

Università di Trieste – Laurea Magistrale interateneo in Fisica – Fisica dell'atmosfera e dello strato limite atmosferico

Argomenti di tesi proposti agli studenti della laurea magistrale interateneo

Curriculum Fisica terrestre, dell'ambiente e interdisciplinare

Fisica dell'atmosfera e dello strato limite atmosferico

Caratteristiche generali di tutte le proposte.

Gli argomenti di tesi che sono qui proposti riguardano temi di interesse teorico ed applicativo in cui l'atmosfera terrestre è il sistema fisico principale. Le tesi si svolgeranno al Centro Regionale di Modellistica Ambientale (CRMA), che è ubicato presso la sede centrale dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG) in Palmanova (UD).

Le proposte sono suddivise per classi di tesi affini per metodo di indagine, di analisi dati e tipologia di risultati attesi. Il titolo preciso di ciascuna tesi sarà funzione dello specifico problema trattato nell'ambito della classe scelta e verrà concordato con lo studente.

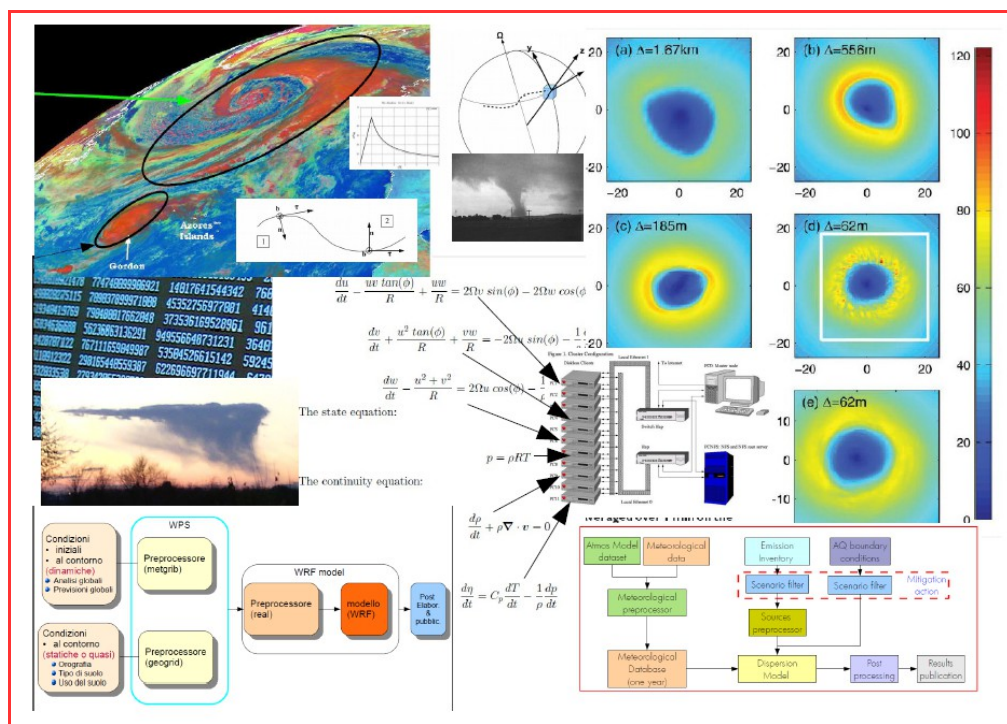
Ogni classe è corredata da informazioni supplementari che intendono fornire allo studente elementi per la valutazione delle conoscenze, che gli saranno necessarie per affrontare rapidamente le fasi iniziali della tesi, e dei tempi medi richiesti per svolgere con profitto il lavoro. Inoltre vengono sintetizzate le competenze che saranno acquisite durante il periodo impiegato per il conseguimento degli obiettivi attesi, indicando i potenziali sviluppi post laurea.

Per tutte le proposte è estremamente utile, anche se non necessario, che il periodo di tirocinio venga svolto presso il CRMA in previsione della successiva tesi.

Le classi contengono una tabella che, molto sommariamente, indica il tipo di approccio prevalente che verrà adottato nell'indagine, il tipo di utilità dei risultati attesi, oltre a quello formativo e didattico dello studente coinvolto. L'indicatore di ciascun elemento della tabella è un numero reale che varia da 0 (marginale) a 1 (totalmente prevalente).

Ai laureandi, il CRMA metterà a disposizione una postazione di lavoro ed un account sul sistema di calcolo ad alte performance dell'ARPA FVG. Relatori delle tesi saranno i docenti Dario Gaiotti o Fulvio Stel, a seconda della tesi scelta e del periodo dell'anno in cui verrà svolta.

Contattati: Dario Gaiotti (dgaiotti@units.it)



## Simulazioni di eventi meteorologici particolarmente intensi tramite modello numerico di ultima generazione

Lo scopo di questa classe di tesi è quello di comprendere la fisica dei processi meteorologici responsabili della manifestazione di eventi eccezionali o di particolare interesse scientifico e pratico. I problemi trattati si collocano nella mesoscala e microscala meteorologica e saranno scelti tra quelli tipici dell'area mediterranea.

Lo strumento di indagine adottato è un modello meteorologico di ultima generazione che rappresenta lo stato dell'arte della simulazione numerica atmosferica. Tale modello verrà utilizzato in ambiente di calcolo ad alte prestazioni (HPC) per verificare la congruenza interna dei meccanismi fisici ipotizzati e le simulazioni saranno confrontate con misure raccolte durante episodi meteorologici occorsi in passato.

Esempi di problemi investigabili sono: lo sviluppo di temporali particolarmente intensi, supercelle, mesocicloni ed episodi tornadogenici, piogge intense e localizzate, grandinate eccezionali ed estese, eventi di Bora eccezionalmente intensi e prolungati, effetti orografici sui flussi atmosferici.

**Durata della tesi:** 6 mesi – 9 mesi

### Tipologia di tesi

Tesi teorica: 0.9

Tesi applicativa: 0.1

Approccio computazionale: 0.7

Approccio analitico: 0.3

Utilità esplorativa: 0.9

Utilità implementativa: 0.1

### Informazioni supplementari

Possibile tipo di sviluppo post laurea:

dottorato di ricerca, impiego in centri meteorologici e di previsione del tempo, ricerca applicata in ambito di progetti specifici ove è richiesta la simulazione numerica atmosferica.

Corsi frequentati necessari ad introdurre rapidamente il laureando nel lavoro di tesi

Fluidodinamica geofisica (GEO/12) 6 CFU

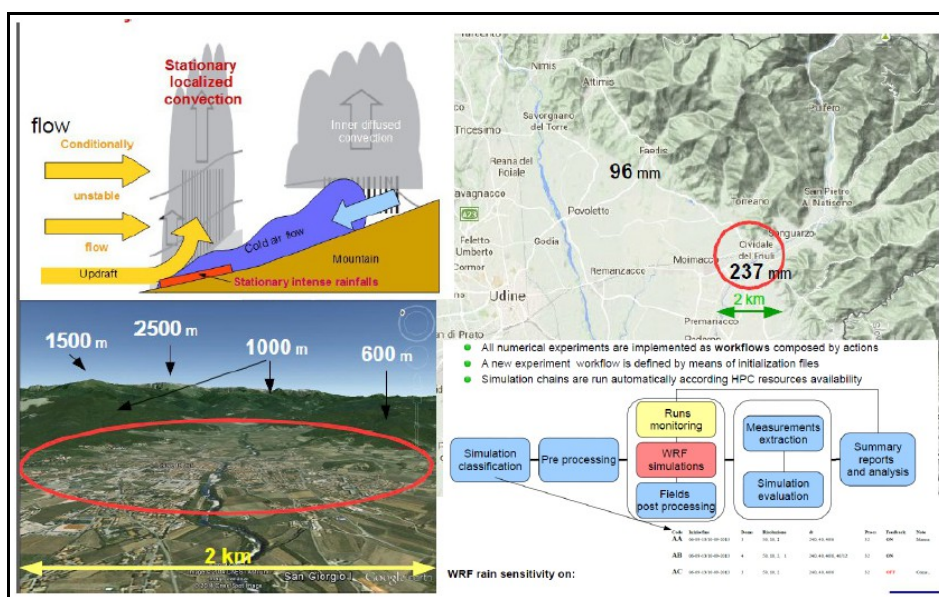
Fisica dell'atmosfera (FIS/06)

Fisica dello strato limite atmosferico (FIS/06)

Corsi frequentati che potrebbero agevolare il laureando nel lavoro di tesi

Oceanografia (GEO/12)

Statistica Avanzata per l'analisi dei dati (FIS/01)



## Studio dello strato limite atmosferico e della sua modellazione numerica

Lo scopo di questa classe di tesi è quello di comprendere e simulare al meglio gli effetti indotti dalla superficie terrestre sui campi meteorologici dello strato limite atmosferico. I problemi trattati si collocano nella microscala meteorologica e sono di particolare interesse sia per la simulazione dell'evoluzione del tempo meteorologico sia per le previsioni stagionali e climatiche, nel contesto dei cambiamenti climatici.

Lo strumento di indagine adottato è un modello meteorologico di ultima generazione che rappresenta lo stato dell'arte della simulazione numerica atmosferica. Tale modello verrà utilizzato in ambiente di calcolo ad alte prestazioni (HPC) per verificare la congruenza interna dei meccanismi fisici ipotizzati. Le simulazioni copriranno periodi di tempo della durata di almeno un anno solare, considerando aree subcontinentali del pianeta, quindi generando consistenti volumi di dati. Per questo motivo saranno usate specifiche tecniche informatiche che sono basate sul concetto di "Scientific Workflow".

Esempi di problemi investigabili sono: la dinamica della formazione dello strato limite stabile notturno, la dinamica della formazione dello strato limite convettivo diurno, gli effetti di lagune e mari poco profondi sullo sviluppo e l'altezza dello strato limite atmosferico, lo sviluppo di peculiari condizioni micrometeorologiche e microclimatiche nelle valli alpine, la sensibilità delle temperature superficiali e dei venti al suolo rispetto ai diversi schemi di strato limite adottabili nei modelli numerici atmosferici e loro conseguenze sulle simulazioni climatiche

**Durata della tesi:** 8 mesi – 12 mesi

### Tipologia di tesi

Tesi teorica: 0.9

Tesi applicativa: 0.1

Approccio computazionale: 0.9

Approccio analitico: 0.1

Utilità esplorativa: 0.7

Utilità implementativa: 0.3

### Informazioni supplementari

Possibile tipo di sviluppo post laurea:

dottorato di ricerca, ricerca applicata in ambito di progetti specifici ove è richiesta la simulazione numerica atmosferica, impiego in settori della ricerca applicata e dell'industria ove si fa ampio uso di tecniche avanzate di calcolo ad alte performance.

Corsi frequentati necessari ad introdurre rapidamente il laureando nel lavoro di tesi

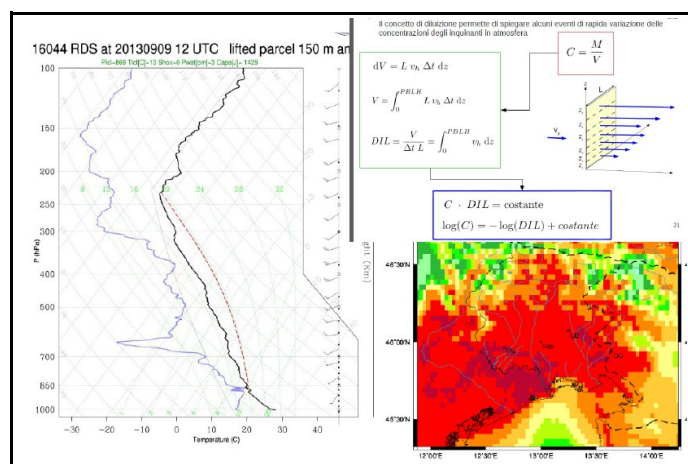
Fluidodinamica geofisica (GEO/12) 6 CFU

Fisica dell'atmosfera (FIS/06)

Fisica dello strato limite atmosferico (FIS/06)

Corsi frequentati che potrebbero agevolare il laureando nel lavoro di tesi

Oceanografia (GEO/12)



## Simulazione della dispersione di inquinanti nell'atmosfera a seguito di un rilascio accidentale

Lo scopo di questa classe di tesi è quello di simulare la dispersione di sostanze inquinanti che accidentalmente vengono immesse nell'atmosfera terrestre in conseguenza di attività antropiche. L'attenzione viene posta su fenomeni micrometeorologici, quali la turbolenza, e di trasporto a lungo raggio che consentono all'aria di diluire le concentrazioni degli inquinanti e di rimuovere gli stessi per mezzo di meccanismi di deposizione al suolo.

Lo strumento di indagine adottato sono simulazioni eseguite tramite uno dei modelli dispersivi in dotazione al CRMA includendo le informazioni meteorologiche disponibili presso il centro, oppure generate appositamente con un modello meteo meteorologico adeguato. I modelli saranno eseguiti in ambiente di calcolo ad alte prestazioni (HPC) per verificare la congruenza interna dei meccanismi fisici ipotizzati. Le simulazioni saranno confrontate con misure raccolte durante incidenti occorsi in passato.

Esempi di problemi investigabili sono: l'emissione di sostanze nocive conseguenti ad incendi, emissioni da parte di impianti produttivi in avaria, disastri ambientali quali gli incidenti delle centrali nucleari di Chernobyl (1986) e Fukushima (2011).

**Durata della tesi:** 5 mesi – 8 mesi

### Tipologia di tesi

Tesi teorica: 0.4

Tesi applicativa: 0.6

Approccio computazionale: 0.8

Approccio analitico: 0.2

Utilità esplorativa: 0.8

Utilità implementativa: 0.2

### Informazioni supplementari

Possibile tipo di sviluppo post laurea:

dottorato di ricerca, ricerca applicata in ambito di progetti specifici ove è richiesta la simulazione numerica del rilascio di inquinanti in atmosfera, impiego in settori della ricerca applicata e dell'industria ove si fa ampio uso di tecniche avanzate di calcolo ad alte performance, progettazione di nuovi impianti produttivi e valutazioni di impatto ambientale.

Corsi frequentati necessari ad introdurre rapidamente il laureando nel lavoro di tesi

Fluidodinamica geofisica (GEO/12) 6 CFU

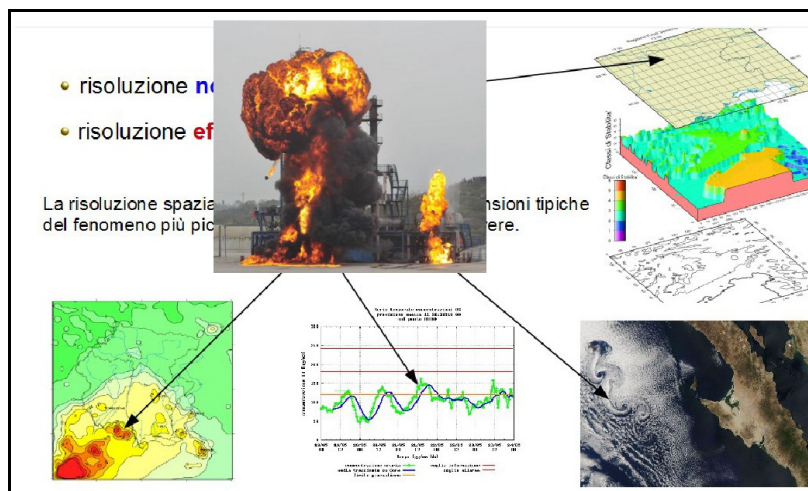
Fisica dell'atmosfera (FIS/06)

Fisica dello strato limite atmosferico (FIS/06)

Corsi frequentati che potrebbero agevolare il laureando nel lavoro di tesi

Fisica Atomica e Molecolare (FIS/03)

Fisica Nucleare (FIS/04)



## Predicibilità dell'evoluzione atmosferica tramite modelli numerici ad area limitata e valore delle previsioni.

Lo scopo di questa classe di tesi è quello di quantificare la verosimiglianza delle previsioni meteorologiche realizzate tramite modelli numerici di ultima generazione. La simulazione dei sistemi fisici caotici, quali l'atmosfera terrestre, è particolarmente sensibile ai cambiamenti delle condizioni iniziali e di quelle al contorno. Inoltre i prodotti delle simulazioni atmosferiche sono quotidianamente usati nei processi decisionali gestionali ed individuali. Pertanto le tesi di questa classe, se di interesse per lo studente, possono contemplare anche la quantificazione del valore economico e sociale delle previsioni meteorologiche e climatiche, in specifiche applicazioni.

Gli strumenti di indagine adottabili in queste tesi sono diversi: un modello meteorologico di ultima generazione che rappresenta lo stato dell'arte della simulazione numerica atmosferica. Tale modello verrà utilizzato in ambiente di calcolo ad alte prestazioni (HPC) eseguendo opportuni test di predicibilità. Oppure l'analisi sistematica delle banche dati del CRMA, nelle quali sono archiviate le previsioni meteorologiche numeriche prodotte per la regione Friuli Venezia Giulia, quelle sul dominio Italiano e continentale, sviluppando ed applicando modelli analitici ed indici di costo.

Esempi di problemi investigabili sono: il degrado della qualità delle previsioni di precipitazioni, della temperatura e dei venti alla mesoscala in funzione di piccole variazioni delle condizioni iniziali nella simulazione. Il valore economico delle previsioni meteorologiche nell'ambito delle decisioni ripetute, di quelle una tantum e nel contesto della teoria dei giochi.

**Durata della tesi:** 5 mesi – 9 mesi

### Tipologia di tesi

Tesi teorica: 0.9

Tesi applicativa: 0.1

Approccio computazionale: 0.4

Approccio analitico: 0.6

Utilità esplorativa: 0.9

Utilità implementativa: 0.1

### Informazioni supplementari

Possibile tipo di sviluppo post laurea:

dottorato di ricerca, ricerca fondamentale in ambito di progetti specifici ove è richiesta la simulazione numerica meteorologica, ricerca applicata e fondamentale presso enti che si occupano di previsioni meteorologiche operative, impiego presso centri per la valutazione dei rischi dovuti a fenomeni naturali.

Corsi frequentati necessari ad introdurre rapidamente il laureando nel lavoro di tesi

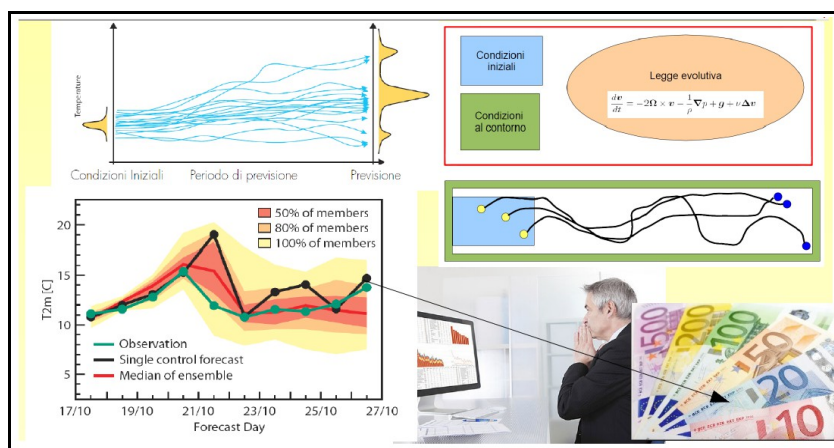
Fluidodinamica geofisica (GEO/12) 6 CFU

Fisica dell'atmosfera (FIS/06)

Corsi frequentati che potrebbero agevolare il laureando nel lavoro di tesi

Statistica Avanzata per l'analisi dei dati (FIS/01)

Fisica dello strato limite atmosferico (FIS/06)



## Identificazione di fenomeni meteorologici intensi o eccezionali nelle simulazioni numeriche operative.

Lo scopo di questa classe di tesi è quello utilizzare le tecniche dell'analisi intensiva di ampie banche dati per recuperare informazioni, utili all'interpretazione fisica di fenomeni naturali, le quali non sono state ancora considerate in quanto immerse in volumi di dati non esplorati. Nel contesto delle simulazioni e del monitoraggio atmosferico, così come in altre discipline, vengono quotidianamente prodotti enormi volumi di dati il cui contenuto informativo è usato solo in minima parte. Per questo motivo i dati sono archiviati per eventuali successive analisi. Tale processo si è talmente amplificato negli ultimi anni che sovente non conviene progettare nuove simulazioni numeriche per vagliare ipotesi e verificate tesi, ma è più che sufficiente cercare le risposte tra le banche dati già esistenti e non ancora sfruttate. Si tratta di quello che viene chiamato il "Quarto paradigma" (<http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/>).

Gli strumenti di indagine adottabili in queste tesi sono le banche dati del CRMA, nelle quali sono archiviate le simulazioni numeriche ad alta risoluzione sull'intero dominio regionale e che coprono decenni di evoluzione atmosferica alla mesoscala e alla microscala. L'esplorazione delle banche dati avviene applicando le tecniche di analisi intensiva di grandi volumi di dati, in ambiente computazionale ad alte performance (HPC), usando tecniche informatiche che sono basate sul concetto di "Scientific Workflow".

Esempi di problemi investigabili sono: l'individuazione e la climatologia dei mesocicloni su scala regionale, lo studio delle code delle distribuzioni delle precipitazioni orarie, l'individuazione di aree di convergenza sistematica dei venti al suolo.

**Durata della tesi:** 6 mesi – 12 mesi

### Tipologia di tesi

Tesi teorica: 0.4

Tesi applicativa: 0.6

Approccio computazionale: 0.9

Approccio analitico: 0.1

Utilità esplorativa: 0.7

Utilità implementativa: 0.3

### Informazioni supplementari

Possibile tipo di sviluppo post laurea:

dottorato di ricerca, ricerca fondamentale ed applicata in ambito di progetti specifici ove è richiesta l'analisi e la manipolazione di grandi volumi di dati.

Corsi frequentati necessari ad introdurre rapidamente il laureando nel lavoro di tesi

Fluidodinamica geofisica (GEO/12) 6 CFU

Fisica dell'atmosfera (FIS/06)

Corsi frequentati che potrebbero agevolare il laureando nel lavoro di tesi

Statistica Avanzata per l'analisi dei dati (FIS/01)

Fisica dello strato limite atmosferico (FIS/06)

