

PROGRAMA DE CURSO

RECONSTRUCCIÓN DEL MARGEN ACTIVO DE SUDAMÉRICA: CERTEZAS Y PROBLEMAS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geología					
Nombre del curso	Reconstrucción del margen activo de Sudamérica: Certezas y Problemas	Código	GL5026	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Reconstruction of the Active Margin of South America: Certainties and Challenges</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1	Trabajo personal	6
Carácter del curso	Electivo Especialidad			X		
Requisitos	GL6101: Campo II, GL5311: Metalogénesis					

B. Propósito del curso:

El curso **“Reconstrucción del margen activo de Sudamérica: Certezas y Problemas”** tiene como propósito analizar el “estado del conocimiento” de la evolución tectónica del continente sudamericano, especialmente el orógeno andino logrando compararla con otras regiones del planeta. Para esto deberán analizar e interpretar artículos científicos previamente seleccionados y exponer las ideas principales de cada uno de ellos.

El curso requiere de una participación activa del estudiante, dado que el conocimiento se alcanzará a través de la discusión y sistematización de los aprendizajes logrados.

El curso logra demostrar las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Caracterizar e interpretar las estructuras geológicas de una zona, a distintas escalas para proyecto de investigación científica y aplicada.

CE4: Analizar e interpretar procesos geoquímicos y petrogenéticos caracterizando las rocas ígneas y metamórficas de una región.

CE8: Interpretar los procesos de formación de los recursos minerales y energéticos para la investigación científica y aplicada.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados,

en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés variados tipos de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos de acuerdo con las características de la audiencia.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE4	<p>RA1: Evalúa críticamente los modelos que explican eventos tectónicos involucrados en los procesos de acreción que dieron lugar a la construcción de la placa sudamericana.</p> <p>RA2: Interpreta el origen de las curvaturas en planta del orógeno andino, considerando su clasificación, mecanismos de formación y sus contextos geodinámicos, a fin de reconstruir la geometría en planta del margen sudamericano.</p> <p>RA3: Evalúa las implicancias de la evolución de las curvaturas en el desarrollo de fajas plegadas y corridas como, por ejemplo, la faja subandina o la faja pegada y corrida del Aconcagua.</p>
CE4	RA4: Interpreta la evolución de diferentes eventos magmáticos de los Andes, considerando modelos tectónicos de arcos magmáticos, grandes Provincias Magmáticas (LIPs), acreción de terrenos exóticos o cambios en el ángulo de subducción, a fin de evaluar la coherencia y pertinencia de dichos modelos.
CE8	RA5: Evalúa los procesos metalogénicos, considerando los factores tectónicos globales y la arquitectura interna del orógeno con el fin de identificar cuáles son las condiciones propicias que generaron yacimientos de valor económico.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1, CG2	RA6: Comunica, de manera oral y escrita, el análisis crítico de literatura científica, tanto en inglés como en español, argumentando sus ideas de forma clara, sintética y precisa.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5, RA6	Supercontinentes y Terrenos Exóticos	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Ciclos supercontinentales y construcción de Sudamérica. 1.2. Cuyania, Chilenia y "Terreno X". ¿Evidencias? ¿Significado Global? 1.3. Patagonia: ¿Un bloque autóctono o alóctono?		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Evalúa los modelos de ciclos supercontinentales que han existido a lo largo de la evolución tectónica del planeta Tierra, considerando las evidencias científicas que lo sustentan 2. Analiza, de forma crítica, los procesos de acreción que dieron lugar a la construcción del continente Sudamericano. 3. Lee y analiza críticamente, en inglés y español artículos científicos sobre supercontinentes y terrenos exóticos. 4. Discute con sus pares y profesores sobre los alcances teóricos de los artículos leídos respecto de supercontinentes y terrenos exóticos. 	
Bibliografía de la unidad		Cawood, P. A., Chowdhury, P., Mulder, J. A., Hawkesworth, C. J., Capitanio, F. A., Gunawardana, P. M., & Nebel, O. (2022). Secular evolution of continents and the Earth system. <i>Reviews of Geophysics</i> , 60(4), e2022RG000789. Hodgin, E. B., Carlotto, V., Macdonald, F. A., Schmitz, M. D., & Crowley, J. L. (2023). New age constraints on the break-up of Rodinia and amalgamation of southwestern Gondwana from the Choquequirao Formation in <i>southwestern Peru</i> . <i>Geological Society, London, Special Publication</i> 531, 301–321 Ramos, V. A. (2004). Cuyania, an exotic block to Gondwana: review of historical success and the present problems. <i>Gondwana Research</i> , 7(4), 1009-1026. Ramos, V. A., Lovecchio, J. P., Naipauer, M., & Pángaro, F. (2020). The collision of Patagonia: geological facts and speculative interpretations. <i>Ameghiniana</i> , 57(5), 464-479. Rogers, J. J., & Santosh, M. (2003). Supercontinents in Earth history. <i>Gondwana Research</i> , 6(3), 357-368. Thomas, W. A., & Astini, R. A. (2003). Ordovician accretion of the Argentine Precordillera terrane to Gondwana: a review. <i>Journal of South</i>	

American Earth Sciences, 16(1), 67-79

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA5, RA6	Oroclinos, Curvaturas y fajas plegadas y corridas	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Oroclinos y curvaturas: ¿Qué significan para la construcción de los Andes?</p> <p>2.2. El CARP (“Central Andean Rotation Pattern”). ¿Origen?, Importancia?</p> <p>2.3. Curvatura de los Andes Fuegoños: ¿Estructura heredada u acortamiento diferencial?</p> <p>2.4. Fajas Plegadas y Corridas (Subandino, Aconcagua Precordillera...). ¿Subducción continental, Tipo A incipiente?</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Describe los distintos tipos de curvaturas que pueden encontrarse en la naturaleza. Clasifica y compara las distintas curvaturas que existen en el continente sudamericano, en el contexto de la evolución tectónica de los Andes. Analiza y discute la geometría de las fajas plegada y corridas andinas integrando evidencias estructurales, estratigráficas y tectónicas. Evalúa la relación entre las fajas plegadas y corridas y la evolución en planta del orógeno Andino. Lee y analiza críticamente, en inglés y español artículos científicos sobre curvaturas, así como fajas plegadas y corridas, desarrollando un análisis crítico de dichas teorías. Discute con sus pares y profesores sobre los alcances teóricos de los artículos leídos exponiendo sus argumentos de forma clara y precisa. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Arriagada, C., Roperch, P., Mpodozis, C., & Cobbold, P. R. (2008). Paleogene building of the Bolivian Orocline: Tectonic restoration of the central Andes in 2-D map view. <i>Tectonics</i>, 27(6).</p> <p>Fennell, L. M., Martos, F. E., Peluffo, N. A., Acevedo, E., Fernández Paz, L., Morel, L., ... & Folguera, A. (2023). The classical Cuevas River section revisited: an update to the style and timing of deformation of the Aconcagua region based on new geological, structural and geochronological data (32° 50' S). <i>Frontiers in Earth Science</i>, 11, 1219351.</p> <p>Herman, P., Jara, P., & Charrier, R. (2023). Tectonic inversion of the Abanico basin eastern border and the structuring of the Aconcagua thrust-fold belt, southern Central Andes at 32°-33° S. <i>Journal of South American Earth Sciences</i>, 127, 104425.</p> <p>Horton, B. K., & Fuentes, F. (2016). Sedimentary record of plate coupling and decoupling during growth of the Andes. <i>Geology</i>, 44(8), 647-650.</p> <p>Poblete, F., Roperch, P., Arriagada, C., Ruffet, G., de Arellano, C. R., Hervé, F., & Poujol, M. (2016). Late Cretaceous–early Eocene counterclockwise rotation of</p>	

	<p>the Fuegian Andes and evolution of the Patagonia–Antarctic Peninsula system. <i>Tectonophysics</i>, 668, 15–34.</p> <p>Vera, E. R., Giampaoli, P., Gobbo, E., Rocha, E., Olivieri, G., & Figueroa, D. (2019). Structure and tectonic evolution of the Interandean and Subandean Zones of the central Andean fold-thrust belt of Bolivia. <i>In Andean tectonics</i> (pp. 399–427). Elsevier.</p>
--	---

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA4, RA5, RA6	Arcos Magmáticos Provincias Magmáticas (LIPs) ácidas y máficas	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. La provincia magmática Choiyoi: ¿Acreción de terrenos exóticos o cambios en el ángulo de subducción? Magmatismo Jurásico en los Andes Centrales: ¿un “arco” o un LIP asociado subducción de dorsales oceánicas? Los complejos de calderas ¿del Paleoceno-Eoceno inferior en el norte de Chile. ¿Consecuencia de procesos de delaminación cortical?		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Caracteriza los distintos tipos provincias magmáticas que ocurren en la Tierra 2. Analiza en forma crítica el concepto de “arco magmático” en ambientes de subducción. 3. Evalúa la relación entre eventos magmáticos en Sudamérica y procesos tectónicos tales como acreción de terrenos exóticos y subducción de dorsales. 4. Lee y analiza críticamente, en inglés y español artículos científicos sobre Arcos Magmáticos Provincias Magmáticas (LIPs) ácidas y máficas, desarrollando un análisis crítico de dichas teorías. 5. Discute con sus pares y profesores sobre los alcances teóricos de los artículos leídos exponiendo sus argumentos de forma clara y precisa. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Arvizu, H., Manea, V. C., Oliveros, V., & Vásquez, P. (2024). Unraveling the geodynamic evolution of the Pre–and Early–Andean margin: Insights from numerical modeling. <i>Geophysical Research Letters</i>, 51(21), e2024GL110360.</p> <p>Carlotto, V., Carlier, G., Van Heiningen, P., Hodgin, E. B., Cárdenas, J., Ligarda, R., ... & Maquerra, V. (2023). Andean evolution, orogenic deformation and uplift of the Western Cordillera and Altiplano of southern Peru, northern Bolivia and Chile: Eocene-Oligocene lithospheric delamination. <i>Journal of South American Earth Sciences</i>, 128, 104423.</p> <p>Gianni, G. M. (2021). The late Paleozoic paired metamorphic belt of southern Central Chile:</p>	

	<p>Consequence of a near-trench thermal anomaly? Mpodozis, C., & Kay, S. M. (1992). Late Paleozoic to Triassic evolution of the Gondwana margin: Evidence from Chilean Frontal Cordilleran batholiths (28 S to 31 S). <i>Geological Society of America Bulletin</i>, 104(8), 999-1014.</p> <p>Oliveros, V., Vásquez, P., Creixell, C., Lucassen, F., Ducea, M. N., Ciocca, I., ... & Kasemann, S. A. (2020). Lithospheric evolution of the Pre-and Early Andean convergent margin, Chile. <i>Gondwana Research</i>, 80, 202-227.</p> <p>Rodríguez, N., Fuentes, P., Aragón, E., Lillo, M., Fernández, C., & Díaz-Alvarado, J. (2024). The calderas field of northern Chile (Atacama region): eruptive mechanisms and structural control in the latest.</p>
--	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA3, RA6	Cuencas Volcano-tectónicas, Tectónica extensional, colapso compresivo	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Extensión Jurásica y cretácica el en norte de Chile. ¿Tectónica en modo “core complex”? Cuencas de “intra-arco” andinas Punta del Cobre, Abanico...: ¿Cómo y porqué se formaron y cómo evolucionaron? La Cuenca de Rocas Verdes: ¿Cuenca marginal o ruptura asociada a la apertura del Mar de Weddel?		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Caracteriza la estructura y la evolución mesozoica de la Cordillera de la Costa del norte de Chile y Precordillera de Atacama. 2. Compara la estratigrafía y la geometría de las cuencas de intra – arco con sistemas similares descritos a escala global, considerando elementos comunes y diferenciadores. 3. Evalúa críticamente las causas del colapso compresivo de estas, así como las evidencias de su propuesta “Inversión” tectónica”. 4. Lee y analiza críticamente, en inglés y español artículos científicos sobre Cuencas Volcano-tectónicas, Tectónica extensional, colapso compresivo, desarrollando un análisis crítico de dichas teorías. 5. Discute con sus pares y profesores sobre los alcances teóricos de los artículos leídos exponiendo sus argumentos de forma clara y precisa. 	
Bibliografía de la unidad		<p>Charrier, R., Contreras, J. P., Díaz-Bórquez, C., Farías, M., Jara, P., Muñoz-Gómez, M., ... & Villaseñor, T. (2024). The Cenozoic Abanico rift system: Implications of increased southward extension in the southern central Andes, in Chile. <i>Journal of South American Earth Sciences</i>, 148, 105159.</p> <p>Gallardo, R., Ghiglione, M. C., Galliani, L. R., & Mpodozis, C.</p>	

(2023). From rift to foreland basin: A case example from the Magallanes-Austral basin, southernmost Andes. *Basin Research*, 35(3), 865-897.

Kay, S. M., Godoy, E., & Kurtz, A. (2005). Episodic arc migration, crustal thickening, subduction erosion, and magmatism in the south-central Andes. *Geological Society of America Bulletin*, 117(1-2), 67-88.

Mpodozis, C., & Allmendinger, R. W. (1993). Extensional tectonics, cretaceous Andes, northern Chile (27° S). *Geological Society of America Bulletin*, 105(11), 1462-1477.

Muñoz, M., Tapia, F., Persico, M., Benoit, M., Charrier, R., Farías, M., & Rojas, A. (2018). Extensional tectonics during Late Cretaceous evolution of the Southern Central Andes: Evidence from the Chilean main range at ~ 35° S. *Tectonophysics*, 744, 93-117.

Muller, V. A., Calderón, M., Fosdick, J. C., Ghiglione, M. C., Cury, L. F., Massonne, H. J., ... & Sternai, P. (2021). The closure of the Rocas Verdes Basin and early tectono-metamorphic evolution of the Magallanes Fold-and-Thrust Belt, southern Patagonian Andes (52–54° S). *Tectonophysics*, 798, 228686.

Runyon, B., Saylor, J. E., Horton, B. K., Reynolds, J. H., & Hampton, B. (2022). Basin evolution in response to flat-slab subduction in the Altiplano. *Journal of the Geological Society*, 179(3), jgs2021-003.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA5, RA6	Metalogénesis y Tectónica. "Controles" tectónicos y magmáticos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. ¿Cuál es la relación entre mega yacimientos de los Andes y su relación con la evolución tectónica global? Magmas "fértil" e "infértil" en sistemas magmáticos transcrustales. ¿Qué es más importante: la petrología o la estructura? ¿Existen las "estructuras translitosféricas"? Espesor cortical y mineralización: ¿Cuál es la correspondencia?		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Explica la cronología y tipos de mineralización y su relación con sistemas magmáticos específicos en distintos segmentos de los Andes Argumenta, de forma clara y precisa, sobre la relación existente entre estado de stress espesor cortical, paleogeografía y mineralización Evalúa los procesos asociados a evolución magmática en la corteza inferior y la generación de magmas "fértil" capaces de transportar metales reservorios magmáticos cercanos a la superficie Analiza y contrasta la mineralización andina con otras provincias metalogénicas y procesos tectónicos a escala global Lee y analiza críticamente, en inglés y español artículos 	

	<p>científicos sobre Metalogénesis y Tectónica. “Controles” tectónicos y magmáticos, desarrollando un análisis crítico de dichas teorías.</p> <p>6. Discute con sus pares y profesores sobre los alcances teóricos de los artículos leídos exponiendo sus argumentos de forma clara y precisa.</p>
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>Farrar, A. D., Cooke, D. R., Hronsky, J. M., Wood, D. G., Benavides, S. B., Cracknell, M. J., ... & Piquer, J. (2023). A model for the lithospheric architecture of the Central Andes and the localization of giant porphyry.</p> <p>Kay, S. M., & Mpodozis, C. (2001). Central Andean ore deposits linked to evolving shallow subduction systems and thickening crust.copper deposit clusters. <i>Economic Geology</i>, 118(6), 1235-1259.</p> <p>Lamont, T. N., Loader, M. A., Roberts, N. M., Cooper, F. J., Wilkinson, J. J., Bevan, D., ... & Tapster, S. (2024). Porphyry copper formation driven by water-fluxed crustal melting during flat-slab subduction. <i>Nature Geoscience</i>, 1-10.</p> <p>Lee, C. T. A., & Tang, M. (2020). How to make porphyry copper deposits. <i>Earth and Planetary Science Letters</i>, 529, 115868.</p> <p>Mpodozis, C.; Cornejo, P. 2012. Cenozoic tectonics and porphyry copper systems of the Chilean Andes. <i>Society of Economic Geologists, Special Publication</i> 16. 329–360.</p> <p>Richards, J. P. (2018). A shake-up in the porphyry world? <i>Economic Geology</i>, 113(6), 1225-1233.</p>

E. Estrategias de enseñanza:

La **estrategia es activo participativa** en donde el/la estudiante debe hacer un análisis crítico de literatura y artículos científicos relacionados con los temas que se van abordando en el curso, lo que permite una discusión con sus pares y docentes.

El curso consta con un bloque de 3 horas continuas para las clases de cátedra, 1 hora de clase auxiliar que serán destinadas para resolver dudas.

Durante el semestre, las clases de cátedra del curso se organizarán de la siguiente manera:

- Quiz de entrada.
- Presentación del tema por un/a estudiante (o grupo).
- Discusión grupal a partir de preguntas preparadas por las y los estudiantes.
- Presentación del tema que se analizará en la siguiente clase, por parte de los docentes.

- Bitácora de aprendizaje individual.
- Charlas.

F. Estrategias de evaluación:

Las instancias de evaluación que se contemplan son:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación	Ponderación
▪ Presentaciones individuales (o grupales) y fichas de aprendizaje de los contenidos de cada unidad	RA1 a RA6	30%
▪ Quiz semanales que se realizarán al principio de cada clase.	RA1 a RA6	35%
▪ Ensayos (bitácora)	RA1 a RA6	35%

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Cawood, P. A., Chowdhury, P., Mulder, J. A., Hawkesworth, C. J., Capitanio, F. A., Gunawardana, P. M., & Nebel, O. (2022). Secular evolution of continents and the Earth system. *Reviews of Geophysics*, 60(4), e2022RG000789.
- [2] Ramos, V. A., Lovecchio, J. P., Naipauer, M., & Pángaro, F. (2020). The collision of Patagonia: geological facts and speculative interpretations. *Ameghiniana*, 57(5), 464-479.
- [3] Rogers, J. J., & Santosh, M. (2003). Supercontinents in Earth history. *Gondwana Research*, 6(3), 357-368.
- [4] Arriagada, C., Roperch, P., Mpodozis, C., & Cobbold, P. R. (2008). Paleogene building of the Bolivian Orocline: Tectonic restoration of the central Andes in 2-D map view. *Tectonics*, 27(6).
- [5] Horton, B. K., & Fuentes, F. (2016). Sedimentary record of plate coupling and decoupling during growth of the Andes. *Geology*, 44(8), 647-650.
- [6] Poblete, F., Roperch, P., Arriagada, C., Ruffet, G., de Arellano, C. R., Hervé, F., & Poujol, M. (2016). Late Cretaceous–early Eocene counterclockwise rotation of the Fuegian Andes and evolution of the Patagonia–Antarctic Peninsula system. *Tectonophysics*, 668, 15-34.
- [7] Carlotto, V., Carlier, G., Van Heiningen, P., Hodgkin, E. B., Cárdenas, J., Ligarda, R., ... & Maquera, V. (2023). Andean evolution, orogenic deformation and uplift of the Western Cordillera and Altiplano of southern Peru, northern Bolivia and Chile: Eocene-Oligocene lithospheric delamination. *Journal of South American Earth Sciences*, 128, 104423.
- [8] Muñoz, M., Tapia, F., Persico, M., Benoit, M., Charrier, R., Farías, M., & Rojas, A. (2018). Extensional tectonics during Late Cretaceous evolution of the Southern Central Andes: Evidence from the Chilean main range at ~ 35 S. *Tectonophysics*, 744, 93-117.
- [9] Muller, V. A., Calderón, M., Fosdick, J. C., Ghiglione, M. C., Cury, L. F., Massonne, H. J., ... & Sternai, P. (2021). The closure of the Rocas Verdes Basin and early tectono-metamorphic evolution of the Magallanes Fold-and-Thrust Belt, southern Patagonian Andes (52–54° S). *Tectonophysics*, 798, 228686.
- [10] Lee, C. T. A., & Tang, M. (2020). How to make porphyry copper deposits. *Earth and Planetary Science Letters*, 529, 115868.
- [11] Mpodozis, C.; Cornejo, P. 2012. Cenozoic tectonics and porphyry copper systems of the Chilean Andes. *Society of Economic Geologists, Special Publication* 16. 329–360.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	2025
Elaborado por:	Constantino Mpodozis y Fernando Poblete
Validado por:	CTD de Geología
Revisado por:	Área de Gestión Curricular