quindi Grafici previsione e Risultato previsto totale.

La [Figura 32 a pagina 78](#) illustrata di seguito consente di visualizzare il grafico delle previsioni e le statistiche in visualizzazione suddivisa. Si osservi che la deviazione standard della previsione è abbastanza elevata, \$ 16.265, in confronto al rendimento medio di \$ 10.413. Il rapporto tra questi due valori, o coefficiente di variazione, è espresso come 1,56 ed è superiore al 150%. La maggior parte dell'investimento è stato allocato ad Aggressive Growth fund che presenta un'elevata incertezza del rendimento; ciò indica la relativa pericolosità dell'investimento.

Figura 32. Grafico previsioni Portfolio Allocation, visualizzazione suddivisa



Modifica delle impostazioni di ottimizzazione

Nella gestione del portafoglio, il controllo della variabilità della soluzione per ridurre al minimo il rischio può essere altrettanto importante dell'acquisizione degli elevati rendimenti previsti. Si supponga che lo stesso investitore voglia ridurre l'indeterminazione dei rendimenti del portafoglio, cercando comunque di ottenere il massimo rendimento previsto possibile. Si può cercare la soluzione migliore per cui la deviazione standard sia molto inferiore, ad esempio al di sotto di \$ 8.000.

È possibile modificare le impostazioni di OptQuest per aggiungere questo limite di rischio e aumentare comunque al massimo il rendimento previsto totale.

► Per modificare OptQuest:

1. Mentre è aperto il file **Portfolio Allocation.xlsx** e con le impostazioni corrispondenti a quanto descritto in precedenza in questa esercitazione, selezionare **OptQuest** nella barra multifunzione di Oracle Crystal Ball. Se si è

appena eseguita un'ottimizzazione, fare clic su **Reimposta** nel **Pannello di controllo di OptQuest**. Quando viene visualizzato il prompt di Reimposta, selezionare **Avvia procedura guidata OptQuest** e fare clic su **Sì**.

2. **Facoltativo:** se non è già aperto, fare clic su **Obiettivi** del riquadro di navigazione della procedura guidata di OptQuest.

Nel pannello aperto, tra gli obiettivi viene elencato **Maximize the Mean of Total Expected Return**.

3. Fare clic su **Aggiungi requisito**.

In tal modo viene creata una nuova riga nell'area **Requisiti**:

Requirements: ?	Exclude
The <u>Mean</u> of <u>Total expected return</u> must be <u>greater than or equal to</u> <u>\$100</u> dollars	<input type="checkbox"/>

4. Nella nuova riga fare clic su **Media**. Nell'elenco selezionare **Deviazione standard**.
5. Fare clic su **maggiore o uguale a** e modificarlo in **minore o uguale a**.
6. Quindi fare clic su 100 e modificarlo in 8000.

In questo modo, viene aggiunto un requisito in base al quale la deviazione standard del rendimento previsto deve essere inferiore o uguale a \$ 8.000 perché la soluzione sia considerata attuabile.

Figura 33. Pannello Obiettivi con il nuovo requisito

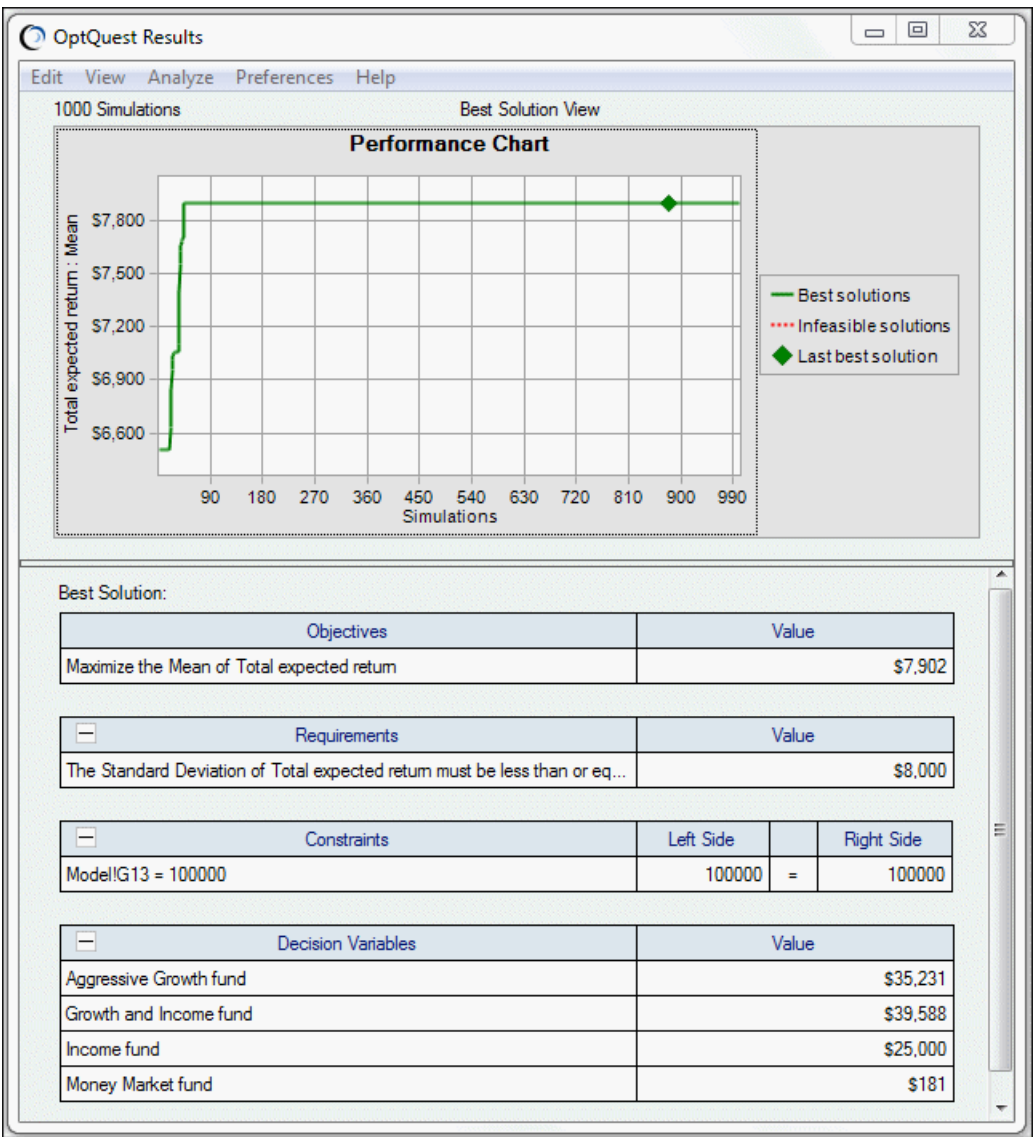
Objectives: ?	Exclude
<u>Maximize</u> the <u>Mean</u> of <u>Total expected return</u>	<input type="checkbox"/>

Requirements: ?	Exclude
The <u>Standard Deviation</u> of <u>Total expected return</u> must be <u>less than or equal to</u> <u>\$8,000</u> dollars	<input type="checkbox"/>

7. Fare clic su **Esegui**.

I nuovi risultati vengono visualizzati in [Figura 34 a pagina 80](#).

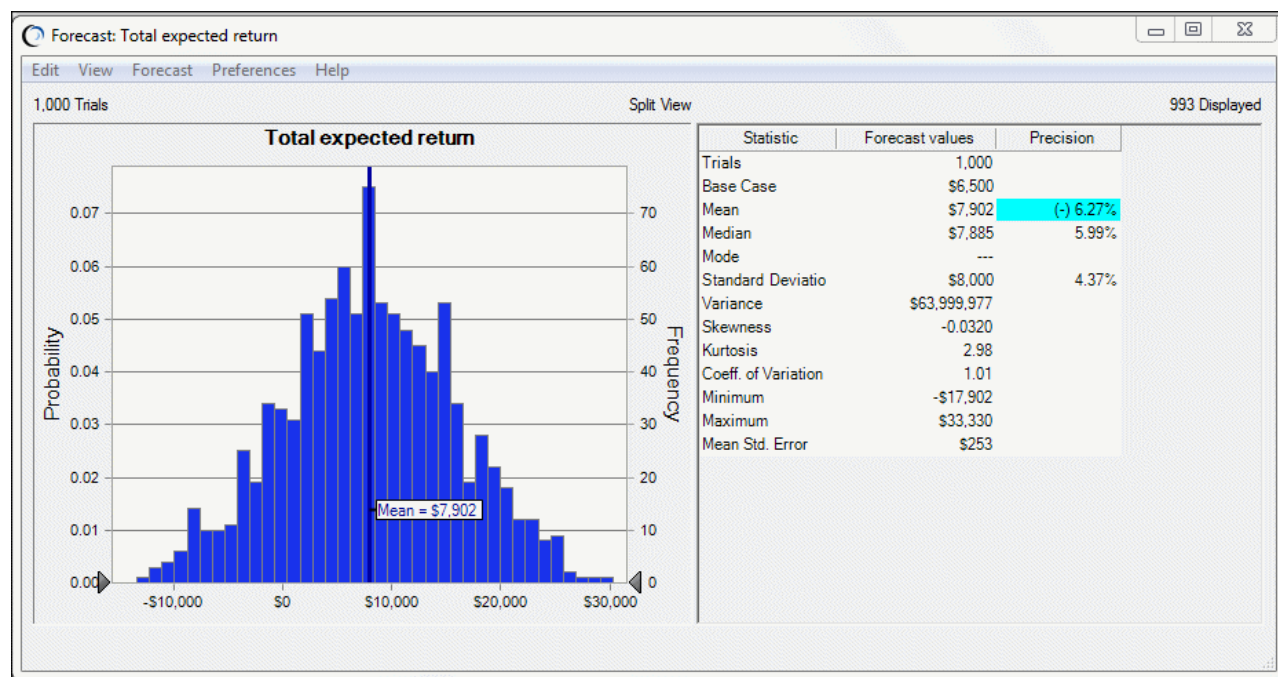
Figura 34. Risultati dell'ottimizzazione per l'allocazione di portafoglio con rischio



Come illustrato nella [Figura 34 a pagina 80](#), OptQuest individua una soluzione che soddisfa il requisito. La deviazione standard del rendimento previsto totale è appena al di sotto di \$ 8.000. Il valore obiettivo, pertanto, ora è significativamente inferiore a quello della soluzione precedente priva del limite di rischio ([Figura 30 a pagina 76](#)).

Se si torna al modello di allocazione del portafoglio e si visualizza il grafico di previsione dei risultati con la visualizzazione suddivisa ([Figura 35 a pagina 81](#)), vengono visualizzati i nuovi valori. La deviazione standard del rendimento previsto totale è appena inferiore a \$ 8.000 e il coefficiente di variazione è lievemente superiore a 1.

Figura 35. Migliore soluzione di ottimizzazione con il requisito di rischio inferiore



Interpretazione dei risultati

Questa soluzione ha significativamente ridotto la variabilità del rendimento previsto totale, sebbene ora presenti un rendimento medio inferiore. Il portafoglio ne ha tratto vantaggio con l'individuazione della migliore diversificazione tra investimenti conservativi e aggressivi. Pertanto, è necessario che l'investitore sia consapevole del compromesso tra rendimenti superiori con rischio elevato e rendimenti inferiori con rischio contenuto.

Quali risultati produce il confronto tra questa soluzione e la soluzione a rischio elevato? Per rispondere a questa domanda confrontare [Figura 32 a pagina 78](#) con [Figura 35 a pagina 81](#). Nella [Figura 35 a pagina 81](#), il rendimento medio è inferiore, ma anche la deviazione standard, la varianza e il coefficiente di variazione, ossia gli indicatori di rischio, sono inferiori.

Riepilogo dell'ottimizzazione di Portfolio Allocation

La migliore soluzione identificata da OptQuest può non essere effettivamente la soluzione ottimale al problema, ma dovrebbe esserle prossima. La precisione dei risultati dipende dal limite di tempo selezionato per la ricerca, dal numero di prove per simulazione, dal numero di variabili decisionali e dalla complessità del problema. Maggiore è il numero delle variabili decisionali, maggiore deve essere il numero delle simulazioni. È possibile ottenere maggiori informazioni sulla procedura di ricerca nella sezione di OptQuest del manuale *Oracle Crystal Ball Reference and Examples Guide*.

Dopo aver risolto un problema di ottimizzazione con OptQuest, eseguire una simulazione di Crystal Ball più lunga utilizzando i valori ottimali delle variabili decisionali per calcolare più accuratamente i rischi inerenti alla soluzione consigliata.

Glossario

analisi sensibilità	Calcolo della sensibilità di una cella di previsione rispetto alle celle di ipotesi o di variabile decisionale.
APT	Arbitrage Pricing Theory.
asimmetria	Misura del grado di deviazione dalla norma di una curva di distribuzione asimmetrica. Maggiore è il grado di asimmetria più numerosi sono i punti di una curva che si trovano da un lato del picco della curva rispetto a quelli sull'altro lato. Una normale curva di distribuzione, priva di asimmetrie, è simmetrica.
asimmetrica	Distribuzione asimmetrica.
certezza	Percentuale dei risultati di simulazione che rientra in un dato intervallo.
coefficiente di correlazione	Numero compreso tra -1 e 1 che indica matematicamente il grado di correlazione positiva o negativa tra celle di ipotesi. Una correlazione pari a 1 indica una correlazione positiva perfetta, mentre -1 indica una correlazione negativa perfetta e 0 nessuna correlazione.
coefficiente di variazione	Misura della variazione relativa che confronta la deviazione standard con la media. I risultati possono essere rappresentati in percentuali per finalità di confronto.
continuo	Tipo di variabile che può assumere qualsiasi valore compreso tra i limiti inferiore e superiore. Non è necessaria alcuna dimensione passo e ciascun intervallo comprende un numero infinito di valori possibili. Con il termine continuo si descrive inoltre un modello di ottimizzazione comprendente solo variabili continue.
correlazione	Dipendenza esistente tra celle di ipotesi.
correlazione della classificazione	Metodo con il quale Crystal Ball sostituisce i valori delle ipotesi con la relativa classificazione dal valore inferiore a quello superiore, ossia da 1 a N, prima di calcolare il coefficiente di correlazione. Questo metodo consente di ignorare i tipi di distribuzione durante la correlazione delle ipotesi.
curtosi	Misura del livello di picco di una curva. Maggiore il valore di curtosi, più vicini saranno i punti della curva alla moda della curva. La curtosi di una curva di distribuzione normale è pari a 3.
deterministico	Modello o sistema privo di variabili casuali che restituisce risultati a valore singolo.
deviazione standard	Radice quadrata della varianza per una distribuzione. Misurazione della variabilità di una distribuzione, ossia dispersione dei valori attorno al valore medio.
dimensione passo	Definisce la differenza tra i valori successivi di una variabile decisionale discreta in uno specifico intervallo. Ad esempio, una variabile decisionale discreta con un intervallo compreso tra 1 e 5 e una dimensione passo pari a 1 può assumere solo i valori 1, 2, 3, 4 o 5; una variabile decisionale discreta con un intervallo compreso tra 0 e 17 e una dimensione passo pari a 5 può assumere solo i valori 0, 5, 10 e 15.
distribuzione	Vedere distribuzione delle probabilità.

distribuzione delle probabilità	Insieme di tutti gli eventi possibili e delle rispettive probabilità associate.
distribuzione di frequenza	Grafico che riepiloga visivamente un elenco di valori suddividendoli in gruppi e visualizzandone i conteggi delle frequenze.
EOQ	Economic Order Quantity.
errore standard media	Deviazione standard della distribuzione delle medie dei possibili campioni. Questa statistica offre un'indicazione della precisione della simulazione.
euristico	Tecnica di approssimazione basata sull'autoapprendimento per il miglioramento delle soluzioni.
fattore di rischio	Numero che rappresenta la pericolosità di un investimento in relazione a uno standard, ad esempio le obbligazioni del Tesoro USA, utilizzato in particolare con APT.
frontiera efficiente	Curva che rappresenta i valori obiettivo a fronte di modifiche a un requisito o a un vincolo. Un uso tipico consiste nel confronto tra rendimenti di portafoglio e diversi livelli di rischio.
generatore di numeri casuali	Metodo implementato in un programma, in grado di produrre una serie di numeri casuali indipendenti.
intervallo	Differenza tra i valori massimi e minimi in un set di dati.
ipotesi	Valore stimato o input in un modello di foglio di calcolo. Le ipotesi tengono conto dell'incertezza dei dati del modello mediante distribuzioni di probabilità.
Latin hypercube sampling (LHS)	<p>Metodo di campionamento che divide la distribuzione di probabilità delle ipotesi in intervalli con pari probabilità. Il numero degli intervalli corrisponde all'opzione relativa alle dimensioni del campione disponibile nella finestra di dialogo delle preferenze di esecuzione di Crystal Ball. Viene quindi generato un numero casuale per ogni intervallo.</p> <p>Rispetto al tradizionale metodo di campionamento Monte Carlo, il campionamento LHS è più preciso perché l'intero intervallo di distribuzione viene campionato in modo più equo e coerente. La maggiore precisione di questo metodo richiede maggiori requisiti di memoria, necessari per gestire il campionamento LHS completo per le singole ipotesi.</p>
limite	Limite massimo o minimo impostato per ogni variabile decisionale.
lineare	Relazione matematica nella quale tutti i termini delle formule possono contenere solo una singola variabile moltiplicata per una costante. Ad esempio, $3x - 1,2y$ è una relazione lineare in quanto sia il primo che il secondo termine sono costituiti solo da una costante moltiplicata per una variabile.
livello scorte	Quantità di scorte disponibili, escluse le quantità ordinate non ricevute.
massimo	Il valore massimo di un set di dati.
media	Media di un set di osservazioni numeriche, pari alla somma delle osservazioni divisa per il numero delle osservazioni.

mediano	Valore intermedio, a livello di ordine, tra il valore minimo possibile e il valore massimo possibile.
metaeuristico	Famiglia di approcci di ottimizzazione che include algoritmi genetici, simulated annealing, tabu search, scatter search e relativi ibridi.
minimo	Il valore minimo di un set di dati.
misto	Tipo di modello di ottimizzazione con variabili decisionali sia discrete che continue.
moda	Valore che si presenta più spesso in un set di dati, se esiste.
modello	Rappresentazione di un problema o di un sistema in un'applicazione per fogli di calcolo, ad esempio Excel.
modello di foglio di calcolo	Qualsiasi foglio di calcolo che rappresenta un sistema o un insieme di relazioni effettivo o ipotetico.
modello di ottimizzazione	Modello che si propone di aumentare al massimo o di ridurre al minimo una data quantità (l'obiettivo), ad esempio il profitto o il rischio.
non lineare	Relazione matematica in cui uno o più termini della formula sono non lineari. Termini quali x^2 , xy , $1/x$ o $3.1x$ caratterizzano relazioni non lineari. Vedere lineare.
NPV	Net Present Value (Valore attuale netto). Il valore NPV è pari al valore attuale meno l'investimento iniziale.
numero casuale	Valore selezionato matematicamente, generato (da una formula o selezionato da una tabella) per la conformità con una distribuzione di probabilità.
obiettivo	Formula di previsione espressa in termini di variabili decisionali che offre una rappresentazione matematica dell'obiettivo del modello.
obiettivo della previsione	Previsione tratta da un modello utilizzato da OptQuest come obiettivo principale dell'ottimizzazione. OptQuest aumenta al massimo o riduce al minimo una statistica della distribuzione delle previsioni.
ottimizzazione	Processo che individua la soluzione ottimale per un modello.
ottimizzazione multiobiettivo	Tecnica che combina in unico obiettivo più obiettivi spesso in conflitto, ad esempio l'aumento massimo dei rendimenti e la riduzione al minimo dei rischi.
percentile	Numero, espresso con una scala da zero a cento, che indica la percentuale di distribuzione delle probabilità uguale o inferiore a un valore. Definizione predefinita.
portafoglio efficiente	Combinazioni di attività per cui sia impossibile ottenere rendimenti superiori senza aumentare il rischio o un rischio minore senza ridurre il rendimento. Un portafoglio efficiente si basa direttamente sulla frontiera efficiente.
posizione scorte	Quantità di scorte disponibili più quantità ordinata non ricevuta, meno gli ordini in arretrato.
prestazioni	Possibilità di un programma di ottimizzazione di individuare soluzioni qualitativamente elevate il più velocemente possibile.

previsione	Riepilogo statistico della combinazione matematica di ipotesi contenuta in un modello di foglio di calcolo, con output grafico o numerico. Le previsioni sono distribuzioni di frequenza dei possibili risultati del modello.
probabilità	Probabilità di un evento.
procedura guidata	Procedura che conduce attraverso i passaggi necessari per creare ed eseguire un modello di ottimizzazione. La procedura guidata presenta nell'ordine corretto i pannelli necessari per il completamento dell'operazione.
prova	Processo in tre fasi con il quale Crystal Ball genera numeri casuali per le celle di ipotesi, ricalcola i modelli del foglio di calcolo e visualizza i risultati in un grafico di previsione. Una simulazione di Crystal Ball è costituita da più prove.
punto di riordino	Posizione delle scorte al momento del riordino.
quantità dell'ordine	Quantità standard di un prodotto da riordinare quando le scorte raggiungono il punto di riordino.
RAROC	Funzione multiobiettivo che calcola il rendimento sul capitale adeguato al rischio (RAROC, Risk-Adjusted Return On Capital).
requisito	Limitazione di una statistica delle previsioni in base alla quale la statistica deve rientrare entro uno specifico limite inferiore e superiore perché una soluzione sia considerata attuabile.
rischio	Incertezza o variabilità dell'esito di alcuni eventi o decisioni.
scorte	Qualsiasi risorsa accantonata per uso futuro, ad esempio materie prime, prodotti semilavorati e prodotti finiti. Le scorte includono anche risorse umane, finanziarie e di altro tipo.
scorte di sicurezza	Quantità di scorte aggiuntive mantenute oltre i tassi di utilizzo pianificati.
sensibilità	Entità dell'incertezza in una cella di previsione prodotta sia dall'incertezza (distribuzione delle probabilità) che dalla sensibilità del modello in relazione a una cella di ipotesi o di variabile decisionale.
simulazione	Set di prove di Crystal Ball. OptQuest individua le soluzioni ottimali eseguendo più simulazioni per diversi set di valori delle variabili decisionali.
soluzione attuabile	Soluzione che soddisfa tutti i vincoli imposti alle variabili decisionali, nonché tutti i requisiti imposti alle statistiche di previsione.
soluzione ottimale	Set di valori delle variabili decisionali che consente di ottenere il risultato migliore.
statistica delle previsioni	Valori di riepilogo di una distribuzione delle previsioni, ad esempio valore medio, deviazione standard o varianza. È possibile controllare l'ottimizzazione aumentando al massimo o riducendo al minimo le statistiche delle previsioni oppure impostandole su un valore target.
stocastico	Modello o sistema che include una o più variabili casuali.
STOIIP	Stock Tank Oil Initially In Place. STOIIP indica le riserve stimate di un giacimento petrolifero in milioni di barili (mmbbls).

valore finale	Ultimo valore calcolato per una previsione nel corso di una simulazione. Il valore finale è utile quando una previsione contiene una funzione che accumula i valori nel corso delle prove di una simulazione oppure una funzione che calcola le statistiche di un'altra previsione.
valore iniziale	Primo numero in una sequenza di numeri casuali. Un dato valore predefinito produce la stessa sequenza di numeri casuali per i valori delle ipotesi ogni volta che si esegue una simulazione.
variabile	Quantità che può assumere qualsiasi set di valori e alla quale fa generalmente riferimento una formula.
variabile decisione	Variabile del modello che è possibile controllare.
variabile discreta	Tipo di variabile che può assumere solo valori uguali al limite inferiore più un multiplo della dimensione passo; la dimensione passo può essere un qualsiasi numero maggiore di zero, ma inferiore all'intervallo della variabile. Con il termine discreto si descrive inoltre un modello di ottimizzazione comprendente solo variabili discrete.
varianza	<p>Quadrato della deviazione standard, in cui la deviazione standard è approssimativamente la media della somma dei quadrati delle deviazioni dal valore medio di n osservazioni. La somma è divisa per $n-1$ anziché per n e questa caratteristica differenzia la varianza dalla media di tipo tradizionale.</p> <p>La varianza può essere definita anche come una misura della dispersione, o spread, di un set di valori relativi a una media. Quando i valori sono vicini alla media, la varianza è bassa. Quando i valori si discostano maggiormente dalla media, la varianza è maggiore.</p>
vincolo	Limitazione che vincola le possibili soluzioni a un modello. È necessario definire i vincoli in termini di variabili decisionali.

