Вторичные преобразования пород океанической коры

вторичные изменения базальтов

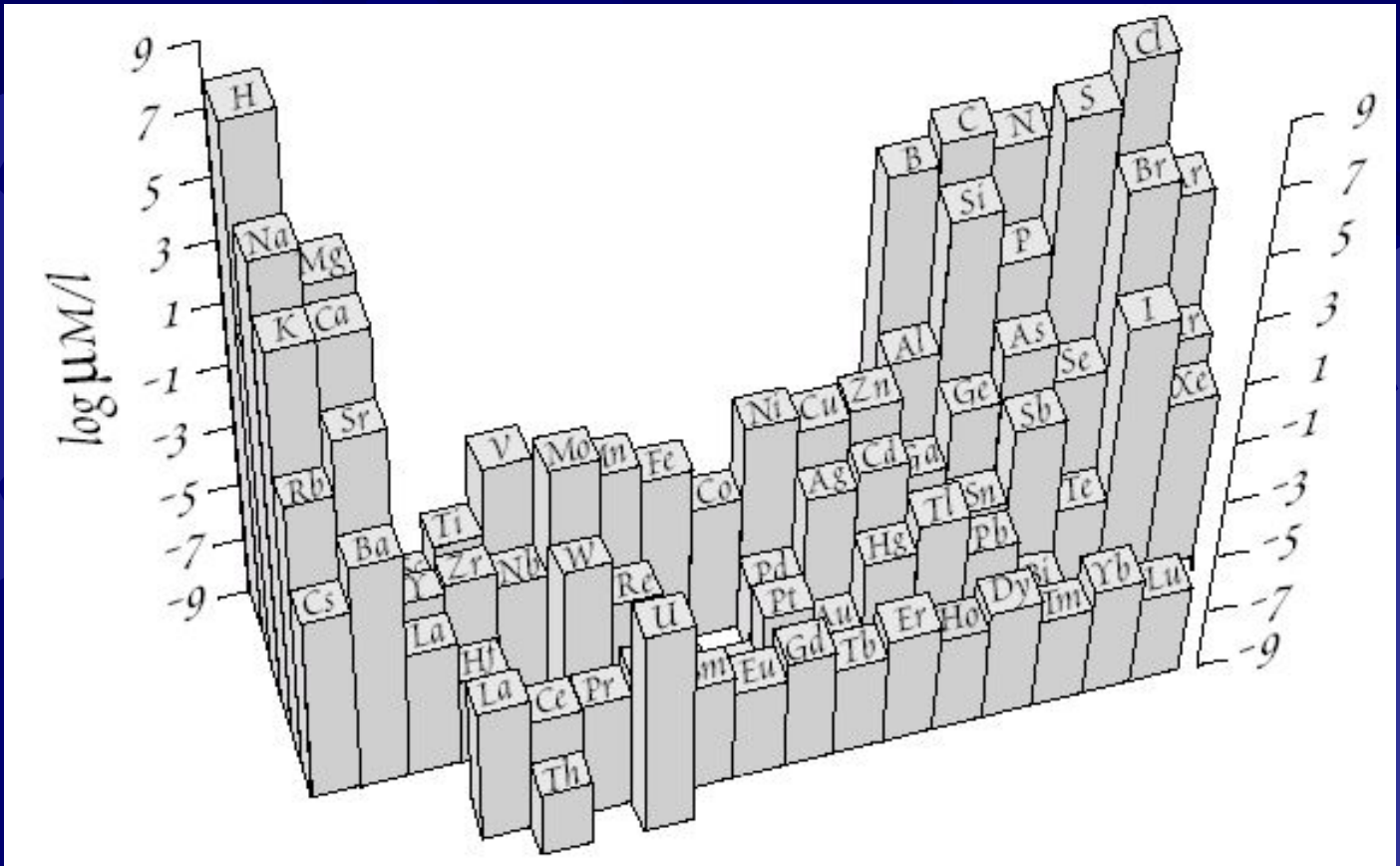
- гальмиролиз
- локальные гидротермальные-метасоматические
- региональные метаморфические

Пиллоу-лавы. Южная Пацифика.

- **Гальмиролиз (от греч. Halmyros — солёный и lysis — распад), подводное выветривание, химико-минералогическое преобразование первичного осадка на дне моря под влиянием процессов растворения, окисления и др. Г. объясняют происхождение некоторых минералов, возникающих только в морских осадках (глауконит, шамозит и др.), подводное изменение вулканических туфов, ведущее к образованию бентонита и др. разновидностей поглощающих глин. Скорость процессов Г. определяется главным образом характером присутствующих в морской воде солей и газов, а также быстротой накопления осадков. Особенно благоприятны для Г. места медленного отложения осадков.**

- При реакциях с морской водой стекло и минералы базальтов замещаются глинистыми минералами, такими как селадонит и нонтронит. Также по породам развиваются железистые гидрослюды, смектиты и гидрооксиды. В процессе изменения породы обогащаются за счет морской воды Li, K, Rb, Cs, B и U. Может отлагаться карбонат. Изотопные метки повышаются в базальтах у Sr и O, понижаются у B и Li. В принципе, эти реакции сопоставимы с зеленокаменным изменением.

Состав морской воды.



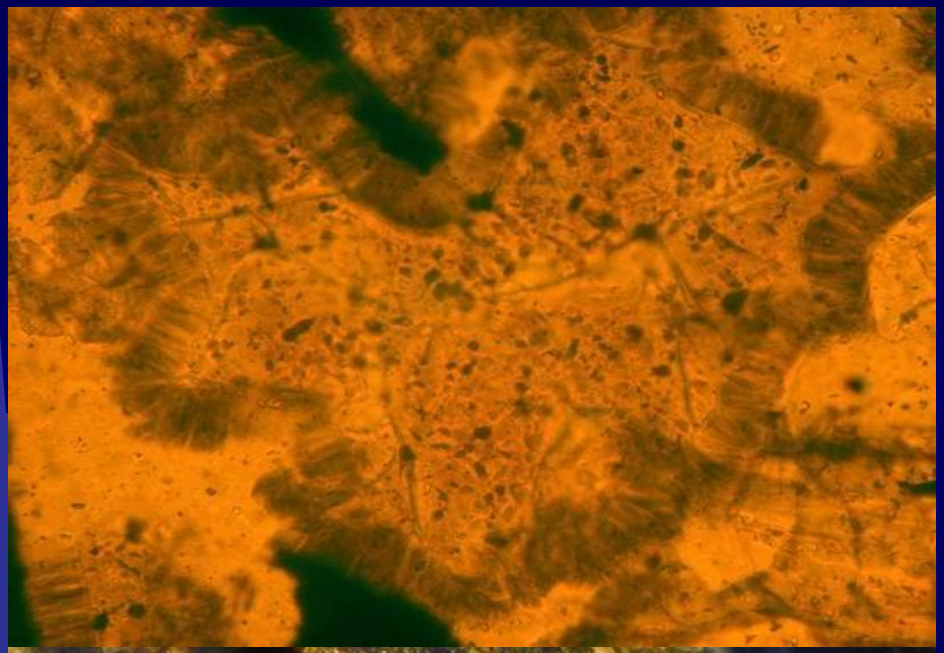
Главные компоненты морской воды

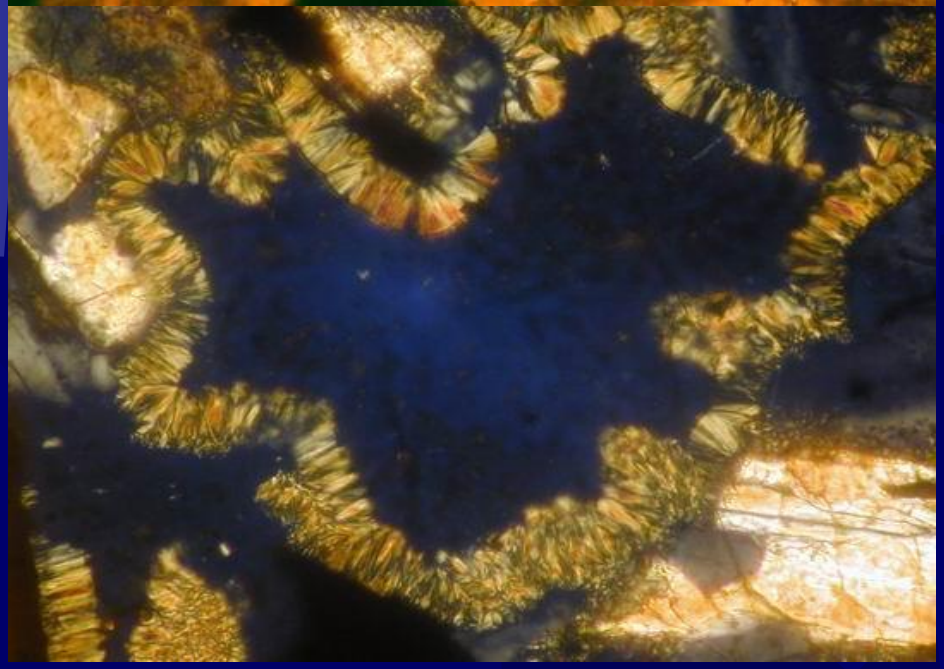
Ion	g/kg (ppt) at S = 35‰	Percent of Dissolved solids
Cl^-	19.354	55.05
SO_4^{2-}	2.649	7.68
HCO_3^-	0.140	0.41
$B(OH)_4^-$	0.0323	0.07
Br^-	0.0673	0.19
F^-	0.0013	0.00
Na^+	10.77	30.61
Mg^{2+}	1.290	3.69
Ca^{2+}	0.412	1.16
K^+	0.399	1.10
Sr^{2+}	0.008	0.03

Растворенные в морской воде газы.

	Atmospheric Partial Pressure	Equilibrium Conc. in Seawater (ml/l) 0°C	24°C
He	5.2	4.1×10^{-5}	3.8×10^{-5}
Ne	1.8	1.8×10^{-4}	1.5×10^{-4}
N_2	0.781	14.3	9.2
O_2	0.209	8.1	5.0
Ar	9.3×10^{-3}	0.39	0.24
Kr	1.1×10^{-6}	9.4×10^{-5}	8.5×10^{-5}
Xe	8.6×10^{-8}	1.7×10^{-5}	8.5×10^{-6}
CO_2	3.6×10^{-4}	0.47	0.24
N_2O	3×10^{-7}	3.2×10^{-4}	1.4×10^{-4}

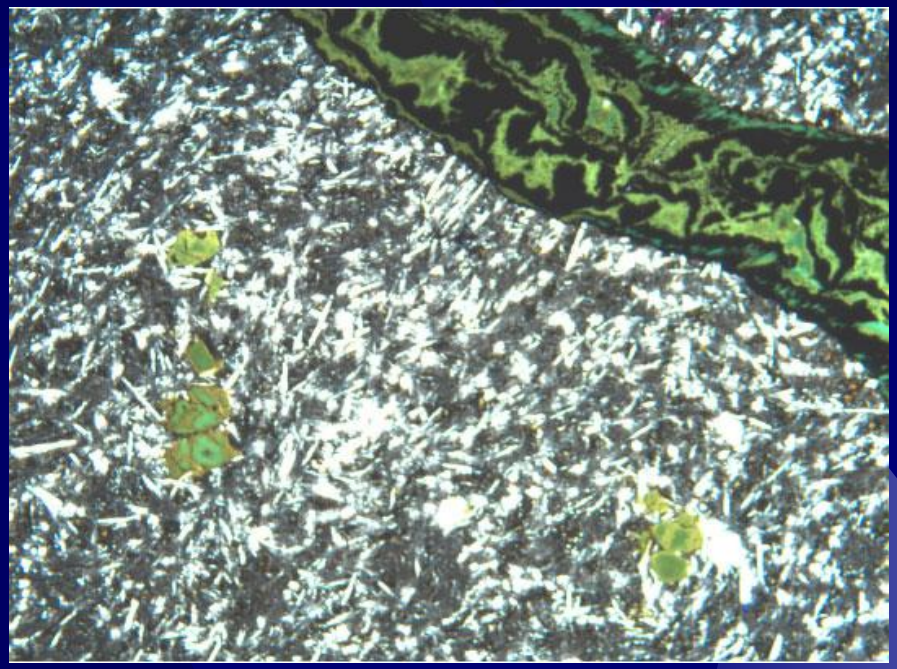
Заполнение миндалины в базальте. Концентрические круги халцедона , гетита, селадонита, карбоната





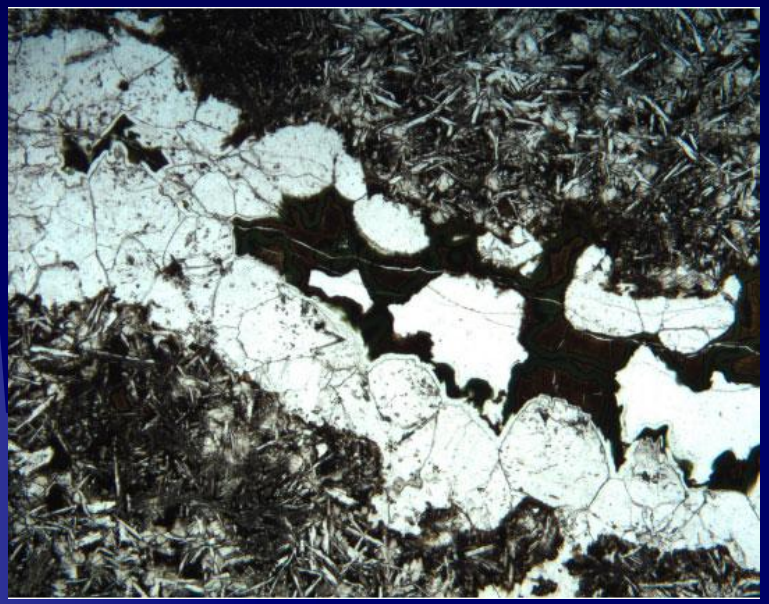
Палагонит, стекловатое минеральное вещество жёлто-бурого, буровато-зелёного или темно-бурого цвета, богатое водой, иногда частично раскристаллизованн ое; встречается в базальтах, диабазах и их туфах.

Нонтронит - минерал, обогащенный Fe^{3+}



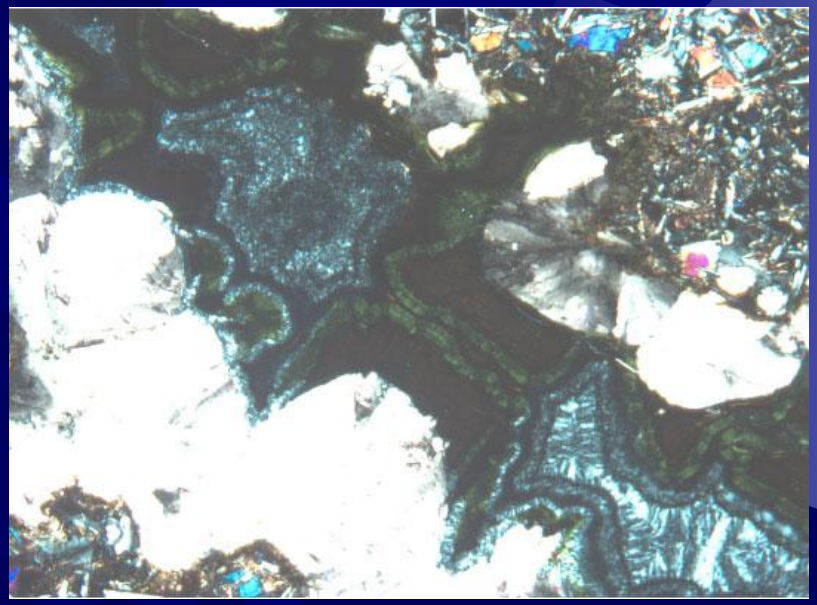
Хорошо оформленные псевдоморфозы нонтронита по оливину в серых пиллоу-базальтах. Прожилок в верхнем правом углу фотографии заполнен нонтронитом и небольшим количеством селадонита. Размер поля зрения 5.5 мм.

Селадонит-кальцитовый прожилок с коричневытым обрамлением (из бурого смектита и гидрооксидов железа) в породе с обоих сторон от прожилка. Селадонит встречается как на краях, таки в центре прожилка, возможно в результате многократного раскрытия.

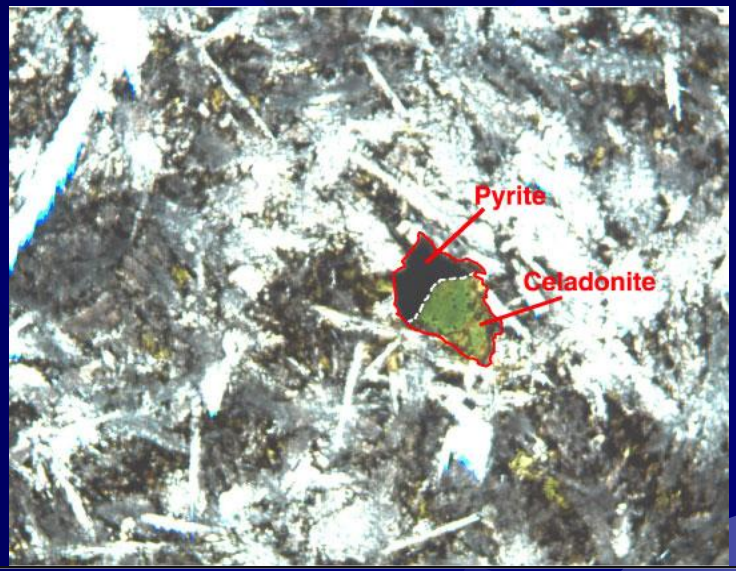


1-2 мм прожилок кальцита с постепенным заполнением гетитом и халцедоном (по центру).

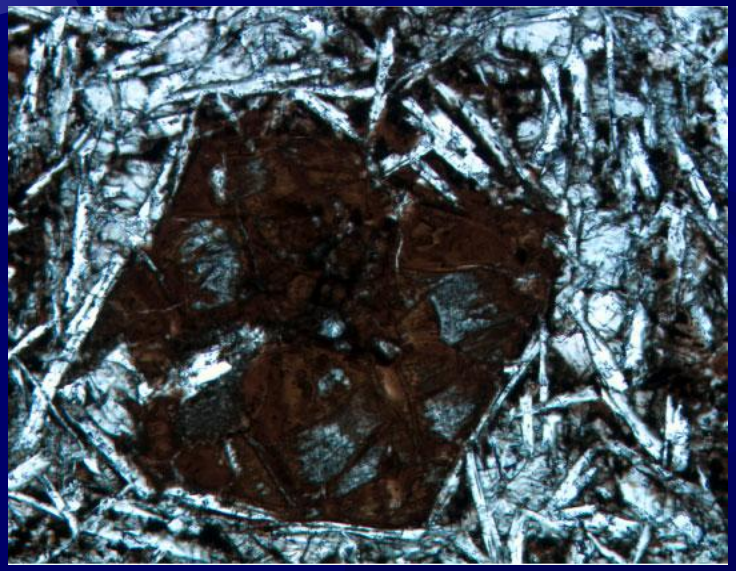
1-2 мм прожилок кальцита с постепенным заполнением гетитом, селадонитом и халцедоном (по центру).



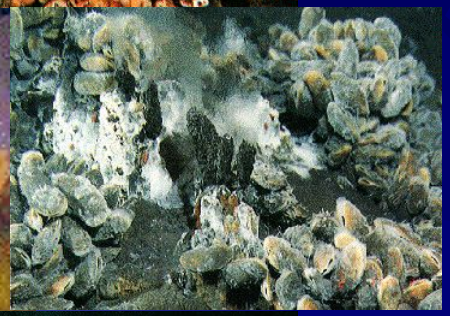
Псевдоморфозы по оливину в измененной зоне образца



Псевдоморфозы по оливину (сапонит и кальцит).



Гидротермальная система СОХ



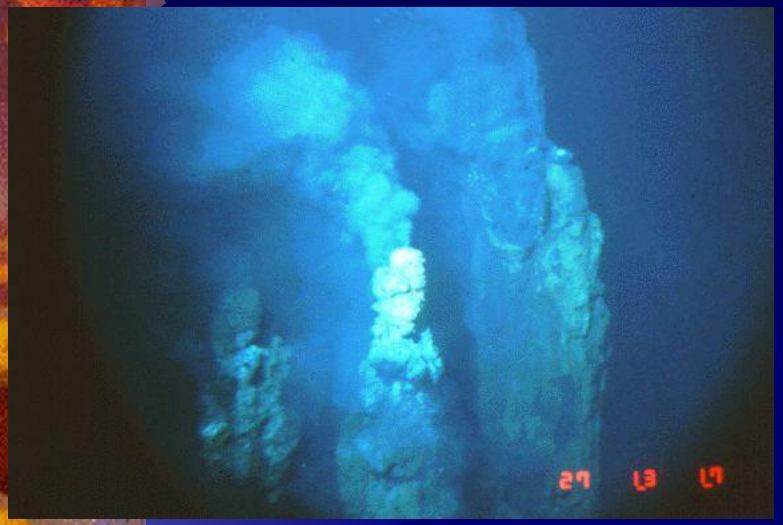
Одно из удивительных открытий последних десятилетий являются системы гидротермальных жил ("черных курильщиков", "белых курильщиков" и т.д.) в срединно-океанических хребтах, существующих при температурах около 350 градусов и поддерживающих колонии организмов на глубинах более 2.5 км.
Сам факт существования жизни на таких глубинах отрицался до тех пор пока существование колоний животных не были открыты при погружениях глубоководного аппарата Alvin в феврале-марте 1977 года в районе Галапагосских островов.

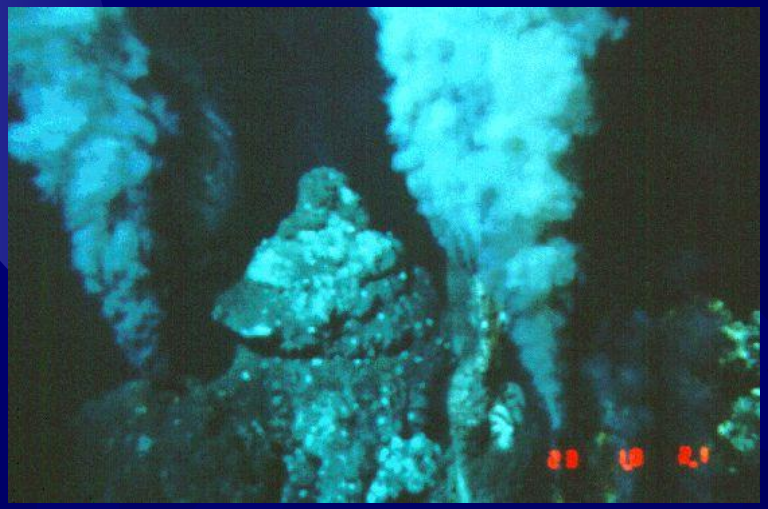
Эти гидротермальные системы являются готовыми рудными месторождениями, которые представлены массивными сульфидными рудами.

Состав флюида представительных гидротермальных жил САХ и ВТП.

	21°N (EPR)	Escanaba (Gorda)	South Cleft Plume	Axial Volcano Virgin Mound	TAG MAR	Seawater
T °C	273-355	108-217	224	299	335-350	—
pH	3.3-3.8	5.4	3.2	4.4	3.7-3.9	8.2
Li μmol/kg	891-1322	1286	1718	184	845	25.6
δ^6Li	-6.6 to -10				-6.3 to -8.5	-32.3
Be nmol/kg	10-13		95		38.3	0.025
B μmol/kg	500-548	1.71-2.16	496	450	518-530	406
δ^{11}B	30.0-32.7	10.1-11.5	34.2		25.6-26.8	+39.5
CO_2 mmol/kg	5.7		3.7-4.5	285		
CH_4 mmol/kg	0.06-0.09		.082-.09			—
NH_4 mmol/kg	<.01	5.6				—
Na mmol/kg	432-513	560	796	148	510	468
Al μmol/kg	4.0-5.2				5.0-5.3	0-0.15
Si mmol/kg	15.6-19.5	5.6-6.9	23.3	13.5	18.3	0-0.25
H_2S mmol/kg	6.6-8.4	1.1-1.5	3.5	18	5.9	26.9*
δ^{34}S	+1.4-3.4	+7.8	+5.7	+7.3		+21
Cl mmol/kg	489-579	668	1087	176	559	532
K mmol/kg	32.5-49.2	34-40.4	51.6	6.98	23.8	9.96
Ca mmol/kg	11.7-20.8	33.4	96.4	10.2	9.9-10.5	10.3
Mn mmol/kg	.67-1.0	0.01-0.21	3.59	142	659	<0.04
Fe mmol/kg	.75-2.43	0-0.1	18.7	12	1	<0.006
Co nmol/kg			200			<0.07
Cu μmol/kg			1.5	0.4	1.64	<0.004
Zn μmol/kg			780	2.2		<0.009
Ge nmol/kg	130-170		150-260			0-0.2
As nmol/kg	30-452					13-27
Se nmol/kg	<0.6-72		<1			0.5-1.5
Br μmol/kg	802-929	1179	1832	250	847	839
Rb μmol/kg	27-33	80-105	37		10.7	1.45
Sr μmol/kg	65-97	209	312	46	51	87
^{87}Sr/^{86}Sr	.7030-.7033	0.7099			0.7028	0.70918
Mo nmol/kg			6			115
Ag nmol/kg			120			<0.03
Cd nmol/kg			910			0-1.0
Sb nmol/kg			18			0.7-1.3
I μmol/kg		99				0.2-0.5
Cs nmol/kg	202	6.0-7.7			179	2.25
Ba μmol/kg	8-16					0.085
Tl nmol/kg			110			<0.08
Pb nmol/kg			1630			<0.002

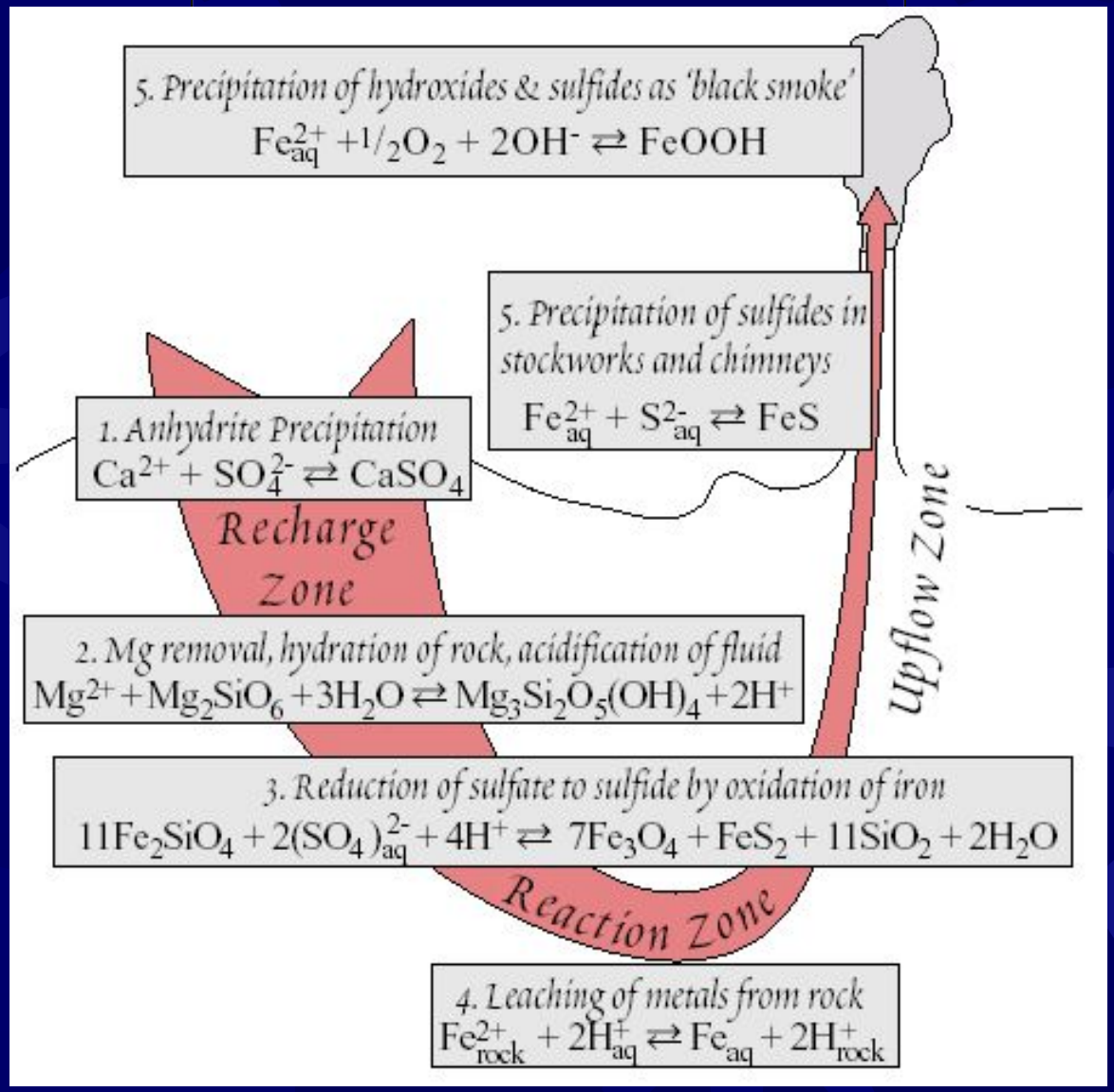
Сульфидные руды





Флюид явно обогащен Li, Be, Al, C, Si, Ge, Rb, Cs по сравнению с морской водой.

Гальмиролиз



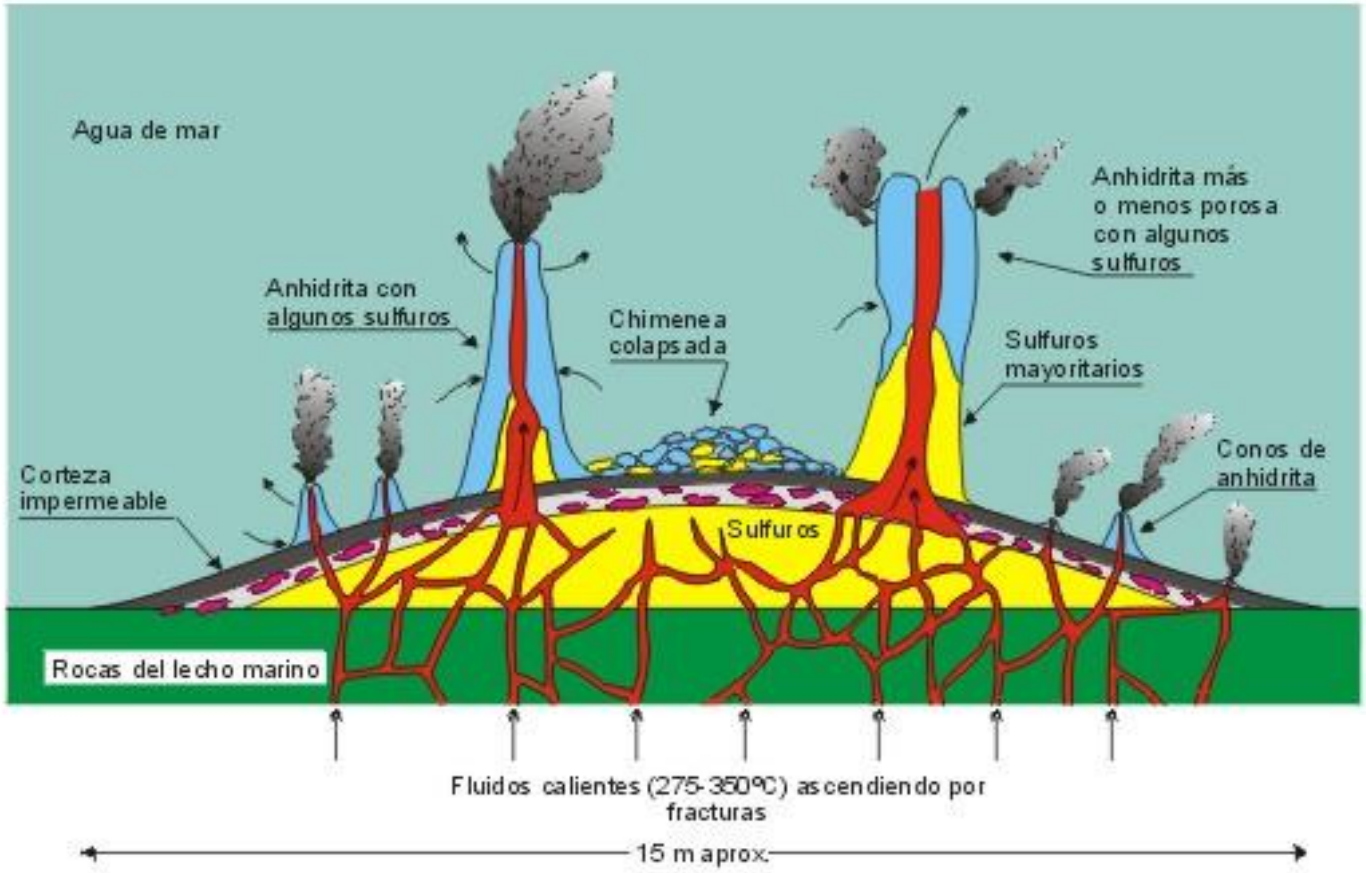
Регионально-метаморфические преобразования
Обычно фации зеленых сланцев и эпидотовых амфиболитов.

Рудообразование.
металлоносные осадки. самые низкотемпературные при 150-200 С и давлениях 500 бар.
При взаимодействии с базальтами в воде увеличивается содержание Fe и Mn в 2000 раз. Если оценить вынос вещества из базальтов за счет выщелачивания , то

Fe	117.5	млн.т. в год
Mn	4.85	млн.т. в год
Ni	0.9	млн.т. в год
Zn	0.47	млн.т. в год
Cu	0.29	млн.т. в год
Co	0.16	млн.т. в год

- Это больше, чем снос в растворенном виде с континентов
- Ежегодно образуется дополнительно 9 км^3 базальтов
- Гидротермальные поля образуются в рифтах, трансформных разломах и на их пересечении.
- Рудные столбы обычно высотой 20-50 м с диаметром жерла 10-30 м.
- Время жизни 20-30 лет
- Максимальная температура 300-400 градусов
- Взвесь до 300 мг/литр (Cu 8-9, Zn 3-5, Fe 20-30)
- Среднее гидротермальное поле дает примерно 90 тонн меди и цинка в год

Схема, демонстрирующая упрощенную модель образования колчеданных руд и взаимоотношения черных и белых курильщиков.



СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ!