

¿Qué viene a
su mente
cuándo piensa
en carbón?



Gasificación Subterránea de Carbones, Mulpún

Guillermo Alfaro Hanne (1,2)
Daniela Kunstmann Barba (2)

1.- Instituto GEA, Universidad de Concepción
2.- Minera Mulpún, Valdivia

Concepción, 2012

DIE ENTWICKLUNG DES KOHLEBERGBAUS IN DER ZEHNTEN REGION CHILE

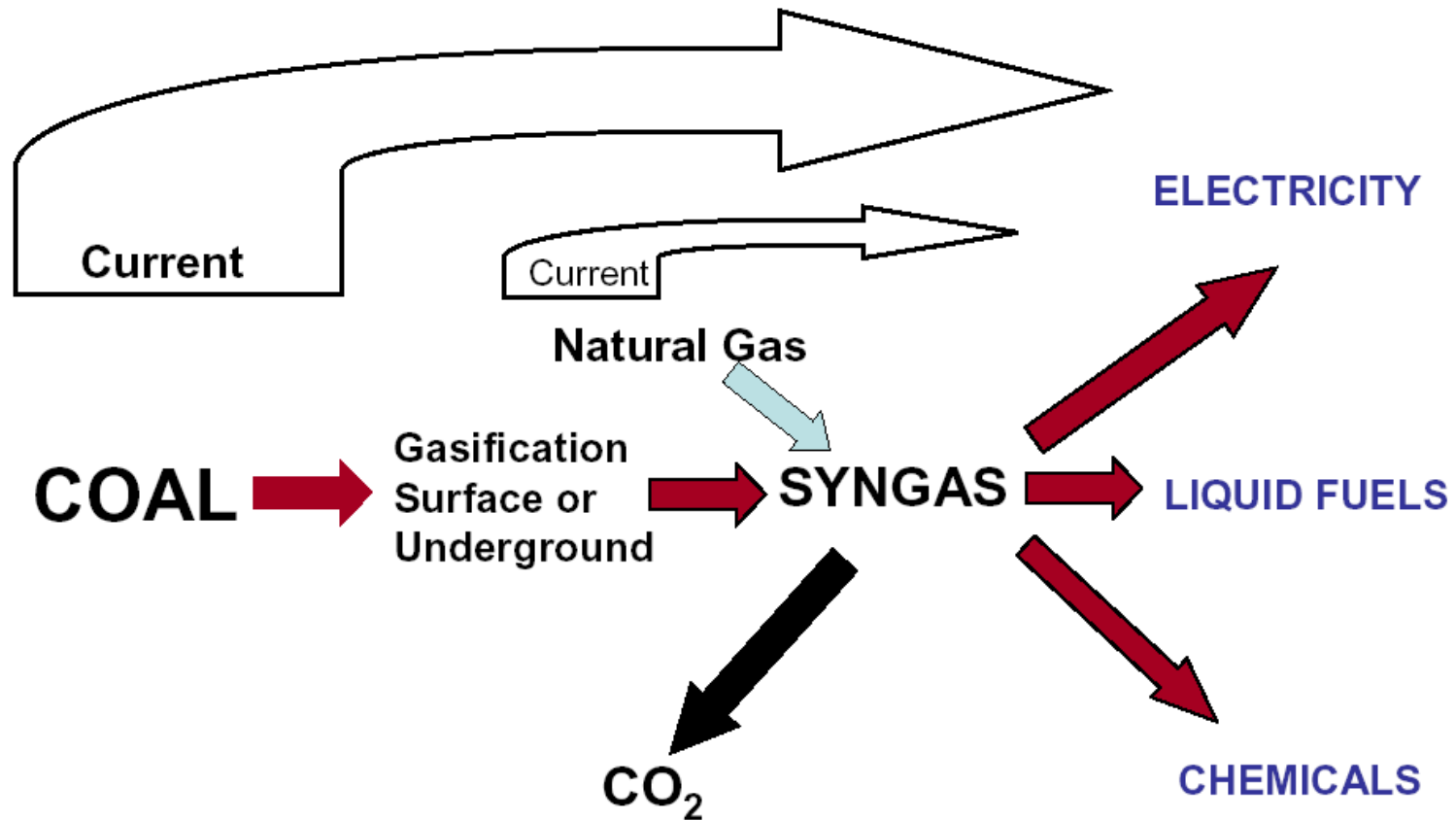
Die Geschichte der Entwicklung des Kohlebergbaus in der Los Lagos Region (X Region) Chile wird zusammengefasst, mit Schwerpunkt auf der Beteiligung deutscher Einwanderer und ihrer Nachfahren, die in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts in die Region kamen. Die geologischen, geochemischen und Paleo-Umweltfaktoren der wichtigsten Kohlelager, Catamutún und Mulpún, werden dargestellt. Gleichzeitig mit der Zweihundertjahrfeier von Humboldts Ankunft in Südamerika wurde am Anfang 1999 das neue Bergwerk Mulpún in der Nähe von Valdivia in Betrieb genommen. Besitzer sind die Nachfahren der ersten Siedler, die in der Gegend von La Union ansässig wurden. Dieses Bergwerk wird, zusammen mit Pecket (Punta Arenas), die wichtigste Kohlegrube Chiles sein.



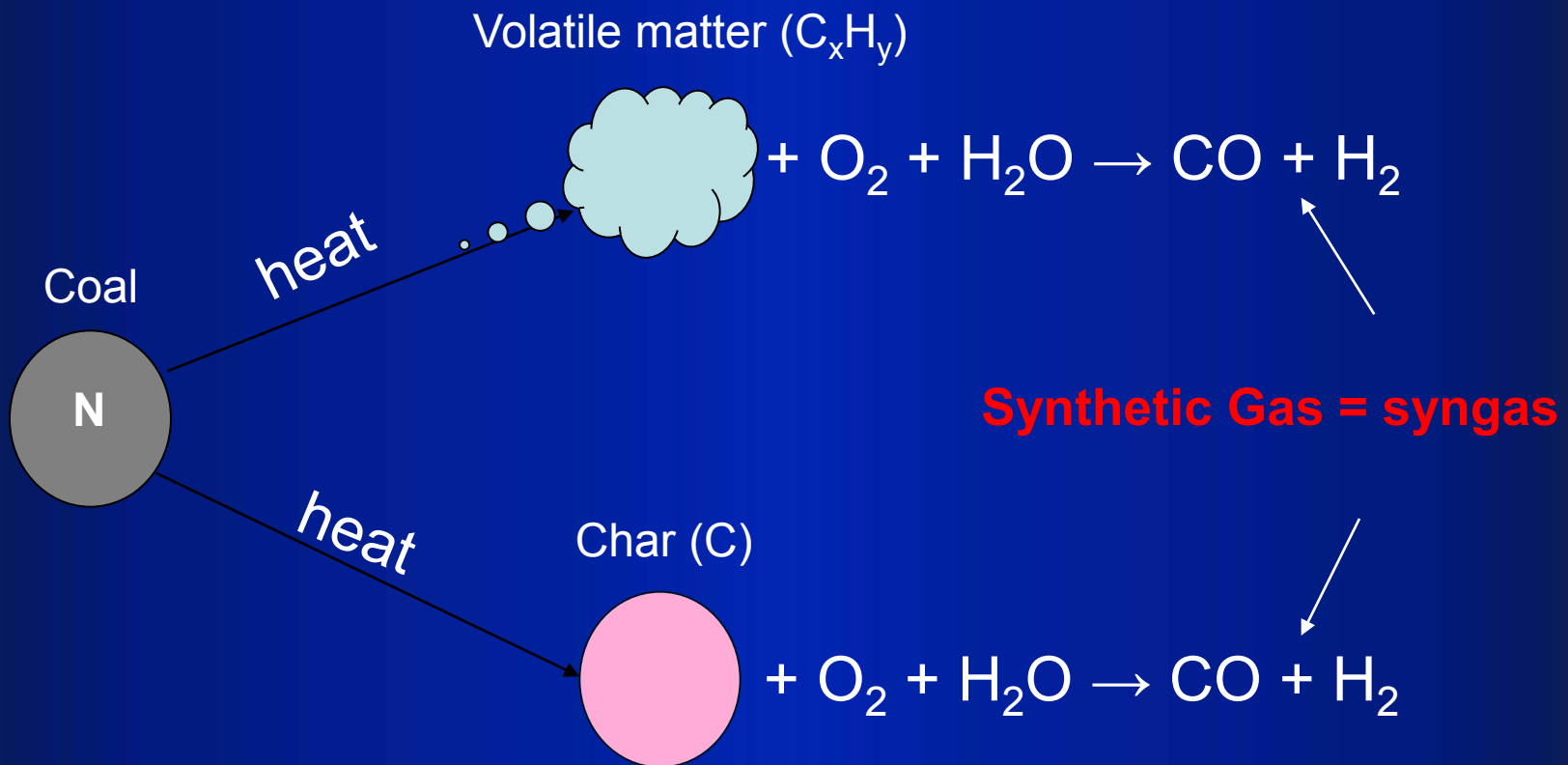




ENERGY SYSTEMS – new options



What is Coal Gasification?



What is Syngas used for?

- As a fuel: $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{energy}$

- To convert to other fuels, for example:



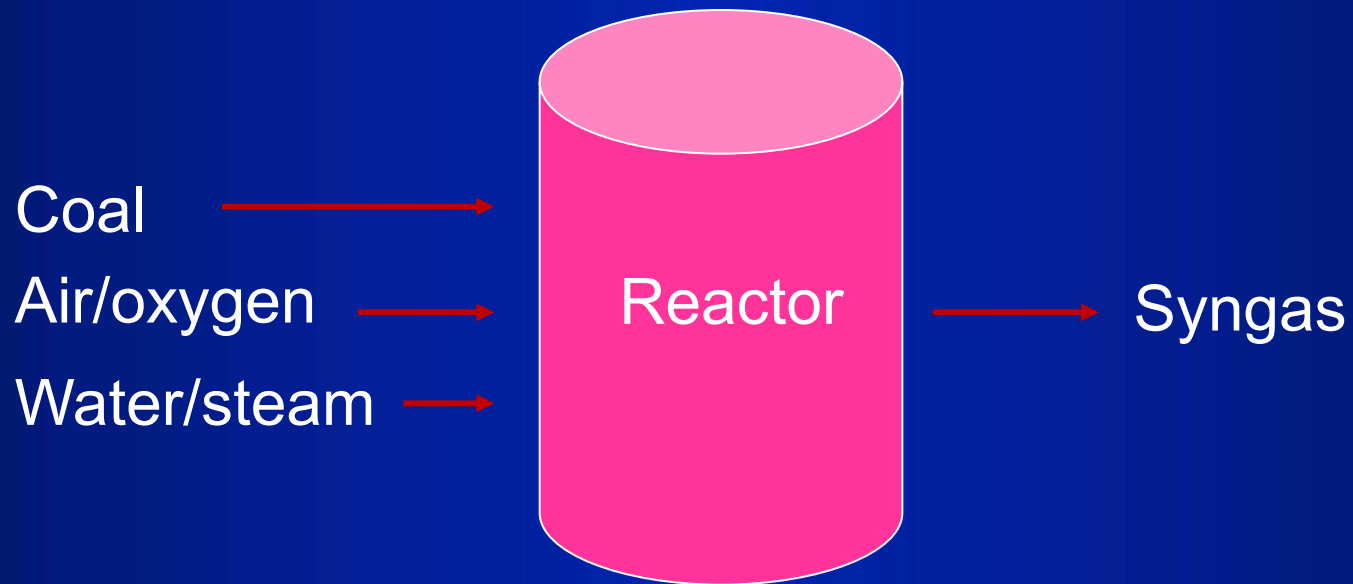
- As feedstock for chemical processes:



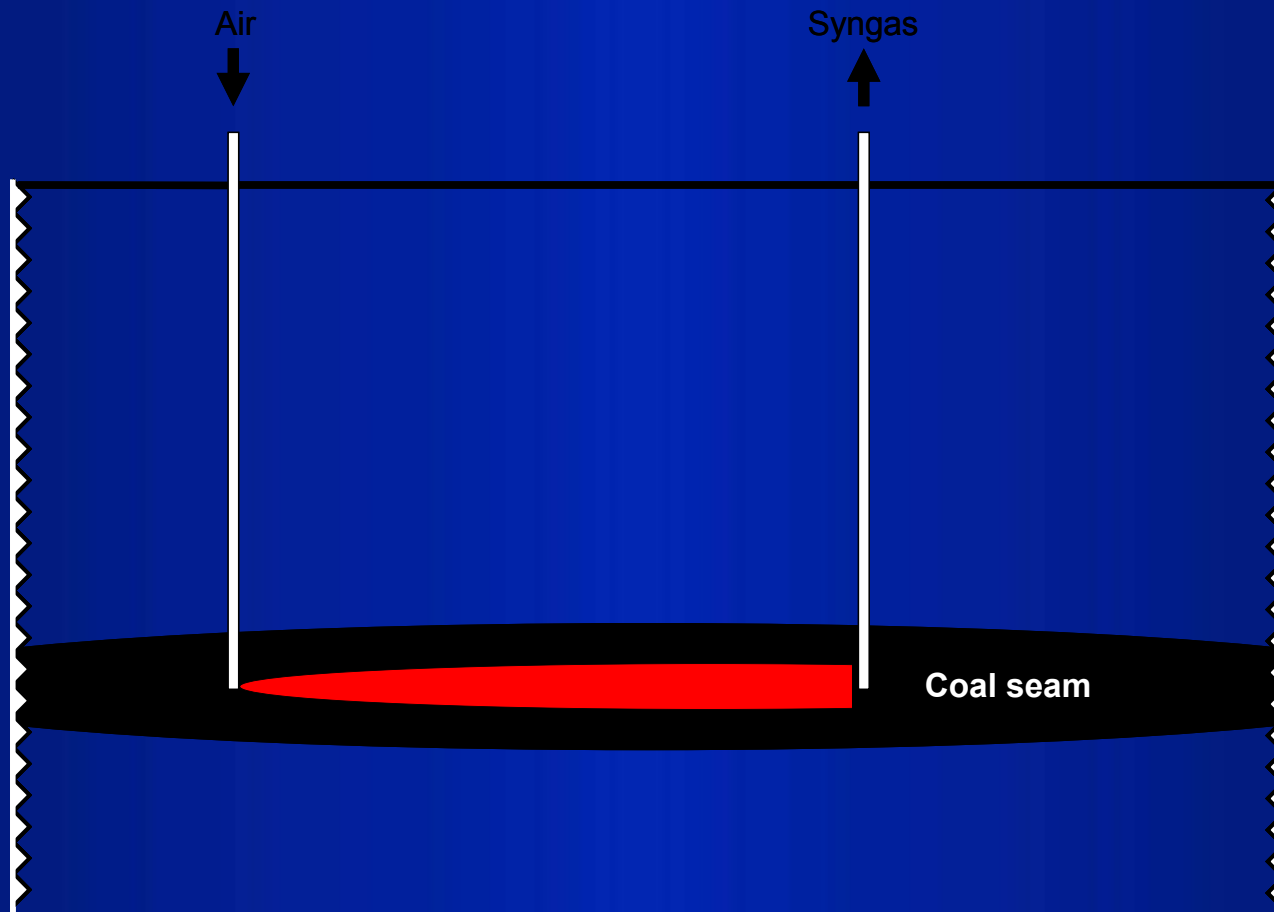
Coal Gasification Technologies

- Coal gasification by a reactor.
- Underground coal gasification.

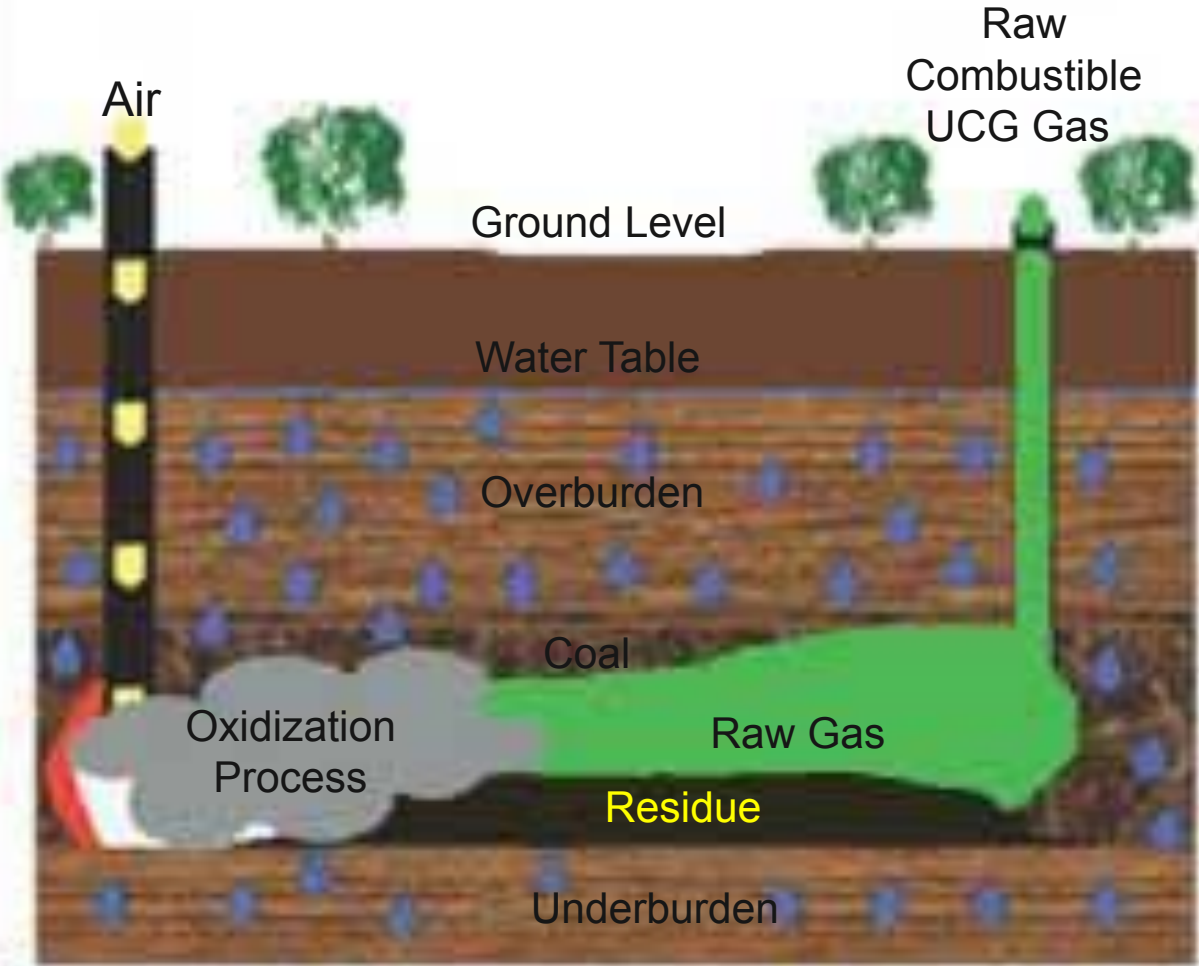
Coal Gasification by a Reactor



Underground Coal Gasification



UCG PRODUCTION PROCESS

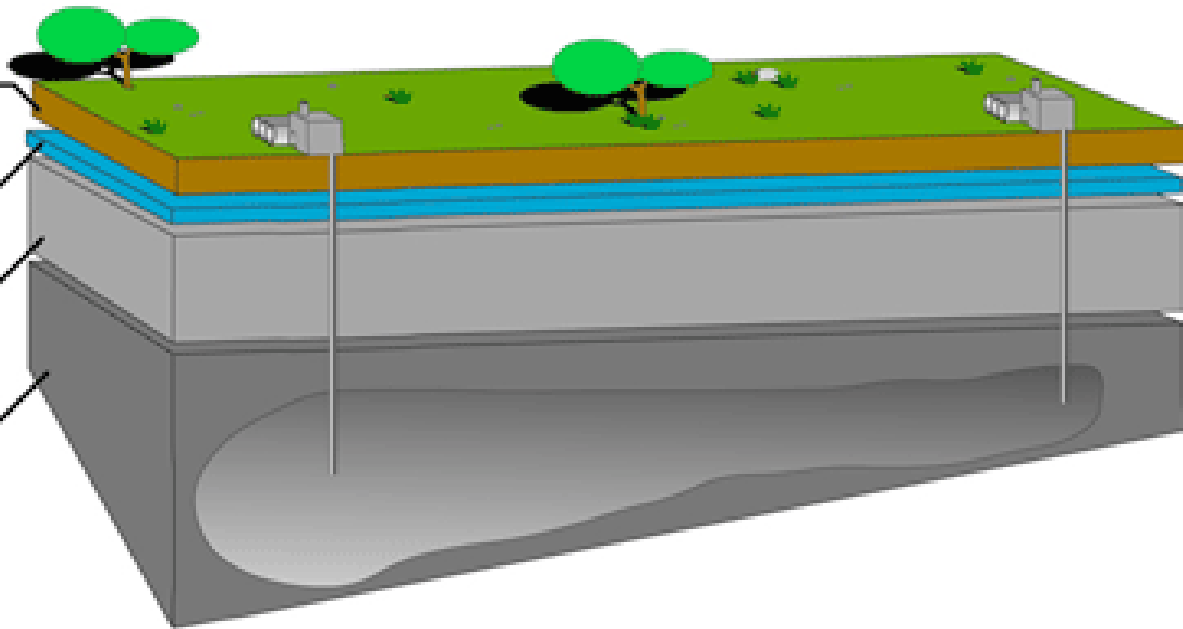


ground level

water table

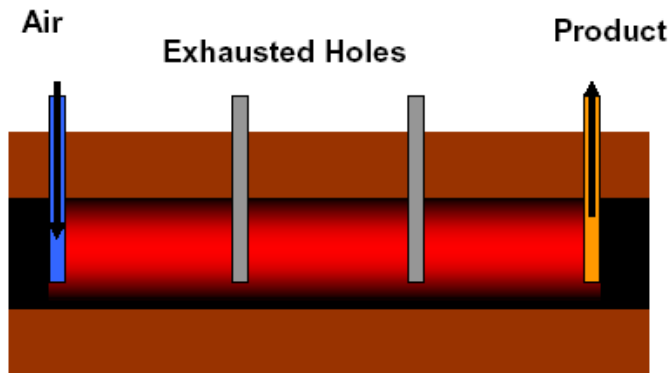
overburden

coal seam



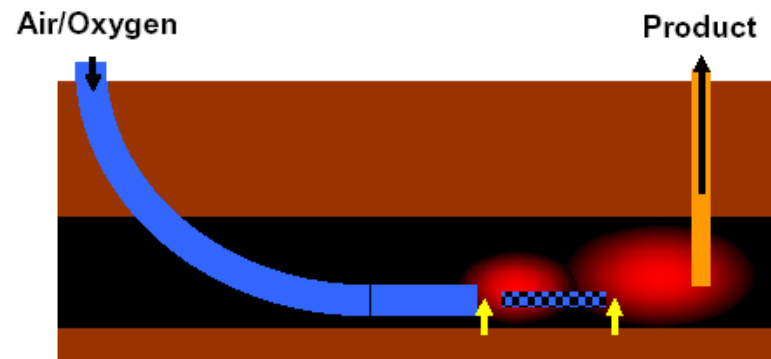
How is it Done? The Technology

Vertical Wells



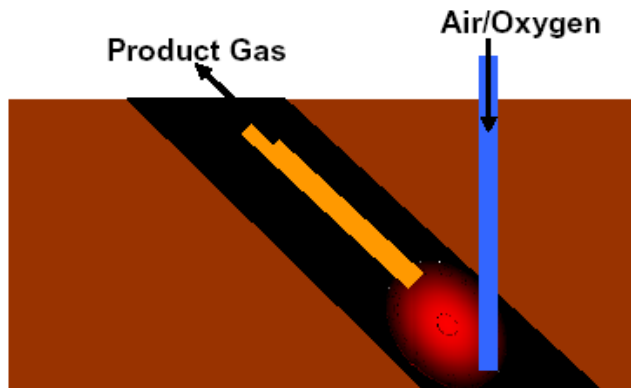
CRIP

(Controlled Retracting Injection Point)

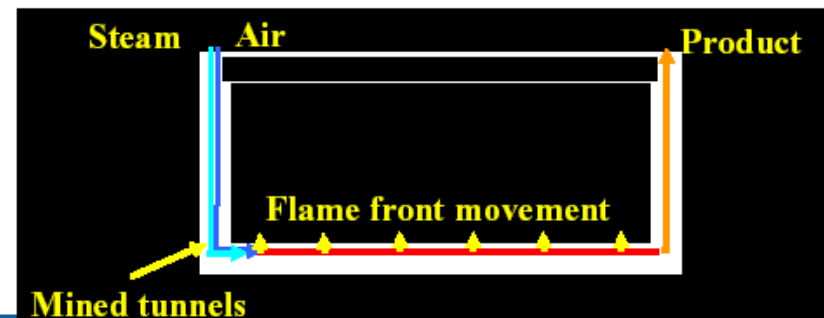


2nd CRIP reactor 1st CRIP reactor

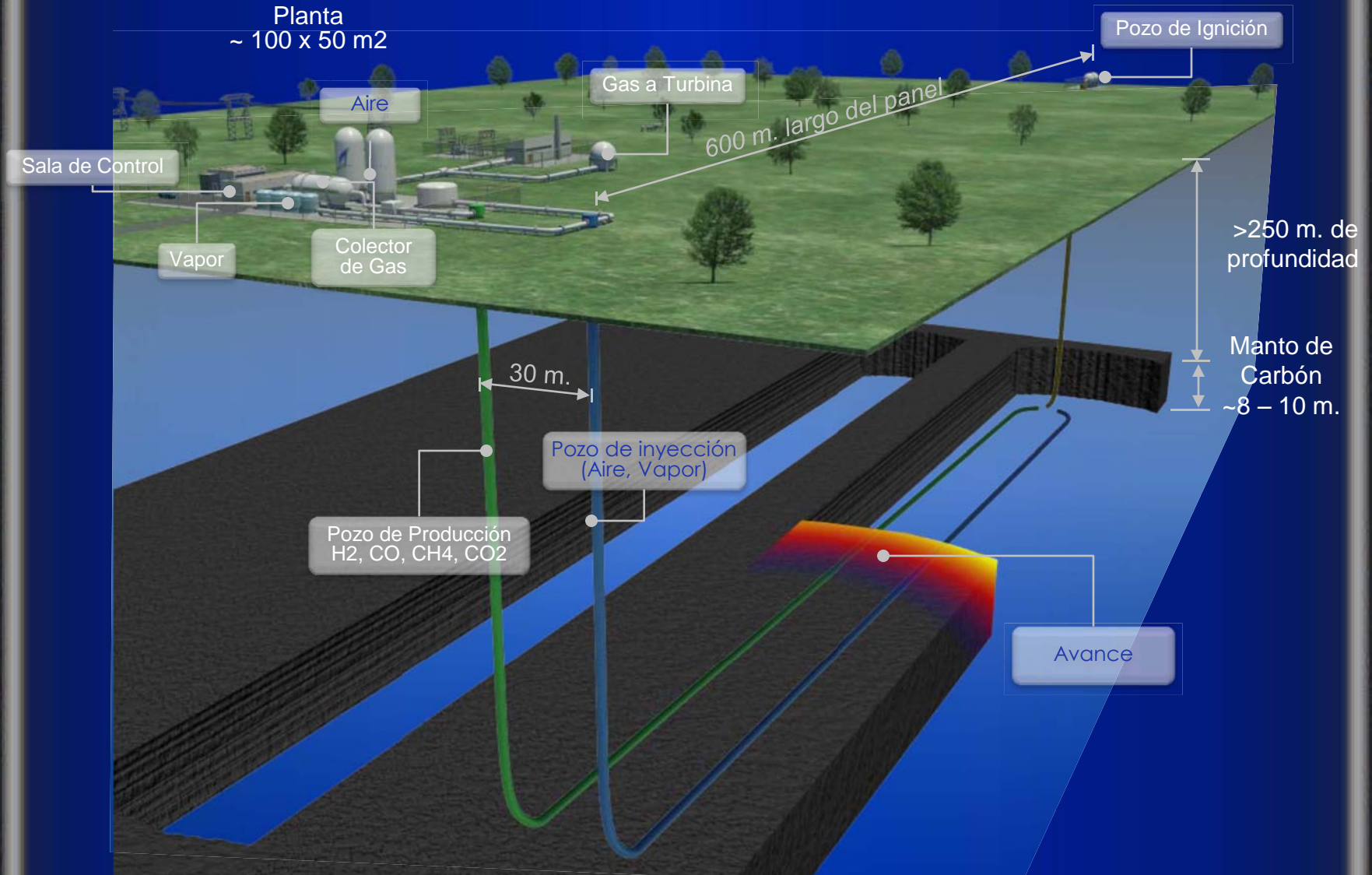
Steeply Dipping Bed



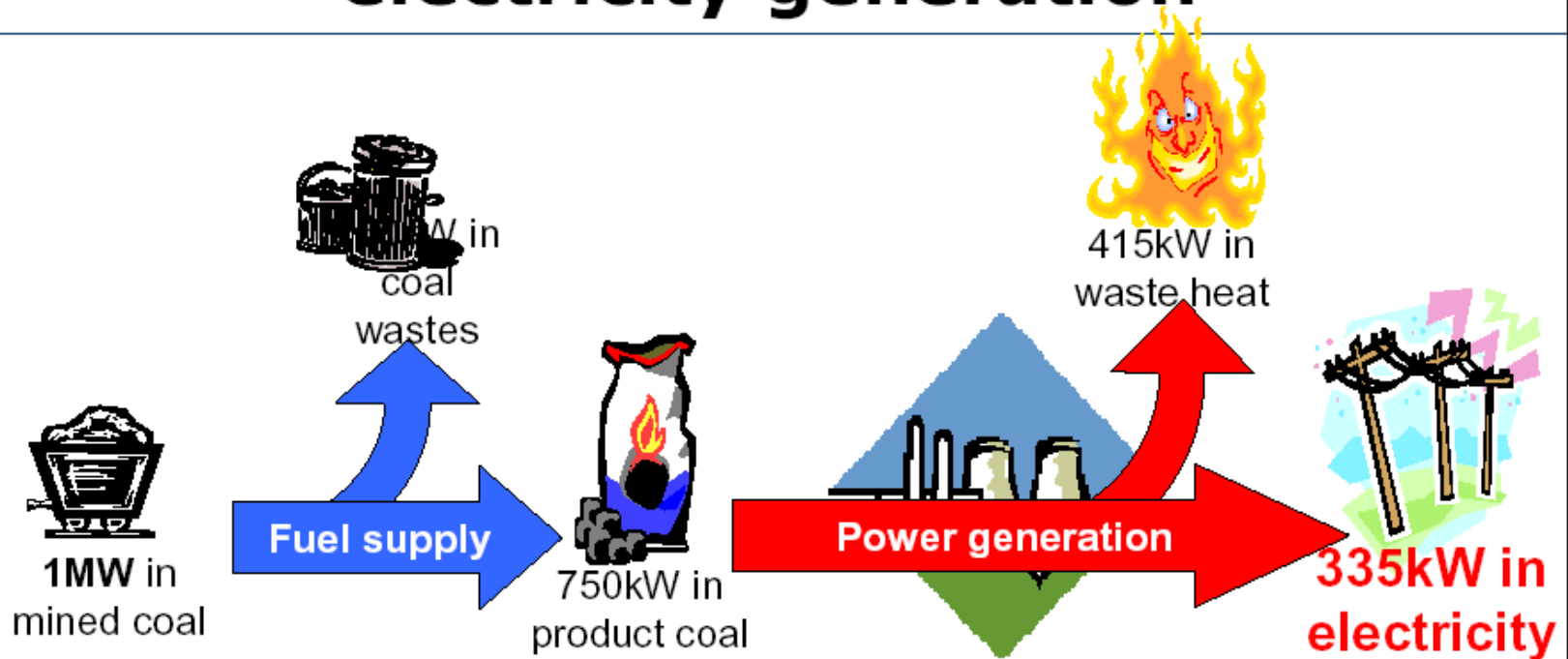
Tunnel



Descripción del Proceso Gasificación In - Situ

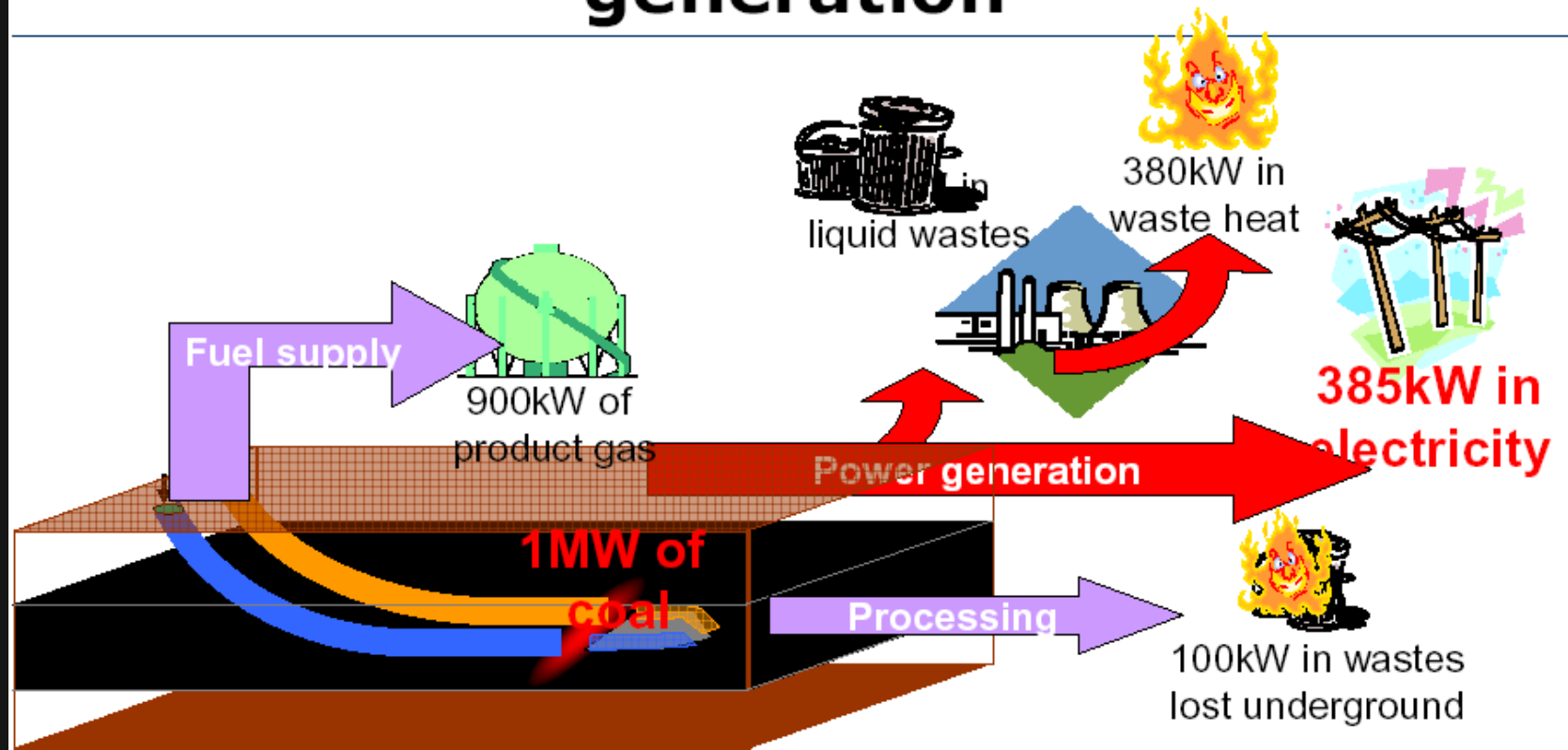


Conventional mining with IGCC electricity generation



- Notes:
- Underground mining losses range from 25-80% of the coal
 - Transport and mining use approximately 5% of the coal energy

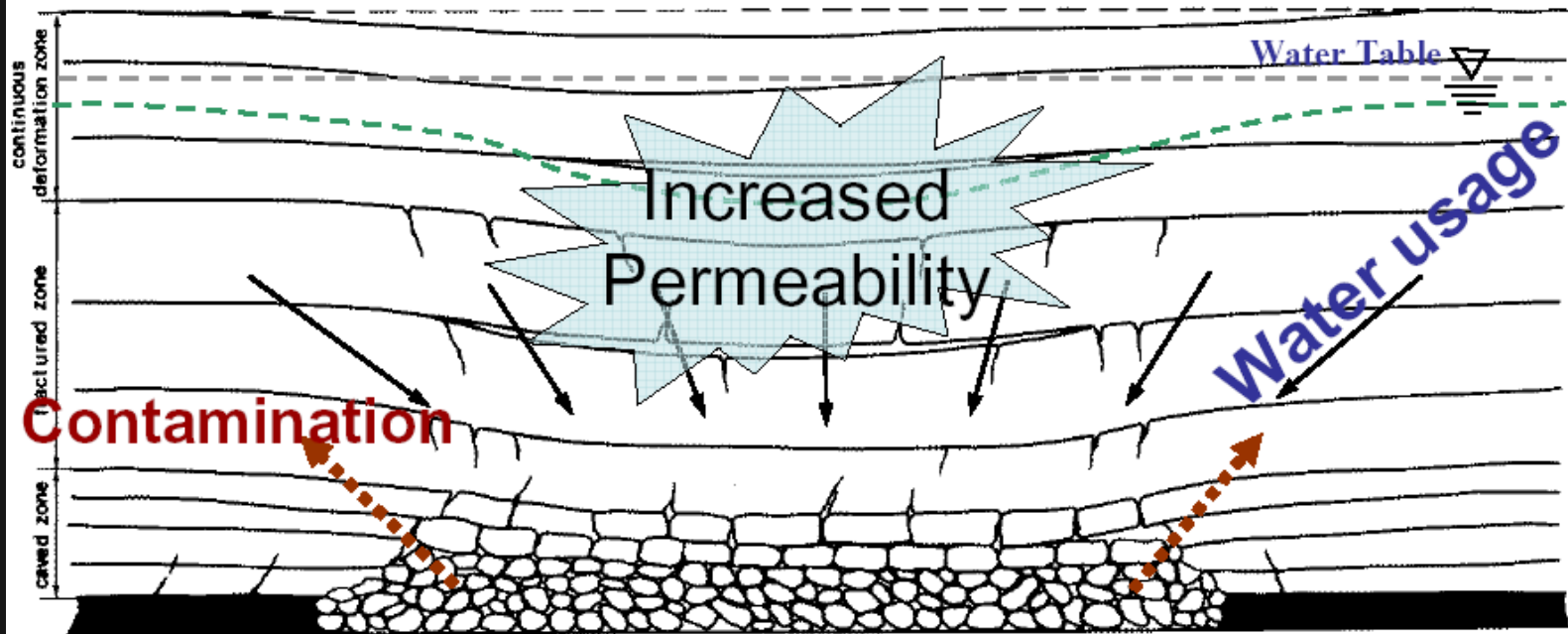
Underground gasification for electricity generation



Note: - Underground gasification leaves 10-30% of the coal underground

Potential Environmental Impacts

Surface subsidence

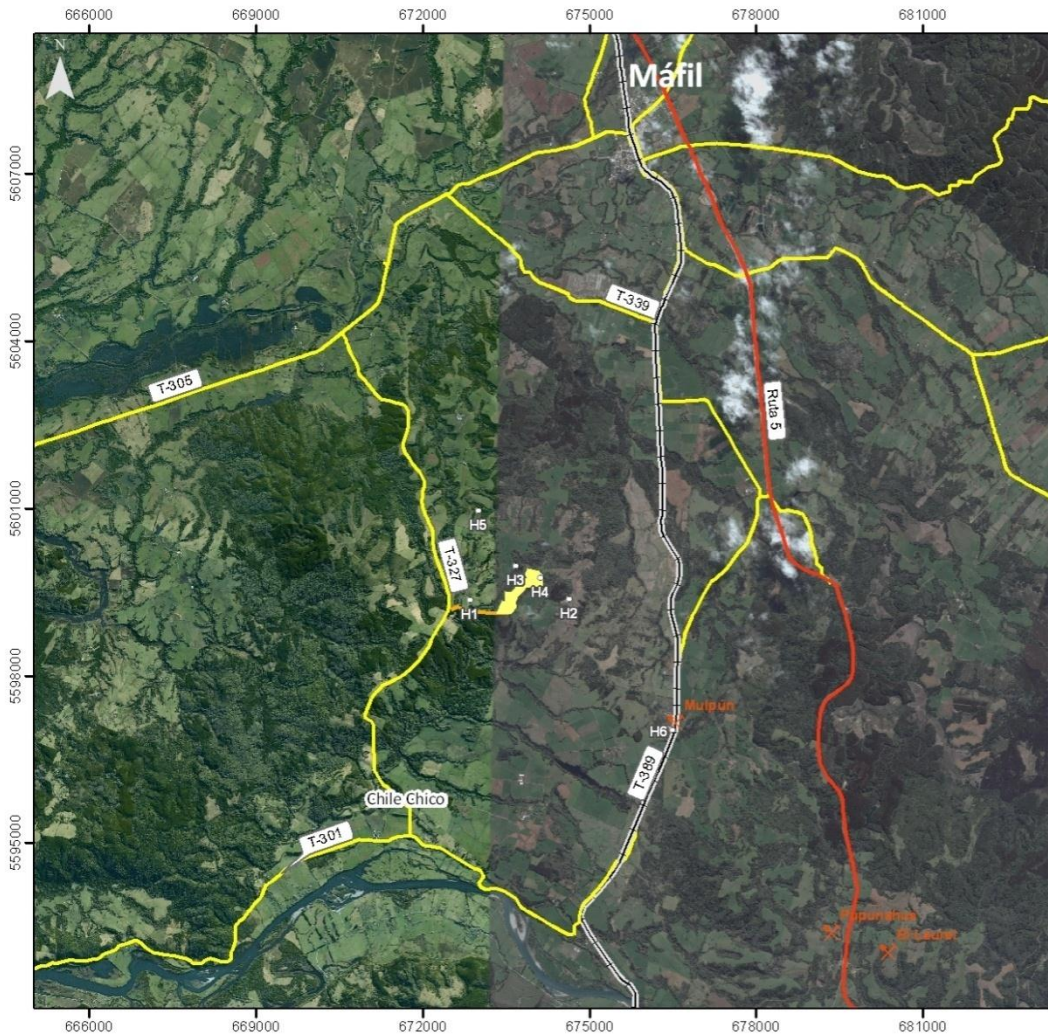


CONDICIONES GEOLOGICAS PARA LA GASIFICACION SUBTERRANEA

- **ESTRATIGRAFÍA:** SECUENCIA ESTRATIFICADA CON INTERCLACIONES IMPORTANTES DE ROCAS ARCILLOSAS SOBRE LOS HORIZONTES CON CARBON
- **ESTRUCTURA:** CARENCIA DE FALLAMIENTO. ACTITUD HORIZONTAL A SUB HORIZONTAL FAVORABLE PERO NO NECESARIA
- **MANTEO:** 0 A 70°
- **PROFUNDIDAD:** 30 A 800 m
- **AGUA SUBTERRANEA:** NECESARIA, EN LO POSIBLE SOBRE EL CARBON PARA LOGRAR UN MEJOR CONTROL DEL CAUDAL
- **PODER CALORIFICO:** 3800 A 7000 kcal/kg (LIGNITO A BITUMINOSO)

EL PROYECTO Mulpun

Ubicación



LEYENDA

- Sondajes
- ✕ Minas
- Área del Proyecto (UCG)
- Rutas
 - Autopista
 - Ruta Secundaria
 - Línea Férrea
 - Ruta acceso al Proyecto

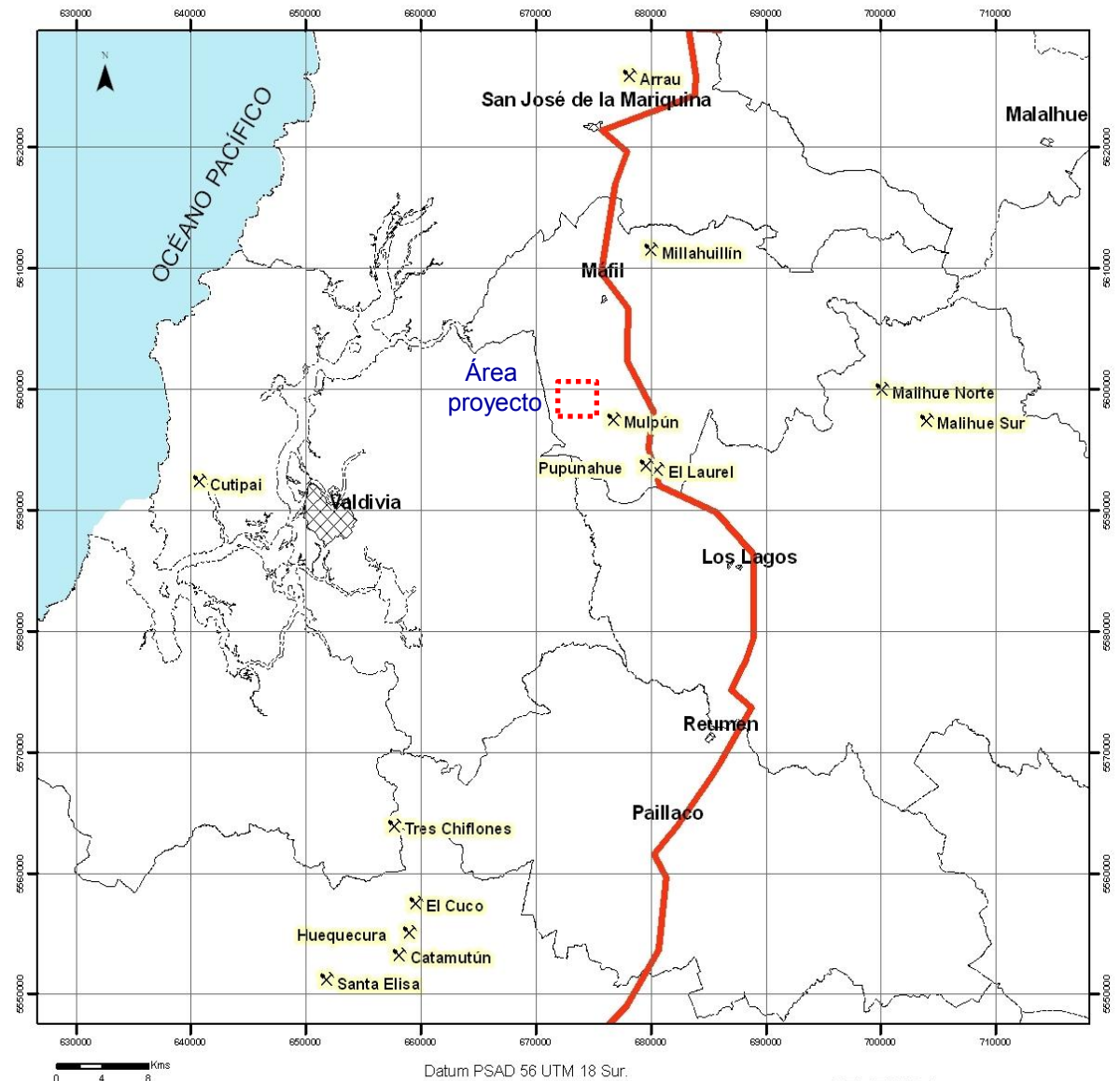
WGS 84 UTM 18 Sur.

Región De Los Ríos, Provincia de Valdivia, localidad de Máfil.

39°48'54" -
39°56'1" S

72°44'38" -
72°59'55" W

70 m s.n.m

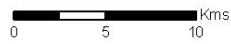
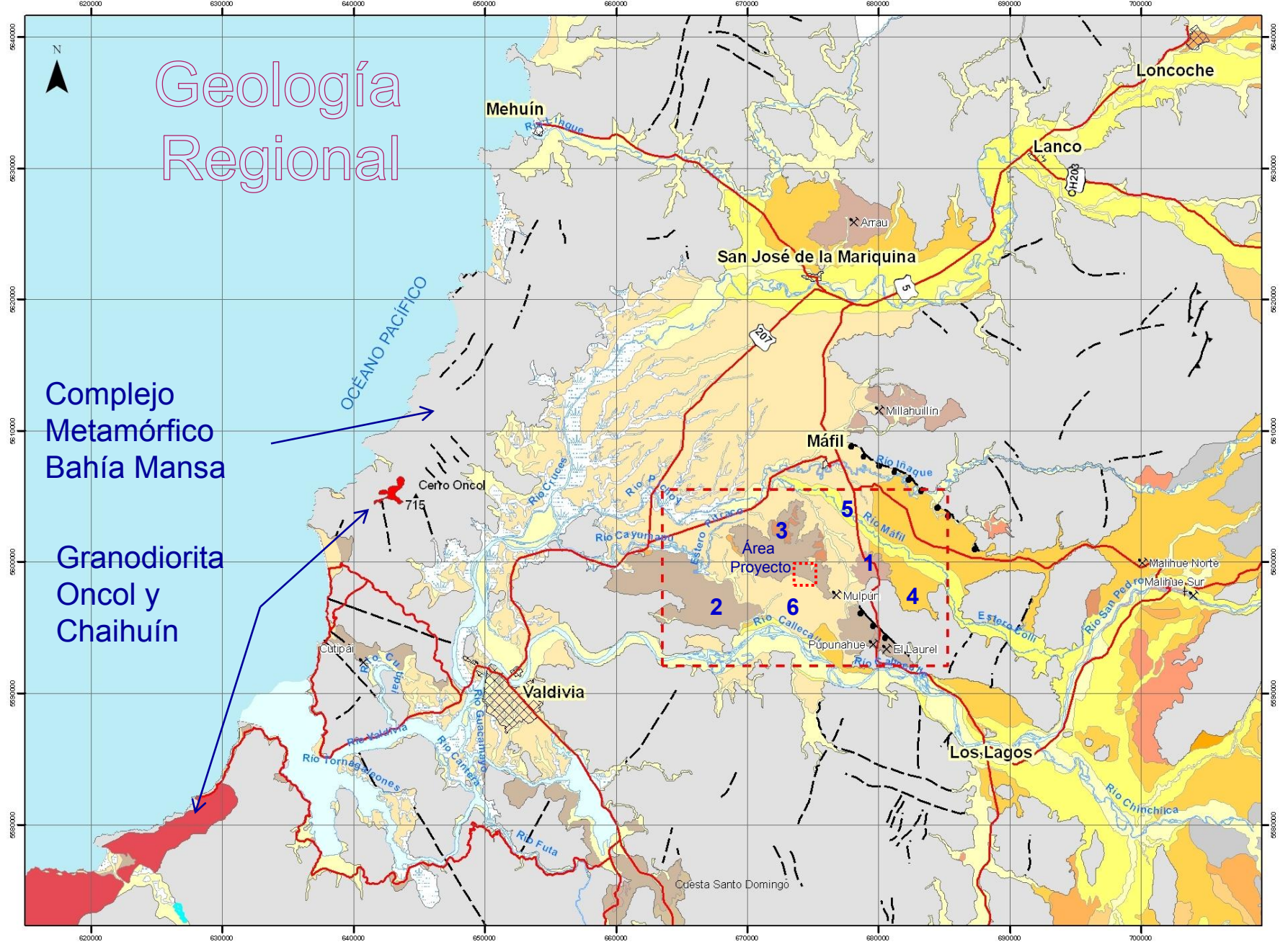


LEYENDA

- ✕ Yacimiento de carbón
- Ruta 5 Sur
- ⊠ Zona urbana
- Limite comunal

- Primeros hallazgos con la llegada de colonos alemanes (mediados XIX).
- Actividad minera se inicia a fines del siglo XIX.
- Abastecían principalmente a Ferrocarriles del Estado y a la Compañía Austral de Electricidad.

Geología Regional



Datum PSAD 56 U TM 18 Sur.

(mod. Elgueta, 2008)

Rasgos Estructurales



75°W 74°W 73°W 72°W 71°W

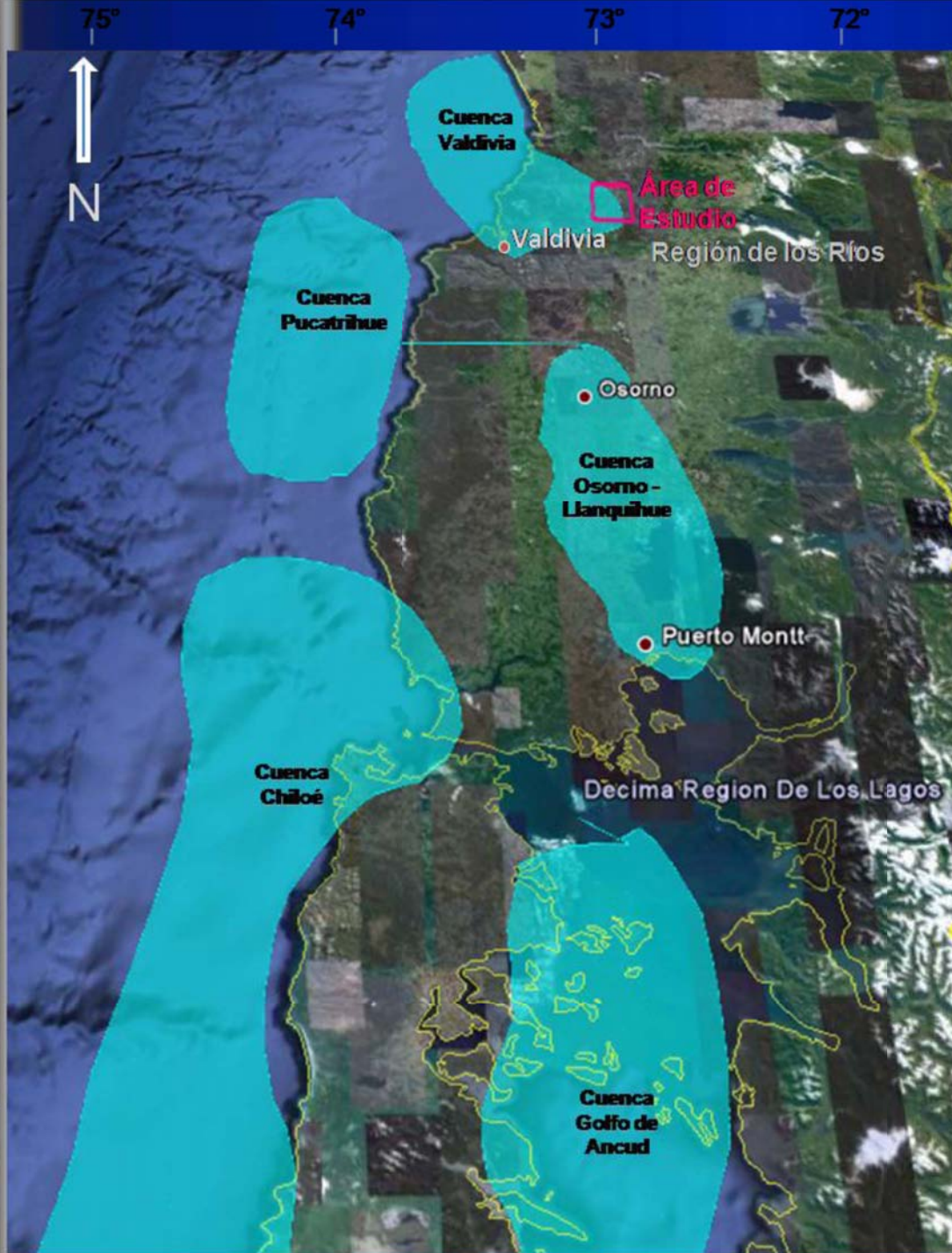
S

N



Km 817,150, Ruta 5 Sur entre Máfil y Los Lagos

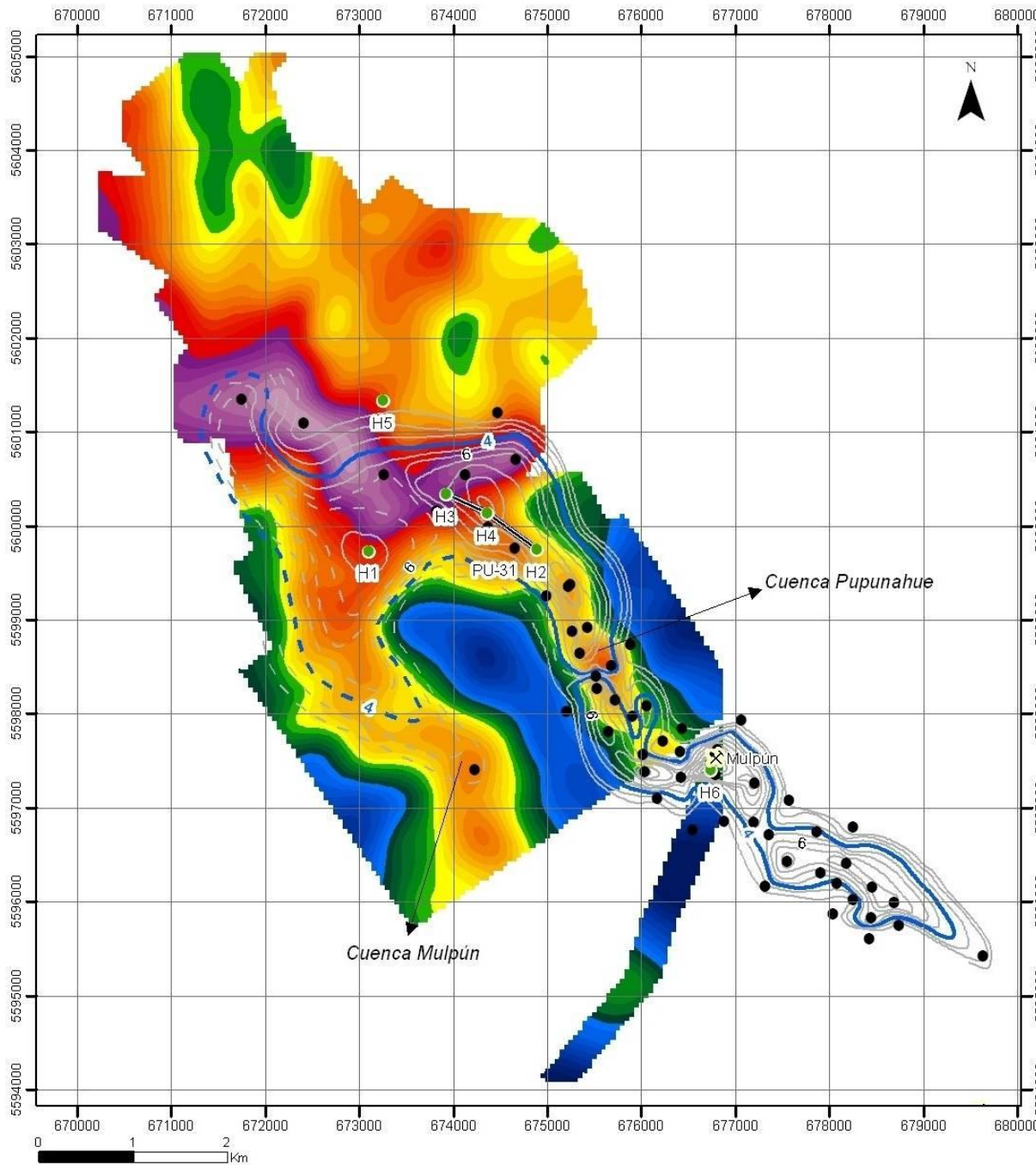
 NW - SE  NE - SW  NNE - SSW



Características de la Cuenca

La Cuenca Valdivia cubre una superficie aproximada de 9.000 km².

En su parte continental incluye una serie de depocentros desarrollados a partir de paleovalles estrechos separados por altos del Basamento.



SIMBOLOGÍA

GRAVIMETRÍA

Profundidad Basamento Metamórfico (m b.n.m.)



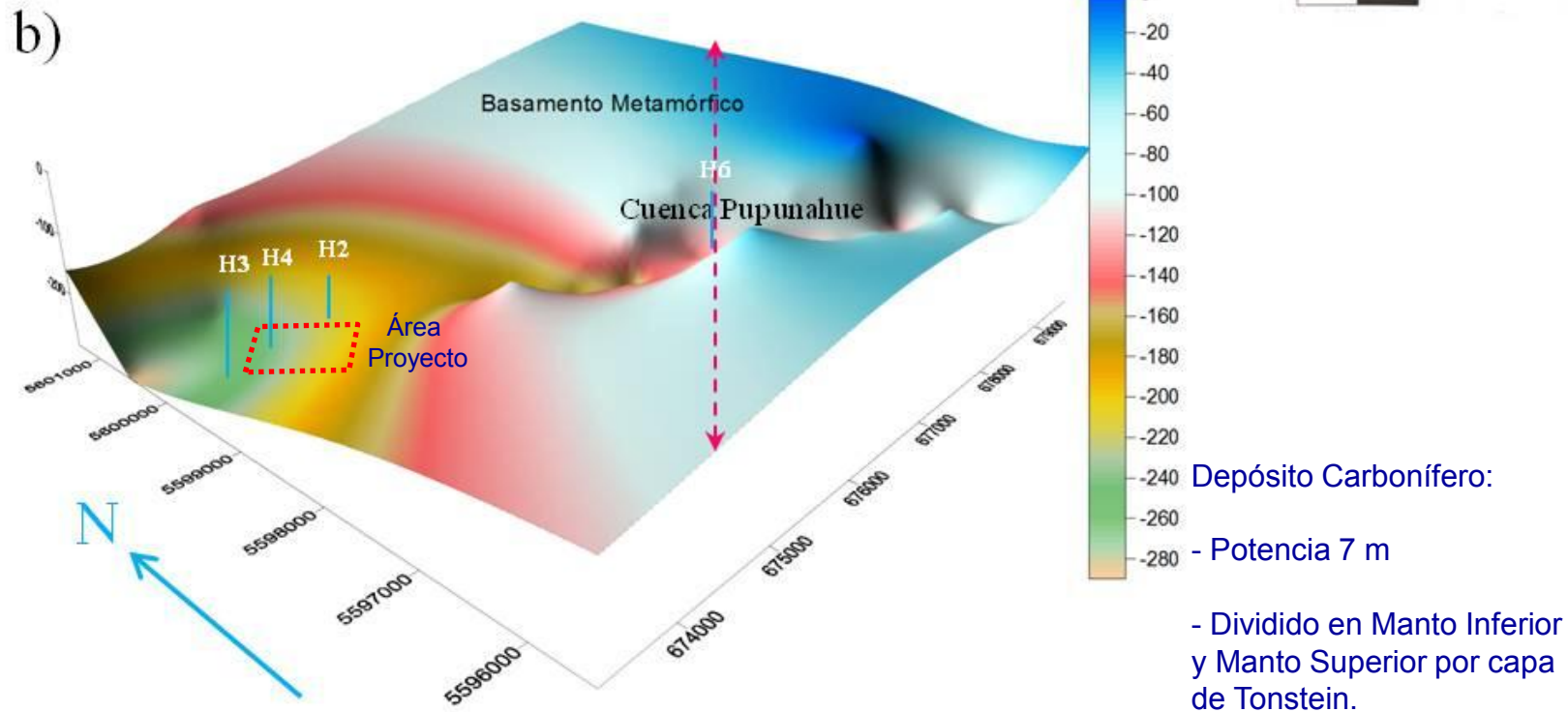
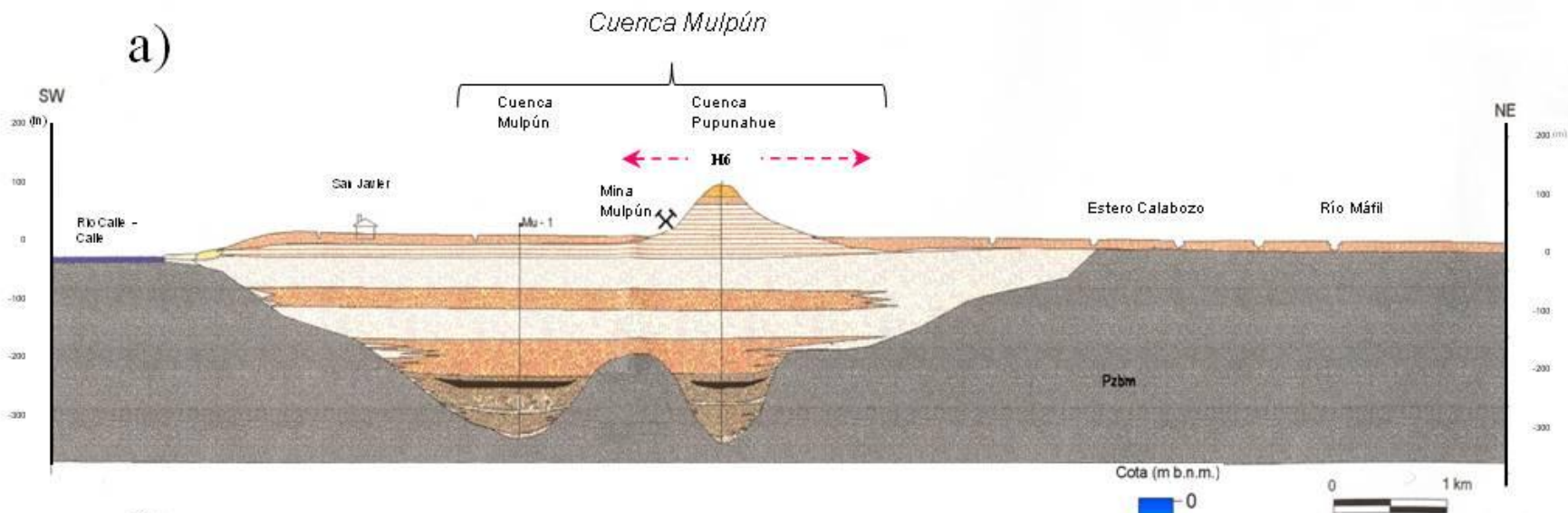
SONDAJES

- H
- Sondajes Antiguos (MU, P, PU)

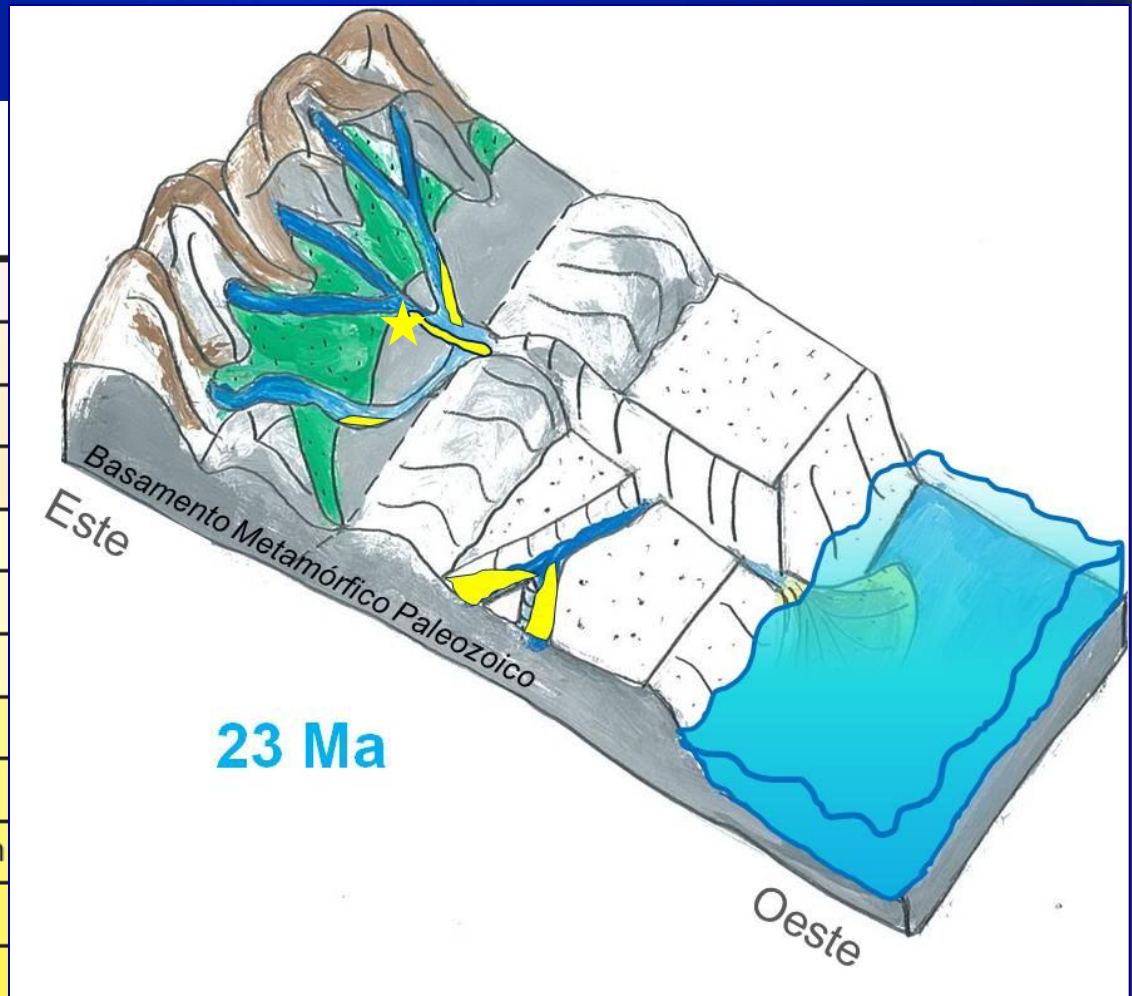
ISÓPACAS MANTO DE CARBÓN

- - - Inferido
- Calculado
- 4 m - Calculado
- - - 4 m - Inferido
- ⊗ Mina de Carbón
- Perfil NW - SE H3, H4, H2

Reservas: 150 mill. Ton.
Área: 15 km²

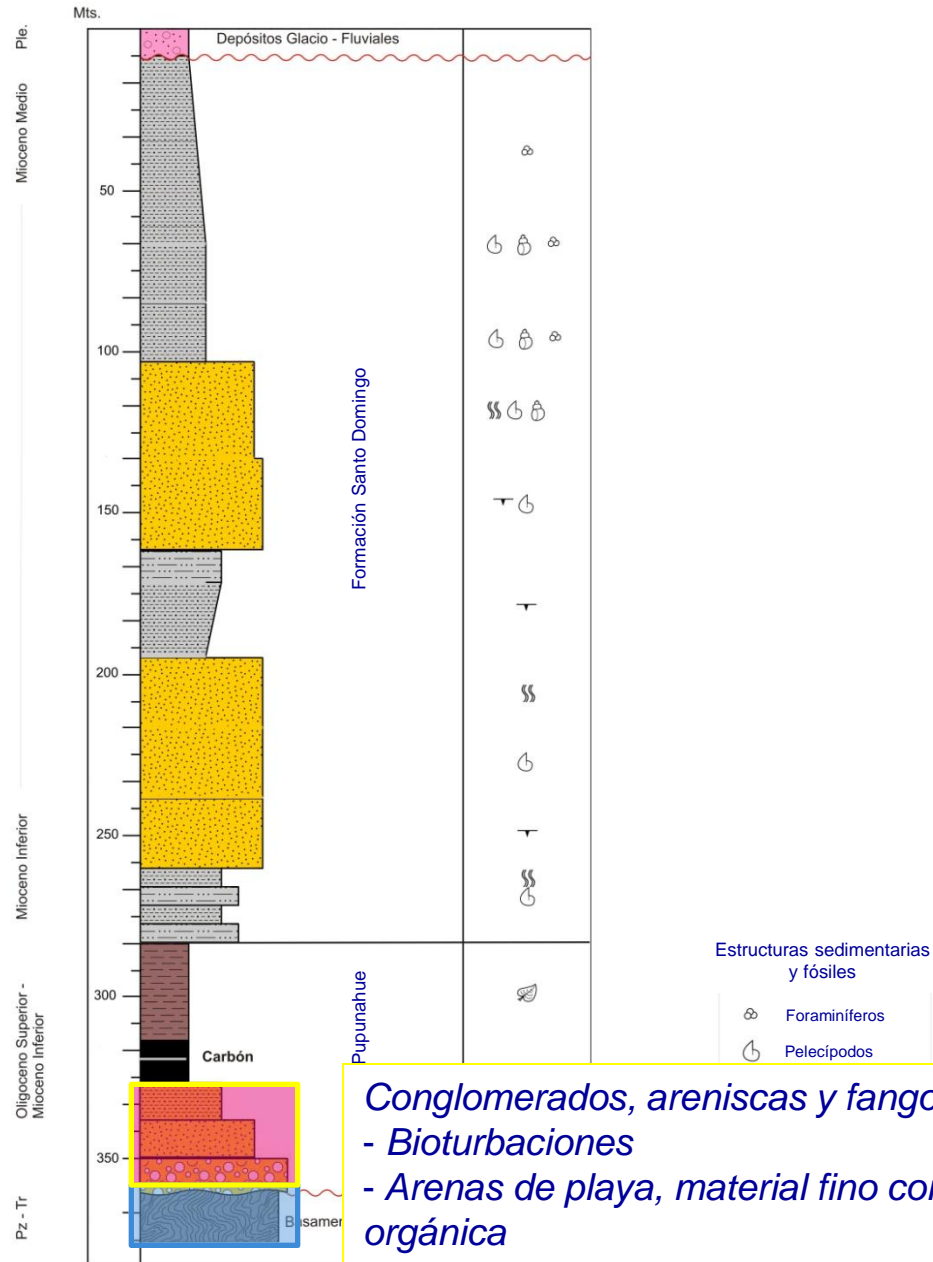


Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age
CENOZOIC	CENOZOIC	Quaternary *	Holocene	
			Pleistocene	Upper
				"Ionian"
				Calabrian
			Gelasian	
		Pliocene	Piacenzian	
			Zanclean	
		Neogene	Miocene	Messinian
				Tortonian
				Serravallian
				Langhian
				Burdigalian
				Aquitanian
		Oligocene	Chattian	
Rupelian				
	23.03			
	28.4 ±0.1			
	33.9 ±0.1			

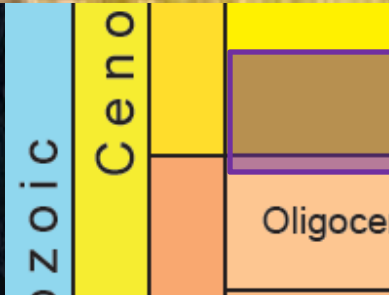
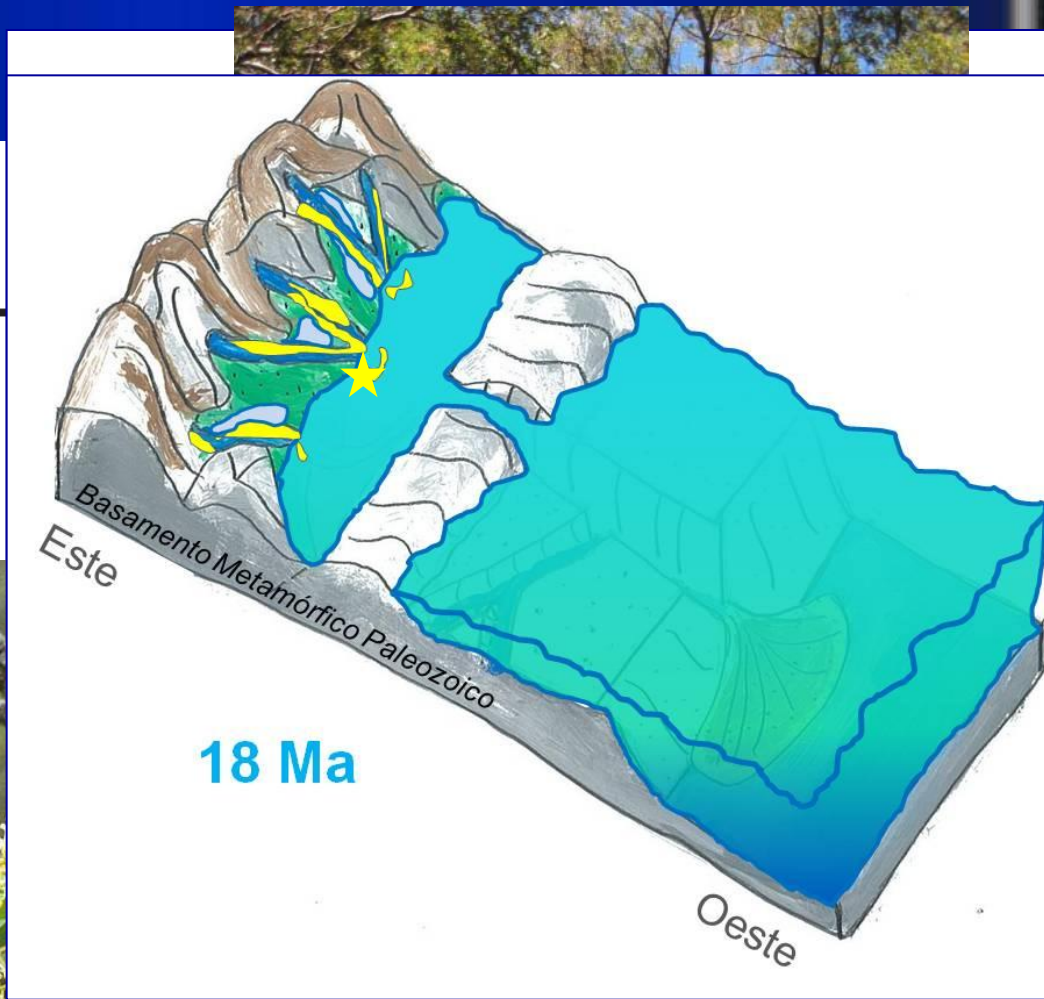


20.45
23.03
28.4 ±0.1
33.9 ±0.1

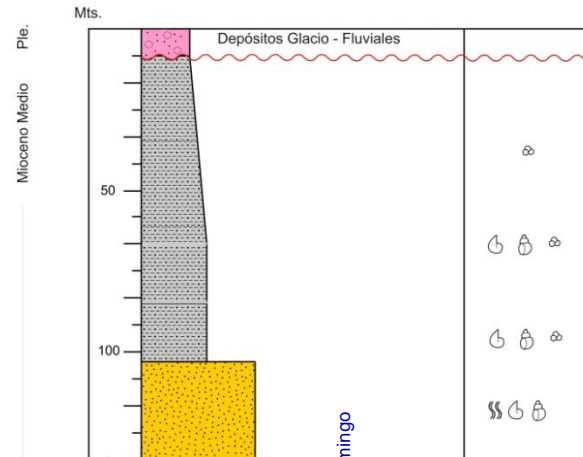
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA ÁREA MULPÚN



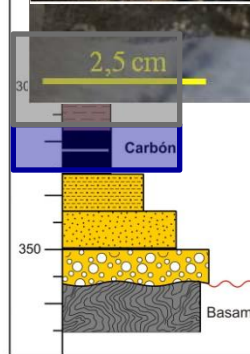
Conglomerados, areniscas y fangolitas interestratificadas
- Bioturbaciones
- Arenas de playa, material fino con restos de materia orgánica



COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA ÁREA MULPÚN



Mts.
Pie.
Mioceno Medio
100
150
200
250
300
350
Mioceno Inferior
300
350
Oligoceno Superior -
Mioceno Inferior
300
350
Pz - Tr



*Fangolitas con improntas de hojas fósiles
- Fragmentos de materia orgánica e improntas de hojas*

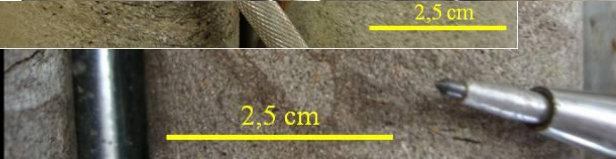
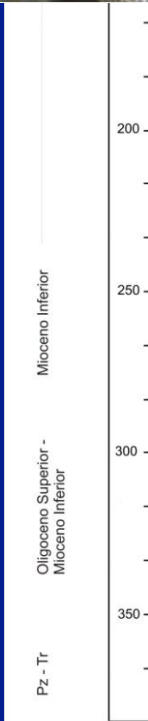
*Litofacies del evento carbogénico
- Manto Inferior – Tonstein – Manto Superior*

- Bioturbaciones
- Láminas carbonosas
- Improntas fósiles

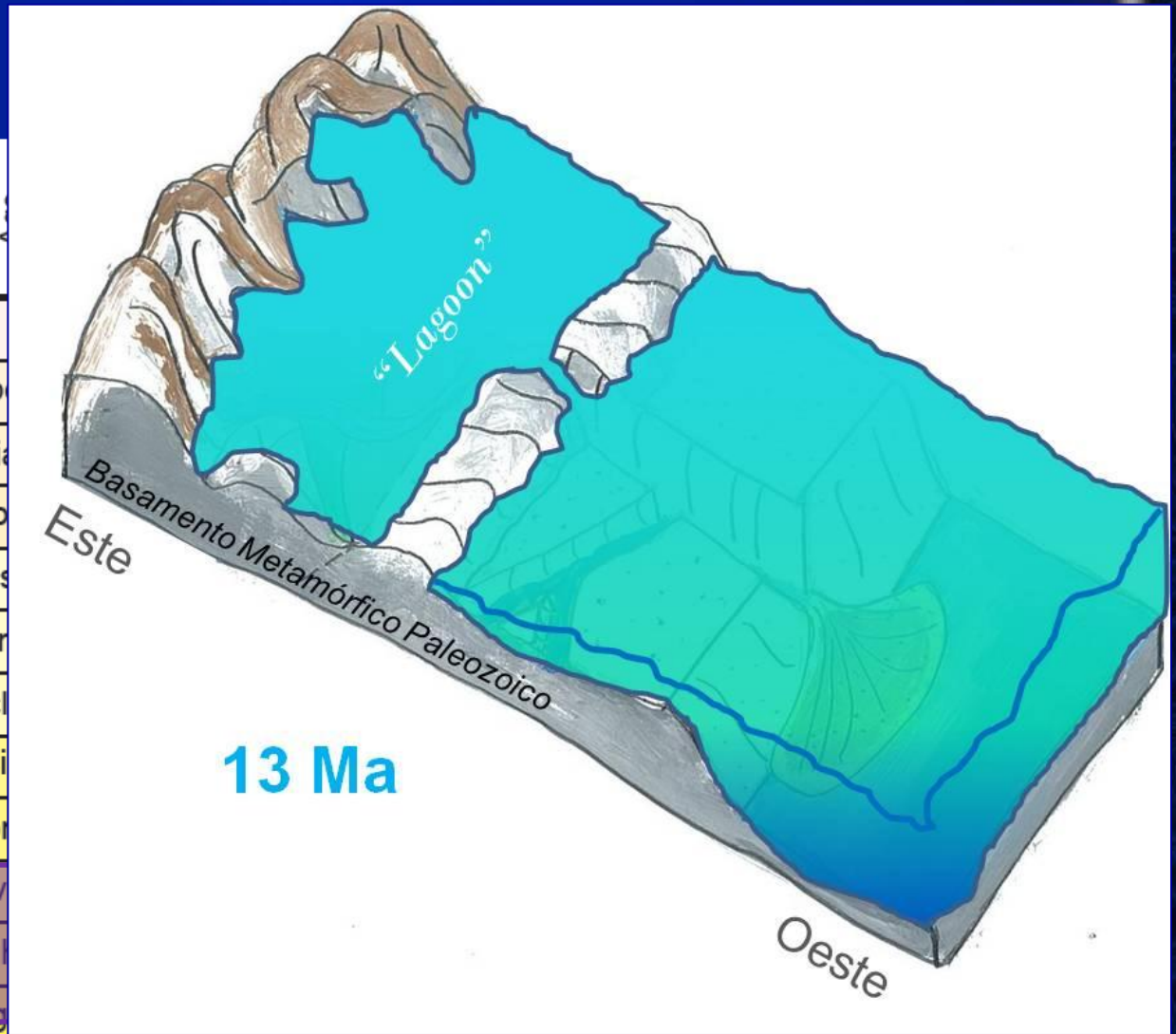
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA ÁREA MULPÚN



Areniscas epiclásticas fosilíferas



Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage	
CENOZOIC	CENOZOIC	Quaternary *	Holocene		
			Pleistocene	Upper	
				"Ionia"	
				Calabro	
			Pliocene	Piacentini	
				Zanclean	
		Neogene	Miocene	Serravallo	
				Langhian	
				Burdigalian	
				Aquitania	20.43
			Oligocene	Chattian	23.03
				Rupelian	28.4 ± 0.1
					33.9 ± 0.1



13 Ma

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA ÁREA MULPÚN

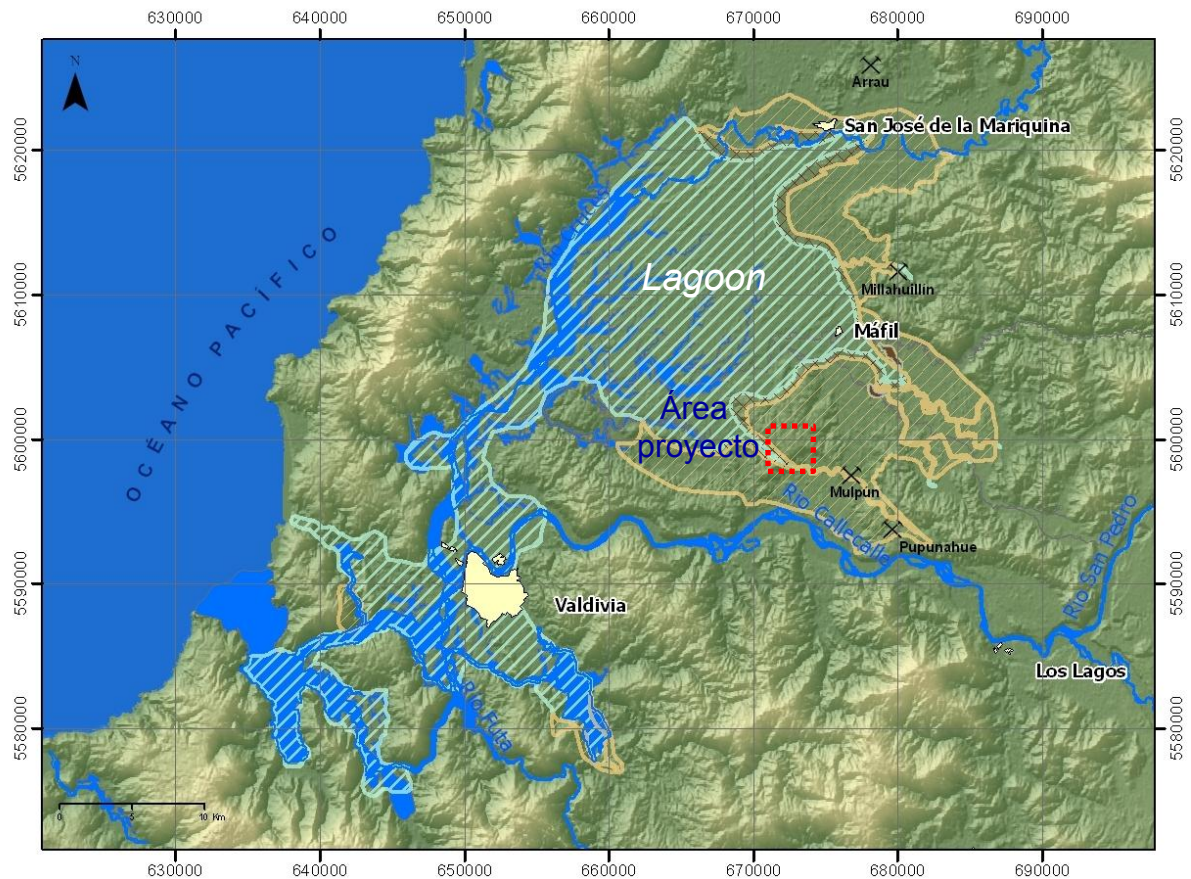


Fangolitas fosilíferas con micro y macrofauna



Estructuras sedimentarias y fósiles

- ⊗ Foraminíferos
- ☉ Pelecípodos
- ⊕ Gastrópodos
- ∞ Bioturbaciones
- └ Láminas carbonosas
- ☞ Improntas fósiles



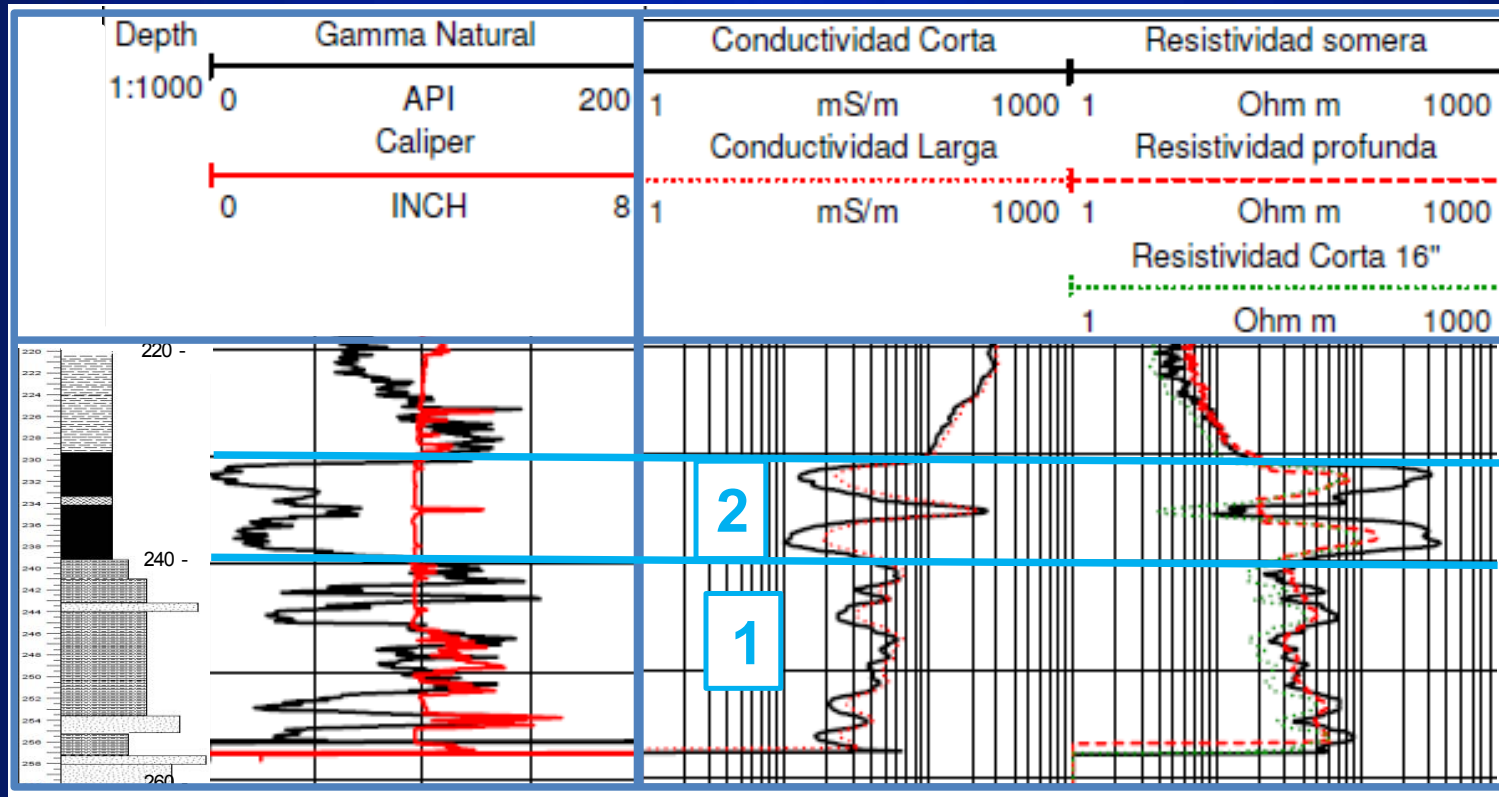
LEYENDA

- ⊗ Yacimientos de Carbón
- Ciudades
- 🌊 Ríos, Humedales

Oligoceno - Mioceno

- ▨ "Lagoon"
- ▩ Estuario
- Pantano
- ▭ Planicie costera

Geofísica de Pozos

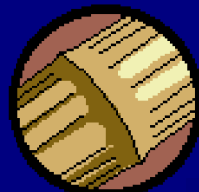


MACERALES



¿Qué hay en el carbón?

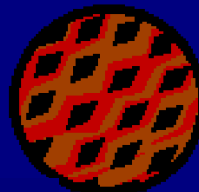
KGS



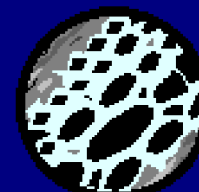
Madera



Raíces



Corteza



Carbón

Vitrinita

Inertinita



Cutícula de hojas



Esporas

Liptinita

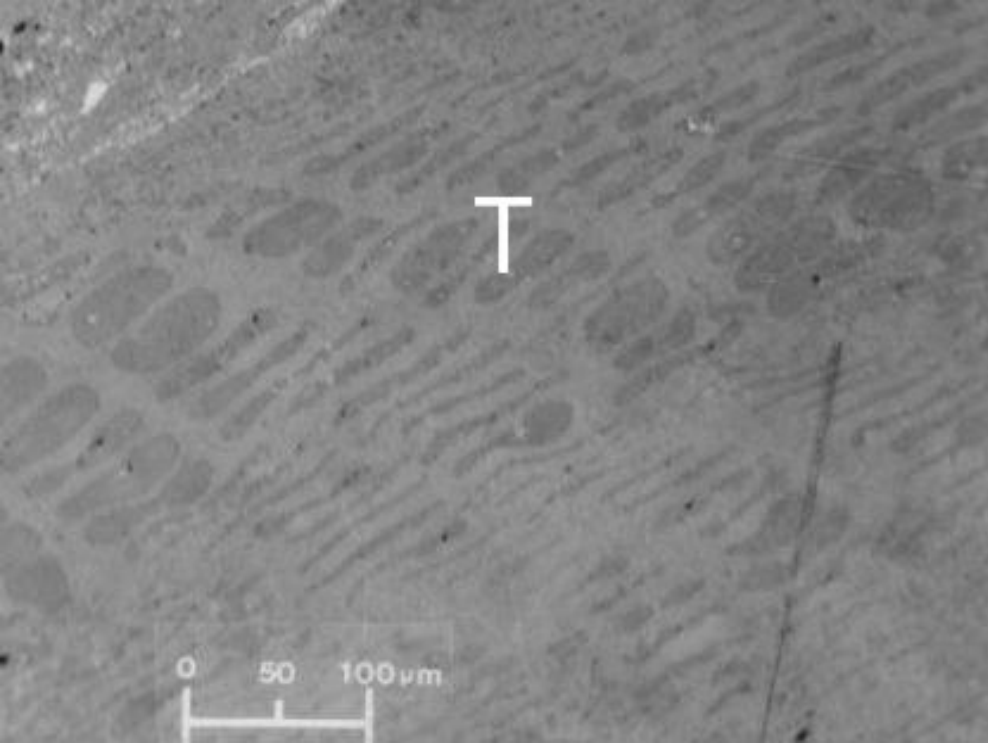
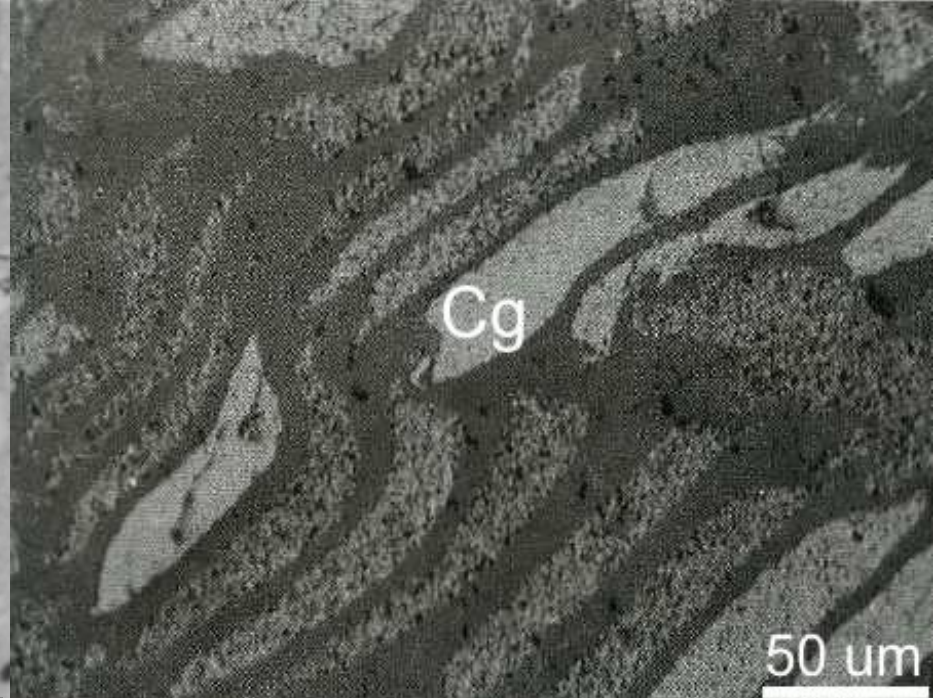
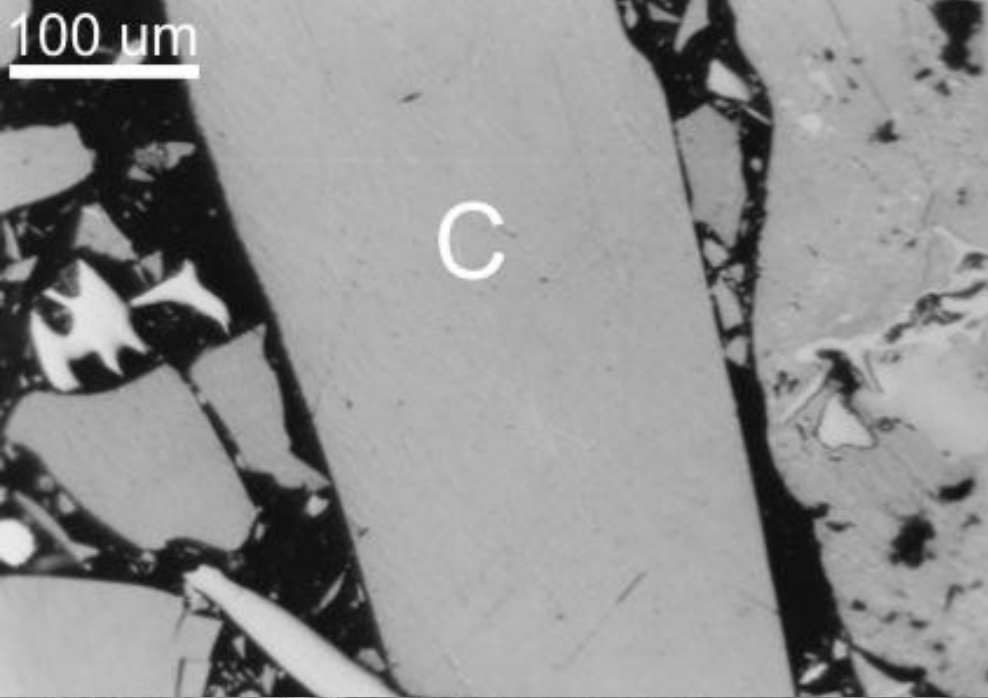


Sedimentos



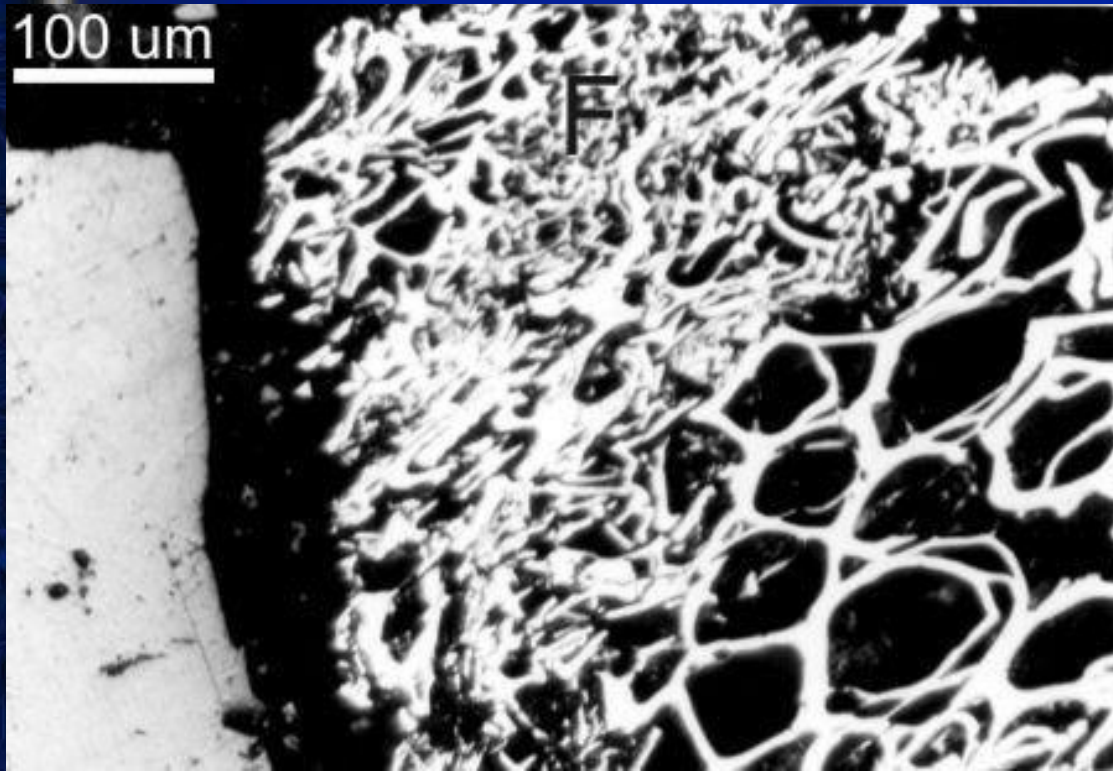
Minerales

Ceniza

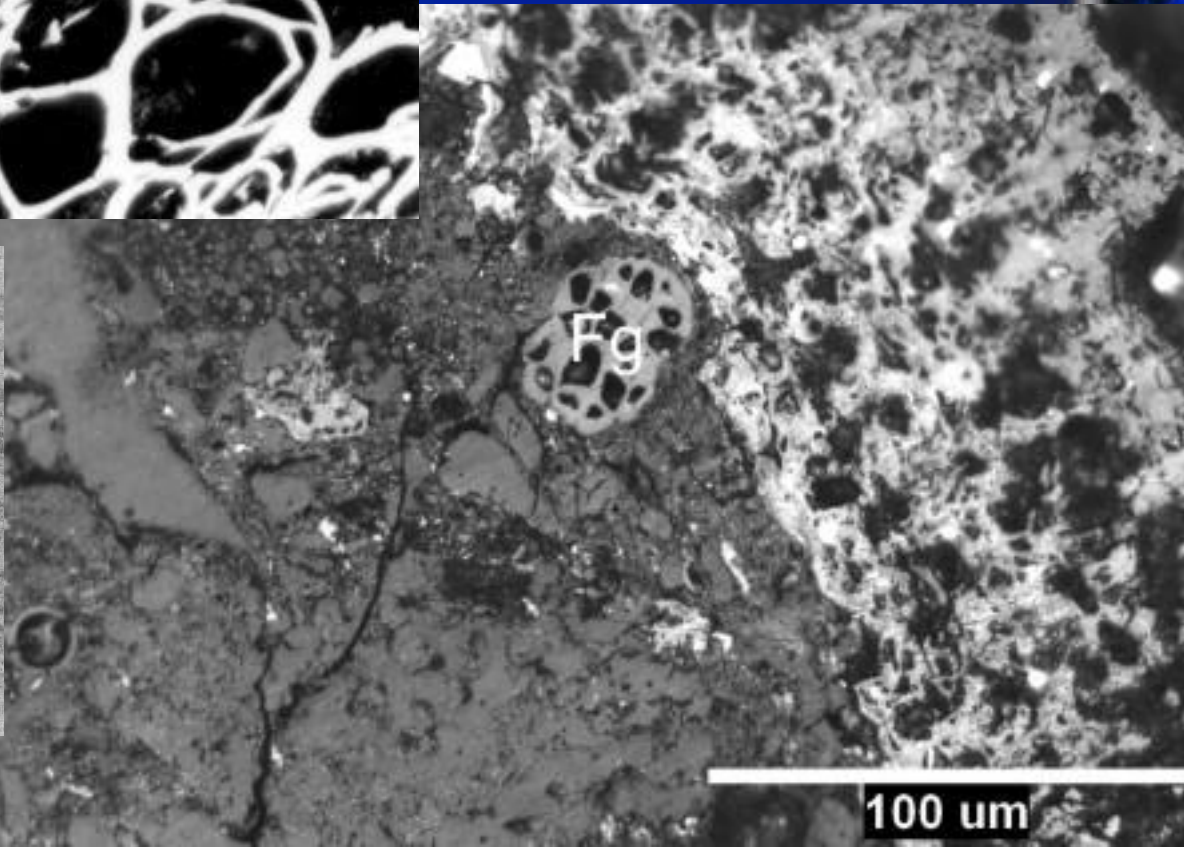
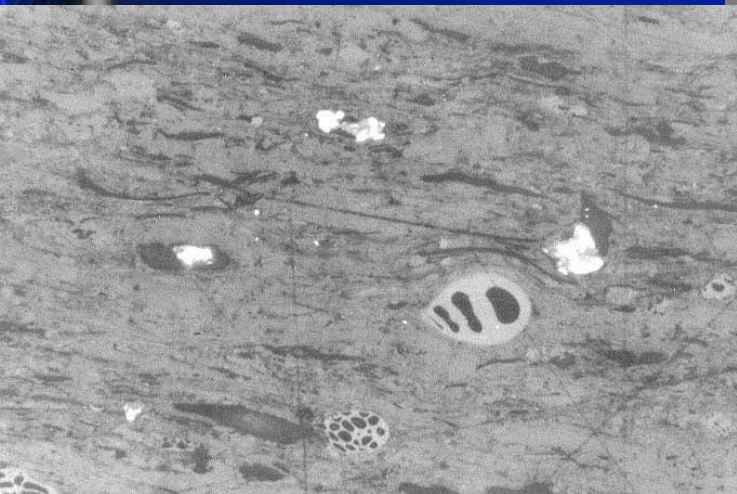


VITRINITA

100 um

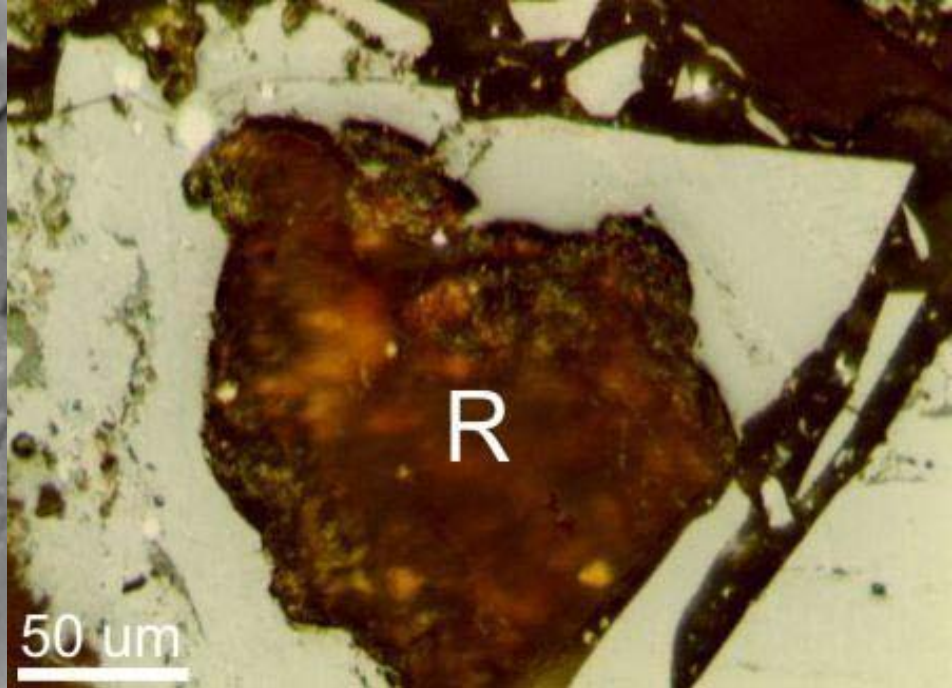
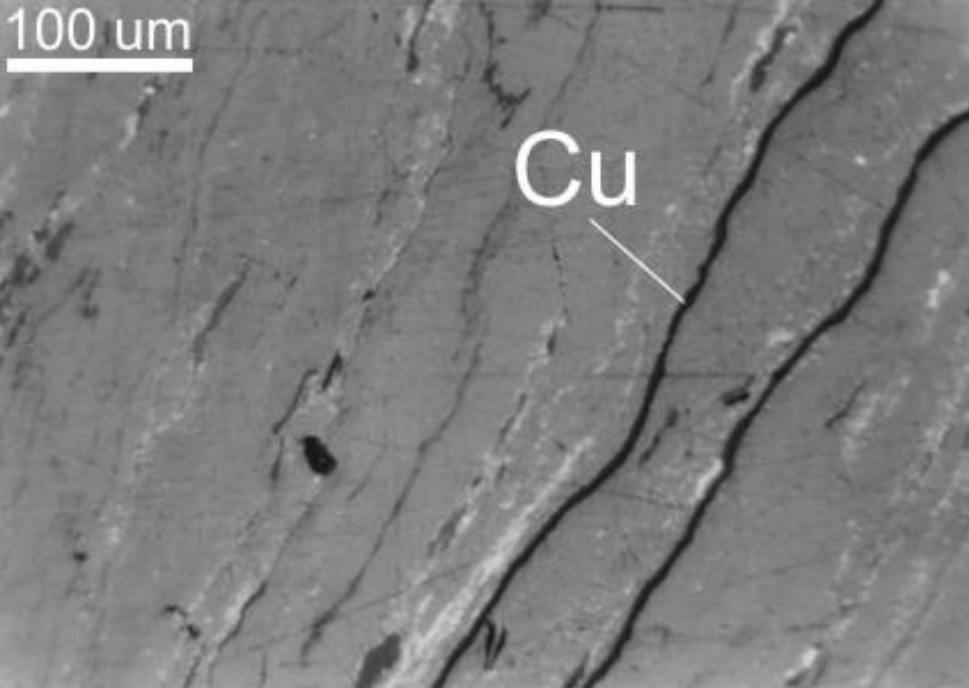


INERTINITA

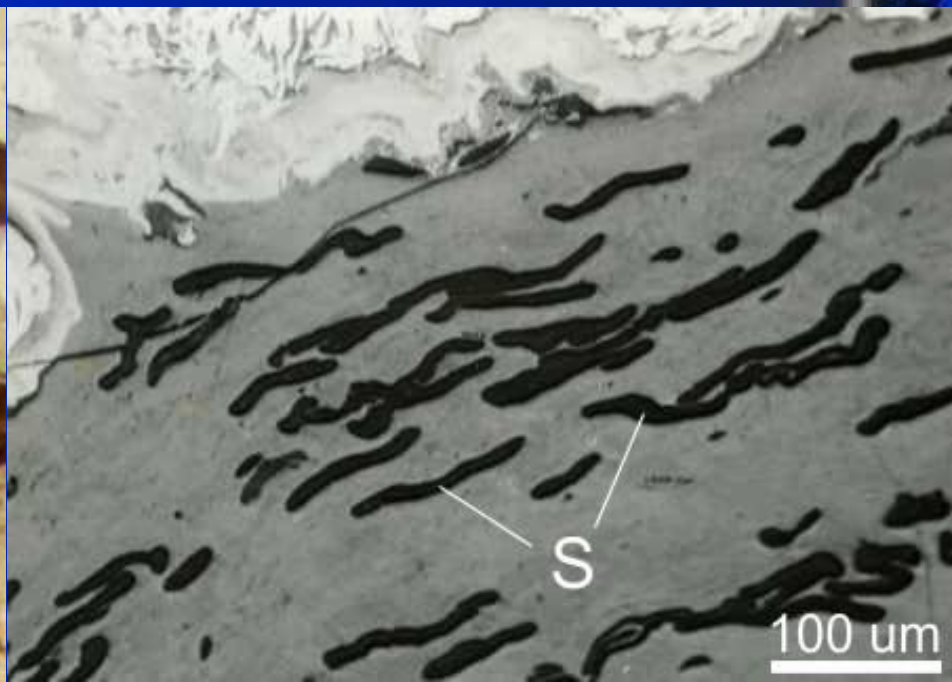


100 μm

Cu



LIPTINITA o EXINITA



Resultados

Range

- Medic
- Análisis
- Análisis
- Análisis

BASE SECA	Cenizas %	11,00	C %	67,60
	Materia Volátil %	44,00	H %	5,00
	C. Fijo %	44,80	N %	1,40
	Azufre %	0,35	O %	14,60
	P.C.Sup. (kcal/kg)	6413		
B. C. RECIBIDA	Humedad Residual %	9,11		
	Reflectancia Vitrinita (Ro)	0,41		

Etapas de maduración	Rango del carbón	% Reflectividad en vitrinita	% Volátiles	% Carbono	% Humedad	kcal/kg Poder calorífico	
Diagénesis	Turba	0.2	68				
	Lignito		64	ca. 60	ca. 75		
			0.3	60		ca. 35	4000
	Sub-bituminoso	C		52			
B		0.4	48	ca. 71	ca. 25	5500	
Catagénesis	A		0.5				
		C	0.6	44	ca. 77	ca. 8-10	7000
	B Bituminoso alto volátil		0.7	40			
		A	0.8	36			
	Bituminoso medio volátil		0.9	32			
			1.0	28	ca. 87		8650
			1.2	24			
	Bituminoso bajo volátil		1.5	20			
		1.6	16				
Metagénesis	Semi-antracita		2.0				
			2.5	12			
	Antracita		8	ca. 91		8650	
	Meta-antracita		3.0				
			4.0	4			
Meta-morfismo	Meta-antracita	5.0					

$$\% R_o = 0,4 \pm 0,04$$



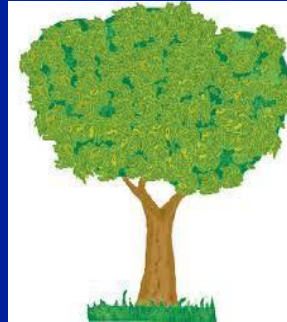
Sub - Bituminoso

Clasificación del carbón de acuerdo al rango, basado en sus propiedades químicas y físicas (modificado de Teichmüller y Teichmüller, 1982)

Tipo

- Identificación y cuantificación de macerales

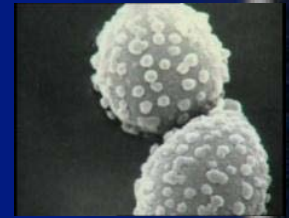
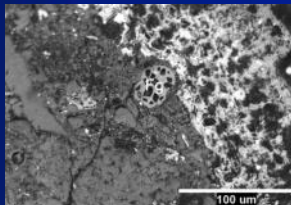
% Vitrinitas = **57,7** ± 8,01



“Telovitrinitas > Detrovitrinitas”



% Inertinitas = **10,18** ± 5,23



(polen)

% Liptinitas = **30,39** ± 9,39



(alga)



(resina)

Microlitotipos

Vitrinitas = 58 %

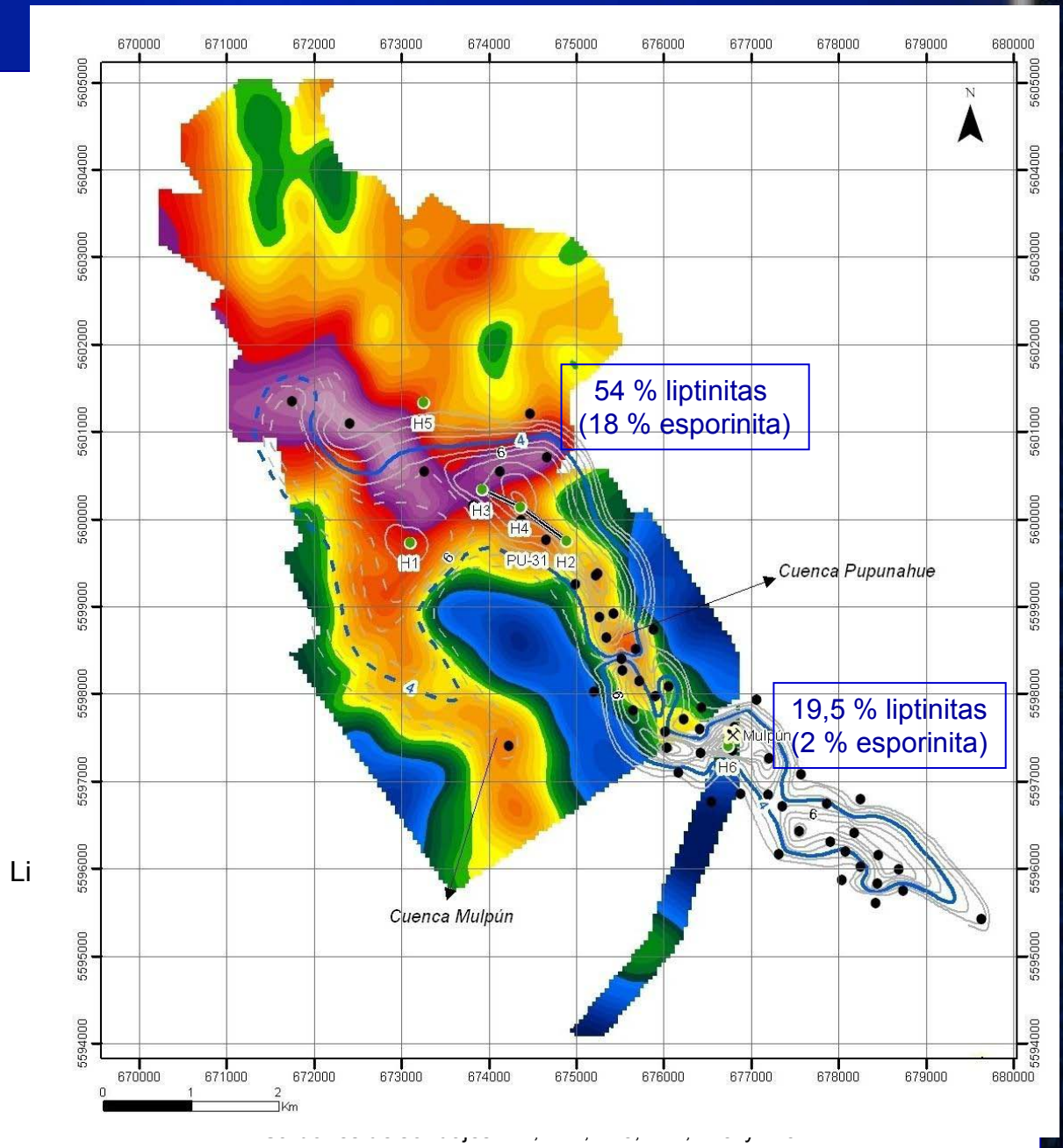
Liptinitas = 30 %

Inertinitas = 10 %

Materia Mineral = 2 %



Clarita v
Trimacerita v



Ambiente de depositación

IPT = Índice de Preservación del Tejido (relación macerales enteros y fragmentados) **>1** (4,7)

IG = Índice de Gelificación (persistencia de las condiciones de humedad) **>1** (8,7)

Microlitotipo (clarita) + IPT + IG →



- Durante la turbidización predomina un ambiente húmedo.

- Tejidos vegetales bien estructurados pertenecientes a bosques altos, sometidos a incendios muy esporádicos.

- **Análisis de difracción de rayos x**

Esmectitas, illita, muscovita, caolinita, y subordinadamente clorita, cuarzo, plagioclasa y siderita.



1000 °C (deshidroxilación)



Mullita, corindón, tridimita, cristobalita, cordierita y enstatita (porcelanita).

resistentes

silicatados



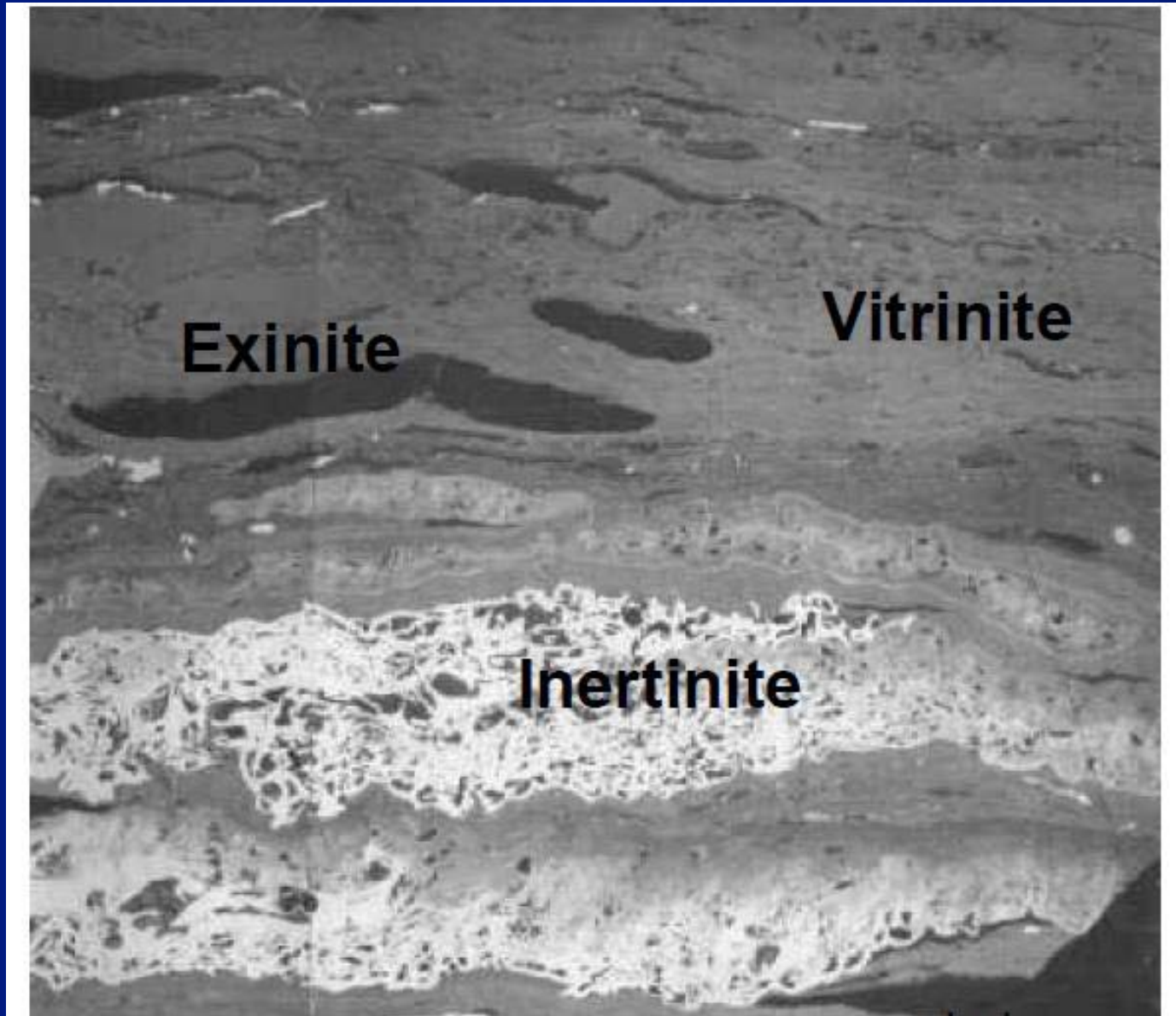
hidrófobos



Roca dura, refractaria y prácticamente insoluble, la que aislará y sellará el reactor natural de gasificación.



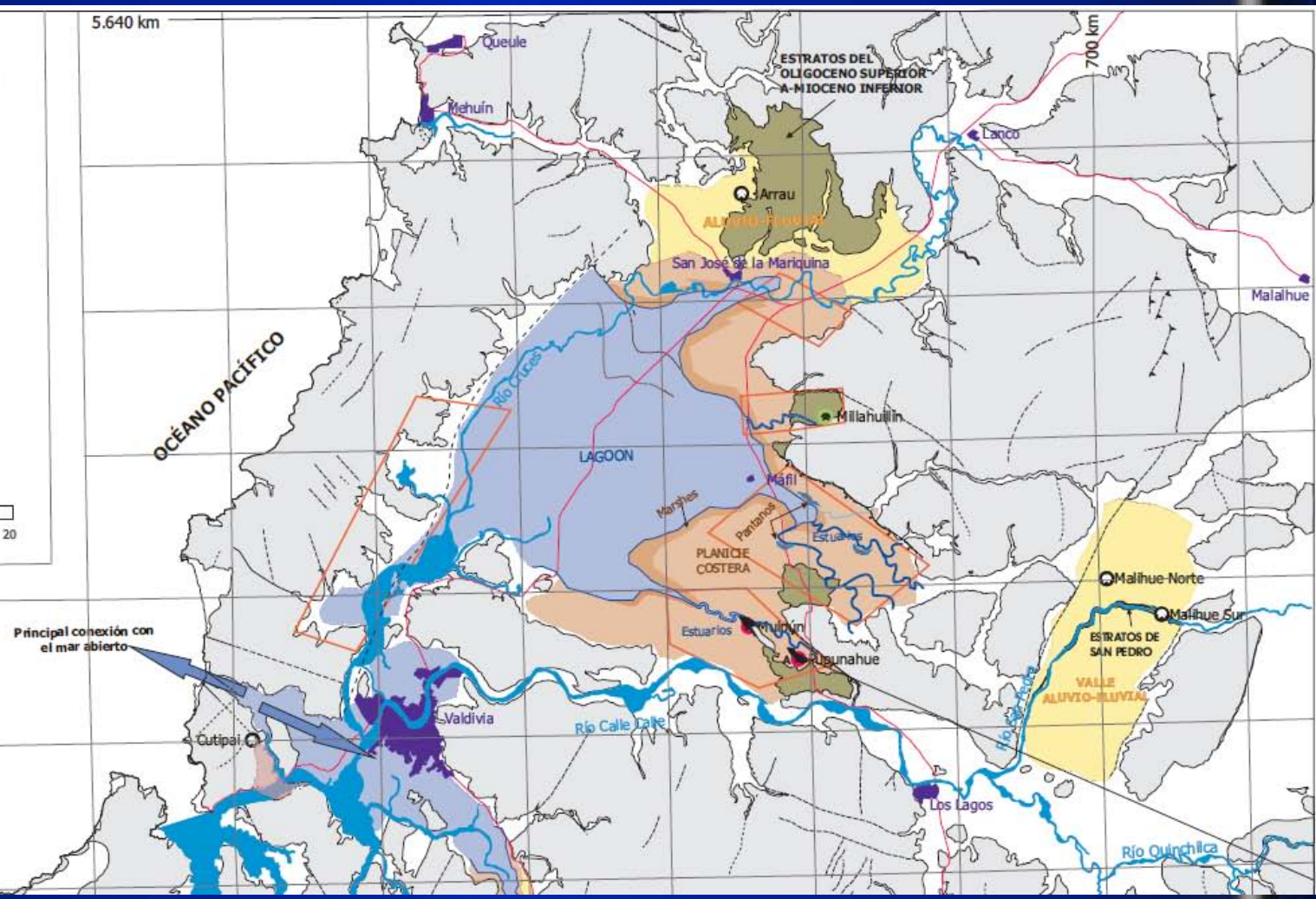
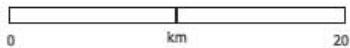
REFLECTIVIDAD



MAPA PALEOGEOGRÁFICO
Y
DISTRIBUCIÓN DE FACIES

OLIGOCENO SUPERIOR A
MIOCENO INFERIOR

BORDE ORIENTAL
CUENCA VALDIVIA



Alfaro y Elgueta, 2008

Conclusiones

Profundidad

Volumen

Características geológicas

Potencia

Ausencia fallas

Materia volátil

**Características petrográficas y
geoquímicas del carbón**

Sello refractario

Macerales

S

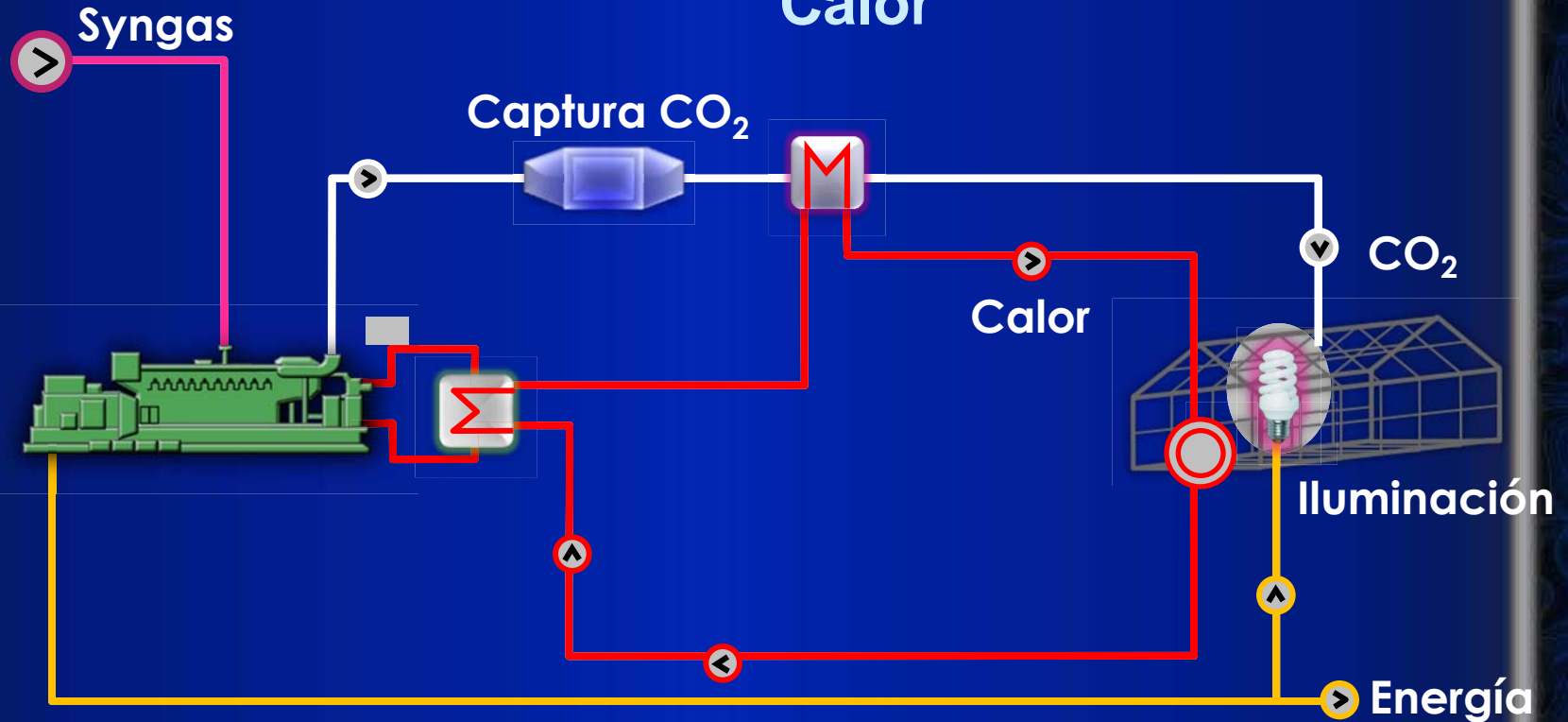


El yacimiento es favorable al proceso UCG!

APLICACIONES DEL PROCESO UCG

Cogeneración Invernaderos

Captura del CO₂ & Aprovechamiento del Calor



5 MW permiten instalar 10 Ha de invernaderos

Invernaderos



Proyecto de Socio UCG Australia



- Planta piloto
- Dimensiones 100 x 50 m

- Transporte de gas de síntesis en el área del proyecto
- Es de fácil
 - Construcción
 - Movilización







¡El carbón no
es hoy día lo
que usted
piensa!

Fin



EL PROYECTO UCG MULPUN