Ministerio de Energía

Gobierno de Chile

WTERT CHILE

Chilean perspective on waste management and recent actions taken

Alex Godoy-Faúndez
Sustainability Research Centre, School of Engineering,
Universidad del Desarrollo
Head, WTERT -Chile

2018 EEC/WTERT Bi-Annual Conference
Sustainable Waste Management: The Forefront of Innovation
October 4th & 5th, 2018. The City College of New York
Hosted by EEC|CCNY

Viviana Avalos
División Energías Renovables
Ministerio de Energía

Fernanda Cabañas[1] , Athanasios Bourtsalas[1], Nickolas Themelis[1] & Alex Godoy-Faúndez[2]
1. Earth Engineering Center, Columbia University
2. Centro de Investigacion en Sustentabiliad y Gestión Estratégica de Recursos

NACIONAL

El incendio del vertedero Santa Marta: El día en que Santiago quedó bajo el humo

Partículas tóxicas quedaron el aire tras el siniestro y vecinos aledaños al recinto debieron usar mascarillas para salir a la calle.

Enero 2016



Fuente: http://www.ahoranoticias.cl

Feasibility study of Waste-to-Energy: Santiago, Chile

Goal: Determine the technical, economic, social and environmental viability of a power generation plant from municipal solid waste (Waste-to-Energy) in the Metropolitan Region

What type and how much garbage?
What Waste to Energy technologies exist and what is their maturity?
What environmental requirements must a WTE plant?
What are the most suitable technologies for Santiago?
How much?

Characterization of Urban Wastes

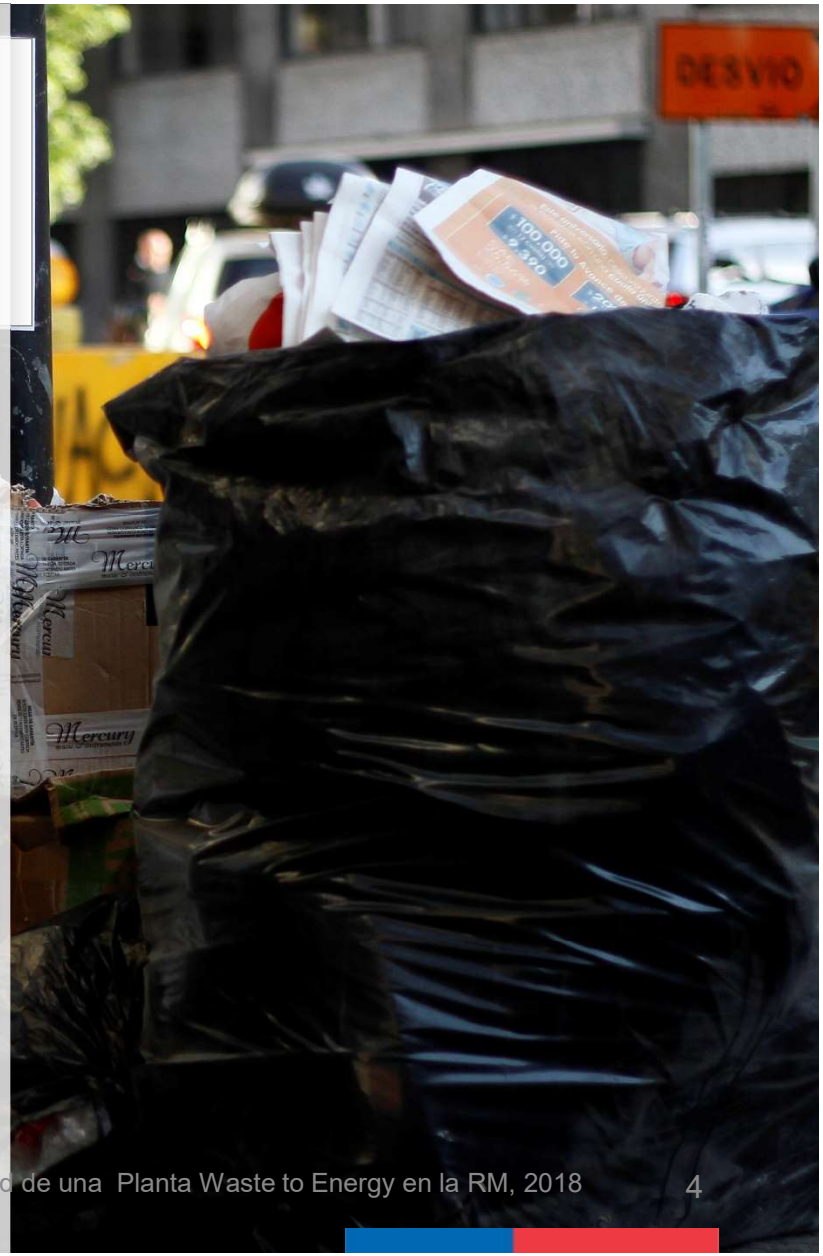
Proportion (ton)
70% - 30%

Orgánicos	57,24%
Papel	8,25%
Cartón	3,12%
Plásticos	10,93%
Metales	1,07%
Vidrio	3,25%
Inertes	2,61%
Tetra Pack	0,58%
Especiales	1,07%
Otros	11,84%

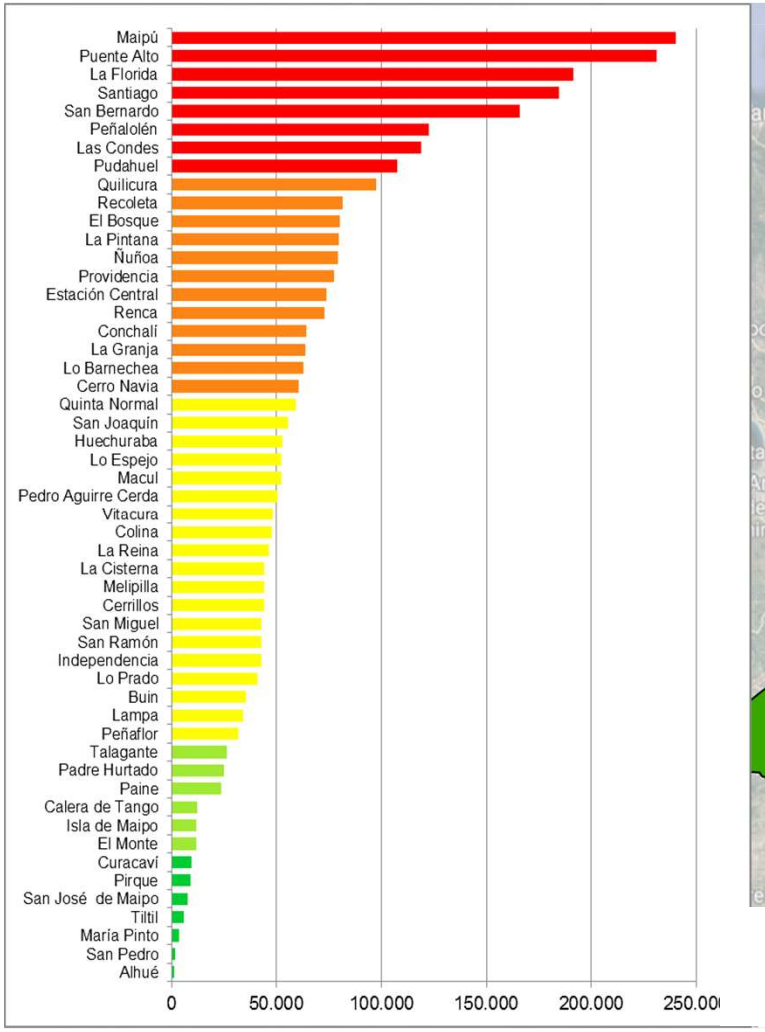
Calorific Value
2,78 [kWh/kg]

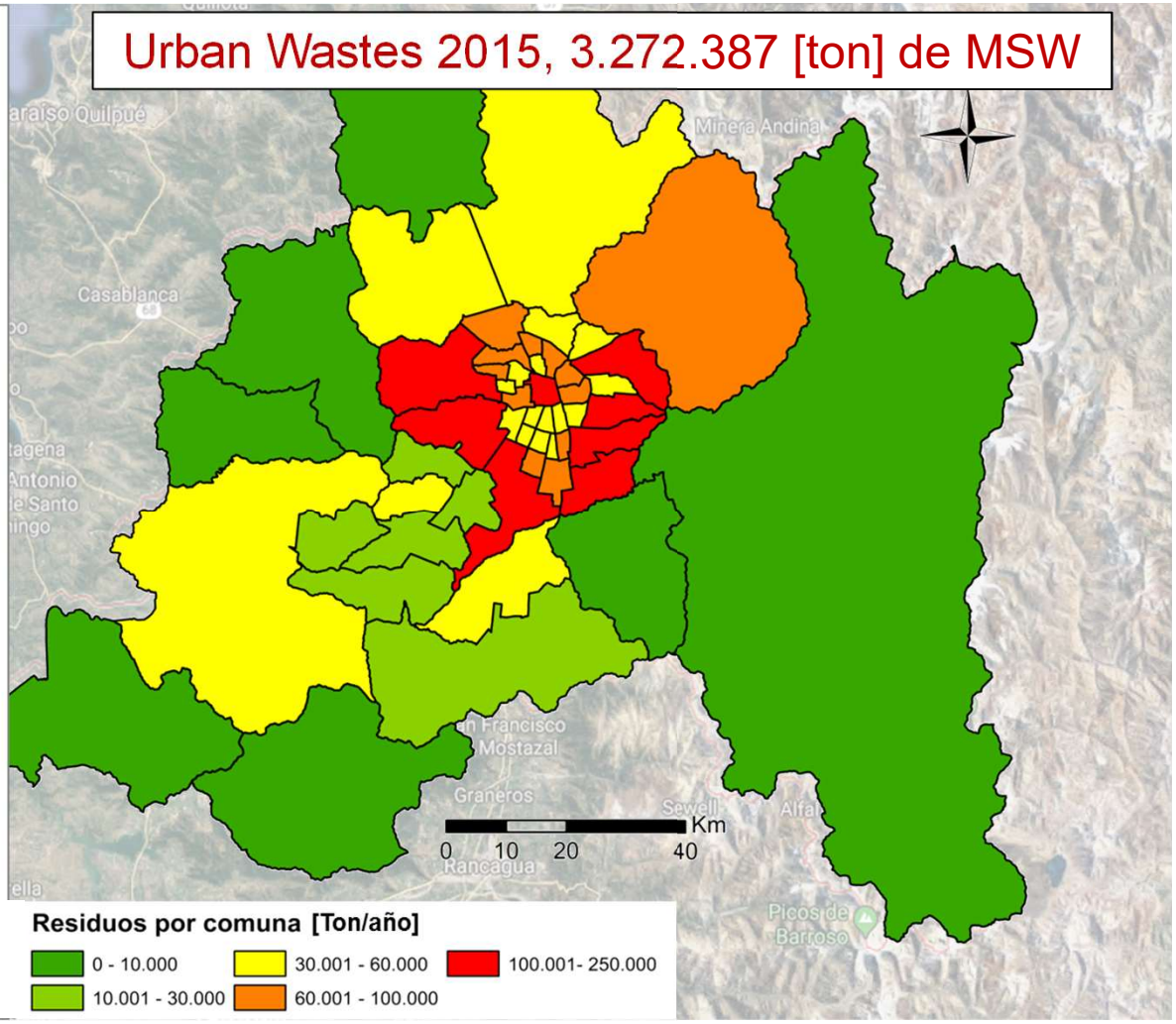
Orgánicos	39,40%
Papel	11,00%
Cartón	14,20%
Plásticos	15,30%
Metales	2,80%
Vidrio	2,20%
Inertes	0,70%
Tetra Pack	2,00%
Especiales	11,10%
Otros	1,30%

Calorific Value
3,59 [kWh/kg]



Municipal Solid Waste 2015



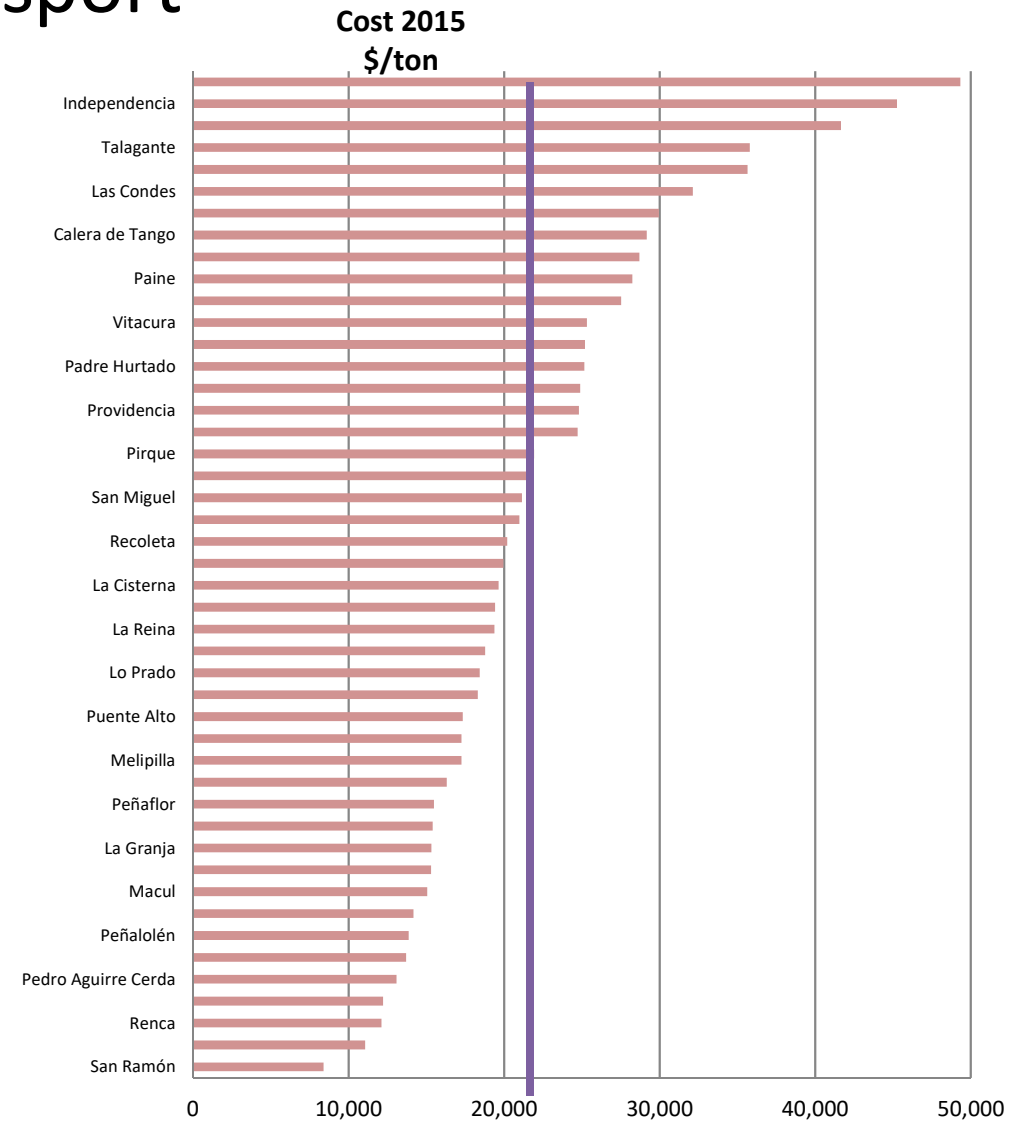


Collecting & Transport

Collecting & Transport
34,5 USD/ton



(*) Curacavi, Alhue, El Monte, San Pedro, Tiltil y Santiago cuentan con servicio de R&T propio

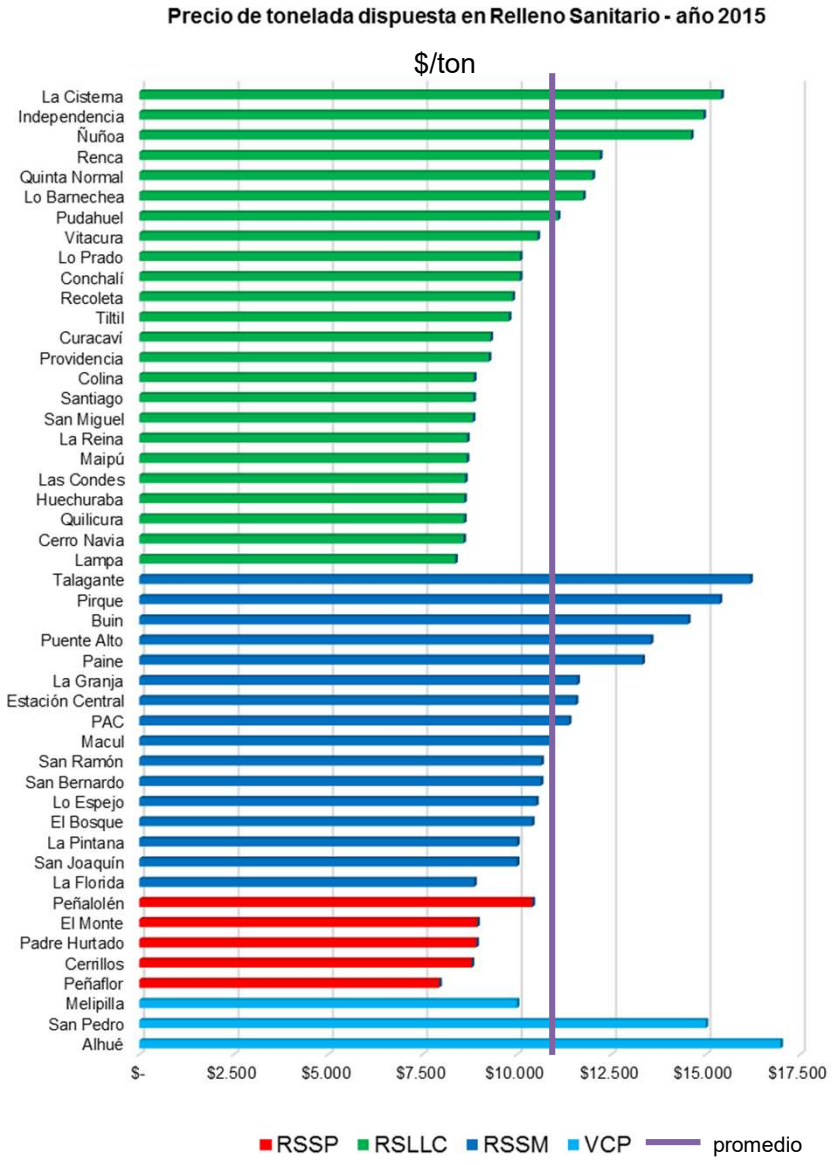


Final Disposal

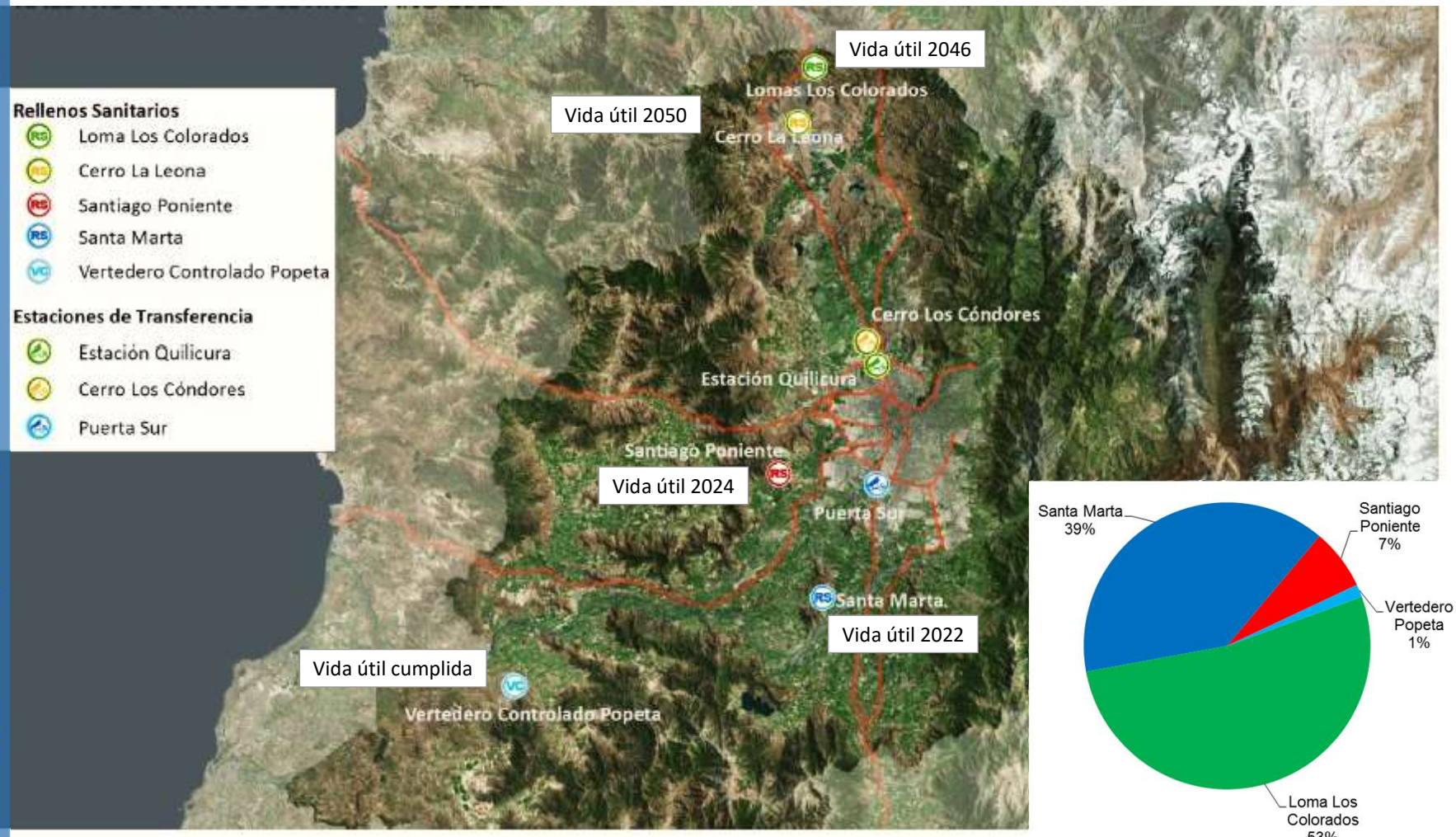
Final Disposal (gate fee)
USD 17.06 / Ton



El valor considerado incluye costo estación de transferencia



Final Disposal. Life span of Sanitary Landfills



nte Mapa: Seremi Medio Ambiente

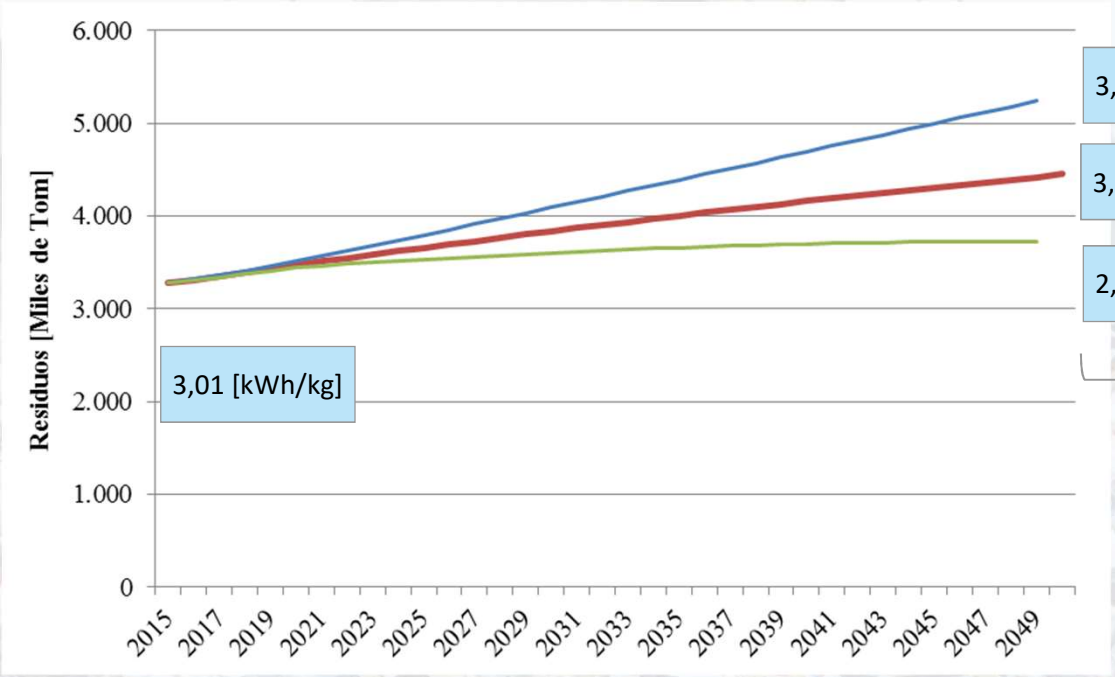
Municipal Solid Waste 2050



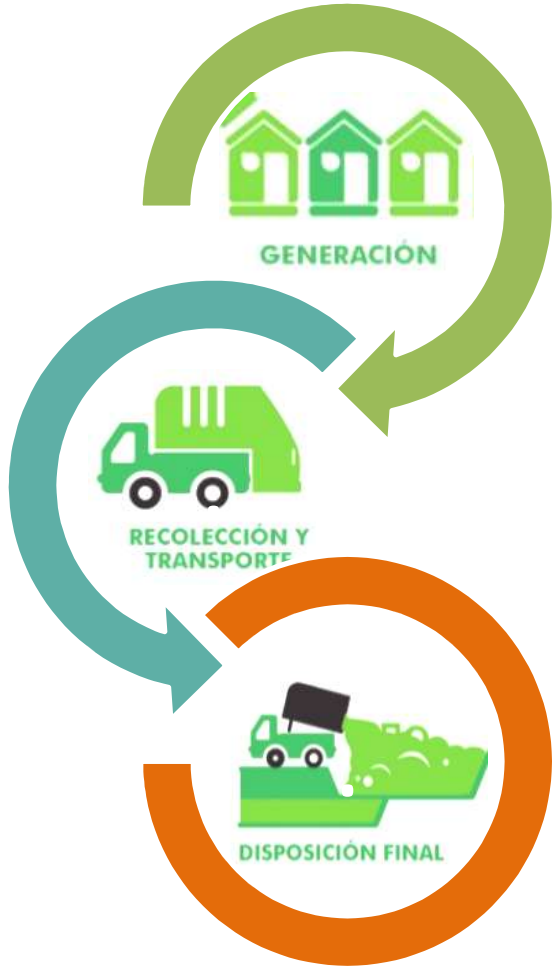




RSD al 2050		Economic Growth Scenearios (Ton/año)		
		Low	Medium	High
Recycling rate	Pessimistic	4.347.318	4.806.194	**5.313.941**
	Medium	4.048.691	**4.455.991**	4.907.013
	Optimistic	**3.750.064**	4.105.787	4.500.085



Municipal Solid Waste in Santiago



Año 2015 → **3.272.387 [Ton]**

34,6 USD/ton

Duration of contracts

5 Yr

Wastes **2050** range **3,7 a 5,2** [MM Ton]

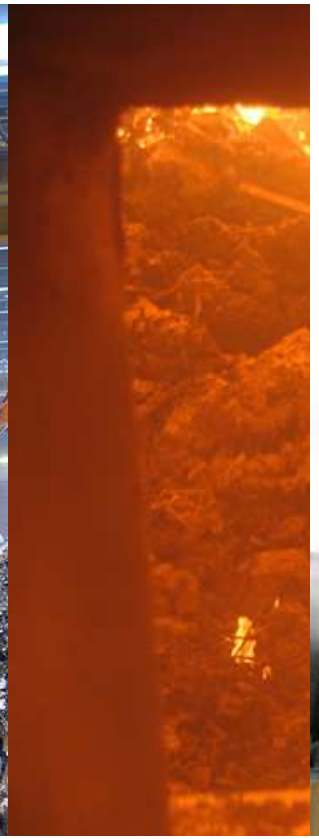
17 USD/ton

21 Municipalities with contracts until **2027**

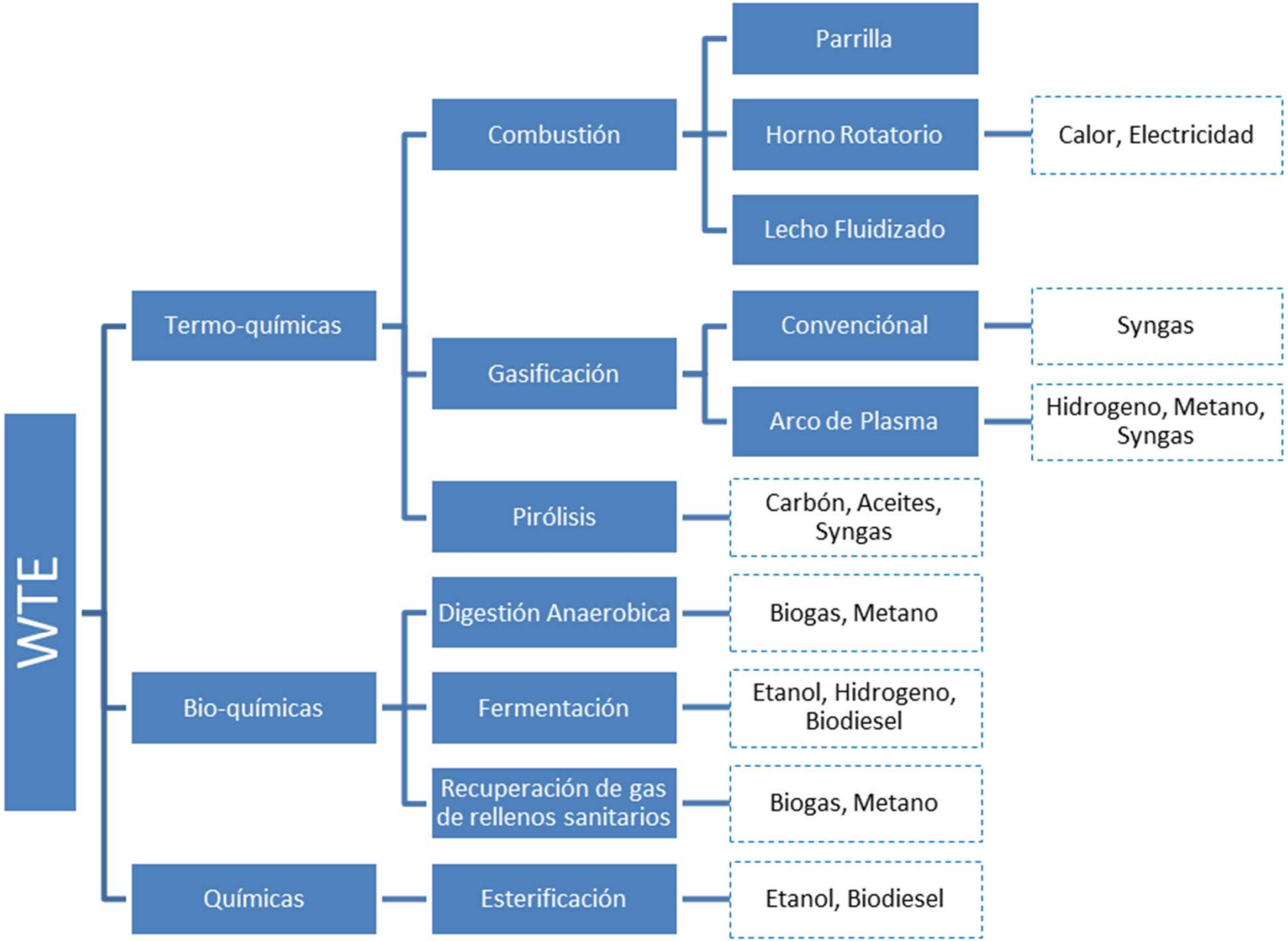
47% wastes are going to Landfills to be closed before 2025

Parameters for Technologies

Pretratamiento → Conversión → Recuperación Energética → Tratamiento de emisiones




WTE
Termo-químicas
Combustión
Parrilla
Horno Rotatorio
Calor, Electricidad
Lecho Fluidizado
Gasificación
Convencionál
Syngas
Arco de Plasma
Hidrogeno, Metano, Syngas
Pirólisis
Carbón, Aceites, Syngas
Bio-químicas
Digestión Anaerobica
Biogas, Metano
Fermentación
Etanol, Hidrogeno, Biodiesel
Recuperación de gas de rellenos sanitarios
Biogas, Metano
Químicas
Esterificación
Etanol, Biodiesel

Characterization of Technologies

Parameters

- Maturity
- Fuel analysis
- Environmental Performance
- Availability
- CAPEX
- OPEX
- Life span













Exclusive Criteria

Weighted Criteria

Characterization of Technologies

- Maturity
- Fuel analysis
- Environmental Performance

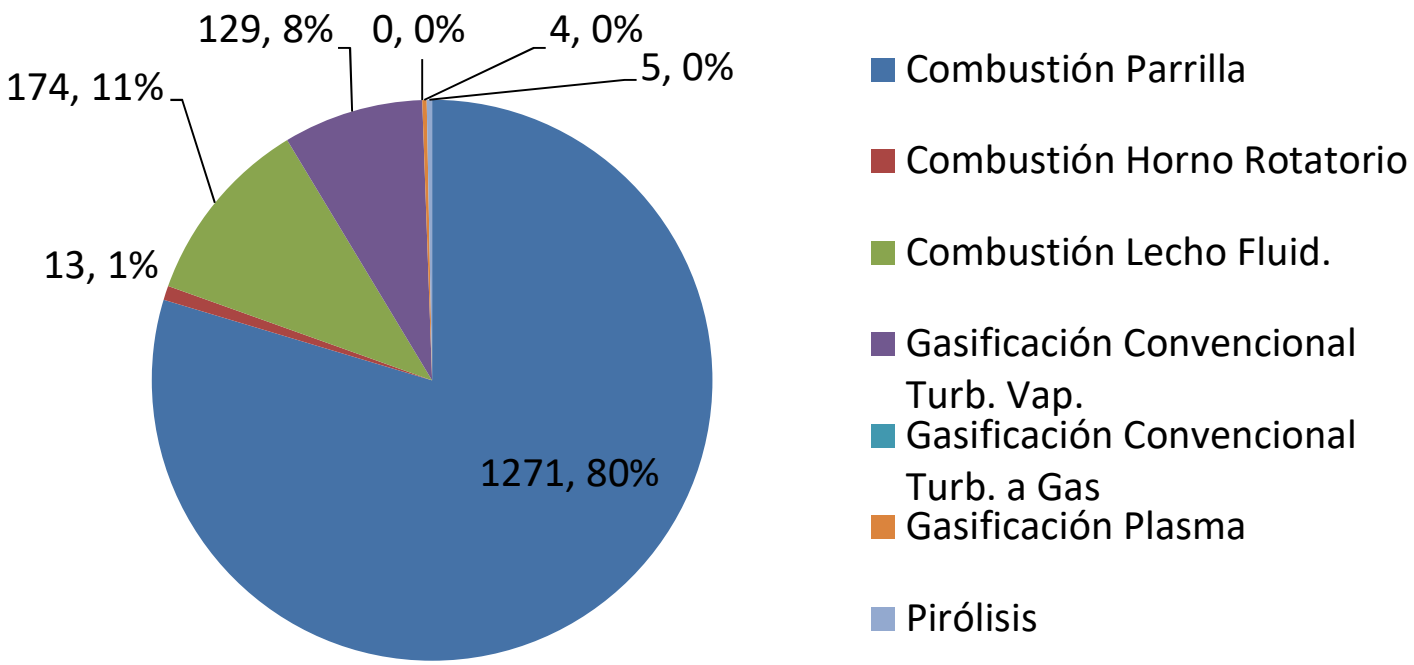




Characterization of Technologies

- Maturity

WtE plants in the world.



Matrix of WtE Technologies

Descripción	Combustión			Gasificación			Pirólisis
	Parrilla	Horno Rotatorio	Lecho Fluidizado	Convencional		Plasma	
				Turbina Vapor	Turbina a Gas		
N° de plantas operativas	1.264 (~80%)	13 (~1%)	176 (~11%)	129 (~8%)	0 (~0%)	4 (~0%)	5 (~0%)
Pretratamiento mínimo	Separaciónresiduos voluminosos	Separaciónresiduos voluminosos	Separaciónresiduos voluminosos, trituración hasta tamaño de partícula < 5mm	Separación residuos voluminosos, trituración hasta tamaño de partícula < 5mm, y clasificación automática para el retiro de elementos inertes, reciclables y con alto contenido orgánico			
Madurez de tecnología	Alta	Alta	Alta	Insuficiente experiencia fuera de Japón	En desarrollo	Solo operación comercial en Japón y Sur Corea	Demonstración, en proceso de implementación
CAPEX (USD/ton)	425 ~ 767	24.000 ~ 2.667	710 ~ 1.000	Insuficiente información	*(1)	*(1)	*(1)
OPEX	Bajo	Alto	Bajo	Insuficiente información	*(1)	*(1)	*(1)
Costo por Tonelada Tratada (USD/ton)[2]	12 ~ 69	34 ~ 1.230	17 ~ 80	Insuficiente información	*(1)	*(1)	*(1)
Ventajas	Tecnología simple y robusta. No requiere pre-tratamiento, solo separación de voluminosos. Bajo OPEX.	Tecnología robusta. No requiere pre-tratamiento, solo separación de voluminosos. Puede recibir residuos peligrosos.	Alta eficiencia energética. Recupera materiales valorizable.	Reputación (no es incineración). Alto rendimiento eléctrico.	Reputación (no es incineración). Alto rendimiento eléctrico teórico en turbina a gas.	Buena reputación Menor cantidad de residuo final. Puede recibir residuos peligrosos.	Mayor recuperación de reciclables. (3)
Desventajas	Eficiencia limitada. Baja reputación. No recupera materiales valorizables sin pre-tratamiento adicional.	Capacidadlimitada. Mayor CAPEX y OPEX.	Requiere pre-tratamiento. Mayor porcentaje de ceniza volante.	Alto OPEX por costo de pre-tratamiento.	Dificultad para mantener calidad del syngas. Altas emisiones de NOx.	Incierto CAPEX y OPEX. Requiere pre-tratamiento. Lograr disponibilidad puede ser complejo.	Alto costo de pre-tratamiento y selección de los residuos. Alto costo de tratamiento del syngas.

Nota 1: Plantas construidas no han logrado alcanzar operación comercial por lo que no se cuenta con datos de referencia, o la información es insuficiente para ser confiable.
Nota 2: El costo por tonelada tratada, fue calculado en base a una proyección lineal de los costos de operación y mantenimiento y de la inversión a través de 20 años, divididos por la capacidad anual de la planta, traídos a valor presente.
Nota 3: Considerando el pre-tratamiento estrictamente requeridos por la tecnología.

Technology evaluation

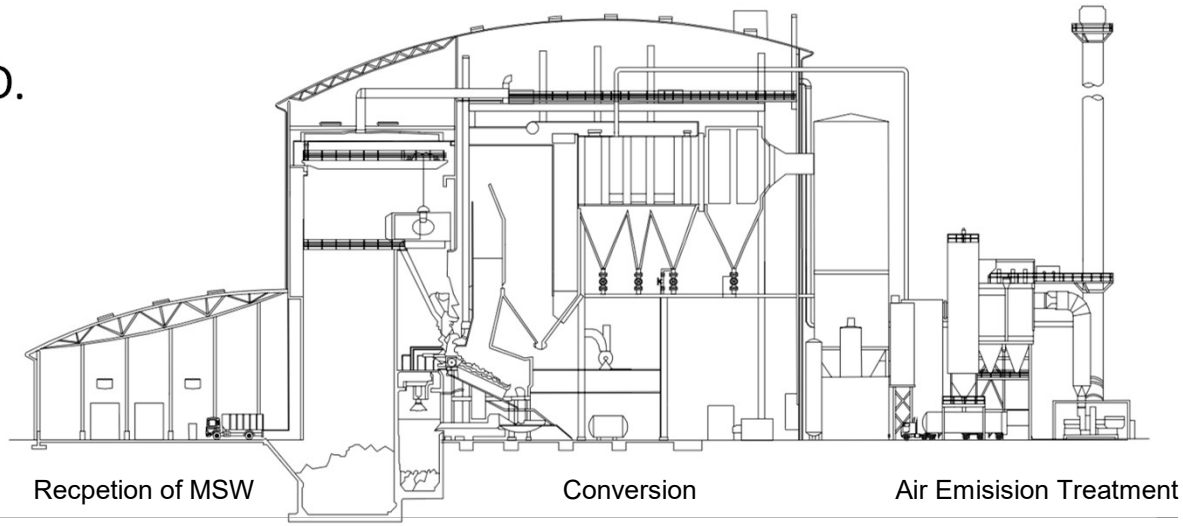
	Criterios		Combustión			Gasificación			Pirólisis
			Parrilla	Horno Rotatorio	Lecho Fluid.	Convencional: Turbina a Vapor	Convencional: Turbina a Gas	Plasma	
Excluyentes	Análisis de la Aplicación		Pasa	Pasa	Pasa	No pasa	No pasa	No pasa	No pasa
Excluyentes	Análisis de Combustible		Pasa	Pasa	Pasa	N/A	N/A	N/A	N/A
Ponderados	Cumplimiento Ambiental		30	11	25.4	N/A	N/A	N/A	N/A
Ponderados	Disponibilidad		4.7	4.7	4.7	N/A	N/A	N/A	N/A
Ponderados	Costos Operacionales		30	0	28.2	N/A	N/A	N/A	N/A
Ponderados	Costos de Inversiones		24.3	0	21	N/A	N/A	N/A	N/A
Ponderados	Vida Útil		4.8	4.8	5	N/A	N/A	N/A	N/A
Ponderados	Total		93.8	20.5	84.3	0	0	0	0
Ranking			1	4	3				

→ **Moving Grate goes to feasibiity study**

Economic Valuation

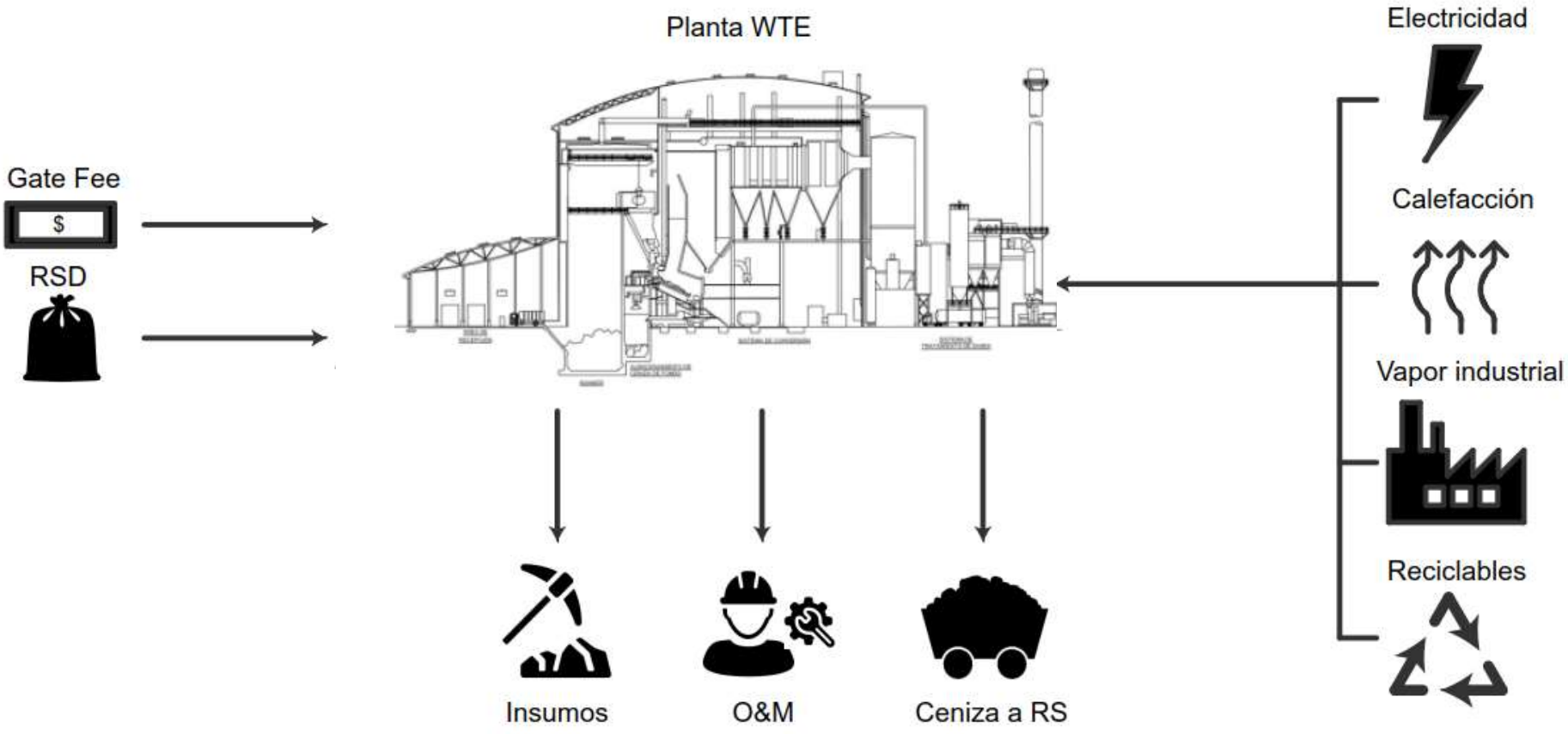
Preliminary design

- Capacity: 330.000 ton/año.
- 20 MWe y 29 Mwe
- 8 hectáreas.
- Low pre-treatment
- Air emissons treatment.
- High pressure turbine.
- Investment:
  191,3 a 202,9 MM USD.

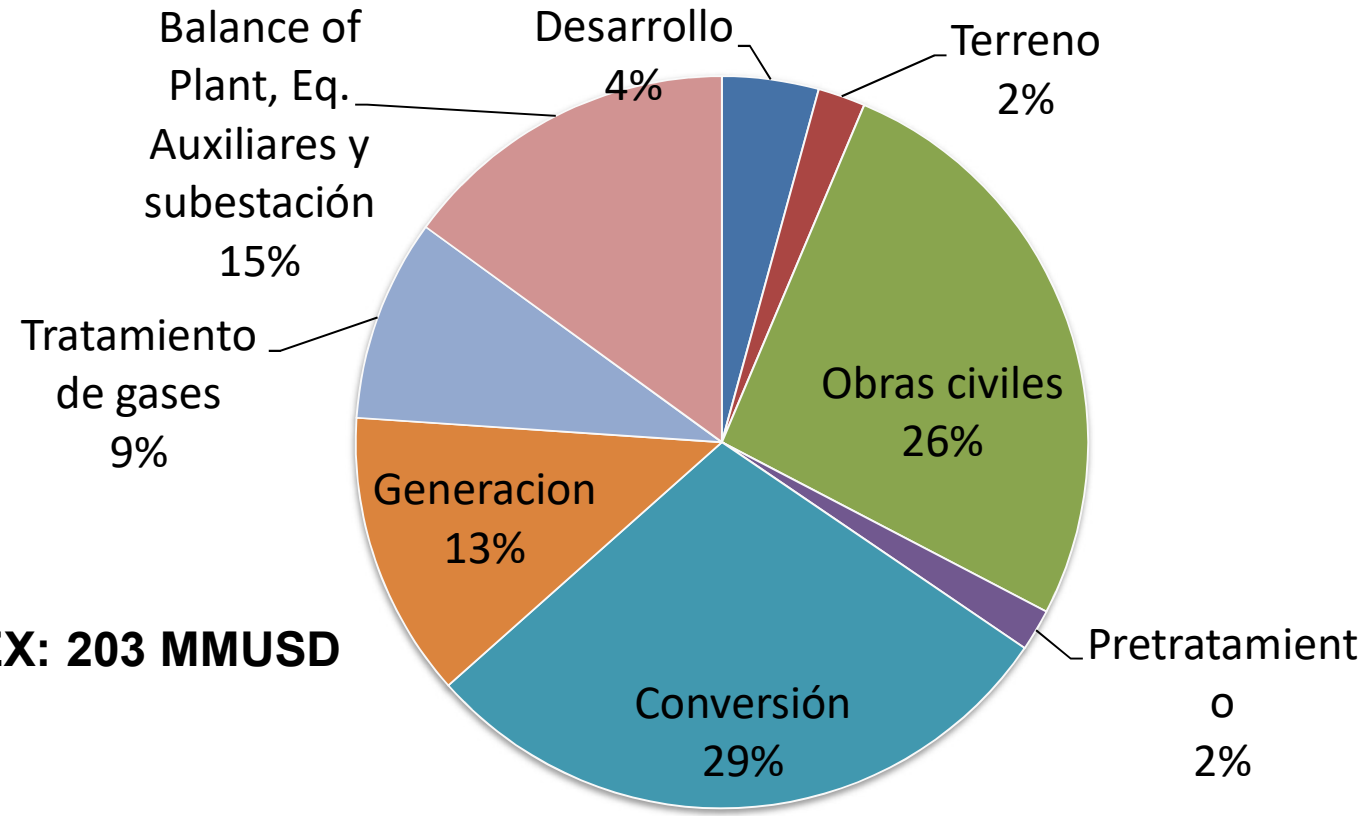


Economic Valuation

Operations



Economic Valuation



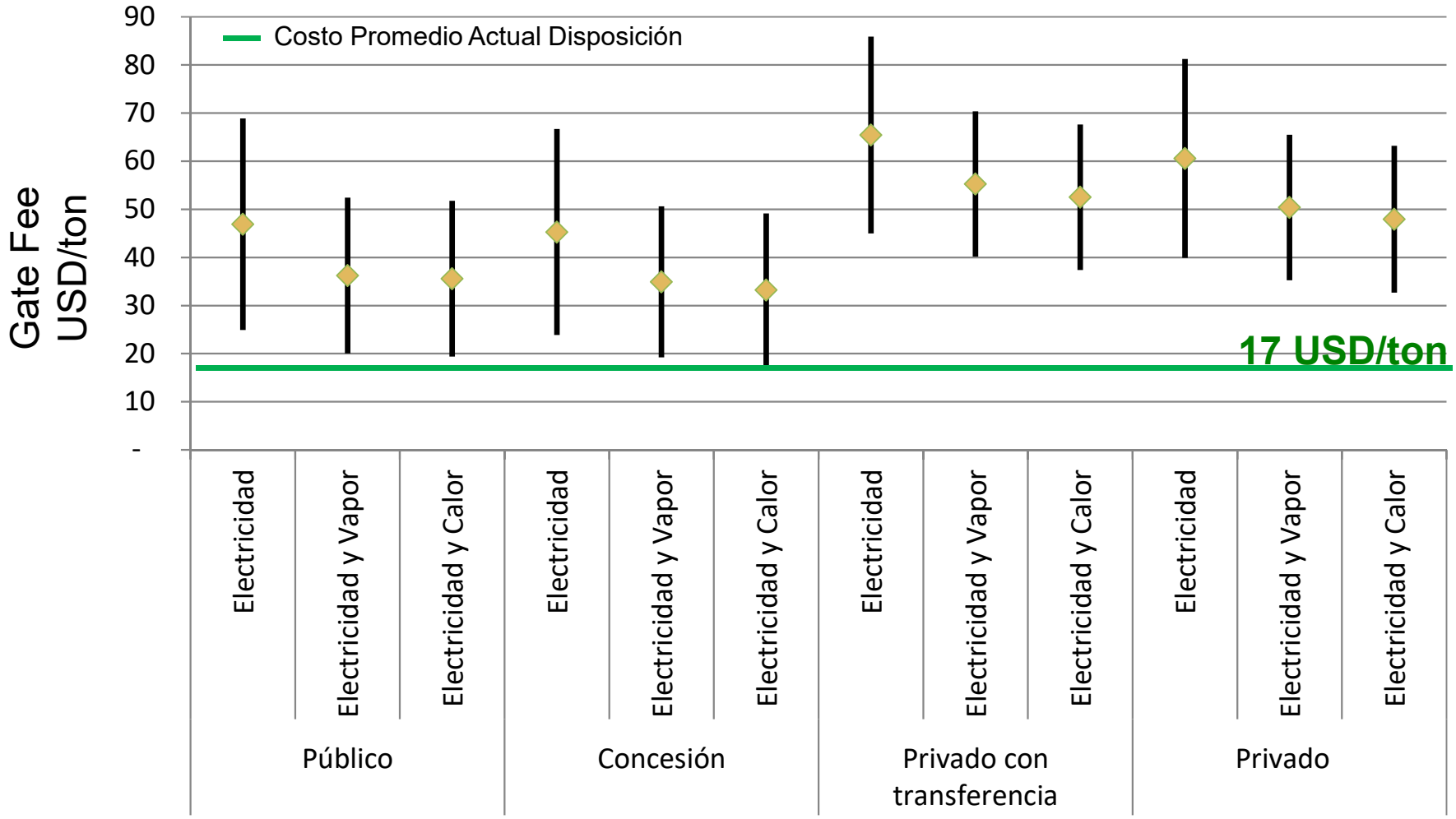
CAPEX: 203 MMUSD

Business Models

	Propietario		Financiamiento %			TIR %	Terreno	RSD
Escenario	Público	Privado	Público	Préstamo	Capital Propio	Rentabilidad de accionista	Provisto por Estado	Contratos garantizados por Estado
Público	X		100			6	Si	Si
Concesión		X		70	30	8	Si	Si
Privado		X		70	30	8+5*	No	No

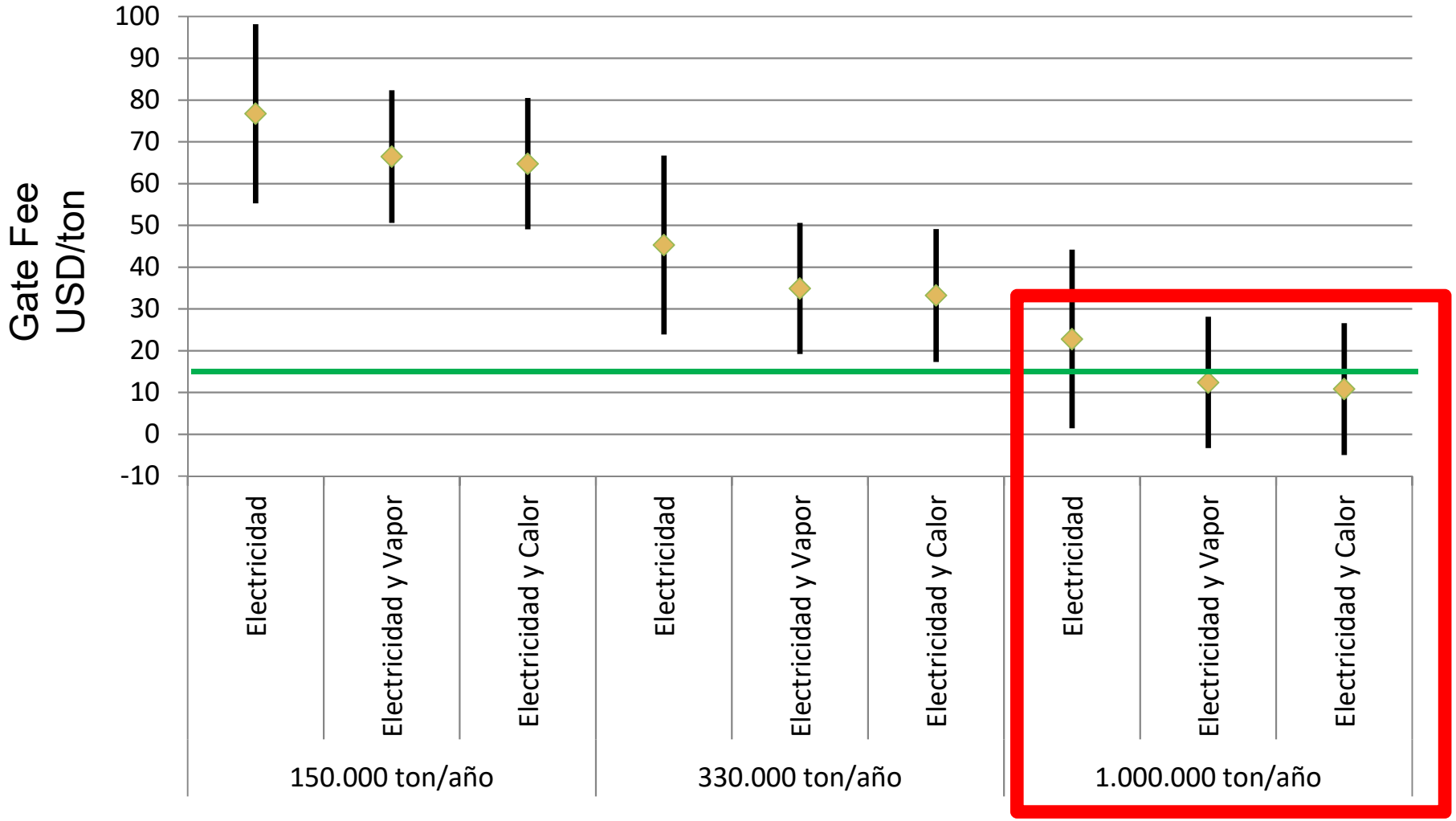
*Se calcula la tarifa de disposición para asegurar al operador una utilidad de 8% más un 5% de riesgo

→**Restriction: Gate Fee USD/ton used to get profit**


Gate Fee
USD/ton
90
80
70
60
50
40
30
20
10
-
Costo Promedio Actual Disposición
17 USD/ton
Electricidad
Electricidad y Vapor
Electricidad y Calor
Electricidad
Electricidad y Vapor
Electricidad y Calor
Electricidad
Electricidad y Vapor
Electricidad y Calor
Electricidad
Electricidad y Vapor
Electricidad y Calor
Público
Concesión
Privado con transferencia
Privado

Economic Valuation

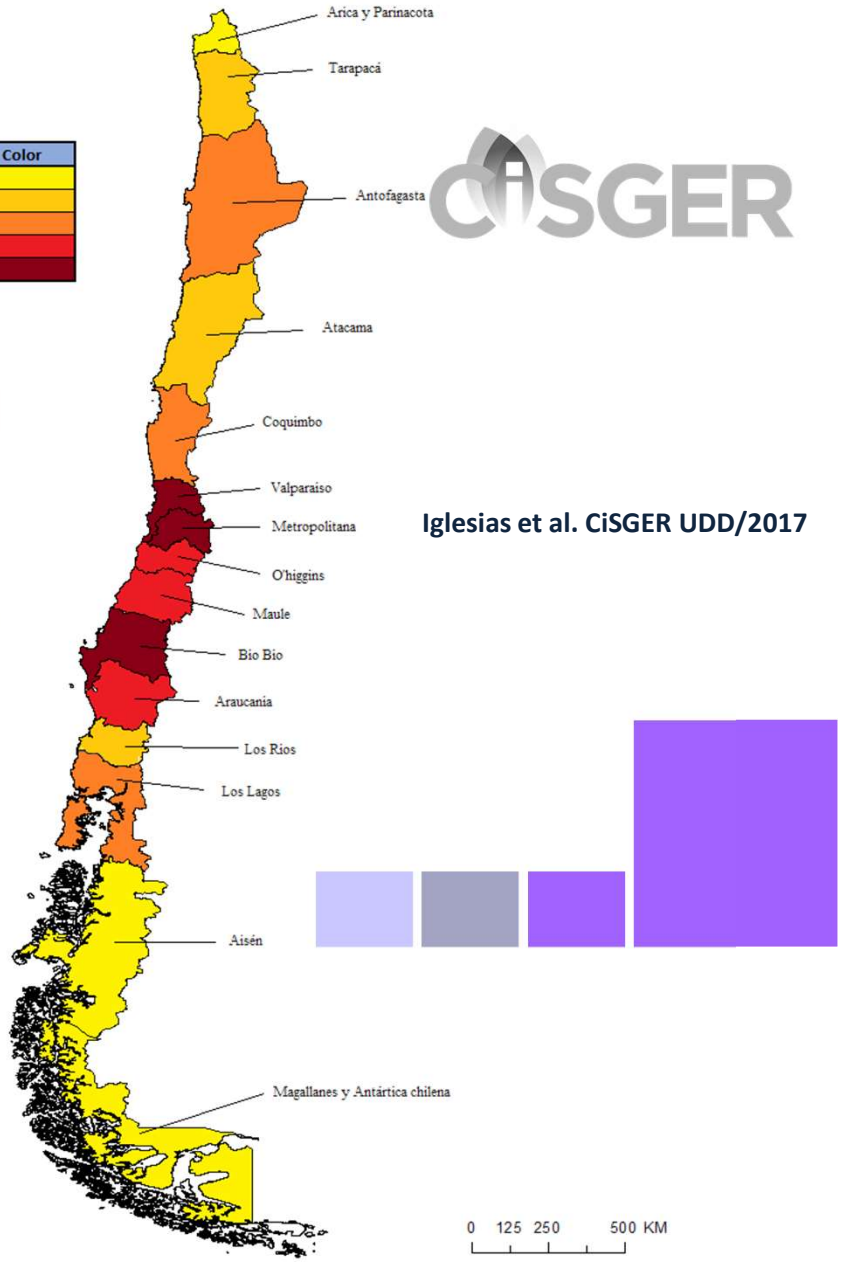
Scenario by Contract Agreement



WTERT CHILE

Valor (MWh/año)	Color
> 500.000	
500.000 - 1.000.000	
1.000.000 -1.500.000	
1.500.000 - 3.000.000	
> 3.000.000	

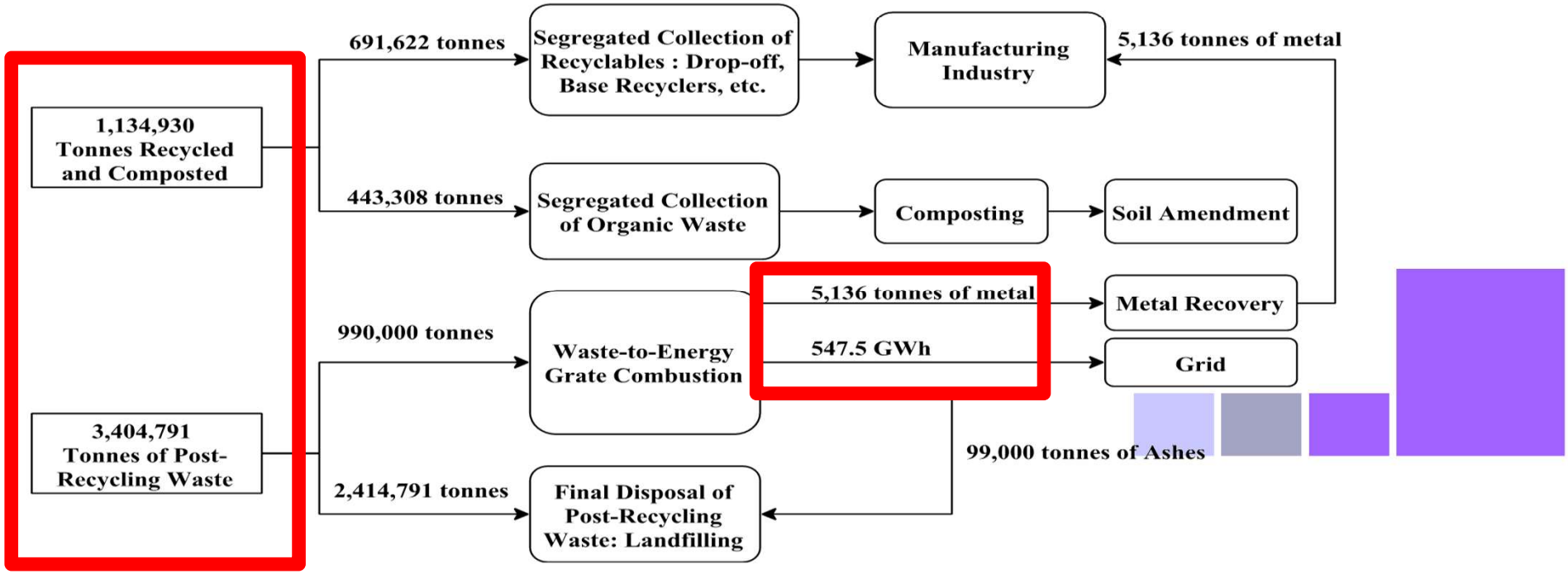
Región	Potencial (MJ)	Potencial (MWh/año)	%
XV	1,501,046,873	416,958	1.34%
I	2,142,351,746	595,098	1.92%
II	3,893,092,243	1,081,415	3.49%
III	1,948,514,078	541,254	1.75%
IV	4,824,889,401	1,340,248	4.32%
V	11,295,537,309	3,137,652	10.12%
RM	45,449,080,706	12,624,755	40.72%
VI	5,677,136,158	1,576,984	5.09%
VII	6,423,392,651	1,784,277	5.76%
VIII	13,004,543,761	3,612,376	11.65%
IX	6,085,936,657	1,690,539	5.45%
XIV	2,490,904,828	691,919	2.23%
X	5,185,098,375	1,440,306	4.65%
XI	669,882,764	186,079	0.60%
XII	1,010,673,350	280,743	0.91%
TOTAL	**111,602,080,900**	**31,000,603**	**100%**



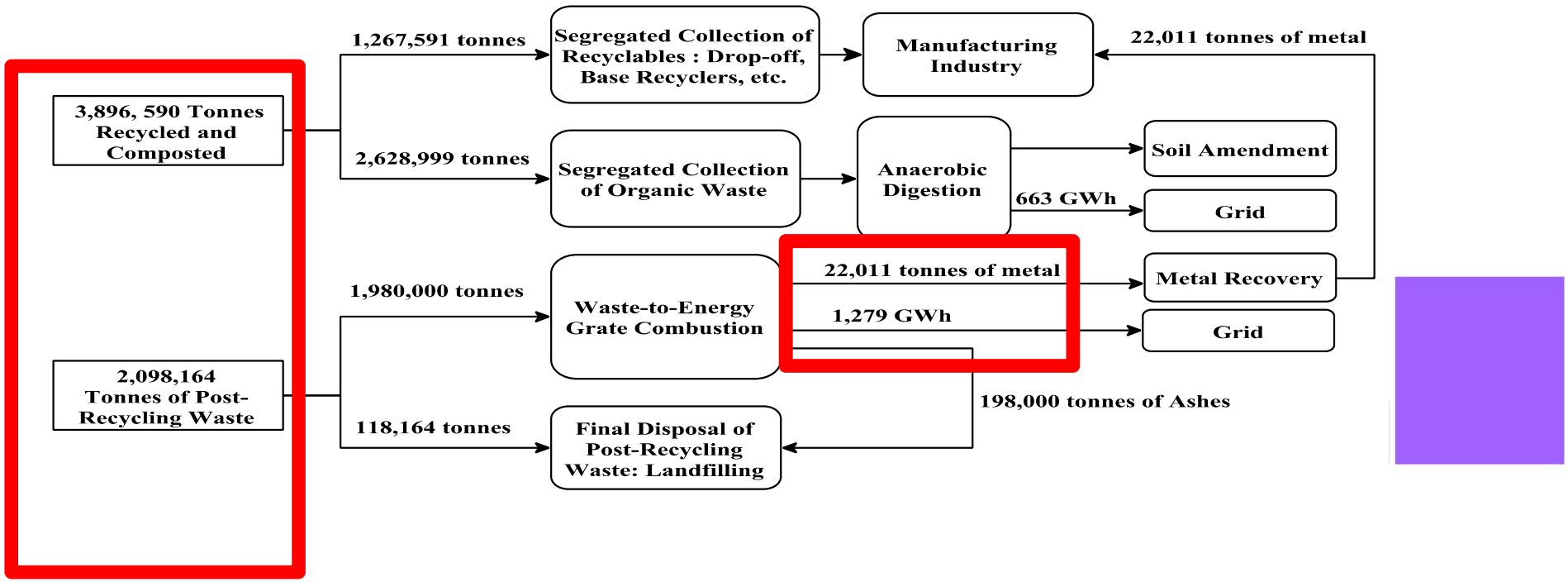
CiSGER

Iglesias et al. CiSGER UDD/2017

MSW: 4,539,721 tonnes by 2020



MSW: 5,994,754 tonnes in 2050



Challenges



Waste Management including ERP

How much MSW?



Investment & Business Model

Public? Private? Contract?



Incentives

Taxes? Prices?



Water

Water Scarcity



Air emissions

Limits Nox, Sox, MP

Ministerio de Energía

Gobierno de Chile

WTERT CHILE

Chilean perspective on waste management and recent actions taken

Alex Godoy-Faúndez
Sustainability Research Centre, School of Engineering,
Universidad del Desarrollo
Head, WTERT -Chile

2018 EEC/WTERT Bi-Annual Conference
Sustainable Waste Management: The Forefront of Innovation
October 4th & 5th, 2018. The City College of New York
Hosted by EEC|CCNY

Viviana Avalos
División Energías Renovables
Ministerio de Energía

Fernanda Cabañas[1] , Athanasios Bourtsalas[1], Nickolas Themelis[1] & Alex Godoy-Faúndez[2]
1. Earth Engineering Center, Columbia University
2. Centro de Investigacion en Sustentabiliad y Gestión Estratégica de Recursos