

Scuola	Scienze di Base ed Applicate
ANNO ACCADEMICO	2014/2015
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE	LM 74 Scienze e Tecnologie Geologiche
INSEGNAMENTO	Geochimica applicata (1° anno)
TIPO DI ATTIVITÀ	Caratterizzante
AMBITO DISCIPLINARE	Mineralogico-petrografico-geochimico
CODICE INSEGNAMENTO	17201
ARTICOLAZIONE IN MODULI	NO
NUMERO MODULI	
SETTORI DISCIPLINARI	SCIENTIFICO GEO/08
DOCENTE RESPONSABILE (MODULO 1)	Giancarlo Tamburello RTD Università di Palermo
DOCENTE COINVOLTO (MODULO 2)	
CFU	6 CFU: 5 frontali (40 h) + 1 Lab (16 h) Tot = 56 h
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	94 h
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	60 h
PROPEDEUTICITÀ	Nessuna (consigliate: Chimica, Mineralogia, Geologia I)
ANNO DI CORSO	I
SEDE	Consultabile sul sito http://portale.unipa.it/facolta/sc.mat.fis.natur./cds/scienzeteconologiegeologiche2062/home-corso/
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali. Laboratorio di acquisizione ed elaborazione di dati geochimici
MODALITÀ DI FREQUENZA	Facoltativa, obbligatoria per il laboratorio
METODI DI VALUTAZIONE	Esame scritto comprende: 30 quesiti a risposta multipla/aperta Esame orale (opzionale) comprendente: 1) descrizione e breve discussione su di uno o più grafici preparati dal candidato e riguardanti dati geochimici di letteratura. 2) discussione approfondita di argomenti del corso
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	primo semestre
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultabile sul sito http://portale.unipa.it/facolta/sc.mat.fis.natur./cds/scienzeteconologiegeologiche2062/calendari/
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Mar., Giov., ore 14.30-16.30

<p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione Acquisizione delle conoscenze sui metodi geochimici per la ricerca e lo studio dei giacimenti minerali e dei sistemi idrotermali.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</p>

Interpretare di analisi chimiche dei costituenti chimici maggiori ed in tracce per la individuazione di giacimenti minerali e per lo studio di sistemi idrotermali (geotermometria).

OBIETTIVI FORMATIVI

La prima parte del corso affronta lo studio dei giacimenti minerali tramite l'analisi statistica di parametri geochimici.

La seconda parte del corso illustrerà lo studio dei sistemi idrotermali tramite l'analisi di fluidi idrotermali (composizione chimica ed isotopica), geotermometri e parametri estensivi (flussi di gas).

Il laboratorio è centrato sulla rappresentazione grafica, elaborazione statistica ed interpretazione di dati geochimici reali (gas e acque).

<i>Ore parziali</i>	<i>Principali argomenti trattati durante le lezioni frontali</i>
9	PROSPEZIONI GEOCHIMICHE Prospezioni geochimiche nella ricerca mineraria - I giacimenti minerali - Origine dei metalli nei magmi - Tipi di depositi minerali - Aureole di dispersione - Fluido ipercritico a NaCl - Brines a NaCl - Porphyry Cu-Mo - Depositi epitermali - High and low sulphidation - Evidenze isotopiche dei fluidi idrotermali - La dispersione degli elementi in un giacimento minerario - Dispersione primaria ad alta T - Dispersione secondaria a bassa T - Potenziale ionico e mobilità degli elementi - Normalizzazione delle concentrazioni - Potere polarizzante e mobilità - Elementi associati ad una comune dispersione - Elementi indicatori - Tipi di prospezioni - Significato di anomalia - Prospezione litogeochemica - Diffusione e migrazione attraverso fratture - Prospezione pedogeochemica - Orizzonti nei suoli - Anomalie nei suoli - Prospezione idrogeochemica - Ossidazione dei solfuri - Geometria delle anomalie idrogeochemiche - Prospezione basata su stream sediments - Dispersione su aste fluviali - Tipo di campioni per prospezioni su stream sediments - Prospezione di sedimenti lacustri - Prospezione biogeochemica - Bio-accumulo - Prospezione del mercurio - Tecniche di misura del flusso di gas al suolo - Prospezione di idrocarburi - Tipologia delle aureole di anomalia da idrocarburi - Effetto delle colonie microbiche sugli idrocarburi formazione del sistema Terra-Luna cenni sulla geologia della luna. Le meteoriti. Condriti e sideroliti/sideriti
9	SISTEMI IDROTERMALI Struttura di un sistema idrotermale - Self-sealing - Temperature in un sistema idrotermale - Diagramma di fase dell'acqua pura: fluido ipercritico - Obiettivi della geochimica nei sistemi idrotermali - Zona di neutralizzazione dei gas magmatici - Acque neutre a NaCl - Mixing e boiling di acque neutre - Boiling e bilancio di entalpia - Diagramma H vs P e H vs T - Diagramma H vs Cl - Zona di steam heating - Ossidazione dell'H ₂ S - Acque acide a SO ₄ dominante - Acque acide a Cl-SO ₄ dominante - Acque meteoriche ricche in CO ₂ - Diagramma triangolare Cl-SO ₄ -HCO ₃ - Definizione di geotermometria - Quenching - Minerali idrotermali - Temperature di stabilità dei feldspati - Geotermometro Na/K - Diagramma Na/K vs 1000/T - Geotermometro K/Mg - Diagramma Mg/K ² vs 1000/T - Diagramma di Giggenbach Na-K-Mg - Curva di full equilibrium - Anidride carbonica nei sistemi idrotermali - Diagramma log f CO ₂ vs 1000/T - Degassamento di CO ₂ nell'Italia centrale - Relazione tra sismogenesi e flussi di CO ₂ - Geotermometro della silice
8	GAS IDROTERMALI Il vapore geotermico ed i gas idrotermali - Diagramma CO ₂ - H ₂ O - S - Diagramma CO ₂ - S - HCl - Diagramma di Giggenbach N ₂ - He - Ar - Equilibri in fase gassosa - Coefficienti di distribuzione e dipendenza dalla temperatura - Equilibrio del gas nel sistema H ₂ O - H ₂ - CO ₂ - CO - CH ₄ - Il rapporto RH e le condizioni redox di un sistema idrotermale - Buffer e dipendenza di fO ₂ dalla temperatura - Fugacità dei gas e rapporti molari - Equilibri tra specie in fase gassosa - Equilibri tra specie in fase liquida - Diagramma log(H ₂ /H ₂ O) vs log(CO/CO ₂) - Diagramma log(CH ₄ /CO ₂) vs log(CO/CO ₂) - Diagramma 3 log[(CO/CO ₂)+(CH ₄ /CO ₂)] vs log[(CO/CO ₂)+(H ₂ /H ₂ O)] - Fumarole dal boiling del liquido in risalita - Il

	geoindicatore H ₂ /Ar
9	ORIGINE DEI FLUIDI E GEOCHIMICA ISOTOPICA Origine delle specie chimiche nei sistemi geologici - Isotopi stabili - Isotopi stabili standard e di uso meno comune - Abbondanza degli isotopi e contrasto di massa - Notazione delta e standard isotopici - Frazionamento all'equilibrio - Frazionamento cinetico - Fattore di frazionamento isotopico - Fattore di arricchimento - Composizione isotopica dell'acqua di mare e pioggia - Temperatura e fattore di frazionamento - Effetto continentalità - Effetto quantità - Effetto altitudine - Effetto latitudine - Meteoric water line - Eccesso di deuterio - Curve meteoriche locali - Origine dell'acqua nei sistemi idrotermali - Shift del delta 18 - Acqua andesitica - Isotopi e mixing - Isotopi e processi di ebollizione - Scambio con l'anidride carbonica - Diagramma 1000ln α CO ₂ -H ₂ O vs 1000/T - Composizione isotopica del carbonio - Delta 13C - Sorgenti di carbonio in un sistema idrotermale - CO ₂ atmosferica - CO ₂ organica - Carbonati marini - Frazionamenti isotopici tra CO ₂ e C in soluzione - CO ₂ magmatica - Diagramma CO ₂ / ³ He vs delta ¹³ C - Composizione isotopica della CO ₂ nei sistemi idrotermali italiani - Distribuzione bimodale della CO ₂ magmatica - Composizione isotopica del carbonio nelle acque - Bilancio di massa ed isotopico del carbonio - Stima dei flussi di carbonio dall'Italia centrale - Isotopi dell'elio - Elio primordiale ed elio radiogenico - Rapporto Ra - Elio crostale - Elio mantellico - Schema di Waikita per discriminare le sorgenti di elio - Composizione isotopica di He nelle acque termali e nei gas - Isotopi dell'elio nei sistemi idrotermali italiani - Relazione tra isotopi dell'elio e dello stronzio - Isotopi di carbonio ed elio a confronto nell'Italia centrale e meridionale - Combinazione di isotopi dell'elio e del carbonio - Evoluzione della composizione isotopica del carbonio nei gas dell'Etna - Geotermometria isotopica - Isotopi dello zolfo
5	PARAMETRI ESTENSIVI NEI SISTEMI IDROTERMALI Definizione parametro estensivo ed intensivo - Stima della quantità di acqua in un sistema geotermico - Stima tramite contenuto di cloro e flusso di tutte le sorgenti termali - Stima tramite flusso di CO ₂ diffusa in un'area geotermica - Misura del flusso di CO ₂ al suolo - Diffusione e convezione - Metodo della concentrazione dinamica - Metodo della camera d'accumulo - Pianificazione di una prospezione di flussi di CO ₂ al suolo - Creazione di contour maps del flusso di CO ₂ al suolo - Flusso di acqua e flusso termico.
<i>Ore</i>	<i>Principali argomenti trattati durante il laboratorio</i>
16	Elaborazione di dati geochimici ed analisi statistica tramite fogli di calcolo. Costruzione di grafici per la rappresentazione di dati geochimico. Applicazione dei geotermometri su dati reali. Analisi spaziale di dati geochimici e creazione di mappe di contour con metodo Kriging. Utilizzo per la misura di parametri geochimici sul campo.
	<i>Testi consigliati</i>
	1) file pdf delle lezioni forniti dal docente online 2) pubblicazioni di riviste ISI 3) Applied Geochemistry, F.R. Siegel, ISBN 0-471-79095-8 4) Introduction to Exploration Geochemistry, A.A. Levinson, ISBN 0-915834-01-4 5) Chemistry and Geothermal Systems, A.J. Ellis and W.A.J. Mahon, ISBN 0-12-237450-9