

ESTUDIO: “Valorización energética de residuos agropecuarios en la
Provincia de Valdivia, integradas a un sistema de gestión de
abastecimiento sostenible, para producción de biogás en unidades
centralizadas de cogeneración, biofertilizantes y reducción de
contaminantes”

EST-2008-0204

ESTUDIO ECONÓMICO

Septiembre 2009

OFICINA DE PARTES 2 FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	01 DIC 2009
Hora	
Nº Ingreso	9169

EVALUACION ECONOMICA DE PLANTA DE BIOGAS, COGENERACIÓN Y BIOFERTILIZANTES

Se presentan los diversos alcances analizados, de acuerdo a las características y capacidades de cada productor, y en los diversos escenarios posibles, esto con el fin de analizar la inversión a realizar, y los flujos económicos y financieros durante la vida útil de la planta.

1.- SUPUESTOS Y CRITERIOS UTILIZADOS

a- Tipo de Cambio Dólar (US\$) y Euro (€):

De acuerdo al efecto directo que tienen en los costos y a la volatilidad de su valor, se consideró un valor referencial para las monedas empleadas de acuerdo a sus últimos comportamientos.

EUR	US\$	\$
750	550	1

b- Horas nominales de funcionamiento:

Se considera un funcionamiento base de 8.000 horas de operación.

c- Vida Útil del proyecto:

La vida útil empleada en la evaluación del proyecto es de 10 años.

d- Financiamiento:

Se evalúan cuatro opciones de financiamiento, combinación a partir del Aporte de CORFO (Banco, Externos) y aporte de Capital Propio, con amortización en todos los casos de 10 años.

Siendo la opción base de financiamiento la que combina un aporte de 85% Corfo (Préstamo) y un 15% de Capital Propio.

Las opciones evaluadas son,

Opción A1: 100% Capital Propio

Opción A2: 85% CORFO (Externo) 15% Capital Propio

Opción A3: 50% CORFO (Externo) 50% Capital Propio

Opción A4: 80% CORFO (Externo) 20% Capital Propio

e- Precio utilizados:

Los precios utilizados tanto para la venta como para la valorización del autoconsumo en un escenario base son los siguientes.

		Autoconsumo	Venta
PLANTA 1	Tarifa Energía(\$)	85	60
	Tarifa E Térmica (\$)	40	40
PLANTA 2	Tarifa Energía(\$)	85	60
	Tarifa E Térmica (\$)	40	40

f- Escenario económico:

Las posibilidades económicas para los distintos niveles de producción en ambas plantas se limitan a las alternativas de venta y/o autoconsumo.

a) Planta 1, Cogeneración, Potencia eléctrica de 190 Kw

b) Planta 2, Cogeneración, Potencia eléctrica de 380 Kw

Planta 2.1, Cogeneración, Potencia eléctrica de 570 Kw

		CASO A		CASO B		CASO C	
		Autoconsumo	Venta	Autoconsumo	Venta	Autoconsumo	Venta
PLANTA 1 - 2	Energía Elec.	50%	50%	100%	0%	0%	100%
	Energía Term.	0%	47%	0%	47%	0%	47%

g- Impuestos y tasas por importación:

- Se consideró la tasa de impuesto a la renta actual que es un 17% anual sobre las utilidades.
- Se consideró impuesto al valor agregado para materiales adquiridos en Chile, de un 19%.
- Costos de peaje por importación, asciende a un 10%.

h- Tasa de Descuento

La tasa de descuento utilizada para la evaluación preliminar, se calculó considerando que el 100% del capital requerido para la inversión, es capital propio. El rendimiento mínimo exigido al capital propio es de 15%.

Bajo una condición de préstamo bancario o financiamiento externo, la tasa de descuento ponderada estará determinada por la composición del capital (préstamos y capital propio) y sus respectivos costos de capital (costo capital propio y tasa de interés bancaria).

$TDESCUENTO\ PONDERADA = (\% \text{ bancario} \times \% \text{ participación}) + (\% \text{ Costo capital propio} \times \% \text{ participación})$

2.- Inversión Inicial

Planta 1

Para efectos de los análisis se muestran a continuación los montos de inversión para la Planta 1.

Cogeneración			
Inversión: Model - 190 kWel			
INVERSION			
	EUR	US\$	\$
Planificación	20.000	27.273	15.000.000
Materiales			
Fermentador (24 m)	76.000	103.636	57.000.000
Techo de Folio / fermentador /24 m)	37.000	50.455	27.750.000
Tecnología de sustrato (estiércol)	31.000	42.273	23.250.000
Conexión a gas, módulo de cogeneración	8.000	10.909	6.000.000
Tecnología de calefacción / contenedor de calefacción	25.000	34.091	18.750.000
Instalación eléctrica, control, tecnología de gas	36.000	49.091	27.000.000
Trabajo de tierra, drenaje, fundamentos	15.000	20.455	11.250.000
Módulo de cogeneración / contenedor de calefacción	150.000	204.545	112.500.000
Costos de montaje	29.000	39.545	21.750.000
Costos de Importación	20.000	27.273	15.000.000
Costos de Inversión Total	447.000	609.545	335.250.000

Planta 2

Para efectos de los análisis se muestran a continuación los montos de inversión para la Planta 2, en el caso 2.1 Modelo 380 kWel

Cogeneración			
Inversión: Model - 380 kWel			
INVERSION	EUR	US\$	\$
Planificación	20.000	27.273	15.000.000
Materiales			
Fermentador (24 m)	152.000	207.273	114.000.000
Techo de Folio / fermentador /24 m)	37.000	50.455	27.750.000
Tecnología de sustrato (estiércol)	31.000	42.273	23.250.000
Conexión a gas, módulo de cogeneración	8.000	10.909	6.000.000
Tecnología de calefacción / contenedor de calefacción	25.000	34.091	18.750.000
Instalación eléctrica, control, tecnología de gas	36.000	49.091	27.000.000
Trabajo de tierra, drenaje, fundamentos	15.000	20.455	11.250.000
Módulo de cogeneración / contenedor de calefacción	300.000	409.091	225.000.000
Costos de montaje	29.000	39.545	21.750.000
Costos de Importación	20.000	27.273	15.000.000
Costos de Inversión Total	673.000	917.727	504.750.000

Planta 2

Para efectos de los análisis se muestran a continuación los montos de inversión para la Planta 2, en el caso 2.2 Modelo 570 kWel

Cogeneración			
Inversión: Model - 570 kWel			
INVERSION	EUR	US\$	\$
Planificación	20.000	27.273	15.000.000
Materiales			
Fermentador (24 m)	152.000	207.273	114.000.000
Techo de Folio / fermentador /24 m)	37.000	50.455	27.750.000
Tecnología de sustrato (estiércol)	31.000	42.273	23.250.000
Conexión a gas, módulo de cogeneración	8.000	10.909	6.000.000
Tecnología de calefacción / contenedor de calefacción	25.000	34.091	18.750.000
Instalación eléctrica, control, tecnología de gas	36.000	49.091	27.000.000
Trabajo de tierra, drenaje, fundamentos	15.000	20.455	11.250.000
Módulo de cogeneración / contenedor de calefacción	450.000	613.636	337.500.000
Costos de montaje	29.000	39.545	21.750.000
Costos de Importación	20.000	27.273	15.000.000
Costos de Inversión Total	823.000	1.122.273	617.250.000

3.- COSTOS OPERATIVOS Y DE MANTENCIÓN

Los costos operativos y de mantención para el correcto funcionamiento de la planta 1 y 2 se detallan a continuación,

	Planta 1 190 kWel \$	Planta 2.1 380 kWel \$	Planta 2.2 570 kWel \$
Depreciación Material	30.525.000	47.475.000	58.725.000
Mantención (1% Inv.)	3.352.500	5.047.500	6.172.500
Mantención del módulo de cogeneración y aceite de motor	7.500.000	7.500.000	7.500.000
Costos de personal operación de la planta 1460h/a	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Seguro para la planta (0,5% Inv.)	1.676.250	2.523.750	3.086.250
Electricidad (10%, 85\$/kWh)	12.920.000	25.840.000	38.760.000
Gastos operación	28.448.750	43.911.250	58.518.750
Costo total anual	58.973.750	91.386.250	117.243.750

4.- VIDA UTIL DE MATERIALES (EQUIPOS E INSTALACIONES)

Se presenta a continuación cuadro con los correspondientes valores asignados a la depreciación lineal de los materiales y equipos, todos con una vida útil asignada de 10 años y sin valor residual.

Depreciación Lineal	Planta 1 190 kWel \$	Planta 2.1 380 kWel \$	Planta 2.2 570 kWel \$
Fermentador (24 m)	5.700.000	11.400.000	11.400.000
Techo de Folio / fermentador /24 m)	2.775.000	2.775.000	2.775.000
Tecnología de sustrato (estiércol)	2.325.000	2.325.000	2.325.000
Conexión a gas, módulo de cogeneración	600.000	600.000	600.000
Tecnología de calefacción / contenedor de calefacción	1.875.000	1.875.000	1.875.000
Instalación eléctrica, control, tecnología de gas	2.700.000	2.700.000	2.700.000
Trabajo de tierra, drenaje, fundamentos	1.125.000	1.125.000	1.125.000
Módulo de cogeneración / contenedor de calefacción	11.250.000	22.500.000	33.750.000
Costos de montaje	2.175.000	2.175.000	2.175.000
Total Depreciación lineal	30.525.000	47.475.000	58.725.000

5.- FINANCIAMIENTO

Se evalúan las alternativas de financiamiento para los casos de inversión, esto es, Planta 1, y Planta 2 en sus caso 2.1 y 2.2

Capital Propio

La(s) empresa(s) financia(n) la totalidad de la inversión con capital propio.

Para efectos de este análisis se optó por omitir una tasa de costo capital para este aporte, ya que el efecto de esta inversión se verá reflejado en la rentabilidad del proyecto, la cual de ocupar esta opción de financiamiento se verá altamente favorecida.

Crédito CORFO energías renovables créditos renovables

Línea de financiamiento de proyectos medioambientales, financiada con recursos de CORFO y de Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) de Alemania con las siguientes características,

- Hasta US 15 millones por proyecto
- 12 años de pago
- 3 años de gracia
- Financiado 80% KfW y 20% CORFO.
- Interés aproximado de un 5-6% anual

Combinación ambas opciones

Esta opción comparte entre aportes propios, y financiamiento a través de crédito.

Se muestra cuadro resumen el cual combina las distintas alternativas de financiamiento, considerando una tasa de interés de un 6% para los créditos, y amortización en un plazo de 10 años.

FINANCIAMIENTO							
	A1	A2	A3	A4			
PLANTA 1	100% CP	85% Corfo (Ext.) 15% CP	50% Corfo (Ext.) 50% CP	80% Corfo (Ext.) 20% CP			
AMORTIZACION	335.250.000	335.250.000	335.250.000	335.250.000			
INTERESES	-	102.210.230	60.123.665	96.197.864			
TOTAL	335.250.000	437.460.230	395.373.665	431.447.864			
ANUALIDAD	33.525.000	43.746.023	39.537.366	43.144.786			

PLANTA 2.1	100% CP	85% Corfo (Ext.) 15% CP	50% Corfo (Ext.) 50% CP	80% Corfo (Ext.) 20% CP			
AMORTIZACION	504.750.000	504.750.000	504.750.000	504.750.000			
INTERESES	-	153.886.991	90.521.760	144.834.815			
TOTAL	504.750.000	658.636.991	595.271.760	649.584.815			

ANUALIDAD	50.475.000	65.863.699	59.527.176	64.958.482
------------------	------------	------------	------------	------------

PLANTA 2.2	100% CP	85% Corfo (Ext.) 15% CP	50% Corfo (Ext.) 50% CP	80% Corfo (Ext.) 20% CP
AMORTIZACION	617.250.000	617.250.000	617.250.000	617.250.000
INTERESES	-	188.185.726	110.697.486	177.115.978
TOTAL	617.250.000	805.435.726	727.947.486	794.365.978
ANUALIDAD	61.725.000	80.543.573	72.794.749	79.436.598

Al no asignar un porcentaje de costo capital para la inversión proveniente de capital propio, claramente en términos financieros, siempre será más conveniente la alternativa que capte más porcentaje de inversión proveniente de capital propio, la cual debería también generar un retorno de inversión ampliamente mayor.

En este caso por los monto de inversión involucrados se utilizará como base la opción de financiamiento mixta que comprende un financiamiento del 85% externo (CORFO, Banco u otro) y un 15% de aporte de capital propio.

6.- INGRESOS DE LA OPERACIÓN, MARGEN OPERATIVO

Se analizan las opciones económicas para ambas plantas, de las cuales se detalla el margen operativo anual que aporta cada situación, de acuerdo a sus características.

Para estos efectos se utilizan las variables de un escenario "normal" para cada planta, las cuales se detallan a continuación:

	VARIABLES ESCENARIO BASE		
	Planta 1 190 kWel	Planta 2.1 380 kWel	Planta 2.2 570 kWel
Horas años	8.000	8.000	8.000
Prod Elect KWel	190	380	570
Prod Elect Año KWel	1.520.000	3.040.000	4.560.000
Prod Term Kwth	214	418	642
Prod Term Año Kwth	1.712.000	3.344.000	5.136.000
Elect Venta	100%	100%	100%
Term Venta	47%	47%	47%
Term Autocon	53%	53%	53%
\$ Elect Venta	60	60	60
\$ Elect Autocon	85	85	85
\$ Term Venta	40	40	40
\$ Term Autocon	-	-	-
Duración Proyecto	10 años	10 años	10 años

El margen operativo anual de acuerdo a los ingresos y costos asociados a cada planta en análisis, y considerando una venta del 100% de energía eléctrica, y venta de un 47% de energía térmica, nos muestra lo siguiente, teniendo en cuenta que para el cálculo de éste, se incluyen los costos de operación, mantenimiento y depreciación.

INGRESOS OPERACIÓN - MARGEN OPERATIVO

	Planta 1 190 kWel	Planta 2.1 380 kWel	Planta 2.2 570 kWel
INVERSIÓN	335.250.000	504.750.000	617.250.000
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA	91.200.000	182.400.000	273.600.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA	32.000.000	62.504.673	96.000.000
COSTO O & M	28.448.750	43.911.250	58.518.750
DEPRECIACION	30.525.000	47.475.000	58.725.000
MARGEN OPERATIVO	64.226.250	153.518.423	252.356.250

7- FLUJO DE CAJA, VAN Y TIR

PLANTA 1, 190 Kw E ELECTRICA: VENTA 100% - E TERMICA: VENTA 47%
 FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA		91.200.000	91.200.000	91.200.000	91.200.000	91.200.000	91.200.000	91.200.000	91.200.000	91.200.000	91.200.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA		32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000
COSTO O & M		28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750
DEPRECIACION		30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000
MARGEN OPERATIVO		64.226.250	64.226.250	64.226.250	64.226.250	64.226.250	64.226.250	64.226.250	64.226.250	64.226.250	64.226.250
INTERESES		17.097.750	15.800.579	14.425.577	12.968.075	11.423.123	9.785.474	8.049.566	6.209.504	4.259.038	2.191.544
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS		47.128.500	48.425.671	49.800.673	51.258.175	52.803.127	54.440.776	56.176.684	58.016.746	59.967.212	62.034.706
IMPUESTOS		8.011.845	8.232.364	8.466.114	8.713.890	8.976.532	9.254.932	9.550.036	9.862.847	10.194.426	10.545.900
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS		39.116.655	40.193.307	41.334.559	42.544.285	43.826.595	45.185.844	46.626.647	48.153.899	49.772.786	51.488.806
INVERSION INICIAL	-	335.250.000									
AMORTIZACION CREDITO		26.648.273	27.945.444	29.320.446	30.777.948	32.322.900	33.960.549	35.696.457	37.536.519	39.486.985	41.554.479
DEPRECIACION		30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000
FLUJO DE CAJA	-	69.641.655	70.718.307	71.859.559	73.069.285	74.351.595	75.710.844	77.151.647	78.678.899	80.297.786	82.013.806
VAN (15%)		35.327.993									
TIR		17,63%									

PLANTA 1, 190 Kw E ELECTRICA: AUTOCONSUMO 100% - E TERMICA: VENTA 47%
FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA	129.200.000	129.200.000	129.200.000	129.200.000	129.200.000	129.200.000	129.200.000	129.200.000	129.200.000	129.200.000	129.200.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000
COSTO O & M	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750
DEPRECIACION	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000
MARGEN OPERATIVO	102.226.250	102.226.250	102.226.250	102.226.250	102.226.250	102.226.250	102.226.250	102.226.250	102.226.250	102.226.250	102.226.250
INTERESES	17.097.750	15.800.579	14.425.577	12.968.075	11.423.123	9.785.474	8.049.566	6.209.504	4.259.038	2.191.544	
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	85.128.500	86.425.671	87.800.673	89.258.175	90.803.127	92.440.776	94.176.684	96.016.746	97.967.212	100.034.706	
IMPUESTOS	14.471.845	14.692.364	14.926.114	15.173.890	15.436.532	15.714.932	16.010.036	16.322.847	16.654.426	17.005.900	
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS	70.656.655	71.733.307	72.874.559	74.084.285	75.366.595	76.725.844	78.166.647	79.693.899	81.312.786	83.028.806	
INVERSION INICIAL	- 335.250.000										
AMORTIZACION CREDITO	26.648.273	27.945.444	29.320.446	30.777.948	32.322.900	33.960.549	35.696.457	37.536.519	39.486.985	41.554.479	
DEPRECIACION	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	
FLUJO DE CAJA	- 335.250.000	101.181.655	102.258.307	103.399.559	104.609.285	105.891.595	107.250.844	108.691.647	110.218.899	111.837.786	113.553.806
VAN (15%)	193.619.956										
TIR	28,62%										

PLANTA 1, 190 Kw E ELECTRICA: VENTA 50%, AUTOCONSUMO 50% - E TERMICA: VENTA 47%
FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA	110.200.000	110.200.000	110.200.000	110.200.000	110.200.000	110.200.000	110.200.000	110.200.000	110.200.000	110.200.000	110.200.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000
COSTO O & M	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750	28.448.750
DEPRECIACION	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000
MARGEN OPERATIVO	83.226.250	83.226.250	83.226.250	83.226.250	83.226.250	83.226.250	83.226.250	83.226.250	83.226.250	83.226.250	83.226.250
INTERESES	17.097.750	15.800.579	14.425.577	12.968.075	11.423.123	9.785.474	8.049.566	6.209.504	4.259.038	2.191.544	
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	66.128.500	67.425.671	68.800.673	70.258.175	71.803.127	73.440.776	75.176.684	77.016.746	78.967.212	81.034.706	
IMPUESTOS	11.241.845	11.462.364	11.696.114	11.943.890	12.206.532	12.484.932	12.780.036	13.092.847	13.424.426	13.775.900	
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS	54.886.655	55.963.307	57.104.559	58.314.285	59.596.595	60.955.844	62.396.647	63.923.899	65.542.786	67.258.806	
INVERSION INICIAL	-	335.250.000									
AMORTIZACION CREDITO	26.648.273	27.945.444	29.320.446	30.777.948	32.322.900	33.960.549	35.696.457	37.536.519	39.486.985	41.554.479	
DEPRECIACION	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	30.525.000	
FLUJO DE CAJA	-	335.250.000	85.411.655	86.488.307	87.629.559	88.839.285	90.121.595	91.480.844	92.921.647	94.448.899	96.067.786
											97.783.806
VAN (15%)											114.473.974
TIR											23,25%

PLANTA 2.1, 380 Kw E ELECTRICA: VENTA 100% - E TERMICA: VENTA 47%
FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA		182.400.000	182.400.000	182.400.000	182.400.000	182.400.000	182.400.000	182.400.000	182.400.000	182.400.000	182.400.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA		62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673
COSTO O & M		43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250
DEPRECIACION		47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000
MARGEN OPERATIVO		153.518.423	153.518.423	153.518.423	153.518.423	153.518.423	153.518.423	153.518.423	153.518.423	153.518.423	153.518.423
INTERESES		25.742.250	23.789.238	21.719.045	19.524.641	17.198.573	14.732.940	12.119.370	9.348.985	6.412.377	3.299.573
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS		127.776.173	129.729.185	131.799.378	133.993.782	136.319.850	138.785.483	141.399.053	144.169.438	147.106.046	150.218.850
IMPUESTOS		21.721.949	22.053.961	22.405.894	22.778.943	23.174.375	23.593.532	24.037.839	24.508.804	25.008.028	25.537.205
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS		106.054.224	107.675.223	109.393.483	111.214.839	113.145.476	115.191.951	117.361.214	119.660.634	122.098.018	124.681.646
INVERSION INICIAL	-	504.750.000									
AMORTIZACION CREDITO		40.121.449	42.074.461	44.144.654	46.339.058	48.665.126	51.130.759	53.744.330	56.514.714	59.451.322	62.564.127
DEPRECIACION		47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000
FLUJO DE CAJA	-	153.529.224	155.150.223	156.868.483	158.689.839	160.620.476	162.666.951	164.836.214	167.135.634	169.573.018	172.156.646
VAN (15%)		297.489.410									
TIR		28,88%									

PLANTA 2.1, 380 Kw E ELECTRICA: AUTOCONSUMO 100% - E TERMICA: VENTA 47%
FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA	258.400.000	258.400.000	258.400.000	258.400.000	258.400.000	258.400.000	258.400.000	258.400.000	258.400.000	258.400.000	258.400.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673
COSTO O & M	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250
DEPRECIACION	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000
MARGEN OPERATIVO	229.518.423	229.518.423	229.518.423	229.518.423	229.518.423	229.518.423	229.518.423	229.518.423	229.518.423	229.518.423	229.518.423
INTERESES	25.742.250	23.789.238	21.719.045	19.524.641	17.198.573	14.732.940	12.119.370	9.348.985	6.412.377	3.299.573	
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	203.776.173	205.729.185	207.799.378	209.993.782	212.319.850	214.785.483	217.399.053	220.169.438	223.106.046	226.218.850	
IMPUESTOS	34.641.949	34.973.961	35.325.894	35.698.943	36.094.375	36.513.532	36.957.839	37.428.804	37.928.028	38.457.205	
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS	169.134.224	170.755.223	172.473.483	174.294.839	176.225.476	178.271.951	180.441.214	182.740.634	185.178.018	187.761.646	
INVERSION INICIAL	-	504.750.000									
AMORTIZACION CREDITO	40.121.449	42.074.461	44.144.654	46.339.058	48.665.126	51.130.759	53.744.330	56.514.714	59.451.322	62.564.127	
DEPRECIACION	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	
FLUJO DE CAJA	216.609.224	218.230.223	219.948.483	221.769.839	223.700.476	225.746.951	227.916.214	230.215.634	232.653.018	235.236.646	
	-	504.750.000									
VAN (15%)	614.073.335										
TIR	42,37%										

PLANTA 2.1, 380 Kw E ELECTRICA: VENTA 50%, AUTOCONSUMO 50% - E TERMICA: VENTA 47%
FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA		220.400.000	220.400.000	220.400.000	220.400.000	220.400.000	220.400.000	220.400.000	220.400.000	220.400.000	220.400.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA		62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673	62.504.673
COSTO O & M		43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250	43.911.250
DEPRECIACION		47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000
MARGEN OPERATIVO		191.518.423	191.518.423	191.518.423	191.518.423	191.518.423	191.518.423	191.518.423	191.518.423	191.518.423	191.518.423
INTERESES		25.742.250	23.789.238	21.719.045	19.524.641	17.198.573	14.732.940	12.119.370	9.348.985	6.412.377	3.299.573
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS		165.776.173	167.729.185	169.799.378	171.993.782	174.319.850	176.785.483	179.399.053	182.169.438	185.106.046	188.218.850
IMPUESTOS		28.181.949	28.513.961	28.865.894	29.238.943	29.634.375	30.053.532	30.497.839	30.968.804	31.468.028	31.997.205
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS		137.594.224	139.215.223	140.933.483	142.754.839	144.685.476	146.731.951	148.901.214	151.200.634	153.638.018	156.221.646
INVERSION INICIAL	-	504.750.000									
AMORTIZACION CREDITO		40.121.449	42.074.461	44.144.654	46.339.058	48.665.126	51.130.759	53.744.330	56.514.714	59.451.322	62.564.127
DEPRECIACION		47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000	47.475.000
FLUJO DE CAJA	-	185.069.224	186.690.223	188.408.483	190.229.839	192.160.476	194.206.951	196.376.214	198.675.634	201.113.018	203.696.646
VAN (15%)		455.781.373									
TIR		35,73%									

PLANTA 2.2, 570 Kw E ELECTRICA: VENTA 100% - E TERMICA: VENTA 47%
 FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA	273.600.000	273.600.000	273.600.000	273.600.000	273.600.000	273.600.000	273.600.000	273.600.000	273.600.000	273.600.000	273.600.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000
COSTO O & M	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750
DEPRECIACION	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000
MARGEN OPERATIVO	252.356.250	252.356.250	252.356.250	252.356.250	252.356.250	252.356.250	252.356.250	252.356.250	252.356.250	252.356.250	252.356.250
INTERESES	31.479.750	29.091.446	26.559.843	23.876.344	21.031.836	18.016.656	14.820.566	11.432.711	7.841.584	4.034.990	
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	220.876.500	223.264.804	225.796.407	228.479.906	231.324.414	234.339.594	237.535.684	240.923.539	244.514.666	248.321.260	
IMPUESTOS	37.549.005	37.955.017	38.385.389	38.841.584	39.325.150	39.837.731	40.381.066	40.957.002	41.567.493	42.214.614	
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS	183.327.495	185.309.788	187.411.018	189.638.322	191.999.264	194.501.863	197.154.617	199.966.537	202.947.173	206.106.646	
INVERSION INICIAL	-	617.250.000									
AMORTIZACION CREDITO	49.063.823	51.452.127	53.983.730	56.667.228	59.511.737	62.526.916	65.723.006	69.110.862	72.701.988	76.508.583	
DEPRECIACION	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	
FLUJO DE CAJA	-	617.250.000	242.052.495	244.034.788	246.136.018	248.363.322	250.724.264	253.226.863	255.879.617	261.672.173	264.831.646
VAN (15%)	636.335.228										
TIR	38,46%										

PLANTA 2.2, 570 Kw E ELECTRICA: AUTOCONSUMO 100% - E TERMICA: VENTA 47%
FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA	387.600.000	387.600.000	387.600.000	387.600.000	387.600.000	387.600.000	387.600.000	387.600.000	387.600.000	387.600.000	387.600.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000
COSTO O & M	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750
DEPRECIACION	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000
MARGEN OPERATIVO	366.356.250	366.356.250	366.356.250	366.356.250	366.356.250	366.356.250	366.356.250	366.356.250	366.356.250	366.356.250	366.356.250
INTERESES	31.479.750	29.091.446	26.559.843	23.876.344	21.031.836	18.016.656	14.820.566	11.432.711	7.841.584	4.034.990	
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	334.876.500	337.264.804	339.796.407	342.479.906	345.324.414	348.339.594	351.535.684	354.923.539	358.514.666	362.321.260	
IMPUESTOS	56.929.005	57.335.017	57.765.389	58.221.584	58.705.150	59.217.731	59.761.066	60.337.002	60.947.493	61.594.614	
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS	277.947.495	279.929.788	282.031.018	284.258.322	286.619.264	289.121.863	291.774.617	294.586.537	297.567.173	300.726.646	
INVERSION INICIAL	-	617.250.000									
AMORTIZACION CREDITO	49.063.823	51.452.127	53.983.730	56.667.228	59.511.737	62.526.916	65.723.006	69.110.862	72.701.988	76.508.583	
DEPRECIACION	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	
FLUJO DE CAJA	336.672.495	338.654.788	340.756.018	342.983.322	345.344.264	347.846.863	350.499.617	353.311.537	356.292.173	359.451.646	
VAN (15%)	1.111.211.115										
TIR	54,43%										

PLANTA 2.2, 570 Kw E ELECTRICA: VENTA 50%, AUTOCONSUMO 50% - E TERMICA: VENTA 47%
FINANCIAMIENTO, 85% CORFO (EXTERNO) – 15% CAPITAL PROPIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS (AHORRO) E. ELECTRICA		330.600.000	330.600.000	330.600.000	330.600.000	330.600.000	330.600.000	330.600.000	330.600.000	330.600.000	330.600.000
INGRESO (AHORRO) E. TERMICA		96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000	96.000.000
COSTO O & M		58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750	58.518.750
DEPRECIACION		58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000
MARGEN OPERATIVO		309.356.250	309.356.250	309.356.250	309.356.250	309.356.250	309.356.250	309.356.250	309.356.250	309.356.250	309.356.250
INTERESES		31.479.750	29.091.446	26.559.843	23.876.344	21.031.836	18.016.656	14.820.566	11.432.711	7.841.584	4.034.990
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS		277.876.500	280.264.804	282.796.407	285.479.906	288.324.414	291.339.594	294.535.684	297.923.539	301.514.666	305.321.260
IMPUESTOS		47.239.005	47.645.017	48.075.389	48.531.584	49.015.150	49.527.731	50.071.066	50.647.002	51.257.493	51.904.614
UTILIDAD DESPUES IMPUESTOS		230.637.495	232.619.788	234.721.018	236.948.322	239.309.264	241.811.863	244.464.617	247.276.537	250.257.173	253.416.646
INVERSION INICIAL	-	617.250.000									
AMORTIZACION CREDITO		49.063.823	51.452.127	53.983.730	56.667.228	59.511.737	62.526.916	65.723.006	69.110.862	72.701.988	76.508.583
DEPRECIACION		58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000	58.725.000
FLUJO DE CAJA	-	289.362.495	291.344.788	293.446.018	295.673.322	298.034.264	300.536.863	303.189.617	306.001.537	308.982.173	312.141.646
VAN (15%)		873.773.172									
TIR		46,52%									

Con los valores de los flujos de caja determinados para cada periodo se obtiene un VAN (15%) y una TIR para cada una de las opciones económicas analizadas, esto es, venta y/o autoconsumo.

Cuadro resumen, que considera las opciones económicas detalladas en los flujos anteriores, bajo los parámetros de un escenario base, el cual incluye financiamiento mixto (CORFO-EXTERNO 85%, Capital Propio 15%).

INDICES SEGÚN OPCION ECONOMICA ENERGÍA ELECTRICA

PLANTA 1	VENTA 100%	AUTOCON 50% VENTA 50%	AUTOCONSUMO 100%
VAN (15%)	35.327.993	114.473.974	193.619.956
TIR	18%	23%	29%

PLANTA 2.1	VENTA 100%	AUTOCON 50% VENTA 50%	AUTOCONSUMO 100%
VAN (15%)	297.489.410	455.781.373	614.073.335
TIR	29%	36%	42%

PLANTA 2.2	VENTA 100%	AUTOCON 50% VENTA 50%	AUTOCONSUMO 100%
VAN (15%)	636.335.228	873.773.172	1.111.211.115
TIR	38%	47%	54%

8- ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Debido a la complejidad de las variables que rodean la evaluación del proyecto, y la interrelación entre ellas, el análisis de sensibilidad se realizará según variables independientes, dejando todas las demás en un escenario base constante.

FINANCIAMIENTO

En la siguiente tabla se detalla la evaluación económica para las alternativas de Plantas en escenario base y de acuerdo a las alternativas de financiamiento presentadas.

FINANCIAMIENTO				
	A1	A2	A3	A4
PLANTA 1	100% CP	85% Corfo (Ext.) 15% CP	50% Corfo (Ext.) 50% CP	80% Corfo (Ext.) 20% CP
VAN (15%)	85.487.364	35.327.993	55.981.852	38.278.544
TIR	21%	18%	19%	18%

PLANTA 2.1	100% CP	85% Corfo (Ext.) 15% CP	50% Corfo (Ext.) 50% CP	80% Corfo (Ext.) 20% CP
VAN (15%)	373.008.999	297.489.410	328.585.712	301.931.739
TIR	33%	29%	30%	29%

PLANTA 2.2	100% CP	85% Corfo (Ext.) 15% CP	50% Corfo (Ext.) 50% CP	80% Corfo (Ext.) 20% CP
VAN (15%)	728.686.820	636.335.228	674.362.354	641.767.674
TIR	42%	38%	40%	39%

Dependiendo del origen del aporte de capital para el financiamiento de la inversión en las plantas, podemos inferir que posee efectos esperables, sin embargo, estos efectos no hacen preponderante la opción del proyecto, lo cual permite que éste sea viable y atractivo para todas las opciones de financiamiento y en todos los tipos de planta analizados.

PRECIO VENTA ENERGÍA

A continuación se realizan variaciones porcentuales en la variable precio venta de energía y así ver la respuesta de los indicadores ante esta variación sobre el precio base utilizado.

SENSIBILIDAD - PRECIO VENTA					
PLANTA 1	-20%	-10%	Normal	+10%	+20
\$ Elect Venta	48	54	60	66	72
VAN (15%)	- 40.652.149	- 2.662.078	35.327.993	73.318.064	111.308.135
TIR	12%	15%	18%	20%	23%

PLANTA 2.1	-20%	-10%	Normal	+10%	+20
\$ Elect Venta	48	54	60	66	72
VAN (15%)	145.529.126	221.509.268	297.489.410	373.469.552	449.449.694
TIR	22%	25%	29%	32%	35%

PLANTA 2.2	-20%	-10%	Normal	+10%	+20
\$ Elect Venta	48	54	60	66	72
VAN (15%)	408.394.802	522.365.015	636.335.228	750.305.441	864.275.654
TIR	30%	35%	38%	42%	46%

Ante variaciones porcentuales a partir del precio base estimado en 60\$ Kwh, podemos inferir que estas modificaciones positivas de 10% y 20% en el precio base, claramente nos provoca un aumento significativo para nuestros indicadores de evaluación (Van y Tir), tornando estos proyectos claramente favorables en estas situaciones.

Para los posibles escenarios de descenso del precio de venta de energía eléctrica (-20% y -10%), afecta con una reducción de los márgenes operativos los cuales hacen disminuir nuestra parámetros de evaluación, aunque no provocando un efecto de rechazo total a la opciones de proyecto, a excepción del caso de Planta 1 ante una reducción del precio sobre el precio base, con el cual se obtiene un Van negativo, por lo que no serían convenientes dichas opciones.

Los precios de venta de energía eléctrica que hacen cero el índice Van, para cada una de las plantas analizadas son los siguientes.

SENSIBILIDAD - POTENCIA ELECTRICA KW	
PLANTA 1	Van=0
\$ Elect Venta	54,42
PLANTA 2.1	Van=0
\$ Elect Venta	36,50
PLANTA 2.2	Van=0
\$ Elect Venta	26,49

POTENCIA ELECTRICA

La variación en la potencia eléctrica generada nos muestra diversos efectos para los índices económicos analizados, los cuales se resumen a continuación.

SENSIBILIDAD - POTENCIA ELECTRICA KW			
PLANTA 1	Pesimista	Normal	Optimista
Potencia Elec Kw	72	190	215
VAN (15%)	- 200.610.342	35.327.993	85.314.929
TIR	-3%	18%	21%

PLANTA 2.1	Pesimista	Normal	Optimista
Potencia Elec Kw	144	380	430
VAN (15%)	- 174.387.261	297.489.410	397.463.281
TIR	6%	29%	33%

PLANTA 2.2	Pesimista	Normal	Optimista
Potencia Elec Kw	216	570	645
VAN (15%)	- 71.479.779	636.335.228	786.296.034
TIR	12%	38%	44%

Una disminución drástica en la potencia eléctrica, llegando a los niveles mínimos, torna no convenientes los proyectos en sus tres tipos de plantas propuestos, remarcando eso si que esto solo se presenta en los casos que la potencia generada sea muy cercana al mínimo, existiendo por contraparte un amplio rango de niveles de potencia en el cual el proyecto es totalmente conveniente de acuerdo a los parámetros establecidos.

Los valores de potencia eléctrica que hacen cero el índice Van, para cada una de las plantas analizadas son los siguientes.

SENSIBILIDAD - POTENCIA ELECTRICA KW	
PLANTA 1	Van=0
Potencia Elec Kw	172
PLANTA 2.1	Van=0
Potencia Elec Kw	231
PLANTA 2.2	Van=0
Potencia Elec Kw	251

HORAS FUNCIONAMIENTO

De acuerdo a las horas de funcionamiento anuales pueden presentarse los siguientes resultados para cada una de las plantas.

SENSIBILIDAD - HORAS AÑO FUNCIONAMIENTO			
PLANTA 1	Pesimista	Normal	Optimista
Horas (Año)	7500	8000	8300
VAN (15%)	6.616.747	35.327.993	52.554.741
TIR	15%	18%	19%

PLANTA 2.1	Pesimista	Normal	Optimista
Horas (Año)	7500	8000	8300
VAN (15%)	240.456.224	297.489.410	331.709.322
TIR	26%	29%	30%

PLANTA 2.2	Pesimista	Normal	Optimista
Horas (Año)	7500	8000	8300
VAN (15%)	550.201.490	636.335.228	688.015.471
TIR	35%	38%	40%

Al asumir distintos escenarios de horas de funcionamiento de las plantas, se provocan movimientos en los índices de evaluación, los cuales permiten que todas las opciones permanezcan viables y convenientes económicamente para su ejecución.

CASO ESCENARIO ECONOMICO AUTOCONSUMO ELECTRICA 100% - VARIACIÓN PRECIO ENERGÍA AUTOCONSUMO

A continuación se presenta cuadro resumen que modifica el criterio de opción económica base, el cual en este caso se analiza a partir de la utilización de la energía en un 100% como autoconsumo, y sensibilizando de acuerdo a los distintos escenario de precios de energía eléctrica de autoconsumo (clientes residenciales), el cual posee un rango amplio, dependiendo del cliente que corresponda y son las situaciones que se resumen a continuación.

SENSIBILIDAD - PRECIO AUTOCONSUMO (CASO E ELECTR 100% AUTOCONSUMO)					
PLANTA 1	-40	-20	Normal	+20	+40
\$ Elect Autocon	45	65	85	105	125
VAN (15%)	- 59.647.184	66.986.386	193.619.956	320.253.526	446.887.096
TIR	10%	20%	29%	37%	45%

PLANTA 2.1	-40	-20	Normal	+20	+40
\$ Elect Autocon	45	65	85	105	125
VAN (15%)	107.539.055	360.806.195	614.073.335	867.340.475	1.120.607.615
TIR	20%	32%	42%	53%	63%

PLANTA 2.2	-40	-20	Normal	+20	+40
\$ Elect Autocon	45	65	85	105	125
VAN (15%)	351.409.695	731.310.405	1.111.211.115	1.491.111.825	1.871.012.535
TIR	28%	42%	54%	67%	79%

Al realizar este análisis podemos desprender que todos los casos se presentan favorables y convenientes económicamente, salvo la situación de la Planta 1, y cuando el precio se reduce \$40 sobre el base, situación en la cual el Van se torna negativo, por ende no es conveniente esa situación de precio extrema.

El efecto que provocan estas considerables variaciones de precio tanto negativa como positivamente, afectan de igual magnitud a los índices de evaluación analizados, provocando grandes diferencias entre los precios extremos utilizados, lo cual hace que los valores de Van y Tir a pesar de ser en su mayoría muy convenientes, posean grandes diferencias para casos de misma planta, esto es debido a que analizamos una variable (precio) que está directamente relacionado con los ingresos (ahorros) que genera el proyecto.

ESCENARIO ALTERNATIVO, COMERCIALIZACION BIOABONO

El escenario alternativo que se presenta, radica principalmente en la comercialización de bioabono, el cual se agrega a las situaciones base ya analizadas, lo cual permitiría claramente mejorar los resultados para cada situación.

A continuación se muestran la inversión necesaria para la comercialización de este fertilizante, y los ingresos de acuerdo a su aprovechamiento, y dependiendo de cada planta.

BIOABONO	PLANTA 1	PLANTA 2.1	PLANTA 2.2
Inversión	15.000.000	15.000.000	15.000.000
Aprovechamiento 25% (Ton/año)	2.340	4.680	9.360
Aprovechamiento 50% (Ton/año)	4.680	9.360	18.720
Precio asignado (\$/Tonelada)	2.000	2.000	2.000
Ingreso Bioabono 25% (\$/año)	4.680.000	9.360.000	18.720.000
Ingreso Bioabono 50% (\$/año)	9.360.000	18.720.000	37.440.000

Al incorporar estos ingresos correspondientes a la comercialización de bioabono, podemos comparar a la situación base anterior a las plantas, esto es, sin intervención de la venta de este fertilizante, y obtenemos los siguientes análisis para el proyecto.

EFECTO INCORPORACIÓN BIOABONO			
PLANTA 1	Sin Bioabono (base)	25% Bioabono	50% Bioabono
VAN (15%)	35.327.993	37.921.162	57.416.067
TIR	18%	18%	19%

PLANTA 2.1	Sin Bioabono (base)	25% Bioabono	50% Bioabono
VAN (15%)	297.489.410	319.577.484	358.567.293
TIR	29%	29%	31%

PLANTA 2.2	Sin Bioabono (base)	25% Bioabono	50% Bioabono
VAN (15%)	636.335.228	697.413.111	775.392.730
TIR	38%	40%	43%

La incorporación de este producto tiene un efecto netamente positivo para este proyecto, el cual es aun más significante en los casos de planta 2, donde los volúmenes productivos son mayores.