UNIVERSITÀ DI PISA

GEOLOGIA ECONOMICA

ANNA GIONCADA

Academic year	2022/23
Course	SCIENZE E TECNOLOGIE GEOLOGICHE
Code	052DD
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
GEOLOGIA ECONOMICA	GEO/09	LEZIONI	62	SILVIA FORNASARO ANNA GIONCADA

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Il corso intende fornire conoscenze sull'utilizzo dei diversi minerali metallici e industriali e sul loro valore economico, sui processi geologici responsabili della genesi di depositi economicamente sfruttabili, sulla classificazione dei diversi tipi di depositi e sui principi dell'esplorazione mineraria e del recupero del minerale.

Modalità di verifica delle conoscenze
Le conoscenze saranno verificate mediante un esame finale orale volto a discutere i contenuti del corso con la terminologia appropriata

Capacità
Lo studente/studentessa sarà in grado di associare dati geologici, mineralogici, geochimici alle principali tipologie di deposito minerario e alle facies di alterazione associate e di interpretare criticamente le risorse bibliografiche su un'area mineraria.

Modalità di verifica delle capacità
Lo studente/studentessa dovrà esporre e discutere oralmente, dimostrando capacità critica, un report su un caso di studio, durante l'esame finale

Comportamenti
Lo studente/studentessa acquisirà consapevolezza dell'importanza di minerali e rocce come materie prime e delle problematiche legate al loro sfruttamento; acquisirà comportamenti in accordo con la necessità di garantire l'utilizzo sostenibile delle risorse naturali

Modalità di verifica dei comportamenti
Discussioni durante il corso e durante l'esame finale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Conoscenze di base, acquisite con la laurea triennale, di geologia, mineralogia, geochimica.

Indicazioni metodologiche
Il corso comprende lezioni frontali, attività pratiche e uscite sul terreno. La frequenza è consigliata.
L'apprendimento avviene tramite:

- partecipazione alle lezioni
- partecipazione alle discussioni (inquiry-based learning)
- studio individuale
- partecipazione alle attività pratiche
- partecipazione alle uscite sul terreno
- ricerca bibliografica

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Provenienza geografica delle materie prime. Esempi del valore economico di alcuni minerali industriali e metallici di uso comune. Terminologia: risorse e riserve, ore mineral, minerali industriali e minerali metallici, minerale di cava e minerale di miniera. La legislazione mineraria italiana. Fattori che rendono un deposito economicamente interessante. Concentrazione media nella crosta terrestre e concentrazione minima sfruttabile. Come si descrive un deposito: singenetico/epigenetico, morfologia dell'orebody e relazioni con le rocce che lo ospitano.
La classificazione dei depositi sulla base della genesi (Robb, 2005; Pohl ed. 2005). Altre classificazioni (Dill 2010; Lindgren, 1955).
Giacimenti formati dalla concentrazione di elementi per processi magmatici in magmi basici e ultrabasici: Cr, Ni, V, PGE (Platinum Group Elements); cenni sugli usi e sul valore economico. I depositi a cromite e a solfuri di Ni e PGE del complesso magmatico di Bushveld, Sudafrica: processi genetici. Le diverse categorie di depositi di Ni e PGE ortomagmatici. L'esempio di Norilsk (Siberia). I depositi di Ni e PGE in komatiiti. I depositi di Ni e PGE di Sudbury (Canada).
I giacimenti di diamanti in placers e in rocce kimberlitiche e lamproitiche. Diamante, bort, carbonado. Criteri per il valore delle gemme. Principali paesi produttori. Tessitura e composizione mineralogica delle kimberliti. Morfologia e taglia dei camini kimberlitici e facies vulcaniche e ipoabissali. L'utilizzo dei minerali indicatori nell'esplorazione per diamanti. Diamanti come xenocristalli nelle kimberliti. Considerazioni sulla genesi delle kimberliti diamantifere.
I depositi porphyry copper. Metalli che se ne ottengono e concentrazioni sfruttabili; modello di Lowell-Guilbert e facies di alterazione caratteristiche (potassica, sericitica/fillitica, argillitica, propilitica); profondità di formazione del deposito; meccanismi di formazione della mineralizzazione a solfuri di Cu: cooling e boiling del fluido magmatico-idrotermale; origine magmatica dei fluidi, dei metalli e dello zolfo nei porphyry copper; ruolo dell'intrusione porphyry. Fattori determinanti lo sviluppo di depositi porphyry copper negli archi magmatici: l'importanza della precoce cristallizzazione di magnetite per la saturazione in una fase ricca in S e lo stoccaggio di Cu nelle radici degli archi magmatici. Tempi della mineralizzazione. I "porphyry copper systems" nel senso di Sillitoe (2010). L'arricchimento supergenico nei depositi porphyry copper: distribuzione di solfuri e ossidi di Cu con la profondità in relazione all'azione dei fluidi supergenici, conseguenze sulla risorsa di Cu. I depositi porphyry Cu-Mo e Cu-Au, Au-Cu.
Evoluzione dei fluidi dal porphyry copper ai depositi epitermali. I depositi epitermali high sulfidation. L'esempio di Far Southeast e Lepanto e il legame tra depositi porphyry copper e high sulfidation. Le facies di alterazione sericitica/fillitica, argillitica, argillitica avanzata, silicica (vuggy silica) e i minerali secondari indicativi di T e/o pH dei fluidi o di boiling: minerali argillosi, biotite, alunite, adularia.
I depositi epitermali intermediate e low sulfidation. Meccanismi di formazione di rocce silicizzate nell'alterazione idrotermale. Le indicazioni tessiturali di boiling.
Lettura dei diagrammi concentrazione-tonnellaggio (grade-tonnage plots).
Cenni sui meccanismi della circolazione idrotermale rilevanti per la formazione di giacimenti.
Depositi a solfuri metallici originati da fluidi idrotermali di origine marina: volcanic-hosted massive sulfide o VHMS (Cu, Cu-Zn, Zn-Pb-Cu), sedimentary-exhalative o SEDEX (Zn-Pb). Classificazione dei depositi VMS sulla base delle litologie associate, legame con diversi ambienti geodinamici e conseguenze sull'abbondanza relativa di Cu, Zn e Pb nel deposito. Depositi idrotermali di barite di tipo esalativo formatisi in ambiente marino.
Depositi legati a fluidi idrotermali originati da acque connate: stratiformi sediment-hosted Cu-Co (SSC), Mississippi-Valley-type Zn-Pb (MVT).
I depositi "sediment-hosted replacement Au" di tipo Carlin: relazioni con le rocce incassanti, associazione mineralogica, alterazione associata, controverse ipotesi genetiche. Cosa significa "oro invisibile". La relazione tra Au e As nella pirite arsenifera. Depositi legati a fluidi idrotermali con componenti derivati da processi metamorfici, in ambiente orogenico: orogenic Au.
Costruzione di un diagramma paragenetico.
Cenni sui depositi a metalli legati a circolazione di acque meteoriche: U-V.
Depositi minerari placers e paleoplacers. L'esempio di Witswatersrand: storia dello sfruttamento, caratteristiche della regione mineraria, le ipotesi genetiche di placer e modified placer.
Processi di weathering e lisciviazione e rocce residuali utili. Lateriti, bauxiti, caolini. Un elemento importante ottenuto dalle bauxiti: il Ga. Le lateriti come giacimenti di Ni. L'idratazione del vetro vulcanico e la formazione di perliti; caratteristiche che rendono utili perliti e pomici.
Depositi minerari idrogenetici: Fe (Banded Iron Formations, classificazione sulla base dell'ambiente e dell'età di formazione; ironstones); Mn (cenni sulla classificazione dei depositi di tipo idrogenetico e idrotermale); fosforiti. Le evaporiti continentali e la formazione di giacimenti di Li e B. Le
Terre Rare (REE): importanza economica, giacimenti (placer, carbonatiti, pegmatiti). I depositi iron oxide-apatite. L'importanza dei processi di immiscibilità liquido silicatico-liquido ricco in Fe nei sistemi magmatici per la concentrazione di elementi. El Laco. I depositi di tipo IOCG, iron oxide-copper-gold: caratteristiche e cenni sulle ipotesi genetiche. Elementi considerati materie prime "critiche" per l'economia europea. I rapporti della Commissione EU "Critical Raw Materials".
L'esplorazione mineraria: concetti generali; gli stadi dell'esplorazione mineraria. Il caso Bre-X e la necessità di linee guida per la stesura dei report tecnici. I rapporti tecnici secondo i principi attualmente condivisi, la Qualified Person. Raccolta e interpretazione di dati geochimici nell'esplorazione mineraria. Indici di alterazione e box diagrams.
L'arricchimento del minerale estratto: il concentrato. La separazione per flottazione. L'importanza della microstruttura. Cenni sul trattamento di minerali di Cu, Zn, Pb, Au.
Domini, province e distretti metallogenici. Epoche metallogeniche. Metallogenesi e ambienti tettonici. Toscana meridionale: le mineralizzazioni Sb-Au e il confronto con il modello Carlin-type. Discussione sulla metallogenesi in Toscana meridionale
L'osservazione di rocce alterate: principi e esempi. L'osservazione di minerali "ores" in microscopia a luce riflessa: principi di metallografia ed discussione di esempi da rocce mineralizzate.

Bibliografia e materiale didattico

- Kesler & Simon (2015) Mineral resources, economics and the environment. Cambridge
- Ridley (2013) Ore deposit geology Cambridge. 398 p.
- oppure: Pohl WL (2011) Economic Geology: Principles and Practice. Blackwell.
- oppure: Robb L. (2005) Introduction to ore forming processes. Blackwell Publishing, 373 p.
- Moon C. J., Whateley M. K.G. & Evans A. M.(2006) Introduction to Mineral Exploration Blackwell Publishing, p. 499
- Taylor R. (2009): Ore Textures - Recognition and Interpretation. Springer
- Pracejus B. (2008) The Ore Minerals Under the Microscope - An Optical Guide. ATLASES IN GEOSCIENCE, 3, Elsevier

- Spry, P.G. and Gedlinske, B.L. (1987): Tables for the Determination of Common Opaque Minerals. Economic Geology.

Indicazioni per non frequentanti
Rivolgersi al docente all'inizio del corso e fornire un recapito email per ricevere il materiale didattico

Modalità d'esame
Esame finale orale con voto, con discussione di un articolo scientifico su un caso di studio

Altri riferimenti web
Moodle

Note
Nel caso di studenti che lo richiedano, il corso potrà essere erogato in lingua inglese, con slides in italiano e in inglese.

Ultimo aggiornamento 30/07/2022 12:02