

DISCRIMINACIÓN TECTÓNICA EN ROCAS IGNEAS

“Existe” una importante diferencia entre las tres series mayores:

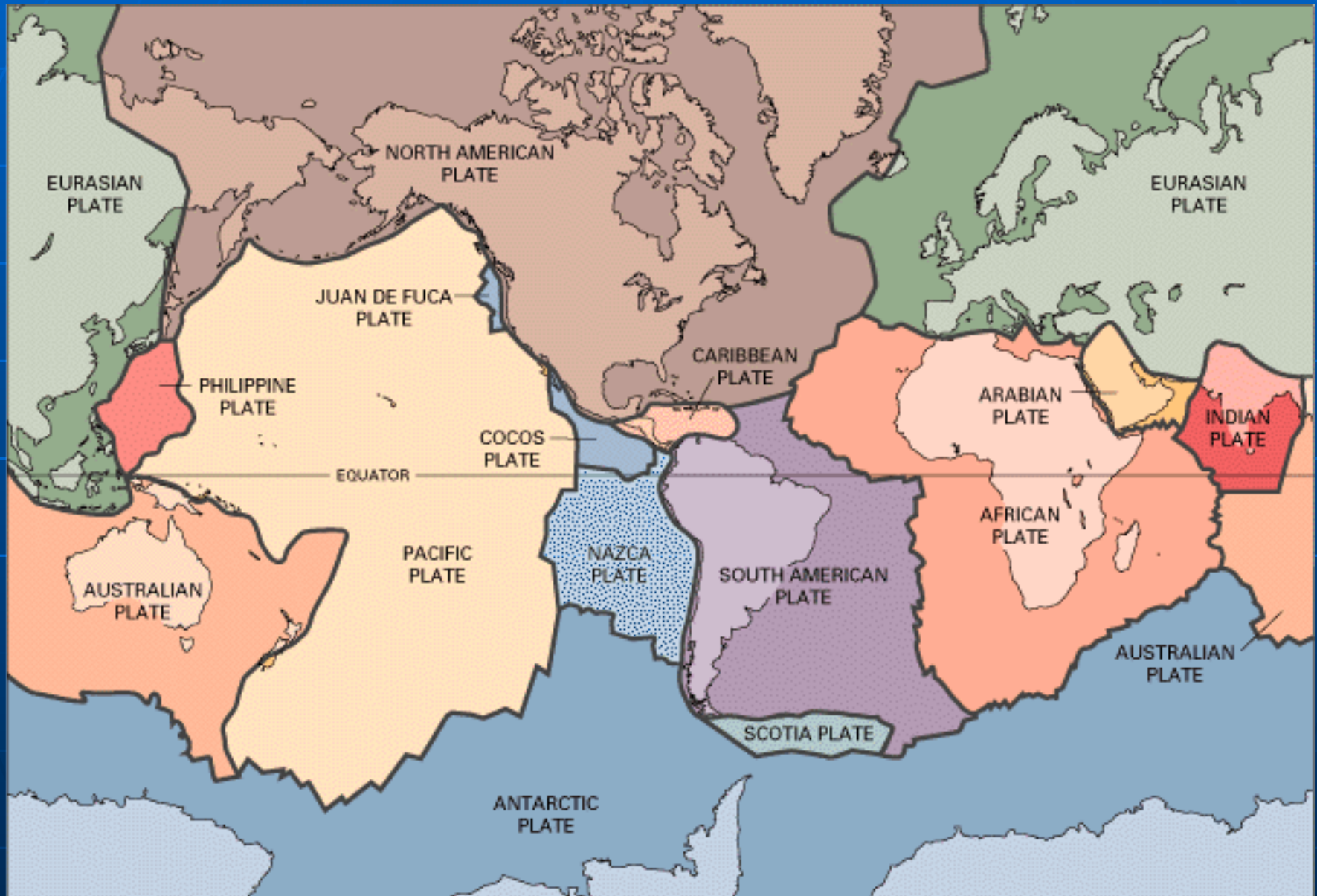
Series Característica	Margen de Placa		Intraplaca	
	Convergente	Divergente	Oceanica	Continental
Alkalina	si		si	si
Tholeítica	si	si	si	si
Calco-alkalina	si			

Entonces, ¿Qué hacemos?

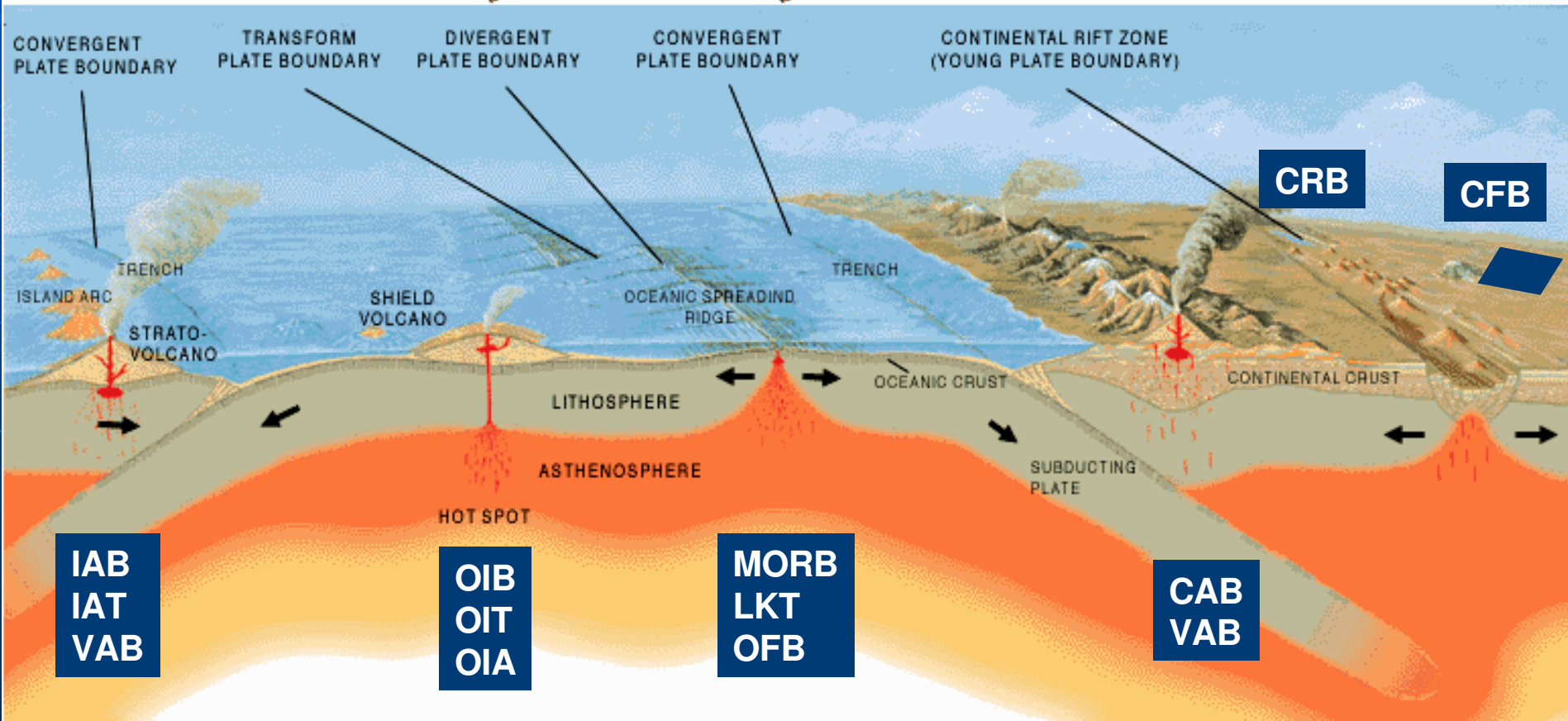
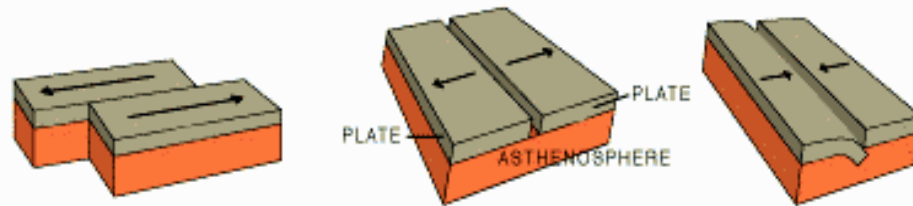
Introducción

- Usando la química de **basaltos** ($\pm$ andesitas) es posible distinguir entre los diferentes (conocidos) regímenes tectónicos en que ellos se habrían generado.
- Los diagramas fueron contruidos utilizando elementos mayores y traza mediante el método de análisis discriminante. Aquellos que utilizan elementos inmóviles bajo actividad hidrotermal (x ejm. Ti, Zr, Y, Nb, P) pueden ser utilizados en rocas alteradas y hasta metamorfizadas.
- Elementos deben ser insensitivos a procesos secundarios y fáciles de medir con buena precisión.
- Los diagramas discriminantes NUNCA deben usarse como una prueba, solo sirven para “sugerir” una asociación tectónica.

Placas Tectónicas.

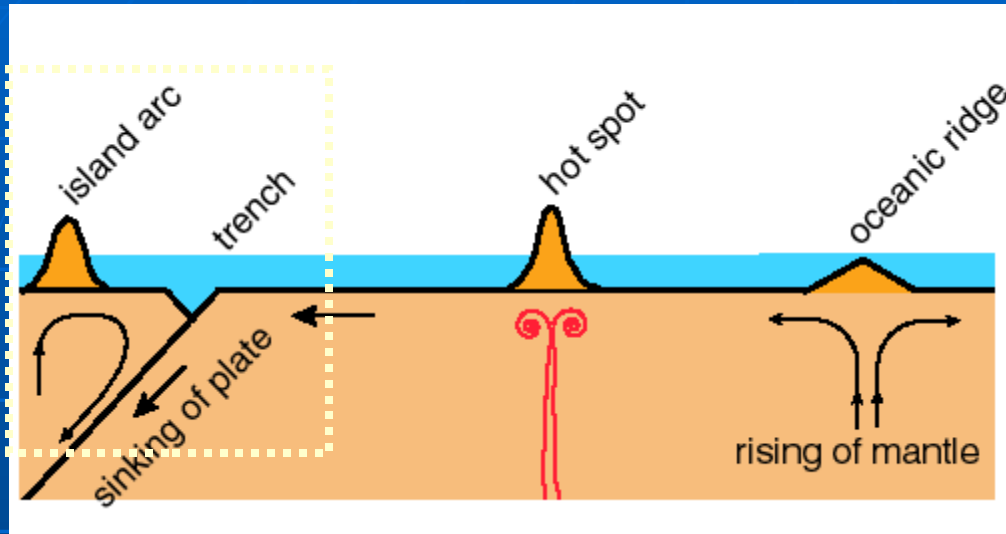


LOS DIFERENTES CONTEXTOS GEOTECTONICOS



Y tipos de magmatismo asociados

Márgenes convergentes: zonas de subducción

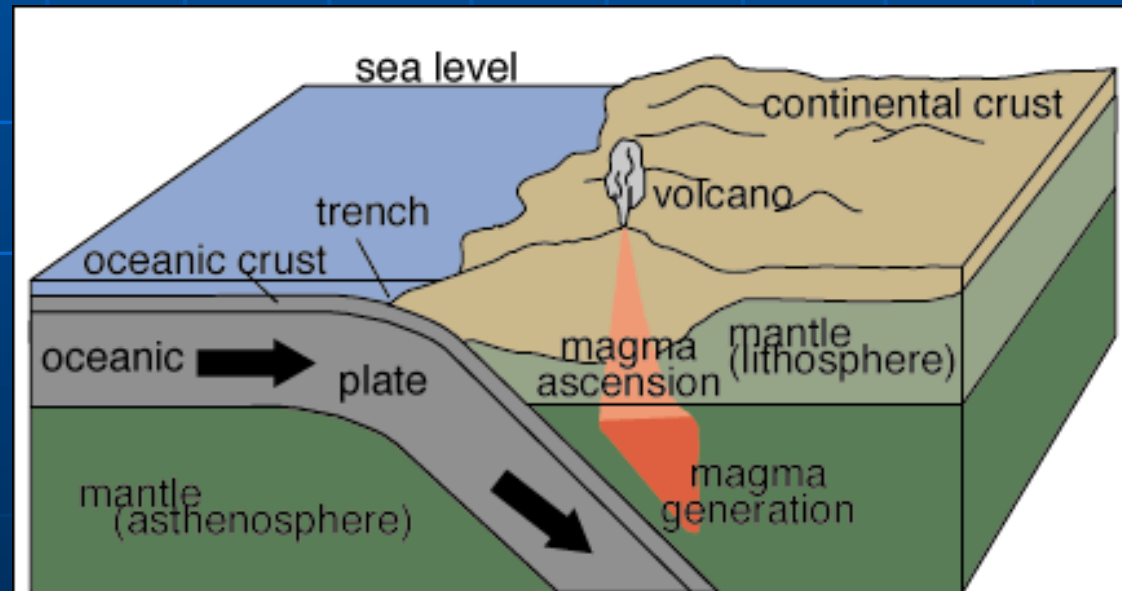


Subducción bajo
corteza oceánica

IAB
IAT
VAB

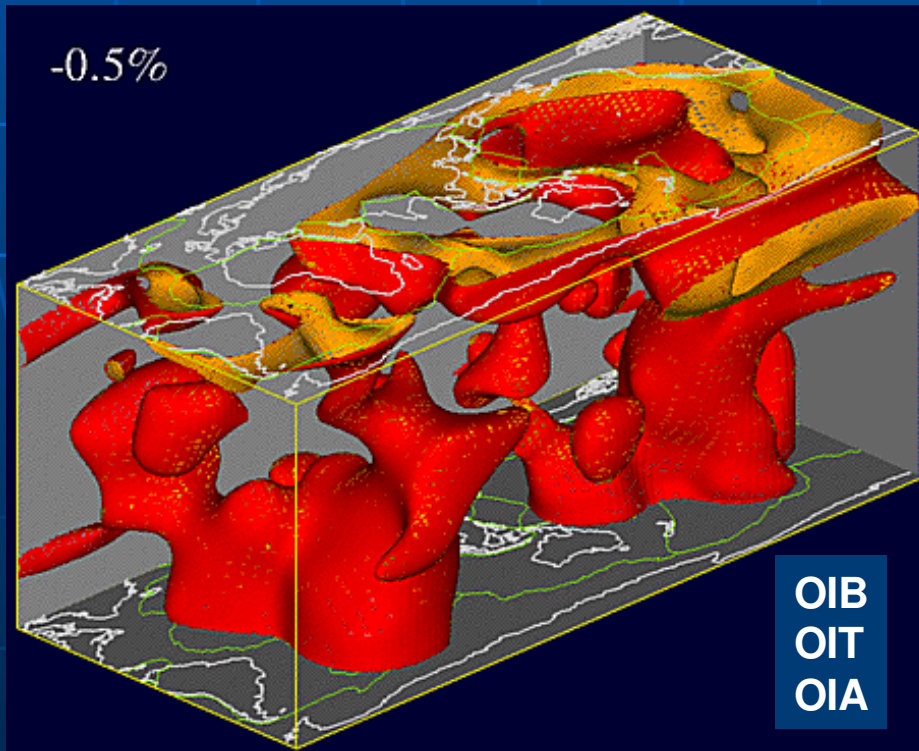
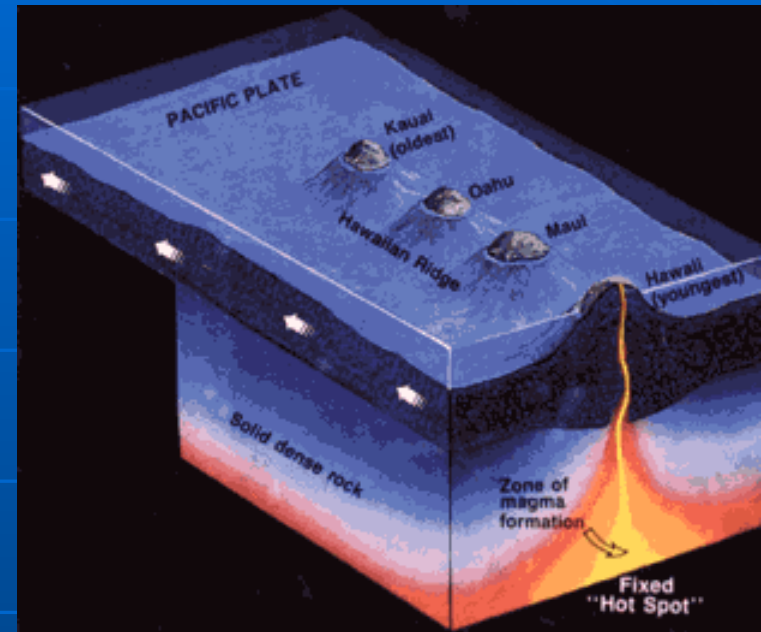
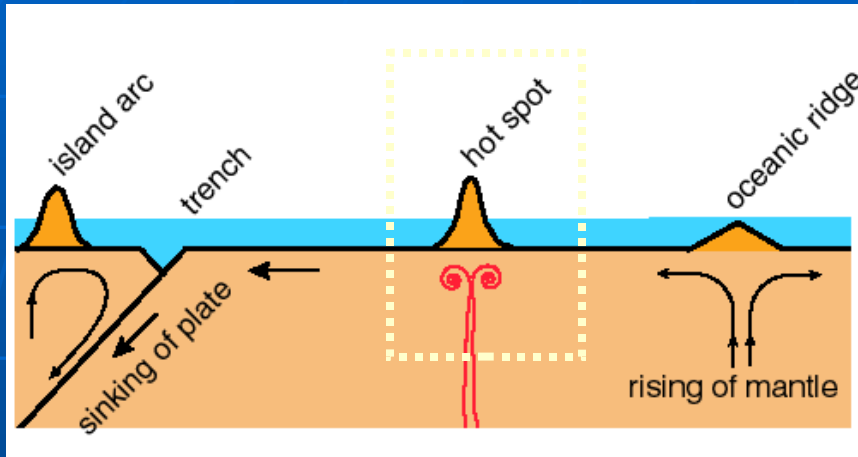
Subducción bajo
corteza
continental

CAB
VAB

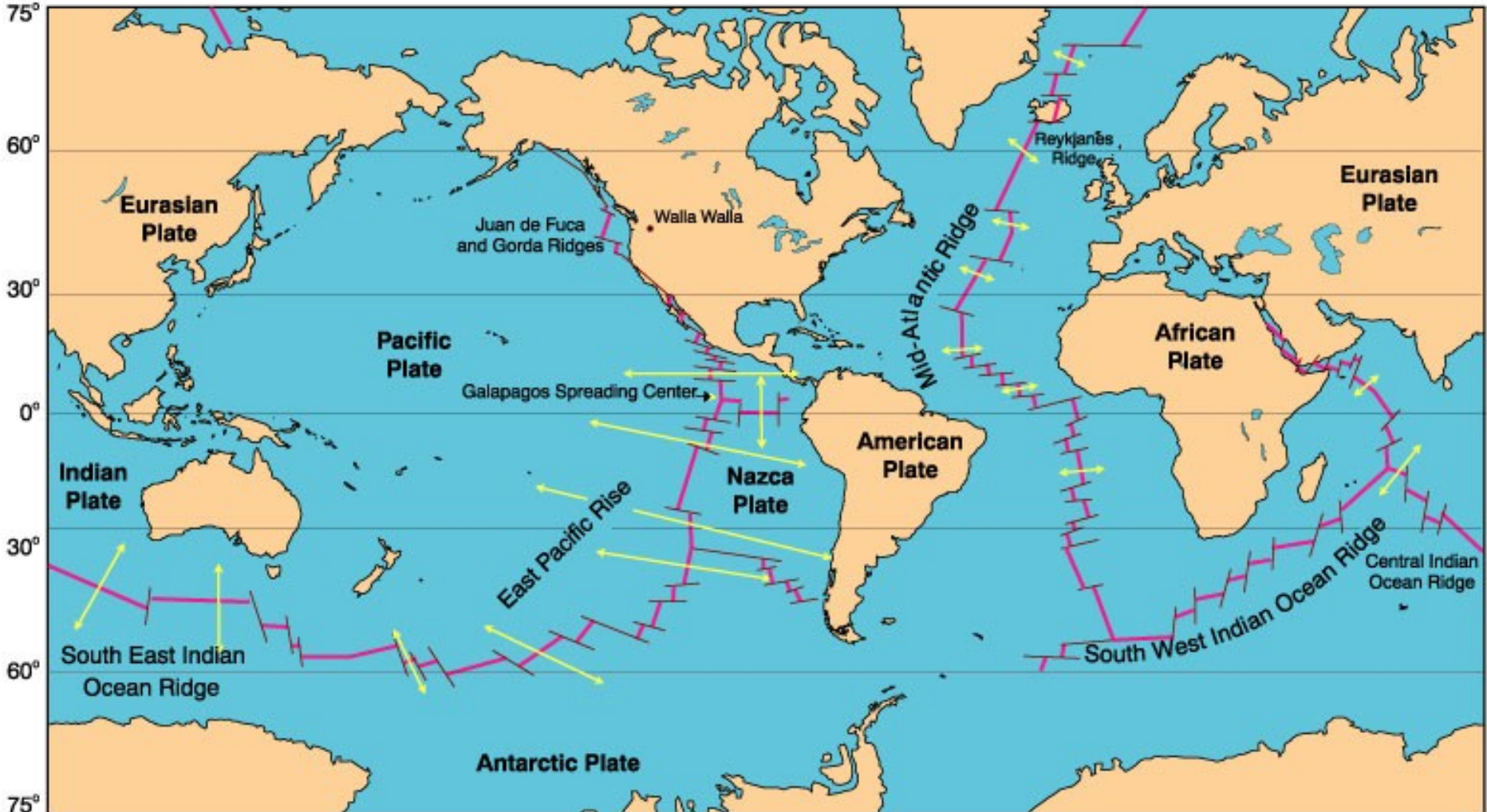


Magma is generated at subduction zones where dense oceanic plates are pushed under lighter continental plates.

Intraplaca Oceánica: Hot Spots



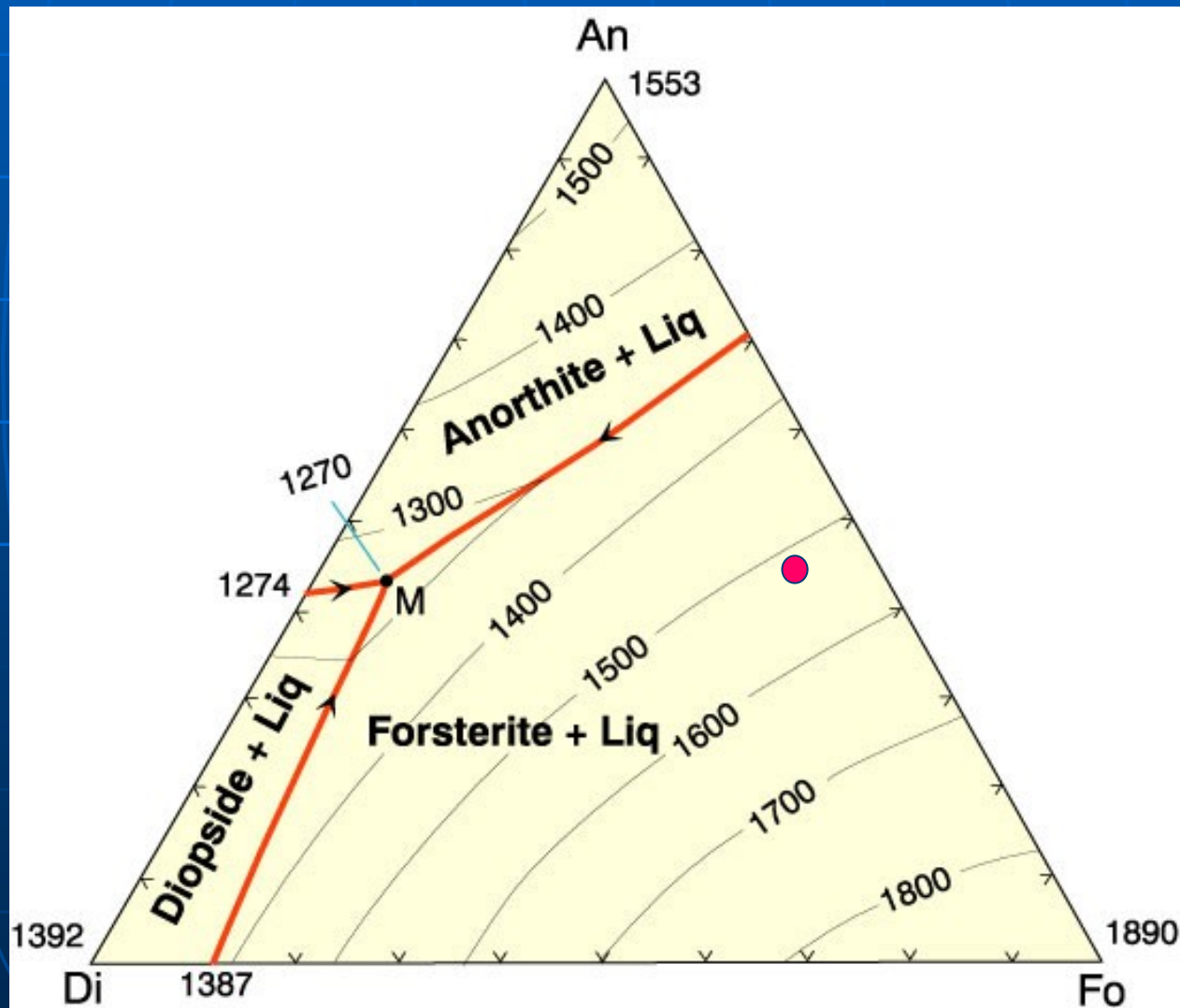
Rifts Mid Océánicos (MORB)



Petrografía y Geoquímica de Elementos Mayores.

- Un MORB “típico” es una basalto toleítico de olivinos con bajo K_2O ($< 0.2\%$) y bajo TiO_2 ($< 2.0\%$).
- El vidrio representa las composiciones del líquido.

- La secuencia de cristalización común: **olivino** ($\pm$ Mg-Cr espinela), **olivino + plagioclasa** ($\pm$ Mg-Cr espinela), **olivino + plagioclasa + clinopiroxeno**



Geoquímica de Elementos Mayores de MORBs

Table 13-2. Average Analyses and CIPW Norms of MORBs
(BVTP Table 1.2.5.2)

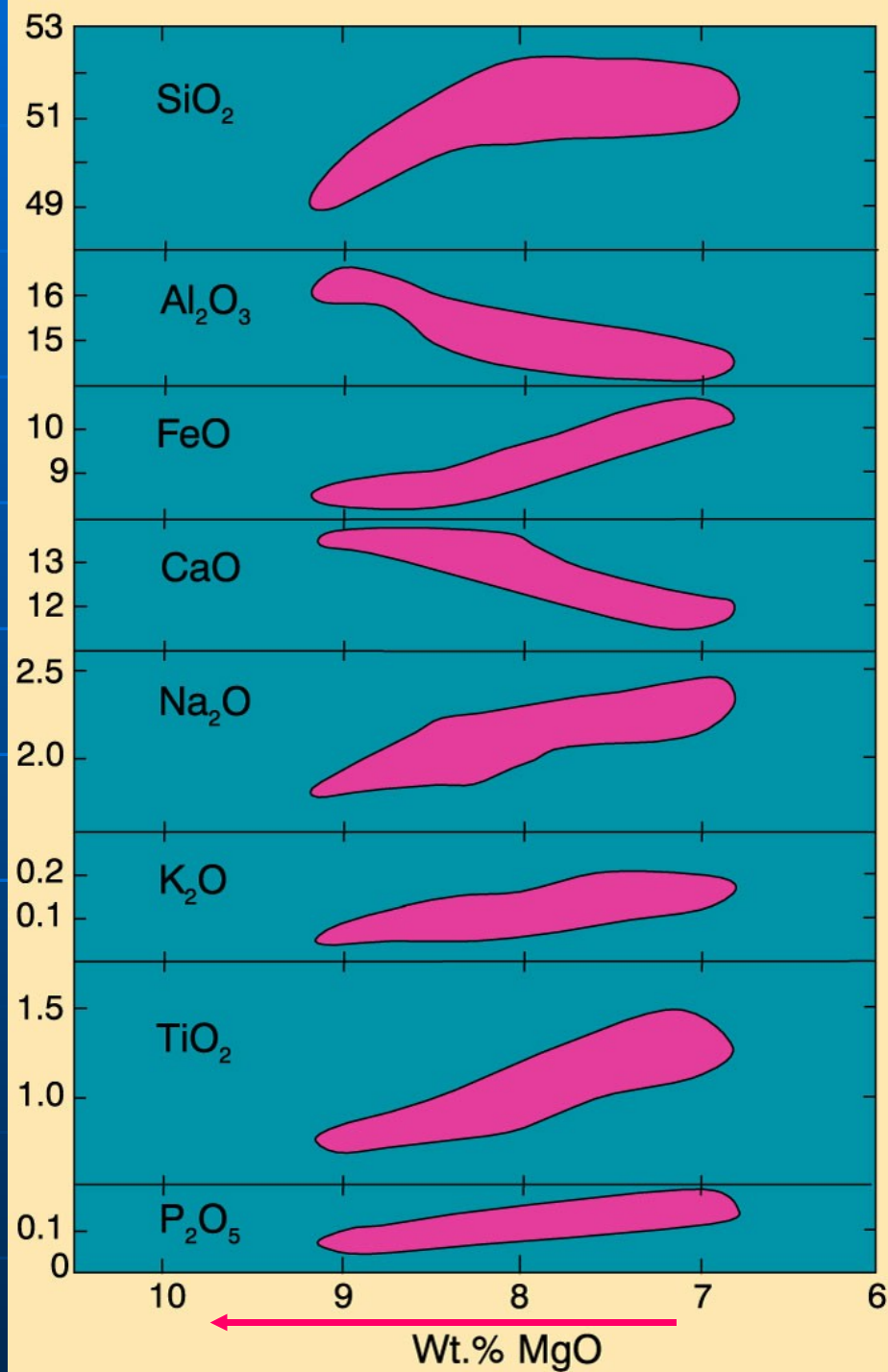
Oxide (wt%)	All	MAR	EPR	IOR
SiO ₂	50.5	50.7	50.2	50.9
TiO ₂	1.56	1.49	1.77	1.19
Al ₂ O ₃	15.3	15.6	14.9	15.2
FeO*	10.5	9.85	11.3	10.3
MgO	7.47	7.69	7.10	7.69
CaO	11.5	11.4	11.4	11.8
Na ₂ O	2.62	2.66	2.66	2.32
K ₂ O	0.16	0.17	0.16	0.14
P ₂ O ₅	0.13	0.12	0.14	0.10
Total	99.74	99.68	99.63	99.64
Norm				
q	0.94	0.76	0.93	1.60
or	0.95	1.0	0.95	0.83
ab	22.17	22.51	22.51	19.64
an	29.44	30.13	28.14	30.53
di	21.62	20.84	22.5	22.38
hy	17.19	17.32	16.53	18.62
ol	0.0	0.0	0.0	0.0
mt	4.44	4.34	4.74	3.90
il	2.96	2.83	3.36	2.26
ap	0.30	0.28	0.32	0.23

All: Ave of glasses from Atlantic, Pacific and Indian Ocean ridges.

MAR: Ave. of MAR glasses. EPR: Ave. of EPR glasses.

IOR: Ave. of Indian Ocean ridge glasses.

- Diagramas de variación tipo Fenner.



■ **N-MORB** (MORB **normal**) → Fuente manto superior empobrecido

• $\text{Mg\#} > 65$: $\text{K}_2\text{O} < 0.10$ $\text{TiO}_2 < 1.0$

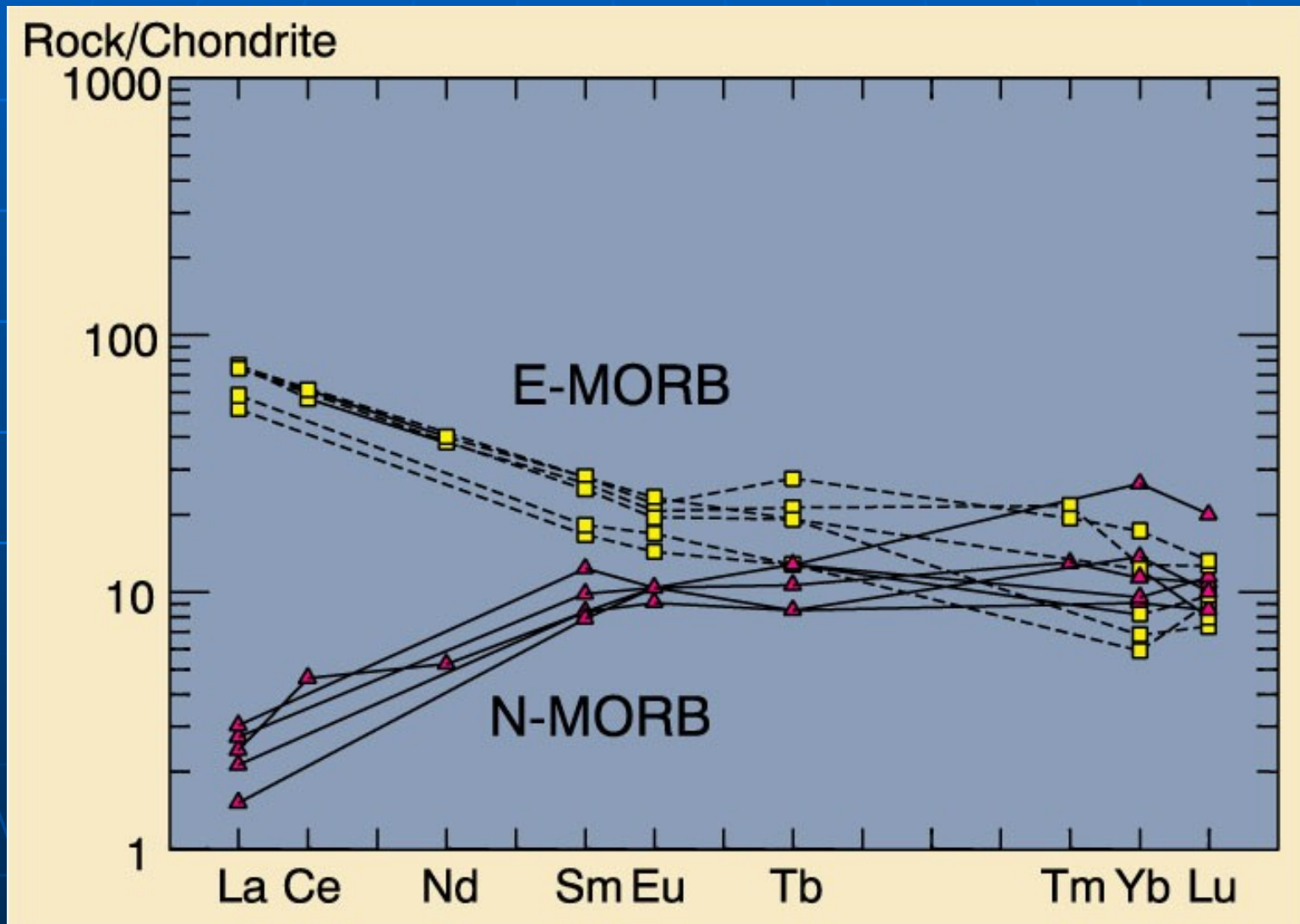
■ **E-MORB** (MORB **enriquecido**, también llamados **P-MORB** por **pluma**) → Fuente manto fértil

• $\text{Mg\#} > 65$: $\text{K}_2\text{O} > 0.10$ $\text{TiO}_2 > 1.0$

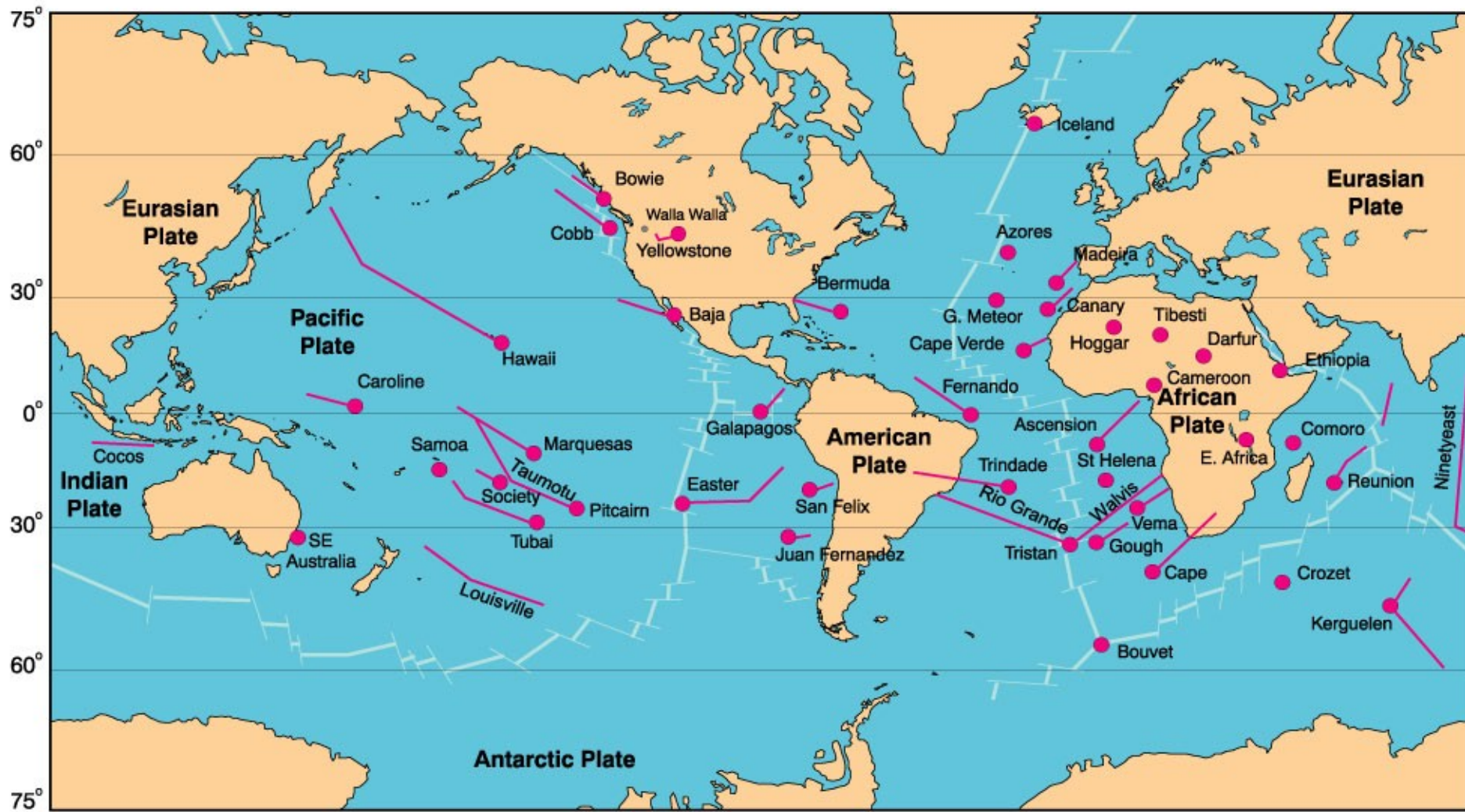
Elementos Trazas

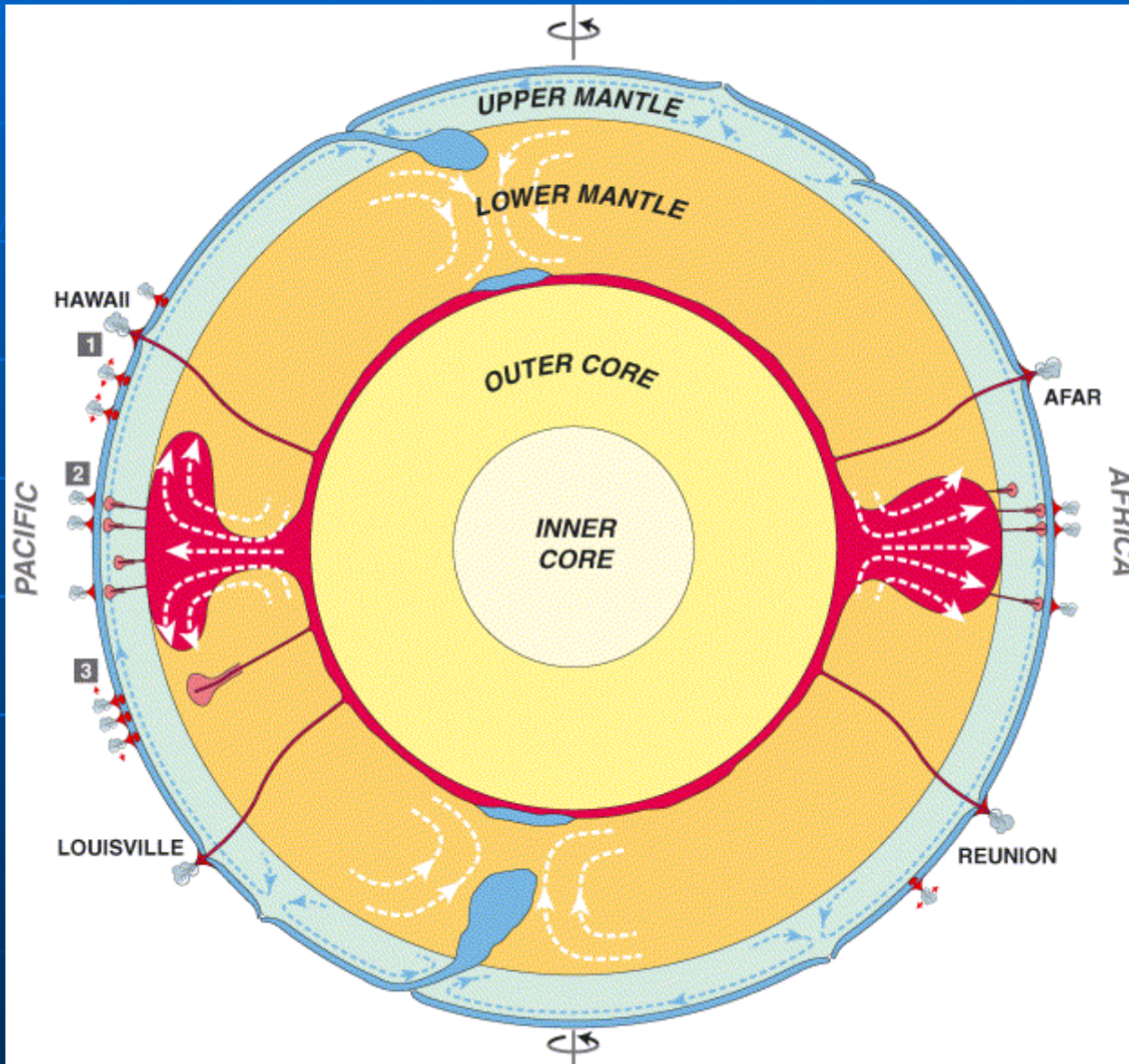
- Las **razones** entre elementos incompatibles se usan para distinguir los reservorio de las fuentes.
 - N-MORB: la razón K/Ba es alta(usualmente > 100)
 - E-MORB: la razón K/Ba es ~ 30 's

Elementos Traza: REE

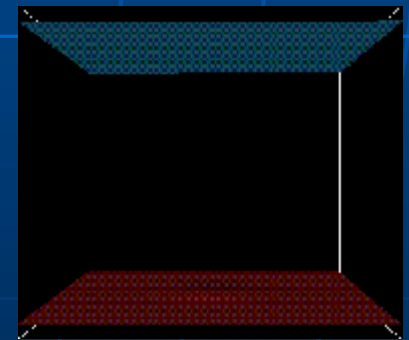


Volcanismo Oceánico Intraplaca (IOB)





- Islas Oceánicas y Montes Submarinos.
- Comúnmente asociados con **Hot Spots**



Tipos de Magmas OIB

2 series magmáticas principales

- Serie **Toleítica** (tipo dominante)
 - Basalto toleítico parental de isla oceánica, **OIT**
 - Similar al MORB, pero tienen diferencias químicas y mineralógicas.
- Serie **Alcalina**
 - Basalto alcalino parental de islas oceánicas, **OIA**
 - 2 sub-series alcalinas principales
 - Subsaturada en sílice
 - Ligeramente sobresaturada en sílice (menos común)

Elementos Traza

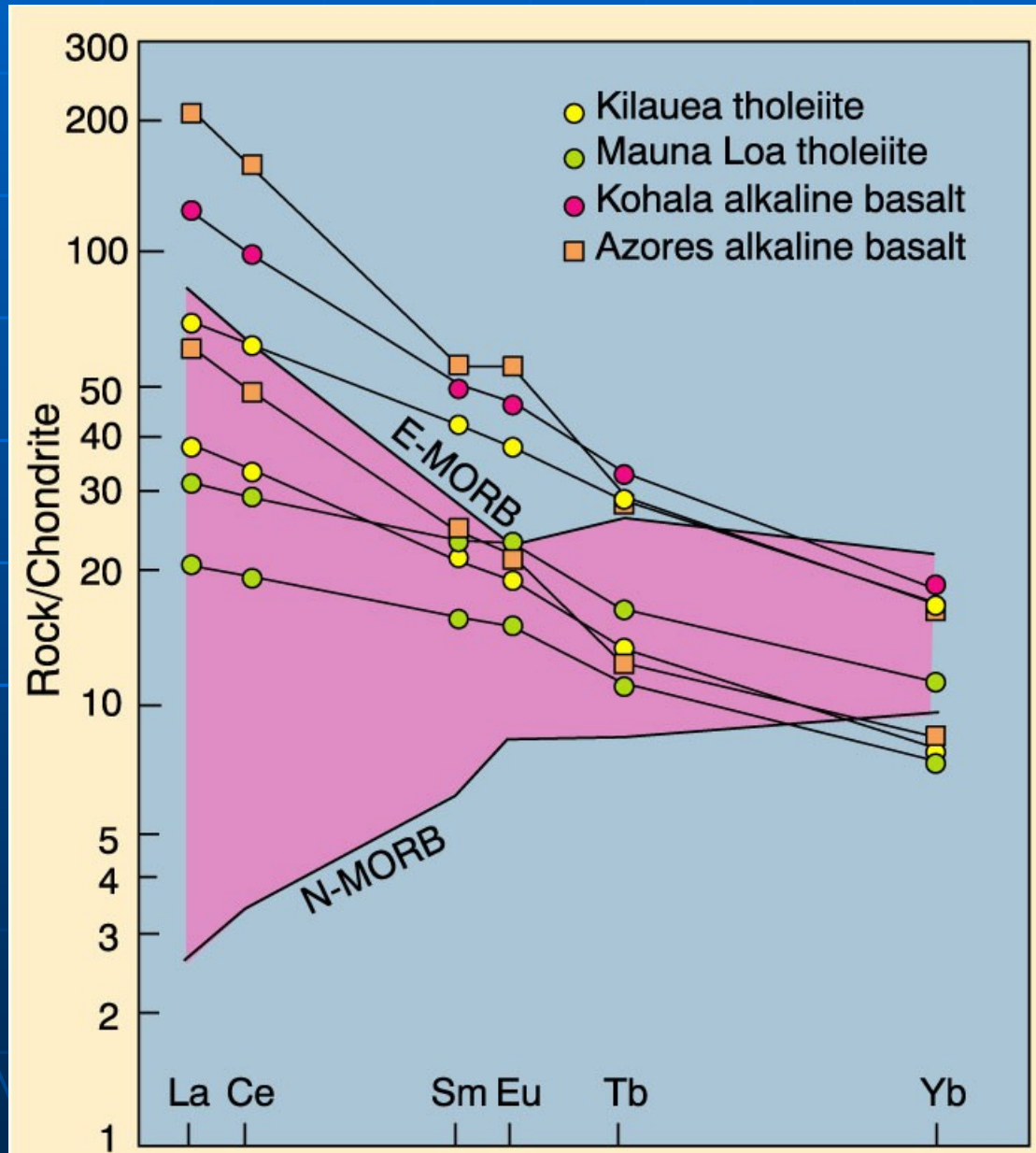
- Los elementos traza **LILE** (K, Rb, Cs, Ba, Pb^{2+} and Sr) son incompatibles y **están enriquecidos en los magmas OIB** con respecto a MORB.
- Para OIT, la razón K/Ba está entre 25-40
- Para OIA, la razón K/Ba está sobre los 20's

→ Entonces parece que tienen distintas fuentes.

Elementos Traza

- Elementos **HFS** (Th, U, Ce, Zr, Hf, Nb, Ta, and Ti) son incompatibles, y están enriquecidos en OIBs > MORBs
- Razones entre estos elementos también sirven para distinguir fuentes mantélicas.
 - La razón Zr/Nb
 - N-MORB generalmente algo altos (>30)
 - OIBs son bajos (<10)

Elementos Traza: REEs



Elementos Traza: REEs

- La/Yb (pendiente de las REE) correlaciona con el grado de subsaturación de sílice en OIBs:
 - Magmas altamente subsaturados: $\text{La/Yb} > 30$
 - OIA: ~ 12
 - OIT: ~ 4

Reservorios Continentales



Continental Flood Basalts



Large Igneous Provinces (LIPs)

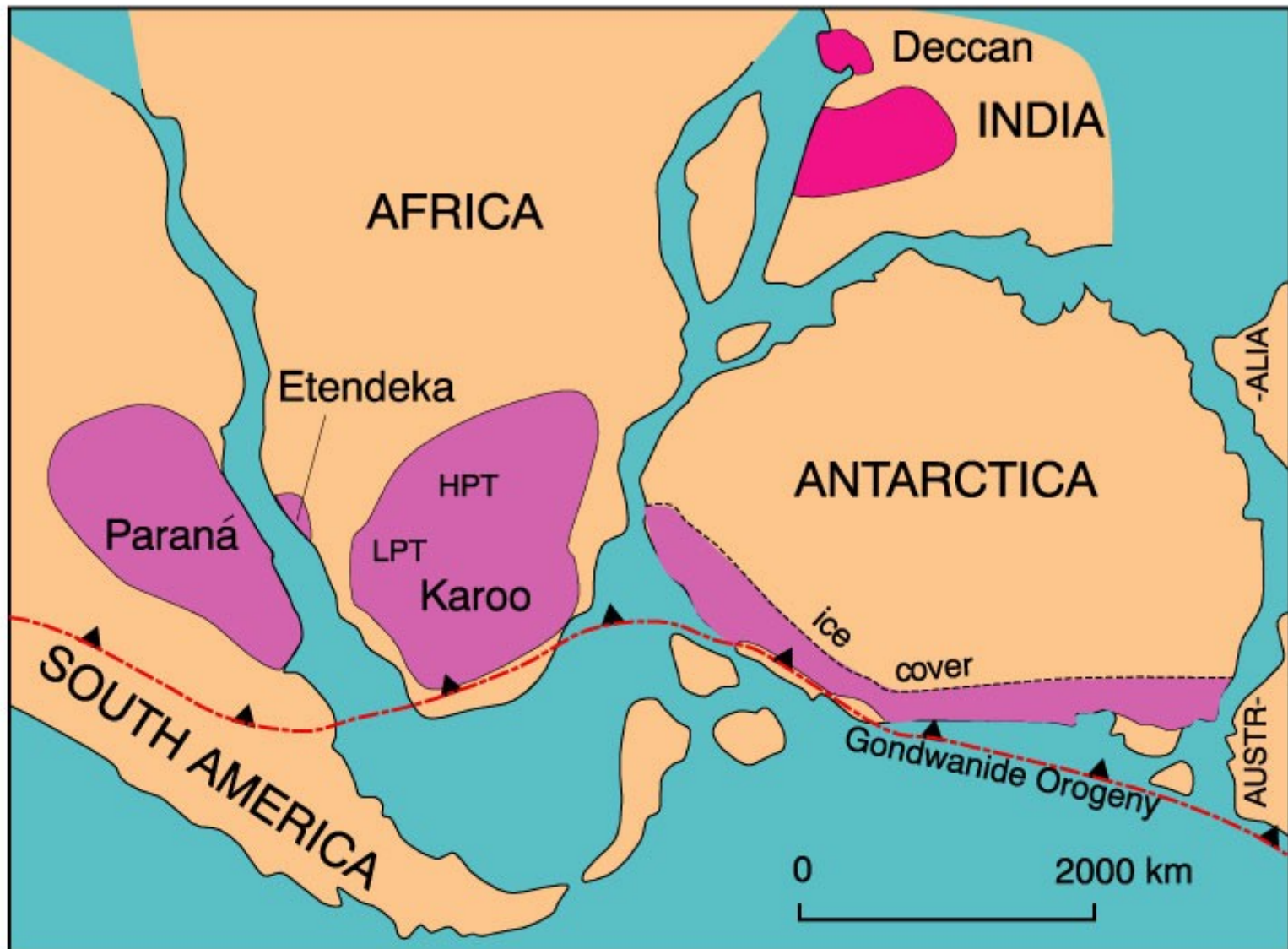
- Plateaus Oceanicos
- Algunos rifts
- Continental flood basalts (CFBs)

Table 15-1. Major Flood Basalt Provinces

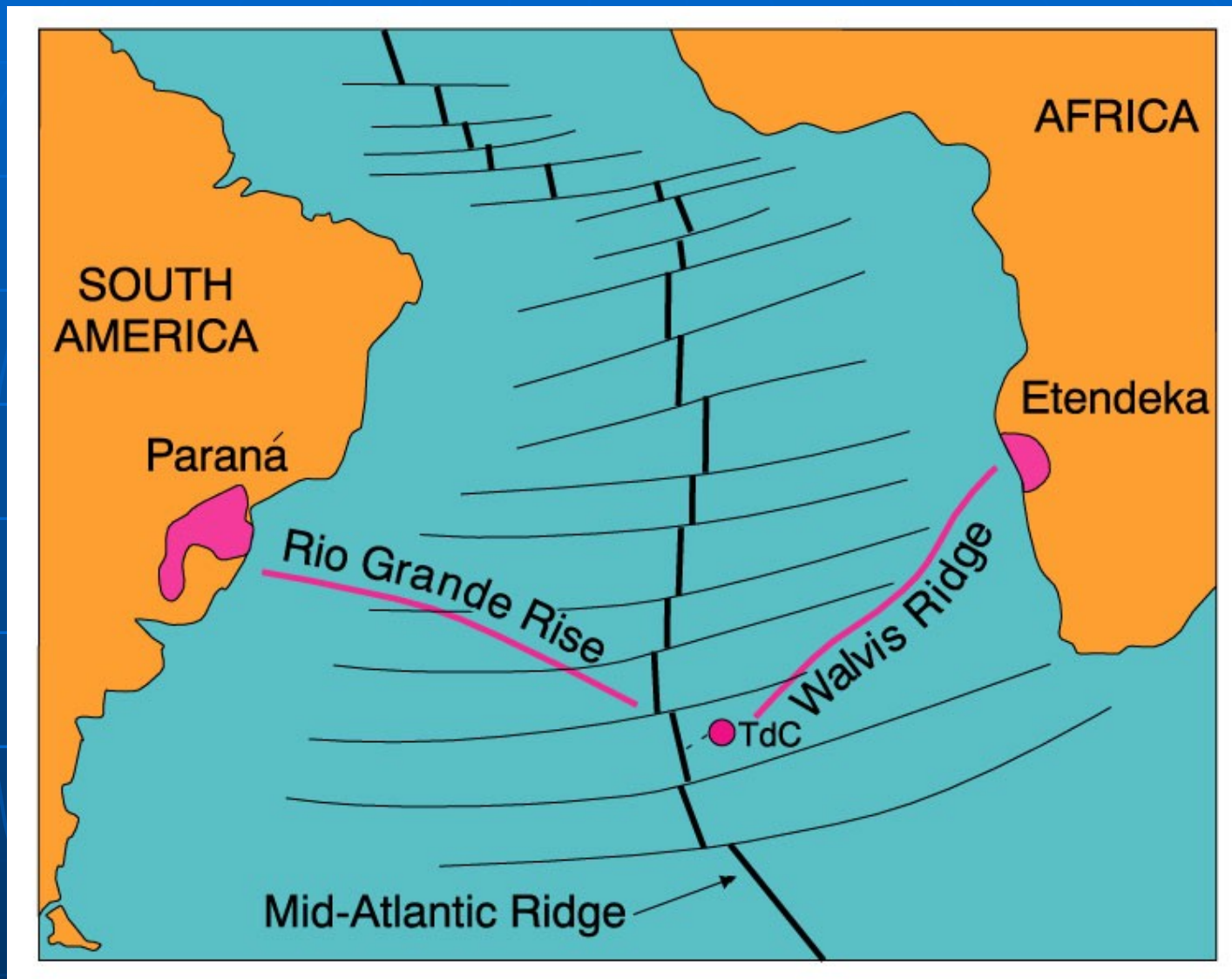
Name	Volume	Age	Locality
CRB	$(1.7 \times 10^5 \text{ km}^3)$	Miocene	NW US
Keeweenawan	$(4 \times 10^5 \text{ km}^3)$	Precambrian	Superior area
Deccan	(10^6 km^3)	Cret.-Eocene	India
Parana	$(\text{area} > 10^6 \text{ km}^2)$	early Cret.	Brazil
Karoo	$(2 \times 10^6 \text{ km}^3?)$	early Jurassic	S. Africa

Setting Tectonico de CFBs

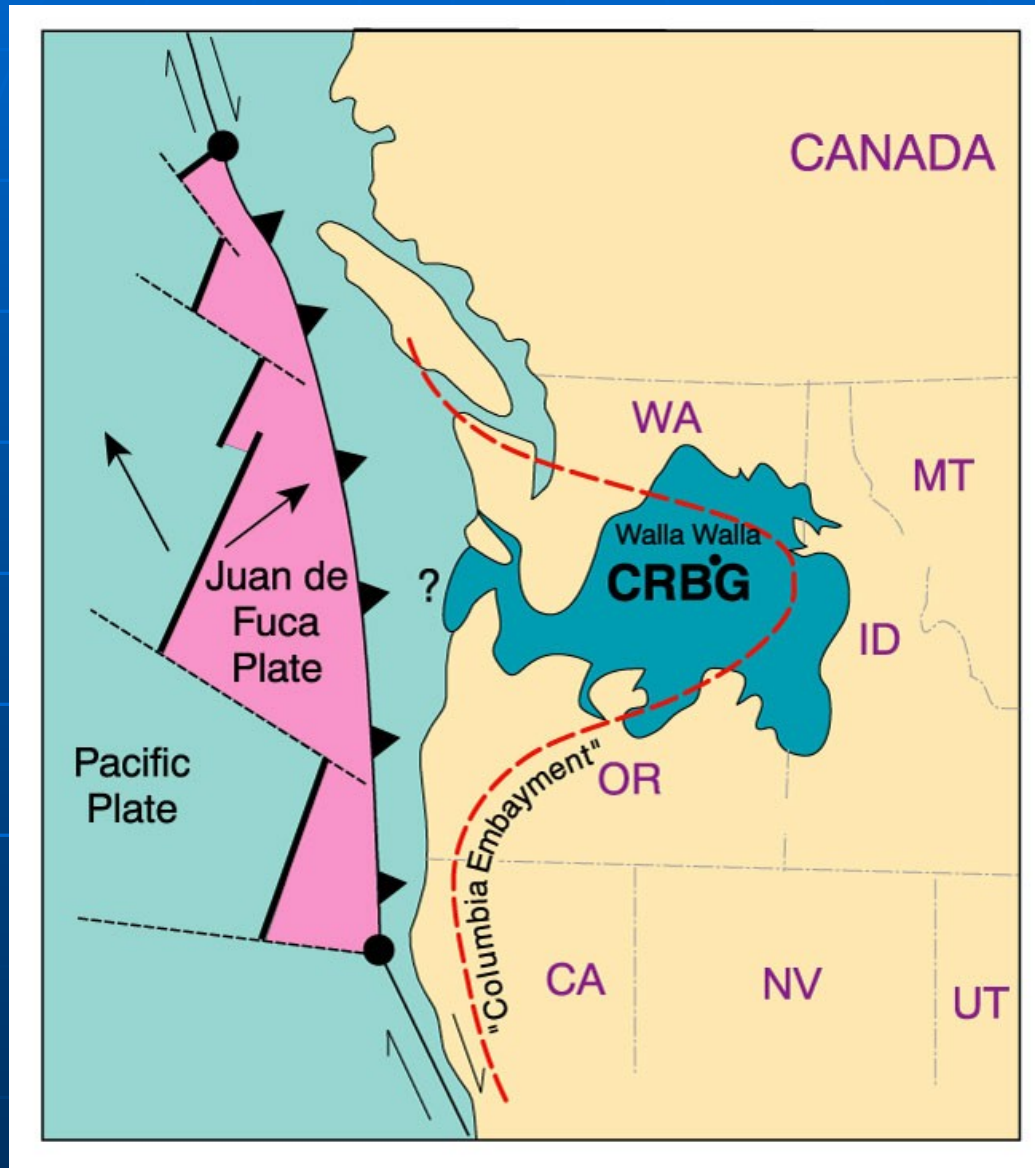
- Hot spots continentales.
- Rifting continentales pueden estar asociados con hot spots
 - Rifts
 - Rifts fallidos (aulacogens)



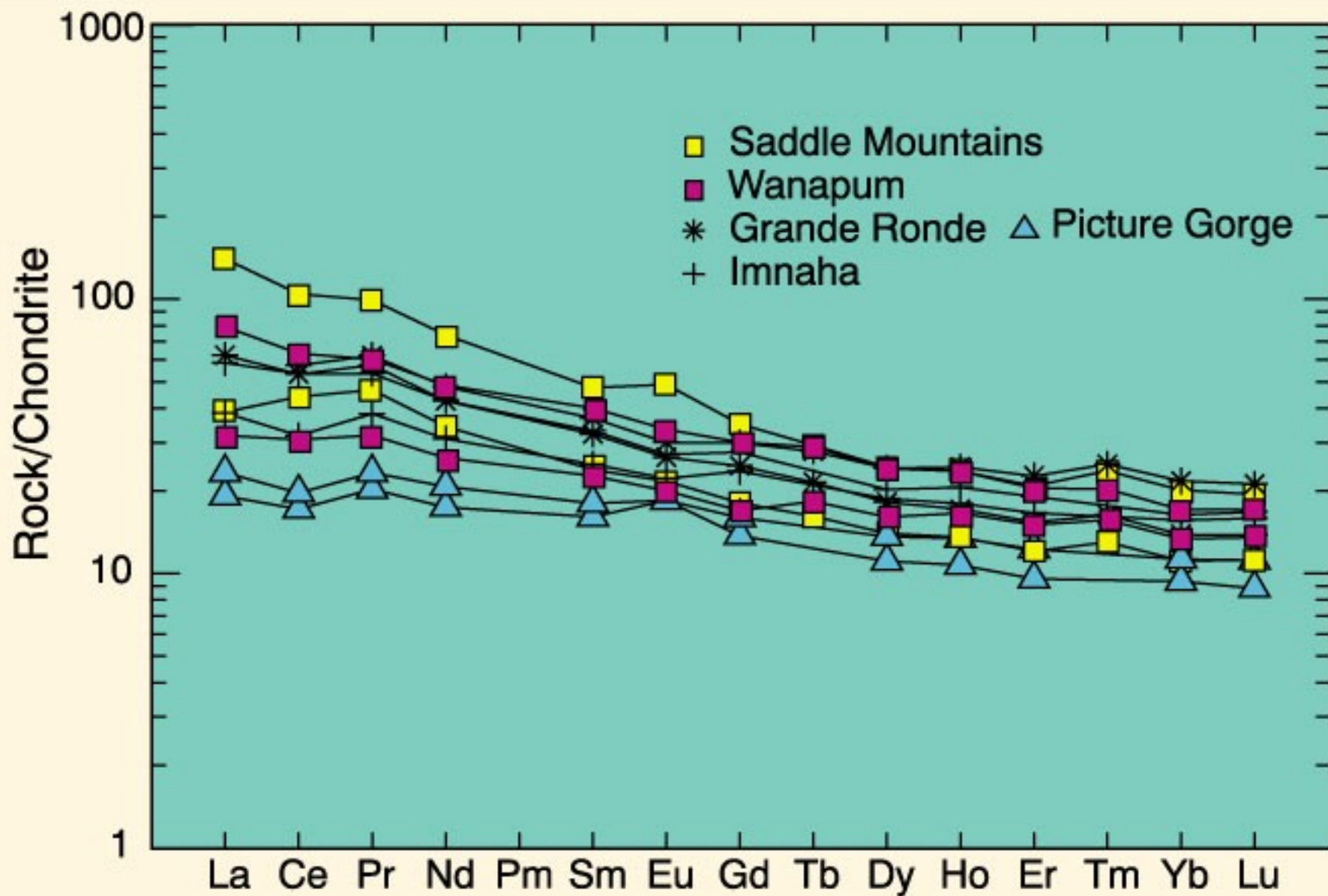
Provincias Flood basalt de Gondwanaland antes de su quiebre y separación.

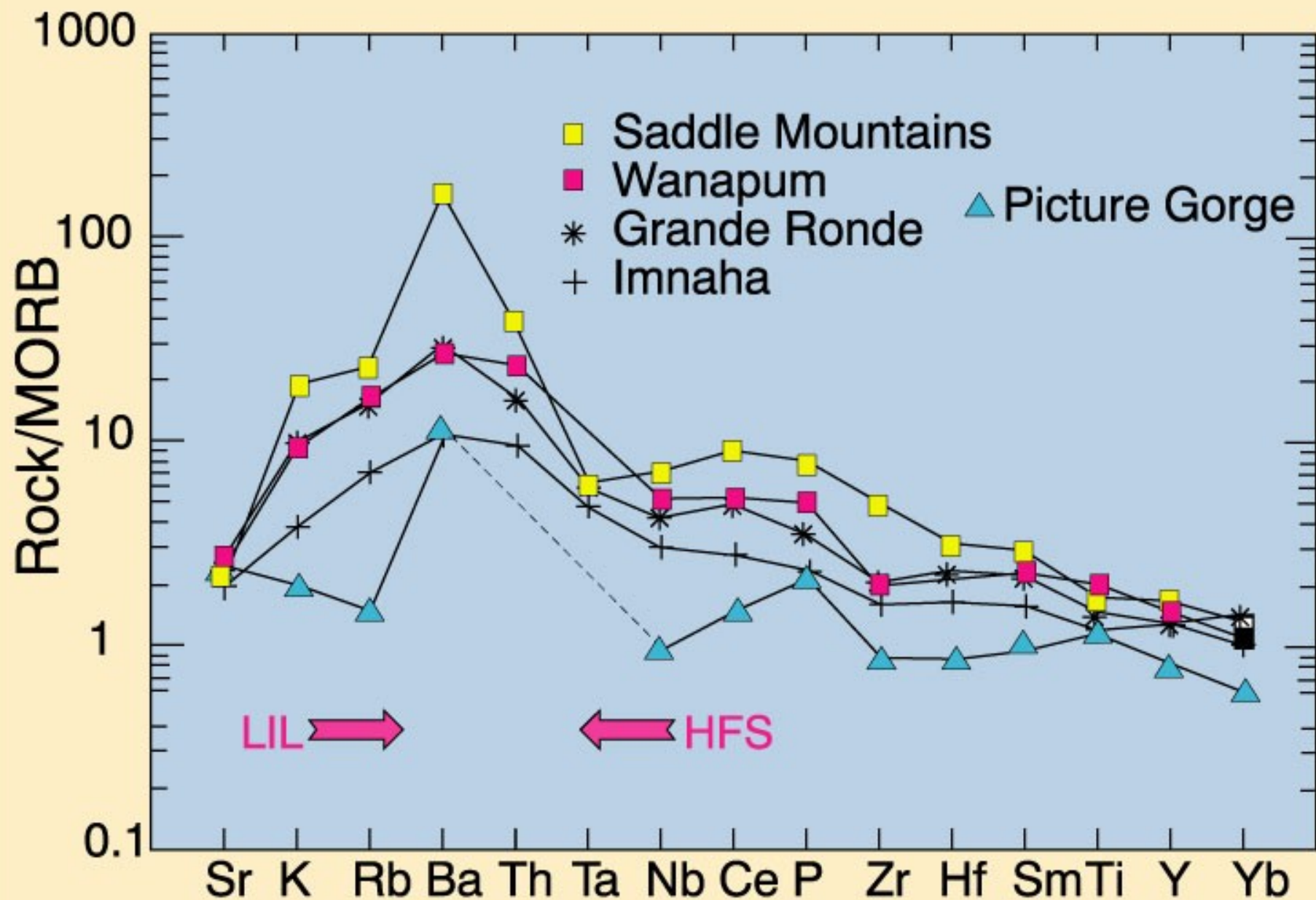


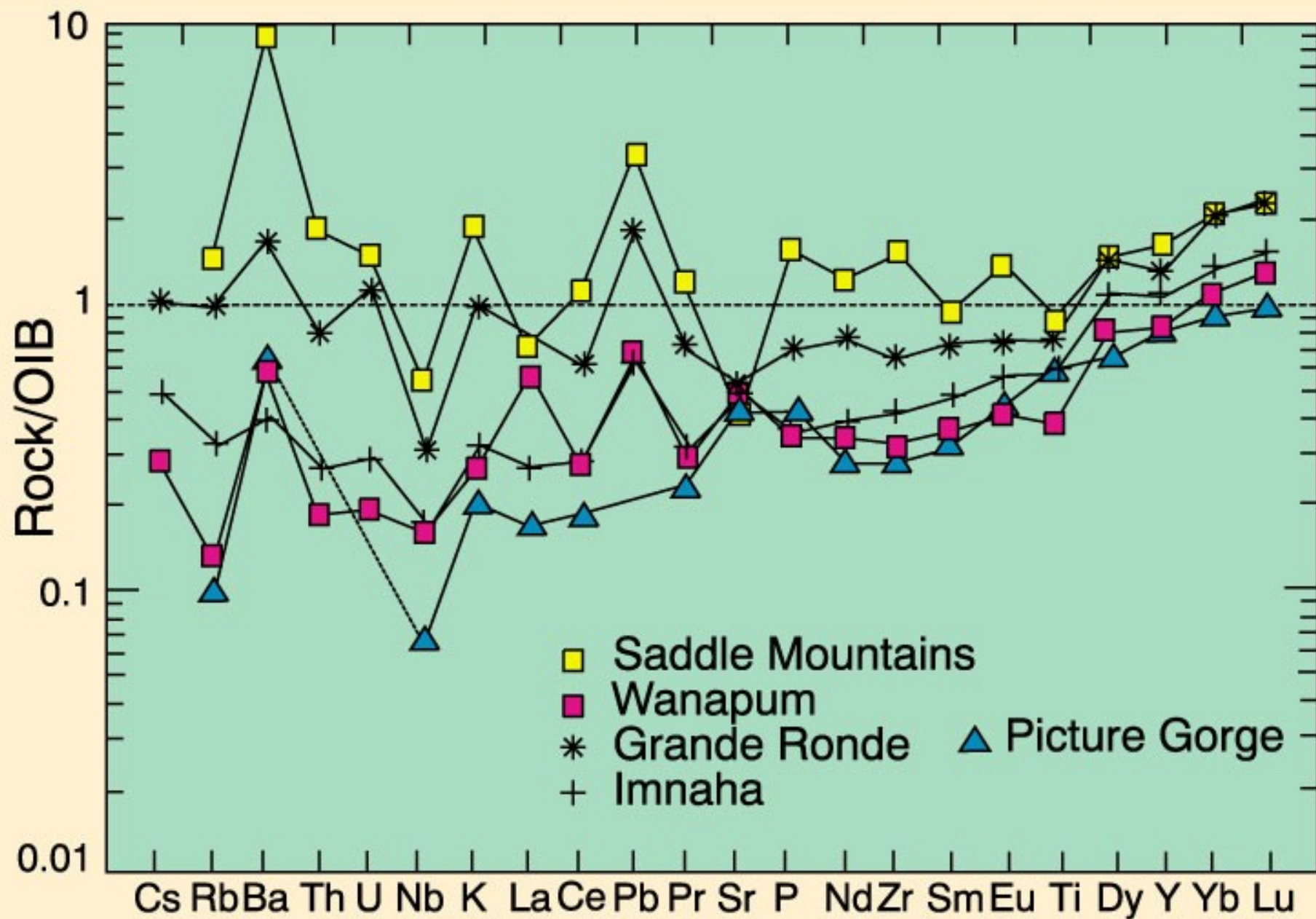
Relación entre las provincias de Etendeka y el plateau de Paraná

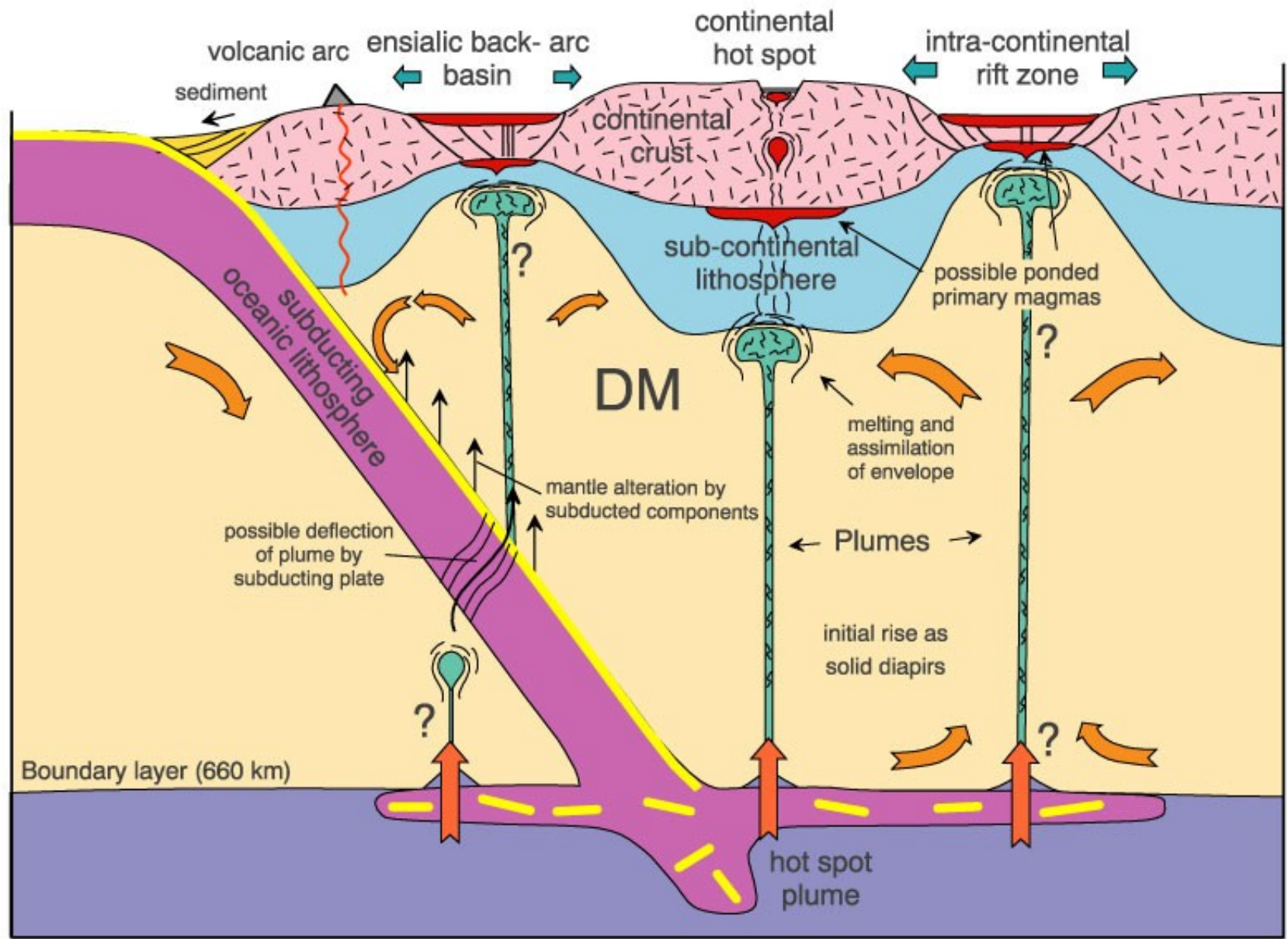


Columbia River Basalt Group







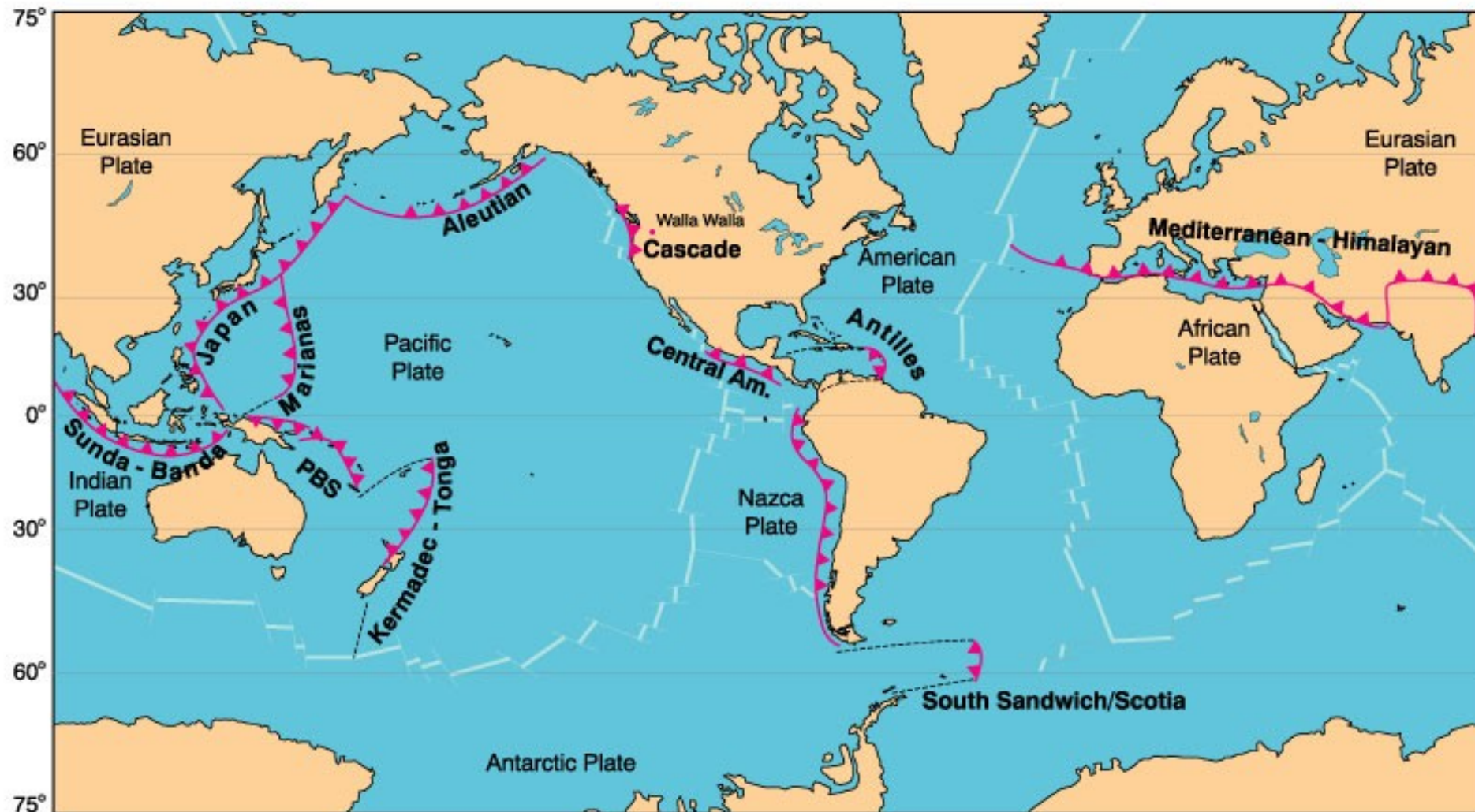


Diagrammatic cross section illustrating possible models for the development of continental flood basalts. DM is the depleted mantle (MORB source reservoir), and the area below 660 km depth is the less depleted, or enriched OIB source reservoir.

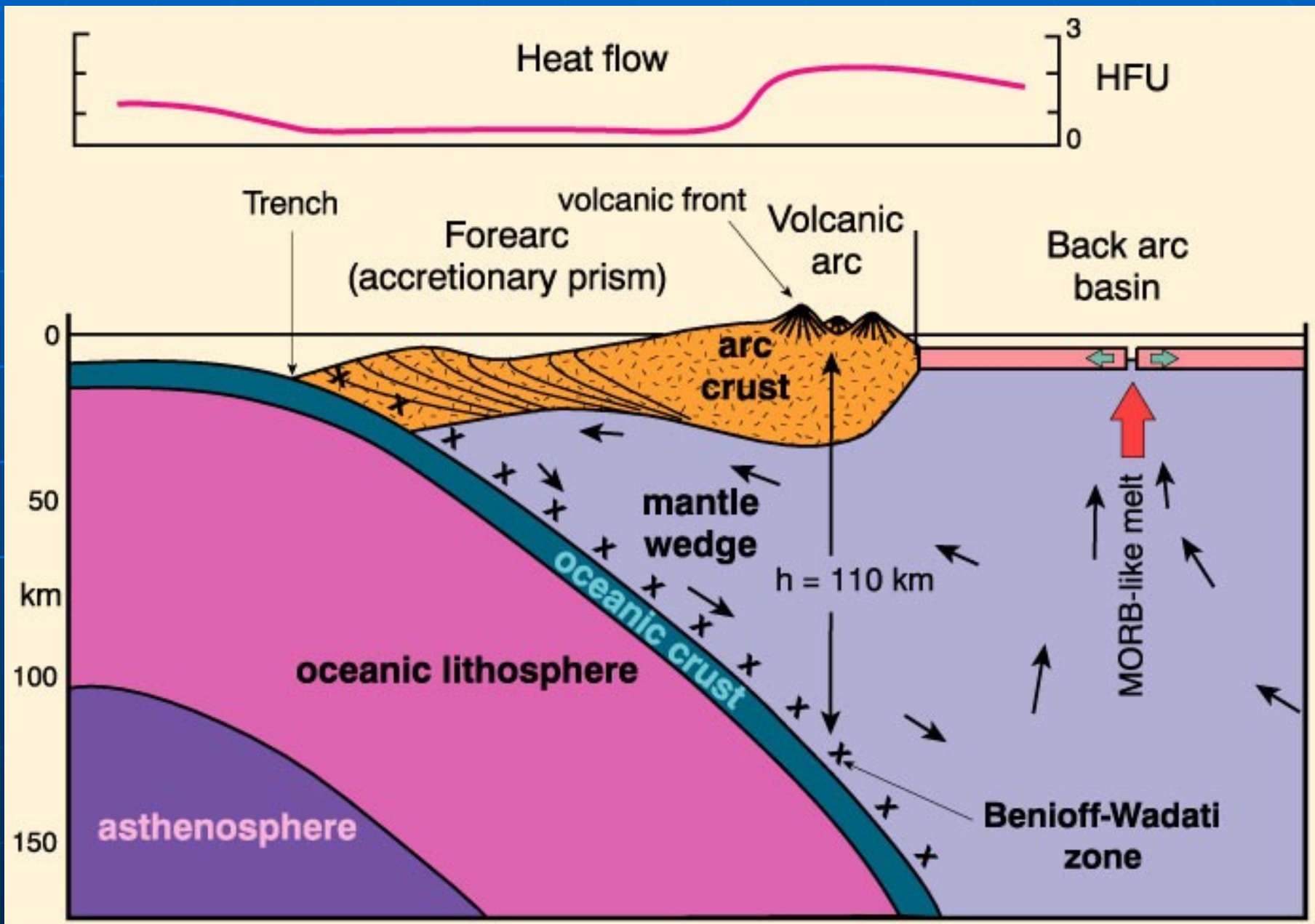
Magmatismo de Arco de Islas

- Islas volcánicas a lo largo de zonas de subducción.
- Se diferencia de otras provincias magmáticas por:
 - Composición más diversa y silicea.
 - Basalto generalmente subordinado.
 - Más explosivo.
 - Strato-volcanes.

Océano-océano → Arco de Islas (IA)
Océano-continente → Arco Continental o
Margin Continental Activo (ACM)



Estructura de un Arco de Islas



Rocas Volcanicas de Arcos de Islas

- Amplio espectro.
- Alta proporción de andesita basáltica andesita.
 - La mayoría de la andesitas ocurren en zonas de subducción

Table 16-1. Relative Proportions of Quaternary Volcanic Island Arc Rock Types

Locality	B	B-A	A	D	R
Talasea, Papua	9	23	55	9	4
Little Sitkin, Aleutians	0	78	4	18	0
Mt. Misery, Antilles (lavas)	17	22	49	12	0
Ave. Antilles	17	42		39	2
Ave. Japan (lava, ash falls)	14	85		2	0

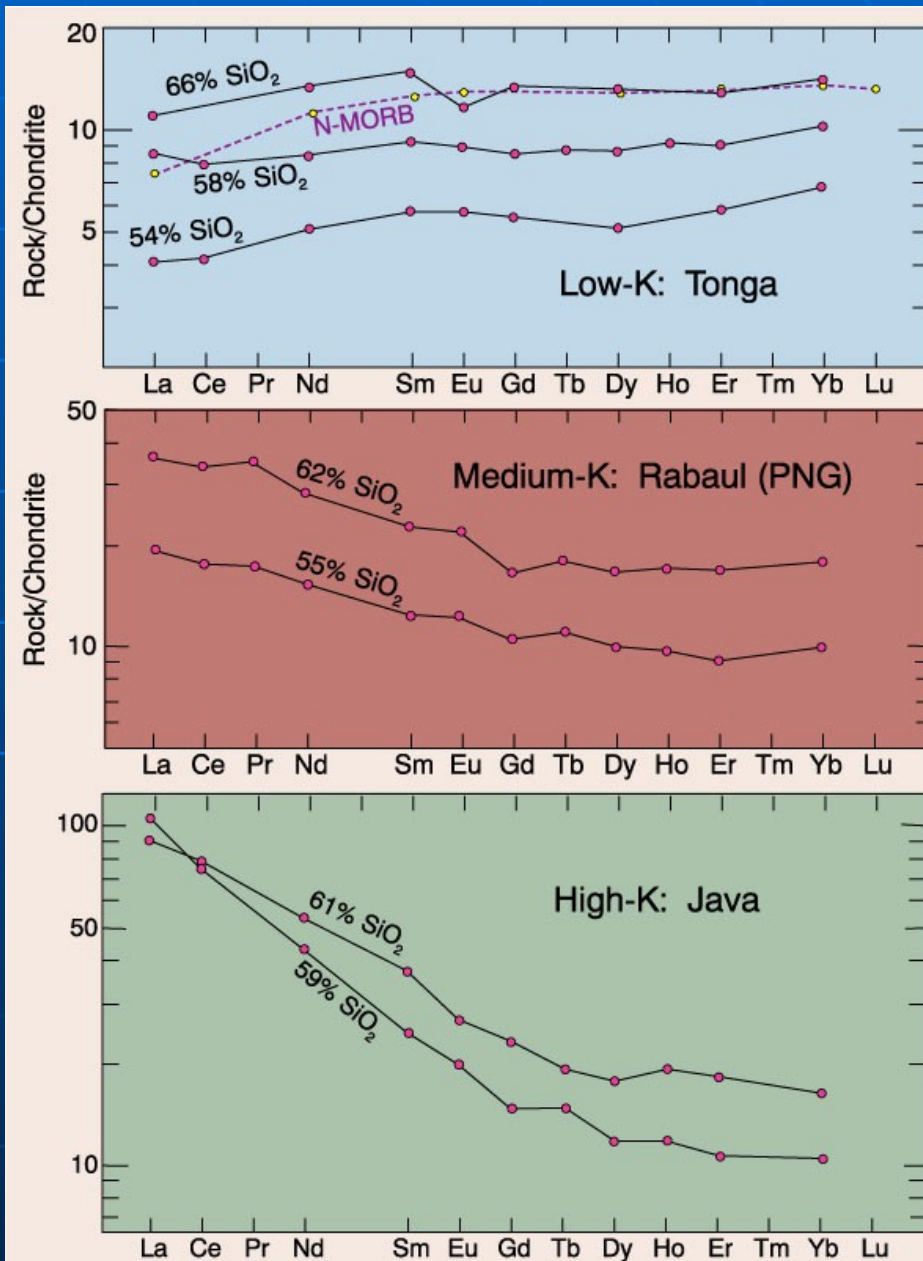
After Gill (1981, Table 4.4) B = basalt B-A = basaltic andesite
A = andesite, D = dacite, R = rhyolite

Elementos Mayores y Series Magmáticas

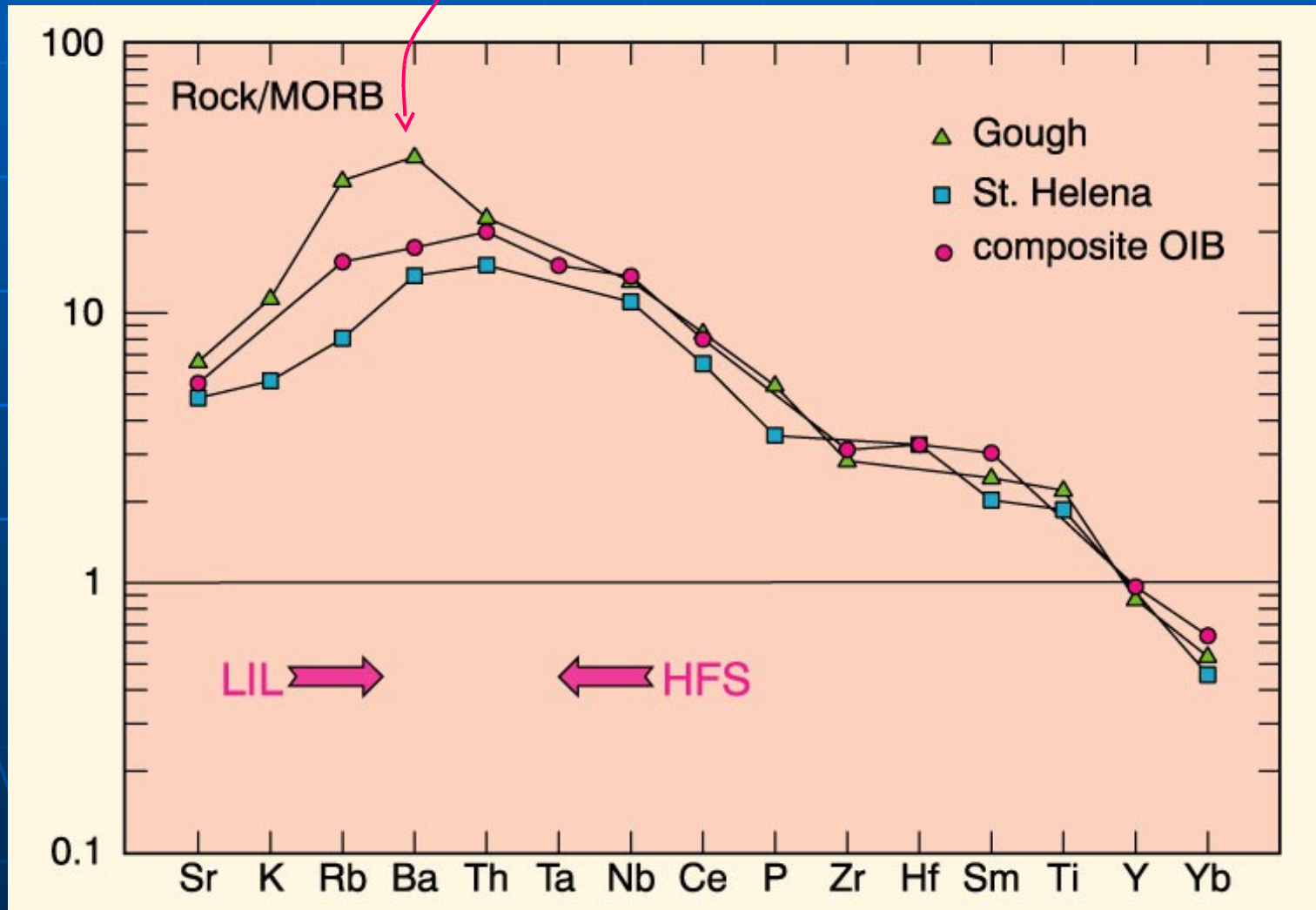
- Toleítico (MORB, OIT)
- Alcalino (OIA)
- **Calc-Alkaline** (~ restringido a zonas de subducción)

Elementos Traza: REEs

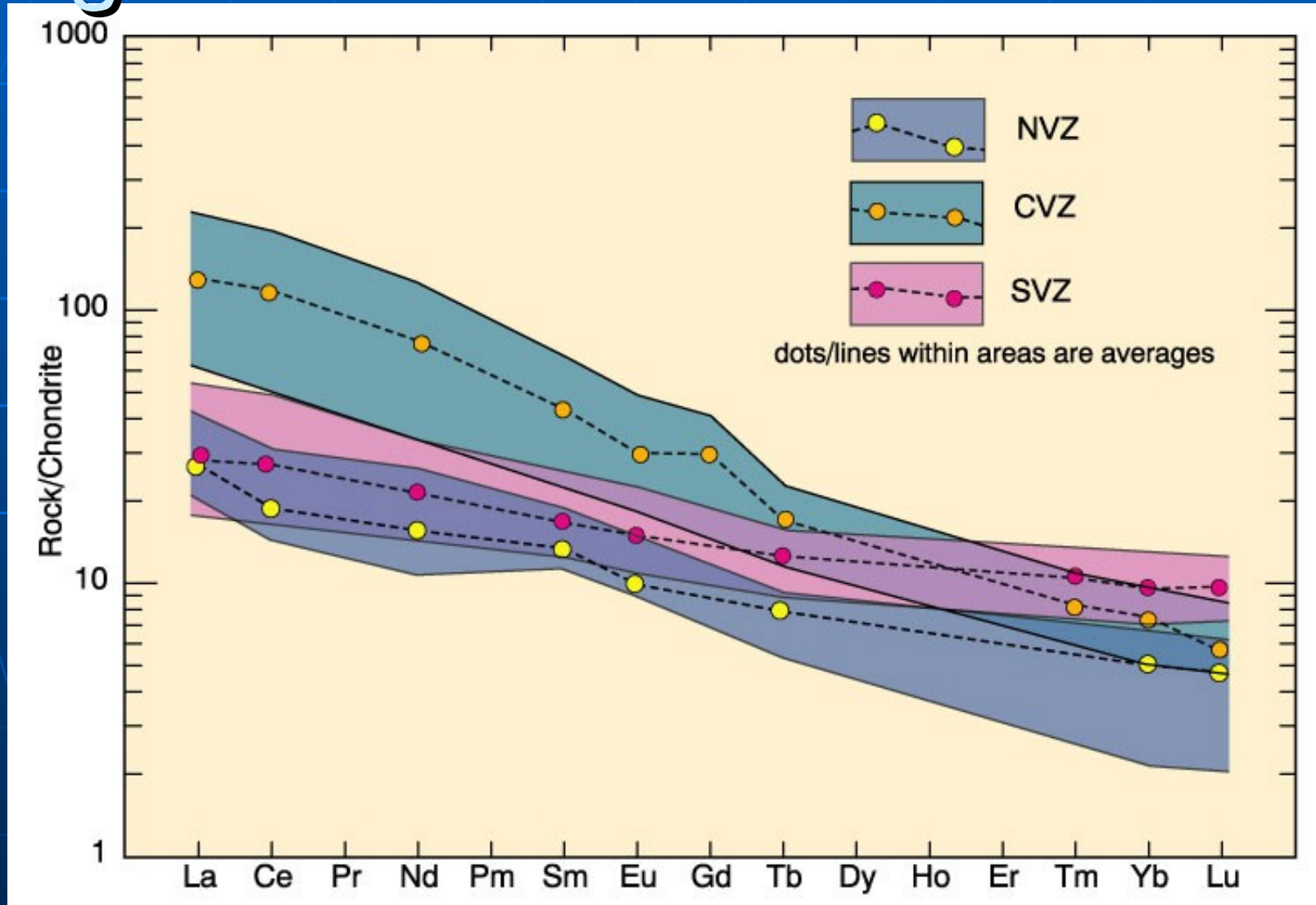
- Pendiente en las series presentadas es similar, but height varies with FX due to removal of Ol, Plag, and Pyx
- Pendiente (+) bajo-K → DM
- Fuente → manto heterogeneo
- HREE planas →, no hay granete profundo.



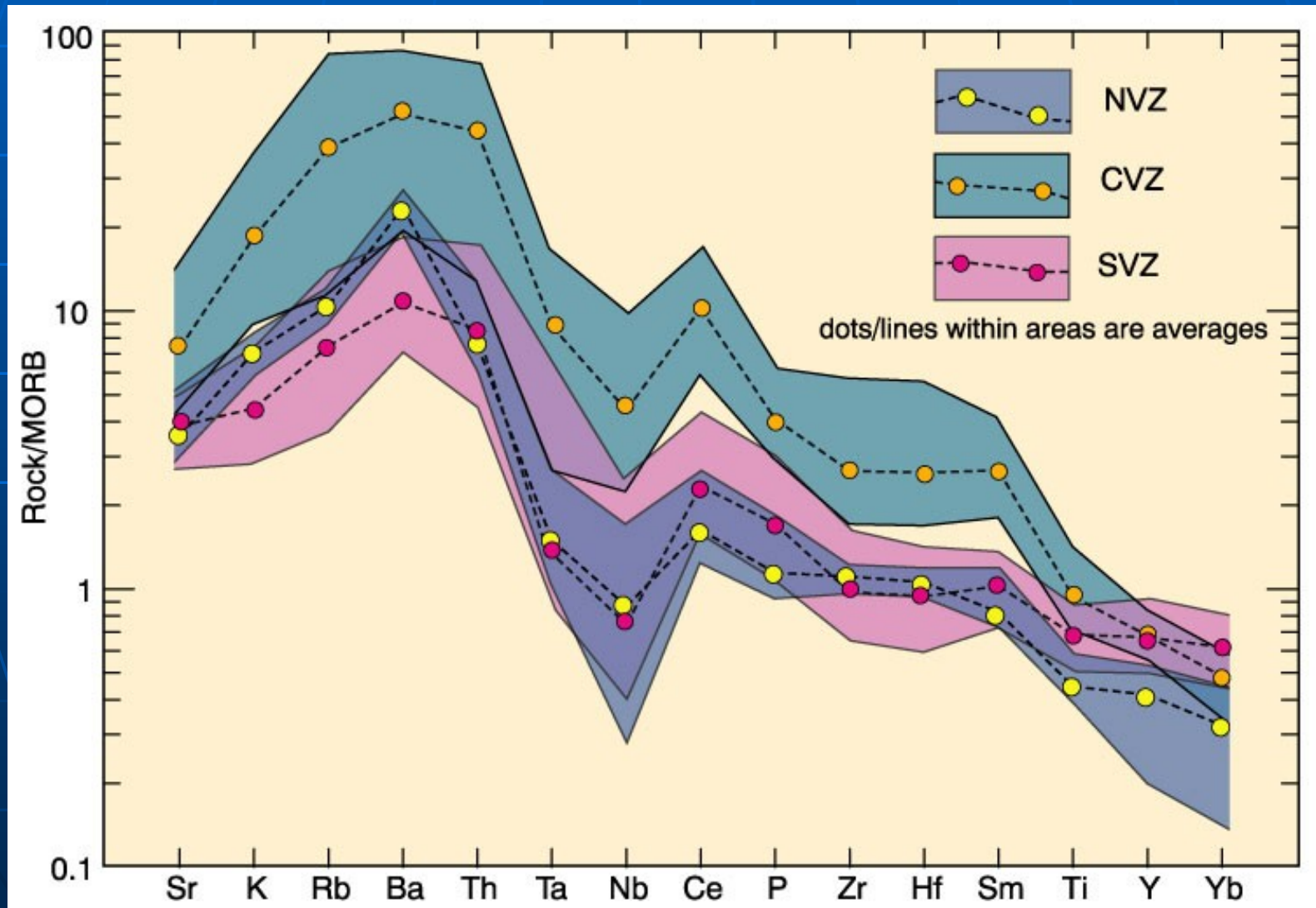
- MORB-normalized Spider diagrams
 - OIB intraplaca tiene este cototo.



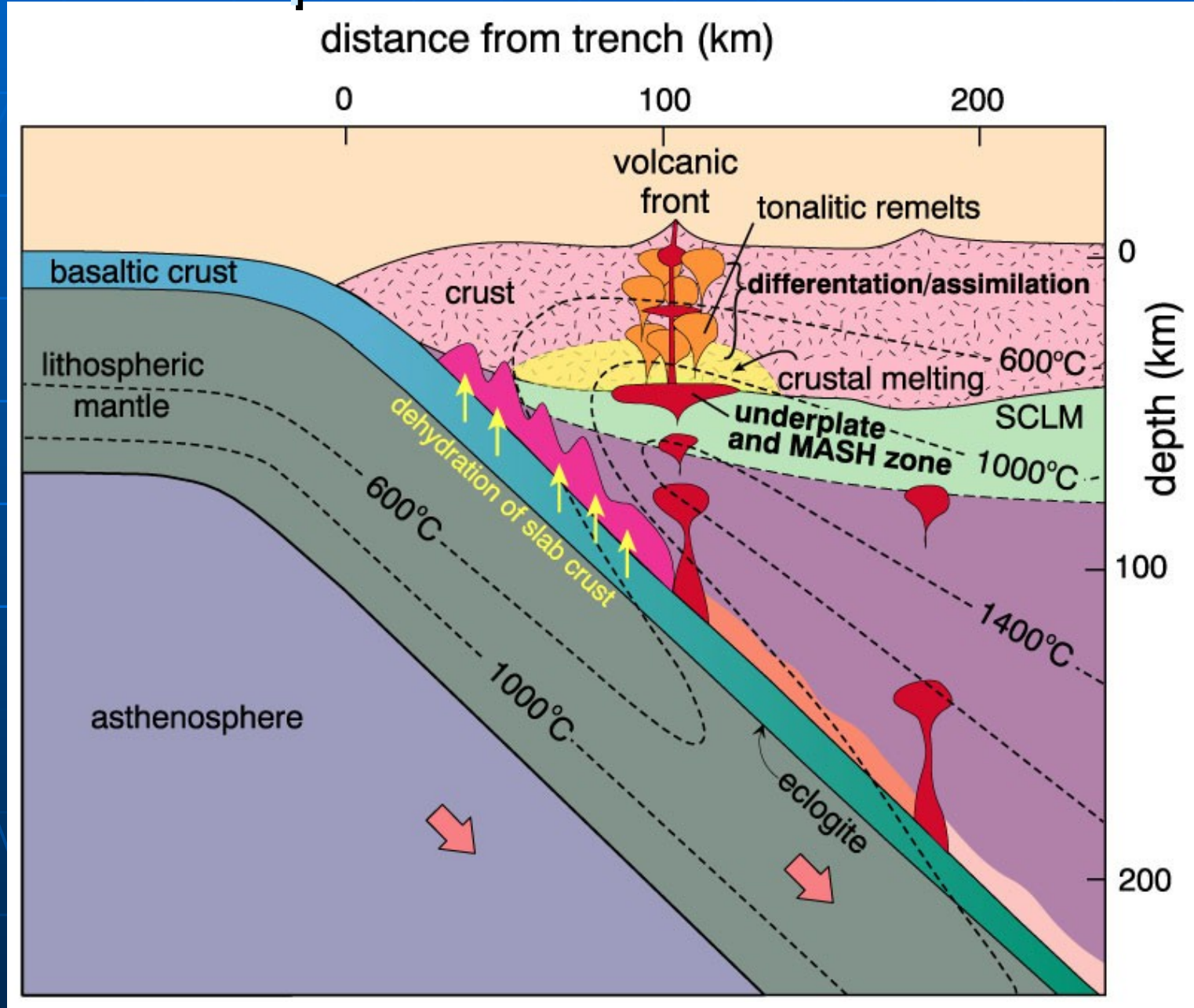
Magmatismo de Arco Continental



Magmatismo de Arco Continental



Modelo para Arcos Continentales



UTILIZACION DE DIAGRAMAS

Explanation

WBP within-plate basalts
IAT island-arc tholeiites
CAB calc-alkaline basalts
MORB mid-ocean ridge basalts
OIT ocean island tholeiite
OIA ocean island alkaline basalt

