



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA INFORMATICA

ESPERIMENTI DI PROGRAMMAZIONE LINEARE  
INTERA PER PROBLEMI DI VERTEX COVER

*Relatore*

Prof. Domenico Salvagnin

*Laureando*

Giacomo Camposampiero

Anno Accademico 2020/2021

*Padova, 19 luglio 2021*



*Text.*



# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1	Programmazione lineare intera . . . . .	2
1.1.1	Algoritmo Branch and Bound . . . . .	2
1.1.2	Algoritmo Branch and Cut . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Presentazione delle sperimentazioni</b>	<b>3</b>
2.1	Prova di sottosezione . . . . .	3
2.1.1	Prova sottosezione 21 . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Risultati sperimentali</b>	<b>9</b>
3.1	Prova di sottosezione . . . . .	9
3.1.1	Prova sottosezione 21 . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>15</b>
4.1	Prova di sottosezione . . . . .	15
4.1.1	Prova sottosezione 21 . . . . .	16
	<b>Bibliografia</b>	<b>21</b>



# Capitolo 1

## Introduzione

La ricerca operativa, dall'inglese *operational research*, è una disciplina scientifica relativamente giovane, nata con lo scopo di fornire strumenti matematici di supporto ad attività decisionali in cui occorre gestire e coordinare attività e risorse limitate. La ricerca operativa permette infatti di trovare, mediante la formalizzazione matematica di un problema, una soluzione ottima o ammissibile (quando possibile) al problema stesso. Costituisce di fatto un approccio scientifico alla risoluzione di problemi complessi, che ha trovato grande applicazione in moltissimi ambiti, non ultimo quello industriale.

Tra le diverse branche in cui si divide la ricerca operativa vi è anche l'ottimizzazione. Quest'ultima si occupa principalmente di problemi che comportano la minimizzazione o la massimizzazione di una funzione, detta funzione obiettivo, sottoposta a un dato insieme di vincoli. Un problema di ottimizzazione può essere formulato come

$$\begin{cases} \min(or \max) f(x) \\ S \\ x \in D \end{cases} \quad (1.1)$$

dove  $f(x)$  è una funzione a valori reali nelle variabili  $x$ ,  $D$  è il dominio di  $x$  e  $S$  un insieme finito di vincoli. In generale,  $x$  è una tupla  $(x_1, \dots, x_n)$  e  $D$  è un prodotto cartesiano  $D_1 \times \dots \times D_n$ , e vale  $x_j \in D_j$ .

Un problema nella forma (1.1) risulta essere intrattabile, ovvero non esistono algoritmi efficienti (o non esiste proprio alcun algoritmo) per la sua risoluzione. Si rende quindi necessario considerare dei casi particolari di questa formulazione, i quali possiedono determinate proprietà che possono essere sfruttate nella definizione di algoritmi ad-hoc.

## 1.1 Programmazione lineare intera

Uno dei casi particolari della formulazione generale (1.1) a cui si è precedentemente fatto riferimento viene trattato dalla programmazione lineare intera. Un problema di programmazione lineare intera consiste nella minimizzazione (o massimizzazione) di una funzione lineare soggetta ad un numero finito di vincoli lineari, con in aggiunta il vincolo che alcune delle variabili del problema debbano assumere valori interi. In generale, il problema può quindi essere riformulato come

$$\begin{cases} \min cx \\ a_i x \sim b_i & i = 1, \dots, m \\ l_j \leq x_j \leq u_j & j = 1, \dots, n = N \\ x_j \in \mathbb{Z} & \forall j \in J \subseteq N = 1, \dots, n \end{cases}$$

Se  $J = N$  si parla di programmazione lineare intera pura, altrimenti di programmazione lineare intera mista (o MIP, dall'inglese *Mixed Integer Programming*).

La programmazione lineare intera restringe quindi notevolmente il tipo di vincoli a disposizione nel processo di formalizzazione matematica del problema, determinando una maggior difficoltà in fase di modellazione del problema. Tuttavia, questo non comporta eccessive restrizioni, almeno per la MIP, sui tipi di problemi che possono essere formulati secondo questo paradigma. Alcuni esempi di problemi risolvibili mediante MIP sono *knapsack*, problemi di *scheduling*, *facility location* e, naturalmente, *vertex covering* (di cui si discuterà più approfonditamente di seguito nella Sezione **TODO**).

Allo stesso tempo, l'introduzione dei vincoli di linearità ed interezza comporta notevoli vantaggi nella definizione ed implementazione di algoritmi risolutivi, di cui sono in seguito riportati alcuni esempi.

### 1.1.1 Algoritmo Branch and Bound

L'algoritmo branch-and-bound (B&B) è una tecnica di ottimizzazione generica basata sull'enumerazione dell'insieme delle soluzioni ammissibili di un problema di ottimizzazione combinatoria, introdotta nel 1960 da A. H. Land e A. G. Doig [1]. Il concetto alla base

### 1.1.2 Algoritmo Branch and Cut



# Capitolo 2

## Presentazione delle sperimentazioni

### 2.1 Prova di sottosezione

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[Latex-impara-latex]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[Latex-impara-latex]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[Latex-impara-latex]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[Latex-impara-latex]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

### 2.1.1 Prova sottosezione 21

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-

tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-

tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-

tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-impara-latex**].



# Capitolo 3

## Risultati sperimentali

### 3.1 Prova di sottosezione

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[Latex-notsoshort]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[Latex-notsoshort]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[Latex-notsoshort]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[Latex-notsoshort]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

### 3.1.1 Prova sottosezione 21

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-



tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-

tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-

tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**Latex-notsoshort**].



# Capitolo 4

## Conclusioni

### 4.1 Prova di sottosezione

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

#### 4.1.1 Prova sottosezione 21

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-

tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-

tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento [**BibConverter-demo**].

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella car-



tella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.

La struttura utilizzata in questo template non è obbligatoria, però ritengo che sia molto comoda per evitare di scrivere file troppo lunghi e di avere un controllo migliore sulla struttura. Questa prevede di scrivere l'introduzione al capitolo in un file salvato nella cartella principale e di sviluppare le sezioni all'interno di una cartella. Esempio di richiamo ad un riferimento **[BibConverter-demo]**.



# Bibliografia

- [1] A. H. Land e A. G. Doig. «An Automatic Method of Solving Discrete Programming Problems». In: *Econometrica* 28.3 (1960), pp. 497–520. ISSN: 00129682, 14680262. URL: <http://www.jstor.org/stable/1910129>.