



# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale  
Classe L8 – Ingegneria dell'informazione

*Relazione Prova Finale*

## Timetable School

**Relatore**

*Fulvio Corno*

**Candidato**

*Santia Simone (s205334)*

## Sommario

---

Proposta di progetto.....	3
Timetable Problem .....	5
Descrizione del data-set utilizzato per l'analisi .....	5
Descrizione ad alto livello delle strutture dati e degli algoritmi utilizzati .....	7
Algoritmo.....	7
Diagramma delle classi delle parti principali dell'applicazione .....	9
Alcune videate dell'applicazione realizzata .....	10
Link video dimostrativo su YouTube .....	12
Tabelle con risultati sperimentali ottenuti .....	12
Valutazioni sui risultati ottenuti e conclusioni. ....	15
Licenza d'uso.....	15

### ### Descrizione del problema proposto

Nella realizzazione di un orario scolastico settimanale si devono tenere in considerazione una serie di vincoli che rendono il problema non facilmente risolvibile. Alcuni di questi vincoli sono per esempio: disponibilità dei professori, durata delle lezioni, monte ore settimanali, disponibilità dei laboratori e di altri locali necessarie per l'insegnamento di alcune materie, numero ore delle varie materie ecc...

### ### Descrizione della rilevanza gestionale del problema

La definizione dell'orario scolastico all'interno di una scuola è fondamentale per il corretto svolgimento del lavoro dei professori e per consentire un regolare percorso formativo agli studenti.

Generare un orario che si incastri perfettamente tenendo conto delle varie esigenze di professori e studenti non è cosa semplice e tanto meno sempre possibile.

L'obiettivo è generare un orario che rispetti i vincoli di orario e di ore necessarie per materia e che possa al meglio possibile soddisfare le esigenze degli studenti/professori.

### ### Descrizione dei data-set per la valutazione

Per la creazione dell'orario scolastico è necessario un data-set con 5 entità:

- 1- Professore: caratterizzato da un codice matricola, nome cognome, numero di ore settimanali contrattuali, preferenza del giorno libero.
- 2- Materia: caratterizzata da un codice identificativo, nome.
- 3- Laboratorio: identificato da un codice e dal tipo di laboratorio.
- 4- Indirizzo scolastico: caratterizzato da un suo codice identificativo, denominazione e lista delle materie per ogni anno.
- 5- Classe: caratterizzata dalla sezione/anno, tipo di indirizzo scolastico.

Per ogni indirizzo scolastico è associato un certo numero di materie e definito il numero di ore da effettuare per ogni materia settimanalmente (incluso numero di ore in laboratorio).

Per ogni professore sono associate un numero di materie in cui abilitato all'insegnamento.

Per ogni classe, in base al tipo di indirizzo scolastico, ad ogni materia è associato un professore abilitato.

Ogni professore può essere titolare di un numero di materie finché il numero totale di ore di insegnamento non supera quelle definite dal contratto.

Per ottenere una corretta soluzione al problema e tenere sotto controllo tutti i vari vincoli posti, il data set deve essere necessariamente realizzato tramite il programma.

### **### Descrizione preliminare degli algoritmi coinvolti**

I principali problemi riguarderanno soprattutto la complessità dell'algoritmo. L'uso della ricorsione per generare l'orario per tutte le classi potrebbe richiedere molto tempo considerando i vari vicoli e la dimensione del dataset. Quindi primo obbiettivo sarà ridurre i tempi e il carico di elaborazione effettuando controlli sulla creazione del dataset (per esempio sulla corretta associazione ore materie - disponibilità professore) in modo anche di evitare che il problema già in principio sia irrisolvibile e non possa generare nessuna soluzione.

### **### Descrizione preliminare delle funzionalità previste per l'applicazione software**

L'utente finale tramite questa applicazione potrà creare diversi dataset per diverse scuole e genere per ognuna di esse un orario scolastico. L'applicazione permetterà di inserire nuovi professori, materie, percorsi di studio, classi ed eventuali laboratori. L'utente potrà definire la settimana e l'orario giornaliero. Potrà associare per ogni classe la materia e il professore.

Infine generato l'orario potrà visualizzarlo per ogni professore, classe o laboratorio e salvarlo.

## Timetable Problem

---

La definizione di un orario, che sia scolastico, di un posto di lavoro o di un semplice corso, è lavoro tedioso e frustrante. È tuttavia fondamentale per l'organizzazione e il corretto svolgimento di un qualsiasi lavoro che richieda un minimo di coordinamento del personale e degli spazi a disposizione.

Nella costruzione di un timetable devono essere tenute in considerazione le risorse disponibili, che non sempre sono sufficienti, e un numero variabile di vincoli, che differiscono dal tipo di contesto.

Per esempio, nel definire un orario per una scuola media superiore, si deve tenere in considerazione la disponibilità dei professori, dei laboratori richiesti, del numero di ore da effettuare giornalmente e settimanalmente e altri tipi di vincoli che variano dal tipo di corso e dalle classi presenti nella scuola.

Il primo problema è quindi ottenere una base dati di input completa di tutte le entità necessarie per costruire il nostro orario, che sia necessariamente corretta e consistente e che rispetti i vincoli di orario e di disponibilità. Se ciò non fosse, non potremmo mai trovare una soluzione possibile al nostro problema.

Quindi partendo da una buona base di dati, possiamo ottenere una soluzione che non è detto che sia ottima, ma che tuttavia ci fornisca un orario che rispetti i nostri vincoli. Infatti fornire una soluzione ottima non è sempre possibile, soprattutto in presenza di vincoli che riguardano richieste esterne e principalmente soggettive, per esempio la preferenza da parte dei professori di un certo giorno libero, che non sempre si può soddisfare.

## Descrizione del data-set utilizzato per l'analisi

---

Come già accennato nel paragrafo precedente, il dataset deve necessariamente rispettare i vincoli imposti nel nostro problema. Per questo motivo, per evitare che si tenti di generare soluzioni che già di per sé sono impossibili a causa dell'incorrettezza dei dati, il dataset è stato creato tramite l'applicazione.

Il dataset consente di far coesistere più scuole all'interno dello stesso database ed è composto da 6 entità: *School*, *Subject*, *Teacher*, *Lab*, *Course* e *Class*.

E 3 relazioni:

- *Study plan* che associa le materie al corso;
- *Role* che associa alla classe i professori;
- *Enabling* che associa le materie al professore.

Attualmente, ai fini del test, sono presenti tre scuole di varie dimensioni:

1. Istituto Tecnico economico – prevede 5 ore al giorno per 6 giorni e sono presenti 4 corsi di studio, 40 classi, 60 professori, 22 materie e 13 laboratori.
2. Liceo scientifico – prevede 6 ore al giorno per 5 giorni e sono presenti 2 corsi di studio, 20 classi, 30 professori, 14 materie e 12 laboratori.
3. Accademia di teatro – prevede 4 ore al giorno per 4 giorni e sono presenti 2 corsi, 10 professori, 13 materie, 6 classi e 8 laboratori.

Ogni scuola permette di testare l'applicazione sui tempi e sulla capacità di assegnazione nelle diverse configurazioni di ogni istituto, soprattutto nell'ultimo caso in cui tutte le materie hanno necessità di un laboratorio libero.

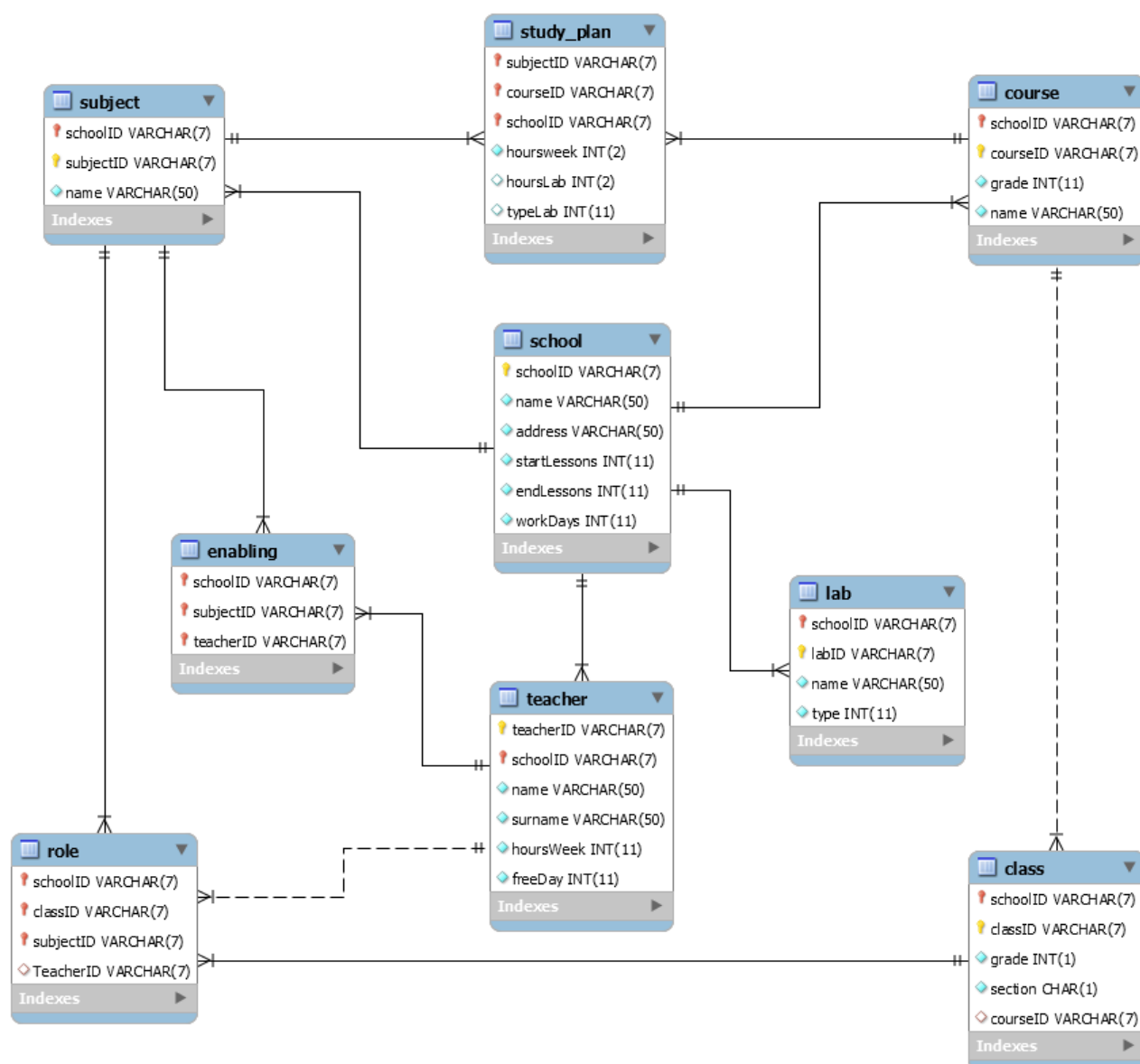


Figura 1: diagramma dataset

## Descrizione ad alto livello delle strutture dati e degli algoritmi utilizzati

Tutte le informazioni relative alla scuola scelta o creata nella prima interfaccia, vengono interamente importate all'interno della applicazione tramite metodi DAO. La struttura principale su cui memorizziamo tutti i dati estrapolati dal database è composta da 6 classi:

1. *School*: dove troviamo tutte le informazioni relative alla scuola selezionata, come orario giornaliero e monte ore settimanali;
2. *Subject*;
3. *Teacher*: in cui oltre alle relative informazioni personali, salviamo in un ArrayList il codice delle materie abilitate e teniamo sotto controllo le ore effettive di lavoro all'interno della scuola.
4. *Lab*;
5. *Course*: per ogni indirizzo scolastico, salviamo in una Hashmap le materie (codice ID) e le ore settimanali da svolgere complessivamente e, se previsto, le ore in laboratorio e il tipo di laboratorio necessario.
6. *Class*: oltre alle informazioni generali, prese le materie del corso seguito dalla classe, salviamo in un Hashmap il codice della materia e il codice del professore assegnato.

Una volta generati e caricati tutti i dati necessari, possiamo creare il nostro timetable, la cui soluzione verrà salvata in tre matrici di dimensione: numero di classi (righe) x numero di ore settimanali (colonne).

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
C1																		
C2																		
...																		

Tabella 1: esempio matrice

### Algoritmo

L'algoritmo impiegato per ottenere una soluzione è di tipo ricorsivo e fa uso di tre matrici le quali, sovrapposte, ci forniscono il timetable finale:

- Matrice S schedula per ogni classe le materie per tutte le ore della settimana;
- Matrice T schedula per ogni classe i professori corrispondenti alla materia per tutte le ore della settimana;
- Matrice L schedula i laboratori per le ore in cui sono richiesti da ogni classe.

Preso un certo corso  $c$  e una certa ora  $t$  possiamo determinare la materia  $m$ , l'insegnante  $t$  e l'eventuale laboratorio  $l$ . All'interno di ogni matrice, il contenuto di una cella non può comparire al più di una volta nella stessa colonna.

Definite le matrici vuote  $S$ ,  $T$  ed  $L$ , presa una classe  $c$  dalla lista delle  $C$  classi, assegniamo per l'ora  $t$  della settimana la prima materia  $m$  della lista delle  $M$  materie che rispetti essenzialmente tre vincoli:

1. Il professore  $p$  titolare della materia  $m$  nella classe  $c$  non deve insegnare nell'ora  $t$  in un'altra classe;
2. La materia  $m$  non deve essere insegnata nella classe  $c$  per più di due ore consecutive;
3. Se necessita di un tipo di laboratorio deve essercene almeno uno libero di quel tipo.

Ogni qualvolta una materia non rispetta uno dei vincoli viene posizionata in fondo alla lista e si passa a quella successiva.

Un altro vincolo "temporaneo" riguarda la preferenza del professore  $p$  sul giorno libero settimanale. Questo vincolo viene rispettato finché, dopo aver fatto scorrere tutta la lista delle  $M$  materie, non troviamo una materia che rispetti tutti i vincoli, quindi "sacrifichiamo" la richiesta del primo professore  $p$  che incontriamo riscorrendo nuovamente la lista delle materie.

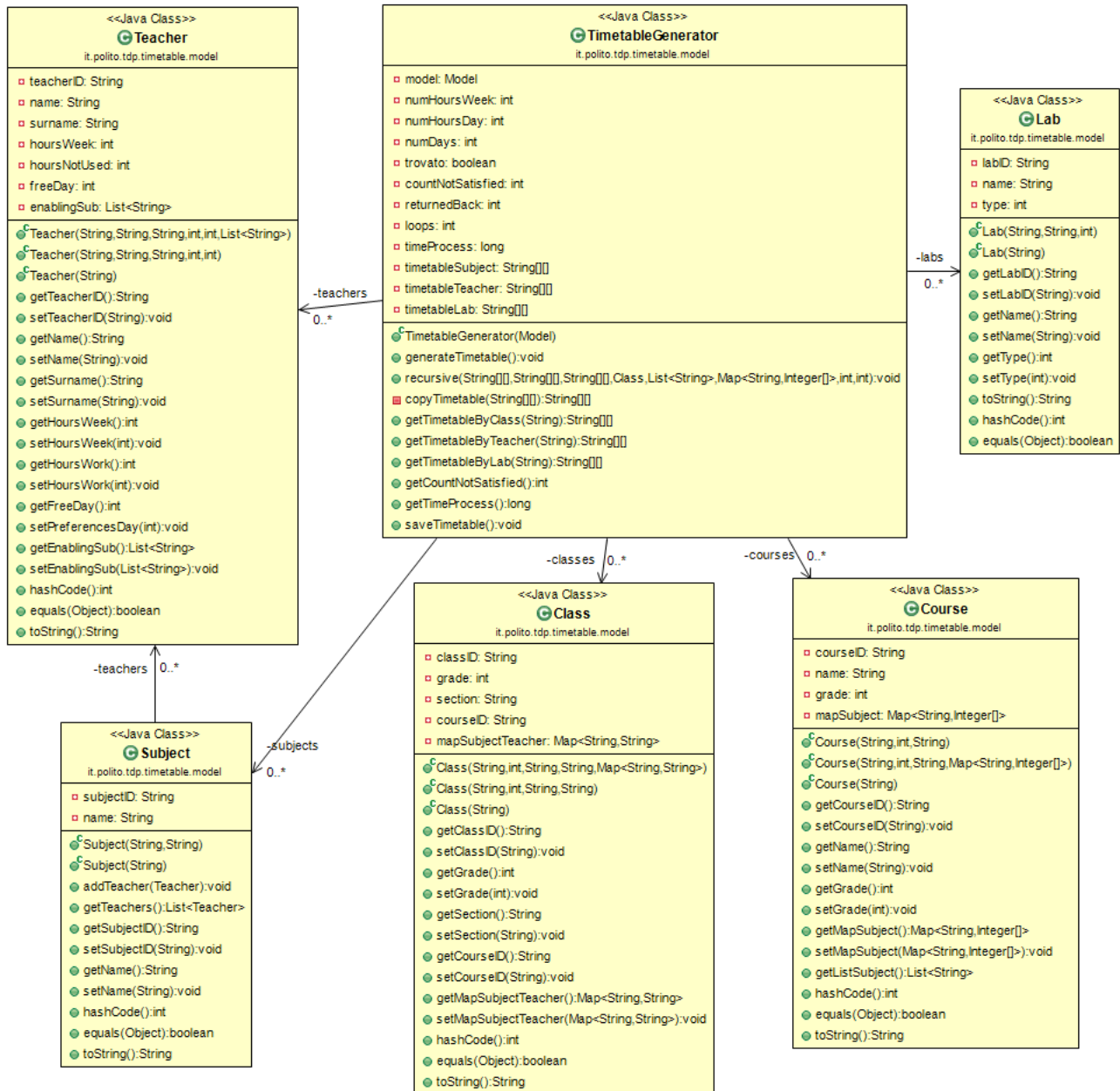
Una volta individuata la materia, aggiorniamo le tre matrici, riduciamo le ore da assegnare per la materia  $m$  e passiamo all'ora successiva  $t+1$ . Se non dovessimo trovare nessuna materia, torniamo indietro all'ora  $t-1$ .

Quando abbiamo assegnato tutte le materie della classe  $c$ , rimpostiamo  $t=0$  e passiamo alla classe  $c+1$ .

Inoltre l'algoritmo prevede, in caso di loop o di percorsi "stagnanti", un contatore che numera i tentativi effettuati. Se il contatore supera un certo valore (numero delle ore settimanali) obbliga l'algoritmo a tornare indietro di un certo numero di passi pari al numero delle ore settimanali per un numero random.



## Diagramma delle classi delle parti principali dell'applicazione



## Alcune videate dell'applicazione realizzata

Avviata l'applicazione la prima schermata (*figura 2*) ci chiede quale delle scuole presenti nel database vogliamo caricare e visualizzare nel programma.

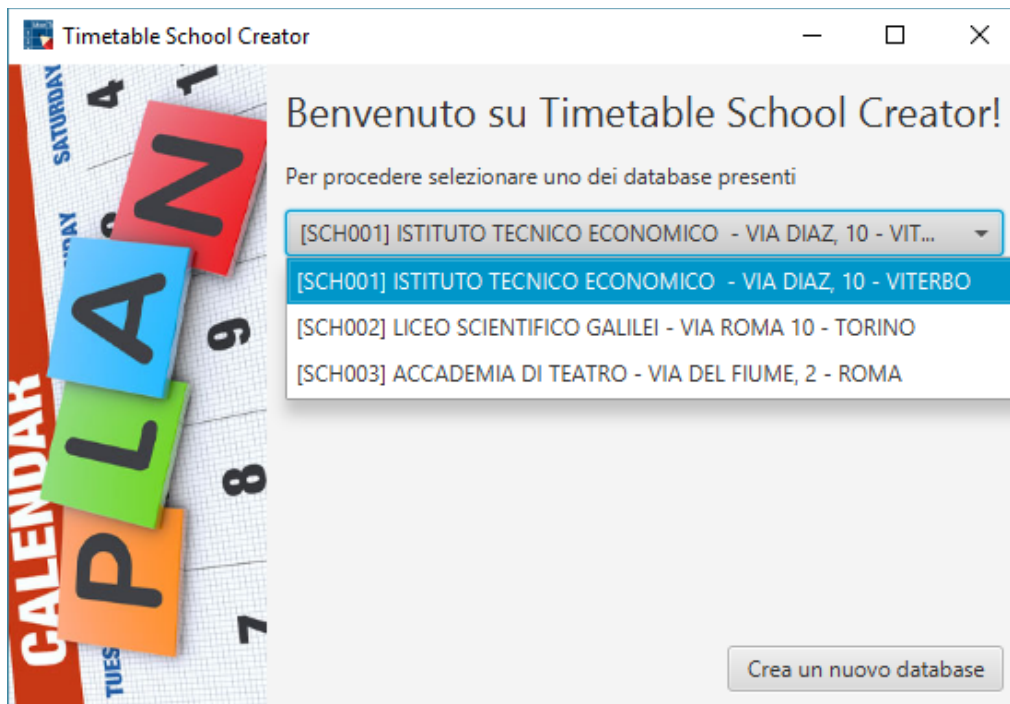


Figura 2 : Scuole presenti nel database

In alternativa (*figura 3*) possiamo crearne una nuova, specificando l'orario e il numero di giorni di lezioni.

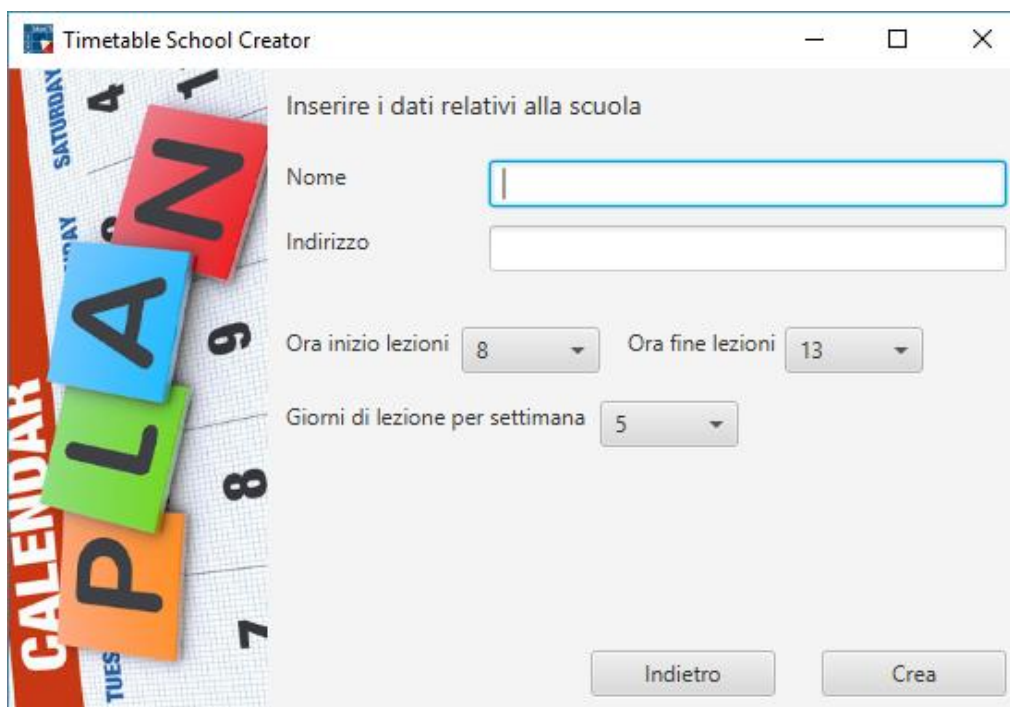


Figura 3: Creazione nuova scuola

Dopo aver selezionato una delle scuole presenti, si apre una schermata (*figura 4*) in cui troviamo tutte le informazioni della scuola scelta ed un breve riassunto numerico sulla composizione del database. Inoltre, la barra di avanzamento ci segnala che abbiamo abbastanza dati per generare il timetable della scuola.

The screenshot shows the 'Timetable School Creator' application for 'ISTITUTO TECNICO ECONOMICO'. The interface includes a sidebar with tabs: Generali, Materie, Indirizzi Scolastici, Professori, Classi, and Laboratori. The 'Materie' tab is selected.

**Informazioni scuola**

Identificativo	SCH001
Nome	ISTITUTO TECNICO ECONOMICO
Indirizzo	VIA DIAZ, 10 - VITERBO

Le lezioni si tengono dalle 8:00 alle 13:00 per 6 giorni a settimana

**Statistiche Database**

Indirizzi Scolastici	4
Professori	60
Materie	22
Classi	40
Laboratori	13

Il database è completo al 100.00%

**Genera Timetable**

**Ricerca**

Classe:   
 Professore:   
 Laboratorio:

**Genera**

Tempo impiegato  
 Richieste soddisfatte

**Figura 4: informazioni generali sulla scuola**

Nella *figura 5* possiamo osservare la creazione di un nuovo indirizzo scolastico. Dopo aver specificato l'anno, le materie e il nome del nuovo corso, assegniamo ad ogni materia il numero di ore da effettuare settimanalmente e quelle da effettuare in un certo tipo di laboratorio (se richiesto).

The screenshot shows the 'Timetable School Creator' application with a dialog box titled 'Assegnazione ore per ogni materia - MARKETING E FINANZA' open. The dialog box has a sidebar with tabs: Generali, Materie, Indirizzi Scolastici, Professori, Classi, and Laboratori. The 'Materie' tab is selected.

**Materie selezionate**

- [SJB001] Lingua e letteratura italiana
- [SJB0010] Economia aziendale
- [SJB0011] Scienze motorie e sportive
- [SJB0012] Religione cattolica
- [SJB0013] Lingua Tedesca
- [SJB0014] Discipline turistiche e aziendali
- [SJB0015] Geografia turistica
- [SJB0016] Diritto e legislazione turistica

Anno: 2 Corso: MARKETING E FINANZA

Ore totali disponibili: 30 Ore totali assegnate: 9

Codice Materia: SJB0011 Nome: Scienze motorie e sportiv

Ore settimanali: 2

☒ Uso del laboratorio

Ore in laboratorio: 2

Tipo di laboratorio: PALESTRA

Buttons: Annulla, Aggiungi nuovo indirizzo

**Figura 5: creazione nuovo corso**

Dopo aver creato almeno un corso, possiamo procedere alla creazione di una classe. Per procedere è necessario che ogni materia del corso selezionato abbia un professore abilitato e disponibile. (figura 6)

Figura 6: creazione nuova classe

Link video dimostrativo su YouTube

<https://youtu.be/-A9aZ2p5A3Q>


## Tabelle con risultati sperimentali ottenuti

Una volta inseriti tutti i dati relativi alla nostra scuola possiamo generare finalmente l'orario scolastico. Per esempio, in questo caso, generiamo l'orario per la scuola ISTITUTO TECNICO ECONOMICO.

Figura 7: generato timetable

Possiamo osservare (*figura 7*) che il programma ha costruito il nostro timetable in meno di un secondo con una soddisfazione delle richieste dei giorni liberi da parte dei professori del 22%.

Generando più volte il timetable, questo risultato cambia di volta in volta (a causa della componente random nel calcolo dei passi da fare indietro in caso di loop) ma oscilla su una media del 20% di soddisfazione.


 Timetable - 1C [CRS001]

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato
8:00	LINGUA E LETTERATURA ITAL... Martini Emma	DIRITTO ED ECONOMIA Sarri Domenico	RELIGIONE CATTOLICA Chiesa Marina	GEOGRAFIA Neri Giorgio	LINGUA FRANCESE Grezi Federico Audioteca A3	GEOGRAFIA Neri Giorgio
9:00	LINGUA E LETTERATURA ITAL... Martini Emma Biblioteca B1	MATEMATICA Frassi Carlo	LINGUA E LETTERATURA ITAL... Martini Emma	GEOGRAFIA Neri Giorgio	LINGUA FRANCESE Grezi Federico	INFORMATICA Paoli Gino Laib INF 1
10:00	SCIENZE INTEGRATE Frassi Carlo	MATEMATICA Frassi Carlo	LINGUA E LETTERATURA ITAL... Martini Emma	SCIENZE MOTORIE E SPORTIVE Grandi Lorenzo Palestra P1	MATEMATICA Frassi Carlo	LINGUA FRANCESE Grezi Federico
11:00	SCIENZE INTEGRATE Frassi Carlo	ECONOMIA AZIENDALE Nera Paolo	LINGUA INGLESE Rana Giovanni Audioteca A3	SCIENZE MOTORIE E SPORTIVE Grandi Lorenzo Palestra P1	MATEMATICA Frassi Carlo	STORIA, CITTADINANZA E CO... Martini Emma
12:00	DIRITTO ED ECONOMIA Sarri Domenico	ECONOMIA AZIENDALE Nera Paolo	LINGUA INGLESE Rana Giovanni	INFORMATICA Paoli Gino Laib INF 1	LINGUA INGLESE Rana Giovanni	STORIA, CITTADINANZA E CO... Martini Emma
13:00						

Figura 8: orario classe 1C

Dal menu a tendina selezioniamo una classe, per esempio 1C, e possiamo osservare l'orario settimanale della classe appena selezionata (*figura 8*).

Stessa cosa possiamo farla con un laboratorio o con un professore (*figura 9 e 10*).

 Timetable - [LAB003] Biblioteca B1

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato
8:00	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 1 A	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 4 D	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 3 A	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 2 H	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 3 G	
9:00	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 1 C	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 3 C	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 5 G	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 3 E	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 4 F	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 2 G
10:00	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 1 E	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 5 F	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 2 B	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 4 A		
11:00	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 2 D	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 2 C	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 1 D	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 2 A	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 5 D	
12:00	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 5 H	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 3 D	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 2 F	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 1 F	LINGUA E LETTERATURA ITAL... 2 E	
13:00						

Figura 9: orario biblioteca B1

📅 Timetable - [THC0026] Emma Martini

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato
8:00	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 1 C		GEOGRAFIA TURISTICA 4 D	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 3 D		
9:00	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 1 C - Biblioteca B1	STORIA, CITTADINANZA E CO... 2 D	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 1 C	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 3 D		LINGUA E LETTERATURA ITALI... 1 D
10:00	GEOGRAFIA TURISTICA 3 D	STORIA, CITTADINANZA E CO... 2 D	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 1 C			LINGUA E LETTERATURA ITALI... 1 D
11:00	STORIA, CITTADINANZA E CO... 3 D	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 3 D	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 1 D - Biblioteca B1			STORIA, CITTADINANZA E CO... 1 C
12:00	STORIA, CITTADINANZA E CO... 3 D	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 3 D - Biblioteca B1	LINGUA E LETTERATURA ITALI... 1 D	GEOGRAFIA TURISTICA 4 D		STORIA, CITTADINANZA E CO... 1 C
13:00						

Figura 10: orario insegnante Emma Martini

Al momento della creazione del timetable, per avere una visione più ampia dell'orario, viene generato un file txt contenente l'intero orario per le classi, per i professori e per i laboratori.

Per esempio (figura 11, 12, 13) presa la classe 1A (CLS1A) osserviamo che alla prima ora di lunedì c'è la materia SJB001 che è insegnata da THC0011 e che utilizza il laboratorio LAB003, tradotto abbiamo alla prima ora Lingua e letteratura italiana insegnata da Pino Franco nella Biblioteca B1.

	1	2	3	4	5	1	2
CLS1A	SJB001	SJB001	SJB0012	SJB006	SJB006	SJB005	S
CLS1B	SJB001	SJB001	SJB006	SJB006	SJB005	SJB005	S
CLS1C	SJB001	SJB001	SJB006	SJB006	SJB005	SJB005	S
CLS1D	SJB005	SJB005	SJB004	SJB004	SJB003	SJB003	S
CLS1E	SJB002	SJB002	SJB001	SJB001	SJB0012	SJB006	S
CLS1F	SJB0012	SJB006	SJB006	SJB005	SJB005	SJB004	S

Figura 11: timetable classi

THC001	#####	#####	#####	#####	#####	CLS4B	C
THC0010	#####	#####	CLS1A	CLS4E	CLS2D	CLS2A	C
THC0011	CLS1A	CLS1A	#####	#####	CLS5H	CLS5H	#
THC0012	CLS3B	CLS3B	CLS5C	CLS5C	CLS3E	CLS3E	C
THC0013	CLS3C	CLS3C	CLS2B	CLS2B	CLS1B	CLS1B	C
THC0014	CLS4B	#####	CLS1B	CLS1B	CLS5E	CLS5E	C
THC0015	CLS3D	CLS3D	#####	#####	CLS2B	#####	#
THC0016	CLS1B	CLS1B	#####	CLS4B	CLS4B	CLS2B	C
THC0017	#####	CLS5E	CLS5E	#####	#####	#####	#

Figura 12: timetable insegnanti

LAB001	#####	#####	CLS4A	CLS2E	CLS2E	CLS3A	C
LAB0010	#####	#####	#####	#####	#####	CLS4B	C
LAB0011	CLS1E	CLS3B	CLS3C	CLS2A	CLS3E	CLS3C	C
LAB0012	CLS5E	CLS4B	CLS4B	CLS5B	CLS4A	CLS3B	C
LAB0013	#####	#####	CLS4G	CLS4A	CLS3C	CLS4C	C
LAB002	#####	#####	CLS5B	CLS5D	CLS4C	CLS4F	C
LAB003	CLS1A	CLS1C	CLS1E	CLS2D	CLS5H	CLS4D	C
LAB004	CLS1G	CLS4A	CLS3H	CLS3F	CLS4D	CLS3D	C

Figura 13: timetable laboratorio

## Valutazioni sui risultati ottenuti e conclusioni.

Un orario scolastico per essere considerato tale deve essenzialmente funzionare. Valutando le soluzioni che abbiamo ottenuto nei tre casi, se osservati in termini di correttezza e di coerenza con i vincoli, possiamo ritenere di aver raggiunto l'obiettivo di generare una tabella oraria che funzioni perfettamente.

Inoltre l'uso di un algoritmo di ricorsione, che impegna un gran numero di risorse, riesce tuttavia a fornirci un risultato in meno di un minuto e senza grandi intoppi.

Tuttavia queste soluzioni, applicate in un contesto reale, troverebbero non poche difficoltà ad essere attuate, in quanto, per esempio, molte richieste da parte dei professori non sono state soddisfatte e non è stato nemmeno previsto un giorno libero alternativo.

Quindi possiamo considerare queste soluzioni come "soluzioni grezze" che andrebbero affinate, attraverso altri algoritmi che permettano un carico più omogeneo per i professori (evitando buchi tra una lezione e l'altra) e un orario giornaliero più equilibrato per le classi (per esempio attribuendo un peso ad ogni materia in termini di "complessità" della materia).

Pur peccando sull'aspetto applicativo reale, il software, senza troppe pretese per chi ne vuole fare uso, può essere un valido strumento per organizzare e programmare un orario scolastico o anche di qualsiasi altra organizzazione che necessita di coordinare lezioni e spazi disponibili (come nel caso dell'accademia teatrale).

## Licenza d'uso



Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione -Non commerciale 4.0 Internazionale. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.