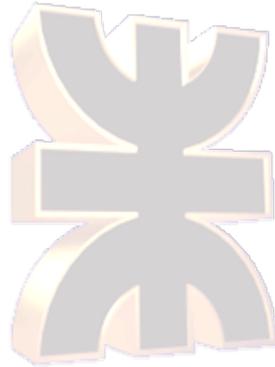


Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional La Plata



Departamento de Ingeniería Química

Proyecto Planta termosolar de generación de energía eléctrica de 50 MW

CÁTEDRA: INTEGRACIÓN V – PROYECTO FINAL - 2016

DOCENTES: ING. POLITO OSCAR  
ING. FULLONE CARLOS

ALUMNOS: BARRIOS LUCÍA  
DE CRISTÓFANO GABRIEL  
MOHAMED CINTIA

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

Contenido	Pág.
Objetivo	5
Antecedentes	6
Estudio de mercado	9
Aspectos generales	9
Potencia instalada	9
Demanda	11
Generación bruta nacional	12
Energías renovables	14
Evolución de las exportaciones e importaciones	14
Balance energético	17
Comercialización	18
Mercado eléctrico mayorista (MEM)	19
Agentes del mercado eléctrico mayorista	20
Precio	22
Tamaño y localización	23
Tamaño del proyecto	23
Localización	23
Estudio del recurso solar	26
Micro localización	29
Ingeniería de proyecto	34
Descripción del sistema	34
Campo solar	36
Concentrador cilindro parabólico (CCP)	37
Reflector cilindro-parabólico	41
Tubo absorbente	41
Sistema de seguimiento del sol	42
Estructura metálica	42
Fluido térmico	43
Tratamiento del agua	44
Sistema de generación de vapor	46
Bloque de potencia	48

---

Turbina de alta y baja presión	48
Condensador	53
Torre de refrigeración	55
Pre calentadores de agua de alimentación	55
Desgasificador	56
Balance de materia y energía	57
Diseño de equipos	59
Evaporadores	59
Sobrecalentadores	69
Recalentadores	76
Bomba de condensado	84
Campo solar	94
Listado de equipos	99
Estudio y evaluación económica	101
Estudio económico	101
Objetivo	101
Inversión inicial	101
Precio de equipos	101
Costos directos e indirectos	102
Inversión de capital fijo	102
Capital de trabajo	103
Costos de producción	105
Costos fijos	105
Costos variables	106
Costos totales	106
Punto de equilibrio	107
Evaluación económica	109
Objetivo	109
Cuadros de flujo de fondos	111
Indicadores económicos	113
Valor actual neto (VAN)	113
Tasa interna de retorno (TIR)	113
Índice de valor actual neto (IVAN)	114
Período de retorno	114

Conclusión	115
Estudio de impacto ambiental	116
Bibliografía	168
Anexo I – Tablas y gráficos	
Anexo II – Fichas de seguridad	
Anexo III - Planos	

**OBJETIVO**

El objetivo de este proyecto es diseñar una central de generación de energía eléctrica de 50 MW, a base de concentradores solares parabólicos en la Provincia de San Juan.

El principio de funcionamiento es la utilización de la radiación solar como fuente de energía, para incrementar la temperatura de un aceite de alta transferencia, que se utiliza para generar vapor que alimenta al tren de potencia.

De esta manera, se reduce el impacto ambiental derivado del consumo de recursos no renovables en la generación de energía eléctrica. A su vez, se logra modificar la matriz energética del país, aumentando el porcentaje de generación de energía con fuentes renovables.

La localización se establece en función del análisis del recurso solar, resultando la provincia de San Juan la mejor opción. La planta se situará en el Parque Industrial Albardón.

La producción anual será de 182.500 MWh, de los cuales el 10% es para autoconsumo, generando un ingreso por ventas de 49.772.727 USD (por 165.909 MWh/año). La inversión requerida es de 204.142.971 USD.

De acuerdo a la la evaluación económica realizada, el proyecto no es rentable sin financiamiento. Por eso se considera en la evaluación el financiamiento de la línea FONDEAR (Fondo para el Desarrollo Económico Argentino) para proyectos destinados al uso de fuentes renovables de energía para la producción de energía eléctrica, como parte del Programa RenovAr Ronda 1 del Ministerio de Energía y Minería.

El Valor Actual Neto es de 4.247.683 USD y se ha considerado una Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento de 12%. Se determinó una Tasa Interna de Retorno de 13%.

La cantidad de energía generada puede alimentar 20.000 viviendas aproximadamente.

**ANTECEDENTES**

La generación de energía eléctrica siempre va asociada a un alto grado de degradación energética. Los mejores procesos de transformación de calor en electricidad no alcanzan rendimientos superiores al 38%. La puesta en marcha de ciclos combinados nos permite llegar a eficiencias superiores de hasta el 70%. Esta conversión de energía térmica en energía eléctrica tiene un alto costo para el hombre ya que debe liberar al medio gran cantidad de sustancias tóxicas unidas a excedentes térmicos.

La generación de energía eléctrica mediante procesos convencionales, tiene un efecto negativo en el medio ambiente debido a la producción de CO<sub>2</sub> y su efecto sobre la capa de ozono y el calentamiento global.

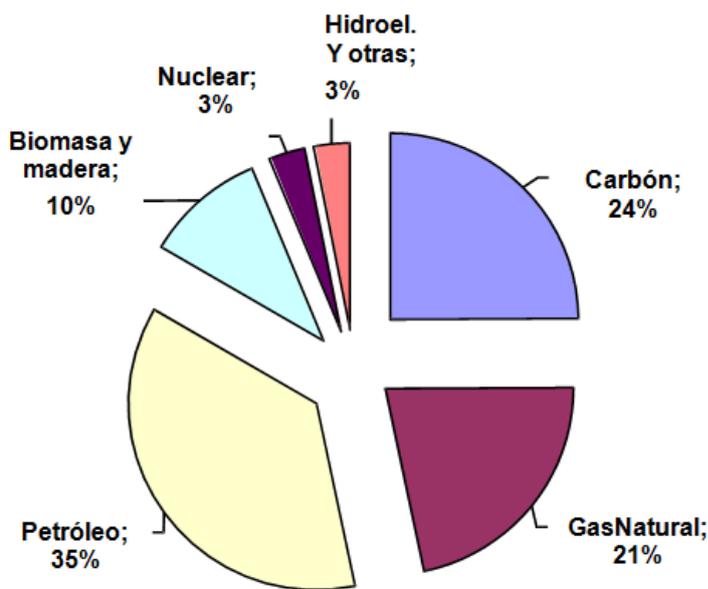


Figura1. Producción energía según combustible a nivel mundial

Las aplicaciones para la obtención de energía eléctrica a partir del viento o de la radiación solar, se perfilan como una alternativa a la generación de energía eléctrica mediante la combustión de petróleo y otros combustibles fósiles.

El aumento de la demanda de energía y la necesidad de limitar las emisiones de CO<sub>2</sub>, pone de manifiesto la necesidad de conseguir un incremento de la producción de electricidad procedente de energías renovables. En este aspecto la energía termoeléctrica supone una de las energías renovables que mejor y a más corto plazo pueden ayudar a alcanzar estos requerimientos.

La capacidad total estimada de colectores térmicos solares en operación en todo el mundo a finales de 2012 fue de 268,1 GWh, que equivalen a 383 millones de metros cuadrados de superficie de captación. Esto implica un rendimiento del colector anual de 225 TWh, lo que equivale a un ahorro de 24 millones de toneladas de petróleo y 73.7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

A continuación se reflejan las características principales de las plantas:

Planta SEGS	Primer año operación	Salida neta MW	T salida campo solar °C	Área campo solar m <sup>2</sup>	Rdto. Turbina solar %	Rdto. Turbina fósil %	Salida anual MWh
I	1985	13,8	307	82.960	31.5	-	30.100
II	1986	30	316	190.338	29.4	37.3	80.500
III & IV	1987	30	349	230.300	30.6	37.4	92.780
V	1988	30	349	250.500	30.6	37.4	91.820
VI	1989	30	390	188.000	37.5	39.5	90.850
VII	1989	30	390	194.280	37.5	39.5	92.646
VIII	1990	80	390	464.340	37.6	37.6	252.750
IX	1991	80	390	483.960	37.6	37.6	256.125

Al recurso energético renovable, en general, no se lo puede cuantificar en la misma forma que los recursos energéticos convencionales como petróleo, gas, carbón y uranio, por lo tanto, deberá tenerse en cuenta su característica de energía renovable inagotable pero de disponibilidad cíclica y de baja densidad energética.

## ESTUDIO DE MERCADO

### Aspectos generales

En este capítulo se realiza un estudio de mercado, considerando la oferta y la demanda de energía eléctrica en el MEM (Mercado Eléctrico Mayorista), así como la potencia instalada y la distribución de las distintas fuentes de generación. Se analizan también las importaciones necesarias para cubrir la demanda, verificando la necesidad de un aporte extra de energía al MEM.

Además, se presenta un breve análisis de la comercialización y el precio de la energía. Todos los datos son actualizados a julio de 2016.

### Potencia instalada

Los equipos instalados en el Sistema Argentino de Interconexión (SADI) pueden clasificarse en tres grupos, de acuerdo al recurso natural y a la tecnología que utilizan: Térmico fósil (TER), Nuclear (NU) o Hidráulico (HID). Los térmicos a combustible fósil, a su vez, pueden subdividirse en cinco tipos tecnológicos, en función del ciclo térmico y combustible que utilizan para aprovechar la energía: Turbinas de Vapor (TV), Turbinas de Gas (TG), Ciclos Combinados (CC), Motores Diesel (DI) y Biogás (BG).

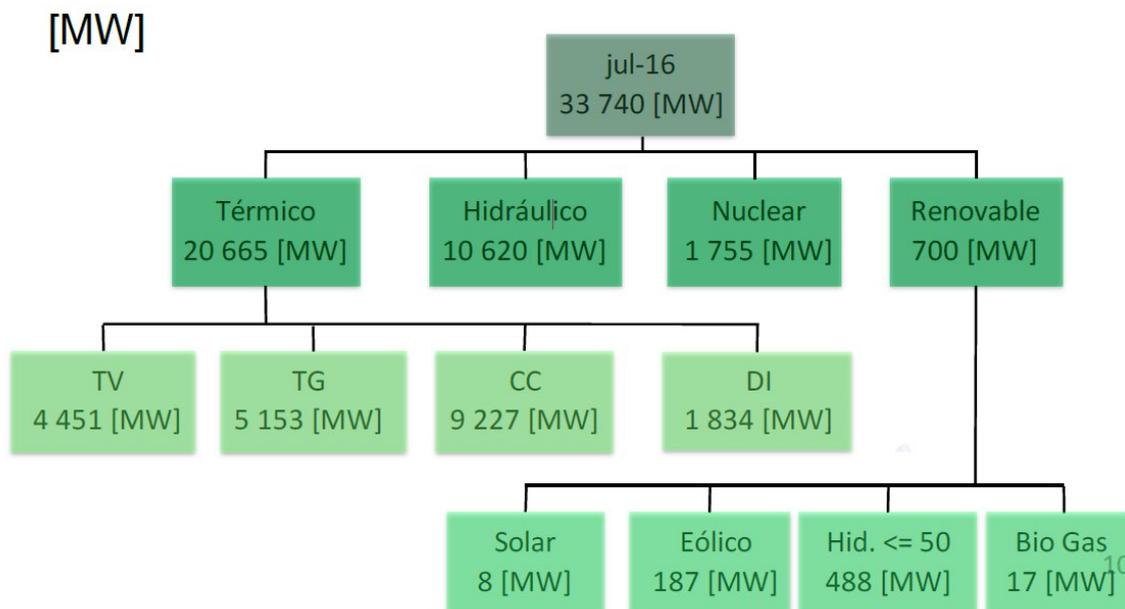
Existen en el país otras tecnologías de generación agrupadas en el concepto Otras Renovables, las cuales se están conectando al SADI progresivamente, como la Eólica (EOL) y la Fotovoltaica (FV). Sin embargo, ésta última aún tiene baja incidencia en cuanto a capacidad instalada.

La siguiente tabla muestra la capacidad instalada por regiones y tecnologías en el MEM, en MW.

REGIÓN	PROVINCIAS
Gran Buenos Aires (GBA)	C.A.B.A y Gran Buenos Aires
Buenos Aires (BA)	Buenos Aires sin GBA
Centro (CEN)	Córdoba, San Luis
Comahue (COM)	La Pampa, Neuquén, Río Negro
Cuyo (CUY)	Mendoza, San Juan
Litoral (LIT)	Entre Ríos, Santa Fe
Noreste Argentino (NEA)	Chaco, Corrientes, Formosa, Misiones
Noroeste Argentino (NOA)	Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta, Santiago del Estero, Tucumán
Patagonia (PAT)	Chubut, Santa Cruz

REGION	TV	TG	CC	DI	Térmico Total	Hidráulica	Nuclear	Solar	Eólica	Hidro <= 50 MW	Biogas	Renovable Total	TOTAL
CUYO	120	90	374	0	584	900	0	8	0	172	0	180	1 664
COM	0	209	1 282	92	1 583	4 655	0	0	0	37	0	37	6 274
NOA	261	992	829	283	2 365	101	0	0	50	117	0	167	2 633
CENTRO	200	511	534	101	1 345	802	648	0	0	116	0	116	2 911
GBA-LIT-BAS	3 870	3 124	6 020	501	13 515	945	1 107	0	0	0	17	17	15 584
NEA	0	33	0	299	332	2 745	0	0	0	0	0	0	3 077
PATA	0	195	188	0	383	472	0	0	137	47	0	184	1 039
U. Móviles	0	0	0	558	558	0	0	0	0	0	0	0	558
<b>TOTAL</b>	<b>4 451</b>	<b>5 153</b>	<b>9 227</b>	<b>1 834</b>	<b>20 665</b>	<b>10 620</b>	<b>1 755</b>	<b>8</b>	<b>187</b>	<b>488</b>	<b>17</b>	<b>700</b>	<b>33 740</b>
<b>% TERMICO</b>	<b>22%</b>	<b>25%</b>	<b>45%</b>	<b>9%</b>	<b>100%</b>								
<b>% TOTAL</b>					<b>61%</b>	<b>31%</b>	<b>5%</b>					<b>2%</b>	<b>100%</b>

**Potencia Instalada - Distribución por Tecnología/Región [MW]**



**Potencia Instalada - Distribución por Tecnología**

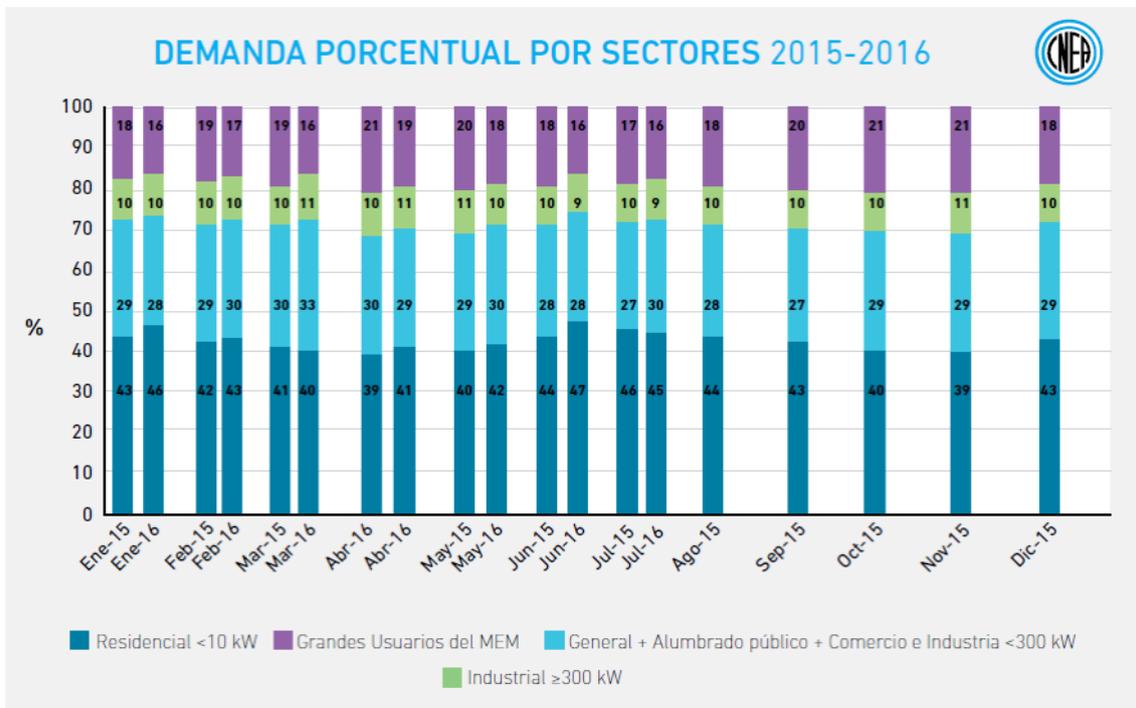
**Demanda**

A continuación se muestra la evolución de la demanda neta a Julio de 2016.

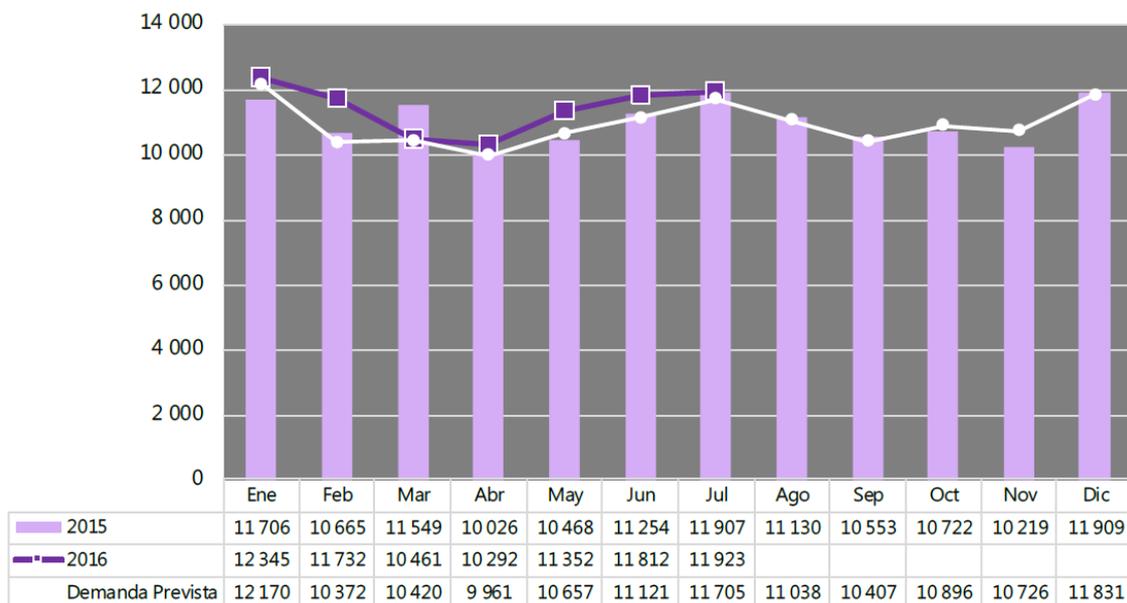
VARIACIÓN DEMANDA NETA		
MENSUAL (%)	AÑO MOVIL (%)	ACUMULADO 2016 (%)
<b>+0,1</b>	<b>+3,2</b>	<b>+3,0</b>

La variación mensual se calcula computando la demanda neta de los agentes, sin considerar las pérdidas en la red, respecto del mismo valor mensual del año anterior. El año móvil compara la demanda de los últimos 12 meses respecto de los 12 anteriores. El acumulado anual, en cambio, computa los meses corridos del año en curso, respecto de los mismos del año pasado.

A continuación se presenta la comparación interanual de la demanda eléctrica por tipos de usuario.



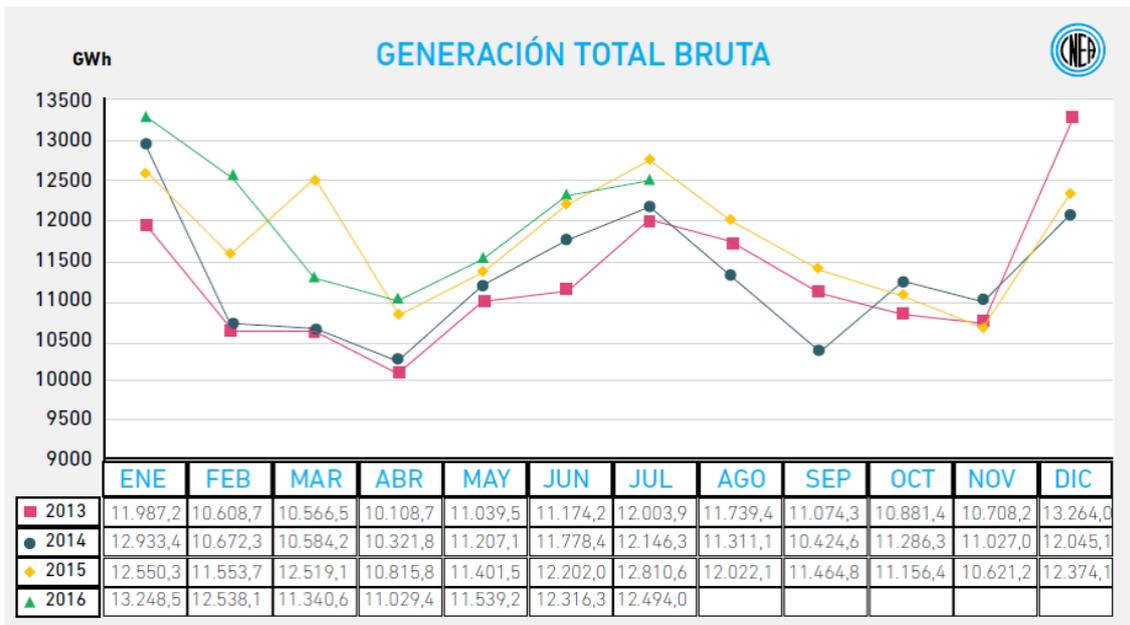
El siguiente grafico muestra la evolución mensual de la demanda, y compara la demanda real con la prevista para el mismo periodo.



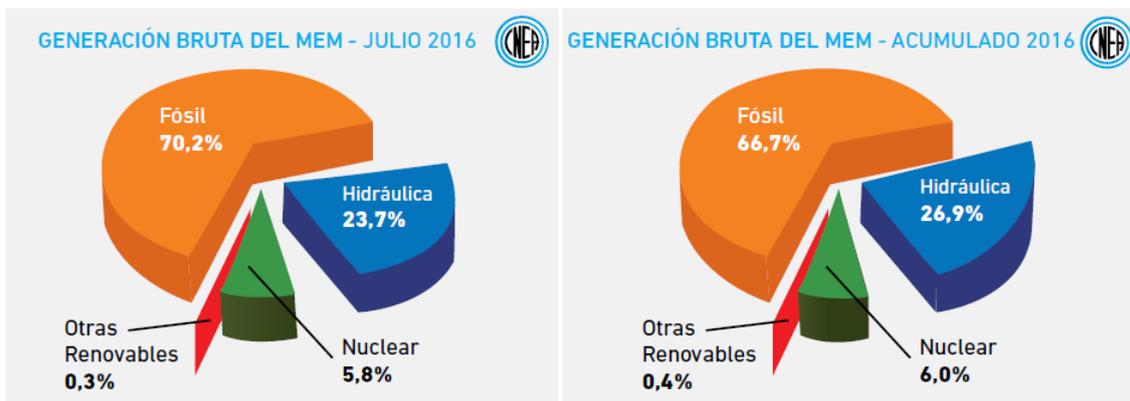
**Evolución mensual y demanda prevista [GWh]**

**Generación Bruta Nacional**

La generación total bruta nacional vinculada al SADI en el mes de julio de 2016, que incluye nuclear, hidráulica, térmica, eólica y fotovoltaica, fue un 2,5% inferior a la de julio del 2015.



A continuación, se presenta la relación entre las distintas fuentes de generación:



La generación de Otras Renovables, que surge de las gráficas precedentes, comprende la generación eólica y fotovoltaica incorporada hasta el momento. Cabe destacar que el mayor porcentaje corresponde a la generación eólica.

Corresponde aclarar que, dentro de la generación de Otras Renovables, no se toma en cuenta a la efectuada con biocombustibles ni a la de las hidráulicas menores a 50 MW, ya que se incluyen en generación térmica fósil y en hidráulica, respectivamente.

### Energías renovables

En el siguiente cuadro, se describe la distribución por tipo de generación de energía renovable, a lo largo de los últimos cinco años. Además se establece el promedio de la demanda de energía del MEM cubierto con generación renovable.

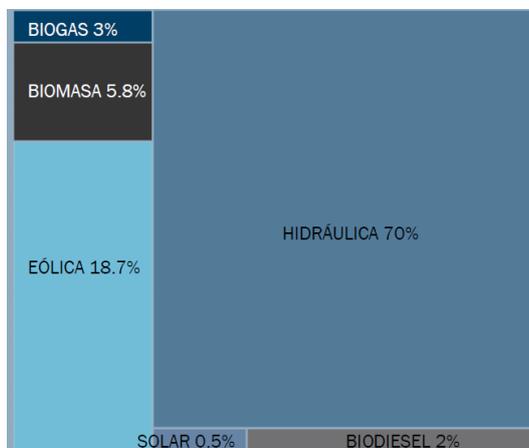
FUENTE DE ENERGÍA	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013	AÑO 2014	AÑO 2015	Total GWh	Total MW Medios
Biodiesel	32	170	2	2	0	206.6	4.7
Biomasa	98	127	134	114	155	626.9	14.3
Eólica	16	348	447	613	593	2017.5	46.0
Hidro <= 50MW	1350	1566	1376	1543	1713	7548.4	172.2
Solar	2	8	15	16	15	55.3	1.3
Biogas	0	36	108	103	84	330.8	7.5
<b>Total GWh</b>	<b>1498.2</b>	<b>2255.2</b>	<b>2082.9</b>	<b>2390.0</b>	<b>2559.1</b>	<b>10785.4</b>	<b>246.1</b>

DEMANDA ENERGÍA [GWh]	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013	AÑO 2014	AÑO 2015	Total GWh	Total MW Medios
Demanda MEM	116349	121293	125166	126397	131995	621201	28350

Porcentaje de la Demanda MEM cubierta con Generación Renovable	1.3%	1.9%	1.7%	1.9%	1.9%	1.7%
--	------	------	------	------	------	------



**Composición de la Generación Renovable en 2015**

### Evolución de las exportaciones e importaciones

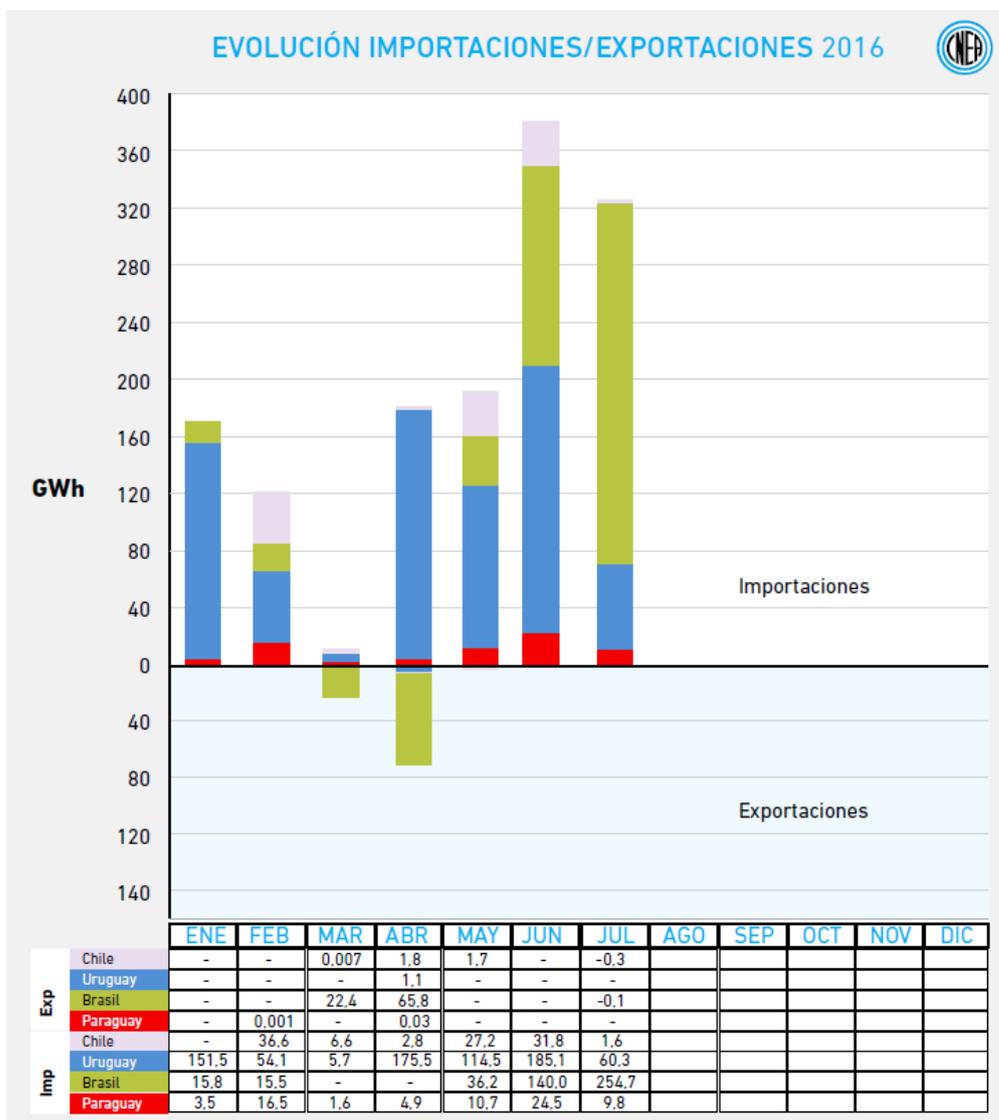
Si bien puede resultar contradictorio importar y exportar al mismo tiempo, a veces se trata solo de una situación temporal, donde en un momento se importa y en otro se ex-

porta, (según las necesidades internas o las de los países vecinos), mientras que en otros casos se trata de energía en tránsito. Se habla de energía en tránsito cuando Argentina, a través de los convenios de integración energética del MERCOSUR, facilita sus redes eléctricas para que Brasil le exporte electricidad a Uruguay. De ese modo el ingreso de energía a la red está incluido en las importaciones y, a su vez, los egresos hacia Uruguay están incluidos en las exportaciones.

Cuando Argentina requiere energía de Brasil, esta ingresa al país mediante dos modalidades: como préstamo (si es de origen hidráulico), o como venta (si es de origen térmico). Si se realiza como préstamo, debe devolverse antes de que comience el verano, coincidiendo con los mayores requerimientos eléctricos de Brasil.

En el caso de Uruguay, cuando la central hidráulica binacional Salto Grande presenta riesgo de vertimiento (por exceso de aportes del río Uruguay), en lugar de descartarlo, se aprovecha ese recurso hidráulico para generar electricidad, aunque dicho país no pueda absorber la totalidad de lo que le corresponde. Este excedente es importado por Argentina a un valor equivalente al 50% del costo marginal del MEM argentino, como solución de compromiso entre ambos países, justificado por razones de productividad. Este tipo de importación representa un caso habitual en el comercio de electricidad entre ambos países.

A continuación se presenta la evolución de las importaciones y exportaciones con Brasil, Paraguay, Chile y Uruguay, en GWh durante los meses corridos del año 2016.



### Balance energético

A continuación, se efectúa el análisis de oferta vs demanda.

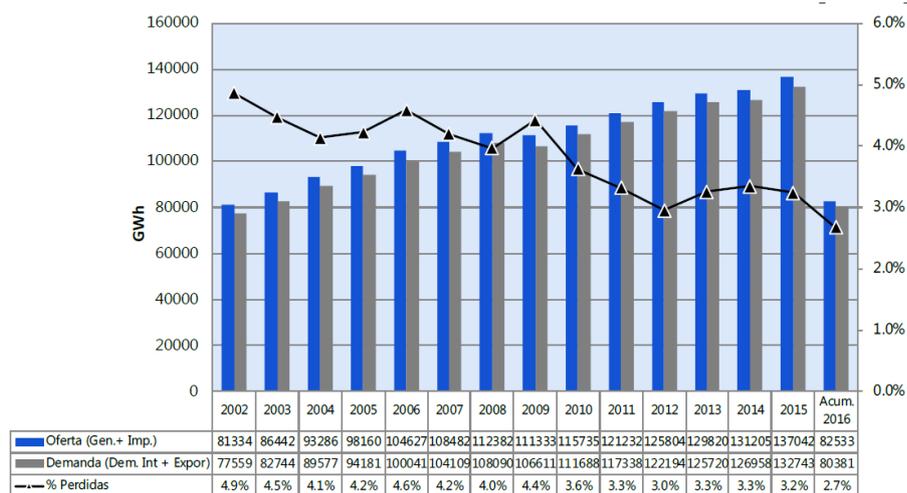
#### Demanda MEM Año 2016 [GWh]

DEMANDA (GWh)	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
Distribuidor	10 263	9 687	8 349	8 253	9 293	9 915	9 970	0	0	0	0	0
Gran Usuario	2 082	2 044	2 112	2 039	2 059	1 897	1 953	0	0	0	0	0
Bombeo	75	35	24	49	42	60	83	0	0	0	0	0
Exportación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérdidas	8	367	332	318	347	399	381	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>12 428</b>	<b>12 134</b>	<b>10 817</b>	<b>10 659</b>	<b>11 741</b>	<b>12 271</b>	<b>12 387</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

#### Oferta MEM Año 2016 [GWh]

OFERTA (GWh)	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
TÉRMICA	7 913	8 051	7 205	6 790	7 178	7 976	8 385	0	0	0	0	0
HIDRÁULICA	3 584	3 050	2 769	2 831	3 454	3 060	2 816	0	0	0	0	0
NUCLEAR	679	660	590	705	749	689	674	0	0	0	0	0
RENOVABLE	81	252	264	219	168	166	186	0	0	0	0	0
IMPORTACION	171	121	12	183	194	381	327	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>12 428</b>	<b>12 134</b>	<b>10 839</b>	<b>10 728</b>	<b>11 743</b>	<b>12 273</b>	<b>12 388</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

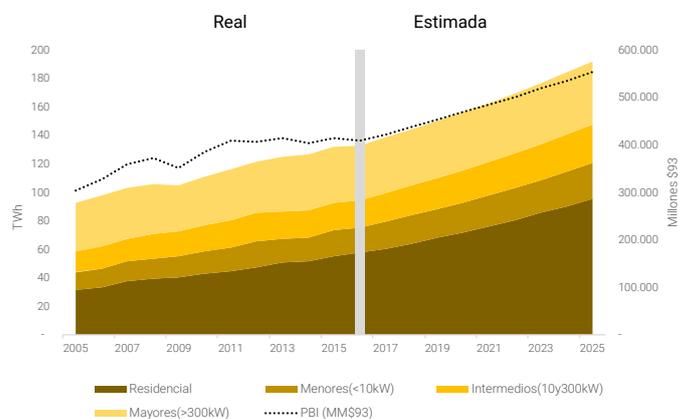
En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la oferta y la demanda desde el 2002 a la fecha.



Oferta vs Demanda [GWh]

## Proyección de la demanda de energía eléctrica a diez años

### Demanda Energética: Energía Eléctrica



Cuadro 1 TWh	% a.a	Demanda	
	2015-2025	2015	2025
Residencial	5,7%	55,1	95,6
Menores(<10kW)	3,3%	18,1	25,2
Intermedios (10 y 300kW)	3,1%	19,8	27,0
Mayores(>300kW)	1,3%	39,0	44,2
<b>Total</b>	<b>3,8%</b>	<b>132,0</b>	<b>192,0</b>

Se puede observar, de acuerdo a la proyección de la demanda realizada por la Secretaría de Energía, un crecimiento sostenido de 3,8% anual. Por lo que se verifica una necesidad de crecimiento de la oferta que la acompañe.

### Comercialización

En el marco de lo dispuesto en la Ley 24.065/91 (Marco Regulatorio Eléctrico), queda establecida la estructura del mercado eléctrico, cuyas principales características son:

- Segmentación vertical en función de las diferentes necesidades regulatorias de cada actividad: generación, transporte y distribución.
- Los consumidores se dividen en Grandes usuarios y Usuarios Finales. Los primeros se constituyen asimismo en agentes del Mercado Eléctrico, tal como los integrantes de los subsectores anteriormente citados.
- En la misma Ley se determina la creación del Ente Nacional de Regulación de la Electricidad (ENRE), que tiene como funciones entre otras:

- Controlar la prestación de los servicios
- Dictar reglamentaciones
- Prevenir conductas monopólicas

- Establecer bases de cálculo de tarifas y fiscalizar las concesiones de jurisdicción federal

### **Mercado eléctrico mayorista (MEM)**

Las bases en que se fundamenta el funcionamiento del sector eléctrico es la conformación de un mercado de energía eléctrica (el Mercado Eléctrico Mayorista), un sistema de precios y un administrador de dicho mercado (CAMMESA).

El MEM es el punto donde converge la oferta y la demanda. Se crea un Mercado a Término y un Mercado Spot para la compraventa de energía. Los distribuidores pueden comprar la energía al mercado a un precio estabilizado que se actualiza trimestralmente. Los generadores pueden vender energía al mercado a través de un precio Spot horario.

El funcionamiento del MEM se sustenta en dos aspectos: la prestación y la recepción del servicio. En la prestación se reconocen las tres franjas de actividad: producción, transporte y distribución. La recepción del servicio está representado por los clientes que, de acuerdo a su potencia contratada pueden comprar en forma directa al MEM o a las compañías distribuidoras.

El transporte es una actividad definida como servicio público. Tiene la obligación de brindar libre acceso a sus redes, para que pueda transitar la energía de generadores a distribuidores y a grandes y medianos usuarios. No puede intervenir en la compra ni en la venta de energía eléctrica. Está relevada de la obligación de expandir la red pero puede participar en las nuevas construcciones. Los recursos para la explotación y la expansión del equipamiento de transporte, provienen de quienes utilizan el servicio: generadores, distribuidores y grandes usuarios.

La distribución ha sido definida como servicio público, y debe cumplir con las obligaciones que le impone un contrato de concesión. Debe abastecer a toda la demanda de su área de concesión en condiciones de calidad y precio establecidos. El distribuidor debe asegu-

rarse el abastecimiento de energía, su confiabilidad y su calidad para asegurar también estas condiciones a sus propios clientes.

Para lograr una Administración del MEM idónea, se constituyó una empresa con las reglas del derecho privado, es decir se conformó una Sociedad Anónima.

Esta empresa es la Compañía administradora del MEM S.A (CAMMESA), que tomó a su cargo la responsabilidad del mercado a partir del 1º de Agosto de 1992.

De acuerdo a lo establecido en el Decreto P.E.N Nº 1192/92 de su creación, CAMMESA tiene como objetivos:

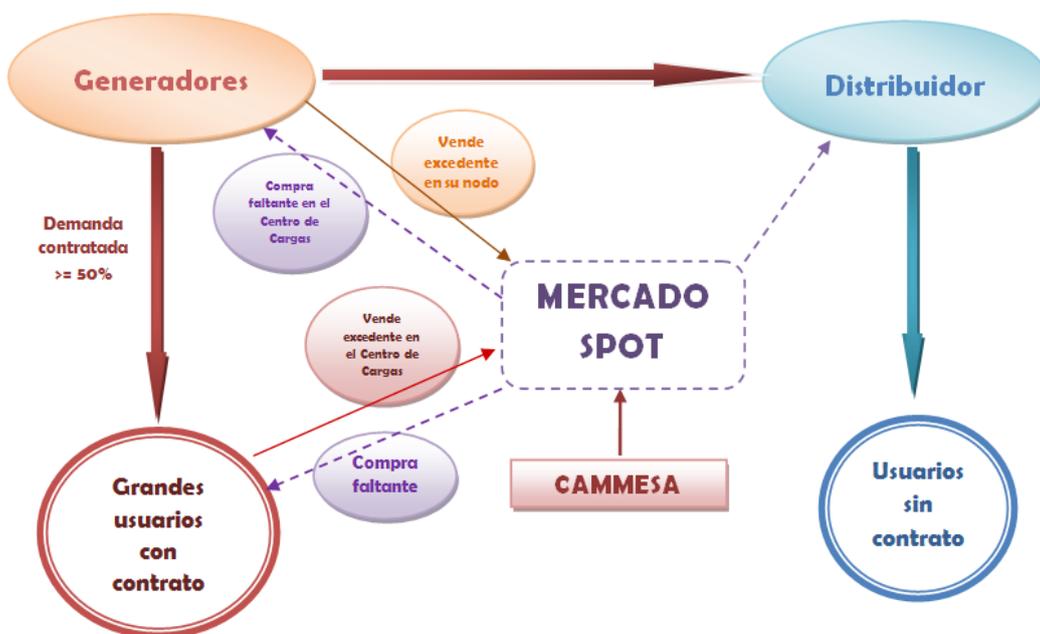
- Realizar el despacho técnico y económico del SADI
- Maximizando la seguridad del sistema y calidad del suministro
- Plantear las necesidades de potencia para la satisfacción de la demanda y optimizar la aplicación de las normas que a los efectos del funcionamiento del Mercado Eléctrico dicte la Secretaría de Energía.
- Supervisar el funcionamiento del mercado y administrar el despacho técnico de los contratos del MEM.

### **Agentes del mercado eléctrico mayorista**

Generador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su actividad es reconocida por la ley 24.065 como de interés general.</li> <li>• La generación constituye una actividad de riesgo.</li> <li>• Colocan su producción en forma total o parcial en el sistema de Transporte y/o Distribución</li> <li>• Libre competencia, precios no regulados.</li> <li>• Libre ingreso al MEM.</li> <li>• Pueden celebrar contratos de suministro libremente pactados con Distribuidores y Grandes Usuarios.</li> </ul>
-----------	--

Transportista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su actividad es reconocida por la ley 24.065 como servicio público</li> <li>• Transmiten y/o transforman la energía eléctrica desde el punto de entrega del generador hasta el punto de recepción por el distribuidor o gran usuario.</li> <li>• Son un monopolio natural, tienen precios y calidad del servicio regulados</li> <li>• Tienen que permitir el libre acceso a terceros sus redes.</li> <li>• Los transportistas no pueden comprar ni vender electricidad.</li> <li>• Expansión de la capacidad de transporte mediante concurso público o contrato entre partes.</li> </ul>
Distribuidor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su actividad es reconocida por la ley 24.065 como servicio público.</li> <li>• Responsables de abastecer a usuarios finales que no tengan la facultad de contratar su suministro en forma independiente.</li> <li>• Son un monopolio natural, tienen precios y calidad del servicio regulados</li> <li>• Deben abastecer toda la demanda y sus incrementos. No puede alegar falta de suministro</li> <li>• Tienen que permitir el libre acceso a terceros sus redes.</li> </ul>
Grandes Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratan en forma independiente y para su consumo propio su abastecimiento de energía eléctrica.</li> <li>• Pactan libremente el Precio de abastecimiento de energía eléctrica.</li> <li>• Existen tres categorías según Potencia y Energía consumida: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandes Usuarios Mayores (GUMA)</li> <li>• Grandes Usuarios Menores (GUME)</li> <li>• Grandes Usuarios Particulares (GUPA)</li> </ul> </li> </ul>
Auto generador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen las mismas características que un GUMA cuando compran y que un generador cuando venden</li> <li>• Además, genera energía eléctrica como producto secundario, siendo su propósito principal la producción de bienes y/o servicios.</li> </ul>
Cogenerador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera conjuntamente energía eléctrica y vapor u otra forma de energía para fines industriales, comerciales de calentamiento o de enfriamiento.</li> </ul>

El siguiente esquema representa las interrelaciones entre los agentes y los segmentos del MEM.



### Precio

Los precios de mercado para la generación eléctrica con fuentes renovables no son comparables con los establecidos para la producción con fuentes fósiles.

Para el caso de fuentes renovables, los precios oscilan entre los 250 y los 350 USD/MWh (Fuente: Instituto de Energía Scalabrini Ortiz IESO).

## **TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN**

### **Tamaño del proyecto**

Diferentes estudios apuntan a que el tamaño óptimo para las plantas de concentración solar asciende a 100 MW, aunque la experiencia también muestra que mantener las instalaciones en tamaños más bajos tiene sus ventajas. En plantas cilindro parabólicas, el aumento del tamaño de las instalaciones, aparte del incremento del costo de la planta, implicaría también la necesidad de mayor aislamiento para evitar pérdidas de calor debido al aumento del tamaño y por lo tanto de las distancias.

Por lo tanto la planta de concentración solar de colectores cilindro parabólicos se dimensionará para una potencia de 50 MW, considerando un valor intermedio que establezca una relación costos-generación más óptima.

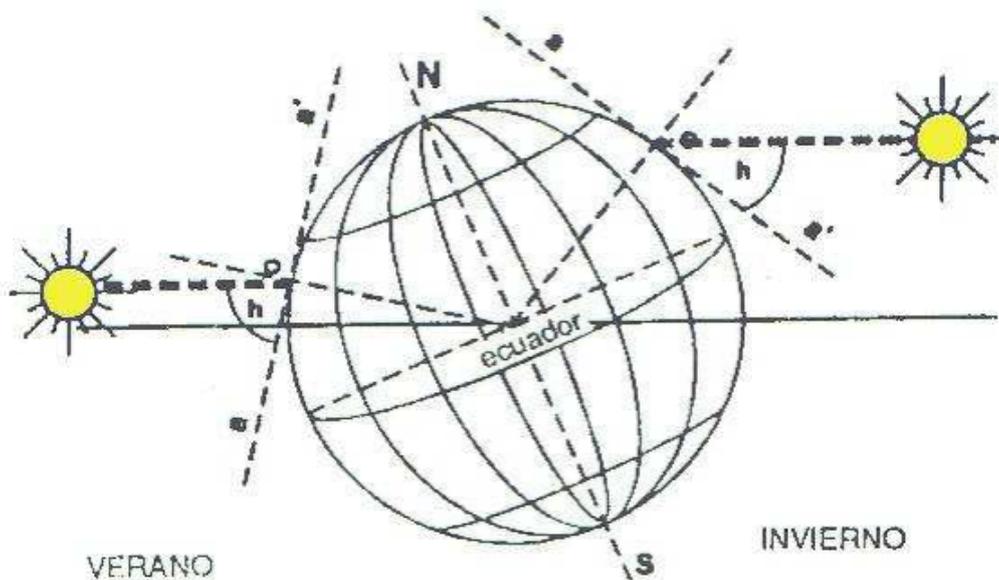
Considerando lo que surge del estudio de mercado, el tamaño elegido cubrirá un pequeño porcentaje del incremento de la demanda proyectada.

### **Localización**

La Argentina se extiende, en su parte continental, aproximadamente desde los 22° hasta los 55° de latitud sur. Su extensión en el sentido de los meridianos es de aproximadamente 3.700 km. Esta condición territorial produce importantes modificaciones sobre los elementos del clima. Por ejemplo, a lo largo del país va cambiando el ángulo de incidencia de los rayos solares y la duración de las horas de luz, lo que determina variaciones de la radiación solar y la temperatura.

La posición del Sol en el cielo en las distintas horas del día depende de dos factores:

- Posición del observador: determinada sobre la superficie terrestre mediante las coordenadas geográficas
- Estaciones del año: surgen de la órbita que describe la tierra sobre un plano denominado eclíptica, que contiene el centro de la Tierra y el Sol. En este plano, el eje de rotación de la tierra es de  $23^{\circ} 27'$ .



Ref.: a-a' = línea del horizonte

### Altura del sol en el horizonte en invierno y verano

La consecuencia de la inclinación del eje es que en las distintas épocas del año, un observador ubicado en el mismo sitio en la tierra, ve el Sol al mediodía más alto con respecto al horizonte en verano que en invierno. Consecuentemente con ello, los rayos solares inciden en la tierra más oblicuamente en invierno que en verano y las horas de Sol son inferiores.

El Sol emite radiación en toda la gama del espectro electromagnético; sin embargo, para los fines del aprovechamiento de su energía, solo es importante la llamada radiación tér-



La cantidad de radiación solar que llega a un determinado punto de la superficie terrestre condiciona la disponibilidad de energía, y depende de la inclinación con la que llegan los rayos solares y de la duración del brillo solar, ambos determinados por la latitud y la época del año.

La energía solar que incide anualmente sobre la tierra supone diez mil veces la demanda de energía anual de la población mundial. Cabe resaltar, que la radiación solar que recibe la tierra en 10 días supera la cantidad de energía acumulada de las reservas de combustible fósiles estimadas en todo nuestro planeta.

### **Estudio del recurso solar**

Para dimensionar correctamente los sistemas de captación de radiación solar, evaluar sus costos y posibilidades de funcionamiento, es necesario contar con información que muestre la distribución del recurso solar.

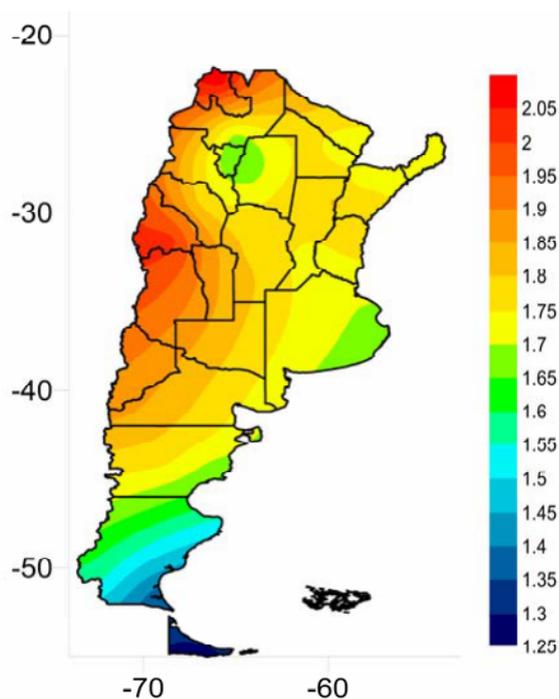
La información se basa en la brindada por la Red Solarimétrica, que fue creada con el objetivo de conformar una red de medición para evaluar la energía solar con vistas a su aprovechamiento energético. Los datos brindados por la red, sumados a estimaciones basadas en datos históricos de las horas de sol provenientes de la red de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, permitieron determinar los valores medios mensuales de radiación y trazar las cartas de distribución de la radiación solar de Argentina.

En siguiente tabla se muestran los ángulos óptimos de inclinación del plano para todo del año, y la energía colectada.

### Ángulos de inclinación y energía colectada en las estaciones

ESTACION	Longitud	Latitud	Energía anual (MWh/m <sup>2</sup> )	ángulo óptimo anual (°)	ESTACION	Longitud	Latitud	Energía anual (MWh/m <sup>2</sup> )	ángulo óptimo anual (°)
Abra Pampa	-65,85	-22,72	2,32	-23,14	Trelew	-65,27	-43,24	1,77	-35,06
Colonia S. Rosa	-58,12	-28,27	1,52	-23,81	Ushuaia	-68,32	-54,72	1,24	-42,14
Sombrerito	-59,47	-28,65	1,87	-24,53	Ceres	-61,95	-29,88	1,85	-24,79
Cerro Azul	-55,43	-27,62	1,66	-22,68	La Banda	-64,25	-27,70	1,62	-20,84
Cerrillos	-65,47	-24,91	1,72	-22,56	Reconquista	-59,70	-29,17	1,81	-24,17
San Carlos	-69,04	-25,88	1,97	-24,03	Villa Reynolds	-65,38	-33,77	1,87	-27,61
R. de la Frontera	-64,98	-25,75	1,50	-19,72	C.del Uruguay	-58,33	-32,43	1,82	-26,25
R. Sáenz Peña Peña	-60,40	-26,85	1,78	-21,21	Gualeguaychú	-58,62	-32,96	1,67	-25,30
Famaillá	-65,41	-27,07	1,59	-21,38	Mazaruca	-59,40	-33,59	1,76	-25,86
El Colorado	-59,37	-26,32	1,56	-20,11	Salto Grande	-57,92	-31,22	1,81	-24,77
Mercedes	-58,02	-29,17	1,91	-24,24	M. Caseros	-57,65	-30,38	1,85	-24,19
La Rioja	-66,82	-29,42	1,67	-26,24	Formosa	-58,23	-26,25	1,79	-21,13
Rafaela	-61,55	-31,22	1,83	-25,36	Las Lomitas	-60,58	-24,70	1,81	-19,51
Córdoba	-64,22	-31,49	1,76	-26,67	Colonia Benítez	-58,93	-27,42	1,80	-21,32
San Juan	-68,42	-31,56	2,23	-26,86	Las Breñas	-61,12	-27,06	1,81	-20,79
Paraná	-60,48	-31,58	1,83	-26,64	Embalse Río III	-64,38	-32,21	1,74	-26,77
Marcos Juárez	-62,15	-32,65	1,75	-26,06	Pilar	-63,88	-31,68	1,88	-26,14
Oliveros	-60,85	-32,19	1,51	-24,56	Laboulaye	-63,37	-34,13	1,82	-28,02
Río IV	-64,23	-33,08	1,81	-27,65	Camaronas	-65,7	-44,79	1,59	-34,73
V. Mercedes	-65,48	-33,72	1,77	-27,55	Faro Blanco	-65,73	-47,20	1,68	-38,61
San Miguel	-58,73	-34,55	1,68	-26,98	Pto. Desendo	-65,92	-47,73	1,38	-38,04
Rama Caída	-68,38	-34,67	1,93	-28,97	P. de Indios	-68,88	-43,86	1,81	-35,24
Anguil	-64,00	-36,52	1,78	-28,81	C. Rivadavia	-67,50	-45,85	1,67	-37,33
Balcarce	-58,30	-37,75	1,69	-29,28	G. Gregores	-70,17	-48,71	1,57	-39,47
Alto Valle	-67,57	-39,02	1,81	-30,34	Río Gallegos	-69,28	-51,60	1,28	-42,53
Bariocche	-71,17	-41,20	1,88	-32,54	L.Argentino	-72,30	-50,33	1,63	-40,72

La siguiente figura muestra las isóneas de irradiación solar anual colectada por planos inclinados un ángulo fijo respecto a la horizontal, con un valor óptimo anual que maximiza la energía colectada.



En general puede apreciarse que la zona más favorable para el aprovechamiento energético de la radiación solar es la zona noroeste del país. En esa zona, que se extiende desde Mendoza hasta Jujuy, los valores de radiación son muy altos. El resto del país tiene valores apreciables de irradiación anual en casi toda su extensión, salvo sitios puntuales como la provincia de Tucumán, parte de Buenos Aires, el sur de Santa Cruz y Tierra del Fuego.

Del análisis de los datos, surge que las provincias más óptimas para localizar la planta son Jujuy ( $2,32 \text{ MWh/m}^2 \text{ año}$ ) y San Juan ( $2,23 \text{ MWh/m}^2 \text{ año}$ ).

Considerando la baja disponibilidad de parques industriales y sus tamaños en la provincia de Jujuy, se elige San Juan por sus características de relieve y la extensión de superficies disponibles, dada la gran superficie plana requerida por el proyecto.

### Micro localización

La planta se ubicará dentro de un parque industrial, considerando los beneficios que pre-

senta instalación dentro de ellos.

Los parques industriales tienen la particularidad de contar con una serie de servicios comunes, como pueden ser: abastecimiento de energía eléctrica, agua potable, servicio de vigilancia, portería, accesibilidad a las principales rutas.

En la provincia de San Juan se encuentran los siguientes parques industriales:

- CHIMBAS - Parque Industrial San Juan
- ALBARDON – Parque Tecno-industrial Albardón
- POCITO – Parque Industrial Pocito
- SAN MARTIN – Parque Industrial San Martin
- 9 DE JULIO – Parque Industrial 9 de Julio
- JACHAL – Parque Industrial Jachal

De los seis parques industriales, el único que cumple con el requerimiento de superficie es el Parque Industrial Albardón, que presenta las siguientes características:

- Domicilio: Ruta Nacional Nº 40 Y Ex Vías F.C.G.M.D. Nº 3480 - ALBARDÓN
- Superficie total: 232,247 Hectáreas
- Superficie de lotes a la venta: 76 Hectáreas
- Infraestructura y equipamientos:
  - Alumbrado público
  - Calles internas
  - Cerramiento perimetral
  - Energía eléctrica
  - Estacionamiento p/automóviles
  - Estacionamiento p/camiones
  - Transporte y distribución de plantas
- Vías de comunicación

El parque industrial se encuentra al costado de la Ruta Nacional Nº 40, que lo comunica directamente con la ciudad capital de San Juan, y más al sur con la ciudad

de Mendoza. Por el costado del mismo pasa una vía férrea que no está en funcionamiento pero la misma está conectada a un ramal activo. Se encuentra a 17 km del Aeropuerto de San Juan.

- Marco Jurídico e Impuestos

Toda actividad que se desarrolle dentro de este parque industrial está reglamentada por la ordenanza municipal de Albardón N° 1987-CD-2010.

Además, según la Ley Provincial N° 8.130, sancionada en el año 2010, las empresas radicadas en parques industriales tendrán los siguientes beneficios: Exenciones impositivas. Los adjudicatarios de lotes o parcelas de los Parques o Áreas Industriales, quedan eximidos por el término de diez años, a partir de su entrada en vigencia, del pago de los impuestos inmobiliarios que graven el lote adjudicado y del impuesto de sellos que graven las transacciones que se realicen con motivo de la adjudicación y de la explotación industrial que se trate, en el porcentaje, forma y bajo las condiciones que determine la reglamentación a dictarse.

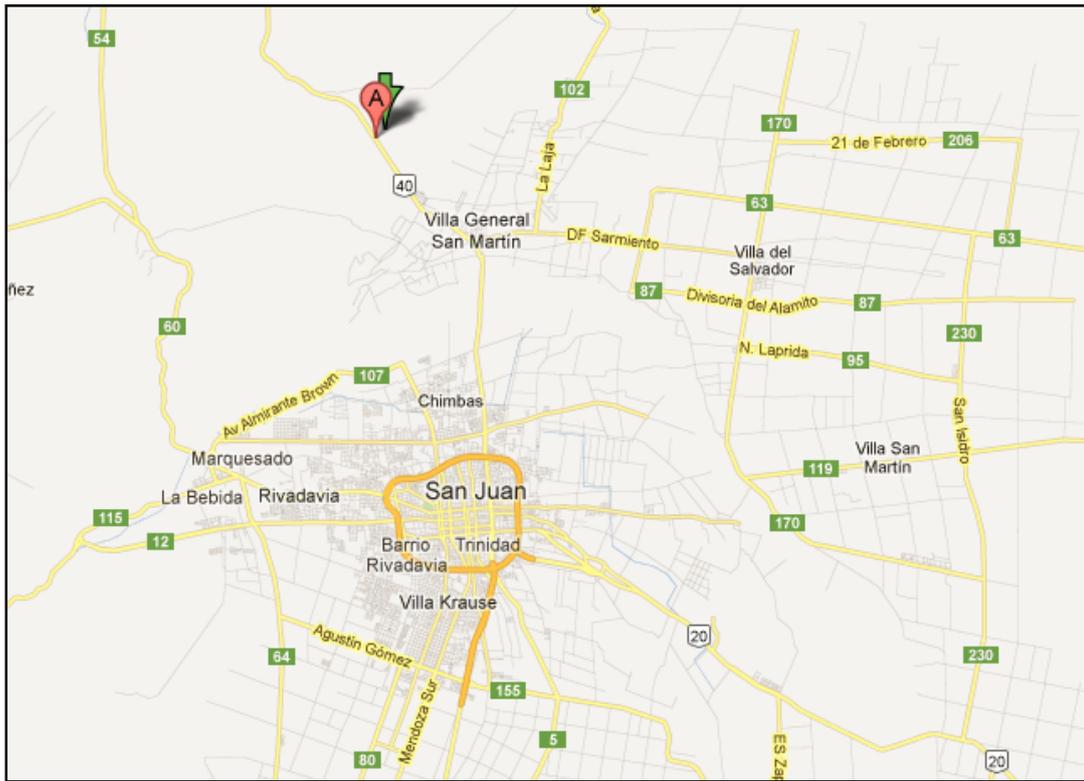
- Mano de obra

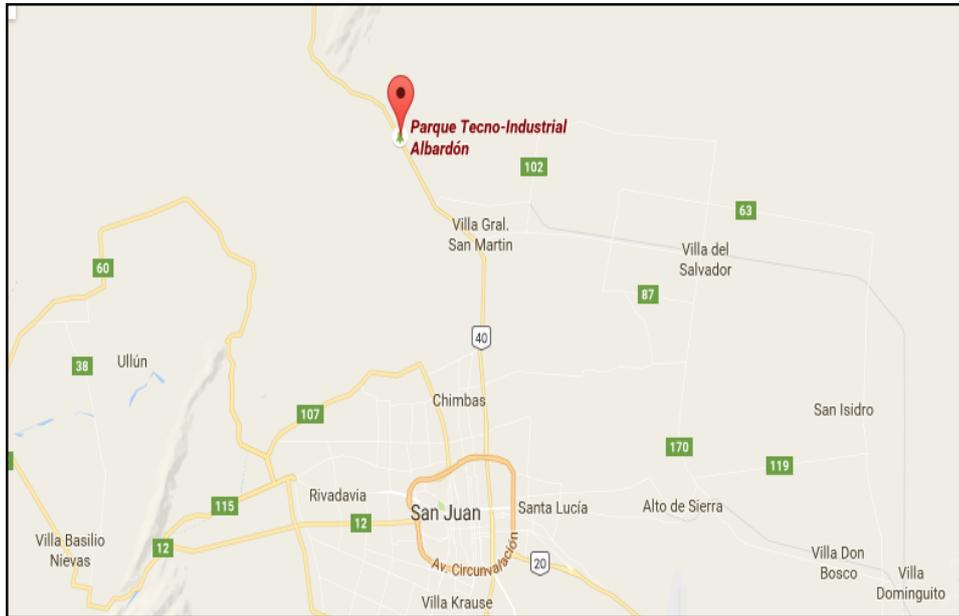
La fuente de mano de obra más cercana es la ciudad Villa General San Martín, capital del Departamento de Albardón. Cuenta con 12.000 habitantes. A 15 kilómetros se encuentra la ciudad de San Juan, con sus alrededores, que suman alrededor de 400.000 habitantes.

- Clima

Tiene una mayor cantidad de días de calor, muchas horas diarias de sol, veranos calurosos, inviernos moderados y estaciones intermedias (primavera y verano) muy marcadas. Es beneficiosa para el propósito del proyecto la escasez de lluvias. Pertenece a la zona de mayor radiación directa.

### Planos de ubicación





## INGENIERIA DEL PROYECTO

Información general de la central eléctrica	
<b>Ubicación</b>	
Nombre de proyecto	Parque generador eléctrico Albardón
Localización	Ruta Nacional N° 40, a 19 Km de la capital de San Juan
Terreno	76 hectáreas, orientación Este-Oeste
<b>Campo Solar</b>	
Tecnología de cilindros parabólicos	SKA-ET
Área de campo solar	442.800 m <sup>2</sup>
Número de espejos parabólicos	165.312
Números de tubos absorbedores	17.712
Irradiación directa normal anual	2,23 MWh/m <sup>2</sup>
<b>Potencia de la central eléctrica</b>	
Potencia de la turbina	50 MW
Horas de servicio anuales	3.650
Generación anual	165.909 MWh/año
Tiempo de vida útil estimado	40 años

### Descripción del sistema

El sistema de transformación de energía térmica a eléctrica es básicamente, un ciclo de turbina de vapor (ciclo Rankine) con recalentamiento intermedio para mejorar el rendimiento. El Vapor se expande en una turbina de alta presión, se procede a su recalentamiento, y se vuelve a expandir en una turbina de baja presión. Para optimizar el ciclo, se realizan varias extracciones de turbina en el cuerpo de alta presión y en el cuerpo de baja presión, para precalentar el agua de alimentación.

El ciclo de Rankine es un ciclo termodinámico por el que se busca convertir el calor en trabajo. Un fluido de trabajo se evapora y condensa alternativamente. En el ciclo de Rankine ideal se producen cuatro etapas:

- Compresión isoentrópica del agua líquida del ciclo mediante una bomba, aportando trabajo. En la bomba se eleva la presión del agua desde la presión del desgasi-

ficador hasta la presión de trabajo de los generadores de vapor. El trabajo consumido por la bomba es despreciable frente al generado en la turbina.

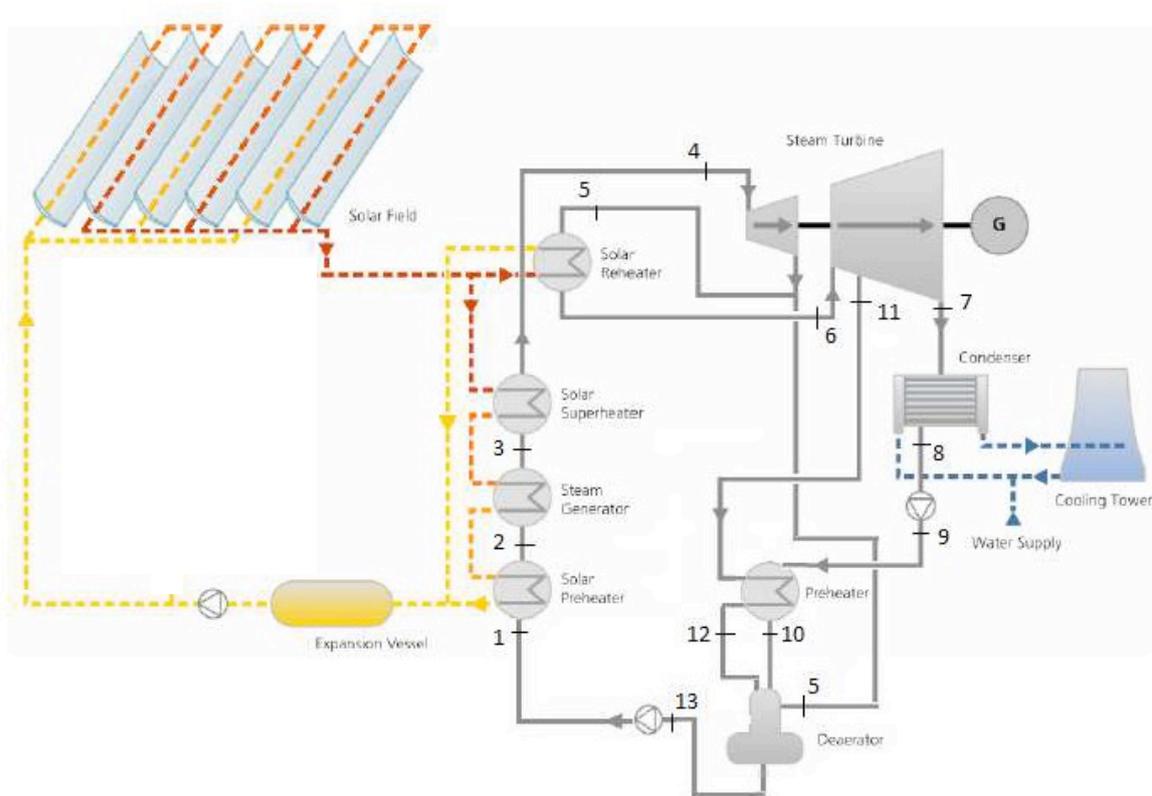
- Adición de calor al fluido de trabajo a presión constante mediante el intercambio de calor en el evaporador.
- Expansión isoentrópica en turbina de vapor desde la alta presión de la fuente de aporte de calor hasta la baja presión del condensador. La turbina de vapor genera trabajo mecánico útil que puede usarse para mover un generador eléctrico.
- Extracción de calor a presión constante en condensador, donde el vapor de baja presión pasa desde vapor o mezcla saturada vapor-líquido hasta el estado líquido saturado.

El campo solar consiste en lazos paralelos de colectores cilindro-parabólicos. Estos colectores solares tienen concentradores fabricados de espejos de vidrio que concentran hasta ochenta veces la radiación solar que incide en ellos. Las filas de colectores se orientan sobre un eje de norte a sur.

Mediante el seguimiento solar de Este a Oeste sobre este eje, un colector cilindro parabólico concentra la radiación solar directa en un tubo absorbedor, el mismo situado en el foco de la parábola. Por el tubo absorbedor circula un fluido de alta transferencia de calor, aceite sintético, que se calienta hasta una temperatura de 393 °C.

Este aceite térmico, una vez caliente y circulando a través de los distintos intercambiadores de calor, permite la generación de vapor sobrecalentado, el cual, a la temperatura y presión deseadas, se expande en una turbina conectada a un alternador, convirtiéndose en energía eléctrica que será suministrada a la red eléctrica.

Se puede visualizar el diagrama de flujo del sistema termosolar:



### Campo solar

Está compuesto fundamentalmente por los colectores parabólicos formados por los espejos, las estructuras metálicas, tubos absorbedores y las tuberías de distribución del aceite térmico. La función del campo solar es la de proporcionar potencia térmica necesaria al sistema de generación de vapor. Para eso los colectores transforman la irradiación solar en energía térmica, usándose como fluido caloportante el aceite térmico. Esta transformación se realiza mediante la concentración de la irradiación incidente en cada colector, calentando el aceite térmico.

El campo solar tiene una superficie teórica de  $442.800 \text{ m}^2$  y una superficie efectiva de captación de  $402.210 \text{ m}^2$ , compuesta por 492 colectores solares parabólicos.



**Foto de Central Termosolar Abengoa, Castilla La Mancha, España**

### **Concentrador Cilindro Parabólico (CCP)**

El CCP es un tipo de colector de concentración con foco lineal. Está formado por una serie de espejos cilindro parabólicos que reflejan la radiación solar directa, concentrándola sobre un tubo absorbente colocado en la línea focal de la parábola. Esa radiación concentrada hace que el fluido que circula por el interior del tubo se caliente, transformándose así en energía térmica útil.

Los elementos principales de un colector solar parabólico son:

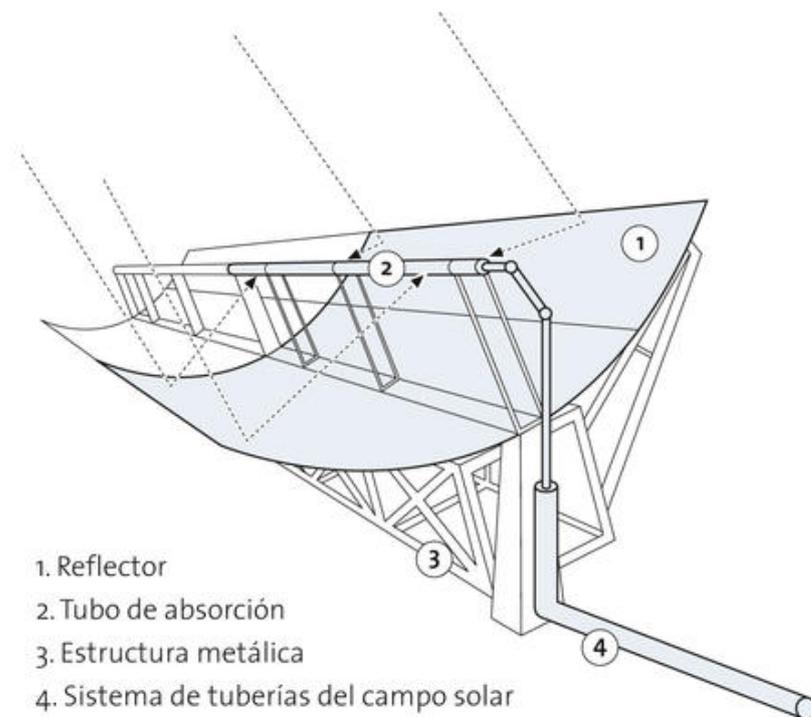
- el reflector cilindro parabólico
- el tubo absorbente
- el sistema de seguimiento del sol
- la estructura metálica

Estos colectores son módulos que tienen una dimensión de 150 m de longitud y 5,77 m

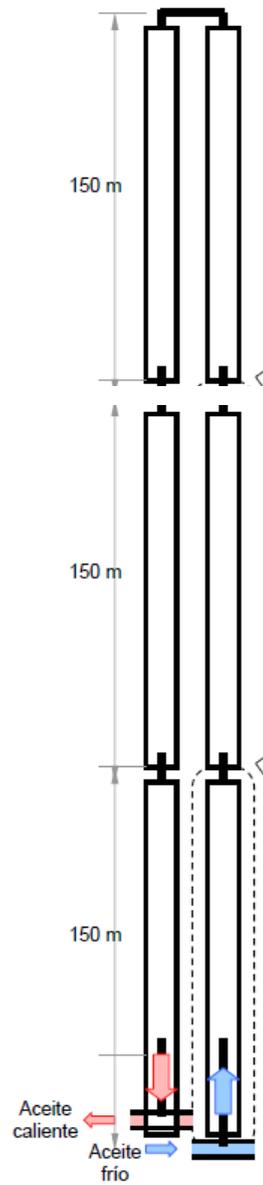
de diámetro, compuestos por 12 colectores cada uno. Se conectan en grupos de seis formando lazos, siendo un total de 82 los que componen el campo solar. Los colectores se disponen separados una distancia de 16,25 m entre ejes para evitar las sombras entre ellos.

Cada colector se ancla al suelo por medio de 14 apoyos con sus correspondientes cimentaciones.

El esquema descrito se puede ver en la siguiente figura.



A continuación se puede observar el esquema de cada lazo, compuesto por seis colectores, con las corrientes de entrada y salida:





**Foto ilustrativa de los colectores**

El colector elegido para el desarrollo del campo solar es el denominado ET-6 (Eurotrough II), de las siguientes características:

Denominación	ET6
Estructura	Acero galvanizado
Longitud del colector	150 metros en tramos de 12 metros
Movimentación	Mediante cilindros hidráulicos
Limites estructurales a la velocidad viento	En operación: 14 m/s En reposo: 40 m/s
Tracking control	Mediante sensor solar y reloj astronómico < 2 mrad
Ancho del colector	5.8 metros
Parábola	$y=x^2/4f$ siendo $f=1.71$ m.
Reflector	Espejos de 4 facetas
Eficiencia del reflector	0.8 teórico
Tubo	Schott
Fluido	Aceite térmico VP-1
Superficie útil del captación del colector	817 m <sup>2</sup>

### **Reflector cilindro-parabólico**

Es un espejo curvado en una de sus dimensiones con forma de parábola, que concentra sobre su línea focal toda la radiación solar que atraviesa su plano de apertura. La superficie especular se consigue a base de películas de plata o aluminio depositadas sobre un soporte que le da suficiente rigidez, en este caso vidrio. El soporte elegido es vidrio grueso de 3 mm de espesor y de bajo contenido en hierro, sobre su cara posterior se deposita una fina película de plata protegida mediante una película de cobre y otra de pintura epoxi.

La curva de los espejos que conforman los colectores está compuesta por un total de 4 espejos cóncavos que reflejan la radiación directa hacia el tubo absorbente, concentrando la radiación recibida a lo largo de la curva en un solo punto en una relación 80:1.

### **Tubo absorbente**

En el tubo absorbente, la energía solar radiante se convierte en energía térmica, por lo que el rendimiento global del colector depende en gran medida de este elemento. Está constituido por dos tubos concéntricos, uno interior de acero AISI-304 y un tubo exterior de vidrio unidos por los extremos, con vacío interior.



Tubo absorbedor Siemens uvac 2010

El tubo metálico lleva un recubrimiento selectivo que posee una elevada absorptividad (>90%) y una baja emisividad en el espectro infrarrojo (<30%), lo que le proporciona un

elevado rendimiento térmico. El tubo de cristal que rodea al tubo interior metálico tiene la doble misión de reducir las pérdidas térmicas por convección en el tubo metálico y de proteger de las inclemencias meteorológicas su recubrimiento selectivo.

El tubo de cristal lleva también un tratamiento anti reflexivo en sus dos caras, para aumentar su transmisividad a la radiación solar y, consiguientemente, el rendimiento óptico del colector.

Los extremos del tubo de vidrio van soldados, mediante una soldadura vidrio-metal, a un fuelle metálico que, a su vez, va soldado por su otro extremo al tubo absorbente metálico. De esta forma se logra que exista un espacio anular estanco entre el tubo metálico y el de vidrio, a la vez que la diferente dilatación térmica de los tubos de vidrio y metal es compensada por el fuelle metálico.

### **Sistema de seguimiento del sol**

Un CCP, como cualquier sistema solar de concentración, solo puede aprovechar la radiación solar directa y esto exige que el colector vaya provisto de un mecanismo de seguimiento solar que lo mueva a lo largo del día conforme el sol describe su trayectoria este-oeste diaria en el cielo. El sistema de seguimiento solar consiste en un dispositivo hidráulico que gira los reflectores cilindro parabólicos del colector alrededor de un eje, mediante un sistema que emplea un reloj astronómico para fijar mediante un mecanismo hidráulico la orientación este-oeste del colector.

### **Estructura metálica**

La misión de la estructura del colector es dar rigidez al conjunto de elementos que lo componen, a la vez que actúa de interfase con la cimentación del colector.

Todos los colectores solares parabólicos actuales usan estructuras metálicas, que en algunos casos son del tipo espacial, como la del colector modelo EUROROUGH, y en otros casos están fabricadas con perfiles llenos.

**Fluido térmico**

El fluido térmico utilizado es el aceite sintético Therminol VP-1. Es un fluido térmico para fase líquida y fase vapor. Es estable a altas temperaturas y permite operar hasta 400°C con plena seguridad. Es una mezcla eutéctica a base de 73,5% de óxido de difenilo/26,5% de difenilo.

El Therminol VP-1 es un producto basado en componentes de gran pureza. Como resultado se obtiene un producto final con un contenido reducido de residuos pesados, excelente estabilidad térmica, larga duración de la vida del fluido (10 años) y operaciones mínimas de mantenimiento del sistema.

Las propiedades físicas, químicas y térmicas del Therminol VP1 se describen en la siguiente tabla:

Composición	Difenilo/óxido de difenilo
Apariencia	Líquido claro sin sedimentos
Temperatura máxima en masa	400°C
Temperatura máxima de película	430°C
Viscosidad cinemática @ 40°C	2,48 mm <sup>2</sup> /s (cSt)
Densidad @ 15°C	1068 kg/m <sup>3</sup>
Punto de destello (vaso cerrado)	110°C
	124°C
Temperatura de inflamabilidad	127°C
Temperatura de autoignición	621°C
Punto de vertido	12°C
Punto de ebullición @ 1013 mbar	257°C
Coefficiente de expansión térmica	0,00097/°C
Grado de humedad	< 300 ppm
Acidez total	< 0,2 mg KOH/g
Contenido en cloro	< 10 ppm
Corrosión del cobre	<< 1a
Peso molecular medio	166

### Tratamiento del agua

Para el funcionamiento de la planta, se requieren cuatro tipos de agua con diferentes calidades:

- Agua para emplear en el proceso de refrigeración del condensador de la turbina. De baja calidad, tan solo requerirá de un tratamiento sencillo para evitar las incrustaciones que se puedan producir en los equipos.
- Agua para el circuito de vapor. Se necesita en este caso agua de muy alta calidad, desmineralizada, que requiere de un tratamiento de ósmosis inversa que garantice su pureza.
- Agua potable, de la red del municipio apta para el consumo humano.
- Agua descalcificada a emplear para la limpieza de los colectores de planta.

### **Agua del circuito de refrigeración**

El tratamiento se basa en la utilización de productos adecuados aplicados por el personal de planta, a continuación se describen los tratamientos requeridos.

#### **Tratamiento anticorrosivo-antiincrustante**

El tratamiento está dirigido a neutralizar la capacidad incrustante y corrosiva del agua. Para ello se requiere la aplicación de un producto antiincrustante y dispersante. Adicionalmente el carácter dispersante, potencia la acción de los biocidas utilizados para el control biológico. Uno de los productos disponibles en el mercado es el SpectraGuard SC (ver hoja de datos en Anexo II).

#### **Tratamiento Biológico**

Para el control biológico del circuito se emplea la dosificación en continuo de hipoclorito sódico, de forma que se obtenga un residual de cloro libre en el circuito de refrigeración.

#### **Tratamiento Biodispersante**

Para eliminar los depósitos orgánicos que puedan generarse en las torres de refrigeración se adiciona el biodispersante Filken D-800, producto de elevado poder surfactante, especialmente efectivo en la limpieza de circuitos de refrigeración que presentan ensuciamiento biológico. Facilita la penetración de los productos biocidas en los depósitos, permitiendo la eliminación efectiva de toda la materia biológica.

#### **Tratamiento regulador de pH**

Para aumentar la efectividad de la acción del cloro como tratamiento biocida es necesario mantener un pH entorno a 8, por ello hay que regular el pH mediante ácido sulfúrico concentrado (98%).

**Agua para el circuito de vapor**

Para la reposición del agua desmineralizada se instalará una planta de tratamiento de agua por ósmosis inversa.

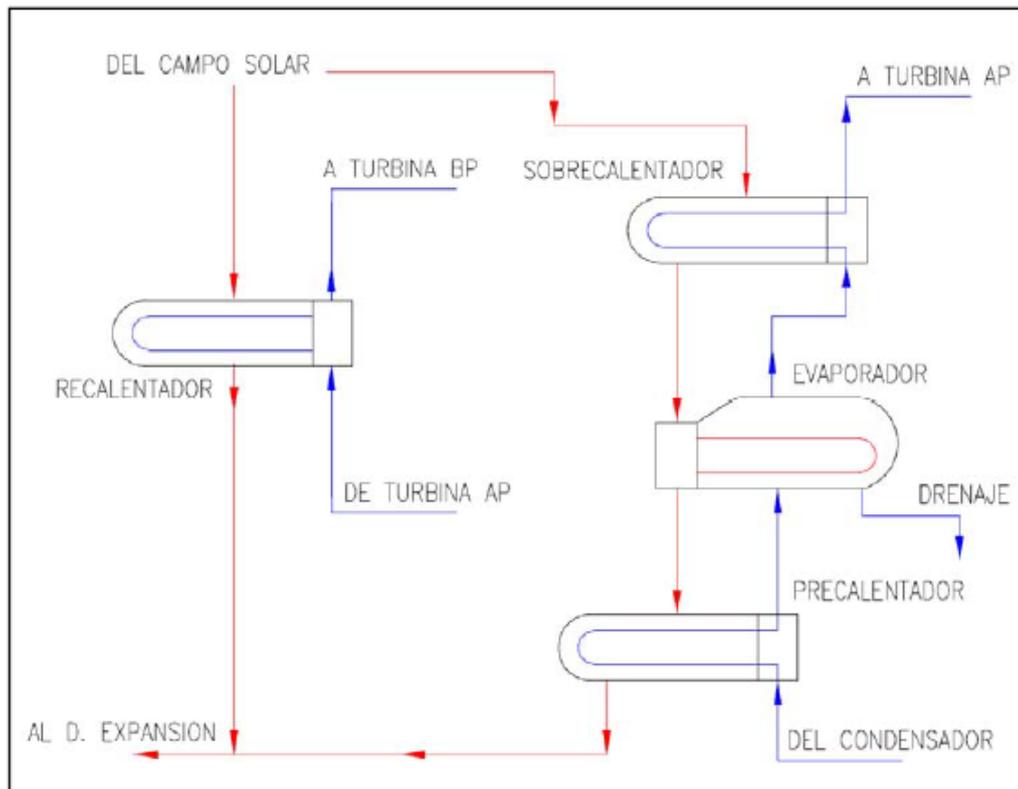
**Agua de limpieza de planta**

El empleo de agua de limpieza de planta exige que esta no produzca deposiciones en los colectores. Para ello el agua debe estar filtrada y descalcificada.

**Sistema de generación de vapor**

El sistema de generación de vapor aprovecha la energía captada por los colectores solares y que es transportada a través del fluido térmico, para, mediante el intercambio de calor producido en diferentes etapas, calentar el agua, generar vapor y sobrecalentar el vapor generado.

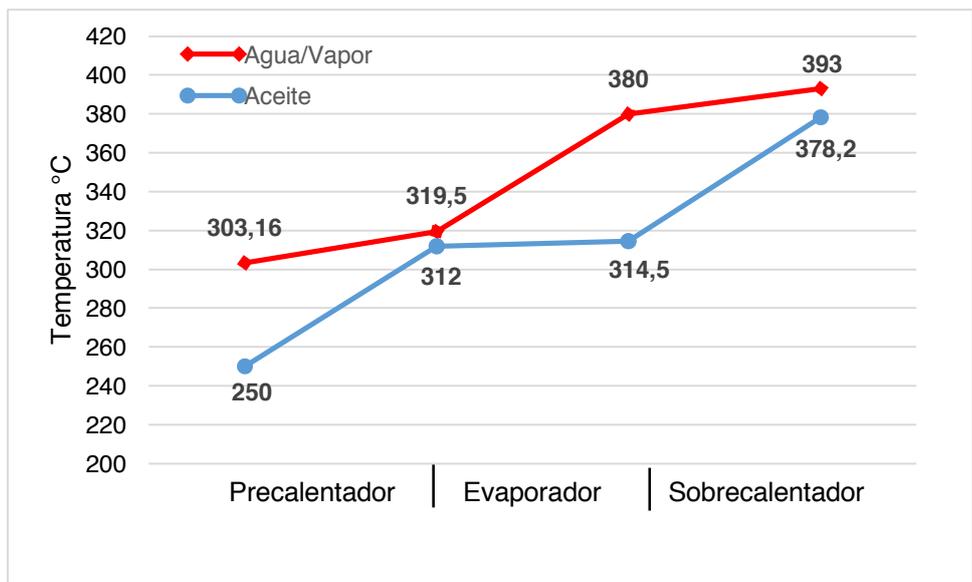
La configuración del tren generador de vapor se puede apreciar en la siguiente figura.



El sistema de generación está formado por dos trenes de generación de vapor en paralelo, cada uno de los cuales está formado a su vez por los siguientes intercambiadores de calor:

- Precalentador
- Evaporador
- Sobrecalentador
- Recalentador

Los tres primeros intercambiadores forman parte de la línea principal del sistema de generación (precalentamiento, evaporación y sobrecalentamiento), y el recalentador produce el calentamiento del vapor interetapa de las turbinas.



**Gráfico representativo del tren de generación de vapor**

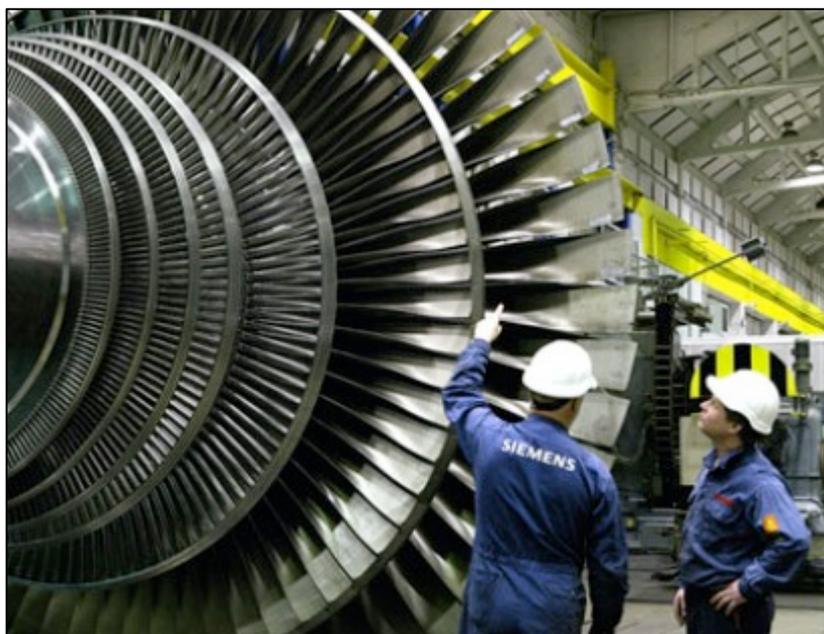
**Bloque de potencia**

**Turbina de alta y baja presión**

Constituye el corazón de la central. El objetivo es conseguir que la turbina funcione la mayor parte de las horas siempre dentro de su capacidad nominal, es decir, 50 MW. El conjunto está compuesto de los siguientes elementos: turbina de vapor de alta y baja presión, alternador y condensador.

La función de la turbina de vapor consiste en transformar la energía del vapor producido en el sistema de generación de vapor, en energía mecánica.

La energía mecánica se obtiene mediante la expansión del vapor en la turbina de alta presión. Se trata de vapor sobrecalentado a una presión de 103,8 bar. Este vapor entrega la energía para que roten los álabes unidos a un eje rotor a la salida de la turbina.



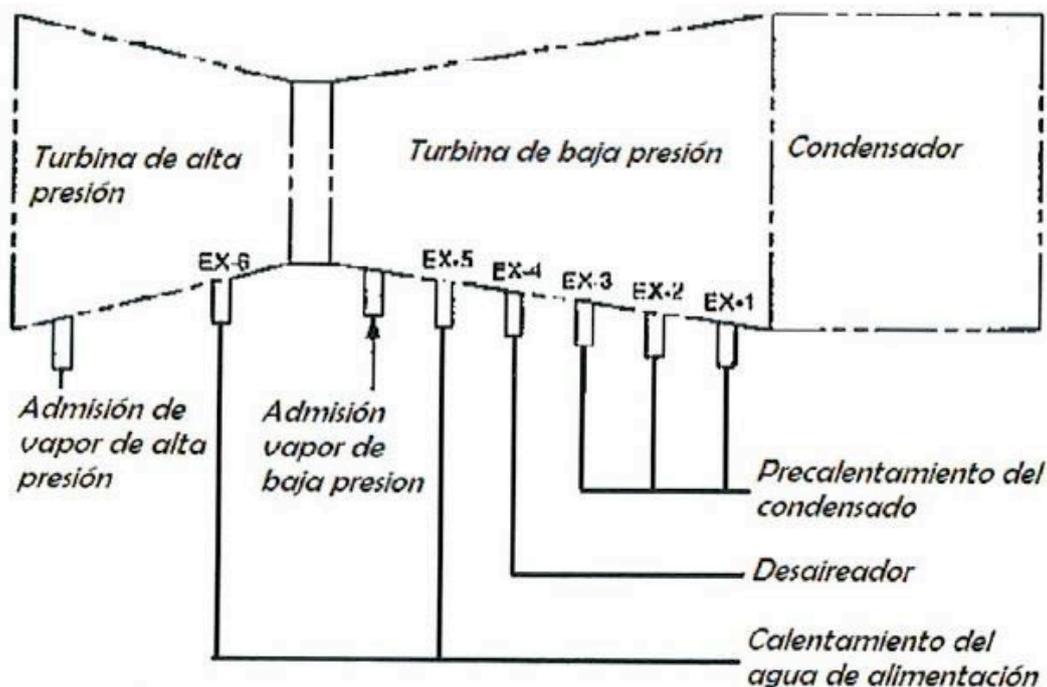
Una de las principales características de las turbinas, es que el rango de presiones de trabajo es altamente variable, ya que disponen de una gran cantidad de modos de arranques y rangos de operación normal, con el fin de ajustarse a las diferencias ambientales que puedan darse en el emplazamiento de la central termosolar.

La turbina de vapor se compone de dos cuerpos diferenciados, uno de alta presión y otro de baja. Los dos cuerpos de la turbina están acoplados axialmente al eje del generador por sus lados opuestos. El cuerpo de alta presión se acopla mediante una caja de engranajes reductores para adecuar la velocidad de rotación de la turbina a la del generador. El cuerpo de baja se acopla directamente al eje del generador.

Cuando se encuentra en operación, el cuerpo de alta presión admite el vapor sobrecalentado del generador de vapor, donde se expande hasta la presión de operación de la turbina de baja presión. El vapor de baja presión que sale del cuerpo de alta presión se conduce al sistema de generación de vapor para su recalentamiento en la línea de recalentadores. Tras ser recalentado vuelve a las condiciones de temperatura y presión requeridas y se introduce en el cuerpo de baja presión de la turbina de vapor. El vapor cede la energía útil en la turbina para la generación de energía mecánica y finalmente sale de la

turbina a la presión del condensador.

En la turbina existen diferentes tomas por donde se saca vapor para ser usado principalmente en el condensador y en el desgasificador. El desgasificador se utiliza para eliminar el O<sub>2</sub> y para precalentar el agua.



El modelo de turbina de vapor seleccionado para el ciclo de vapor será la SST-700 de Siemens, que permite trabajar a diferentes regímenes de carga lo cual es idóneo para aplicaciones termosolares. La SST-700 es una turbina de dos carcasas consistente en dos módulos: un módulo de alta presión (AP) con reductor y otro de baja presión (BP).

<b>Hoja de especificación</b>	
<b>Unidad</b>	K-101
<b>Servicio</b>	Turbina de alta presión (AP)
<b>Datos constructivos</b>	
<b>Proveedor</b>	Siemens
<b>Modelo</b>	SST-700
<b>Potencia</b>	50 MW
<b>Velocidad de operación (rpm)</b>	5900
<b>Condiciones de entrada</b>	
<b>Presión (bar)</b>	103,8
<b>Temperatura (°C)</b>	378,2
<b>Caudal de vapor (kg/h)</b>	221.832
<b>Condiciones de salida</b>	
<b>Presión (bar)</b>	20,6
<b>Temperatura (°C)</b>	214
<b>Caudal de vapor (kg/h)</b>	187.200
<b>Condiciones de la 1<sup>ra</sup> extracción</b>	
<b>Presión (bar)</b>	41
<b>Temperatura (°C)</b>	264,16
<b>Caudal de vapor (kg/h)</b>	27,8
<b>Características constructivas</b>	
<b>Tipo carcaza</b>	horizontal
<b>Tipo de rotor</b>	sólido
<b>Números de carcazas</b>	1
<b>Números de flujo saturado</b>	1
<b>Válvulas de regulación</b>	4
<b>Caja de engranajes</b>	doble helicoidal

<b>Hoja de especificación</b>			
<b>Unidad</b>	K-102		
<b>Servicio</b>	Turbina de baja presión (BP)		
<b>Datos constructivos</b>			
<b>Proveedor</b>	Siemens		
<b>Modelo</b>	SST-700		
<b>Potencia</b>	50 MW		
<b>Velocidad de operación (rpm)</b>	3000		
<b>Condiciones de entrada</b>			
<b>Presión (bar)</b>	20,17		
<b>Temperatura (°C)</b>	377		
<b>Caudal de vapor (kg/h)</b>	187.200		
<b>Condiciones de salida</b>			
<b>Presión (bar)</b>	0,075		
<b>Temperatura (°C)</b>	41,5		
<b>Caudal de vapor (kg/h)</b>	141.664		
<b>Extracciones de vapor</b>			
<b>Identificación</b>	<b>Presión (bar)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Caudal de vapor (kg/h)</b>
1 <sup>ra</sup> extracción	9,18	260,42	7.380
2 <sup>ra</sup> extracción	20,78	214,13	7.380
3 <sup>ra</sup> extracción	4,10	194,13	10.264
4 <sup>ra</sup> extracción	1,55	112,36	11.344
5 <sup>ra</sup> extracción	0,38	74,53	9.169
<b>Características constructivas</b>			
<b>Tipo carcaza</b>	horizontal		
<b>Tipo de rotor</b>	sólido		
<b>Números de carcazas</b>	1		
<b>Números de flujo saturado</b>	1		
<b>Válvulas de regulación</b>	4		

## Condensador

El condensador tiene como función principal la de condensar el vapor de escape procedente del cuerpo de baja presión de la turbina de vapor. Desde el condensador, el agua del ciclo se bombea hacia el tren de precalentadores de baja presión. La turbina de vapor va unida al condensador a través de una junta de expansión, además el condensador está protegido contra las sobrepresiones con sus correspondientes válvulas y también consta de protección catódica para evitar su corrosión. Para su condensación se emplea agua fría que se hace pasar por el haz tubular del condensador y que se encuentra a una temperatura menor que la temperatura de saturación. Se trabaja a 0,075 bar para mejorar el rendimiento del ciclo. El vacío es logrado por eyectores.



<b>Hoja de especificación</b>		
<b>Unidad</b>	C-109	
<b>Servicio</b>	Condensado del vapor de la turbina de baja presión	
<b>Datos de diseño</b>		
<b>Tipo de equipo</b>	Intercambiador horizontal	
<b>Superficie de intercambio (pie<sup>2</sup>)</b>	34.444	
<b>Largo de tubos (pie)</b>	41	
<b>Número de tubos</b>	3280	
<b>Diámetro externo de tubos (pulgadas)</b>	1	
<b>BWG</b>	16	
<b>Arreglo</b>	1 pulgada - cuadrado	
<b>Datos de operación</b>		
<b>Calor intercambiado (BTU/h)</b>	324.016.576	
	<b>Tubos</b>	<b>Envolvente</b>
<b>Fluido</b>	Agua de refrigeración	Agua de proceso
<b>Caudal (lb/h)</b>	8.161.200	141.644
<b>Estado</b>	Líquido	Líquido+Vapor
<b>Temperatura de entrada (°C)</b>	27	41,5
<b>Temperatura de salida (°C)</b>	37	40,3
<b>Presión (bar)</b>	1,5	0,075
<b>Pasos</b>	1	2
<b>Caída de presión (bar)</b>	0,9	-

### **Torre de refrigeración**

Se opta por el tipo de torre de refrigeración de circuito cerrado de tiro forzado, para reducir el consumo de agua para refrigeración. Las torres de circuito cerrado son de mucho mayor tamaño y peso que las abiertas de capacidad equivalente (entre 1,5 a 2 veces) en razón de que los serpentines requieren un mayor volumen ocupado que los rellenos de las torres abiertas para proveer la superficie de evaporación necesaria.

Sus ventajas residen en que el agua de proceso permanece limpia y, debidamente tratada en su carga inicial, evita problemas de ensuciamiento, corrosión e incrustaciones en los condensadores, intercambiadores, máquinas, etc. que enfría.

Una característica importante de este tipo de equipos es su configuración generalmente alargada con el fin de facilitar la disposición de serpentines con importantes distancias entre curvas, lo que mejora su comportamiento hidrodinámico y el rendimiento térmico. Posee ventiladores axiales, con los motores acoplados directamente, dispuestos en línea y funcionando con tiro forzado. El rociado del agua se realiza mediante toberas.

### **Pre calentadores de agua de alimentación**

Están formados por un tren de cinco intercambiadores de tipo carcasa-tubo. En ellos ingresa el condensado y se eleva su temperatura, utilizando como medio calefactor extracciones de vapor de ambos cuerpos de las turbinas.

Los tres primeros pre calentadores de baja presión, pre calientan el agua hasta unos 143°C, y posteriormente es enviada al desgasificador del ciclo de potencia.

El agua a la salida del desgasificador, es impulsada por las bombas de agua de alimentación, a través de los pre calentadores de alta presión, hacia los pre calentadores (economizadores) del tren generador de vapor. En esta segunda etapa, el agua calentada alcanza una temperatura en torno a los 250°C, al cederse calor de la extracción de vapor de la turbina de alta presión. En ambas etapas, las fracciones de vapor condensan al ceder el

calor, y este líquido condensado se conduce al condensador por una línea de drenajes.

### **Desgasificador**

Su función consiste en eliminar el  $O_2$  presente en el agua. Se hace por medio de una desgasificación térmica. Otra de las funciones es precalentar el agua aprovechando la temperatura del vapor utilizado para la desgasificación. Su principio de funcionamiento se basa en que el  $O_2$  es menos soluble en el agua caliente, por lo que al aumentar la temperatura se desprende.

## Balance de materia y energía

Id. Equipo	Tipo de equipo	Id. corriente	Fluido	Caudal (kg/h)	Temperatura (°C)	Presión (bar)	Entalpía (kJ/kg)	Q (BTU/h)
C-103	Precalentador 1	HTF-107-18	Aceite E	972.000	319,15	11,84	599,39	34.581.366
		HTF-108-18	Aceite S	972.000	303,16	11,34	561,94	
		W-135-8	Agua E	112.032	250,00	112,2	1.086,97	
		W-136-8	Agua S	112.032	312,00	111,7	1.411,89	
C-107	Precalentador 2	HTF-114-18	Aceite E	972.000	319,15	11,84	599,39	34.581.366
		HTF-115-18	Aceite S	972.000	303,16	11,34	561,94	
		W-131-8	Agua E	112.032	250,00	112,2	1.086,97	
		W-132-8	Agua S	112.032	312,00	111,7	1.411,89	
C-102	Evaporador 1	HTF-106-18	Aceite E	972.000	380,00	12,7	748,13	137.344.397
		HTF-107-18	Aceite S	972.000	319,15	11,9	599,39	
		W-136-8	Agua E	112.032	312,00	105	1.413,09	
		W-137-8	Agua S	110.912	314,50	104,85	2.716,43	
		W-159-4	Purga (S)	1.120	314,50	104,85	1.428,64	
C-106	Evaporador 2	HTF-113-18	Aceite E	972.000	380,00	12,7	748,13	137.344.397
		HTF-114-18	Aceite S	972.000	319,15	11,9	599,39	
		W-132-8	Agua E	112.032	312,00	105	1.413,09	
		W-133-8	Agua S	110.912	314,50	104,85	2.716,43	
		W-160-4	Purga (S)	1.120	314,50	104,85	1.428,64	
C-101	Sobrecalentador 1	HTF-105-18	Aceite E	972.000	393	13,25	782,23	31.490.938
		HTF-106-18	Aceite S	972.000	380,00	12,75	748,13	
		W-137-8	Agua E	110.916	314,50	104,6	2.718,23	
		W-138-8	Agua S	110.916	378,20	103,8	3.017,09	
C-105	Sobrecalentador 2	HTF-112-18	Aceite E	972.000	393	13,25	782,23	31.490.938
		HTF-113-18	Aceite S	972.000	380,00	12,75	748,13	
		W-133-8	Agua E	110.916	314,50	104,6	2.718,23	
		W-134-8	Agua S	110.916	378,20	103,8	3.017,09	
C-104	Recalentador 1	HTF-109-18	Aceite E	158.400	393	13,31	782,23	33.999.930
		HTF-110-18	Aceite S	158.400	301,90	12,71	556,29	
		W-143-8	Agua E	90.000	214	20,57	2.799,57	
		W-144-8	Agua S	90.000	377	20,17	3.197,23	
C-108	Recalentador 2	HTF-116-18	Aceite E	158.400	393	13,31	782,23	33.999.930
		HTF-117-18	Aceite S	158.400	301,90	12,71	556,29	
		W-141-8	Agua E	90.000	214	20,57	2.799,57	
		W-142-8	Agua S	90.000	377	20,17	3.197,23	
K-101	Turbina de alta presión	W-139-8	Vapor E	221.832	378,20	103,8	3.017,09	62.800.944
		W-146-4	Vapor 1ª ext	27.788	264,16	41	2.846,56	
		W-146A-4	Vapor sellos	6.844	264,16	41	2.846,56	
		W-140-6	Vapor S	187.200	214	20,57	2.799,57	

Id. Equipo	Tipo de equipo	Id. corriente	Fluido	Caudal (kg/h)	Temperatura (°C)	Presión (bar)	Entalpía (kJ/kg)	Q (BTU/h)
K-102	Turbina de baja presión	W-145-8	Vapor E	187.200	377	20,17	3.197,23	114.864.020
		W-147-4	Vapor 1ª ext	7.380	260,42	9,183	2.968,94	
		W-148-4	Vapor 2ª ext	7.380	214,13	20,78	917,397	
		W-149-4	Vapor 3ª ext	10.264	194,13	4,102	2.848,1	
		W-150-4	Vapor 4ª ext	11.344	112,36	1,551	2.694,64	
		W-151-4	Vapor 5ª ext	9.169	74,53	0,378	2.633,82	
		W-152-8	Vapor S	141.664	41,50	0,075	2.576,40	
C-109	Condensador	W-152-8	Agua de Condensado E	141.664	41,50	0,075	2.576,40	324.016.576
		W-122-8	Agua de Condensado S	141.664	40,3	0,075	168,795	
		WR-103-24	Agua de refrigeración E	8.161.200	27	1,5	113,337	
		WR-104-24	Agua de refrigeración S	8.161.200	37	0,6	155,052	
C-110	Precalentador BP 1	W-151-4	Vapor E	9.169	74,53	0,378	2.633,82	21.647.321
		W-153-4	Vapor S	9.169	35,32	0,278	148,69	
		W-123-8	Agua E	172.440	40,41	13,83	170,472	
		W-124-8	Agua S	172.440	72,04	13,23	302,614	
C-111	Precalentador BP 2	W-150-4	Vapor E	11.344	112,36	1,551	2.694,64	26.043.051
		W-154-4	Vapor S	11.344	66,40	1,451	277,97	
		W-124-8	Agua E	172.440	72,04	12,938	302,59	
		W-125-8	Agua S	172.440	109,86	12,338	461,565	
C-112	Precalentador BP 3	W-149-4	Vapor E	10.264	194,13	4,102	2.848,1	23.503.387
		W-155-4	Vapor S	10.264	104,20	4,002	437,6	
		W-125-8	Agua E	172.440	109,86	12,039	461,543	
		W-126-8	Agua S	172.440	143,57	11,439	605,015	
C-113	Precalentador AP 1	W-147-4	Vapor E	16.457	214,30	20,78	2.799,07	31.597.057
		W-156-4	Vapor S	16.457	183,26	20,58	778,088	
		W-128-8	Agua E	224.064	178,26	114,187	761,011	
		W-129-8	Agua S	224.064	211,85	113,397	909,451	
C-114	Precalentador AP 2	W-146-4	Vapor E	27.788	264,16	41,034	2.846,38	37.798.060
		W-157-4	Vapor S	27.788	250,40	40,834	1.414,58	
		W-129-8	Agua E	224.064	211,85	114,09	909,476	
		W-130-8	Agua S	224.064	250,27	113,29	1.087,1	
D-101	Desgasificador	W-126-8	Agua de C-111	172.440	143,57	9,2	605,015	-
		W-158-4	Drenaje C-113/4	44.246	183,26	9,2	778,088	
		W-148-4	Vapor BP	7.380	260,42	9,2	2.968,94	
		W-127-8	Agua S	224.064	178,26	9,2	746,5	

## DISEÑO DE EQUIPOS

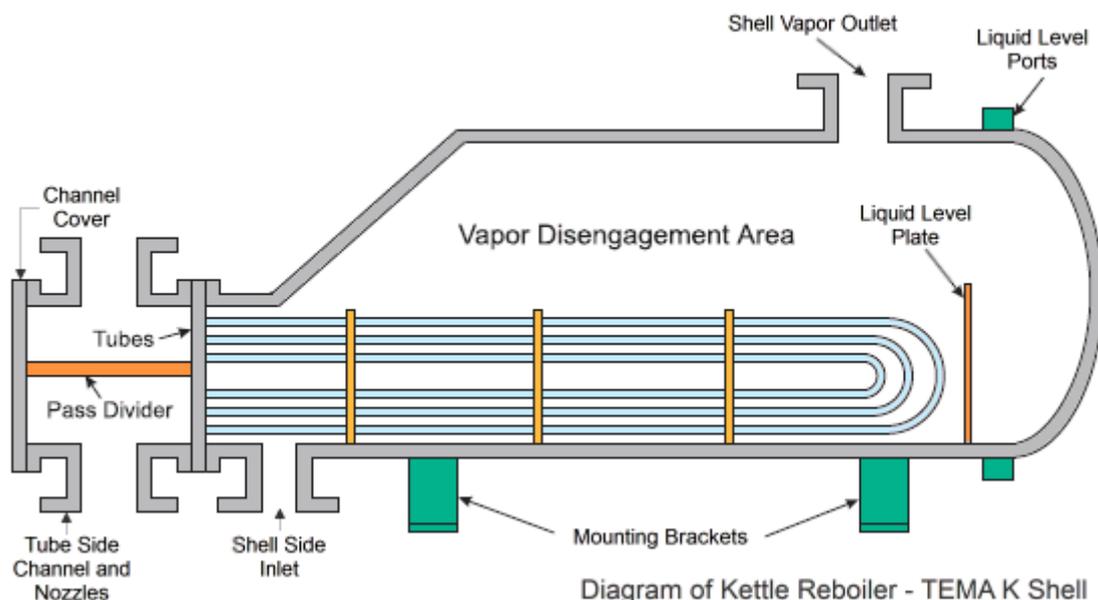
*Nota: Las tablas y gráficos utilizados para el diseño se encuentran en el Anexo I.*

### Evaporadores

El intercambiador evaporador es un equipo fundamental, ya que en él se producirá la vaporización del agua. En cada evaporador, se deben generar 110.911 kg/h de vapor a 314,5 °C.

En el caso del evaporador, el intercambiador seleccionado será tipo Kettle, que dispondrá de una serie de medidores de nivel de modo que se garantice la producción de vapor durante un período de 1,5 min, incluso aun sin la entrada de agua al mismo.

Este tipo de evaporadores tiene una forma especial con una sección con diámetro mayor, una sección cónica de unión, y una sección con un diámetro similar a la placa tubular. El agua permanece embalsada en el interior de la carcasa y, por medio del intercambio térmico entre esta y el calor que desprenden los tubos por los que fluye el aceite térmico, se produce la evaporación.



En el evaporador, con el fin de evitar las impurezas que lleva asociada el agua, es necesario un sistema que las elimine a medida que se produce la ebullición. Este proceso se realiza mediante la utilización de un drenaje. El volumen de agua que sale por estos drenajes es de aproximadamente un 1% del caudal de vapor, por lo que el agua que entrada en el equipo deberá ser mayor que el caudal de vapor que se requiere generar, de forma que se garantice el funcionamiento de forma continua.

En este caso, el aceite ingresa por la parte superior del lado tubos y egresa por la parte inferior. Esta configuración se realiza para que la evaporación sea más homogénea a lo largo de todo el haz y no sea entorpecida por los tubos, bajo los cuales podrían quedar burbujas de agua que perjudicarían la transmisión de calor a través de los mismos.

Propiedades y variables de los fluidos:

Fluido Caliente

Fluido Frío

Tipo: Aceite (Por Tubos)

Tipo: Agua (Por Coraza)

$T_1=$	380,00 °C	741,60 °F	$t_1=$	312,00 °C	619,20 °F
$T_2=$	319,15 °C	632,07 °F	$t_2=$	314,50 °C	623,70 °F
$P_1=$	12,70 Bar	184,20 lb/plg <sup>2</sup>	$P_1=$	105,00 Bar	1522,90 lb/plg <sup>2</sup>
$P_2=$	11,90 Bar	172,60 lb/plg <sup>2</sup>	$P_2=$	104,85 Bar	1520,72 lb/plg <sup>2</sup>
$\rho=$	1083,25 kg/m <sup>3</sup>	67,49 lb/pie <sup>3</sup>	$\rho=$	685,30 kg/m <sup>3</sup>	42,70 lb/pie <sup>3</sup>
$\mu=$	0,19 cP	0,46 lb/pie h	$\mu=$	0,02 cP	0,05 lb/pie h
$k=$	0,09 W/m K	0,05 BTU/h pie °F	$k=$	0,52 W/mK	0,03 BTU/h pie °F
$C_p=$	2,41 kJ/kg K	0,58 BTU/lb °F	$C_p=$	6,17 kJ/kg K	1,47 BTU/lb °F
$w=$	270,00 kg/s	2138400 lb/h	$w=$	31,12 kg/s	246470 lb/h
$h_1=$	748,13 kJ/kg	321,69 BTU/lb	$h_1=$	1413,09 kJ/kg	
$h_2=$	599,39 kJ/kg	257,74 BTU/lb	$h_2=$	2716,43 kJ/kg	
$\emptyset:$	1,00		$\emptyset:$	1,00	

## 1) Cálculo del balance de calor

$$Q = w \times \Delta H$$

$$Q = 40.559,94 \text{ kJ/s}$$

$$Q = 138.396.278 \text{ BTU/h}$$

## 2) Cálculo de la diferencia verdadera de temperatura

$$S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} \quad R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}$$

Pasos tubo = 2

Pasos coraza = 1

$$R = 24,34$$

$$S = 0,04$$

$$F_t = 0,9^* \quad (\text{De Gráfico 1})$$

$$MLDT = \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{\ln \frac{\Delta t_h}{\Delta t_c}}$$

$$MLDT = 47,424 \text{ }^\circ\text{F} = 26,347 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{ef} = MLDT \times F_t$$

$$\Delta T_{ef} = 42,682 \text{ }^\circ\text{F} = 23,712 \text{ }^\circ\text{C}$$

## 3) Cálculo de la temperatura calórica para determinar las propiedades de los fluidos

$$\Delta t_h = T_1 - t_2 \quad \Delta t_c = T_2 - t_1$$

$$\Delta t_h = 117,90 \quad \Delta t_c = 12,87$$

$$C = \frac{(\Delta t_c - \Delta t_h)}{\Delta t_h} \quad \Delta t_c / \Delta t_h = 0,11$$

$$C = -0,89$$

$$F_c = 0,28 \quad (\text{De Gráfico 2})$$

$$T_c = T_2 + F_c \times (T_1 - T_2)$$

$$T_c = 336,19 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_c = t_1 + F_c \times (t_2 - t_1)$$

$$t_c = 312,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

#### 4) Estimación del coeficiente total de transferencia $U_d$

$$U_d = 170 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F} \quad \text{Valor comunmente utilizado para estos fluidos}$$

#### 5) Cálculo de área mínima requerida

$$Q = U_d \times A_r \times \Delta t_{ef}$$

$$A_r = 1771,928 \text{ m}^2$$

$$A_r = 19073,498 \text{ pie}^2$$

#### 6) Cálculo de N° de tubos necesarios

Se buscará la máxima longitud de tubos de forma que se cumpla la pérdida de carga admisible, haciendo que los equipos sean lo más largos y estrechos posibles, ya que, por razones de fabricación, es la configuración más económica. Seleccionamos tubos de 38 pies de largo.

$$L_e = L - (3"/12)$$

$$L_e = 37,75 \text{ pie}$$

Se seleccionan tubos de BWG= 16, por lo tanto de la Tabla 1 se obtienen las siguientes dimensiones características:

$$a'' = 0,1963 \text{ pie}^2/\text{pie}$$

$$a' = 0,302 \text{ plg}^2$$

$$D_i = 0,620 \text{ plg} = 0,0517 \text{ pie}$$

$$D_o = 0,75 \text{ plg} = 0,0625 \text{ pie}$$

Con las dimensiones obtenidas, se procede a calcular el área de transferencia  $A_t$

$$A_t = \pi \times OD \times L_e = L_e \times a''$$

$$A_t = 7,410 \text{ pie}^2$$

Con el área requerida y el área de transferencia, se calcula el número de tubos:

$$N_t = A_r/A_t$$

$$N_t = 2573,91$$

#### 7) Selección del equipo

De Tabla 2 se obtiene el número definitivo de tubos y el diámetro de coraza. Paso cuadrado de 1 de pulg

$$N_t = 2614$$

$$ID_s = 60 \text{ plg}$$

8) Con el número de tubos definitivo, se corrige el  $U_d$

$$A_D = N_t \times L_e \times a''$$

$$A_D = 19.370,59 \text{ pie}^2 = 1799,53 \text{ m}^2$$

$$U_d = \frac{Q}{(A_D \times \Delta t_{ef})}$$

$$U_d = 167,4 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

**Lado Coraza****Lado Tubos**

1) Área total de flujo por tubos

$$a_t = N_t a'_t / 144 * n$$

$$a_t = 2,741 \text{ pie}^2$$

2) Cálculo del flujo másico

$$G_t = w/a_t$$

$$G_t = 780.133,46 \text{ lb/h pie}^2$$

3) Cálculo del Re

$$Re_t = D \times G_t / \mu$$

$$Re_t = 88.125,61$$

4') Suponemos un coeficiente de transferencia  
fíco 3

$h_0 = 500$  (valor comúnmente utilizado)

4) Se obtiene el coeficiente  $J_h$  del Grá-

$J_h = 250$

5) Cálculo del coeficiente  $h_i$

$$h_i = J_h \frac{k}{D_e} \frac{c_{\mu}^{\frac{1}{3}}}{k} \phi_s$$

$$h_i = 427,73 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

5) Corrección de  $h_i$  a  $h_{i0}$

$$h_{i0} = (D_i/D_o) \times h_i$$

$$h_{i0} = 353,59 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

6') Cálculo de la temperatura de pared de tubo

$$t_w = t_c + \frac{h_o}{h_{i0} + h_o} * (T_c - t_c)$$

$$t_w = 322,43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\Delta t_w = 8,43$  Diferencia de temperatura entre la pared del tubo y el líquido

De gráfico se verifica que con este  $\Delta t_w$ ,  $h_v > h_o$  supuesto

7') Corrección de  $\phi$

$$\mu_w = 5,082 \cdot 10^{-2} \text{ lb/pie h}$$

$$\phi = (\mu/\mu_w)^{0,14} = 1,007$$

5) Corrección del coeficiente  $h_{i0}$  por  $\phi$

$$h_{i0} = \phi \times h_{i0} = 356,13 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

9') Caída de presión en coraza

Se considera despreciable.

9) Caída de presión por tubos

$f = 0,00015$  (De Gráfico 4)

$$\Delta P_t = \frac{f G_t^2 L n}{5,22 \times 10^{10} D_t \phi_t} \quad \Delta P_r = \frac{4n V^2}{s 2g}$$

$$\Delta P_t = 2,573 \text{ lb/plg}^2 \quad \Delta P_r = 0,0656 \text{ lb/plg}^2$$

$$\Delta P_T = \Delta P_t + \Delta P_r$$

$$\Delta P_T = 2,638 \text{ lb/plg}^2 = 0,185 \text{ bar}$$

10) Cálculo del coeficiente total limpio  $U_c$

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io}}{h_o + h_{io}}$$

$$U_c = 207,988 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

11) Comprobación del flujo máximo de calor

$$Q/A_d = 7144,66 \text{ BTU/h pie}^2$$

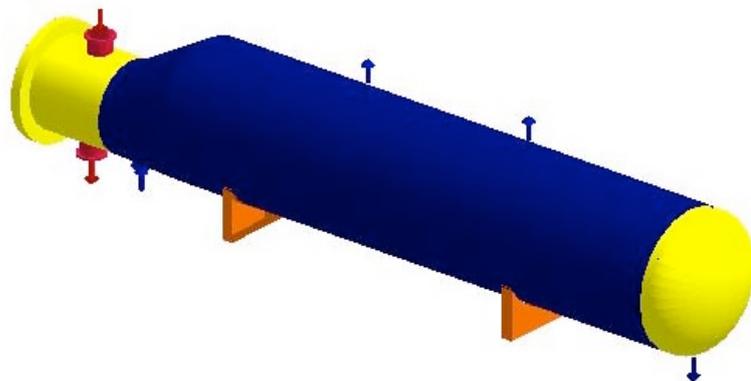
Se verifica que es menor a 30000 BTU/h pie<sup>2</sup>

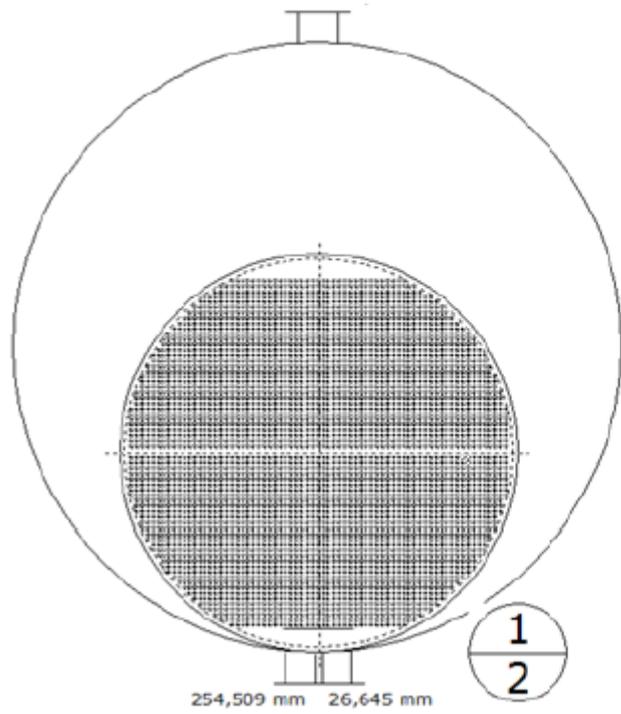
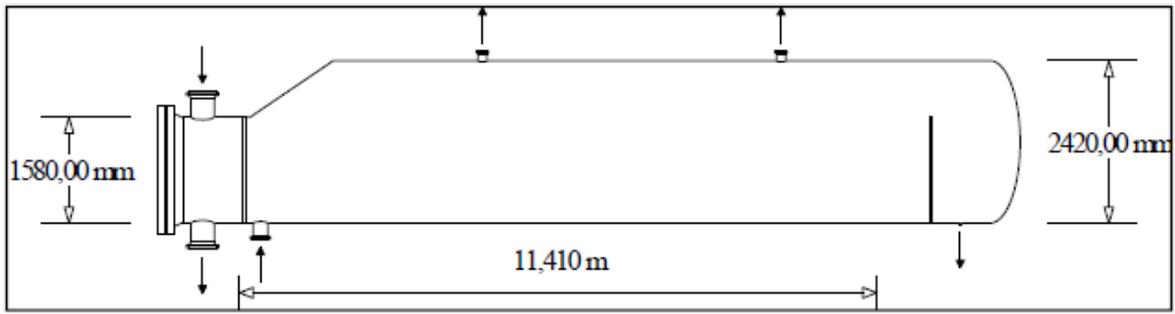
12) Factor de obstrucción

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c * U_d}$$

$$R_d = 0,0012$$

A continuación se presentan esquemas ilustrativos y la hoja de datos del equipo.





<b>Hoja de especificación</b>		
<b>Unidad</b>	C-102/C-106	
<b>Servicio</b>	Vaporización total de la corriente de agua de proceso	
<b>Datos de diseño</b>		
<b>Tipo de equipo</b>	Evaporador tipo Kettle	
<b>Superficie de intercambio (pie<sup>2</sup>)</b>	19.073	
<b>Diámetro de coraza (plg)</b>	60	
<b>Largo de tubos (pie)</b>	38	
<b>Tipo de tubos</b>	Tubos en U	
<b>Número de tubos</b>	2614	
<b>Diámetro externo de tubos (plg)</b>	3/4	
<b>BWG</b>	16	
<b>Arreglo</b>	1 pulgada - cuadrado	
<b>Datos de operación</b>		
<b>Calor intercambiado (BTU/h)</b>	138.396.278	
<b>Factor de ensuciamiento</b>	0,0012	
<b>Porcentaje de vaporizado (%)</b>	99	
	<b>Envolvente</b>	<b>Tubos</b>
<b>Fluido</b>	Agua	Aceite Therminol VP-1
<b>Caudal (lb/h)</b>	246.470	2.138.400
<b>Estado</b>	Líquido+Vapor	Líquido
<b>Temperatura de entrada (°C)</b>	312	380
<b>Temperatura de salida (°C)</b>	314,5	319,15
<b>Presión (bar)</b>	105	12,7
<b>Pasos</b>	1	2
<b>Caída de presión permitida (bar)</b>	0,15	0,8

## Sobrecalentadores

La función de este intercambiador es sobrecalentar el vapor generado, de manera que llegue a la temperatura de especificación de la turbina y, de este modo, mejorar el rendimiento del ciclo.

### Propiedades y variables de los fluidos

#### Fluido Caliente

Tipo: Aceite (Lado coraza)

$T_1=$	393,000 °C	765 °F
$T_2=$	380,000 °C	741,6 °F
$P_1=$	13,250 Bar	192,17 lb/plg <sup>2</sup>
$P_2=$	12,750 Bar	184,92 lb/plg <sup>2</sup>
$\rho=$	711,994 kg/m <sup>3</sup>	44,36 lb/pie <sup>3</sup>
$\mu=$	0,155 cP	0,37 lb/pie h
$k=$	0,079 W/m K	0,045 BTU/h pie °F
$C_p:$	2,570 kJ/kg K	0,614 BTU/lb °F
$w=$	270 kg/s	2138400 lb/h
$h_1=$	782,230 kJ/kg	336,35 BTU/lb
$h_2=$	748,127 kJ/kg	321,69 BTU/lb
$\emptyset:$	1,000	

#### Fluido Frío

Tipo: Vapor (Lado tubos)

$t_1=$	314,500 °C	623,700 °F
$t_2=$	378,200 °C	738,360 °F
$P_1=$	104,600 Bar	1517,097 lb/plg <sup>2</sup>
$P_2=$	103,800 Bar	1505,494 lb/plg <sup>2</sup>
$\mu=$	0,0221 cP	5,348 lb/pie h
$k=$	0,070 W/mK	0,004 BTU/h pie °F
$C_p:$	4,277 kJ/kg K	1,021 BTU/h pie °F
$w=$	31 kg/s	244015 lb/h
$h_1=$	2718,23 kJ/kg	244015 lb/h
$h_2=$	3017,09 kJ/kg	
$\emptyset:$	1,000 kJ/kg	

#### 1) Cálculo del balance de calor

$$Q = w \times \Delta H$$

$$Q = 9.207,87 \text{ kJ/s}$$

$$Q = 31.418.582,47 \text{ BTU/h}$$

#### 2) Cálculo de la diferencia verdadera de temperatura

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} \quad S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

Pasos tubo= 4

$$R = 0,20$$

Pasos coraza= 1

$$S = 0,81$$

$$F_t = 0,86 \quad (\text{De Gráfico 1})$$

$$MLDT = \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{\ln \frac{\Delta t_h}{\Delta t_c}}$$

$$MLDT = 61,354 \text{ °F} = 34,086 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{ef} = MLDT \times F_t$$

$$\Delta T_{ef} = 52,765 \text{ °F} = 29,314 \text{ °C}$$

3) Cálculo de la temperatura calórica para determinar las propiedades de los fluidos

$$\Delta t_h = T_1 - t_2 \quad \Delta t_c = T_2 - t_1$$

$$\Delta t_h = 26,64 \quad \Delta t_c = 117,90$$

$$C = (\Delta t_c - \Delta t_h) / \Delta t_h \quad \Delta t_c / \Delta t_h = 4,43$$

$$C = 3,43$$

$$F_c = 0,52 \quad (\text{De Gráfico 2})$$

$$T_c = T_2 + F_c \times (T_1 - T_2)$$

$$T_c = 386,76 \text{ °C}$$

$$t_c = t_1 + F_c \times (t_2 - t_1)$$

$$t_c = 347,624 \text{ °C}$$

4) Estimación del coeficiente total de transferencia  $U_d$ 

$$U_d = 130 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F} \quad \text{Valor comunmente utilizado para estos fluidos}$$

## 5) Cálculo de área mínima requerida

$$Q = U_d \times A_r \times \Delta_{\text{tef}}$$

$$A_r = 425,51 \text{ m}^2 = 4580,35 \text{ pie}^2$$

6) Cálculo de  $N^\circ$  de tubos necesarios

Se seleccionan tubos de 20 pies de longitud y BWG 16.

$$L_e = L - (3''/12) = 19,75 \text{ pie}$$

De la Tabla 3 se obtienen las dimensiones características

$$a'' = 0,1636 \text{ pie}^2/\text{pie}$$

$$a' = 0,1924 \text{ plg}^2$$

$$D_i = 0,4950 \text{ plg} = 0,0413 \text{ pie}$$

$$D_o = 5/8 \text{ plg} = 0,052 \text{ pie}$$

Con las dimensiones obtenidas, se procede a calcular el área de transferencia  $A_t$

$$A_t = \pi \times OD \times L_e = L_e \times a''$$

$$A_t = 3,231 \text{ pie}^2$$

Con el área requerida y el área de transferencia, se calcula el número de tubos:

$$N_t = A_r/A_t$$

$$N_t = 1417,58$$

## 7) Selección del equipo

De Tabla 4 se obtiene el número definitivo de tubos y el diámetro de coraza. Paso cuadrado de 13/16 de pulg

$$N_t = 1436$$

$$ID_s = 35 \text{ plg}$$

8) Con el número de tubos definitivos se corrige el del  $U_d$

$$A_D = N_t \times L_e \times a''$$

$$A_D = 4639,86 \text{ pie}^2 = 431,043 \text{ m}^2$$

$$U_d = \frac{Q}{(A_D \times \Delta t_{ef})}$$

$$U_d = 128,33 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

**Lado Coraza****Lado Tubos**

1') Área de flujo por coraza

1) Área total de flujo por tubos

Se supone  $B$ ,  $1/5 ID_s < B < ID_s$

$$a_t = N_t a'_t / 144 * n$$

$$B = 35 \text{ plg}$$

$$a_t = 0,48 \text{ pie}^2$$

$$C' = 0,21 \text{ plg}$$

$$P_T = 0,83 \text{ plg}$$

$$A_s = \frac{ID_s \times C' \times B}{P_T \times 144}$$

$$A_s = 2,10 \text{ pie}^2$$

2') Cálculo del flujo másico

$$G_s = w/A_s$$

$$G_s = 1.017.746,41 \text{ lb/h pie}^2$$

2) Cálculo del flujo másico

$$G_t = w/a_t$$

$$G_t = 508.721,22 \text{ lb/h pie}^2$$

3') Cálculo del Re

$$D_e = 0,079 \text{ pie (De Gráfico 5)}$$

$$Re_s = D_e \times G_s / \mu$$

$$Re_s = 214.800,29$$

3) Cálculo del Re

$$Re_t = D \times G_t / \mu$$

$$Re_t = 392.370,34$$

4') Se obtiene el coeficiente  $J_h$  de Gráfico 5

$$J_h = 300$$

5') Cálculo del coeficiente  $h_o$

$$h_o = J_h \frac{k}{D_e} \frac{c \mu^{\frac{1}{3}}}{k} \phi_s$$

$$h_o = 294,05 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

5) Coeficiente de transferencia  $h_i$

Para el vapor se considera un coef. de transferencia de calor:

$$h_{i0} = 1500 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

6') Cálculo de la temperatura de pared de tubo

$$t_w = t_c + \frac{h_o}{h_{i0} + h_o} * (T_c - t_c)$$

$$t_w = 386,76 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7') Corrección de  $\phi$

$$\mu_w = 0,375 \text{ lb/pie h}$$

$$\phi_s = (\mu/\mu_w)^{0,14}$$

$$\phi_s = 1,000$$

8') Corrección del coeficiente  $h_o$  por  $\phi$

$$h_o = \phi \times h_o$$

$$h_o = 294,06 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

9') Cálculo de la caída de presión

$$f = 0,0012 \text{ pie}^2/\text{plg}^2 \quad (\text{de Gráfico 6})$$

$$\text{Numero de cruces } N+1 = 12 \text{ L/B} = 7$$

$$\Delta P_s = \frac{f G_s^2 D_s (N+1)}{5,22 \times 10^{10} s D_e \phi_s}$$

$$\Delta P_s = 5,62 \text{ lb/plg}^2 = 0,394 \text{ bar}$$

9) Cálculo de la caída de presión

$$f = 0,00011 \text{ pie}^2/\text{plg}^2 \quad (\text{de Gráfico 4})$$

$$\Delta P_t = \frac{f G_t^2 L n}{5,22 \times 10^{10} D_t \phi_t} \quad \Delta P_r = \frac{4n V^2}{s 2g}$$

$$\Delta P_t = 1,058 \text{ lb/plg}^2 \quad \Delta P_r = 0,512 \text{ lb/plg}^2$$

$$\Delta P_T = \Delta P_t + \Delta P_r$$

$$\Delta P_T = 1,570 \text{ lb/plg}^2 = 0,110 \text{ bar}$$

10) Cálculo del coeficiente total limpio  $U_c$

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io}}{h_o + h_{io}}$$

$$U_c = 245,87 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

11) Factor de obstrucción

$$R_d = \frac{U_c - U_D}{U_c * U_D}$$

$$R_d = 0,0037$$

<b>Hoja de especificación</b>		
<b>Unidad</b>	C-101/C-105	
<b>Servicio</b>	Sobrecalentamiento del vapor de la corriente de agua de proceso proveniente del evaporador.	
<b>Datos de diseño</b>		
<b>Tipo de equipo</b>	Intercambiador de calor horizontal	
<b>Superficie de intercambio (pie<sup>2</sup>)</b>	4.639,86	
<b>Diámetro de coraza (pulgadas)</b>	35	
<b>Largo de tubos (pie)</b>	20	
<b>Tipo de tubos</b>	Tubos en U	
<b>Número de tubos</b>	1436	
<b>Diámetro externo de tubos (pulgadas)</b>	5/8	
<b>BWG</b>	16	
<b>Arreglo</b>	13/16 pulgada - cuadrado	
<b>Datos de operación</b>		
<b>Calor intercambiado (BTU/h)</b>	31.418.582,4	
<b>Factor de ensuciamiento</b>	0,0037	
	<b>Envolvente</b>	<b>Tubos</b>
<b>Fluido</b>	Aceite	Agua
<b>Caudal (lb/h)</b>	2.138.400	244.015
<b>Estado</b>	Líquido	Vapor
<b>Temperatura de entrada (°C)</b>	393	314,5
<b>Temperatura de salida (°C)</b>	380	378,2
<b>Presión (bar)</b>	13,25	104,6
<b>Pasos</b>	1	4
<b>Caída de presión (bar)</b>	0,5	0,8

**Recalentadores**

La función de estos intercambiadores es realizar el recalentamiento del vapor interetapa de las turbinas. Se recibe el vapor que ha sido parcialmente expandido en la turbina de alta presión y es recalentado e introducido en la turbina de baja presión, con el fin de aumentar la eficiencia del ciclo de Rankine con el que trabaja la central.

Para estos intercambiadores, se conocen las condiciones de operación que nos permiten definir los parámetros térmicos. Las condiciones de entrada del vapor vendrán determinadas por el punto de extracción de la turbina, en el cuerpo de alta presión, y las de salida serán las fijadas por las condiciones de entrada en el cuerpo de baja presión de la turbina. También es conocido el caudal del agua, con lo que se puede calcular el intercambio térmico que se producirá en el.

Propiedades y variables de los fluidos

Fluido caliente

Fluido frío

Tipo: Aceite (Lado coraza)

Tipo: Vapor (Lado tubos)

$T_1=$ 393 °C	765 °F	$t_1=$ 214 °C	442,8 °F
$T_2=$ 301,89 °C	601 °F	$t_2=$ 377 °C	736,2 °F
$P_1=$ 13,31 Bar	193,04 lb/plg <sup>2</sup>	$P_1=$ 20,57 Bar	298,34 lb/plg <sup>2</sup>
$P_2=$ 12,71 Bar	184,34 lb/plg <sup>2</sup>	$P_2=$ 20,17 Bar	292,54 lb/plg <sup>2</sup>
$\rho=$ 779,19 kg/m <sup>3</sup>	48,54 lb/pie <sup>3</sup>	$\mu=$ 0,019 cP	0,004598 lb/pie h
$\mu=$ 0,012 cP	0,030 lb/pie h	$k=$ 0,044 W/mK	0,003 BTU/ h pie °F
$k=$ 0,090 W/m K	0,052 BTU/h pie °F	$C_p=$ 2,430 kJ/kg K	0,580 BTU/lb °F
$C_p=$ 1,936 kJ/kg K	0,462 BTU/lb °F	$w=$ 25 kg/s	198.000 lb/h
$w=$ 44 kg/s	348.480 lb/h	$h_1=$ 2799,57 kJ/kg	
$h_1=$ 782,23 kJ/kg	336,35 BTU/lb	$h_2=$ 3197,23 kJ/kg	
$h_2=$ 556,28 kJ/kg	239,203 BTU/lb	$\emptyset:$ 1,000	
$\emptyset:$ 1,000			

## 1) Cálculo de balance de calor

$$Q = w \times \Delta H$$

$$Q = 9.941,5 \text{ kJ/s} = 33.921.809,69 \text{ BTU/h}$$

## 2) Cálculo de la diferencia verdadera de temperatura

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} \quad S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

Pasos tubo= 4

Pasos coraza= 2

$$R = 0,56$$

$$S = 0,91$$

$$F_t = 0,9 \quad (\text{De Gráfico 7})$$

$$MLDT = \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{\ln \frac{\Delta t_h}{\Delta t_c}}$$

$$MLDT = 75,966 \text{ °F} = 42,203 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{ef} = MLDT \times F_t$$

$$\Delta T_{ef} = 68,37 \text{ °F} = 37,98 \text{ °C}$$

## 3) Cálculo de la temperatura calórica para determinar las propiedades de los fluidos

$$\Delta t_h = T_1 - t_2 \quad \Delta t_c = T_2 - t_1$$

$$\Delta t_h = 28,80 \quad \Delta t_c = 158,21$$

$$C = (\Delta t_c - \Delta t_h) / \Delta t_h \quad \Delta t_c / \Delta t_h = 5,49$$

$$C = 4,49$$

$$F_c = 0,35 \quad (\text{De Gráfico 2})$$

$$T_c = T_2 + F_c \times (T_1 - T_2)$$

$$T_c = 333,78 \text{ °C} = 658,41 \text{ °F}$$

$$t_c = t_1 + F_c \times (t_2 - t_1)$$

$$t_c = 271,05 \text{ °C} = 545,49 \text{ °F}$$

4) Estimación del coeficiente total de transferencia  $U_d$

$$U_d = 100 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ °F} \quad \text{Valor comunmente utilizado en estos fluidos}$$

5) Cálculo de área mínima requerida  $A_r$

$$Q = U_d \times A_r \times \Delta t_{ef}$$

$$A_r = 460,92 \text{ m}^2 = 4961,53 \text{ pie}^2$$

6) Cálculo de  $N^\circ$  de tubos necesarios

Se seleccionan tubos de 20 pies de longitud y BWG 16.

$$L_e = L - (3''/12)$$

$$L_e = 19,75 \text{ pie}$$

De la Tabla 3 se determinan las dimensiones características:

$$a'' = 0,1636 \text{ pie}^2/\text{pie}$$

$$a' = 0,1924 \text{ plg}^2$$

$$D_i = 0,4950 \text{ plg} = 0,0413 \text{ pie}$$

$$D_o = 0,63 \text{ plg} = 0,0520 \text{ pie}$$

Con las dimensiones obtenidas, se procede a calcular el área de transferencia  $A_t$

$$A_t = \pi \times OD \times L_e = L_e \times a''$$

$$A_t = 3,231 \text{ pie}^2$$

Con el área requerida y el área de transferencia, se calcula el número de tubos:

$$N_t = A_r / A_t$$

$$N_t = 1535,56$$

#### 7) Selección del equipo

De Tabla 4 se obtiene el número definitivo de tubos y el diámetro de coraza, arreglo cuadrado con 13/16

$$N_t = 1620$$

$$ID_s = 37 \text{ plg}$$

#### 8) Con el número de tubos definitivos se corrige el $U_d$

$$A_D = N_t \times L_e \times a''$$

$$A_D = 5234,382 \text{ pie}^2 = 486,28 \text{ m}^2$$

$$U_d = Q / (A_D \times \Delta t_{ef})$$

$$U_d = 94,78 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Lado Coraza

Lado Tubos

1') Cálculo del área de flujo tubos

1) Cálculo del área total de flujo por

Se supone  $B$ ,  $1/5 ID_s < B < ID_s$

$$a_t = N_t \times a'_t / 144 * n$$

$$B = 18,5 \text{ plg}$$

$$a_t = 0,541 \text{ pie}^2$$

$$C' = 0,21 \text{ plg}$$

$$P_T = 0,83 \text{ plg}$$

$$A_s = \frac{ID_s \times C' \times B}{PT \times 144}$$

$$A_s = 1,17 \text{ pie}^2$$

2') Cálculo del flujo másico

$$G_s = w/A_s$$

$$G_s = 296.818,61 \text{ lb/h pie}^2$$

2) Cálculo del flujo másico

$$G_t = w/a_t$$

$$G_t = 365904,3 \text{ lb/h pie}^2$$

3') Cálculo del Re

$$D_e = 0,079 \text{ pie (de Gráfico 5)}$$

$$Re_s = D_e \times G_s / \mu$$

$$Re_s = 789.428,88$$

3) Cálculo del Re

$$Re_t = D \times G_t / \mu$$

$$Re_t = 328.263,48$$

4') Se obtiene el coeficiente  $J_h$  de Gráfico 5

$$J_h = 550$$

5') Cálculo del coeficiente  $h_o$

$$h_o = J_h \frac{k}{D_e} \frac{c_{\mu^3}^{\frac{1}{3}}}{k} \phi_s$$

$$h_o = 232,7 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

4) Coeficiente de transferencia  $h_i$

Para el vapor se considera un coef. de transferencia de calor:

$$h_{i0} = 1500 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

6') Cálculo de la temperatura de pared de tubo

$$t_w = t_c + \frac{h_o}{h_{i0} + h_o} * (T_c - t_c)$$

$$t_w = 333,78 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7') Corrección de  $\phi$

$$\mu_w = 0,030 \text{ lb/pie h}$$

$$\phi_s = (\mu/\mu_w)^{0,14}$$

$$\phi_s = 1,00$$

8') Corrección del coeficiente  $h_o$  por  $\phi$

$$h_o = \phi \times h_o$$

$$h_o = 232,70 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

9') Cálculo de la caída de presión

$$f = 0,0012 \text{ pie}^2/\text{plg}^2 \text{ (de Gráfico 6)}$$

$$\text{Numero de cruces } N+1 = 12 \text{ L/B} = 13$$

$$\Delta P_s = \frac{f G_s^2 D_s (N+1)}{5,22 \times 10^{10} s D_e \phi_s}$$

$$\Delta P_s = 1,913 \text{ lb/plg}^2 = 0,134 \text{ bar}$$

9) Cálculo de la caída de presión

$$f = 0,00011 \text{ pie}^2/\text{plg}^2 \text{ (de Gráfico 4)}$$

$$\Delta P_t = \frac{f G_t^2 L n}{5,22 \times 10^{10} D_t \phi_t} \quad \Delta P_r = \frac{4n V^2}{s 2g}$$

$$\Delta P_t = 0,547 \text{ lb/plg}^2 \quad \Delta P_r = 0,64 \text{ lb/plg}^2$$

$$\Delta P_T = \Delta P_t + \Delta P_r$$

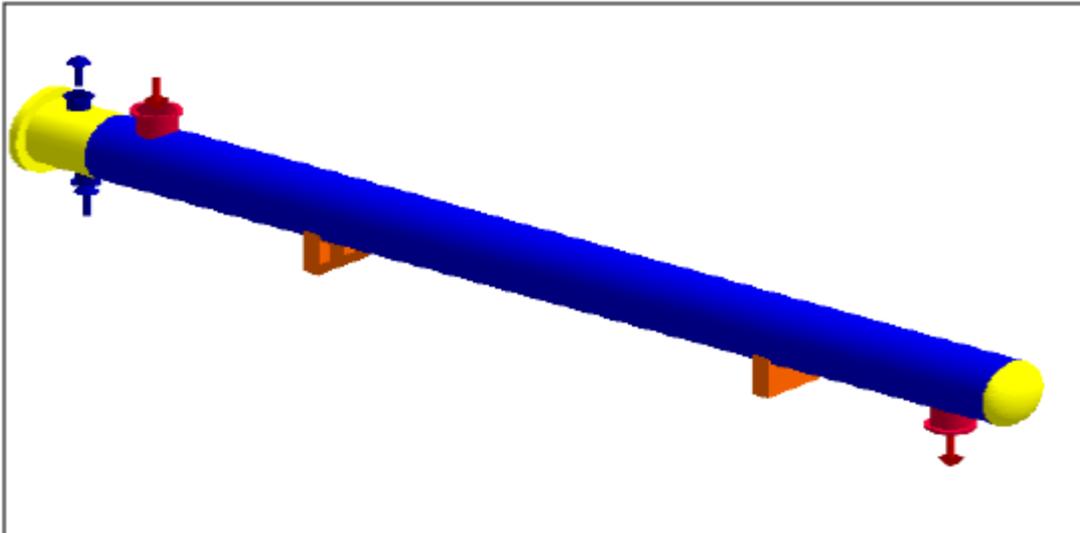
$$\Delta P_T = 1,187 \text{ lb/plg}^2 = 0,083 \text{ bar}$$

10) Cálculo del coeficiente total limpio  $U_c$

$$U_c = \frac{h_o \times h_{iO}}{h_o + h_{iO}} \quad U_c = 201,454 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

## 11) Cálculo del factor de obstrucción

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c * U_d} \quad R_d = 0,0055$$



<b>Hoja de especificación</b>		
<b>Unidad</b>	C-104/C-108	
<b>Servicio</b>	Recalentar el vapor de la corriente de salida de la turbina de alta presión.	
<b>Datos de diseño</b>		
<b>Tipo de equipo</b>	Intercambiador de calor horizontal	
<b>Superficie de intercambio (pie<sup>2</sup>)</b>	5.234,3	
<b>Diámetro de coraza (pulgadas)</b>	37	
<b>Largo de tubos (pie)</b>	20	
<b>Tipo de tubos</b>	Tubos en U	
<b>Número de tubos</b>	1620	
<b>Diámetro externo de tubos (pulgadas)</b>	5/8	
<b>BWG</b>	16	
<b>Arreglo</b>	13/16 pulgada - cuadrado	
<b>Datos de operación</b>		
<b>Calor intercambiado (BTU/h)</b>	33.921.809,6	
<b>Factor de ensuciamiento</b>	0,0056	
	<b>Envolvente</b>	<b>Tubos</b>
<b>Fluido</b>	Aceite	Agua
<b>Caudal (lb/h)</b>	348.480	198.000
<b>Estado</b>	Líquido	Vapor
<b>Temperatura de entrada (°C)</b>	393	214
<b>Temperatura de salida (°C)</b>	301	377
<b>Presión (bar)</b>	13,3	20,5
<b>Pasos</b>	2	4
<b>Caída de presión (bar)</b>	0,6	0,4

### Bomba de condensado

Se procede al diseño y selección de la bomba J-105 de condensado. Esta bomba toma la corriente proveniente del condensador de la turbina y la impulsa hacia el tren de precalentadores de baja presión.

Para esta etapa se selecciona una bomba centrífuga, con una auxiliar para casos de paro por mantenimiento o falla.

De acuerdo a los valores de velocidad de los fluidos que figuran en la bibliografía, se calculan los diámetros de la cañerías de aspiración e impulsión.

### Diseño de cañerías

Determinado el caudal en la salida del condensador de  $w = 181,5 \text{ m}^3/\text{h}$  (50,42 l/s), se procede a los cálculos.

### Sección de aspiración

De la tabla de McCabe se determinan las velocidades del fluido.

Velocidad de fluidos en tuberías

Fluido	Tipo de flujo	Velocidad	
		pies/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0,5-1	0,15-0,30
	Entrada de bomba	1-3	0,3-0,9
	Salida de bomba	4-10	1,2-3
	Línea de conducción	4-8	1,2-2,4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0,2-0,5	0,06-0,15
	Salida de bomba	0,5-2	0,15-0,6
Vapor de agua		30-50	9-15
Aire o gas		30-100	9-30

Para la sección de aspiración se supone una velocidad de 0,9 m/s

$$A_{\text{aspiración}} = w/v$$

$$A_{\text{aspiración}} = 0,0560 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{aspiración}} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \quad D_{\text{aspiración}} = 0,2671 \text{ m} = 10,5 \text{ plg}$$

Se selecciona de Tabla 4 un Diametro estándar de 12 plg, con un  $D_i = 303,2 \text{ mm}$

$$A_{\text{aspiración}} = \frac{\pi D^2}{4} \quad A_{\text{aspiración}} = 0,072 \text{ m}^2$$

Cálculo de la velocidad real de aspiración

$$v_{\text{asp}} = w / A_{\text{aspiración}} \quad v_{\text{asp}} = 0,70 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra dentro de los rangos indicados por tabla, por lo que se acepta el diámetro 12 plg.

### Sección de impulsión

Para la sección de aspiración se supone una velocidad de 2,5 m/s

$$A_{\text{impulsión}} = w/v$$

$$A_{\text{impulsión}} = 0,02016 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{impulsión}} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \quad D_{\text{impulsión}} = 0,1602 \text{ m} = 6,31 \text{ plg}$$

Se selecciona de Tabla 4 un Diametro estándar de 8 plg, con un  $D_i = 202,7 \text{ mm}$

$$A_{\text{impulsión}} = \frac{\pi D^2}{4} \quad A_{\text{impulsión}} = 0,0322 \text{ m}^2$$

Cálculo de la velocidad real de impulsión

$$V_{\text{imp}} = w / A_{\text{impulsión}} \quad V_{\text{imp}} = 1,56 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra dentro de los rangos indicados por tabla, por lo que se acepta el diámetro 8 plg.

### Propiedades físicas de la corriente

$$\rho = 940 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,00028 \text{ Pa.s}$$

$$T = 41 \text{ }^\circ\text{C} = 105,8 \text{ F}$$

$$W = 172.440 \text{ Kg/h} = 181,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Presión de succión

Para calcular la presión de succión se hace un balance de energía mecánica entre el condensador y la brida de aspiración de la bomba. El balance queda expresado como:

$$\Delta \left( \frac{v^2}{2 \cdot \alpha} \right) + g \cdot \Delta H + \frac{\Delta P}{\rho} + E_v^A = 0$$

Para el cálculo de pérdida por fricción se utiliza el número de Reynolds.

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

La pérdida de carga se obtiene de la siguiente forma:

$$E_v = \frac{1}{2} e_v v^2$$

siendo  $e_v = 4 f \frac{L}{D}$ , la pérdida de carga queda  $E_v = 2 f \frac{L}{D} v^2$

Teniendo en cuenta que la cañería seleccionada es de acero al carbono, se utiliza el Gráfico 8 de Moody para obtener el factor f.

La longitud total de cañería será la suma entre la longitud de los tramos rectos y la longitud equivalente de todos los accesorios presentes en la línea. Según el isométrico de la bomba (en la sección de planimetría) la cañería cuenta con los siguientes accesorios:

	Codos 90°	Valvulas esclusa	Valvulas de retención	Filtros	Longitud total equivalente (m)
C-109 a J-105 (Ø 12")	4	1	-	1	61
J-105 a C-110 (Ø 8")	13	2	1	-	104,3
C-110 a C-111 (Ø 8")	4	1	-	-	24,7
C-111 a C-112 (Ø 8")	4	1	-	-	24,7
C-112 a D-101 (Ø 8")	4	1	-	-	24,7
Long Equivalente 8" (m)	5,5	2,7	27,4	20	
Long Equivalente 12" (m)	9,45	3,2	24	20	

## Detalle de los datos utilizados en el cálculo de la pérdida de carga

Tramos de Cañería	Long. (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Velocidad (m/s)	Diametro (plg)	Diametro interno (m)	$\epsilon/D$	Re	Factor de fricción	Long. equivalente (m)	Pérdida de carga (J/kg)
C-109 a J-105 (Ø 12")	4	0,072	0,70	12	0,303	0,0005	718767	0,021	61	4,19
J-105 a C-110 (Ø 8")	51	0,034	1,44	8	0,21	0,0007	1033213	0,018	104,3	55,21
C-110 a C-111 (Ø 8")	5	0,034	1,44	8	0,21	0,0007	1033213	0,018	24,7	10,56
C-111 a C-112 (Ø 8")	5	0,034	1,44	8	0,21	0,0007	1033213	0,018	24,7	10,56
C-112 a D-101 (Ø 8")	5	0,034	1,44	8	0,21	0,0007	1033213	0,018	24,7	10,56
									Total	91,06

La pérdida de carga en cada intercambiador es de 1 bar = 105,26 J/kg

Operando y despejando sobre la ecuación del balance de energía mecánica, el valor de la presión de succión queda:

$$P_{\text{succión}} = 115.559,4 \text{ Pa}$$

### Presión de Impulsión

Del mismo modo, para calcular la presión de impulsión el balance de energía mecánica se hara entre la brida de impulsión y la entrada del desgasificador.

$$P_{\text{impulsion}} = 491.029,4 \text{ Pa}$$

### Altura de la Bomba

A partir del balance de energía mecánica aplicado entre ambas bridas, se calcula la altura de la bomba:

$$H = \Delta z + \Delta \left( \frac{v^2}{2 \cdot \alpha \cdot g} \right) + \frac{\Delta P}{\rho \cdot g}$$

$$H = 40,86 \text{ m}$$

### Potencia teórica

Para calcularla se hace un balance de energía mecánica entre el la salida del condensador y la entrada al desgasificador:

$$\frac{v_2^2}{2} - \frac{v_1^2}{2} + g \cdot h_2 - g \cdot h_1 + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \hat{W}_{eje} + \hat{E}_v = 0$$

$$\hat{W}_{eje} = -411,2 \text{ J/Kg}$$

Multiplicando por el caudal se obtiene la potencia teórica:

$$Pot_{teórica} = \hat{W}_{eje} \times w$$

$$Pot_{teórica} = 19.696 \text{ J/s} = 26,41 \text{ HP}$$

### Altura neta positiva de aspiración ANPA

La altura neta positiva de aspiración es la presión por encima de la presión de vapor de un líquido, medida en el punto de succión, necesaria para que la bomba no cavite.

Existen dos ANPA: disponible y requerido. El primero es una característica del sistema de flujo, mientras que el segundo es propio de la bomba. Siempre se debe cumplir que:

$$ANPA_{disponible} \geq ANPA_{requerido}$$

Para calcular el ANPA disponible se debe hacer un balance de energía mecánica

$$ANPA = h_1 + \frac{P_1}{g \rho} - \frac{\hat{E}_v}{g} - \frac{P_{vap}}{g \rho}$$

$$ANPA_{disponible} = 13,3 \text{ m}$$

### Selección de la bomba

La bomba seleccionada proviene del fabricante Neumann, y se eligió mediante su página web ([www.bombascentrifugas.com/es/index.php](http://www.bombascentrifugas.com/es/index.php)), la cual presenta las curvas y especificaciones de sus bombas, de modo de poder seleccionar la bomba correcta.

Así, se seleccionó la bomba modelo BA 10-080, que para este caudal puede desarrollar una altura de hasta 50 m. Los datos técnicos se encuentran en la hoja de especificación.

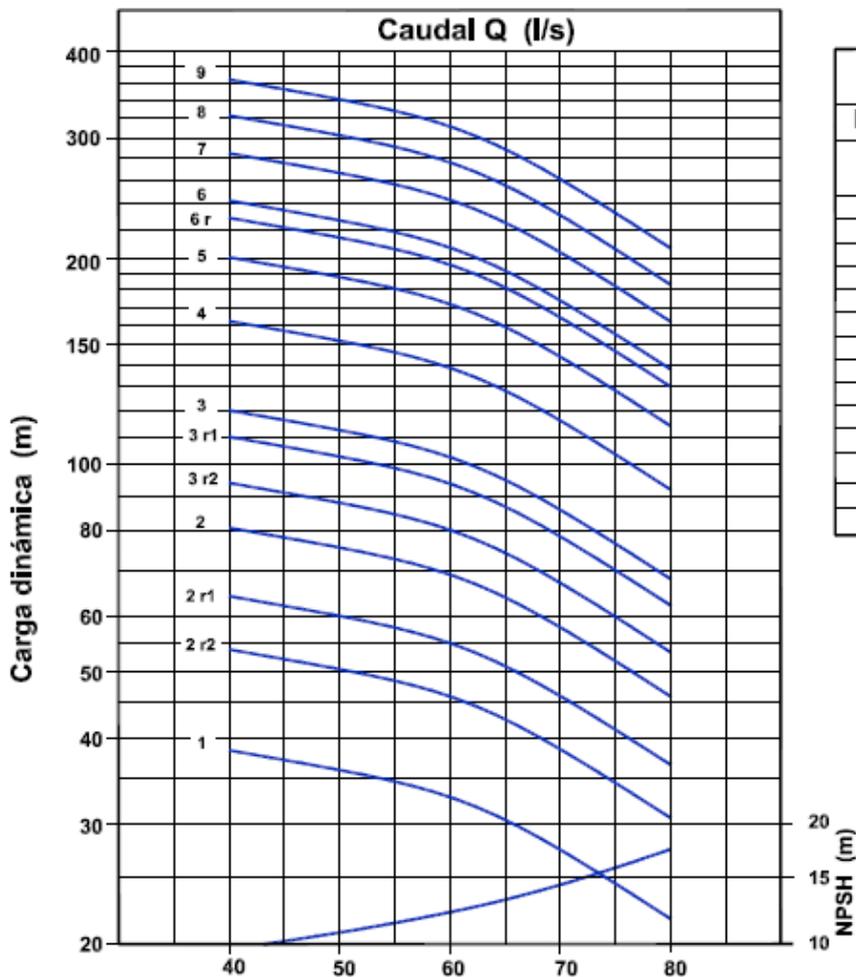
El ANPA requerido, al ser propio de la bomba, es proporcionado por el proveedor. Como puede observarse en la curva correspondiente:

$$ANPA_{requerido} = 11 \text{ m}$$



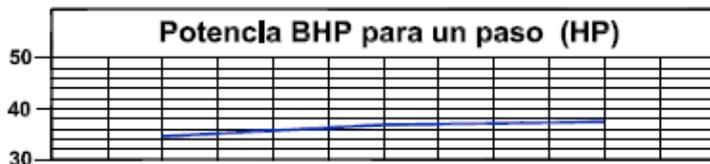
# BOMBAS CENTRÍFUGAS ALEMANAS, S.A. DE C.V.

Laboratorio acreditado por ema para los ensayos indicados en el escrito con número de acreditación N° MM-183-034/12. Acreditación a partir de 2012-04-19.



Combinaciones	
Bomba	Motor
N° De Pasos	Motor acoplado
	Diametro - HP
1	SUM 06 - 040
2 r2	SUM 08 - 050
2 r1	SUM 08 - 060
2	SUM 08 - 075
3 r2	SUM 08 - 085
3 r1	SUM 08 (10) - 100
3	SUM 08 (10) - 125
4	SUM 10 - 150
5	SUM 10 - 175
6 r	SUM 10 (12) - 200
6	SUM 10 (12) - 250
7	SUM 10 (12) - 250
8	SUM 12 - 300
9	SUM 12 - 350

Correcciones de Eficiencia	
Número de Pasos	Cambio de Eficiencia
1	- 5 Puntos
2 r2	- 5 Puntos
2 r1	- 4 Puntos
2	- 3 Puntos
3 r2	- 3 Puntos
3 r1	- 2 Puntos
3	- 1 Punto



**Modelo: BA 10-080**  
60 ciclos, 2 polos

01/02/2009



# BOMBAS CENTRÍFUGAS ALEMANAS

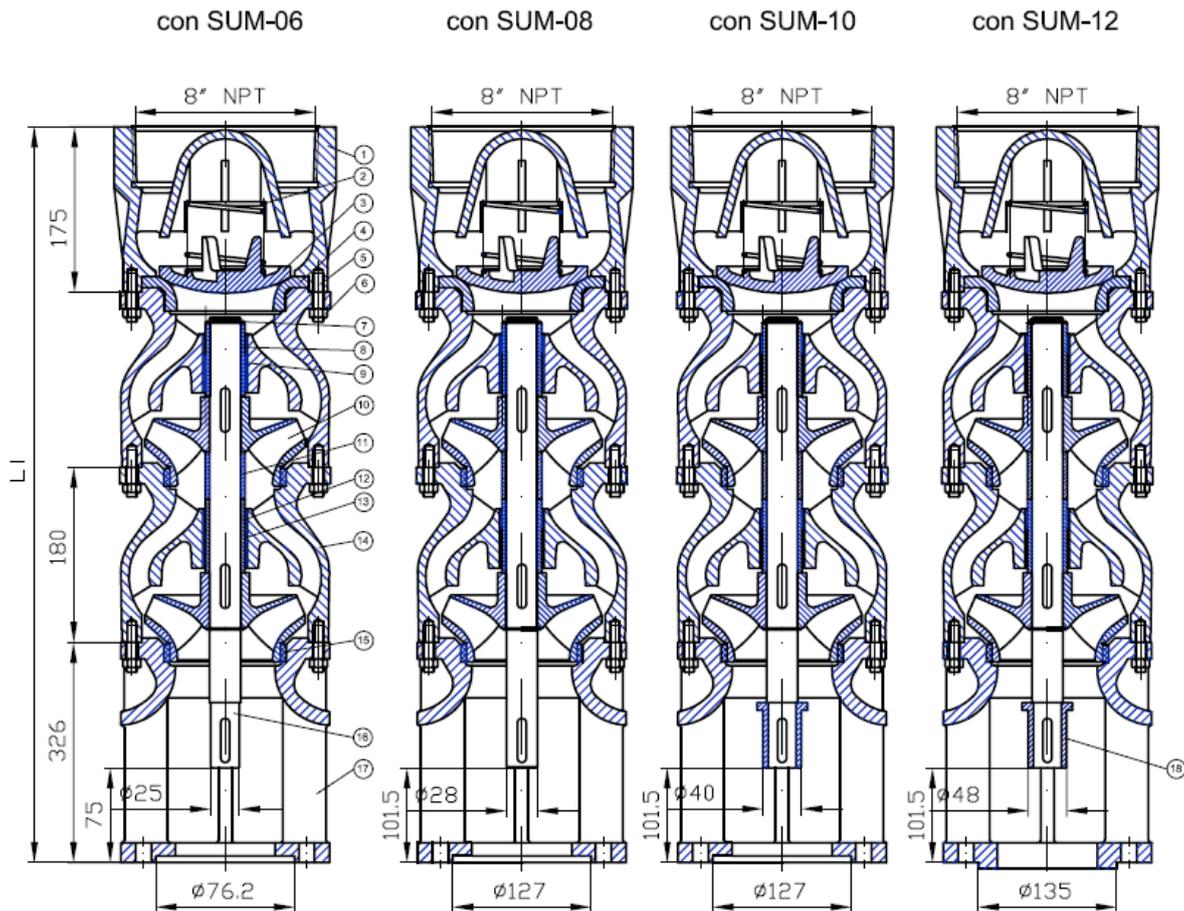
## 40 AÑOS DE EXPERENCIA

**MODELO: BA 10-080**

Ficha Técnica: Bombas

**(40-80 l/s)**

**Auténtica  
Tecnología  
Alemana**



CANT. PASOS	1
LT (mm)	695

CANT. PASOS	2	3
LT (mm)	870	1045

CANT. PASOS	4	5	6
LT (mm)	1570	1745	1920

CANT. PASOS	6	7	8
LT (mm)	1920	2095	2270

CANT. PASOS	7	8
LT (mm)	2095	2270

CANT. PASOS	9	10
LT (mm)	1920	2095

ITEM	DESCRIPCION
1	CUERPO DE VALVULA
2	RESORTE DE VALVULA
3	PLATILLO DE VALVULA
4	ASIENTO DE VALVULA
5	BIRLO M10
6	TUERCA DE M10
7	ANILLO TUARC
8	CHUMACERA SUPERIOR
9	BUJE CHUMACERA SUPERIOR

ITEM	DESCRIPCION
10	IMPULSOR
11	BUJE DISTANCIADOR
12	BUJE DISTANCIADOR
13	CHUMACERA DE HULE
14	TAZON
15	ANILLO DE DESGASTE
16	FLECHA DE BOMBA
17	CUERPO DE SUCCION
18	MUÑON DE FLECHA

<b>Hoja de especificación</b>	
<b>Unidad</b>	J-105
<b>Servicio</b>	Bomba de condensado C-109
<b>Datos constructivos</b>	
<b>Tipo de equipo</b>	Bomba centrífuga
<b>Proveedor</b>	Neumann
<b>Modelo</b>	BA 10-080
<b>Tipo de impulsor</b>	Cerrado
<b>Diámetro de succión (plg)</b>	12
<b>Diámetro de impulsión (plg)</b>	8
<b>Potencia (HP)</b>	35
<b>Eficiencia (%)</b>	75
<b>NPSH requerido (m)</b>	11
<b>Datos de operación</b>	
<b>Fluido</b>	Agua de condensado
<b>Caudal de diseño (kg/h)</b>	172.440
<b>Presión de succión (Pa)</b>	115.559,4
<b>Presión de impulsión (Pa)</b>	491.029,4
<b>Velocidad en succión (m/s)</b>	0,70
<b>Velocidad en impulsión (m/s)</b>	1,56
<b>Altura de diseño (m)</b>	40,86
<b>NPSH disponible (m)</b>	13,3
<b>Temperatura de trabajo (°C)</b>	40
<b>Viscosidad (cp)</b>	0,3
<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	940

## DISEÑO DEL CAMPO SOLAR

Los colectores solares se conectan en serie mediante uniones flexibles formando lazos. Cada lazo contiene tiene seis colectores.

Para el dimensionado de una planta de 50 MW de potencia, utilizando información disponible de plantas actuales, se conoce que el rendimiento del ciclo Rankine de una central solar termoeléctrica es de 38 %, por lo que la potencia térmica que debe suministrar el campo solar es de:

Potencia eléctrica neta = 50 MW

Rendimiento del ciclo Rankine = 38%

Potencia térmica del campo solar =  $50/0,38= 131,58$  MW

Para realizar los cálculos requerimos los siguientes datos geográficos:

Latitud =  $-31,40^\circ$

Longitud =  $-68,56^\circ$

Ángulo de incidencia ( $\theta$ ) =  $26,86^\circ$

Factor de corrección del ángulo de incidencia K = 0,994

Radiación\* =  $535 \text{ W/m}^2$

Temperatura ambiente\* =  $16,1 \text{ }^\circ\text{C}$

\*Valor promedio anual

Se tienen los siguientes valores de diseño correspondientes a las características técnicas del colector y del tubo absorbedor:

Area apertura del colector	$817,5 \text{ m}^2$
Longitud del tubo absorbedor	$148,5 \text{ m}^2$
Diámetro externo del tubo	0,07 m
Área flujo del tubo	$0,003318 \text{ m}^2$

Área externa de tubo	32,6403 m <sup>2</sup>
Transmisividad cubierta tubo absorbedor	0,92
Absortividad tubo absorbedor	0,95
Reflectancia superficie	0,94
Factor ensuciamiento	0,98
Rendimiento térmico	0,96
Rendimiento óptico	0,86526

El caudal de aceite por cada fila de colectores se determina buscando que el valor del número de Reynolds sea elevado, para garantizar una buena transferencia de calor en el interior del tubo absorbedor.

$$\begin{aligned} \text{Velocidad del aceite} \quad V &= 3 \text{ m/s} \\ w &= V \cdot a_t \cdot \rho \\ w &= 7,6317318 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

### Cálculo de pérdida térmica por colector

Para calcular el incremento de temperatura que puede alcanzar el aceite en el colector, deben determinarse las pérdidas térmicas. El coeficiente global de pérdidas térmicas viene dado por la siguiente ecuación:

$$U_{\text{pérdida}} = a + b \times (T_{\text{abs}} - T_{\text{amb}}) + c \times (T_{\text{abs}} - T_{\text{amb}})^2$$

El valor de los coeficientes a, b y c de la ecuación para una temperatura de trabajo del aceite igual o superior a 300°C son: 2,8954; -0,0164 y 0,000065 respectivamente, de acuerdo con las tablas del fabricante. Queda entonces:

$$U_{\text{pérdida}} = 4,480$$

Dada el área total del tubo, el coeficiente global de pérdida, y utilizando una temperatura media del aceite de 343°C, se calcula la pérdida térmica por colector.

$$Q_{\text{perdida}} = U_{\text{perdida}} \times A_t \times (T_{\text{abs}} - T_{\text{amb}})$$

$$Q_{\text{pérdida}} = 47806,11 \text{ W}$$

### **Cálculo de la potencia térmica solar incidente sobre el colector**

$$Q_{\text{sol}} = A_c \times I \times \cos(\theta)$$

Donde:

$Q_{\text{sol}}$  = Energía solar incidente en el colector expresada en W

$A_c$  = Área de apertura del colector, expresada en  $\text{m}^2$

$I$  = Radiación directa, expresada en  $\text{W}/\text{m}^2$

$\theta$  = ángulo de incidencia, expresada en  $^\circ$

Quedando:

$$Q_{\text{sol}} = 389938,535 \text{ W}$$

### **Potencia suministrada al aceite por el colector**

El modificador por ángulo de incidencia, K, considera las pérdidas ópticas y geométricas que tienen lugar en el colector (pérdidas geométricas del final del colector, bloqueo de la radiación concentrada por parte de los soportes del tubo absorbente, y en la reflectividad de los espejos). Su valor para este tipo de colector es 0,994.

Ahora se calcula la potencia térmica útil que suministra un colector Eurotrough bajo las condiciones de diseño que se han establecido. Para ello se utiliza la ecuación siguiente estableciendo un factor de ensuciamiento de 0,98:

$$Q_{\text{útil}} = A_c \times I \times \cos(\theta) \times \eta_{\text{opt}} \times K \times F_e \times \eta_{\text{th}} - Q_{\text{pérdida}}$$

Donde:

$Q_{\text{útil}}$  = Potencia térmica útil, expresada en W

$\eta_{\text{opt}}$  = Rendimiento óptico

$F_e$  = Factor de ensuciamiento

$\eta_{\text{th}}$  = Rendimiento térmico del colector

$$Q_{\text{útil}} = 267713,589 \text{ W}$$

### Cálculo del incremento de temperatura por colector

$$Q_{\text{útil}} = w \times (h_{\text{salida}} - h_{\text{entrada}})$$

$$\Delta H = \Delta H_0 + \int c_p dT$$

$$C_p = 1,479 + 0,0028 \times T$$

$$Q_{\text{útil}} = w \times (1,479 \times T_{\text{salida}} + 0,0014 T_{\text{salida}}^2 - 553)$$

$$267,713 = 7,63 (1,479 \times T_{\text{salida}} + 0,0014 T_{\text{salida}}^2 - 553)$$

$$0 = -4487 + 11,28 T_{\text{salida}} + 0,01 T_{\text{salida}}^2$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado se obtiene la temperatura de salida del colector:

$$T_{\text{salida}} = 312 \text{ °C}$$

Incremento = 19 °C

Dado que se requiere un incremento total de 100 °C en cada fila de colectores, el número de colectores en serie por cada fila será:

$$\text{Número de colectores por fila} = 100/19 = 5,263 \rightarrow 6$$

### **Cálculo del número de lazos**

Como cada lazo está constituido por 6 colectores, la potencia entregada por lazo es:

$$\text{Potencia por lazo} = 6 \times 267713,58 = 1606281,532 \text{ W}$$

Como se calculó al principio, la planta se diseña para una potencia térmica de 131,578 MW, por lo tanto el número de lazos requeridos será:

$$\text{Número de lazos} = 81,91524633 \rightarrow 82$$

Teniendo en cuenta que el área de cada colector es de 817,5 m<sup>2</sup>, se establece la extensión del campo solar:

$$\text{Superficie de colectores} = 402.210 \text{ m}^2$$

**LISTADO DE EQUIPOS**

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
C-101	Sobrecalentador Tren 1
C-102	Evaporador Tren 1
C-103	Precalentador Tren 1
C-104	Recalentador Tren 1
C-105	Sobrecalentador Tren 2
C-106	Evaporador Tren 2
C-107	Precalentador Tren 2
C-108	Recalentador Tren 2
C-109	Condensador
C-110	Precalentador BP 1
C-111	Precalentador BP 2
C-112	Precalentador BP 3
C-113	Precalentador AP 1
C-114	Precalentador AP 2
C-115	Torre de refrigeración
D-101	Desgasificador
G-101	Generador
K-101	Turbina AP
K-102	Turbina BP
J-101	Bomba HTF
J-102	Bomba HTF
J-103A	Bomba auxiliar HTF
J-104	Bomba reposición HTF
J-105	Bomba de condensado
J-105A	Bomba auxiliar de condensado
J-106	Bomba de agua de alimentación
J-106A	Bomba aux. de agua de alimentación
J-107	Bomba de drenaje precalentadores BP

---

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
J-107A	Bomba aux. de drenaje precalentadores BP
J-108	Bomba de drenaje precalentadores AP
J-108A	Bomba aux. de drenaje precalentadores AP
J-109	Bomba de agua de refrigeración
J-109A	Bomba aux. de agua de refrigeración
J-110	Bomba reposición de agua de refrigeración
J-111	Bomba reposición de agua de alimentación
J-111A	Bomba aux. reposición de agua de alimentación
TK-101	Tanque HTF
TK-102	Tanque reposición HTF
TK-105	Tanque reposición agua de refrigeración
TK-106	Tanque reposición agua de alimentación

## ESTUDIO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

### Estudio económico

#### Objetivo

En primera instancia se determinan los recursos necesarios para la realización del proyecto, el costo total de la operación normal de la planta, y también otros indicadores que sirven como base para la evaluación económica.

#### Inversión total inicial

La inversión total inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles e intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

#### Precio de equipos

Para el cálculo de los costos de los equipos se utilizaron datos de plantas existentes y del libro Plant Design and Economics for Chemical Engineer's (Peters y Timmerhaus, 5<sup>o</sup> edición).

El costo de los equipos se presenta en la siguiente tabla:

Equipo	Cantidad	Costo unitario (USD)	Subtotal (USD)
Concentradores Cilindro Parabólicos	492	119.900	58.990.800
Sobrecalentador	2	254.000	508.000
Evaporador	2	302.000	604.000
Precalentador	2	254.000	508.000
Recalentador	2	235.000	470.000
Precalentador	5	225.000	1.125.000
Torre de refrigeración	1	650.000	650.000
Desgasificador	1	150.000	150.000
Generador + Turbina + Condensador	1	9.429.684	9.429.684
Bomba HTF (1500 m <sup>3</sup> /h)	3	13.000	39.000

Bomba de condensado (180 m <sup>3</sup> /h)	2	10.000	20.000
Bomba de agua de alimentación (250 m <sup>3</sup> /h)	2	17.000	34.000
Bomba de agua de refrigeración (2000 m <sup>3</sup> /h)	5	7.000	35.000
Bomba de reposición (50 m <sup>3</sup> /h)	3	2.000	6.000
Tanque HTF (300 m <sup>3</sup> )	1	50.281	50.281
Tanque reposición HTF (500 m <sup>3</sup> )	1	83.800	83.800
Tanque reposición agua de refrigeración (2000 m <sup>3</sup> )	1	200.000	200.000
Tanque reposición agua de alimentación (65 m <sup>3</sup> )	1	150.000	150.000
Planta de tratamiento de agua	1	300.000	300.000
<b>Total</b>			<b>73.353.565</b>

### Costos directos e indirectos

A continuación, se detallan los costos directos e indirectos, cuyos cálculos están basados en la bibliografía mencionada anteriormente:

<b>Costo directo</b>	<b>% sobre lo adquirido</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
Equipo adquirido		73.353.565
Equipo instalado	25	18.338.391
Instrumentación y control	15	11.003.035
Cañerías y tuberías	30	22.006.070
Obra Civil	20	14.670.713
Terreno	4	2.934.143
Mejoras del terreno	10	7.335.357
Instalación de servicios	30	22.006.070
<b>Costo total directo</b>		<b>171.647.342</b>
<b>Costo indirecto (USD)</b>	<b>% sobre costo directo</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
Ingeniería	8	5.868.285
<b>Costo total indirecto</b>		<b>5.868.285</b>
<b>COSTO TOTAL (USD)</b>		<b>177.515.627</b>

### Inversión de capital fijo

También se deben tener en cuenta gastos eventuales, provocados por eventos imprevisibles como tormentas, huelgas, etc.

Por lo tanto, siguiendo la misma bibliografía, la inversión total en capital fijo (capital necesario para adquirir e instalar todos los equipos destinados al proceso) será:

Inversión capital fijo	% costo total	Total (USD)
Costo total (directo + indirecto)		177.515.627
Honorarios contratista	5	8.875.781
Eventuales	10	17.751.563
<b>INVERSIÓN CAPITAL FIJO</b>		<b>204.142.971</b>

### Capital de trabajo

Se define como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante. Desde el punto de vista práctico está representado por el capital adicional, distinto de la inversión de capital fijo calculada anteriormente, con el que hay que contar para que comience a funcionar la planta. Entonces, puede definirse como:

Capital de trabajo = activo circulante – pasivo circulante

Por un lado, el activo circulante se compone de 3 ítems:

- Caja y bancos: se considera entre un 10% y 20% del monto total invertido en inventarios y cuentas por cobrar.
- Inventarios: es el costo de la materia prima, insumos y productos que pueden almacenarse en la planta.
- Cuentas por cobrar: es la inversión necesaria como consecuencia de vender a crédito. Depende del período promedio de tiempo (p. p. r.) en que la empresa recupera el crédito. Se define como:

$$\text{Cuentas por cobrar} = \frac{\text{ventas anuales}}{365} \times p.p.r.$$

Por el otro lado, el pasivo circulante son los créditos a corto plazo en conceptos como impuestos, servicios y proveedores. Para su cálculo se suele tomar como base el valor de la Tasa Circulante, el cual se aconseja que sea mayor a 3:

$$Tasa\ circulante = \frac{activo\ circulante}{pasivo\ circulante} \geq 3$$

En la siguiente tabla se encuentran detallados y calculados todos los ítems que componen el capital de trabajo:

Ingresos por ventas		
MWh	MWh/año	165.909
	USD/MWh	300
	USD/año	49.772.727
<b>Total</b>	<b>USD/año</b>	<b>49.772.727</b>

Inventario		
Aceite Therminol VP1	Cantidad kg	1.684.000
	USD/Kg	2
	USD	3.368.000
Agua de Proceso	Capacidad m <sup>3</sup>	1.200
	USD/m <sup>3</sup>	1
	USD	1.200
Agua de refrigeración	Capacidad m <sup>3</sup>	10.000
	USD/m <sup>3</sup>	0,04
	USD	400,0
<b>Total</b>	<b>USD</b>	<b>3.369.600</b>

Finalmente queda:

Capital de trabajo		
Inventario	USD	3.369.600
Cuentas por cobrar	USD	4.090.909
Caja y bancos	USD	746.051
Activo circulante	USD	8.206.560
Pasivo circulante	USD	2735.520
<b>Total</b>	<b>USD</b>	<b>5.471.040</b>

## Costos de producción

### Costos fijos

En este ítem están incluidos los sueldos, los impuestos, seguros, mano de obra y gastos administrativos.

Los sueldos de los operadores se calculan teniendo en cuenta el valor de la hora de trabajo acordado por la Federación de Sindicatos de Trabajadores de Industrias Químicas y Petroquímicas de la República Argentina (FESTIQYPRA).

Cargo	Cantidad	Sueldo USD/mes	Sueldo USD/año
Gerente	1	2287	37164
Jefe de Producción	1	1864,8	30303
Ingeniero	1	1483,2	24102
Supervisor	5	1488	120900
Operador	15	1200	292500
Administrativo	2	630	20475
Contador	1	1182	19208
Comercial	2	1006	32695
RRHH	1	858	13943
		<b>TOTAL</b>	<b>591289</b>

Por lo tanto, finalmente los costos fijos totales son:

Costos fijos (USD/año)	
Mano de obra directa	591.289
Mantenimiento (4% mano de obra)	23.652
Seguros (0,7% inversión fija)	1.429.001
Impuestos (12% terreno)	352.097
Costos administrativos (15% mano de obra)	88.693
<b>Total</b>	<b>2.484.732</b>

### Costos variables

Para el cálculo de los costos variables de producción se consideran los costos de obtener el agua de proceso y el agua de refrigeración, así como el costo de producción de la electricidad consumida para el funcionamiento de la planta.

En la siguiente tabla, se puede observar el detalle de los costos de cada ítem:

Costos variables		
Agua de Proceso	Capacidad m <sup>3</sup>	1.095
	USD/m <sup>3</sup>	1
	Total USD/año	1.095
Agua de refrigeración	Capacidad m <sup>3</sup>	37.412,5
	USD/m <sup>3</sup>	0,04
	USD	1.496,5
Electricidad	Consumo (MWh)	164.250
	Precio (USD/MWh)	15
	Total USD/año	2.463.750
<b>Total USD/año</b>		<b>2.465.940</b>

### Costos totales

Se establece un plan de producción que tiene como objetivo llegar a la capacidad operativa máxima en un plazo de 3 años.

Año	Capacidad (%)	Costos variables (USD)	Costos fijos (USD)	Costos totales (USD)
1	80	1972752	2484732	4457484
2	90	2219346	2484732	4704078
3	100	2465940	2484732	4950672
4	100	2465940	2484732	4950672
5	100	2465940	2484732	4950672
6	100	2465940	2484732	4950672
7	100	2465940	2484732	4950672
8	100	2465940	2484732	4950672
9	100	2465940	2484732	4950672
10	100	2465940	2484732	4950672

### Ingresos por ventas

Los ingresos por ventas se calculan en base a la producción anual y el precio de venta del MWh, correspondiente a la energía eléctrica generada con fuentes renovables.

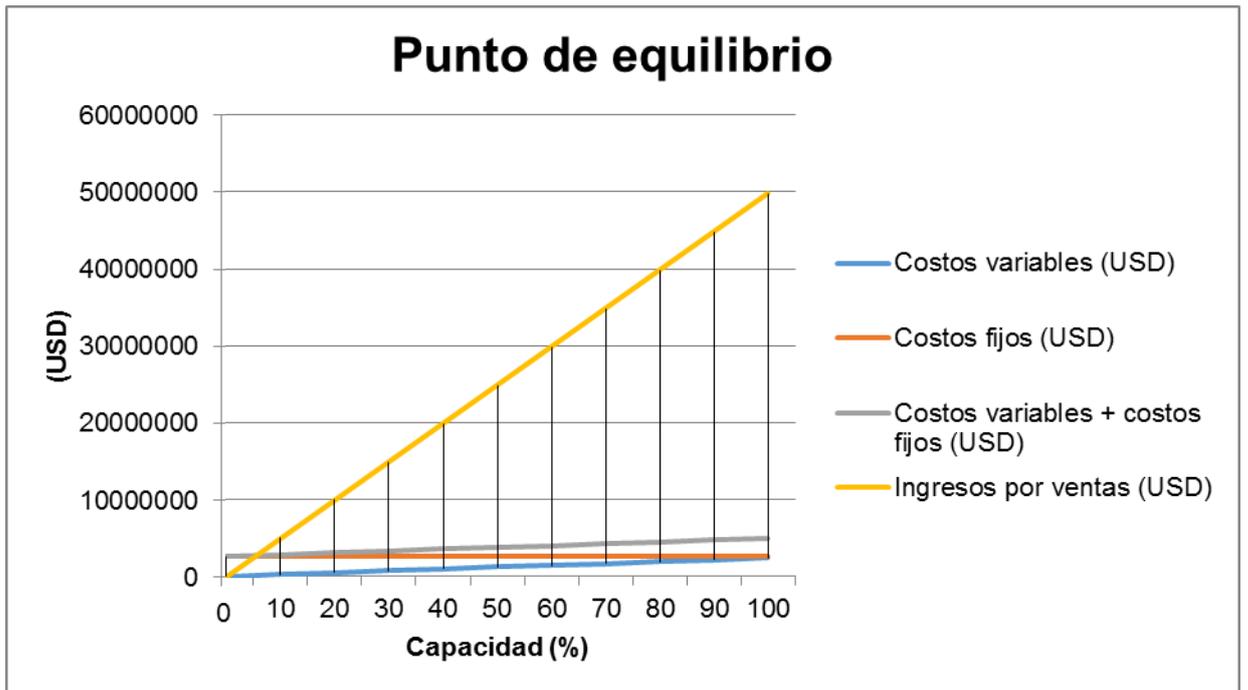
Año	Capacidad (%)	Precio unitario (USD /MWh)	Producción anual (MWh/año)	Ventas (USD)
1	80	300	132.727	39.818.182
2	90	300	149.318	44.795.455
3	100	300	165.909	49.772.727
4	100	300	165.909	49.772.727
5	100	300	165.909	49.772.727
6	100	300	165.909	49.772.727
7	100	300	165.909	49.772.727
8	100	300	165.909	49.772.727
9	100	300	165.909	49.772.727
10	100	300	165.909	49.772.727

### Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es el porcentaje de producción donde los beneficios obtenidos por las ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y variables. Puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$Pe = \frac{CF}{1 - CV/V}$$

Donde CF son los costos fijos, CV los variables y V los ingresos por ventas. Con los valores obtenidos anteriormente, el punto de equilibrio se alcanza al 5% de capacidad. Este punto puede verse en el gráfico:



## Evaluación económica

### Objetivo

El objetivo de esta sección es conocer la rentabilidad del proyecto mediante la determinación y el análisis de indicadores económicos, como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa de Rendimiento Interno (TIR), el Índice de Valor Actual Neto (IVAN) y el Período de Retorno.

Para realizar la evaluación económica, se deben calcular los flujos de fondos anuales. Para esto, pueden considerarse dos escenarios:

**Sin financiamiento:** En este caso, se proyectan los costos e ingresos por ventas en el tiempo de evaluación del proyecto (10 años) teniendo en cuenta la capacidad operativa. En el año 0 se supone que se realiza la inversión de capital inicial (inversión en capital fijo más inversión en capital de trabajo).

Primero, se calculan los ingresos netos de la empresa, restándole a los ingresos por ventas el impuesto a los ingresos brutos (3% de los ingresos por ventas de acuerdo a lo establecido en la Provincia de San Juan).

Luego se obtiene la utilidad bruta, restando el total de costos (costos de producción más la amortización, la cual es un 10% del activo fijo) a los ingresos netos. Seguido a eso, se descuenta el impuesto a las ganancias (35% de la utilidad bruta) para obtener la utilidad neta.

Posteriormente, a ésta última se le suma la amortización, dando como resultado el flujo de fondo anual. Para finalizar, se calculan los flujos de fondos descontados aplicando la TMAR (en este caso de un 12%).

**Con financiamiento del 50% de la inversión inicial:** En este escenario, los flujos de fondos anuales se calculan con la misma metodología, con la particularidad de que se deben restar los pagos de deuda en cada año, según se calculan en la tabla de pago de deuda. En este caso, se considera la Línea de financiamiento con bonificación de FONDEAR (Fondo

para el Desarrollo Económico Argentino) para proyectos destinados al uso de fuentes renovables de energía para la producción de energía eléctrica, como parte del Programa RenovAr Ronda 1 del Ministerio de Energía y Minería.

A su vez, se considera lo establecido en la Ley 27.191 de Régimen de Fomento Nacional - Uso de fuentes renovables de energía - Producción de energía eléctrica, que otorga el beneficio adicional de un certificado fiscal para ser aplicado al pago de impuestos nacionales, por un valor equivalente al veinte por ciento (20%) del componente nacional de las instalaciones electromecánicas.

La tabla de pago de deuda se ha construido de forma tal que el pago anual sea el mismo durante todo el proyecto, con una tasa de interés anual del 4,5%.

Por lo tanto, las características de la deuda y la tabla de pago se observan en las tablas a continuación:

<b>Tabla de pago de deuda</b>	
Financiamiento	50%
Anualidad (USD)	18.785.714
Tasa de interés	4,50%
Monto del préstamo (USD)	100.000.000

A continuación se presentan ambos cuadros de flujo de fondos.

Flujo de fondo anual	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
+Ingreso por ventas		26545454,5	33181818,2	33181818,2	33181818,2	33181818,2	33181818,2	33181818,2	33181818,2	33181818,2	33181818,2
-Ingresos brutos (3% ingresos por ventas)		796363,6	995454,5	995454,5	995454,5	995454,5	995454,5	995454,5	995454,5	995454,5	995454,5
Ingresos netos		25749090,9	32186363,6	32186363,6	32186363,6	32186363,6	32186363,6	32186363,6	32186363,6	32186363,6	32186363,6
-costos totales		4546176,8	5039364,8	5039364,8	5039364,8	5039364,8	5039364,8	5039364,8	5039364,8	5039364,8	5039364,8
-Amortización (10% activo fijo)		7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5
Utilidad bruta		13867557,6	19811642,3	19811642,3	19811642,3	19811642,3	19811642,3	19811642,3	19811642,3	19811642,3	19811642,3
Impuesto a las ganancias (35% utilidad bruta)		4853645,2	6934074,8	6934074,8	6934074,8	6934074,8	6934074,8	6934074,8	6934074,8	6934074,8	6934074,8
Utilidad neta		9013912,4	12877567,5	12877567,5	12877567,5	12877567,5	12877567,5	12877567,5	12877567,5	12877567,5	12877567,5
+Amortización (10% activo fijo)		7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5
Capital fijo	-204142971										
Capital de trabajo	-4471040										4471040,0
Flujo neto de efectivo	-208614011	16349268,9	20212924,0	20212924,0	20212924,0	20212924,0	20212924,0	20212924,0	20212924,0	20212924,0	24683964,0
Flujos descontados		14597561,5	16113619,3	14387160,1	12845678,6	11469355,9	10240496,3	9143300,3	8163661,0	7288983,0	7947575,8
Flujos de fondos descontados acumulados	-208614011	-194016449	-177902830	-163515670	-150669991	-139200636	-128960139	-119816839	-111653178	-104364195	-96416619

Flujo de fondo anual	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
+Ingreso por ventas		39818181,8	44795454,5	49772727,3	49772727,3	49772727,3	49772727,3	49772727,3	49772727,3	49772727,3	49772727,3
-Ingresos brutos (3% ingresos por ventas)		1194545,5	1343863,6	1493181,8	1493181,8	1493181,8	1493181,8	1493181,8	1493181,8	1493181,8	1493181,8
Ingresos netos		38623636,4	43451590,9	48279545,5	48279545,5	48279545,5	48279545,5	48279545,5	48279545,5	48279545,5	48279545,5
-costos totales		4457483,5	4704077,5	4950671,5	4950671,5	4950671,5	4950671,5	4950671,5	4950671,5	4950671,5	4950671,5
-Amortización (10% activo fijo)		7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5
Utilidad bruta		26830796,3	31412156,9	35993517,4	35993517,4	35993517,4	35993517,4	35993517,4	35993517,4	35993517,4	35993517,4
Impuesto a las ganancias (35% utilidad bruta)		9390778,7	10994254,9	12597731,1	12597731,1	12597731,1	12597731,1	12597731,1	12597731,1	12597731,1	12597731,1
Utilidad neta		17440017,6	20417902,0	23395786,3	23395786,3	23395786,3	23395786,3	23395786,3	23395786,3	23395786,3	23395786,3
+Amortización (10% activo fijo)		7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5	7335356,5
Certificado fiscal 20%		1270271,3	1270271,3	1270271,3	1270271,3	1270271,3	1270271,3	1270271,3	1270271,3	1270271,3	1270271,3
Capital fijo	-104142971										
Capital de trabajo	-5471040,0										5471040,0
Pago de deuda					-18785714,3	-18785714,3	-18785714,3	-18785714,3	-18785714,3	-18785714,3	-18785714,3
Flujo neto de efectivo	-109614011	26045645,4	29023529,8	32001414,1	13215699,8	13215699,8	13215699,8	13215699,8	13215699,8	13215699,8	18686739,8
Flujos descontados		23255040,6	23137380,2	22777974,5	8398816,2	7498943,0	6695484,8	5978111,5	5337599,5	4765713,9	6016630,1
Flujos de fondos descontados acumulados	-109614011	-86358970,8	-63221590,6	-40443616,1	-32044800,0	-24545856,9	-17850372,1	-11872260,7	-6534661,1	-1768947,3	4247682,8

## Indicadores económicos

### Valor Actual Neto (VAN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos, lo cual se producirá cuando el VAN sea mayor a 0.

Con un VAN = 0 no se aumenta el patrimonio de la empresa durante el horizonte de planeación estudiado, si la TMAR es igual al promedio de la inflación en ese período. Pero aunque el VAN sea cero, habría un aumento en el patrimonio de la empresa si la TMAR aplicada para calcularlo fuera superior a la tasa inflacionaria promedio de ese período.

El VAN se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VAN = -I_0 + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

- $I_0$  = inversión inicial
- FNE = flujo neto de efectivo anual
- $i$  = TMAR (12%)
- $n$  = número de años del horizonte del proyecto (10 años)

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Es decir, es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

Se llama de esta manera porque supone que el dinero que se gana cada año se reinvierte en su totalidad. Expresado de otra manera, se trata de la tasa de rendimiento generado en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

El criterio de aceptación que emplea este método establece que si la TIR es mayor que la TMAR, se acepta la inversión. Dicho de otra manera, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable.

Matemáticamente, la TIR es la tasa de descuento  $i$  que establece la siguiente igualdad:

$$I_0 = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

### Índice de Valor Actual Neto (IVAN)

Este indicador permite seleccionar proyectos bajo condiciones de racionamiento de capital, es decir, cuando no hay recursos suficientes para implementarlos todos.

El criterio permite medir cuánto VAN aporta cada dólar invertido individualmente en cada proyecto.

La fórmula para calcular el IVAN es la siguiente:

$$IVAN = \frac{\text{Flujos descontados}}{\text{Inversión inicial}}$$

### Período de Retorno

Es el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial. Se calcula como:

$$\text{Período de retorno} = \frac{\text{Inversión total de capital}}{\frac{\text{Ganancia media}}{\text{año}}}$$

## Evaluación económica

### Sin financiamiento

Se verifica que sin financiamiento no puede recuperarse la inversión inicial en el horizonte considerado. Esto se debe al alto costo de los equipos empleados para este tipo de planta. Por eso se requieren políticas estatales que implementen programas con beneficios en el financiamiento de este tipo de plantas, que requieren alta inversión inicial.

### Con financiamiento de 50%

En este escenario, los indicadores dan como resultado los siguientes valores:

CON FINANCIAMIENTO	
TMAR (%)	12
VAN (USD)	4.247.683
TIR (%)	13
IVAN	1,04
Período de Retorno (años)	9,62

### Conclusión

Analizando los resultados obtenidos, se concluye que el proyecto es rentable sólo si se realiza con financiamiento de 50% de la inversión en capital fijo, y aplicando los beneficios mencionados (Línea FONDEAR y devolución de crédito fiscal).

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### INTRODUCCION

El Medio Ambiente es el entorno vital, o sea el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan con el individuo y con la comunidad en que vive.

El concepto Medio Ambiente implica directa e íntimamente al hombre, ya que se concibe, no sólo como aquello que rodea al hombre en el ámbito espacial, sino que además incluye el factor tiempo, es decir, el uso que de ese espacio hace la humanidad referido a la herencia cultural e histórica.

El Medio Ambiente es fuente de recursos que abastece al ser humano de las materias primas y energía que necesita para su desarrollo sobre el planeta. Sólo una parte de estos recursos es renovable y se requiere, por tanto, un tratamiento cuidadoso para evitar que un uso indiscriminado de aquellos nos conduzca a una situación irreversible.

La idea de nuestro planeta como fuente ilimitada de recursos se va diluyendo a fuerza de subestimar el valor del mismo. Una tercera parte del mundo -países industrializados- se aprovecha de los recursos generados en las dos terceras partes restantes. Cada vez son más las especies animales y vegetales que se han extinguido o que entra en vías de extinción; las crisis energéticas, la degradación del medio urbano, el alarmante aumento de la desertización, etc., ponen en tela de juicio nuestra idea de la Naturaleza al servicio del hombre.

## **DEFINICIONES**

### **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

La EIA, es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes.

Se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental, el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, causa sobre el medio ambiente.

La EIA (y específicamente el EsIA que ella incorpora), es un procedimiento analítico orientado a formar un juicio objetivo sobre las consecuencias de los impactos derivados de la ejecución de una determinada actividad.

### **Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)**

Es el estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

Es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto, y sobre la base del que se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental. Este estudio deberá identificar, describir y valorar de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produciría sobre los distintos aspectos ambientales.

Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en qué medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud del sacrificio que aquél deberá soportar.

El EsIA es un elemento de análisis que interviene de manera esencial en cuanto a dar información en el procedimiento administrativo que es la EIA, y que culmina con la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

### **Valoración del Impacto Ambiental (VIA)**

La VIA tiene lugar en la última fase del EsIA y consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto y aun de proyectos distintos.

### **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)**

Es el pronunciamiento del organismo o autoridad competente en materia de medio ambiente, en base a la EsIA, objeciones y comunicaciones resultantes del proceso de participación pública y consulta institucional, en el que se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del Medio Ambiente y los recursos naturales.

### **Estimación de Impacto Ambiental (EtIA)**

Es el pronunciamiento del organismo o autoridad competente en materia de medio ambiente, en base al EsIA y mediante procedimiento abreviado, en el que se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

En este estudio se desarrollará la Evaluación de Impacto Ambiental de la Central Termosolar de 50 MW con Concentradores Cilindro Parabólicos, radicada en el Parque Tecnológico Industrial El Albardón, cumpliendo con lo previsto en la Ley 6634 de la Provincia de San Juan y demás legislaciones nacionales.

## LEGISLACIÓN APLICABLE

### Tratados Internacionales

**Conferencia de Estocolmo (1972):** Establece como problema global que tanto los estados industriales como los que se encuentran en vía de desarrollo tienen problemas ambientales y que se debe tratar de disminuir la diferencia económica y tecnológica entre ambos.

**Protocolo de Montreal (1987):** protocolo diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo la producción y consumo de numerosas sustancias que, como se ha estudiado, reaccionan con el ozono y se cree que son responsables del agotamiento de la capa de ozono.

**Conferencia sobre Medio Ambiente de Río de Janeiro (1992):** Establece la Agenda 21, un programa de acción basado en el desarrollo sustentable para la solución de problemas ecológicos, desaparición de especies nativas, efecto invernadero y cambio climático.

**Protocolo de Kyoto (1997):** entrando en vigencia en 2005, establece que para el 2012 se reduzcan las emisiones gaseosas del efecto invernadero.

**Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del MERCOSUR (2003):** establece la necesidad de avanzar en la construcción del desarrollo sostenible mediante la cooperación entre los Estados partes del MERCOSUR, con vistas a mejorar la calidad de vida y las condiciones de seguridad de sus poblaciones, frente a la posibilidad de ocurrencia de emergencias ambientales.

## Constitución Nacional

**Artículo 41 de la reforma de 1994:** reconoce el derecho de todo habitante de la Nación a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

**Artículo 43 de la reforma de 1994:** dispone que la acción de amparo podrá ser ejercida en lo relativo a los derechos que protegen al ambiente, por tres categorías de sujetos: los particulares afectados, el defensor del pueblo y las asociaciones constituidas para la defensa de aquellos derechos, siempre que su organización y registro se adecuen a la legislación reglamentaria.

## Leyes Nacionales

**Ley 20.284, CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:** Consagra la facultad y responsabilidad de la autoridad sanitaria nacional de estructurar y ejecutar un programa de carácter nacional que involucre todos los aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica.

Las autoridades sanitarias locales tienen atribuciones para fijar en las zonas sometidas a su jurisdicción los niveles máximos de emisión de contaminantes de las fuentes fijas y declarar la existencia situaciones críticas, y fiscalizar el cumplimiento del Plan de Prevención.

Este Plan contempla la adopción de medidas que, según la gravedad del caso, autorizan a limitar o prohibir las operaciones y actividades en la zona afectada, a fin de preservar la salud de la población.

En el Anexo II del citado texto normativo se establecen los siguientes valores de calidad de aire:

Contaminante	Norma calidad de aire	Alerta	Alarma	Emergencia
CO	10 ppm – 8 hs. 50 ppm – 1 h.	15 ppm – 8 hs. 100 ppm – 1 h.	30 ppm – 8 hs. 120 ppm – 1 h.	50 ppm – 8 hs. 150 ppm – 1 h.
NO <sub>x</sub>	0,45 ppm – 1 h.	0,6 ppm – 1 h. 0,15 ppm – 24 hs.	1,2 ppm – 1 h. 0,3 ppm – 24 hs.	0,4 ppm – 24 hs.
SO <sub>2</sub>	0,03 ppm (70µg/m <sup>3</sup> ) – promedio mensual	1 ppm – 1 h. 0,3 ppm – 8 hs.	5 ppm – 1 h.	10 ppm – 1 h.
O <sub>3</sub>	0,10 ppm – 1 h.	0,15 ppm – 1 h.	0,25 ppm – 1 h.	0,40 ppm – 1 h.
Partículas en suspensión	150 µg/m <sup>3</sup> (promedio mensual)	No aplicable	No aplicable	Ídem
Partículas sedimentables	1 mg/cm <sup>2</sup> – 30 días	Ídem	Ídem	Ídem

**Ley 22.421, CONSERVACIÓN DE LA FAUNA.** Interés público con respecto a la fauna silvestre, temporal o permanentemente que habita el Territorio de la República, asimismo su protección, conservación, propagación, repoblación y aprovechamiento racional.

**Ley 23.724, CONVENIO DE VIENA PARA PROTECCIÓN DE LA CAPA DE OZONO.**

**Ley 24.051 LEY DE RESIDUOS PELIGROSOS:** Esta ley fue sancionada por el Congreso el 17 de diciembre de 1991 y promulgada por el Poder Ejecutivo el 8 de enero de 1992, dos años antes de la reforma constitucional de 1994.

Complementaria a esta ley es el Decreto Reglamentario 831 de 1993 que fija el cobro de una "Tasa de Evaluación y Fiscalización" cuyo monto fue establecido en virtud de la cantidad y la peligrosidad de los residuos.

Para la aplicación de la Ley de Residuos Peligrosos se toma en cuenta la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, es decir, desde que se producen hasta su disposición final. Se define al residuo peligroso como “todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

Asimismo deja excluidos a los residuos domiciliarios, los radioactivos y los generados de la actividad normal de los buques, los cuales se registrarán por leyes especiales. En el artículo 3 se prohíbe la importación, introducción y transporte de todo tipo de residuos provenientes de otros países al territorio o al espacio marítimo o aéreo, extendiéndose también a los residuos nucleares.

Se implementa mediante la ley un Registro de Generadores y Operadores de residuos peligrosos, al que deberían inscribirse las personas, ya sean físicas o jurídicas, a los que se les expediría un certificado que debiera renovarse de forma anual.

Los generadores deben adoptar medidas para reducir la cantidad de desechos que producen; separar y no mezclar los residuos peligrosos entre sí; envasarlos, identificarlos, numerarlos y fecharlos; y entregarlos a transportistas autorizados cuando no los pudieran tratar ellos mismos.

En cuanto a los transportistas de residuos peligrosos deben inscribirse y aportar sus datos, tipos de residuos que transportarán, vehículos y contenedores a ser utilizados, certificar conocimientos en caso de emergencia y tener una póliza de seguros con una suma suficiente que cubra los posibles daños que pueda ocasionar.

Se les prohíbe mezclar los residuos, almacenarlos por más de diez días, transportarlos en embalajes o envases deficientes, aceptar residuos no asegurados, transportar simultáneamente residuos peligrosos incompatibles.

Además, la ley establece dos definiciones muy importantes:

- ✓ *Plantas de tratamiento:* son aquellas en las que se modifican las características física, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo peligroso, de modo tal que se eliminen sus propiedades nocivas, o se recupere energía y/o recursos materiales, o se obtenga un residuo menos peligroso, o se lo haga susceptible de recuperación, o más seguro para su transporte o disposición final.
- ✓ *Plantas de disposición final:* los lugares especialmente acondicionados para el depósito permanente de residuos peligrosos en condiciones exigibles de seguridad ambiental.

**Ley 25.438, Apruébese el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

**Ley 25.612, GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES:** La Ley de Gestión Integral uniforma en un mismo régimen, la gestión integral de residuos generados en los procesos industriales, sin hacer distinción entre los "residuos industriales peligrosos" y los residuos que no reúnen características de peligrosidad.

A tales efectos establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral (generación, manejo, almacenamiento, transporte y tratamiento o disposición final) de residuos de origen industrial y de actividades de servicios generados en todo el territorio nacional.

El nuevo régimen es de aplicación respecto de los 'residuos industriales' que incluyen tanto los provenientes de actividades de servicio como los resultantes de procesos industriales. Mientras que los residuos industriales comprenden, entre otros, los 'residuos peligrosos', no incluyen los residuos biopatogénicos, domiciliarios, radioactivos y los derivados de operaciones normales de buques y aeronaves.

La Ley de Gestión Integral define como 'residuo industrial' a cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, líquido o gaseoso cuyo poseedor, productor o generador no

pueda utilizarlo, se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo y que sea obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado, directa o indirectamente, con esa actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes.

La Ley de Gestión Integral pone en cabeza de las autoridades provinciales y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el control y fiscalización de la gestión integral de los residuos industriales; la identificación de los generadores, la caracterización de los residuos que producen y su clasificación en al menos tres categorías según sus niveles de riesgo. Asimismo, pone a cargo de esas autoridades los registros en los que deberán inscribirse las personas responsables de la generación, manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos industriales.

En cuanto a los generadores, la Ley de Gestión Integral dispone que sean responsables en su calidad de dueños del residuo industrial por el tratamiento adecuado y la disposición del mismo.

Con relación al transporte de los residuos industriales, implementa un sistema semejante al de la Ley de Residuos Peligrosos. Los residuos deberán ser acompañados por un manifiesto y serán entregados en lugares autorizados para su almacenamiento, tratamiento o disposición final que indique el generador.

Las plantas de tratamiento y de disposición final deben ser habilitadas, para lo cual es necesario realizar una evaluación de impacto ambiental, luego de la cual se procederá a la aprobación o rechazo de la habilitación

**Ley 25.675, LEY GENERAL DEL AMBIENTE.** La presente ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Sancionada: 27 de noviembre de 2002.

**Ley 25.688, RÉGIMEN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE AGUAS.** Esta ley establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Conceptúa el agua a los efectos de la ley. Crea los comités de cuencas hídricas define utilización del agua. Establece la necesidad de permiso de la autoridad competente para utilizar las aguas objeto de la ley y las obligaciones de la autoridad nacional (Determinar los límites máximos de contaminación aceptables para las aguas de acuerdo a los distintos usos, definir las directrices para la recarga y protección de los acuíferos; fijar los parámetros y estándares ambientales de calidad de las aguas; elaborar y actualizar el Plan Nacional para la preservación, aprovechamiento y uso racional de las aguas, que deberá, como sus actualizaciones ser aprobado por ley del Congreso de la Nación).

**Ley 25.831, RÉGIMEN LIBRE ACCESO INFORMACIÓN AMBIENTAL.** Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas. La norma en su Art. 2 define la información ambiental como: “toda aquella información en cualquier forma de expresión o soporte relacionada con el ambiente, los recursos naturales o culturales y el desarrollo sustentable”. En particular:

- a) El estado del ambiente o alguno de sus componentes naturales o culturales, incluidas sus interacciones recíprocas, así como las actividades y obras que los afecten o puedan afectarlos significativamente;
- b) Las políticas, planes, programas y acciones referidas a la gestión del ambiente.

La Ley determina que el acceso a la información ambiental será libre y gratuito para toda persona física o jurídica, a excepción de aquellos gastos vinculados con los recursos utilizados para la entrega de la información solicitada. Para acceder a la información ambiental no será necesario acreditar razones ni interés determinado. Se deberá presentar formal solicitud ante quien corresponda, debiendo constar en la misma la información re-

querida y la identificación del o los solicitantes residentes en el país, salvo acuerdos con países u organismos internacionales sobre la base de la reciprocidad.

Para la presente Ley son sujetos obligados a cumplir con la norma: las autoridades competentes de los organismos públicos, y los titulares de las empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas, están obligados a facilitar la información ambiental requerida en las condiciones establecidas por la presente ley y su reglamentación.

**Ley 25.916 LEY DE GESTIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS:** Esta ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.

Son objetivos de la ley:

- Lograr un adecuado y racional manejo de los residuos domiciliarios mediante su gestión integral, a fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población;
- Promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados;
- Minimizar los impactos negativos que estos residuos puedan producir sobre el ambiente;
- Lograr la minimización de los residuos con destino a disposición final.

Serán autoridades competentes los organismos que determinen cada una de las jurisdicciones locales.

**Ley 25841 ACUERDO MARCO SOBRE MEDIO AMBIENTE DEL MERCOSUR:** Los Estados Partes analizarán la posibilidad de instrumentar la aplicación de aquellos principios de la Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, que no hayan sido objeto de tratados internacionales. En sus acciones para alcanzar el objeto de este

Acuerdo e implementar sus disposiciones, los Estados Partes deberán orientarse, por lo siguiente:

- a) Promoción de la protección del medio ambiente y del aprovechamiento más eficaz de los recursos disponibles mediante la coordinación de políticas sectoriales, sobre la base de los principios de gradualidad, flexibilidad y equilibrio;
- b) Incorporación del componente ambiental en las políticas sectoriales e inclusión de las consideraciones ambientales en la toma de decisiones que se adopten en el ámbito del MERCOSUR, para el fortalecimiento de la integración;
- c) Promoción del desarrollo sustentable por medio del apoyo recíproco entre los sectores ambientales y económicos, evitando la adopción de medidas que restrinjan o distorsionen, de manera arbitraria o injustificada, la libre circulación de bienes y servicios en el ámbito del MERCOSUR;
- d) Tratamiento prioritario e integral de las causas y las fuentes de los problemas ambientales;
- e) Promoción de una efectiva participación de la sociedad civil en el tratamiento de las cuestiones ambientales; y
- f) Fomento a la internalización de los costos ambientales mediante el uso de instrumentos económicos y regulatorios de gestión.

### **Leyes de la Provincia de San Juan**

**Ley 6.634 (modificada por la Ley 6.740) LEY GENERAL DEL AMBIENTE DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN:** establece los principios rectores para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente provincial. Propicia la adopción de criterios enmarcados dentro de los postulados de la Política y Planificación Ambiental, con el fin de encaminar las acciones tendientes al desarrollo sustentable. Estipula aspectos relativos a la Protec-

ción Jurisdiccional del Ambiente y la conformación de un Plan de Educación Ambiental permanente. Crea el Consejo Provincial del Ambiente.

**Ley 4.392, CÓDIGO DE AGUAS DE LA PROVINCIA:**

Concesiones. Uso Industrial

Aguas Subterráneas

Registro y Catastro de Aguas

El Acta 2.489/05 aprueba las Normas de Procedimiento para el Control de Descargas de Efluentes Industriales a los Cuerpos Receptores.

Alcance

Solicitud del CAD

Empadronamiento

Procedimiento para obtener el CAD

Emisión del CAD

Plan de Contingencia

Inspecciones

Análisis de calidad de efluentes

Infracciones

**Ley 5.824, reglamentada por el Decreto 2.107/06**, determina la adopción de las medidas necesarias para prevenir toda alteración de las aguas, superficiales y subterráneas, respetando los parámetros de Vuelco Industrial.

**Ley 4.991**, crea la Sociedad "Obras Sanitarias Sociedad del Estado – San Juan", (O.S.S.E). La misma tiene a su cargo los asuntos relativos a la administración y control de los servicios de provisión de agua potable, desagües cloacales e industriales y de saneamiento básico.

**Ley 6.730**, se declara obligatorio el uso y empadronamiento de los servicios de provisión de agua potable y desagües cloacales e industriales.

**Decisión 1.089/13**, se implementan las “Normas de Procedimientos para el Control de Descargas de Efluentes Industriales a las Redes Colectoras Cloacales”.

**Ley 6.665, adhiere a la Ley Nacional 24.051**, que regula la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, que puedan causar daños directa o indirectamente a seres vivos, o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Crea el “Registro Provincial de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos”. En tanto que, en el ámbito de la Subsecretaria de Medio Ambiente se crea el "Registro de Empadronamiento de Generadores de Residuos Peligrosos", según lo dispuesto en la Resolución 221/07.

La Resolución 220/07 establece la obligación de las empresas que realicen tratamiento de residuos peligrosos, la expedición de un Certificado de Destrucción y Disposición Final, como constancia para el Generador.

**Ley 8.362**, establece el marco general para la gestión de equipos informáticos fuera de uso y residuos de artefactos o equipos eléctricos y electrónicos (RAEE).

El Decreto 451/08 declara de interés y prioridad provincial el uso racional y eficiente de la energía. Se destaca la elaboración de un Programa Provincial de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROPUREE), destinado a contribuir y mejorar la eficiencia energética de los distintos sectores consumidores de energía; así mismo, configurando planes y programas destinados a promover y establecer condiciones de eficiencia energética.

**Ley 5.166**, adhiere la Provincia de San Juan al régimen instaurado por la Ley Nacional 22.428 de "Fomento a la Conservación de los Suelos".

Rige simultáneamente lo dispuesto en la Ley 5.824, conforme a la descarga de efluentes industriales y las prohibiciones impuestas a los establecimientos industriales conforme a los requisitos exigidos.

**Ley 6.571**, se aprueba la reglamentación del Estudio de Impacto Ambiental. Regula las actividades procedimentales para su consecución.

Definición de EIA

Alcance

Procedimiento de la EIA

Etapas

Declaración de Impacto Ambiental

Sanciones

El Decreto 2.067/97 97 (modificado por el Decreto 875/09) reglamenta la Ley 6.571.

Ámbito de Aplicación

Manifestación General de Impacto Ambiental

Identificación y Valoración de Efectos.

Previsiones

Documento de Síntesis

Aviso de Proyectos

Normas de Calidad

**La Resolución 70/06** incorpora como Actividad sujeta al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental según la Ley 6.571 y sus modificatorias, al Transporte de Residuos Sólidos y Semi-Sólidos No Peligrosos.

**La Resolución 616/11** incorpora como requisito excluyente dentro de la Manifestación General de Impacto Ambiental (Anexo I, Ley 6.571), diversos ítems en el apartado 23 (Residuos y contaminantes).

## CATEGORIZACIÓN DE LA INDUSTRIA

Los establecimientos industriales según lo previsto en la Ley N° 11.459 y los Decretos Reglamentarios N° 1.741/96, N° 1712/97, N° 3591/98 y N° 353/11 se clasifican en base a su Nivel de Complejidad Ambiental.

De acuerdo a la índole del material que manipulen, elaboren o almacenen, a la calidad o cantidad de sus efluentes, al medio ambiente circundante y a las características de su funcionamiento e instalaciones, los establecimientos industriales se clasificarán en tres categorías:

1. Primera categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideren inocuos porque su funcionamiento no constituye riesgo o molestia a la seguridad, salubridad o higiene de la población, ni ocasiona daños a sus bienes materiales ni al medio ambiente.
2. Segunda categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideran incómodos porque su funcionamiento constituye una molestia para la salubridad e higiene de la población u ocasiona daños a los bienes materiales y al medio ambiente.
3. Tercera categoría, que incluirá aquellos establecimientos que se consideran peligrosos porque su funcionamiento constituye un riesgo para la seguridad, salubridad e higiene de la población u ocasiona daños graves a los bienes y al medio ambiente.

El Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) de un proyecto o establecimiento industrial queda definido por la siguiente ecuación de cinco términos:

$$NCA: Ru + ER + Ri + Di + Lo$$

Donde:

- a) **Rubro (Ru):** La clasificación de la actividad por rubro, que incluye la índole de las materias primas, de los materiales que manipulen, elaboren o almacenen, y el proceso que desarrollen.
- b) **Efluentes y Residuos (ER):** La calidad de los efluentes y residuos que genere.
- c) **Riesgo (Ri):** Los riesgos potenciales de la actividad, a saber: incendio, explosión, químico, acústico y por aparatos a presión que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante.
- d) **Dimensionamiento (Di):** La dimensión del emprendimiento, considerando la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie.
- e) **Localización (Lo):** La localización de la empresa, teniendo en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee.

#### Calculo del NCA para Central Termosolar

**Rubro (Ru):** De acuerdo con la clasificación internacional de actividades y según se establece en el anexo I del Decreto Reglamentario N° 1741/96 de la ley N° 11.459, las industrias se dividen en tres grupos con la siguiente escala de valores:

- Grupo 1 = valor 1
- Grupo 2 = valor 5
- Grupo 3 = valor 10

De acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU Rev. 4, Sección D: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; gestión de instalaciones de generación de energía eléctrica, incluidas las instalaciones térmicas, nucleares, hidroeléctricas, de turbina de gas, de diesel y de energías renovables) se la clasifica dentro del grupo 3, por lo que entonces **Ru=10**.

**Efluentes y Residuos (ER):** Se clasifican como de tipo 0, 1 ó 2 según el siguiente detalle:

**Tipo 0**

- Gaseosos: componentes naturales del aire (incluido vapor de agua); gases de combustión de gas natural.
- Líquidos: agua sin aditivos; lavado de planta de establecimientos del Rubro 1, a temperatura ambiente.
- Sólidos y Semisólidos: asimilables a domiciliarios

**Tipo 1**

- Gaseosos: gases de combustión de hidrocarburos líquidos.
- Líquidos: agua de proceso con aditivos y agua de lavado que no contengan residuos especiales ó que no pudiesen generar residuos especiales. Provenientes de plantas de tratamiento en condiciones óptimas de funcionamiento.
- Sólidos y Semisólidos: resultantes del tratamiento de efluentes líquidos del tipo 0 y/o 1. Otros que no contengan residuos especiales ó de establecimientos que no pudiesen generar residuos especiales.

**Tipo 2**

- Gaseosos: Todos los no comprendidos en los tipos 0 y 1.
- Líquidos: con residuos especiales, ó que pudiesen generar residuos especiales. Que posean o deban poseer más de un tratamiento.
- Sólidos y/o Semisólidos: que puedan contener sustancias peligrosas o pudiesen generar residuos especiales.

De acuerdo al tipo de Efluentes y residuos generados, el parámetro E R adoptará los siguientes valores:

- Tipo 0 : se le asigna el valor 0
- Tipo 1: se le asigna el valor 3
- Tipo 2: se le asigna el valor 6

En aquellos casos en que los efluentes y residuos generados en el establecimiento correspondan a una combinación de más de un Tipo, se le asignará el Tipo de mayor valor numérico.

Este proyecto puede categorizar sus efluentes y residuos como **Tipo 0**, por lo tanto, **ER=0**.

**Riesgo (Ri):** Se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad, que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante, asignando 1 punto por cada uno, a saber:

- Riesgo por aparatos sometidos a presión: **1**
- Riesgo acústico: **1**
- Riesgo por sustancias químicas: **1**
- Riesgo de explosión: **1**
- Riesgo de incendio: **1**

Por lo tanto, **Ri=5**.

**Dimensionamiento (Di):** La dimensión del establecimiento tendrá en cuenta la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie:

Cantidad de personal

- Hasta 15: adopta el valor **0**
- Entre 16 y 50: adopta el valor **1**
- Entre 51 y 150: adopta el valor **2**
- Entre 151 y 500: adopta el valor **3**
- Más de 500: adopta el valor **4**

Potencia instalada (en HP)

- Hasta 25: adopta el valor **0**
- De 26 a 100: adopta el valor **1**

- De 101 a 500: adopta el valor **2**
- Mayor de 500: adopta el valor **3**

Relación entre superficie cubierta y superficie total

- Hasta 0,2: adopta el valor **0**
- De 0,21 hasta 0,5 adopta el valor **1**
- De 0,51 a 0,81 adopta el valor **2**
- De 0,81 a 1,0 adopta el valor **3**

Cantidad de personal, menor a 50 personas = Valor **1**

Potencia instalada, mayor de 500 = Valor **3**

Relación entre superficie cubierta y total, de 0,51 a 0,81 = Valor **2**

En consecuencia, **Di=6**.

**Localización (Lo):** La localización del establecimiento, tendrá en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee.

Zona:

- Parque industrial = valor **0**
- Industrial Exclusiva y Rural = valor **1**
- El resto de las zonas = valor **2**.

Infraestructura de servicios: Agua, Cloaca, Luz, Gas. Por la carencia de cada uno de ellos se asigna **0,5**.

En nuestro caso:

- Parque industrial, valor **0**.
- Infraestructura de servicios: posee todos los servicios.

Por ende, **Lo=0**.

De acuerdo a los valores del N.C.A. las industrias se clasificarán en:

- 1) PRIMERA CATEGORÍA: hasta 11 puntos inclusive
- 2) SEGUNDA CATEGORÍA: de 12 y hasta 25 puntos inclusive
- 3) TERCERA CATEGORÍA: mayor de 25 puntos

Según lo expuesto:

$$\text{NCA} = \text{RU} + \text{ER} + \text{RI} + \text{DI} + \text{LO} = 10 + 0 + 5 + 6 + 0 = 21$$

Por lo que se determina que el proyecto tiene un riesgo ambiental de **Segunda Categoría**.

#### **ESTRUCTURA GENERAL DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Una vez tomada la decisión de realizar el EsIA de un proyecto o actividad, acorde con el procedimiento administrativo legalmente establecido, este debe pasar por nueve grandes fases para la elaboración y desarrollo del EsIA:

1. Análisis del proyecto y sus alternativas, con el fin de conocerlo en profundidad.
2. Definición del entorno del proyecto y posterior descripción y estudio del mismo.
3. Previsiones de los efectos que el proyecto generará sobre el medio. En esta fase se desarrollará una primera aproximación al estudio de acciones y efectos, sin entrar en detalles.
4. Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes.
5. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados.
6. Identificación de relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio. Elaboración de la matriz de Importancia y valoración cualitativa del impacto.
7. Predicción de la magnitud del impacto sobre cada factor.

8. Valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluyendo transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto total.
9. Definición de las medidas correctoras, precautorias y compensatorias y del programa de vigilancia ambiental, con el fin de verificar y estimar la operatividad de aquéllos.

## **EVALUACIÓN AMBIENTAL**

### **Estudio del proyecto y su entorno**

La Central se ubicará dentro de un parque industrial, considerando los beneficios que presenta la instalación dentro de ellos. Los parques industriales tienen la particularidad de contar con una serie de servicios comunes, como pueden ser: abastecimiento de energía eléctrica, agua potable, servicio de vigilancia, portería, accesibilidad a las principales rutas. El Parque Tecno- Industrial Albardón cumple con el requerimiento de superficie.

### **Parque Tecno-Industrial Albardón**

El proyecto Parque Industrial Albardón se enmarca en el Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y Rural impulsado por el municipio de Albardón. Cuenta con 140 hectáreas, y está ubicado en el cuadrante definido por el Corredor Nacional de la Ruta Nacional 40 y el Corredor Ferro-Vial como ejes de transporte interregional, complementados con el sistema de conectores locales.

Su creación contempla la zonificación del uso del suelo con amezanamientos y un parcelamiento industrial sectorizado ordenando funcionalmente sus actividades y de conformidad a los condicionantes topográficos y técnicos de los servicios de infraestructura básica que requiere. Su posición estratégica está definida por ser zona de paso, no solamente de los mayores emprendimientos mineros de la provincia (Veladero, Pascua Lama y

Gualcamayo), sino también al futuro Corredor Bioceánico en su último tramo San Juan-Chile a través del Paso de Agua Negra.

En términos de distancias, el Parque Industrial Albardón se encuentra a sólo 15 kilómetros de la capital sanjuanina, a 180 kilómetros de Mendoza, a poco más de 1.200 kilómetros de los puertos de Buenos Aires y Bahía Blanca, a 2.022 kilómetros del puerto de Porto Alegre, en Brasil, y a menos de 600 kilómetros de los puertos chilenos de Valparaíso y Coquimbo.

Toda actividad que se desarrolle dentro de este parque industrial está reglamentada por la ordenanza municipal de Albardón N° 1987-CD-2010. Además, según la Ley Provincial N° 8.130, sancionada en el año 2010, las empresas radicadas en parques industriales tendrán los siguientes beneficios: *Exenciones impositivas*. Los adjudicatarios de lotes o parcelas de los Parques o Áreas Industriales, quedan eximidos por el término de diez años, a partir de su entrada en vigencia, del pago de los impuestos inmobiliarios que graven el lote adjudicado y del impuesto de sellos que graven las transacciones que se realicen con motivo de la adjudicación y de la explotación industrial que se trate, en el porcentaje, forma y bajo las condiciones que determine la reglamentación a dictarse.

La fuente de mano de obra más cercana es la ciudad Villa General San Martín, capital del Departamento de Albardón. Cuenta con 12.000 habitantes. A 15 kilómetros también se encuentra la Ciudad de San Juan, con sus alrededores, que suman alrededor de 400.000 habitantes.

Clima: Tiene una mayor cantidad de días de calor, muchas horas diarias de sol, veranos calurosos, inviernos moderados y estaciones intermedias (primavera y verano) muy marcadas. Es beneficiosa para el propósito del proyecto la escasez de lluvias como a todo el territorio provincial. Pertenece a la zona de mayor radiación directa.



## TECNOLOGÍA EMPLEADA

La Central Termosolar estará dotada de un sistema de producción eléctrica basado en colectores solares cilindro-parabólicos, modelo EUROTROUGH, que concentran la radiación solar y producen energía térmica, la cual se utiliza para generar electricidad en un sistema turbina de vapor - generador eléctrico, con una potencia de 50 MW y permiten el ahorro de otras fuentes energéticas.

## Descripción del proyecto

El funcionamiento de una central eléctrica termosolar está basado en la integración de un sistema de concentración de la radiación solar y un ciclo cerrado de agua-vapor, con el fin de generar potencia eléctrica mediante la transformación de la energía solar en energía térmica (en fluidos), ésta en energía mecánica (turbina de vapor) y ésta en energía eléctrica (generador eléctrico).

La planta estará compuesta por los siguientes equipos principales: turbina de vapor con generador eléctrico acoplado, generador de vapor de aceite térmico, campo de colectores cilindro-parabólicos.

El campo solar se compone de 82 lazos de colectores cilindro-parabólicos tipo EURO-TROUGH. Cada lazo está compuesto por 6 colectores conectados en serie de 150 m, aproximadamente, dando lugar a un total de 492 colectores. Los lazos de colectores concentran ochenta veces la radiación solar incidente y calientan el fluido de transferencia térmica que circula por ellos. A la salida del campo solar, el fluido caliente (a unos 390 °C) es conducido a un generador de vapor, que calienta el agua de alimentación y produce vapor sobrecalentado (a unos 378°C), el cual se utiliza en una turbina de vapor para transformar su energía térmica en energía mecánica. Al eje de la turbina de vapor se acopla un generador, donde finalmente se produce electricidad. El vapor de descarga de la turbina se condensa en un condensador y el agua condensada se bombea, a través de un tren de precalentadores y desgasificador, de nuevo al generador de vapor.

La refrigeración del condensador se lleva a cabo en un circuito cerrado con torre de refrigeración en contracorriente. El calor residual extraído del condensador se disipa finalmente en el aire.

El generador de vapor produce vapor sobrecalentado a una temperatura de 378 °C y una presión de 103bar. La turbina de vapor está compuesta por dos cuerpos (alta presión y baja presión), unidos por un único eje, al que se acopla el generador eléctrico. El cuerpo de alta presión admite el vapor sobrecalentado del generador de vapor, donde se expande hasta baja presión (20,2 bar). El vapor de baja presión se calienta en un recalentador accionado por el fluido caliente del campo solar. El vapor así recalentado se introduce en el cuerpo de baja presión de la turbina de vapor.

Desde el condensador principal, el agua del ciclo se bombea por medio de dos bombas de condensado del 100% de capacidad, a través del condensador de vapor de sellos, hacia el tren de precalentadores de baja presión. Estos intercambiadores carcasa-tubo aprove-

chan vapor sobrecalentado de las diferentes extracciones de la turbina para precalentar el agua de alimentación. Existen tres precalentadores de baja presión, que precalientan el agua hasta 140,4 °C, que posteriormente es enviada al desgasificador del ciclo de potencia. El agua saturada a la salida del desgasificador es bombeada por medio de dos bombas, a través de dos precalentadores de alta, hacia el precalentador del generador de vapor. El agua entra en el haz de tubos del precalentador a 250 °C y 112 bar, y es calentada hasta condiciones próximas a la saturación (312 °C, 111.7 bar) gracias a la acción del fluido caliente que circula por la carcasa del economizador. Posteriormente, el agua es enviada a un evaporador, en el que un haz de tubos por el que circula fluido caliente cede parte de su energía térmica al agua que baña los tubos, produciendo vapor saturado (314,5 °C, 104,5 bar). Este vapor abandona el vaporizador para entrar en el haz de tubos del sobrecalentador, donde el fluido caliente procedente del campo solar que circula por la carcasa sobrecalienta el vapor hasta las condiciones finales (378,2°C, 103,8 bar), antes de ser alimentado al cuerpo de alta presión de la turbina de vapor.

La turbina de vapor seleccionada será el modelo SIEMENS SST-700, con una potencia nominal de 50 MW.

**Listado de equipos**

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
C-101	Sobrecalentador Tren 1
C-102	Evaporador Tren 1
C-103	Precalentador Tren 1
C-104	Recalentador Tren 1
C-105	Sobrecalentador Tren 2
C-106	Evaporador Tren 2
C-107	Precalentador Tren 2
C-108	Recalentador Tren 2
C-109	Condensador
C-110	Precalentador BP 1
C-111	Precalentador BP 2
C-112	Precalentador BP 3
C-113	Precalentador AP 1
C-114	Precalentador AP 2
C-115	Torre de refrigeración
D-101	Desgasificador
G-101	Generador
K-101	Turbina AP
K-102	Turbina BP
J-101	Bomba HTF
J-102	Bomba HTF
J-103A	Bomba auxiliar HTF
J-104	Bomba reposición HTF
J-105	Bomba de condensado
J-105A	Bomba auxiliar de condensado
J-106	Bomba de agua de alimentación
J-106A	Bomba aux. de agua de alimentación
J-107	Bomba de drenaje precalentadores BP

---

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
J-107A	Bomba aux. de drenaje precalentadores BP
J-108	Bomba de drenaje precalentadores AP
J-108A	Bomba aux. de drenaje precalentadores AP
J-109	Bomba de agua de refrigeración
J-109A	Bomba aux. de agua de refrigeración
J-110	Bomba reposición de agua de refrigeración
J-111	Bomba reposición de agua de alimentación
J-111A	Bomba aux. reposición de agua de alimentación
TK-101	Tanque HTF
TK-102	Tanque reposición HTF
TK-105	Tanque reposición agua de refrigeración
TK-106	Tanque reposición agua de alimentación

## Listado de corrientes de entrada y salida del proceso

Id. Equipo	Tipo de equipo	Id. corriente	Fluido	Caudal (kg/h)	Temperatura (°C)	Presión (bar)
C-103	Precalentador 1	HTF-107-18	Aceite E	972.000	319,15	11,84
		HTF-108-18	Aceite S	972.000	303,16	11,34
		W-135-8	Agua E	112.032	250,00	112,2
		W-136-8	Agua S	112.032	312,00	111,7
C-107	Precalentador 2	HTF-114-18	Aceite E	972.000	319,15	11,84
		HTF-115-18	Aceite S	972.000	303,16	11,34
		W-131-8	Agua E	112.032	250,00	112,2
		W-132-8	Agua S	112.032	312,00	111,7
C-102	Evaporador 1	HTF-106-18	Aceite E	972.000	380,00	12,7
		HTF-107-18	Aceite S	972.000	319,15	11,9
		W-136-8	Agua E	112.032	312,00	105
		W-137-8	Agua S	110.912	314,50	104,85
		W-159-4	Purga (S)	1.120	314,50	104,85
C-106	Evaporador 2	HTF-113-18	Aceite E	972.000	380,00	12,7
		HTF-114-18	Aceite S	972.000	319,15	11,9
		W-132-8	Agua E	112.032	312,00	105
		W-133-8	Agua S	110.912	314,50	104,85
		W-160-4	Purga (S)	1.120	314,50	104,85
C-101	Sobrecalentador 1	HTF-105-18	Aceite E	972.000	393	13,25
		HTF-106-18	Aceite S	972.000	380,00	12,75
		W-137-8	Agua E	110.916	314,50	104,6
		W-138-8	Agua S	110.916	378,20	103,8
C-105	Sobrecalentador 2	HTF-112-18	Aceite E	972.000	393	13,25
		HTF-113-18	Aceite S	972.000	380,00	12,75
		W-133-8	Agua E	110.916	314,50	104,6
		W-134-8	Agua S	110.916	378,20	103,8
C-104	Recalentador 1	HTF-109-18	Aceite E	158.400	393	13,31
		HTF-110-18	Aceite S	158.400	301,90	12,71
		W-143-8	Agua E	90.000	214	20,57
		W-144-8	Agua S	90.000	377	20,17
C-108	Recalentador 2	HTF-116-18	Aceite E	158.400	393	13,31
		HTF-117-18	Aceite S	158.400	301,90	12,71
		W-141-8	Agua E	90.000	214	20,57
		W-142-8	Agua S	90.000	377	20,17
K-101	Turbina de alta presión	W-139-8	Vapor E	221.832	378,20	103,8
		W-146-4	Vapor 1º ext	27.788	264,16	41
		W-146A-4	Vapor sellos	6.844	264,16	41
		W-140-6	Vapor S	187.200	214	20,57

## **Diagrama de flujo**

El PFD del proyecto se adjunta en el capítulo de Planimetría.

Se puede analizar que no hay corrientes de desechos líquidos ni sólidos. Las emisiones gaseosas están constituidas por la evaporación del agua en la torre de enfriamiento y oxígeno del desgasificador.

El consumo de agua para refrigeración se ve minimizado por la implementación un circuito cerrado con torre de enfriamiento.

## **Emisiones**

### **Emisiones gaseosas**

No se generan emisiones gaseosas de importancia, sólo evaporación de agua en la torre de enfriamiento y oxígeno del desgasificador.

### **Emisiones líquidas**

Se generarán efluentes cloacales, los cuales serán integrados a la red cloacal del Parque Industrial, así como también sucederá lo mismo con los provenientes del agua de lluvia.

### **Efluentes sólidos**

Los efluentes sólidos serán aquellos que provienen de las actividades de oficina, sala de control y seguridad, que serán destinados al servicio de recolección de residuos del Parque Industrial.

## **DESCRIPCIÓN DEL TERRITORIO**

## **Región de cuyo**

### **Características**

Está ubicada en el centro oeste de la República Argentina, abarcando tradicionalmente las provincias de Mendoza, San Juan y de San Luis, y que comparten una igualdad cultural y tradición histórica en común. Es usual la inserción de la Provincia de La Rioja dentro de la región.

### **Relieve**

Cuyo se destaca por tener un relieve altamente montañoso hacia el oeste, donde se destaca la Cordillera de los Andes, conformada por:

- La Cordillera Principal: divisoria de aguas y límite con Chile, incluye el cerro Aconcagua, de casi 7000 m, el más alto de toda América, el monte Pisis, de 6792 m y el cerro Mercedario, de 6770 m.
- Cordillera Frontal: paralela a la principal, está compuesta por varios cordones independientes. Pre-cordillera de Mendoza y San Juan.
- En el este predominan las extensas planicies llamadas Travesías en San Juan, Mendoza y San Luis, las cuales entran en contacto con la llanura pampeana, compuestas por varios cordones serranos aislados pertenecientes a las Sierras Pampeanas y diferentes salinas en las zonas más hundidas de las llanuras.
- En el sur de Mendoza, predomina el relieve de mesetas y volcanes de la Reserva Provincial La Payunia.

### **Provincia de San Juan**

### **Medio socioeconómico**

### **Caracterización poblacional**

En 2010, de acuerdo al último censo de población, habitaban 681 mil personas en la provincia de San Juan, el 1,7% de la población total del país. Entre 2001 y 2010 la población provincial creció un 9,8%, una tasa más baja que la del país y que la de la Región Cuyo a la cual pertenece.

Sólo el 1,5 por ciento de los habitantes actuales de San Juan ha nacido en el extranjero. Este dato demuestra que esta provincia tiene un menor porcentaje de habitantes “no nativos” que el promedio del país. Los pocos extranjeros que hoy habitan en San Juan provienen, en su gran mayoría, de Chile y España y en menor medida de Italia. Este índice ha variado mucho con los años ya que cuando se produjeron las grandes olas de inmigrantes, especialmente europeos así como de países como Siria o El Líbano, el porcentaje de no nacidos en San Juan era significativamente más alto.

El mercado laboral sanjuanino mostró, en el 4° trimestre de 2013, una baja tasa de actividad (40%), inferior al promedio regional (42%) y del país (45,6%), y un nivel de desempleo (7,2%) que fue superior en un 47% al promedio regional y en un 12,5% a la media del país. En dicho trimestre el número de puestos de trabajo en el sector privado formal fue de 92 mil, el 1,4% del total nacional. Por su parte, el empleo en la Administración Pública (37 mil personas en 2013) es importante dado que equivale al 40% del empleo privado formal. Casi el 36% de los asalariados de la provincia no tuvieron descuento jubilatorio en el 3° trimestre de 2013, lo cual reflejó un nivel de informalidad en el empleo levemente inferior al registrado a nivel nacional.

### **Actividad económica**

San Juan es la mayor productora de oro y travertino, aportando en el año 2012 el 56% y el 97%, respectivamente de la producción total nacional. También es relevante la producción de plata, dado que en dicho año aportó el 14% del total nacional, Por su parte, entre los minerales no metalíferos sobresale la arcilla, dado que San Juan aportó el 33% de la producción del país. La actividad agrícola y la agroindustria son tradicionales y muy relevantes en la economía provincial, en particular la producción vitivinícola. San Juan es la

segunda productora, luego de Mendoza, de uva (aporta el 25% del total nacional), y también la segunda productora, después de Mendoza, de vinos y mostos (23% del total nacional). La cadena olivícola, las hortalizas y los frutales integran un segundo grupo de importancia.

### **Vitivinícola**

La economía se fundamenta en la agricultura, esencialmente en el cultivo de la vid. San Juan es la segunda productora de vino argentino, matizando la variedad de Syrah. Gracias a las condiciones climáticas y de suelo, la vitivinicultura tuvo un acelerado desarrollo. La plantación de uva se utiliza para: Fruta de mesa, Jugos, Vinagre, Alcohol, Pasas. El mayor porcentaje de la uva recolectada se reserva a la producción de vino y el resto a la obtención de subproductos. La producción de uva sanjuanina tiene una utilidad por hectárea que está entre los más grandes del mundo. San Juan genera casi el 40 % de la producción nacional de uva, y asiste con más del 10 % del total de vinos exportados, en gran parte a países americanos.

### **Olivicultura**

San Juan tiene un importante potencial como productor de aceite de oliva y aceitunas en conserva. Los aceites son identificados por sus sabores frutados. Se destacan el aceite de oliva virgen y el de oliva orgánico. Estos productos orgánicos en su mayoría son exportados. Horticultura Se destaca la producción de cebolla destinada al mercado interno, exportando también a países vecinos. Lo que respecta a la producción de ajo, se propone casi en su totalidad a la exportación.

### **Fruta**

Predomina la producción ciruelas, durazno y damasco, en su mayoría vendidos a países del exterior. La calidad del producto en sanidad y cualidades organolépticas, le otorga muchas posibilidades en los mercados internacionales. La uva en fresco, también se pres-

ta para el mercado de exportación y San Juan es el primer productor de pasas de uva en la Argentina y vende al exterior generalmente toda su producción.

### **Minería**

Ha logrado un importante adelanto en la producción de minerales industriales, en bruto y elaborados, como: calizas, dolomitas, bentonitas, cuarzo, mármol, lajas, áridos, calcitas, feldespatos.

Dándole un importante espacio a industria productora de: cales, cemento, silicio, hierro, silicio, carburo de calcio, carbonato de calcio precipitado, cerámica. Este es un sector importante para la inversión. Zonas de exploración: Lama, Pachón, Casposo Gualcamayo, Taguas, Hualilán y Vicuña.

### **Turismo**

**BARREAL:** El clima, su gente, la pureza de su aire, sus tupidas arboledas y la lindeza de su naturaleza hacen de Barreal un paraíso andino, visitado por los turistas nacionales y extranjeros. Ha sido calificado como uno de los diez lugares más bellos de Argentina.

**DIFUNTA CORREA:** Reúne un turismo en base a la tumba de Deolinda Correa. Desde la década de 1940 se encuentra su santuario en la localidad de Vallecito. Las visitas son todo el año, pero más frecuentes en Semana Santa, el día de las Ánimas y las fiestas de los camioneros y los gauchos.

**ISCHIGUALASTO:** También popular como el "Valle de la Luna". El valle brinda un especial paisaje, donde la escasez de vegetación y la más variada gama de colores de sus suelos, lo hacen ser un lugar elegido por turistas, tanto nacionales como extranjeros.

### **Hidrografía**

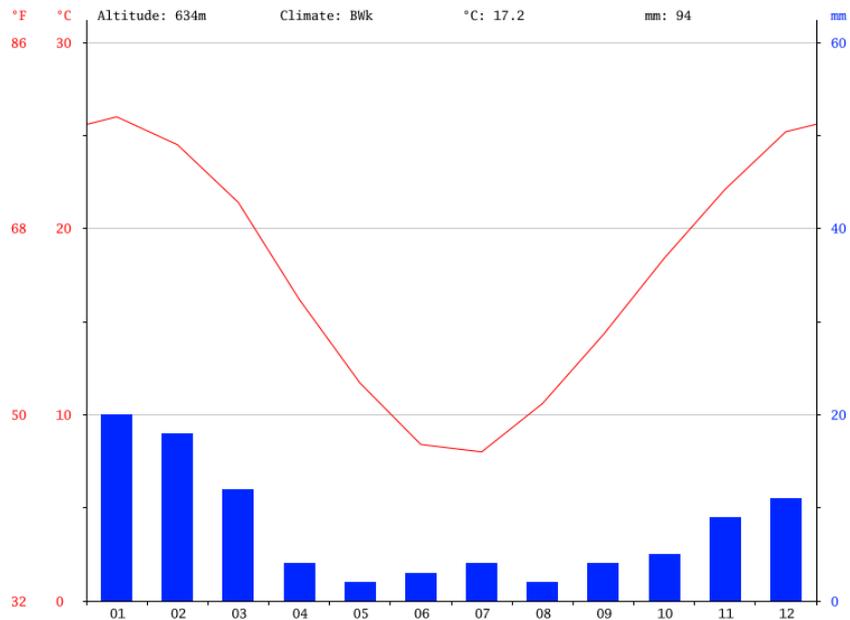
Gran parte de los ríos de esta región son de deshielos de La Cordillera de los Andes, teniendo su mayor caudal en verano y primavera. Estos son indispensables, ya que como las precipitaciones son escasas, solo permite la agricultura con riego artificial. Se puede obtener una distribución de riego a través de embalses. En estos se almacena el agua para consumo humano, como los regadíos mediante canales o acequias que le dan sustento a los oasis.

El río principal es el DESAGUADERO. Los ríos de la región pertenecen al Sistema del Desaguadero que es el principal colector de aguas. Este Sistema recibe aguas de todo Cuyo que nacen de los glaciares cordilleranos como por Ej. Bermejo, San Juan, Atuel, Mendoza, Colorado, Tunuyán, Diamante, entre otros.

### **Clima**

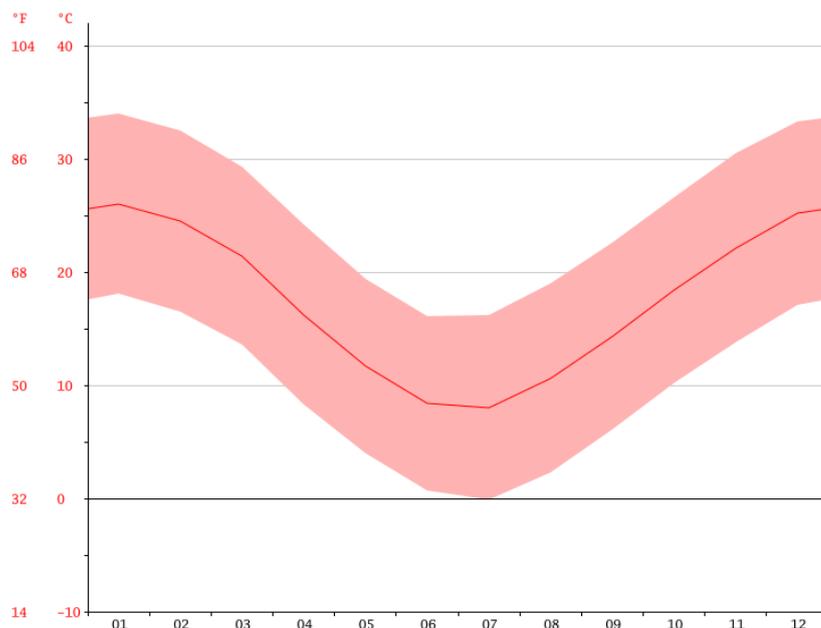
El clima seco y los inviernos fríos benefician al desarrollo de la vid, y en los veranos, pese al calor, la altura donde se sitúan los cultivos favorece su calidad para la elaboración de vinos, valorados internacionalmente. En la franja de los Andes como en el territorio desértico, durante el año puede apreciarse un gran calor durante el día y mucho frío por la noche. El Zonda es un viento cordillerano agudo y particular de esta región, que se ocasiona especialmente en invierno. La región cuyana ha resistido a lo largo de su historia numerosos terremotos, ya que se encuentra en una zona sísmica.

### Climograma San Juan



El mes más seco es mayo, con 2 mm de lluvia. La mayor parte de la precipitación aquí cae en enero, promediando 20 mm.

### Diagrama de temperatura San Juan



Enero es el mes más cálido del año. La temperatura en enero promedios 26.0 ° C. julio es el mes más frío, con temperaturas promediando 8.0 ° C.

### Tabla climática

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	26	24.5	21.4	16.2	11.7	8.4	8	10.6	14.3	18.4	22.1	25.2
Temperatura min. (°C)	18.1	16.5	13.6	8.3	4	0.7	-0.1	2.3	6.1	10.2	13.8	17.1
Temperatura máx. (°C)	34	32.5	29.3	24.2	19.4	16.1	16.2	19	22.6	26.6	30.5	33.3
Temperatura media (°F)	78.8	76.1	70.5	61.2	53.1	47.1	46.4	51.1	57.7	65.1	71.8	77.4
Temperatura min. (°F)	64.6	61.7	56.5	46.9	39.2	33.3	31.8	36.1	43.0	50.4	56.8	62.8
Temperatura máx. (°F)	93.2	90.5	84.7	75.6	66.9	61.0	61.2	66.2	72.7	79.9	86.9	91.9
Precipitación (mm)	20	18	12	4	2	3	4	2	4	5	9	11

Hay una diferencia de 18 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. A lo largo del año, las temperaturas varían en 18.0 ° C.

### Medio biótico

#### Flora

La vegetación es debido a la característica de una región árida, que sólo puede albergar plantas xerófilas, aquellas que viven durante el corto período que sucede a las precipitaciones. Entre la flora predomina el algarrobo, también existe una gran variedad de arbustos como el piquillín, las jarillas, chañar, chilca, alpataco, retamo, los quimiles, los talas y los chañares, junco, totora, además de cactus.

## **Fauna**

La fauna se distribuye según sea la altura y la vegetación presente en una determinada zona, ya que esta es la base de su alimentación.

Algunas de las especies que componen la fauna general de esta provincia son muy apreciadas por cazadores furtivos que diezman las comunidades y convierten a los animales en especies en extinción. Una de las más amenazadas es la vicuña, perseguida por su lana. Para su protección se creó el Parque Nacional San Guillermo, que fue declarado como Reserva de la Biosfera. También están en peligro la iguana, el cóndor, el zorro colorado y las tortugas terrestres.

Podemos encontrar guanacos, zorros, pumas, maras, vizcachas, comadrejas, quirquinchos, hurones, pecarí, coipos, chinchillas grandes y armadillos. La trucha, pejerrey, bagre y carpa, son algunos peces que habitan en los ríos.

Desde el 2009, la Provincia cuenta con 15 áreas protegidas que ocupan más del 22 por ciento del total del territorio. Un dato que comienza a tomar valor cuando se sabe que es la provincia de mayor superficie amparada por normas especiales de conservación, y que muchas de estas zonas son únicas en el continente (América) y en el mundo por su valor paleontológico o silvestre.

## **IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES POTENCIALMENTE IMPACTANTES**

En esta sección se identificarán las acciones que pueden causar impacto sobre una serie de factores del entorno del proyecto. Se diferenciarán las acciones susceptibles de producir impacto durante la fase de construcción o instalación, de aquellas que pueden ser causa de impactos durante la fase de funcionamiento normal de la planta, así como también las que puedan impactar durante la fase de abandono.

A continuación se enumeran las actividades que conlleva el proyecto en sus distintas fases:

- **Fase Construcción**

- Preparación del terreno: nivelación, apertura y/o mejora de accesos, etc.
- Obra civil: Edificaciones, cimentaciones, cercado, canalizaciones, subestación, etc.
- Trabajos mecánicos: Instalación de los colectores, turbina de vapor, equipamiento auxiliar, etc.
- Trabajos eléctricos: Transformadores y conexiones eléctricas, iluminación y todo tipo de sistema eléctrico.
- Transporte de materiales y equipos.
- Construcción del acueducto.
- Almacenamiento/acopio de materiales de construcción y residuos.
- Eliminación de materiales.

- **Fase Funcionamiento**

- Nivel de empleo.
- Actividades asociadas al mantenimiento de los colectores cilindro-parabólicos.
- Actividades asociadas a la generación eléctrica.
- Generación de vapor.
- Consumo de agua y otras materias primas.
- Vertido de aguas con carga contaminante (sanitarias).
- Transporte y almacenamiento de materias primas (aceite Therminol VP1, químicos para tratamiento de agua).
- Generación y almacenamiento de residuos domiciliarios.
- Mantenimiento de equipos e instalaciones.
- Mejora de la infraestructura eléctrica.

- **Fase Abandono**

- Transporte y uso de vehículos y maquinaria vial.
- Desarme de estructuras y acondicionamiento del lugar.

- Generación de chatarras, residuos asimilables a urbanos y especiales.
- Generación de ruidos.
- Suspensión de polvos.
- Saneamiento de suelos

## **IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DEL MEDIO POTENCIALMENTE IMPACTADOS**

En esta sección se identificarán los factores ambientales que pueden ser impactados por las acciones mencionadas anteriormente.

### **Medio físico**

Dentro de este ítem, deben diferenciarse entre los factores ambientales correspondientes al medio inerte y los pertenecientes al medio biótico.

Los factores de medio inerte potencialmente impactados son:

#### Aire

- Atmósfera
- Ruido

#### Tierra y suelo

#### Agua

- Calidad del agua superficial
- Calidad del agua subterránea

En tanto, dentro de los factores del medio biótico se pueden nombrar los siguientes:

#### Flora y fauna

- Cubierta vegetal
- Diversidad de fauna

Medio perceptual

- Paisaje

### **Medio socioeconómico**

Aquí también se pueden establecer dos categorías de factores ambientales:

Medio sociocultural

- Infraestructura
- Calidad de vida

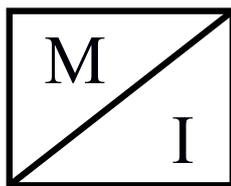
Medio económico

- Nivel de empleo
- Población

## **IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES CAUSA-EFECTO ENTRE ACCIONES DEL PROYECTO Y FACTORES DEL MEDIO Y ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA Y VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO**

### **MATRIZ DE IMPACTO**

También llamada Matriz de Leopold, se creó en 1971 con el fin de identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan las actividades o procesos que se hacen durante el proyecto y en las filas se encuentran los factores ambientales afectados por las acciones indicadas. Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, donde uno indica la Magnitud del impacto (el cual además se caracteriza con un signo + en caso de ser beneficioso, y un signo – si es perjudicial) y el segundo la importancia del mismo, quedando esquemáticamente de la siguiente forma:



La Magnitud del impacto es la medida de la escala o extensión del impacto. Su asignación es subjetiva, teniendo valores del 1 al 10.

Por otro lado, la Importancia del impacto ambiental (I) es la medida de la significancia, comprendida esta como la generación de impactos relacionados. La asignación también es subjetiva, y puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$I = \pm(3 \cdot i + 2 \cdot Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Mc)$$

Donde:

- i = intensidad o grado probable de destrucción
- Ex = extensión o área de influencia del impacto
- Mo = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
- Pe = persistencia o permanencia del efecto provocado
- Rv = reversibilidad de los efectos provocados
- Si = sinergia o reforzamiento de dos o más efectos
- Ac = incremento progresivo del efecto
- Ef = efecto
- Pr = periodicidad del impacto
- Mc = recuperabilidad o reconstrucción por medios humanos

Cada uno de los ítems de la ecuación se describe detalladamente a continuación:

**Signo (+ o -):** El signo tiene en cuenta si el impacto de las acciones sobre los factores es beneficioso(+) o perjudicial (-).

**Intensidad (i):** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor.

El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, de la siguiente manera:

- Incidencia baja = **1**
- Incidencia media = **2**
- Incidencia alta = **4**
- Incidencia muy alta = **8**
- Destrucción total = **12**

**Extensión (Ex):** Se considera el área de influencia teórica del impacto, en relación con el entorno del proyecto. Su escala es la siguiente:

- Puntual = **1**
- Parcial = **2**
- Extenso = **4**
- Total = **8**
- Crítico = **(+4)**

**Momento (Mo):** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_0$ ) y el comienzo del efecto ( $t_j$ ) sobre el factor del medio considerado. Así pues:

- Largo plazo = **1**
- Mediano plazo = **2**
- Efecto inmediato = **4**
- Crítico = **(+4)**

Además, si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas anteriormente.

**Persistencia (Pe):** Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición, y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. La persistencia es independiente

de la reversibilidad. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, y recuperables o irrecuperables.

Este término toma los valores mencionados a continuación:

- Fugaz(permanencia del efecto menor al año) = **1**
- Temporal (entre 1 y 10 años) = **2**
- Permanente(superior a 10 años) = **4**

**Reversibilidad (Rv):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción (capacidad de recuperación) del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Su escala es:

- Corto plazo = **1**
- Mediano plazo = **2**
- Irreversible = **4**

**Sinergia (Si):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

Por lo tanto:

- Sin sinergismos = **1**
- Sinergismo moderado = **2**
- Muy sinérgico = **4**

**Acumulación (Ac):** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Sus

valores son:

- Simple = **1**
- Acumulativo = **4**

**Efecto (Ef):** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Su valoración es la siguiente:

- Efecto indirecto = **1**
- Efecto directo = **4**

**Periodicidad (Pr):** La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). Se le asignan los siguientes valores:

- Efecto discontinuo o irregular = **1**
- Efecto periódico = **2**
- Efecto continuo = **4**

**Recuperabilidad (Mc):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Por lo tanto:

- Recuperable de manera inmediata = **1**
- Recuperable a mediano plazo = **2**
- Mitigable (parcialmente recuperable) = **4**
- Irrecuperable = **8**

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la

acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

**Importancia del impacto (I):** En función de este modelo, los valores extremos de la Importancia pueden variar entre 13 y 100, con signo positivo o negativo. Según esa variación, se califica al impacto ambiental de acuerdo con la siguiente propuesta de escala:

- Impacto bajo = **menor de 25**
  - Impacto moderado = **entre 25 y 50**
  - Impacto crítico = **mayor de 50**
- ❖ Un **impacto bajo** es aquel que resulta irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto en cuestión.
- ❖ Un **impacto moderado** es aquel cuya afectación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
- ❖ Un **impacto crítico** es aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. La recuperación de las condiciones del medio exige la implementación de medidas correctoras o protectoras, y aún con esas medidas, la recuperación necesita un período de tiempo dilatado, o se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras.

#### **DEFINICIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS, PRECAUTORIAS Y COMPENSATORIAS**

El objetivo de toda esta evaluación es evitar las consecuencias negativas que puede ocasionar sobre el medio ambiente una Central Termosolar. Para lograr esto, se deberá realizar una adecuación del proyecto, con el fin de minimizar los efectos que produzca sobre los factores ambientales ya descritos.

La ejecución de cualquier proyecto siempre genera cambios en el ambiente, afectándolo

positiva o negativamente. Cuando estas incidencias tienen consecuencias negativas por encima del umbral aceptable, o violan las normas y leyes establecidas, se vuelve necesario incorporar al proyecto medidas que hagan viable su ejecución. Estas medidas deben tener alguna de estas características:

1. Prevenir la ocurrencia del impacto por completo, evitando la ejecución de una acción o actividad del proyecto en áreas consideradas ambientalmente sensibles.
2. Mitigar el impacto limitando su magnitud, extensión u otro atributo.
3. Corregir las consecuencias del impacto reparando, rehabilitando o restaurando los factores ambientales afectados a su estado inicial.
4. Mitigar o eliminar el impacto luego de un período de tiempo mediante tareas de protección y mantenimiento durante toda la vida útil del proyecto.
5. Compensar el impacto al reemplazarlo o proporcionar recursos o ambientes sustitutos.

A continuación se detallan las posibles medidas de mitigación a aplicar, con el fin de disminuir la magnitud del impacto de las acciones sobre los factores ambientales afectados:

- a) Maximizar el cuidado en las tareas de movimiento de suelos, minimizando la generación de materiales sólidos, así como los cuidados en la carga y descarga de materiales.
- b) Establecer un sistema de recolección y disposición de residuos de obra, identificando su origen y tipo para determinar su disposición final.
- c) Se exigirá a los contratistas que las maquinarias y los vehículos utilizados, hayan pasado las inspecciones reglamentarias y que cumplan con la legislación vigente en materia de emisiones y de ruidos.
- d) Los cambios de aceite y combustible de los vehículos y maquinarias se realizarán en talleres o estaciones de servicio, para evitar riesgos de derrames accidentales.
- e) Las pinturas utilizadas no contendrán plomo y se recogerán sus envases.
- f) Mantener adecuadamente los equipos y maquinarias a utilizar de forma tal que los procesos se desarrollen en la forma prevista en los manuales de operación.
- g) Supervisar el correcto manejo y gestión de los residuos domiciliarios a generar con el fin de completar un adecuado proceso de minimización, control y tratamiento.

- h) Establecer planes de contingencias específicos en casos de derrames, accidentes u otros, maximizando la seguridad en las operaciones diarias.
- i) Establecer un Plan de Seguridad Anual, que incluya objetivos como reuniones de seguridad de los trabajadores de operaciones, revisiones de los procedimientos de emergencia, capacitaciones, simulacros, inspecciones de elementos críticos.
- j) Las turbinas estarán provistas de envolvente acústico con el fin de reducir el nivel sonoro ambiental.
- k) Se construirá un sistema de drenaje que recogerá todos los derrames accidentales y pluviales, evitando así la contaminación.

### **DEFINICIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

Se deberá presentar un Programa de Monitoreo de los factores ambientales susceptibles de ser afectados por el funcionamiento de la planta, como así también de los efluentes y residuos que puedan afectar dichos factores, con el objetivo de:

- Comprobar la realización de las medidas de prevención, corrección y compensación propuestas anteriormente.
- Proporcionar información para la verificación de los impactos predichos.
- Permitir el control de la magnitud de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil de realizar durante la fase de elaboración del Estudio.
- Programar, registrar y gestionar todos los datos en materia ambiental en relación con las actuaciones del proyecto en todas sus fases.

Para cada uno de los factores ambientales relevantes se deberá especificar el componente del medio que será objeto de medición y control, el impacto ambiental asociado, la ubicación de los puntos de control, los parámetros que serán utilizados para caracterizar el estado y evolución de dicho componente, los niveles cuantitativos o límites permitidos, la duración y frecuencia del plan de seguimiento para cada parámetro, el plazo y frecuencia de entrega de los informes del plan de seguimiento a los organismos competentes, la indicación del organismo competente que recibirá dicha documentación, y cualquier otro

aspecto relevante.

Para la definición o selección de los parámetros y las frecuencias se deberá tener en cuenta la importancia de la afectación que pudieran sufrir los distintos factores componentes del ambiente. Es importante que sean incluidas en dichos controles, todas aquellas sustancias o elementos que pudieran generar tal alteración, de acuerdo a los procesos previstos.

Con este programa de monitoreo, se pueden reducir sensiblemente las sanciones por incumplimiento de las normas ambientales vigentes y las quejas y reclamos de la comunidad.

El plan de vigilancia ambiental contendrá los siguientes ítems:

**Supervisión y control del Plan gestión ambiental:** Se deberá fiscalizar la ejecución de cada una de las medidas de mitigación ambiental antes mencionadas, conforme al cronograma de ejecución del proyecto, y elaborando informes en el que consten las conformidades y no conformidades ambientales. En el caso de que, a pesar de cumplir con el plan de gestión ambiental, los resultados del monitoreo arrojen mediciones negativas o perjudiciales, los encargados del sector deberán reunirse inmediatamente y coordinar las modificaciones y ampliaciones del plan, y si fuese necesario, la reprogramación de las actividades o los cambios pertinentes.

**Monitoreo de la Calidad del Aire:** Se deberá realizar un monitoreo permanente del control de la emisión de polvos y gases, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación normal.

**Monitoreo y Control del Ruido:** Se deberá realizar un monitoreo permanente de los niveles de ruido por efecto del uso de los equipos de construcción, maquinarias, transporte, turbinas y demás actividades que provocan niveles de ruidos superiores a los establecidos en las normas ambientales.

El nivel de ruido será determinado en sitios próximos a las principales fuentes de ruido, así como también en los receptores más cercanos, conforme a la ubicación de los diferentes sitios de trabajo.

**Monitoreo de la Calidad del Agua:** Para ajustarse a las normas vigentes se deberán controlar en los vertidos líquidos los parámetros usualmente controlados, como ser composición, pH, temperatura, DBO y DQO.

### **Definición de Planes de Emergencia Interna**

Se debe establecer un plan que contemple la prevención y/o acción ante contingencias, teniendo por objetivo definir la organización y el conjunto de medios y procedimientos de actuación de la empresa, dirigidos a prevenir las potenciales situaciones de emergencia y, en su caso, a mitigar los efectos de las mismas en el interior de las instalaciones, considerando la coordinación con servicios externos.

Estas contingencias que se mencionan pueden referirse a:

- Paradas de planta por cualquier tipo de causa que signifique una alteración de los procesos productivos en marcha, con sus consiguientes riesgos: variaciones importantes de presión y/o temperatura, bajos caudales de agua, bajos caudales de vapor de agua, etc.
- Cortes en el suministro de energía eléctrica
- Derrames no controlados de aceite o insumos almacenados
- Imposibilidad de evacuar efluentes líquidos por obstrucciones en la instalación propia o por impedimento hídrico del medio receptor.
- Todo otro tipo de alteración en la operación normal de la planta que implique un riesgo para el personal, las instalaciones y/o el medio ambiente, ya sea afectando factores físicos como biológicos, socioeconómicos o culturales.

El Plan de Emergencia Interna deberá contemplar todas las medidas preventivas y correc-

toras a aplicar en cada uno de las situaciones citadas, y deberá ser puesto en conocimiento de la población, de bomberos, de organizaciones de Defensa Civil o de autoridades de establecimientos aledaños, cuando su implementación implique posibles evacuaciones u otro tipo de acciones que requieran de su participación.

SISTEMA	SUBSISTEMA	FACTOR AMBIENTAL	FASE DE CONSTRUCCIÓN									FASE DE FUNCIONAMIENTO									FASE DE ABANDONO							TOTAL SIN MEDIDAS CORRECTORA	MEDIDAS CORRECTORA						TOTAL CON MEDIDAS CORRECTORA		
			Preparación del terreno	Obra civil	Instalación mecánica	Instalación eléctrica	Transporte de materiales y equipos	Construcción del acueducto	Almacenamiento y acopio de materiales	Eliminación de materiales	Mantenimiento de las instalaciones	Operación de las instalaciones	Riesgo de incendio	Generación de vapor	Consumo de agua	Consumo de materia prima	Vertidos de aguas sanitarias	Transporte de materia prima	Almacenamiento de materia prima	Generación de residuos domiciliarios	Mejora de la infraestructura eléctrica	Transporte de materiales	Desarme de estructuras y acondicionamiento del	Generación de chatarra	Generación de residuos asimilables a urbanos	Generación de residuos especiales	Generación de ruidos		Suspensión de polvos	Saneamiento de suelo	Mantenimiento de equipos	Programa de gestión de residuos	Monitoreo de suelo, aire y agua	Planes de contingencia específicos		Plan de seguridad anual	Aislamiento acústico
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	Atmósfera	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	0	-7	0	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	-2	0	-17	5	0	3	0	4	0	0	-1
		Ruidos y vibraciones	0	-2	-2	0	-2	-2	-1	-1	-1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-2	0	0	-2	0	0	-24	7	0	0	0	0	7	9	0
		Aguas superficiales	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	-1	-5	0	0	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-12	3	1	2	2	1	0	1	-2
		Aguas subterráneas	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	1	1	0	1	0	0	2	0
		Tierra y suelo	-7	-7	-1	-1	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-1	-3	-2	-1	-1	0	0	0	0	3	-35	8	5	3	5	4	0	4	-6
		TOTAL MEDIO INERTE	-8	-10	-3	-1	-4	-7	-2	-1	-2	-3	-7	-4	-6	0	-3	-4	-2	-5	-2	-5	-4	-1	-5	-1	-2	-2	1	-93	24	7	8	8	16	9	7
	MEDIO BIOTICO	Cubierta vegetal	-3	-3	-2	0	0	-3	0	0	0	-1	-3	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-2	-17	5	5	0	2	3	0	3	4
		Fauna	-1	-1	-1	0	0	-3	0	0	0	-1	-3	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-13	3	4	0	4	3	5	0	9
		TOTAL MEDIO BIOTICO	-4	-4	-3	0	0	-6	0	0	0	-2	-6	-1	0	0	-2	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-2	-30	8	9	0	6	6	5	3	13
	MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-1	-1	0	3	-2	-2	0	0	5	-13	1	2	0	0	0	0	0	-10	
TOTAL MEDIO FÍSICO			-13	-16	-8	-3	-6	-14	-3	-1	-2	-5	-13	-5	-6	0	-5	-6	-4	-5	0	-3	-7	-2	-2	-2	4	-136	33	18	8	14	22	14	10	-4	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	Infraestructura	0	2	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	3	0	0	-1	-1	0	0	0	0	5	0	6	2	3	2	0	3	21	
		Calidad de vida	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	-1	-2	-1	0	0	-1	0	0	2	-1	-5	0	-1	0	0	0	0	-15	5	5	3	7	5	3	0	15
		TOTAL MEDIO SOCIO-CULTURAL	0	1	1	1	-1	2	0	0	0	-1	-2	-1	0	0	-1	-1	0	-3	5	-1	-5	-1	-2	-1	0	0	-10	5	11	5	10	7	3	3	36
	MEDIO ECONÓMICO	Nivel de empleo	6	6	6	4	3	6	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	3	0	-6	0	0	0	0	0	43	5	3	2	3	1	1	1	59	
		Población	4	4	4	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	-4	-1	-1	-1	0	-1	14	5	3	0	5	2	4	1	34	
		TOTAL MEDIO ECONÓMICO	10	10	10	6	5	10	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0	-10	-1	-1	-1	0	-1	57	10	6	2	8	3	5	2	93	
TOTAL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO			10	11	11	7	4	12	0	0	7	5	-2	-1	0	-1	1	0	-3	11	-1	-15	-2	-3	-2	-1	-1	47	15	17	7	18	10	8	5	129	
IMPACTO TOTAL			-3	-5	3	4	-2	-2	-3	-1	5	0	-15	-6	-6	0	-6	-5	-3	7	-6	-15	-5	-10	-4	-2	-3	3	-89	48	35	15	32	32	22	15	314

## **Conclusiones**

A partir de la Matriz de Impacto Ambiental confeccionada, se puede observar que el medio físico recibe un impacto negativo, mientras que el medio sociocultural tiene un impacto positivo.

Dentro de este medio físico, el medio inerte es el más impactado (atmósfera, ruido, aguas y suelo), aunque con la implementación de las medidas correctoras dicho impacto puede ser disminuido de manera muy efectiva. Con estas mismas medidas, el impacto total puede ser revertido, haciendo que el impacto del proyecto sobre todo el Medio Ambiente sea positivo.

El factor ambiental que recibe el mayor impacto ambiental beneficioso es el nivel de empleo, gracias a la gran cantidad de puestos de trabajo, directo e indirecto, que generaría la realización de la planta. Por otro lado, el factor ambiental más afectado es la tierra y suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Righini, R. & Grossi Gallegos, H. (2011). Mapa de energía solar colectada anualmente por un plano inclinado. Un ángulo óptimo en la República Argentina. GER-Solar- Universidad Nacional de Luján.
- Rubí Bianchi, A. & Cravero, S. (2010). Atlas climático digital de la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Salta-Jujuy.
- Moragues, J. (2010). Energías renovables en Argentina. Estado actual y prospectiva. Instituto Argentino de la Energía.
- Mercado Eléctrico Mayorista. Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
- ENERGÍAS RENOVABLES EN ARGENTINA: Nuevo Marco Regulatorio y Perspectivas 2016. Subsecretaría de Energías Renovables Secretaría de Energía Eléctrica Ministerio de Energía y Minería- MINEM.
- Suazo, D. El proceso de reestructuración y el esquema regulatorio del sector eléctrico argentino: experiencias, reflexiones y perspectivas. EDESUR S.A.
- Informe Anual 2016. República Argentina. Compañía administradora del mercado mayorista eléctrico S.A. (CAMMESA). [www.cammesa.com](http://www.cammesa.com)
- Valverde, D. (2014). Diseño de los intercambiadores de calor tubo-carcasa del sistema de generación de vapor de una Central Termosolar de CCP. Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.
- Cataño Galeano, S. (2013). Dimensionamiento de colectores cilíndrico-parabólicos de una planta solar térmica. Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad de Antioquia.
- Guía técnica de la energía solar termoeléctrica. (2012). Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. [www.fenercom.com](http://www.fenercom.com).
- Andújar Sagredo, R. (2004). Estudio técnico-económico de una planta solar de alta temperatura en una Central de ciclo combinado. ICAI-Universidad Pontificia Comillas. Madrid.
- López Guzmán, V. (2012). Colectores solares cilindro parabólicos (CCPs). Lima – Perú.

- Martínez Escribano, J C., Noceto, P. & Alonso Suarez, R. (2013). Manual Técnico de Energía Solar Térmica Volumen II: Aspectos Técnicos y Normativos. Facultad de Ingeniería, Universidad de la República Uruguay.
- Terrádez Marco, J. & Azara García del Busto, M. (2008). Producción de energía eléctrica mediante Colectores Solares Parabólicos. ENERSTAR S.A. Villena (Alicante).
- Kern, D. (1999). Procesos de Transferencia de Calor. 31ra reimpresión Mc Graw-Hill.
- Peters, M & Timmerhaus, K. (1991). Plant design and economics for chemical engineers. Mc Graw-Hill. 4<sup>th</sup> edition.
- Sapag Chain, N. & Sapag Chain R. (2008). Preparación y evaluación de proyectos. Mc Graw-Hill. 5<sup>th</sup> Edition.
- Guía técnica de Torres de refrigeración. (2007). IDEA- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid. [www.idae.es](http://www.idae.es)
- Perry, R. (1990). Chemical Engineers handbook. Mc Graw-Hill. 7<sup>th</sup> edition.
- Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU). Naciones Unidas Nueva York, 2009. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales División de Estadística. Revisión 4.
- Bueso Losada, G. (2011). Análisis de ciclo de vida de una Central Termosolar. Universidad Carlos III de MADRID.

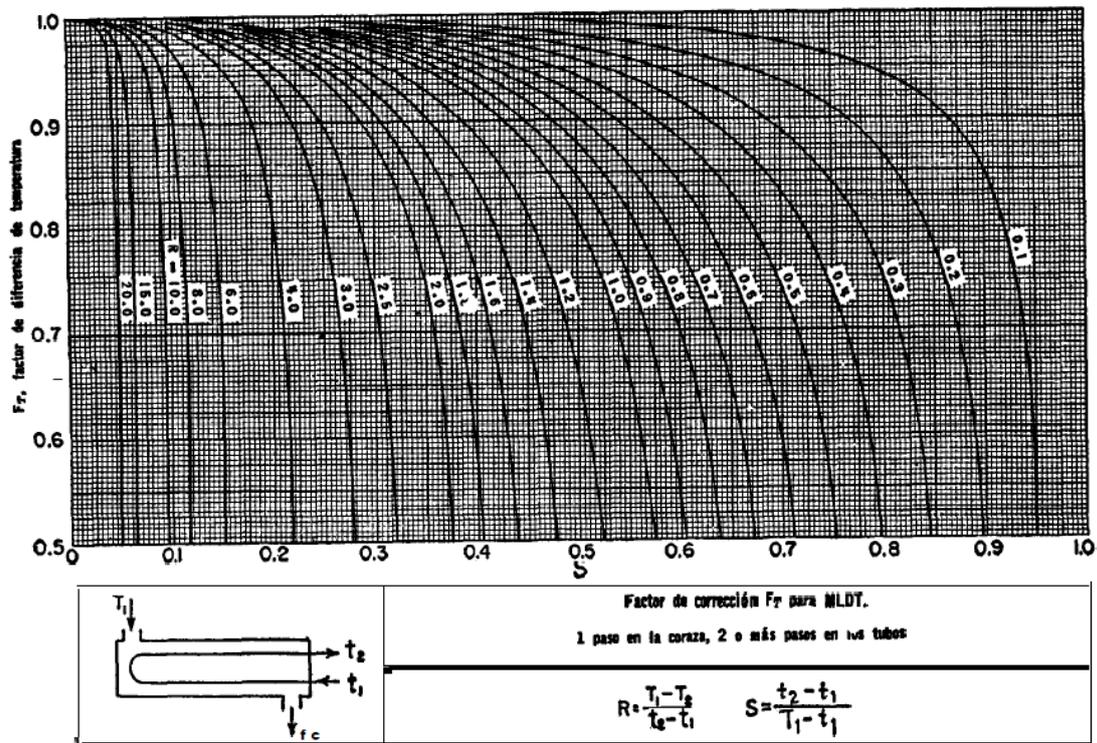
**Páginas Web:**

- <http://www.indec.gov.ar/>
- <http://www.grupotsk.com//>
- <http://www.fika.org/jb/resources/EuroTrough.pdf>
- <http://www.schott.com/argentina/spanish/>
- <http://www.eastman.com/Pages/Taminco.aspx>
- <http://www.enarsa.com.ar/>
- <http://www.energia.gob.ar>

- <http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/1350-central-solartermica>
- <http://www.centralestermosolares.com/>
- [www.bdoargentina.com](http://www.bdoargentina.com)
- [www.produccion.gob.ar](http://www.produccion.gob.ar)
- [http://www.saij.gob.ar/legislacion/ley-san\\_juan-6571-ley\\_evaluacion\\_impacto\\_ambiental.htm](http://www.saij.gob.ar/legislacion/ley-san_juan-6571-ley_evaluacion_impacto_ambiental.htm)
- <http://tramite.sanjuan.gov.ar/index.php/tramite/org/33>
- <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones>
- [http://www.mininterior.gov.ar/municipios/gestion/regiones\\_archivos/Cuyo.pdf](http://www.mininterior.gov.ar/municipios/gestion/regiones_archivos/Cuyo.pdf)
- <http://www.opds.gba.gov.ar/index.php/leyes/ver/220>
- [https://www.iberdroladistribucion.es/socdis/gc/prod/es\\_ES/contenidos/docs/red\\_es\\_Alhorines.pdf](https://www.iberdroladistribucion.es/socdis/gc/prod/es_ES/contenidos/docs/red_es_Alhorines.pdf)
- [http://eib.europa.eu/attachments/pipeline/20110521\\_nts\\_es.pdf](http://eib.europa.eu/attachments/pipeline/20110521_nts_es.pdf)
- [http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia\\_metodologica\\_impacto\\_ambiental.pdf](http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf)

ANEXO I

Gráfico 1 - Factor de corrección MLDT



Factores de corrección MLDT para intercambiadores 1-2. (Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association, 2a. ed., New York, 1949)

Gráfico 2 - Factor F de temperatura calórica

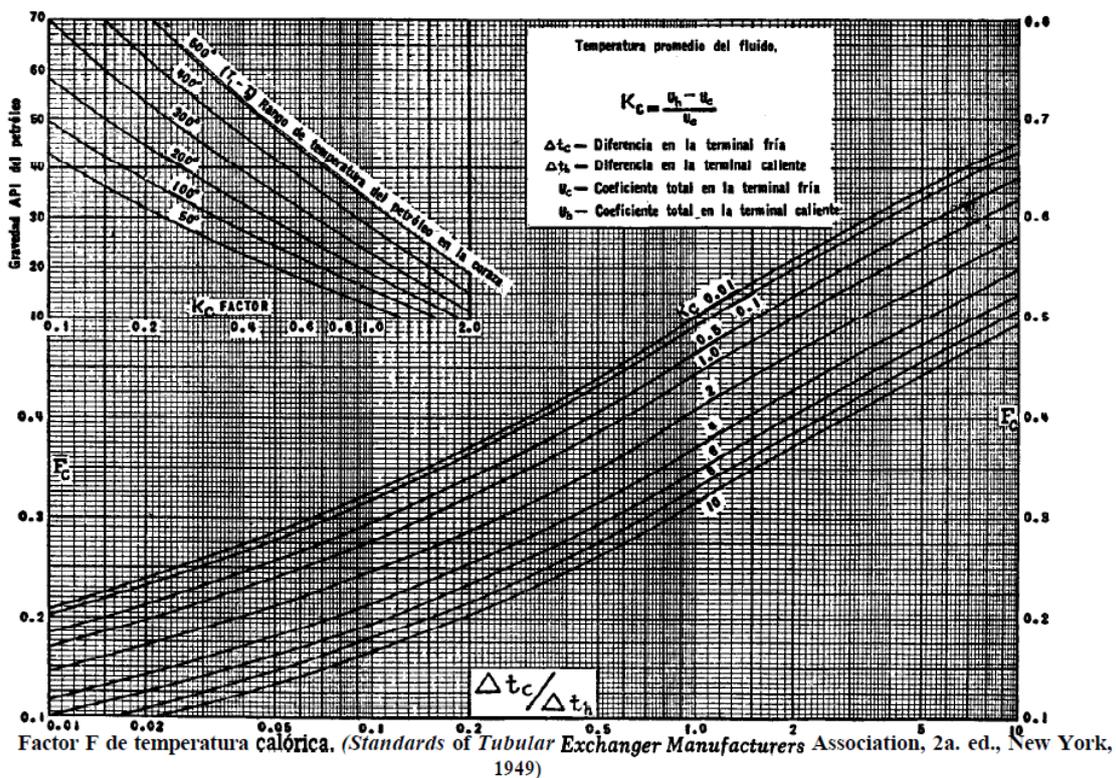


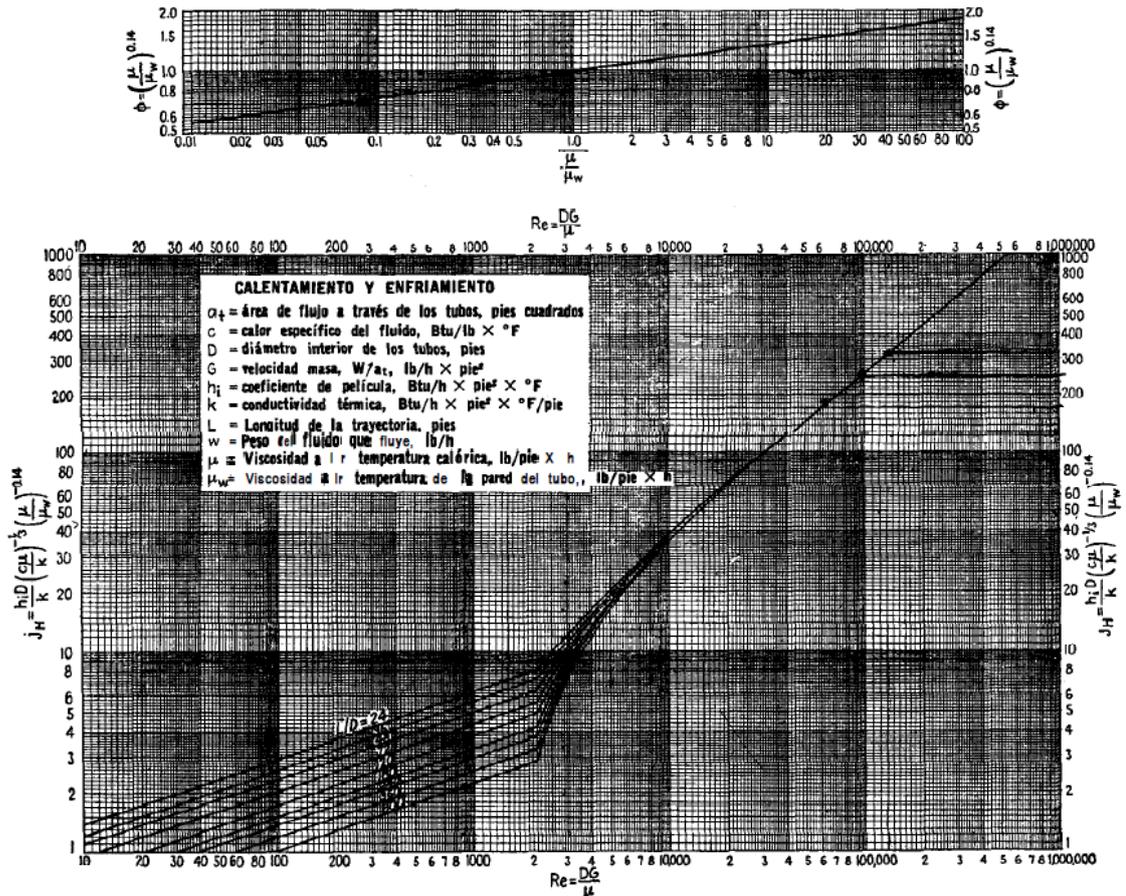
Tabla 1 – Datos de tubos para condensadores e intercambiadores de calor

Tubo DE, plg	BWG	Espesor de la pared,	DI, plg	Area de flujo por tubo, plg <sup>2</sup>	Superficie por pie lin. pies <sup>2</sup>		Peso por pie lineal, lb, de acero
					Exterior	Interior	
½	12	0.109	0.282	0.0625	0.1309	0.0748	0.493
	14	0.083	0.334	0.0876		0.0874	0.403
	16	0.065	0.370	0.1076		0.0969	0.329
	18	0.049	0.402	0.127		0.1052	0.258
	20	0.035	0.430	0.145		0.1125	0.190
¾	10	0.134	0.482	0.182	0.1963	0.1263	0.965
	11	0.120	0.510	0.204		0.1335	0.884
	12	0.109	0.532	0.223		0.1393	0.817
	13	0.095	0.560	0.247		0.1466	0.727
	14	0.083	0.584	0.268		0.1529	0.647
	15	0.072	0.606	0.289		0.1587	0.571
	16	0.065	0.620	0.302		0.1623	0.520
	17	0.058	0.634	0.314		0.1660	0.469
	18	0.049	0.652	0.334		0.1707	0.401
1	8	0.165	0.670	0.355	0.2618	0.1754	1.61
	9	0.148	0.704	0.389		0.1843	1.47
	10	0.134	0.732	0.421		0.1916	1.36
	11	0.120	0.760	<b>0.455</b>		0.1990	1.23
	12	0.109	0.782	<b>0.479</b>		0.2048	1.14
	13	0.095	0.810	0.515		0.2121	1.00
	14	0.083	0.834	0.546		0.2183	0.890
	15	0.072	0.856	0.576		0.2241	0.781
	16	0.065	0.870	0.594		0.2277	0.710
	17	0.058	0.884	0.613		0.2314	0.639
18	0.049	0.902	0.639	0.2361	0.545		
1¼	8	0.165	0.920	0.665	0.3271	0.2409	2.09
	9	0.148	0.954	0.714		0.2498	1.91
	10	0.134	0.982	0.757		0.2572	1.75
	11	0.120	1.01	0.800		0.2644	1.58
	12	0.109	1.03	0.836		0.2701	1.45
	13	0.095	1.06	0.884		0.2775	1.28
	14	0.083	1.08	0.923		0.2839	1.13
	15	0.072	1.11	0.960		0.2896	0.991
	16	0.065	1.12	0.985		0.2932	0.900
	17	0.058	1.13	1.01		0.2969	0.808
18	0.049	1.15	1.04	0.3015	0.688		
1½	8	0.165	1.17	1.075	0.3925	0.3063	2.57
	9	0.148	1.20	1.14		0.3152	2.34
	10	0.134	1.23	1.19		0.3225	2.14
	11	0.120	1.26	1.25		0.3299	1.98
	12	0.109	1.28	1.29		0.3356	1.77
	13	0.095	1.31	1.35		0.3430	1.56
	14	0.083	1.33	1.40		0.3492	<b>1.37</b>
	15	0.072	1.36	1.44		0.3555	1.20
	16	0.065	1.37	1.47		0.3587	1.09
	17	0.058	1.38	1.50		0.3623	0.978
18	0.049	1.40	1.54	0.3670	0.831		

Tabla 2 – Disposición de los espejos de tubos. Tubos de ¾ plg con paso cuadrado de 1 plg

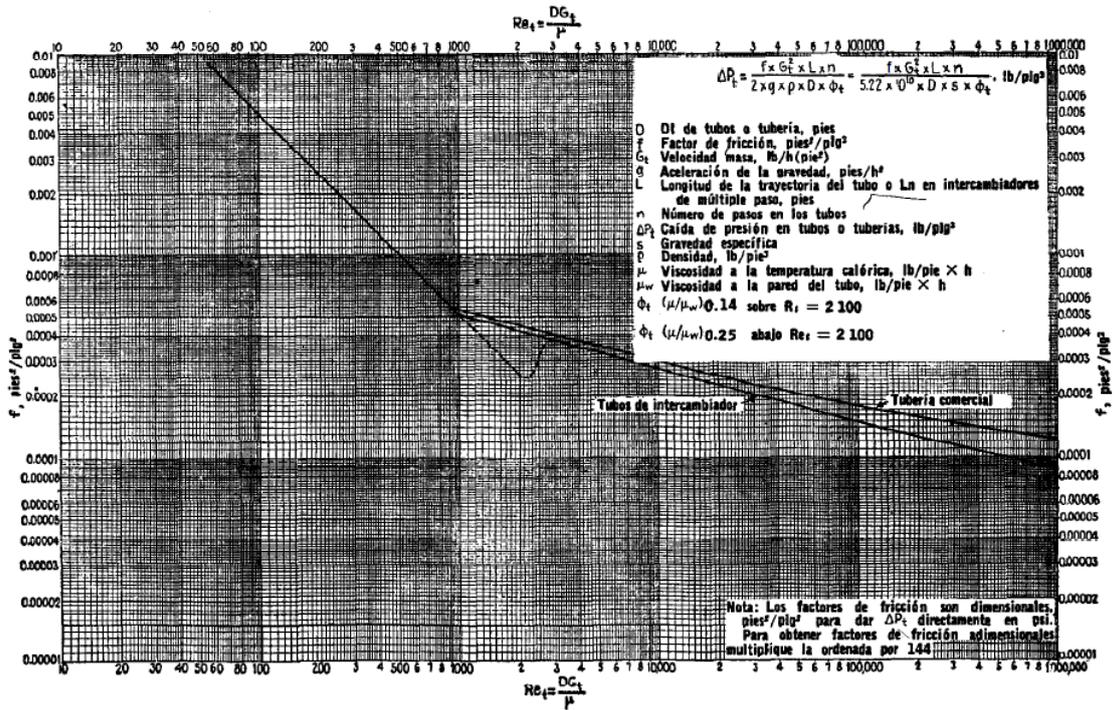
Diámetro interno de la coraza		TEMA P o S				TEMA U		
mm	in	Número de pasos				Número de pasos		
		1	2	4	6	2	4	6
203	8	28	26	16	12	28	24	12
254	10	52	48	44	24	52	44	32
305	12	80	76	66	56	78	72	70
337	13¼	104	90	70	80	96	92	90
387	15¼	136	128	128	114	136	132	120
438	17¼	181	174	154	160	176	176	160
489	19¼	222	220	204	198	224	224	224
540	21¼	289	272	262	260	284	280	274
591	23¼	345	332	310	308	348	336	328
635	25	398	386	366	344	408	392	378
686	27	477	456	432	424	480	468	460
737	29	554	532	510	496	562	548	530
787	31	637	624	588	576	648	636	620
838	33	730	712	682	668	748	728	718
889	35	828	812	780	760	848	820	816
940	37	937	918	882	872	952	932	918
991	39	1048	1028	996	972	1056	1044	1020
1067	42	1224	1200	1170	1140	1244	1224	1212
1143	45	1421	1394	1350	1336	1436	1408	1398
1219	48	1628	1598	1548	1536	1640	1628	1602
1372	54	2096	2048	2010	1992	2108	2084	2068
1524	60	2585	2552	2512	2476	2614	2584	2558

Gráfico 3 – Curva de transferencia de calor lado tubos



Curva de transferencia de calor lado de tubos. (Adaptada de Sieder y Tate)

Gráfico 4 – Factor de fricción lado tubos



26. Factores de fricción, para lado de tubo. (Standards Exchanger Manufacturers Association, 2a. ed., New York, 1949)

Tabla 3 – Datos de tubos para condensadores e intercambiadores de calor

Díámetro exterior del tubo, en in	Calibre BWG	Espesor de la pared, en in	Área. int. de corte transv., en in <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup> de superficie externa por ft de longitud	ft de superficie interna por ft de longitud	Peso por ft de longitud, de acero, en lb <sup>+</sup>	Díámetro interno del tubo, en in	Momento de inercia, en in <sup>4</sup>	Módulo de sección en in <sup>3</sup>	Radio de giro, en in	Constante <sup>++</sup>	Díámetro exterior/díámetro interior	Área metálica transv. en in <sup>2</sup>
¾	22	0.028	0.0295	0.0655	0.0508	0.066	0.194	0.00012	0.00098	0.0792	46	1.258	0.0195
¾	24	0.22	0.033	0.0655	0.0539	0.054	0.206	0.00011	0.00083	0.0810	52	1.214	0.0159
¾	26	0.18	0.060	0.0655	0.0560	0.045	0.214	0.00009	0.00071	0.0824	56	1.168	0.0131
¾	27	0.16	0.073	0.0655	0.0570	0.040	0.218	0.00008	0.00064	0.0829	58	1.146	0.0117
¾	18	0.49	0.603	0.0982	0.0725	0.171	0.277	0.00068	0.0036	0.1164	94	1.354	0.0502
¾	20	0.35	0.731	0.0982	0.0798	0.127	0.305	0.00055	0.0029	0.1213	114	1.233	0.0374
¾	22	0.28	0.799	0.0982	0.0835	0.104	0.319	0.00046	0.0025	0.1227	125	1.176	0.0305
¾	24	0.22	0.860	0.0982	0.0867	0.083	0.331	0.00038	0.0020	0.1248	134	1.133	0.0244
½	16	0.65	1.075	1.309	0.969	0.302	0.370	0.0022	0.0086	0.1556	168	1.351	0.0888
½	18	0.49	1.269	1.309	1.052	0.236	0.402	0.0018	0.0072	0.1606	198	1.244	0.0694
½	20	0.35	1.452	1.309	1.126	0.174	0.430	0.0014	0.0056	0.1649	227	1.163	0.0511
½	22	0.28	1.548	1.309	1.162	0.141	0.444	0.0012	0.0046	0.1671	241	1.126	0.0415
¼	12	1.09	1.301	1.636	1.066	0.602	0.407	0.0061	0.0197	0.1864	203	1.536	0.177
¼	13	0.95	1.486	1.636	1.139	0.537	0.435	0.0057	0.0183	0.1903	232	1.437	0.158
¼	14	0.83	1.655	1.636	1.202	0.479	0.459	0.0053	0.0170	0.1938	258	1.362	0.141
¼	15	0.72	1.817	1.636	1.259	0.425	0.481	0.0049	0.0156	0.1971	283	1.299	0.125
¼	16	0.65	1.924	1.636	1.296	0.388	0.495	0.0045	0.0145	0.1993	300	1.263	0.114
¼	17	0.58	2.035	1.636	1.333	0.350	0.509	0.0042	0.0134	0.2016	317	1.228	0.103
¼	18	0.49	2.181	1.636	1.380	0.303	0.527	0.0037	0.0118	0.2043	340	1.186	0.089
¼	19	0.42	2.298	1.636	1.416	0.262	0.541	0.0033	0.0105	0.2068	358	1.155	0.077
¼	20	0.35	2.419	1.636	1.453	0.221	0.555	0.0028	0.0091	0.2089	377	1.126	0.065
1/8	10	1.34	1.823	1.963	1.262	0.884	0.482	0.0129	0.0344	0.2229	285	1.556	0.260
1/8	11	1.20	2.043	1.963	1.335	0.809	0.510	0.0122	0.0326	0.2267	319	1.471	0.238
1/8	12	1.09	2.223	1.963	1.393	0.748	0.532	0.0116	0.0309	0.2299	347	1.410	0.220
1/8	13	0.95	2.463	1.963	1.466	0.666	0.560	0.0107	0.0285	0.2340	384	1.339	0.196
1/8	14	0.83	2.679	1.963	1.529	0.592	0.584	0.0098	0.0262	0.2376	418	1.284	0.174
1/8	15	0.72	2.884	1.963	1.587	0.520	0.606	0.0089	0.0238	0.2410	450	1.238	0.153
1/8	16	0.65	3.019	1.963	1.623	0.476	0.620	0.0083	0.0221	0.2433	471	1.210	0.140
1/8	17	0.58	3.157	1.963	1.660	0.428	0.634	0.0076	0.0203	0.2455	492	1.183	0.126
1/8	18	0.49	3.339	1.963	1.707	0.367	0.652	0.0067	0.0178	0.2484	521	1.150	0.108
1/8	20	0.35	3.632	1.963	1.780	0.269	0.680	0.0050	0.0134	0.2532	567	1.103	0.079
1/4	10	1.34	2.892	2.291	1.589	1.061	0.607	0.0221	0.0505	0.2662	451	1.441	0.312
1/4	12	1.09	3.390	2.291	1.720	0.891	0.657	0.0196	0.0449	0.2736	529	1.332	0.262
1/4	13	0.95	3.685	2.291	1.793	0.792	0.685	0.0180	0.0411	0.2778	575	1.277	0.233
1/4	14	0.83	3.948	2.291	1.856	0.704	0.709	0.0164	0.0374	0.2815	616	1.234	0.207
1/4	16	0.65	4.359	2.291	1.950	0.561	0.745	0.0137	0.0312	0.2873	680	1.174	0.165
1/4	18	0.49	4.742	2.291	2.034	0.432	0.777	0.0109	0.0249	0.2925	740	1.126	0.127
1/4	20	0.35	5.090	2.291	2.107	0.313	0.805	0.0082	0.0187	0.2972	794	1.087	0.092
1/2	8	1.65	3.526	2.618	1.754	1.462	0.670	0.0392	0.0784	0.3009	550	1.493	0.430
1/2	10	1.34	4.208	2.618	1.916	1.237	0.732	0.0350	0.0700	0.3098	656	1.366	0.364
1/2	11	1.20	4.536	2.618	1.990	1.129	0.760	0.0327	0.0654	0.3140	708	1.316	0.332
1/2	12	1.09	4.903	2.618	2.047	1.037	0.782	0.0307	0.0615	0.3174	749	1.279	0.305
1/2	13	0.95	5.153	2.618	2.121	0.918	0.810	0.0280	0.0559	0.3217	804	1.235	0.270
1/2	14	0.83	5.463	2.618	2.183	0.813	0.834	0.0253	0.0507	0.3255	852	1.199	0.239
1/2	15	0.72	5.755	2.618	2.241	0.714	0.856	0.0227	0.0455	0.3291	898	1.167	0.210
1/2	16	0.65	5.945	2.618	2.278	0.649	0.870	0.0210	0.0419	0.3314	927	1.149	0.191
1/2	18	0.49	6.390	2.618	2.361	0.496	0.902	0.0166	0.0332	0.3366	997	1.109	0.146
1/2	20	0.35	6.793	2.618	2.435	0.360	0.930	0.0124	0.0247	0.3414	1060	1.075	0.106
3/4	7	1.80	6.221	3.272	2.330	2.057	0.890	0.0890	0.1425	0.3836	970	1.404	0.605
3/4	8	1.65	6.648	3.272	2.409	1.921	0.920	0.0847	0.1355	0.3880	1037	1.359	0.565
3/4	10	1.34	7.574	3.272	2.571	1.598	0.982	0.0741	0.1186	0.3974	1182	1.273	0.470
3/4	11	1.20	8.012	3.272	2.644	1.448	1.010	0.0688	0.1100	0.4015	1250	1.238	0.426
3/4	12	1.09	8.365	3.272	2.702	1.329	1.032	0.0642	0.1027	0.4052	1305	1.211	0.391
3/4	13	0.95	8.825	3.272	2.775	1.173	1.060	0.0579	0.0926	0.4097	1377	1.179	0.345
3/4	14	0.83	9.229	3.272	2.838	1.033	1.084	0.0521	0.0833	0.4136	1440	1.153	0.304
3/4	16	0.65	9.852	3.272	2.932	0.823	1.120	0.0426	0.0682	0.4196	1537	1.116	0.242
3/4	18	0.49	1.042	3.272	3.016	0.629	1.152	0.0334	0.0534	0.4250	1626	1.085	0.185
3/4	20	0.35	1.094	3.272	3.089	0.456	1.180	0.0247	0.0395	0.4297	1707	1.059	0.134
1	10	1.34	1.192	3.927	3.225	1.955	1.232	0.1354	0.1806	0.4853	1860	1.218	0.575
1	12	1.09	1.291	3.927	3.356	1.618	1.282	0.1159	0.1546	0.4933	2014	1.170	0.476
1	14	0.83	1.398	3.927	3.492	1.258	1.334	0.0931	0.1241	0.5018	2181	1.124	0.370
1	16	0.65	1.474	3.927	3.587	0.996	1.370	0.0756	0.1008	0.5079	2299	1.095	0.293
2	11	1.20	2.433	5.236	4.608	2.410	1.760	0.3144	0.3144	0.6660	3795	1.136	0.709
2	14	0.98	2.642	5.236	4.801	1.699	1.834	0.2300	0.2300	0.6784	4121	1.090	0.500
2½	9	1.48	3.815	6.540	5.770	3.719	2.204	0.7592	0.6074	0.8332	5951	1.134	1.094

Tabla 4 – Disposición de los espejos de tubos. Tubos de 5/8 plg con paso cuadrado de 13/16 plg

Diámetro interno de la coraza		TEMA P o S				TEMA U		
mm	in	Número de pasos				Número de pasos		
		1	2	4	6	2	4	6
203	8	55	48	34	24	52	40	32
254	10	88	78	62	56	90	80	74
305	12	140	138	112	100	140	128	108
337	13½	178	172	146	136	180	164	148
387	15½	245	232	208	192	246	232	216
438	17½	320	308	274	260	330	312	292
489	19½	405	392	352	336	420	388	368
540	21½	502	484	442	424	510	488	460
591	23½	610	584	536	508	626	596	562
635	25	700	676	618	600	728	692	644
686	27	843	812	742	716	856	816	780
737	29	970	942	868	840	998	956	920
787	31	1127	1096	1014	984	1148	1108	1060
838	33	1288	1250	1172	1148	1318	1268	1222
889	35	1479	1438	1330	1308	1492	1436	1388
940	37	1647	1604	1520	1480	1684	1620	1568
991	39	1840	1794	1700	1664	1882	1816	1754
1067	42	2157	2112	2004	1968	2196	2136	2068
1143	45	2511	2458	2326	2288	2530	2464	2402
1219	48	2865	2808	2686	2656	2908	2832	2764
1372	54	3656	3600	3462	3404	3712	3624	3556
1524	60	4538	4472	4310	4256	4608	4508	4426

Gráfico 5 – Curva de transferencia de calor lado coraza

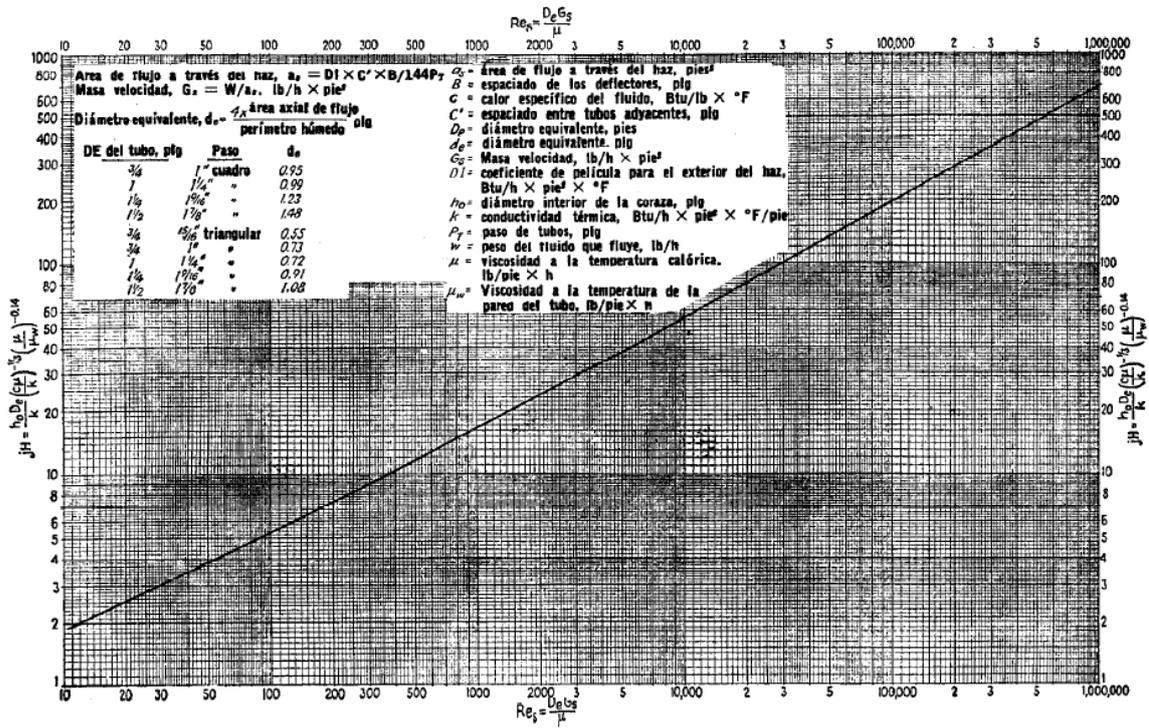


Gráfico 6 – Factor de fricción lado coraza

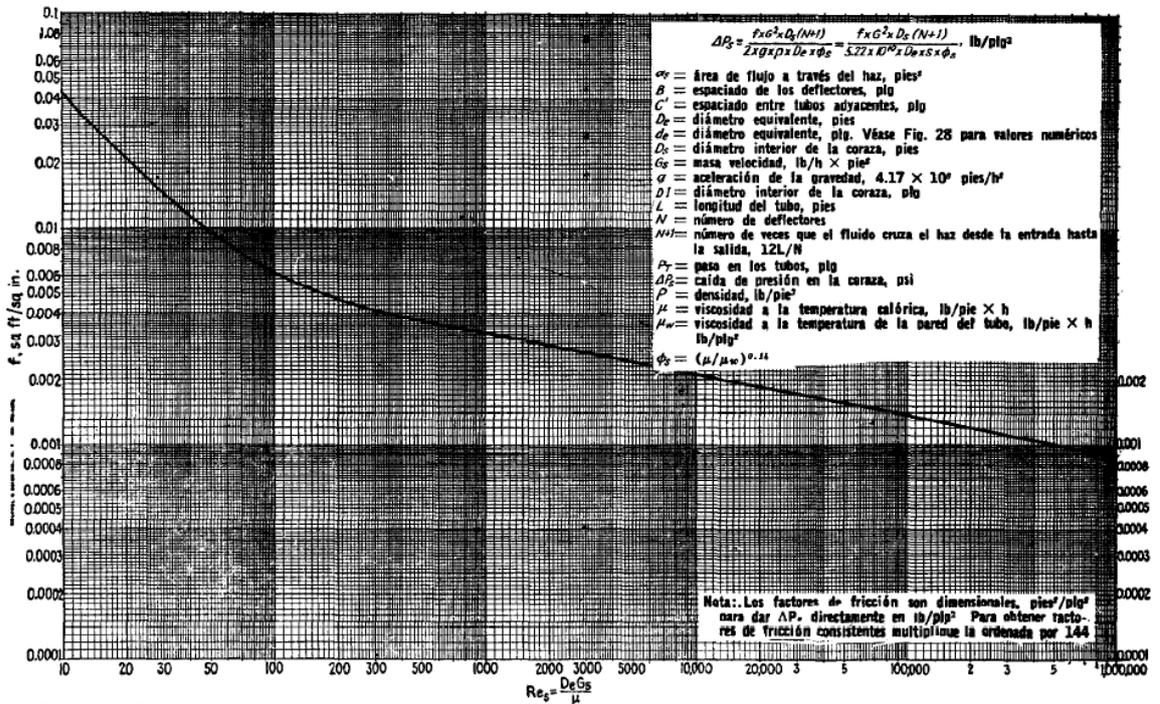
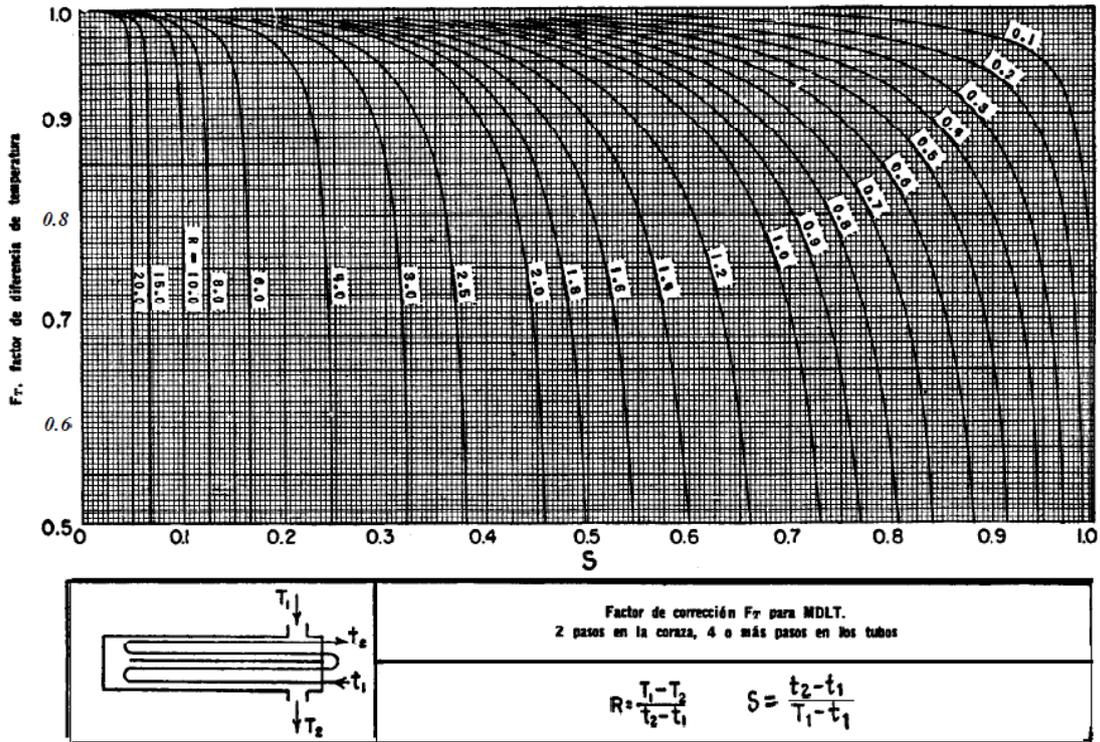


Gráfico 7 – Factor de corrección MLDT



Factores de corrección MLDT para intercambiadores 2-4. (Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association 2a. ed., New York, 1949)

Gráfico 8 – Diagrama de Moody

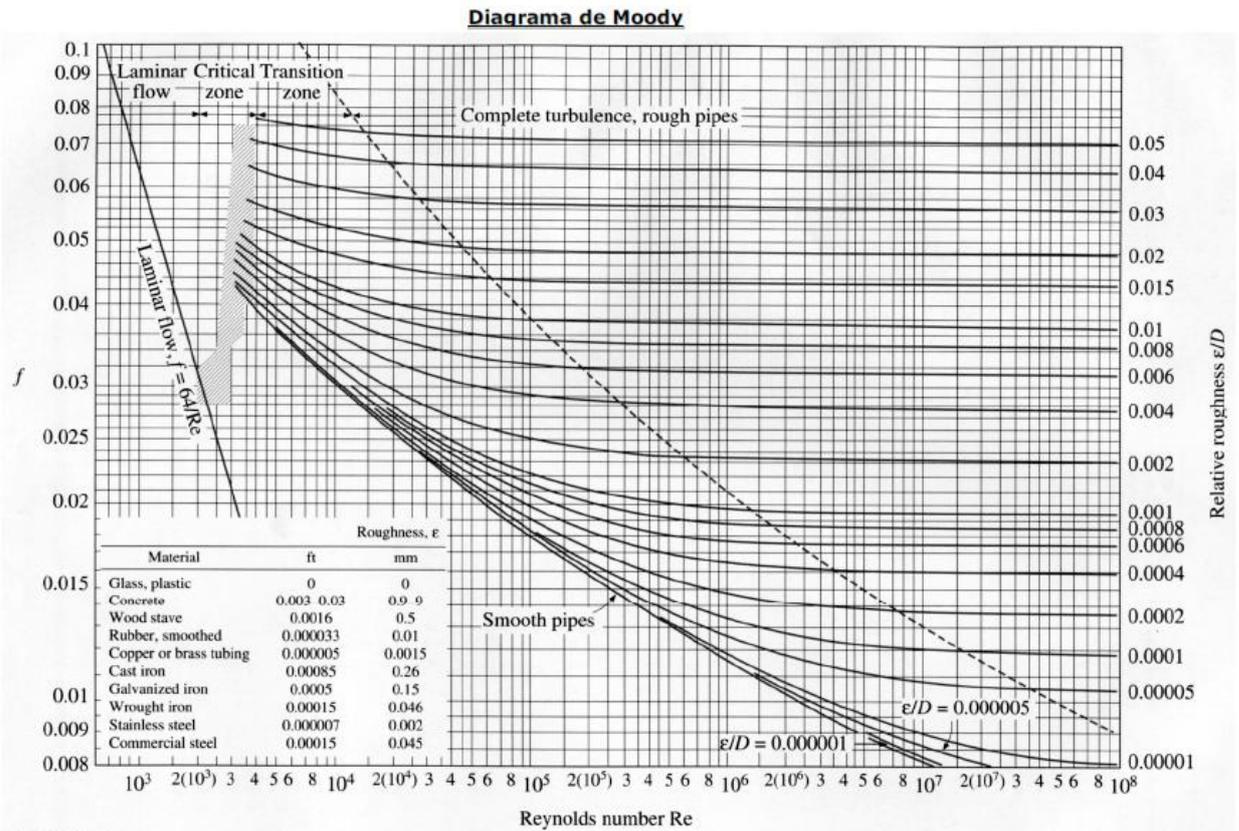


Tabla 4 – Dimensiones de cañerías

DIMENSIONES Y PESOS TEORICOS - TUBOS ASTM A-53																			
DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	ESPEORES NOMINALES Y PESOS																	
		NUMERO DE "SCHEDULE" (CEDULA)																	
		20		30		40		60		80		100		120		140		160	
PULG	mm	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m	mm	Kg/m
1/8	10,30					1,73	0,36			2,41	0,46								
1/4	13,70					2,24	0,63			3,02	0,89								
3/8	17,10					2,31	0,85			3,20	1,10								
1/2	21,30					2,77	1,26			3,73	1,62							4,78	1,95
3/4	26,70					2,87	1,68			3,91	2,19							5,56	2,89
1	33,40					3,38	2,50			4,55	3,23							6,35	4,23
1 1/4	42,20					3,56	3,38			4,85	4,46							6,35	5,60
1 1/2	48,30					3,68	4,05			5,08	5,40							7,14	7,23
2	60,30					3,91	5,43			5,54	7,47							8,74	11,10
2 1/2	73,00					5,16	8,62			7,01	11,40							9,52	14,90
3	88,90					5,49	11,28			7,62	15,25							11,13	21,30
3 1/2	101,60					5,74	13,56			8,08	18,62								
4	114,30					6,02	16,06			8,56	22,29			11,13	28,25			13,49	33,51
5	141,30					6,55	21,76			9,52	30,92			12,70	40,24			15,88	49,05
6	168,30					7,11	28,23			10,97	42,52			14,27	54,20			18,26	67,47
8	219,10	6,35	33,28	7,04	36,76	8,18	42,49	10,31	53,07	12,70	64,57	15,09	75,79	18,26	90,32	20,62	100,89	23,01	111,18
10	273,00	6,35	41,73	7,80	50,96	9,27	60,24	12,70	81,50	15,09	95,80	18,26	114,50	21,40	132,70	25,40	155,00	23,60	172,10
12	323,80	6,35	49,68	8,38	65,14	10,31	79,70	14,30	109,00	17,48	132,00	21,40	159,50	25,40	186,70	28,60	207,90	33,30	238,50
14	355,60	7,92	68,00	9,52	81,20	11,10	94,30	15,10	126,40	19,00	157,90	23,80	194,50	27,80	224,20	31,80	253,30	35,70	281,40
16	406,40	7,92	77,90	9,52	93,10	12,70	123,20	16,70	160,00	21,40	203,10	26,20	245,30	30,40	286,10	36,50	332,60	40,50	364,80
18	457,20	7,92	87,80	11,11	122,10	14,30	155,90	19,00	205,60	23,80	254,10	29,40	309,50	34,90	363,30	39,70	408,10	45,20	459,10
20	508,00	9,52	117,00	12,70	155,00	15,10	182,90	26,60	247,60	26,20	310,80	32,50	381,10	38,10	441,00	44,40	507,60	60,00	564,00
24	609,60	9,52	140,80	14,30	209,50	17,40	254,70	24,60	354,30	30,90	441,00	38,90	546,70	46,00	639,00	52,40	719,00	59,50	806,50
30	762,00	12,70	234,40	15,90	291,60														

## **ANEXO II**

### **Fichas técnicas de productos**



# SpectraGuard™ SC

CONCENTRATED, LIQUID REVERSE OSMOSIS ANTISCALANT

SpectraGuard™ SC antiscalant/dispersant is a high performance chemical pretreatment that controls inorganic salts, metal hydroxides, and colloids in RO feedwater. Its unique performance characteristics provide users with more complete control of system feed water chemistry, reducing membrane fouling and minimizing cleaning requirements. SpectraGuard™ SC is compatible with all membrane types and system components.

## Benefits

- 11x SuperConcentrate (SC) significantly reduces freight and inventory requirements
- Phosphate-free formula reduces negative impact on the environment
- Stable molecular structure maintains integrity in high pH, high temperature and high salinity applications
- Carries the following drinking water approvals: NSF, Kosher, DWI, and Halal

## Uses

- Control of calcium carbonate, calcium sulfate, barium sulfate, calcium fluoride, silica, and hydroxides of iron and aluminum
- Can be blended with other pretreatment formulations from Professional Water Technologies™ to reduce chemical dosing equipment

## Specifications

Appearance	Clear liquid
pH	2.0 – 2.5
Density (kg/liter)	1.18 – 1.20

## Packaging

Pail: 5 gallon/18.9 liter  
Drum: 55 gallon/208 liter

Tote: 275 gallon/1,040 liter  
Bulk: available upon request

*For special packaging options, please contact PWT or your local distributor.*



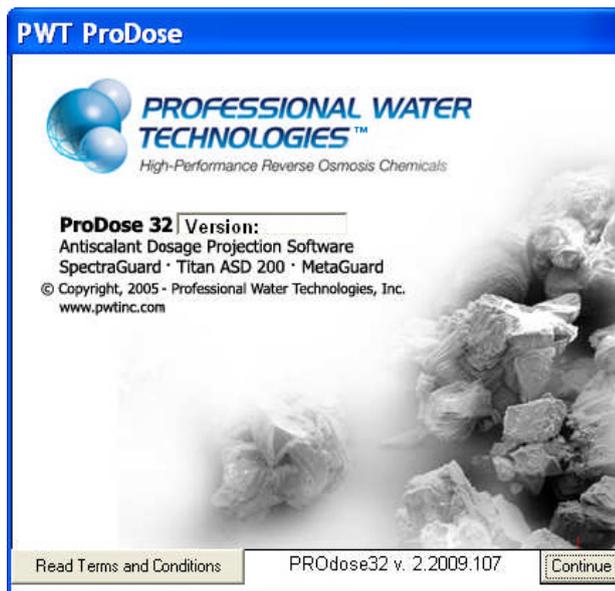


# SpectraGuard™ SC

CONCENTRATED, LIQUID REVERSE OSMOSIS ANTISCALANT

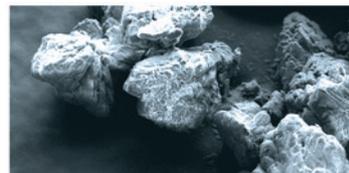
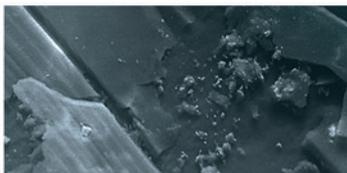
## General Mixing & Application Instructions for SpectraGuard™ SC

1. Typical dose rates are 2.0 to 6.0 mg/l (for 10% solution strength of SpectraGuard™ SC).
2. Call Professional Water Technologies or your local distributor for custom chemical dosing report.



## Company Overview

Founded in 1996, Professional Water Technologies™ develops industry leading products and services for maintaining and operating industrial, commercial, and municipal reverse osmosis and MF/UF systems. With efficiency and high performance behind everything we do, Professional Water Technologies™ solutions surpass our client's expectations by maximizing the operating efficiency, economy, and longevity of their systems. Solutions include super-concentrated phosphate-free antiscalants, membrane cleaners, membrane forensics services, and more.



# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

## 1. Identificación

**Identificador del producto SGA/GHS [Sistema Globalmente Armonizado]:** Therminol® VP1 Heat Transfer Fluid

**Núm. de producto:** 34152-00, P3415201, P3415204, P3415205, P3415203, P3415202, P3415200, E3415201

### Usos recomendados del producto químico y restricciones para su uso

**Uso recomendado:** Fluidos portadores de calor

**Restricciones recomendadas:** Ningunos conocidos/Ninguna conocida.

### Información sobre el proveedor

#### Proveedor

Nombre de la empresa: Eastman Chemical Argentina S.R.L.  
Dirección: Montevideo 825 - floor 12th  
C1019ABQ. Ciudad Autónoma de Buenos Aires,  
Argentina  
teléfono: 54 11 4320 6800

#### Fabricante

Nombre de la empresa: Eastman Chemical Company  
Dirección: 200 South Wilcox Drive  
Kingsport, TN37660-5280  
US  
teléfono: +14232292000

**Teléfono de emergencia:** CHEMTREC Argentina +(54)-1159839431  
CHEMTREC International+1 703-741-5970

Visite nuestro website en [www.EASTMAN.com](http://www.EASTMAN.com) ([emnmsds@eastman.com](mailto:emnmsds@eastman.com)).

## 2. Identificación de peligros

### Clasificación de la sustancia o de la mezcla:

#### Peligros para la Salud

Toxicidad aguda (Ingestión)	Categoría 5
Toxicidad aguda (inhalación)	Categoría 4
Corrosión/Irritación Cutáneas	Categoría 2
Lesiones Oculares Graves/Irritación Ocular	Categoría 2B
Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana- Exposición Única (inhalación)	Categoría 3

#### Peligros para el Medio Ambiente

Peligros agudos para el medio ambiente acuático	Categoría 2
Peligros crónicos para el medio ambiente acuático	Categoría 2

**Elementos SGA/GHS [Sistema Globalmente Armonizado] de la etiqueta, incluyendo declaraciones de precaución:**

**Símbolo de Peligro:**



**Palabra de Advertencia** Atención

**Indicación de Peligro:** Puede ser nocivo en caso de ingestión.  
 Provoca irritación cutánea.  
 Provoca irritación ocular.  
 Nocivo en caso de inhalación.  
 Puede irritar las vías respiratorias.  
 Tóxico para los organismos acuáticos.  
 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

**Consejos de Prudencia**

**Prevención:** Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. Lavarse las manos concienzudamente tras la manipulación. Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado. Evitar su liberación al medio ambiente. Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

**Respuesta:** EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con agua y jabón abundantes. EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. Llamar a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA/médico en caso de malestar. En caso de irritación cutánea: Consultar a un médico. Si persiste la irritación ocular: Consultar a un médico. Quitar las prendas contaminadas. Recoger el vertido.

**Almacenamiento:** Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente. Guardar bajo llave.

**Eliminación:** Eliminar el contenido/el recipiente en una instalación de tratamiento y eliminación de desechos apropiada de conformidad con las leyes y reglamentos aplicables y con las características del producto en el momento de la eliminación.

**Otros peligros que no dan lugar a clasificación:** Peligro por aspiración en caso de ingestión: puede introducirse en los pulmones y ocasionar daños. Peligro de quemadura térmica - el contacto con material caliente puede provocar quemaduras térmicas.

**3. Composición/información sobre los componentes**

**Mezcla**

Determinación química	Número CAS	Contenido en porcentaje (%)
Benceno, 1,1'-oxibis -	No. CAS: 101-84-8	73,5%
Bifenilo; difenilo	No. CAS: 92-52-4	26,5%

\* Todas las concentraciones están en porcentaje en peso a menos que el ingrediente sea un gas. Las concentraciones de gases

están en porcentaje en volumen.

#### 4. Primeros auxilios

**Información general:** Obtenga atención médica en caso de síntomas. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio. Si la respiración es dificultosa, dar oxígeno. Si no respira, administre respiración artificial. Coloque a la persona inconsciente acostada de lado en posición de recuperación para que pueda respirar. Las personas que han inhalado vapores o humo deben ser puestas en observación médica durante al menos 48 horas debido a la manifestación retardada de los síntomas de la intoxicación.

#### Descripción de las medidas de primeros auxilios necesarias

**Ingestión:** Después de tragar aclararse la boca con agua (sólo si la persona está consciente). Llamar inmediatamente al médico o al centro toxicológico. NO provocar el vómito. Nunca se debe dar líquido a una persona inconsciente. Proporcionar aire fresco, calor moderado y reposo. Poner la persona en posición vertical, cómoda, y sentada. Aflojar todo lo que pudiera estar apretado, como el cuello de una camisa, una corbata, un cinturón. En caso de vómito, colocar la cabeza a un nivel más bajo que el estómago para evitar que el vómito entre en los pulmones.

**Inhalación:** Respire aire fresco y manténgase quieto. El oxígeno puede ser necesario si hay dificultades respiratorias. Consultar al médico sobre recomendación específica. Las personas que han inhalado vapores o humo deben ser puestas en observación médica durante al menos 48 horas debido a la manifestación retardada de los síntomas de la intoxicación.

**Contacto con la Piel:** Enjuague inmediatamente la piel con abundante agua durante por lo menos 15 minutos y quite la ropa y los zapatos contaminados. En caso de irritación cutánea: Consultar a un médico. Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas. Destruya o limpie cuidadosamente los zapatos contaminados.

**Contacto con los ojos:** Enjuagar inmediatamente los ojos con agua abundante durante por los menos 15 minutos. Si resulta fácil, quitar las lentes de contacto. Obtenga atención médica en caso de síntomas.

#### Los síntomas y efectos más importantes, tanto los agudos como los retardados

**Síntomas:** Puede irritar la piel y los ojos. Puede irritar las vías respiratorias. Riesgo de neumonía química después de la aspiración. El contacto con material caliente puede causar quemaduras térmicas que a su vez causen una lesión permanente.

**Riesgos:** La ingestión puede causar vómitos; se debe evitar la aspiración del vómito en los pulmones (entra al inhalar el aire), ya que aún pequeñas cantidades pueden causar neumonitis por aspiración.

#### Indicación de asistencia médica inmediata y tratamiento especial necesario

#### Información médica

**Tratamiento:** En caso de ingestión: No inducir el vómito. Si el vómito se presenta, la cabeza debe colocarse en una posición más baja que el estómago para evitar que el vómito penetre en los pulmones. Las personas que han inhalado vapores o humo deben ser puestas en observación médica durante al menos 48 horas debido a la manifestación retardada de los síntomas de la intoxicación.

**5. Medidas de lucha contra incendios**

**Medios de extinción adecuados (y no adecuados)**

**Medios de extinción apropiados:** Agua pulverizada, espuma, polvo seco o dióxido de carbono.

**Medios de extinción no apropiados:** Evitar chorros directos de agua de la manguera, porque puede esparcir y extender el incendio.

**Peligros específicos derivados de la sustancia química:** Puede prenderse fuego a temperaturas altas. En caso de incendio se pueden formar gases nocivos. Riesgo de neumonía química después de la aspiración. Productos de combustión peligrosos : dióxido de carbono, monóxido de carbono , Hollín .

**Medidas especiales de protección para el personal de lucha contra incendios**

**Medidas especiales de lucha contra incendios:** En caso de incendio: Evacuar la zona. Mover los recipientes del área del incendio, sin exponerse a riesgos. Use agua nebulizada para mantener refrigerados los contenedores expuestos al fuego. Evite que los productos utilizados para controlar el fuego o diluir el material fugado se desparramen y entren en contacto con corrientes de agua, sistema de alcantarillado o suministro de agua potable. Deben eliminarse los residuos de los incendios y el agua contaminada durante la extinción del incendio de acuerdo con las normativas locales.

**Equipos de protección especial que debe llevar el personal de lucha contra incendios:** Use aparato respiratorio autónomo y traje de protección completo en caso de incendio.

**6. Medidas en caso de liberación accidental**

**Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia:** No debe realizarse acción alguna que suponga un riesgo personal o sin una formación adecuada. Mantener alejado al personal no autorizado. Ventilar los espacios cerrados antes de entrar. Evite la inhalación de vapores y neblinas. Use equipo protector personal adecuado. Consulte la sección 8 de la FDS sobre equipo de protección personal. Precaución: Las superficies contaminadas pueden quedar resbaladizas. No toque los recipientes dañados o el material derramado a menos que esté usando ropa protectora adecuada.

**Precauciones Relativas al Medio Ambiente:** Impedir nuevos escapes o derrames de forma segura. Cantidades vertidas limpiar y evacuar los residuos seguramente. Impida que los vertidos penetren a las corrientes de agua o alcantarillados, o que contaminen los suelos o la vegetación. Si esto no es posible, notifique a la policía y a las autoridades apropiadas inmediatamente.

**Métodos y material de contención y de limpieza:**

Derrames líquidos pequeños: Utilice material incombustible como vermiculita, arena o tierra para absorber el producto y colóquelo en un recipiente para su eliminación posterior. Derrames grandes: Colocar diques para su eliminación posterior. Recoger los derrames en recipientes, sellar bien y enviar para su eliminación de acuerdo con los reglamentos locales. Si no, absorber los derrames con vermiculita u otro material inerte colocándolos luego en un contenedor para residuos químicos. Limpie cuidadosamente la superficie para eliminar los restos de contaminación. Evite que las aguas residuales entren en las cunetas, alcantarillados o vías fluviales. Para información sobre la eliminación, véase la sección 13.

**7. Manipulación y almacenamiento****Precauciones para una manipulación segura**

No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad. Manejar el producto solamente en sistema cerrado o instalar la ventilación extractora adecuada en la maquinaria. Evite calor, chispas, llamas abiertas y otras fuentes de ignición. Debe haber una botella para enjuagar los ojos en el lugar de trabajo. Use equipo protector personal adecuado. Consulte la sección 8 de la FDS sobre equipo de protección personal. No probar o tragar. No respire neblina o vapores del material calentado. En caso de ventilación insuficiente: Utilice un equipo respiratorio adecuado. Evite que el producto entre en los ojos y evite el contacto con la piel y la ropa. Inmediatamente lavarse la piel con agua y jabón, si llega a ser contaminada. Quitar y lavar las ropas contaminadas antes de volver a utilizarlas. Destruya o limpie cuidadosamente los zapatos contaminados. Vaciar o sacar la sustancia antes de abrir o mantenimiento del equipamiento. Manéjese conforme a buenas prácticas de salud e higiene industrial. Consultar también en la Sección 8 la información adicional sobre medidas higiénicas.

**Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades:**

Guárdese en un lugar fresco y seco sin exposición a la luz solar directa. Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado. Guardar en posición vertical. Guardar en el recipiente original. Guardar bajo llave. Consérvese alejado de materiales incompatibles. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. Almacenar conforme a las normativas locales/regionales/nacionales/internacionales.

**8. Control de exposición/protección individual**

**Parámetros de Control**

**Valores Límite de Exposición Profesional**

Los límites específicos de la exposición del país no se han establecido ni son aplicables a menos que estén enumerados abajo.

Determinación química	tipo	Valores Límite de Exposición	Fuente
Benceno, 1,1'-oxibis -	CMP	1 ppm	Ley Nacional 19587: Establece las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo y Decreto Nacional 351/79: Reglamenta La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Artículo 61, Anexo III, Concentraciones Máximas Permisibles (2003)
Benceno, 1,1'-oxibis -	CMP CPT	2 ppm	Ley Nacional 19587: Establece las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo y Decreto Nacional 351/79: Reglamenta La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Artículo 61, Anexo III, Concentraciones Máximas Permisibles (2003)
Bifenilo; difenilo	CMP	0,2 ppm	Ley Nacional 19587: Establece las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo y Decreto Nacional 351/79: Reglamenta La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Artículo 61, Anexo III, Concentraciones Máximas Permisibles (2003)

**Valor Límite Biológico**

No se asignaron límites de exposición a ninguno de los componentes.

**Controles Técnicos  
Apropiados**

Se recomienda cambiar diez veces por hora el volumen de aire del lugar de trabajo. Adapte la ventilación a las condiciones de uso. Si recintos aplicables, del uso, ventilación de extractor local, u otros controles de la ingeniería para mantener niveles aerotransportados debajo de límites recomendados de la exposición. Si los límites de la exposición no se han establecido, mantenga los niveles aerotransportados a un nivel aceptable.

**Medidas de protección individual, tales como equipos de protección personal**

**Protección de los ojos/la cara:**

Equipo protector ocular que cumpla con las normas aprobadas debe ser usado cuando una evaluación del riesgo indique que es necesario para evitar toda exposición a salpicaduras del líquido, lloviznas, gases o polvos. Recomendaciones: Use gafas de seguridad con protectores laterales (o antiparras). Usar gafas de seguridad con máscara completa (visera) cuando hay riesgo de salpicadura.

**Protección Cutánea**

**Protección de las Manos:** Es una buena práctica de higiene industrial minimizar el contacto con la piel. Si es probable que el contacto sea prolongado o repetido, se recomienda usar guantes resistentes a productos químicos. Si el contacto con los antebrazos es probable, use guantes tipo manopla. Póngase en contacto con el fabricante de los guantes para obtener asesoramiento específico en relación con la selección de guantes y los tiempos de paso en sus condiciones de uso. Después de la contaminación con el producto, cambiar los guantes inmediatamente y desechar de acuerdo a las normativas nacionales y locales. En caso de calentamiento del material, use guantes para protegerse contra las quemaduras térmicas.

**Otros:** Antes de utilizar este producto se debe seleccionar equipo protector personal para el cuerpo basándose en la tarea a ejecutar y los riesgos involucrados y debe ser aprobado por un especialista. Recomendaciones: Delantal u otra ropa protectora ligera y botas. Si es probable el contacto prolongado o repetido, se recomienda ropa resistente a productos químicos. Inmediatamente quitarse cualquier ropa permeable que llegue a ser mojada o contaminada.

**Protección Respiratoria:** Use un respirador con filtro de partículas que esté ajustado apropiadamente y que cumpla con las normas aprobadas si una evaluación del riesgo indica que es necesario. La selección, el uso y el mantenimiento de respiradores deben ser conformes a los requisitos normativos que puedan ser aplicables. Si los controles de ingeniería no mantienen las concentraciones en el aire por debajo de los límites de exposición recomendados (cuando proceda) o a un nivel aceptable (en países donde no se hayan establecido límites de exposición), ha de utilizarse un respirador aprobado. Recomendaciones: Utilice un equipo respiratorio adecuado con filtro antipartículas, tipo P2.

**Medidas de higiene:** Manéjese conforme a buenas prácticas de salud e higiene industrial. Prohibido comer, beber y fumar durante la utilización del producto. Lavarse al terminar cada turno de trabajo y antes de comer o fumar, y antes de usar el baño. Las prendas de trabajo contaminadas no podrán sacarse del lugar de trabajo. Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.

## 9. Propiedades físicas y químicas

### Aspecto

<b>Forma/estado:</b>	Líquido
<b>Forma/Figura:</b>	Líquido claro
<b>Color:</b>	Incoloro
<b>Olor:</b>	Característico
<b>Umbral de olor:</b>	No hay datos disponibles.
<b>pH:</b>	No hay datos disponibles.
<b>Punto de fusión / Punto de congelación:</b>	12 °C
<b>Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición:</b>	257 °C (1.013 hPa)
<b>Punto de inflamación:</b>	110 °C (Copa Cerrada Pensky-Martens) 124 °C (taza abierta Cleveland)
<b>Tasa de evaporación:</b>	No hay datos disponibles.
<b>Inflamabilidad (sólido, gas):</b>	no aplicable
<b>Límites superior/inferior de inflamabilidad o de explosividad</b>	
<b>Límite superior de inflamabilidad (LSI)</b>	No hay datos disponibles.

(%):	
<b>Límite inferior de inflamabilidad (LII)</b>	No hay datos disponibles.
(%):	
<b>Límite superior de explosividad (%)</b> :	No hay datos disponibles.
<b>Límite inferior de explosividad (%)</b> :	No hay datos disponibles.
<b>Presión de vapor:</b>	No hay datos disponibles.
<b>Densidad del vapor:</b>	No hay datos disponibles.
<b>Densidad relativa:</b>	1,06 (25 °C)
<b>Solubilidad(es)</b>	
<b>Solubilidad en agua:</b>	0,025 g/l
<b>Solubilidad (otra):</b>	No hay datos disponibles.
<b>Coefficiente de reparto (n-octanol/agua):</b>	no aplicable
<b>Temperatura de autoignición:</b>	621 °C (ASTM D2155)
<b>Temperatura de descomposición:</b>	No hay datos disponibles.
<b>Viscosidad:</b>	2,48 mm <sup>2</sup> /s (40 °C)   0,99 mm <sup>2</sup> /s (100 °C)
<b>OTRA INFORMACIÓN</b>	
<b>Propiedades explosivas:</b>	No clasificado.
<b>Propiedades comburentes:</b>	No clasificado.

## 10. Estabilidad y reactividad

<b>Reactividad:</b>	El material es estable bajo condiciones normales.
<b>Estabilidad Química:</b>	El material es estable bajo condiciones normales.
<b>Posibilidad de Reacciones Peligrosas:</b>	Ningunos en circunstancias normales.
<b>Condiciones que Deben Evitarse:</b>	Calentamiento al aire. Calor, chispas, llamas.
<b>Materiales Incompatibles:</b>	Agentes oxidantes fuertes
<b>Productos de Descomposición Peligrosos:</b>	Desprende humo y vapores acres cuando se calienta hasta la descomposición.

## 11. Información toxicológica

### Información sobre posibles vías de exposición

<b>Inhalación:</b>	Puede irritar el sistema respiratorio. Puede ser nocivo en caso de inhalación.
<b>Ingestión:</b>	Si el producto entra en contacto con los pulmones por ingestión o vómito, puede provocar una seria neumonía químicamente inducida. Puede ser nocivo en caso de ingestión.
<b>Contacto con la Piel:</b>	Puede causar irritación.
<b>Contacto con los ojos:</b>	Puede irritar los ojos.

### Síntomas relacionados a las características físicas, químicas y toxicológicas

**Síntomas:** Puede irritar la piel y los ojos. Puede irritar las vías respiratorias. Riesgo de neumonía química después de la aspiración. El contacto con material caliente puede causar quemaduras térmicas que a su vez causen una lesión permanente.

### Información sobre los efectos toxicológicos

#### Ingestión

**Producto:** Oral DL-50: (Rata): 2.050 mg/kg No clasificado.

#### Contacto dermal

**Producto:** Dérmica DL-50: (conejo): > 5.010 mg/kg  
No clasificado.

#### Inhalación

**Producto:** Polvos, nieblas y humos: LC50 (Rata, Masculino y Femenino, 4 h): 2,66 mg/l (, GLP)  
Nocivo en caso de inhalación.

#### Toxicidad por dosis repetidas

**Producto:** NOAEC (rata(Masculino y Femenino), Estudio de inhalación.): 0,051 mg/l  
LOAEL (Nivel con mínimo efecto adverso observado) (Rata, por cebadura): 500 mg/l

#### Corrosión/Irritación Cutáneas

**Producto:** (Conejo, 24 h): ligero

#### Lesiones Oculares Graves/Irritación Ocular

**Producto:** (Conejo, 24 h): ligera a moderada irritación

#### Sensibilización de la Piel o Respiratoria

**Producto:** No hay datos disponibles.

#### Lea las instrucciones antes de cualquier manipulación.:

Benceno, 1,1'-oxibis - Sensibilización De la Piel, OECD 406: Sensibilización conejillo de indias (conejillo de indias): No sensibilizador  
Experiencia humana., Human Repeat Insult Patch Test (HRIPT) (humano): No sensibilizador

Bifenilo; difenilo OECD 406: Sensibilización conejillo de indias (conejillo de indias): No sensibilizador

#### Carcinogenicidad

**Producto:** No hay datos disponibles.

#### Lea las instrucciones antes de cualquier manipulación.:

Bifenilo; difenilo Rata, Masculino y Femenino: Ingestión ; Ensayo OCDE n.º 453: Estudios combinados de toxicidad crónica y carcinogenicidad Juicio de expertos y determinación del peso de las pruebas: No está clasificado

#### Toxicidad para la reproducción

**Producto:** No hay datos disponibles.

#### Lea las instrucciones antes de cualquier manipulación.:

Bifenilo; difenilo (Rata, Masculino y Femenino); NOAEL (Nivel sin efecto adverso observado): 40 mg/kg; NOAEL (Nivel sin efecto adverso observado): 40 mg/kg; NOAEL (Nivel sin efecto adverso observado): 40 mg/kg; Ingestión; Observaciones: No hay evidencia que indique un potencial de efectos adversos sobre la reproducción en humanos.

### Desarrollo defectuoso

**Producto:** Rata; NOAEL (Nivel sin efecto adverso observado): 500 mg/kg; NOAEL (Nivel sin efecto adverso observado): < 50 mg/l; cebadura (oral); Prueba OCDE N° 414: Estudio de toxicidad para el desarrollo prenatal; Observaciones: Convinciente, pero no lo suficiente para su clasificación

### Mutagenicidad en Células Germinales

#### En vitro

**Producto:** Ensayo con salmonella typhimurium (prueba de Ames) (Bacterial Reverse Mutation Assay): negativo Convinciente, pero no lo suficiente para su clasificación  
aberración de los cromosomas (In vitro Mammalian Chromosome Aberration Test): negativo Convinciente, pero no lo suficiente para su clasificación

#### En vivo

**Producto:** Prueba de micronúcleos en eritrocitos de mamíferos (Prueba de micronúcleos en eritrocitos de mamíferos) (Ratón): negativo

### Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana - Exposición Única

**Producto:** Inhalación: Irrita las vías respiratorias.

### Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana - Exposiciones Repetidas

**Producto:** Ingestión: No clasificado.

### Peligro por Aspiración

**Producto:** Si el producto entra en contacto con los pulmones por ingestión o vómito, puede provocar una seria neumonía químicamente inducida. No clasificado.

**Otros síntomas:** No hay datos disponibles.

## 12. Información ecológica

### Ecotoxicidad:

#### Peligros agudos para el medio ambiente acuático

##### Pez

**Producto:** LC-50 (Oncorhynchus mykiss, 96 h): 7,6 mg/l

##### Invertebrados Acuáticos

**Producto:** LC-50 (Daphnia magna, 48 h): 2,4 mg/l

#### Peligros crónicos para el medio ambiente acuático

##### Pez

**Producto:** No hay datos disponibles.

#### Lea las instrucciones antes de cualquier manipulación.:

Bifenilo; difenilo NOEC (Oncorhynchus mykiss, 96 d): 0,229 mg/l

##### Invertebrados Acuáticos

**Producto:** No hay datos disponibles.

#### Lea las instrucciones antes de cualquier manipulación.:

Bifenilo; difenilo NOEC (Daphnia magna, 21 d): 0,17 mg/l

**Toxicidad para plantas acuáticas**

**Producto:** EC-50 (Selenastrum capricornutum, 72 h): 1,3 mg/l

**Persistencia y Degradabilidad****Biodegradable**

**Producto:** Intrínsecamente biodegradable

**Relación DBO/DQO**

**Producto:** No hay datos disponibles.

**Potencial de Bioacumulación****Factor de Bioconcentración (BCF)**

**Producto:** No hay datos disponibles.

**Lea las instrucciones antes de cualquier manipulación.:**

Benceno, 1,1'-oxibis - Carpa común, Factor de Bioconcentración (BCF): 49 - 594 (OECD Guideline Test No. 305)

Trucha Arcoiris, Factor de Bioconcentración (BCF): 196

Bifenilo; difenilo Factor de Bioconcentración (BCF): 1.900

**Coefficiente de Partición n-octanol/agua (log Kow)**

**Producto:** Log Kow: no aplicable

**Movilidad en el Suelo:** No hay datos disponibles.

**Distribución conocida o previsible entre los diferentes compartimentos ambientales**

Benceno, 1,1'-oxibis - Log Koc - Log Koc: 3,3 (medido)

Bifenilo; difenilo Log Koc - Log Koc: 3,19 (Ensayo OCDE n.º 106: Adsorción/Desorción según un método de equilibrio por lotes)

**Otros Efectos Adversos:** No hay datos disponibles.

**13. Consideraciones relativas a la eliminación**

**Información general:** Se debe evitar o minimizar la generación de desechos cuando sea posible. Eliminar los desperdicios y residuos de conformidad con la normativa promulgada por las autoridades locales.

**Métodos de eliminación:** Recuperar y regenerar o recircular, de ser posible. Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos. Elimine el residuo en una instalación adecuada de tratamiento y eliminación de acuerdo con las leyes y reglamentos correspondientes y características del producto en el momento de la eliminación. No verter los residuos al desagüe, al suelo ni a las corrientes de agua. Los recipientes vacíos pueden contener restos de producto, por lo que han de observarse las advertencias de la etiqueta incluso después de vaciarse el recipiente. Recicle los tambores vacíos en una instalación adecuada, de acuerdo con las leyes y reglamentos correspondientes y características del producto en el momento de la eliminación. Asegúrese de que los tambores están sellados herméticamente.

**14. Información sobre el transporte****IMDG**

A. Número ONU:	UN 3082
B. Designación oficial de transporte:	ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, LIQUID, N.O.S.(difenil éter, bifenilo)
C. Clase de riesgo:	9
D. Grupo de embalaje (si es aplicable):	III
EmS No.:	F-A, S-F
E. Contaminante marino:	difenilo
F. Precauciones especiales, de las que el usuario debe ser consciente, o necesidades y métodos de transporte:	—

**IATA**

A. Número ONU:	UN 3082
B. Designación oficial de transporte:	Environmentally hazardous substance, liquid, n.o.s.(difenil éter, bifenilo)
C. Clase de riesgo:	9
D. Grupo de Embalaje:	III
F. Precauciones especiales, de las que el usuario debe ser consciente, o necesidades y métodos de transporte:	—

**15. Información reglamentaria****Reglamentos internacionales****Protocolo de Montreal**

No regulado

**Convención de Estocolmo**

No regulado

**Convención de Rotterdam**

No regulado

**Protocolo de Kioto**

No regulado

**16. Otra información, como fecha de preparación o última revisión**

Fecha de Emisión: 2015/09/08

Fecha de Revisión:

Versión #: 2.0

**Fuente de información:** [www.therminol.com/products/](http://www.therminol.com/products/)

**Información Adicional:** No hay datos disponibles.

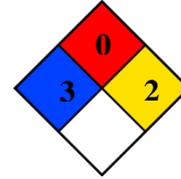
**Exención de responsabilidad:** Se proporciona esta información sin ninguna garantía. Se cree que la información es correcta. Esta información debe usarse para hacer una determinación independiente de los métodos para proteger a los trabajadores y el medio ambiente.

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: **ACIDO SULFURICO**  
Fecha de Revisión: Agosto 2014. Revisión N°3



ONU.  
UN:1832



NFPA

### SECCION 1 : IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

#### PRODUCTO

**Nombre Químico:** ACIDO SULFURICO – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
**Número CAS:** 7664-93-9  
**Sinónimos:** Acido de vitriolo, Acido fertilizante, Sulfato de Hidrogeno, Acido de batería.

**COMPAÑÍA:** GTM

#### Teléfonos de Emergencia

México : +55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00  
Guatemala: +502 66285858  
El Salvador: +503 22517700  
Honduras: +504 2540 2520  
Nicaragua: +505 2269 0361 – Toxicología MINSAs: +505 22897395  
Costa Rica: +506 25370010 – Emergencias 9-1-1. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028  
Panamá: +507 5126182 – Emergencias 9-1-1  
Colombia: +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)  
Perú: +511614 65 00  
Ecuador: +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1  
Argentina +54 115031 1774

### SECCION 2 : COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

H ACIDO SULFURICO 7664-93-9 98% Acido Puro

### SECCION 3 : IDENTIFICACION DE PELIGROS

**Clasificación ONU:** Clase 8, Corrosivo  
**Clasificación NFPA:** Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Reactividad: 2

## EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

### Por exposición aguda:

**Inhalación:** Es picante, produce irritación de la garganta, ojos, nariz, insuficiencia respiratoria, edema pulmonar con posibles severas consecuencias.

**Ingestión:** Es corrosivo, puede provocar quemaduras de la boca y traquea, perforación del esófago o estomago, erosión de los dientes, náuseas y vómito, erosión de los tejidos sanguíneos y posible muerte.

**Contacto con los ojos:** Es altamente corrosivo, puede provocar enrojecimiento, ardor, visión borrosa y quemaduras severas que resultan en shock y colapso.

**Contacto con la piel:** (contacto y absorción) Es corrosivo, produce enrojecimiento, ardor y quemaduras severas.

**Información Complementaria:** TLV/TWA: 1 mg/m<sup>3</sup>  
IDLH: 80 mg/m<sup>3</sup>.

## SECCION 4 : MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

**Contacto Ocular:** Lave bien los ojos inmediatamente con abundante agua al menos durante 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente. Busque atención médica inmediata.

**Contacto Dérmico:** Lave la piel inmediatamente con abundante agua por lo menos durante 15 minutos mientras se retira la ropa y zapatos contaminados. Busque atención médica inmediata.

**Inhalación:** Trasladar a la víctima al aire fresco. Si la respiración es difícil, suministrar oxígeno. (Precaución: la respiración boca a boca puede exponer al que la da, al contacto con la sustancia presente en los pulmones y vómito de la víctima). Buscar atención médica inmediata.

**Ingestión:** Administre grandes cantidades de agua si la víctima está consciente. No induzca al vómito. Busque atención médica inmediata.

## SECCION 5 : MEDIDAS PARA EXTINCION DE INCENDIOS

**Medio de extinción de incendios:** El ácido reacciona violentamente con agua. En caso de usarse aplicarla en forma de neblina de agua.

**Equipo de protección personal:** El equipo debe evitar cualquier posibilidad de contacto de este producto con los ojos o la piel. Esto incluye botas, careta, goggles y ropa resistente a ácidos. Evitar el posible contacto con vapores de alta concentración en el aire. Para concentraciones desconocidas (50mg/m<sup>3</sup>) usar equipo de aire autónomo, mascarilla, canister.

**Procedimientos y precauciones especiales en el combate de incendio:** Use equipo antiácido completo y protección respiratoria. Combátalo a distancia o desde lugares protegidos. Evite usar chorro de

agua directo (puede salpicar y reacciona violentamente). Sólo use agua para mantener fríos los contenedores cercanos al fuego. De ser posible evite que el líquido alcance drenajes, ríos, etc., formando diques de arena o tierra.

Condiciones que conducen a otro riesgo especial: Fuentes de ignición cercanas. Reacciona violentamente con agua y compuestos orgánicos generando calor.

Productos de la combustión nocivos para la salud: Vapores de combustión altamente tóxicos. Emite  $\text{SO}_2$  y  $\text{SO}_3$ . En contactos con metales genera  $\text{H}_2$ , el cual es altamente explosivo.

## SECCION 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

Proceda con precaución, restrinja el área cercana al derrame. Use equipo de protección personal. Conténgalo con diques, pueden ser de tierra o de arena, evitando que alcance drenajes, ríos, etc. Manténgase a favor del viento. No se toque directamente. Opere con equipo de protección personal completo (ropa antiácida y equipo de protección respiratoria). El contacto con metales produce gas hidrogeno, el cual es potencialmente inflamable y explosivo. Trasvase de ser posible para su posterior disposición o neutralícelo con cal u otro material alcalino, hágalo con precaución, puede reaccionar violentamente.

## SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacene en lugares frescos, manteniendo buena ventilación, sepárelo de combustibles o materiales reactivos, cloratos, fulminatos, nitratos, metales, explosivos. Es importante mantenerlo resguardado con diques de ladrillo antiácido; para contención se almacena en recipientes de acero al carbón. Use su equipo de protección respiratoria y ropa antiácido cuando opere con él. En caso de reparaciones en tanques de acero al carbón que hayan contenido ácido sulfúrico, efectuar la prueba de explosividad, usando el explosímetro especial para gas hidrógeno, ya que éste gas puede estar presente y causar explosión.

## SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

### EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

**Protección respiratoria:** Mascarilla para vapores ácidos / línea de aire respirable.

**Protección de los ojos y rostro:** Goggles, careta facial con lentes o capucha antiácida completa.

**Protección de la piel:** Guantes de neopreno o PVC.

**Otros:** Botas de hule, equipo completo antiácido. A concentraciones desconocidas o arriba de  $50 \text{ mg/m}^3$ , en caso de incendio, utilice equipo de respiración autónomo.

## SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Temperatura de Ebullición:	330 °C
Temperatura de Inflamación:	No es inflamable
Temperatura de Autoignición:	No aplica
Densidad relativa (agua = 1):	1.84
Densidad de vapor (aire = 1):	No registrado
Peso molecular:	98.1

Color:	Incoloro
Olor:	Irritante característico
Solubilidad en el agua:	Muy soluble
Presión de vapor (mm Hg) a 20 °C:	0.001 Puede emitir humos
Limites de inflamabilidad:	No es explosivo

Otros datos: Líquido viscoso, incoloro, higroscópico. Este ácido es un fuerte oxidante, reacciona violentamente con combustible. Cuando se disuelve en agua es un ácido fuerte que reacciona violentamente con las sustancias caústicas y es corrosivo. Reacciona con muchos metales formando gas inflamable (Hidrógeno). Reacciona violentamente con agua y compuestos orgánicos generando calor, ataca la ropa, madera y otros materiales (carbonizándolos).

### SECCION 10 : ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Sustancia:	Estable
Condiciones a Evitar:	Contacto con todos los metales, oxidantes, álcalis fuertes, cloratos, nitratos, acetocianhidrina, acetona y otros compuestos orgánicos.

### SECCION 11 : INFORMACION TOXICOLOGICA

TLV (como TWA): 1 mg/m<sup>3</sup> (ACGIH 1993-1994).  
TLV (como STEL): 3 mg/m<sup>3</sup> (ACGIH 1993-1994).

### SECCION 12 : INFORMACION ECOLOGICA

#### COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE

Movilidad o Dispersión:	Producto altamente soluble en agua.
Persistencia / Degradabilidad:	Producto mineral reactivo / no degradable
Bioacumulación:	No bioacumulable
Ecotoxicidad:	En general pH de 5 o menos es mortal.

### SECCION 13 :CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION

Tratamientos de residuos:	Tratar según legislación vigente
Eliminación de envases:	Lavar y descartar según legislación vigente

### SECCION 14 :INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

**ONU**  
**UN: 1832**  
**Corrosivo**

## SECCION 15 :INFORMACION REGLAMENTARIA

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa legal de:

México: NOM-018-ST5-2000

Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441

Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04

Costa Rica: Decreto Nº 28113-S

Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001

Colombia: NTC 445 22 de Julio de 1998

Ecuador: NTE INEN 2 266:200

## SECCION 16 :INFORMACION ADICIONAL

La información indicada en ésta Hoja de Seguridad fue recopilada y respaldada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es intencionada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

### **CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS DE VERSIÓN:**

Agosto 2014. Se actualizan las secciones 1, 15 y 16.

+400°C

# THERMINOL® VP-1 +350°C

Heat Transfer Fluids By

**SOLUTIA**™

Applied Chemistry, Creative Solutions

# VP-1

Vapour Phase  
Liquid Phase  
Heat Transfer Fluid

+300°C

+250°C

+200°C

# 12°C to

+150°C

+100°C

# 400°C

+50°C

+0°C

-50°C

-100°C



Therminol VP-1 liquid/vapour phase heat transfer fluid, is a stable, high temperature medium that delivers process heat at temperatures up to 400°C with reliability and precise control.

Therminol VP-1 is a eutectic mixture of 73.5% diphenyl oxide / 26.5% diphenyl, and as such can be used in existing liquid, or vapour phase systems, for top-up or replacement of heat transfer fluids of the same composition. Vapour phase operation is possible at temperature above 257°C.

## Heat Tracing System

Since Therminol VP-1 heat transfer fluid solidifies at 12°C, precautions must be taken to ensure lines do not freeze, particularly in outdoor installations. Heat tracing must be installed wherever lines run a danger of cooling below this point. All pipelines and equipment which may contain stagnant liquid should be traced, including all streams, vapour, drain and charge lines.

## Thermal Stability at 400°C

Thermal stability of a heat transfer is one of the most important considerations in the selection of a fluid for operation under specific heat transfer conditions. Therminol VP-1 has a reputation for outstanding stability in operation.

**Therminol VP-1 is based on raw materials of high purity produced by a first intent manufacturing process. This results in a reduced level of high boiler formation, superior thermal stability and benefits to the user in terms of extended fluid life and dependable trouble-free system operation.**

Therminol VP-1 is thermally stable and suitable for operation over long periods at bulk temperatures up to 370-400°C.

## Flammability

Although the DP/DPO eutectic can burn at elevated temperature, its chemical nature is such that its use as heat transfer medium in a properly designed and operated system does not normally constitute a serious fire or explosion hazard. Vapour freed into the air rapidly cools to below the fire point. High pressure mists, however, can form an explosive mixture with air.

## Typical Physical, Chemical and Thermal Properties of Therminol VP-1

Composition	Diphenyl oxide/diphenyl	
Appearance	Clear, sediment free liquid	
Max. bulk temperature	400°C	
Max. film temperature	430°C	
Kinematic viscosity @ 40°C	DIN 51562 - 1	2.48 mm <sup>2</sup> /s (cSt)
Density @ 15°C	DIN 51757	1068 kg/m <sup>3</sup>
Flash point	DIN EN 22719	110°C
	DIN 51376	124°C
Fire point	ISO 2592	127°C
Autoignition temperature	DIN 51794	621°C
Pour point	ISO 3016	12°C
Boiling point @ 1013 mbar	257°C	
Coefficient of thermal expansion	0.00097/°C	
Moisture content	DIN 51777 - 1	< 300 ppm
Total acidity	DIN 51558 - 1	< 0.2 mg KOH/g
Chlorine content	DIN 51577 - 3	< 10 ppm
Copper corrosion	EN ISO 2160	<< 1a
Average molecular weight	166	

Note: Values quoted are typical values obtained in the laboratory from production samples. Other samples might exhibit slightly different data. Specifications are subject to change. Write to Solutia for current sales specifications.

## Properties of Therminol VP-1 vs Temperatures - Liquid Phase

Temperature °C	Density kg/m³	Thermal Conductivity W/m.K	Heat Capacity kJ/kg.K	Viscosity		Vapour pressure (absolute) kPa*	Enthalpy kJ/kg	Latent Heat vap. kJ/kg
				Dynamic mPa.s	Kinematic mm²/s**			
12	1071	0,137	1,523	5,48	5,12	-	0	419,0
20	1064	0,136	1,546	4,29	4,03	-	12,3	414,7
30	1056	0,135	1,575	3,28	3,10	-	27,9	409,3
40	1048	0,134	1,604	2,60	2,48	-	43,8	403,9
50	1040	0,133	1,633	2,12	2,03	-	60,0	398,6
60	1032	0,132	1,662	1,761	1,707	-	76,4	393,3
70	1024	0,131	1,690	1,492	1,458	-	93,2	388,1
80	1015	0,130	1,719	1,284	1,265	-	110,3	382,9
90	1007	0,129	1,747	1,119	1,111	-	127,6	377,8
100	999	0,128	1,775	0,985	0,986	0,5	145,2	372,7
110	991	0,126	1,803	0,875	0,884	0,8	163,1	367,6
120	982	0,125	1,831	0,784	0,798	1	181,3	362,6
130	974	0,124	1,858	0,707	0,726	2	199,7	357,5
140	965	0,123	1,886	0,642	0,665	3	218,4	352,6
150	957	0,121	1,913	0,585	0,612	5	237,4	347,6
160	948	0,120	1,940	0,537	0,566	7	256,7	342,7
170	940	0,118	1,968	0,494	0,526	9	276,2	337,7
180	931	0,117	1,995	0,457	0,491	13	296,0	332,8
190	922	0,115	2,021	0,424	0,460	18	316,1	327,9
200	913	0,114	2,048	0,395	0,432	24	336,5	323,0
210	904	0,112	2,075	0,368	0,407	32	357,1	318,0
220	895	0,111	2,101	0,345	0,385	42	378,0	313,0
230	886	0,109	2,128	0,324	0,366	54	399,1	308,0
240	877	0,107	2,154	0,305	0,348	68	420,5	303,0
250	867	0,106	2,181	0,288	0,332	86	442,2	297,9
260	857	0,104	2,207	0,272	0,317	108	464,1	292,7
270	848	0,102	2,234	0,258	0,304	133	486,3	287,5
280	838	0,100	2,260	0,244	0,292	163	508,8	282,2
290	828	0,098	2,287	0,232	0,281	198	531,6	276,8
300	817	0,096	2,314	0,221	0,271	239	554,6	271,2
310	806	0,095	2,341	0,211	0,262	286	577,8	265,6
320	796	0,093	2,369	0,202	0,254	340	601,4	259,7
330	784	0,091	2,397	0,193	0,246	401	625,2	253,8
340	773	0,089	2,425	0,185	0,239	470	649,3	247,6
350	761	0,086	2,454	0,177	0,233	548	673,7	241,3
360	749	0,084	2,485	0,170	0,227	635	698,4	234,7
370	736	0,082	2,517	0,164	0,222	732	723,4	227,8
380	723	0,080	2,551	0,158	0,218	840	748,8	220,7
390	709	0,078	2,588	0,152	0,214	959	774,4	213,2
400	694	0,076	2,628	0,146	0,211	1090	800,5	205,3
410	679	0,073	2,674	0,141	0,208	1230	827,0	197,0
420	662	0,071	2,729	0,137	0,206	1390	854,0	188,0
425	654	0,070	2,760	0,134	0,205	1470	867,7	183,3

\* 1 bar = 100 kPa - \*\* 1 mm²/s = 1 cSt

Note: Values quoted are typical values obtained in the laboratory from production samples. Other samples might exhibit slightly different data. Specifications are subject to change. Write to Solutia for current sales specifications.

### Physical Property Formulae of Liquid

$$\text{Density (kg/m}^3\text{)} = - 0,90797 * T(^{\circ}\text{C}) + 0,00078116 * T^2(^{\circ}\text{C}) - 2,367 * 10^{-6} * T^3(^{\circ}\text{C}) + 1083,25$$

$$\text{Heat capacity ( kJ/kg.K)} = + 0,002414 * T(^{\circ}\text{C}) + 5,9591 * 10^{-6} * T^2(^{\circ}\text{C}) - 2,9879 * 10^{-8} * T^3(^{\circ}\text{C}) + 4,4172 * 10^{-11} * T^4(^{\circ}\text{C}) + 1,498$$

$$\text{Thermal Conductivity (W/m.K)} = - 8,19477 * 10^{-5} * T(^{\circ}\text{C}) - 1,92257 * 10^{-7} * T^2(^{\circ}\text{C}) + 2,5034 * 10^{-11} * T^3(^{\circ}\text{C}) - 7,2974 * 10^{-15} * T^4(^{\circ}\text{C}) + 0,137743$$

$$\text{Kinematic viscosity (mm}^2\text{/s)} = e^{\left( \frac{544,149}{T(^{\circ}\text{C})+114,43} - 2,59578 \right)}$$

$$\text{Vapour pressure (kPa)} = - 0,190859 * T(^{\circ}\text{C}) + 4,35824 * 10^{-3} * T^2(^{\circ}\text{C}) - 3,6106 * 10^{-5} * T^3(^{\circ}\text{C}) + 1,08408 * 10^{-7} * T^4(^{\circ}\text{C}) + 2,12329$$

$$\text{Latent Heat Vaporisation (kJ/kg)} = - 0,528933 * T(^{\circ}\text{C}) - 7,50103 * 10^{-5} * T^2(^{\circ}\text{C}) + 1,5622 * 10^{-6} * T^3(^{\circ}\text{C}) - 3,771 * 10^{-9} * T^4(^{\circ}\text{C}) + 425,18$$

## Properties of Therminol VP-1 vs Temperatures - Vapour Phase

Temperature °C	Density kg/m³	Thermal Conductivity W/m.K	Heat Capacity kJ/kg.K	Enthalpy* kJ/kg	Dynamic Viscosity mPa.s
12	-	0,0081	0,975	419,0	0,0057
20	-	0,0085	1,003	427,0	0,0059
30	-	0,0090	1,037	437,2	0,0061
40	-	0,0095	1,070	447,7	0,0063
50	-	0,0100	1,104	458,6	0,0065
60	-	0,0105	1,137	469,7	0,0067
70	-	0,0110	1,170	481,3	0,0069
80	-	0,0116	1,203	493,2	0,0071
90	-	0,0121	1,235	505,4	0,0073
100	-	0,0126	1,267	517,9	0,0075
110	0,042	0,0132	1,299	530,7	0,0077
120	0,065	0,0137	1,331	543,9	0,0079
130	0,099	0,0143	1,362	557,2	0,0081
140	0,148	0,0149	1,393	571,0	0,0083
150	0,214	0,0154	1,424	585,0	0,0085
160	0,303	0,0160	1,454	599,4	0,0087
170	0,422	0,0166	1,484	613,9	0,0089
180	0,575	0,0171	1,514	628,8	0,0091
190	0,772	0,0177	1,543	644,0	0,0094
200	1,02	0,0183	1,572	659,5	0,0096
210	1,33	0,0189	1,601	675,1	0,0098
220	1,71	0,0195	1,629	691,0	0,0100
230	2,17	0,0201	1,657	707,1	0,0102
240	2,72	0,0207	1,685	723,5	0,0104
250	3,38	0,0213	1,712	740,1	0,0106
260	4,17	0,0220	1,739	756,8	0,0108
270	5,09	0,0226	1,766	773,8	0,0110
280	6,17	0,0232	1,792	791,0	0,0112
290	7,42	0,0238	1,819	808,4	0,0114
300	8,86	0,0245	1,845	825,8	0,0116
310	10,5	0,0251	1,871	843,4	0,0118
320	12,4	0,0258	1,897	861,1	0,0120
330	14,6	0,0264	1,923	879,0	0,0122
340	17,0	0,0271	1,948	896,9	0,0124
350	19,8	0,0277	1,974	915,0	0,0126
360	22,9	0,0284	2,001	933,1	0,0128
370	26,5	0,0291	2,027	951,2	0,0130
380	30,5	0,0298	2,054	969,5	0,0132
390	35,0	0,0304	2,082	987,6	0,0134
400	40,1	0,0311	2,111	1005,8	0,0136
410	45,8	0,0318	2,142	1024,0	0,0138
420	52,4	0,0325	2,175	1042,0	0,0140

\* the enthalpy basis is ideal gas at 12°C

Note: Values quoted are typical values obtained in the laboratory from production samples. Other samples might exhibit slightly different data. Specifications are subject to change. Write to Solutia for current sales specifications.

### Physical Property Formulae of Vapour

$$\text{Density (kg/m}^3\text{)} = - 0,0303917 * T(^{\circ}\text{C}) + 4,34615 * 10^{-4} * T^2(^{\circ}\text{C}) - 2,41006 * 10^{-6} * T^3(^{\circ}\text{C}) + 5,33458 * 10^{-9} * T^4(^{\circ}\text{C}) + 0,553905$$

$$\text{Heat Capacity ( kJ/kg.K)} = + 0,003703 * T(^{\circ}\text{C}) - 3,0274 * 10^{-6} * T^2(^{\circ}\text{C}) + 2,9324 * 10^{-9} * T^3(^{\circ}\text{C}) + 0,92709$$

$$\text{Dynamic Viskosity (mPa.s)} = + 2,0124 * 10^{-5} * T(^{\circ}\text{C}) + 3,4557 * 10^{-9} * T^2(^{\circ}\text{C}) - 7,1288 * 10^{-12} * T^3(^{\circ}\text{C}) + 0,005449$$

$$\text{Thermal Conductivity (W/m.K)} = + 4,84257 * 10^{-5} * T(^{\circ}\text{C}) + 2,9067 * 10^{-9} * T^2(^{\circ}\text{C}) - 6,5306 * 10^{-12} * T^3(^{\circ}\text{C}) + 0,0075110$$

## The Therminol® Range

Therminol VP-1 is one of the of the Solutia synthetic heat transfer fluids covering an operating range from -85°C to +400°C, suitable for most process heating or waste heat recovery applications, and capable of operation at or near atmospheric pressure within their recommended operating temperature range.

As a user's process temperature demands change there is always a Therminol fluid capable of meeting the new requirements. In addition, Therminol fluids are often interchangeable allowing conversion by a simple top-up procedure where this is preferred.

### Asia

Solutia Singapore Pte. Ltd.  
101 Thomson Road - #19-00 United Square Singapore  
307591  
Tel.: (+65) 355 7231 - Fax: (+65) 254 3138

### Latin America

Solutia Brasil Ltda.  
Rua Gomes de Carvalho 1306 - 60 andar - conj. 61 e 62  
CEP : 04547-005 • Vila Olímpia - Sao Paulo, SP, Brasil  
Phone: (+55) 11-5087 3000 - Fax: (+55) 11-5087 3030

### North America

Solutia Inc.  
10300 Olive Boulevard - PO Box 66760  
St Louis, MO 63166-6760 - USA  
Tel.: (+1) 314 674 10 00

### People's Republic of China

Solutia Chemical Co. Ltd., Suzhou  
9<sup>th</sup> floor, Kings Tower  
16 Shi Shan Road - Suzhou New District - Suzhou, PRC 215011  
Phone: (+86) 512 8258167 - Fax: (+86) 512 8250417

## Quality Management

All our manufacturing units have obtained ISO 9002 quality control certification. This registration means that plant procedures, quality control systems, material sampling, product storage, handling, packaging, shipping, product literature and characteristic data, record keeping and other company procedures are in line with the quality requirements of the ISO 9002 standards and its other national equivalents.

**This is your quality assurance.**

## Health, Safety and Environmental Information

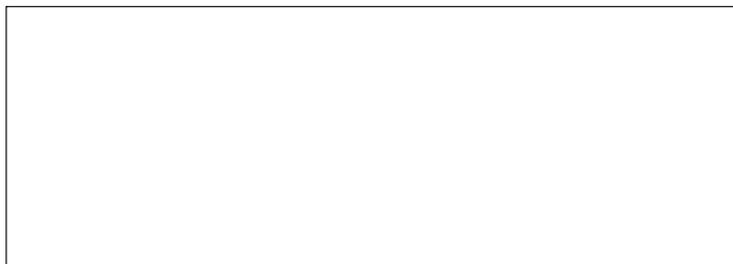
Please contact the Solutia Europe/Africa HQ for the Material Safety Data Sheet, or if any other information concerning health, safety and environmental issues is required during filling or operation of your heat transfer system with this product.



### Europe

Solutia Europe S.A./N.V.  
Rue Laid Burniat 3 - Parc Scientifique - Fleming  
B-1348 Louvain-la-Neuve (Sud) - Belgium  
Tel.: (+32) 10 48 15 47 - Fax: (+32) 10 48 14 86  
<http://www.solutia.com>

**Please contact us for more information :**



**Therminol is a trademark of Solutia. Therminol has now been adopted as a world-wide brand for the Solutia Heat Transfer Fluid range. Fluids known previously under the Santotherm and Gilotherm brands are identical in composition and performance to the corresponding Therminol brand fluids.**

The information in this bulletin is to the best of our knowledge true and accurate but all instructions, recommendations or suggestions are made without guarantee. Since the conditions of use are beyond their control, Solutia Inc. and its subsidiaries disclaim any liability for loss or damage suffered from use of these data or suggestions. Furthermore no liability is accepted if use of any product in accordance with these data or suggestions infringes any patent.

## Hoja de Seguridad de producto

De acuerdo con normas IRAM 41144 y Norma Chilena 2245 of. 03

Revisión del 10/04/2014

**NOMBRE DEL PRODUCTO: END BAC 2**

### Sección 1: Identificación del producto y de la compañía

**Nombre del producto y aplicación** **END BAC II.** Agua Lavandina Aditivada Concentrada (Uso profesional / industrial)

**Código/s de el/los Producto/s** FM005990 (Toxicological Clearance)

**Fabricante / Importador** Diversey de Argentina SA. Av. B. Márquez 970/990 Villa Bosch Buenos Aires Argentina. • Diversey Industrial y Comercial de Chile Ltda. : Río Refugio N° 9635, Pudahuel. Santiago de Chile. Cualquier consulta dirigirse a: Diversey Fono: 7131100 o Distribuidores • Diversey Perú S.A.C.: Av. Oscar R. Benavidez (Ex Colonial) 5849, Parque Industrial y Comercio, Callao, Perú. Tel. 51-1-614-5900 - RUC: 20266614803 • En Uruguay D'Alene S.A.: Horacio Quiroga y Cruz del Sur. San José de Carrasco Norte. Canelones. Tel.: 2683 2683. MSP N°\_\_\_\_\_. - • En Paraguay Fructus Terrae S.A.C.I., 3 de Febrero esq. Yacyretá, Mariano Roque Alonso Paraguay, R.E. N°: 082/06. Tel.: 021-753-455. • En Bolivia: COIMSA SRL. Av. Cesar Cronenbold N° 7 - TE (591-3) 3453579 NIT: 1027129029 www.coimsa.com.bo

**Teléfono de emergencias/ Fax** Argentina: Hospital de niños: 4962-2247/6666; Hospital de niños La Plata: 0221-4515555; Hospital Posadas: 4658-7777/4654-6648; Centro Nacional de intoxicaciones: 0800-333-0160; Hospital de niños de Córdoba: (0351) 421-5303; Centro de consultas Toxicológicas CASAFE Rosario (0341)448-0077; Chile: Emergencia Toxicológica: CITUC: 56-2-26353 800; Perú CICOTOX 0800 13040; Uruguay: Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico: 1722; Paraguay: (21)220418. Bolivia: Centro Nacional de Intoxicaciones: 800-106966.

### Sección 2: Composición / Información sobre los componentes

**Caracterización química:** disolución acuosa de ingredientes no peligrosos y sustancias enumeradas a continuación.

**Ingredientes que contribuyen a la clasificación de riesgo.**

N° CAS	NOMBRE QUIMICO	NOMBRE GENÉRICO	RANGO %
7681-52-9	Hipoclorito de sodio		<5

### Sección 3: Identificación de los peligros

**Peligros para la Salud de Las Personas**

**Efectos de una sobre-exposición aguda**

**Inhalación**

**Contacto con la piel**

**Contacto con los ojos**

**Ingestión**

**Efectos de una sobre exposición crónica**

**Peligros para el medio ambiente**

**Clasificación De Riesgo (91/155/CE)**

**Clasificación NFPA**



**Moderados.**

No determinados.

Severa irritación. Puede causar edema pulmonar.

Causa quemaduras.

Causa daño severo o permanente.

Causa quemaduras.

Hipersensibilidad dérmica.

Producto alcalino.

Irritante.

Azul: Riesgos para la Salud		Rojo: Riesgos de Inflamabilidad	
0	No presenta riesgo inusual	0	No combustible.
1	Atención: puede ser irritante	1	Combustible si es calentado.
2	Cuidado: irritante severo para la piel, ojos y mucosas. Nocivo si es inhalado.	2	Atención. Líquido combustible. Flash Point entre 38 °C y 93 °C
3	Cuidado: corrosivo para la piel, ojos y/o mucosas.	3	Cuidado. Líquido inflamable. Flash Point menor de 38°C
4	Peligro: puede ser fatal con cortos periodos de exposición.	4	Peligro. Líquido o gas extremadamente inflamable.
Amarillo: Riesgos por Reactividad		Blanco: Condiciones Especiales	
0	No reactivo mezclado con agua	Corr	Corrosivo
1	Atención: puede reaccionar no violentamente calentado o mezclado con agua	Oxi	Oxidante
2	Cuidado: Inestable. O puede reaccionar violentamente mezclado con agua.	-W	Reacciona con el agua de manera peligrosa
3	Peligro: puede ser explosivo si se golpea o calienta en condiciones de confinamiento, o si se mezcla con agua.-	-	Sin riesgos particulares
4	Peligro: explosivo a temperatura ambiente		

## Hoja de Seguridad de producto

De acuerdo con normas IRAM 41144 y Norma Chilena 2245 of. 03

Revisión del 10/04/2014

**NOMBRE DEL PRODUCTO: END BAC 2**

### Sección 4 : Medidas de primeros auxilios

**En el caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo con:**

<b>Inhalación:</b>	Alejar de la fuente de exposición. En caso de algún síntoma consulte al médico.
<b>Contacto con la piel:</b>	Lave completamente con Agua. En caso de algún síntoma consulte al médico.
<b>Contacto con los ojos:</b>	Lave inmediatamente con abundante agua durante 10 a 15 minutos, De producirse irritación procure atención médica.
<b>Ingestión:</b>	Retirar el producto de la boca, beber 1 a 2 vasos de agua (o leche) y procure atención médica.
<b>Notas para el medico tratante</b>	Producto Alcalino clorado.

### Sección 5: Medidas Combatir Incendios

<b>Inflamabilidad:</b>	No inflamable
<b>Agentes de extinción adecuados:</b>	CO <sub>2</sub> , rocío de agua o espuma resistente al alcohol.
<b>Procedimientos especiales para combatir el fuego:</b>	No emplear chorro directo de agua.
<b>Equipo de protección personal para el combate del fuego:</b>	Sería recomendable equipo autónomo cuando un incendio toma contacto con el producto.

### Sección 6: Medidas en caso de derrame accidental

<b>Medidas de emergencia a tomar, si hay derrame de sustancia:</b>	Circunscribir el derrame, con material inerte (diatomeas, arena, tierra). Juntar en un envase limpio, rotular y colocar en un lugar para su disposición final.
<b>Equipo de protección personal para atacar la emergencia:</b>	Utilizar equipo habitual de protección para trabajar con sustancias químicas.
<b>Precauciones a tomar, para evitar daños al ambiente:</b>	Evitar eliminar a drenajes o surcos de agua sin previo tratamiento.
<b>Métodos de limpieza:</b>	Lavar el área afectada con agua.
<b>Método de eliminación de desechos:</b>	Disponer del residuo según legislación local.

### Sección 7: Manipulación y Almacenamiento

<b>Manipulación</b>	Utilice ropa resistente a productos químicos, guantes y protección de ojos y facial.
<b>Recomendaciones técnicas:</b>	Usar reglas habituales para trabajar seguro, con productos químicos.
<b>Precauciones a tomar:</b>	Evite el contacto con ojos, piel, la inhalación o ingestión. Evite la formación de vapores.
<b>Recomendaciones sobre manipulación segura, específicas:</b>	Trasladar el producto en envase original y cerrado. Para hacer diluciones agregar el producto al agua y no viceversa.
<b>Almacenamiento:</b>	Producto alcalino.
<b>Condiciones adecuadas:</b>	Almacenar en envase cerrado y lugar seco y bien ventilado. Evitar temperaturas extremas. Asegurar buena ventilación.
<b>Productos incompatibles:</b>	No mezclar con productos ácidos ya que liberaría gases irritantes y tóxicos.
<b>Materiales de embalaje seguros:</b>	No requiere embalaje especial. Evitar golpes, caídas o manejo inadecuado.

### Sección 8: Control de exposición / Protección personal

<b>Medidas de ingeniería para reducir la posibilidad de exposición:</b>	Utilizar protección facial y ropa de trabajo adecuada. Evite el contacto con los ojos, piel y mucosas.
<b>Parámetros para control:</b>	Cloro activo, densidad (g/l) 20 °C, aspecto y color.
<b>Límites permisibles ponderado (LPP) y Absoluto (LPA):</b>	No establecido para el producto.
<b>Protección respiratoria:</b>	Utilizar mascarilla para vapores.
<b>Guantes de protección:</b>	Utilizar guantes de goma, PVC, o neoprene.
<b>Protección de la vista:</b>	Utilizar lentes de seguridad con protección lateral.
<b>Otros equipos de protección:</b>	Máscara para gases.
<b>Medidas específicas: Ventilación:</b>	Utilizar en área ventilada.

### Sección 9 : Propiedades Físico – Químicas

<b>Estado Físico</b>	Líquido traslúcido	<b>Cloro activo</b>	41.0 – 42.0
----------------------	--------------------	---------------------	-------------

## Hoja de Seguridad de producto

De acuerdo con normas IRAM 41144 y Norma Chilena 2245 of. 03

Revisión del 10/04/2014

**NOMBRE DEL PRODUCTO: END BAC 2**

**Apariencia Color** Amarillento según STD. **Densidad a 20°C: (g/cm<sup>3</sup>)** 1.060 – 1.070

### Sección 10: Estabilidad y Reactividad

**Estabilidad** Producto estable.  
**Condiciones a evitar** Contacto con productos ácidos.  
**Materiales a evitar** Oxidantes fuertes y sustancias ácidas.  
**Productos peligrosos de la descomposición:** La descomposición produce vapores tóxicos.  
**Productos peligrosos de la combustión:** Gases tóxicos provenientes de aminas y otros compuestos orgánicos.  
**Polimerización peligrosa:** No polimeriza.

### Sección 11: Información Toxicológica

**Toxicidad aguda:** No se conoce.  
**Toxicidad crónica o de largo plazo:** No se conoce.  
**Efectos locales:** Puede causar irritación.  
**Sensibilización alérgica:** No establecida.  
**Contacto con la piel:** Irritante, causa severas quemaduras en la piel.  
**Contacto con los ojos:** Irritante. Puede causar daño permanente  
**Inhalación:** Muy irritante  
**Ingestión:** Irritante .Causa severas quemaduras en el esófago y estómago.

### Sección 12: Información ecológica

**Inestabilidad:** Producto estable.  
**Persistencia/ Biodegradabilidad:** Producto fabricado con materias primas biodegradables.  
**Bio-acumulación:** No.  
**Efectos sobre el medio ambiente:** El producto empleado como es recomendado no debe causar efectos adversos para el medioambiente. Resulta tóxicos para organismos acuáticos.

### Sección 13: Consideraciones sobre disposición final

**Método de eliminación del producto en los residuos:** Disponer de los residuos según legislación local. No verter el producto puro por el desagüe.  
**Eliminación de envases o embalajes contaminados:** Disponer de los envases según legislación local. Tóxico para el medioambiente acuático.

### Sección 14 Información sobre transporte

**Transporte por tierra** Clase ADR/RID: 8, Código de riesgo 80, Numero ONU 1791, HIPOCLORITO EN SOLUCION, Guía 154. Grupo de empaque III.  
**Transporte marítimo** Clase IMDG: 8, Código de riesgo 80, Numero ONU 1791, HIPOCLORITO EN SOLUCION, Guía 154. Grupo de empaque III.  
**Transporte aéreo** Clase IATA-DGR: 8, Código de riesgo 80, Numero ONU 1791, HIPOCLORITO EN SOLUCION, Guía 154. Grupo de empaque III.

### Sección 15: Normas Vigentes

**Normas Nacionales aplicadas:** IRAM 41144 y Norma Chilena 2245 of. 03

**Marcas en la etiqueta:** Irritante.

**Frases de riesgo y de advertencia de acuerdo con las recomendaciones de 91/155/CE y actualizaciones.**

**R22** Nocivo por ingestión.  
**R31** En contacto con ácidos libera gases tóxicos.  
**R35** Causa severas quemaduras.  
**R50** Tóxico para el medioambiente acuático.  
**S26** En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acúdase al médico.  
**S28** En caso de contacto con la piel lavar inmediatamente con abundante agua y jabón.

## **Hoja de Seguridad de producto**

De acuerdo con normas IRAM 41144 y Norma Chilena 2245 of. 03

Revisión del 10/04/2014

**NOMBRE DEL PRODUCTO: END BAC 2**

**S36/37/39** Use indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

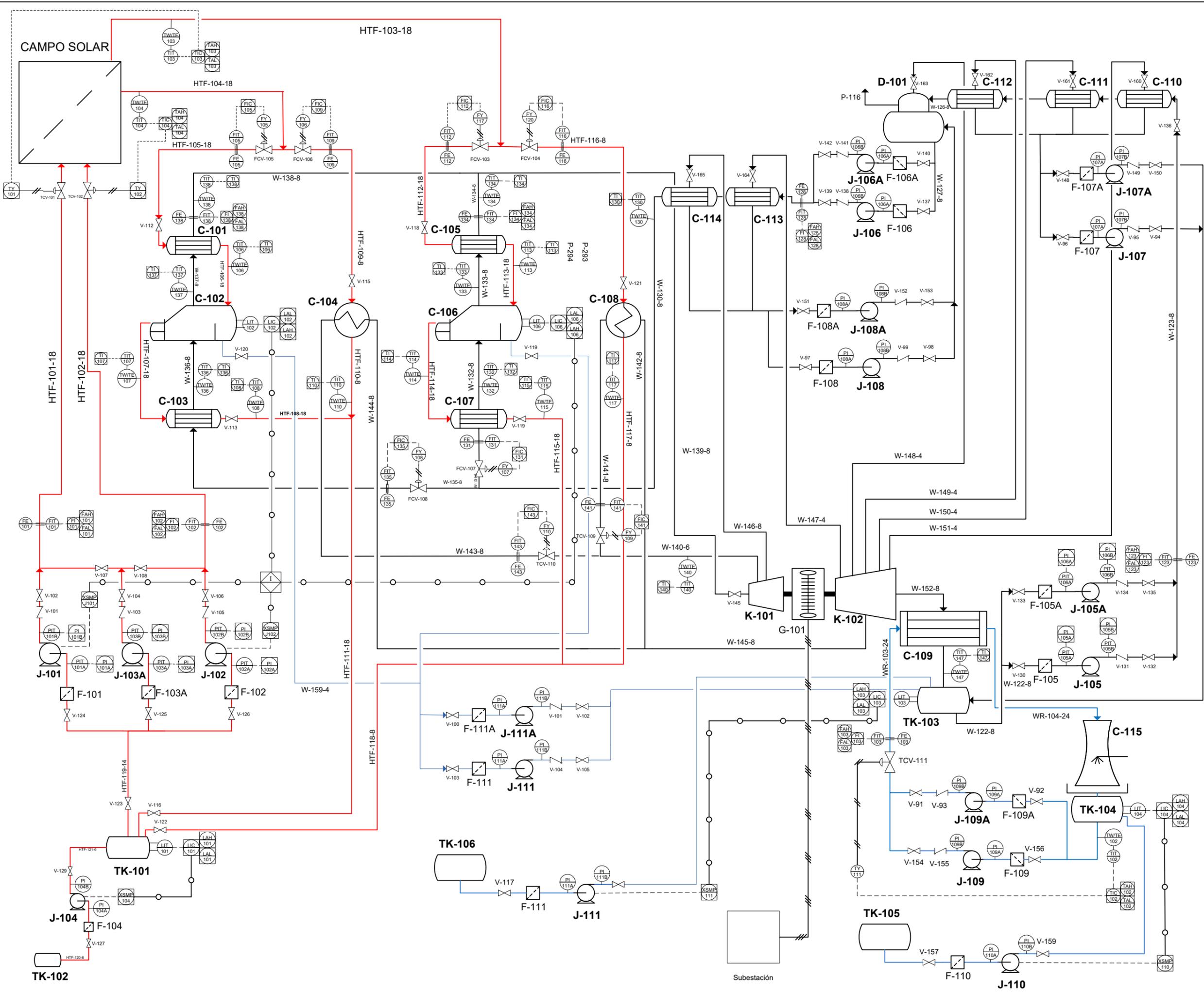
### **Sección 16 Información adicional**

La información en este documento está basada en nuestro mejor conocimiento a la fecha. Sin embargo no constituye una garantía sobre características del producto y no establece un contrato de Convenio Legal.

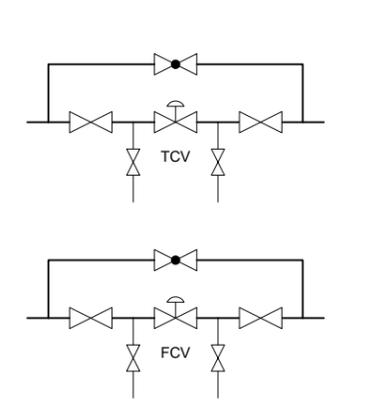
Departamento que edita la Hoja de Seguridad: Departamento Técnico de Diversey de Argentina SA

## **ANEXO III**

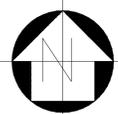
### **Planos**



Referencia:  
Esquema típico de cuadro de regulación



A	16.05.17				EDICIÓN PRELIMINAR
Rev	Fecha	Elaborado	Revisado	Aprobado	Descripción
Proyecto					Plano n°
PLANTA TERMOSOLAR 50 MW					
Denominación				Escala	Formato
P&ID					Hoja

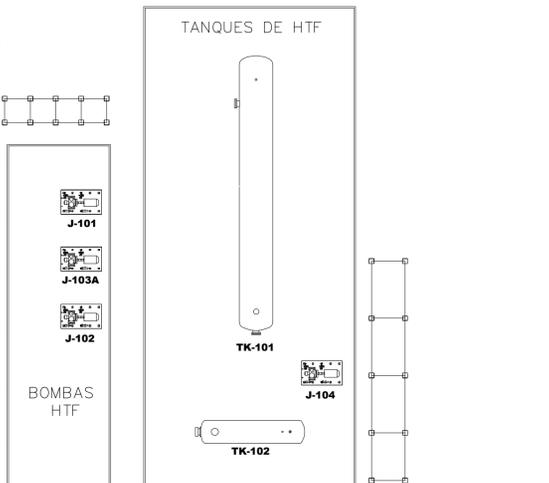


CONCENTRADORES CILINDRO-PARABÓLICOS

200 M

100 M

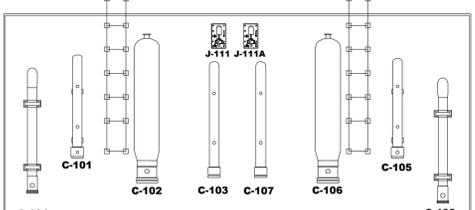
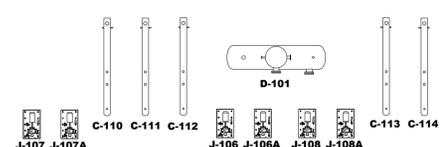
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA



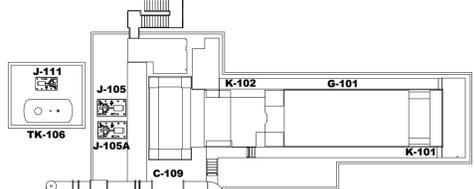
EDIFICIO ELÉCTRICO

SALA DE CONTROL

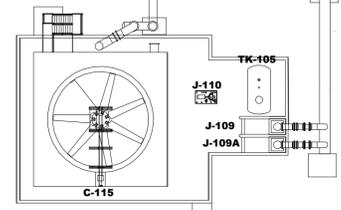
PRECALENTAMIENTO DE AGUA



GENERACIÓN DE VAPOR



TREN DE POTENCIA



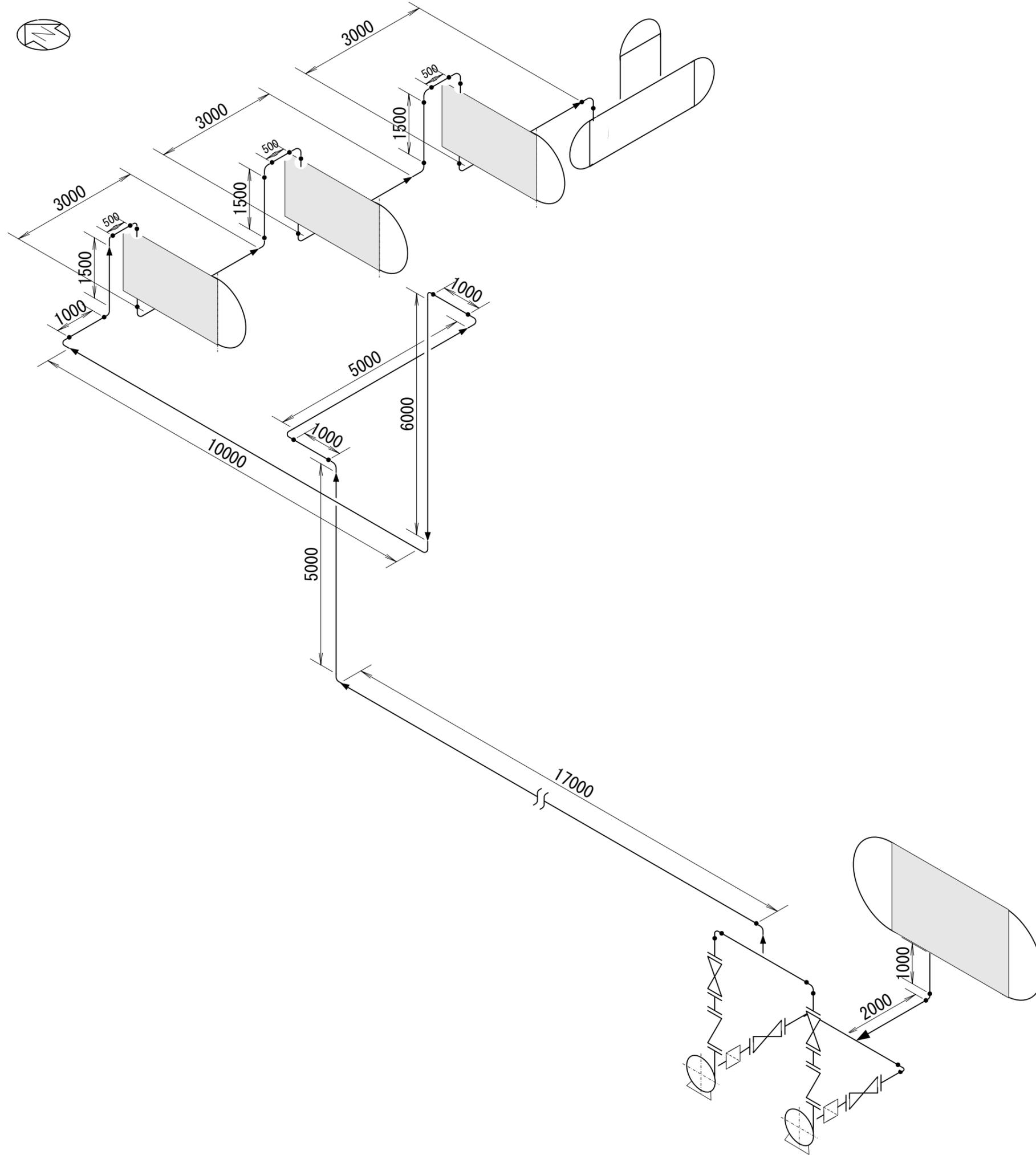
TORRE DE REFRIGERACIÓN

Equipo	Descripción
CCP	Concentradores Cilindro Parabólicos
C-101	Sobrecalentador Tren 1
C-102	Evaporador Tren 1
C-103	Pre calentador Tren 1
C-104	Recalentador Tren 1
C-105	Sobrecalentador Tren 2
C-106	Evaporador Tren 2
C-107	Pre calentador Tren 2
C-108	Recalentador Tren 2
C-109	Condensador
C-110	Pre calentador LP 1
C-111	Pre calentador LP 2
C-112	Pre calentador LP 3
C-113	Pre calentador HP 1
C-114	Pre calentador HP 2
C-115	Torre de refrigeración
D-101	Desgasificador
G-101	Generador
K-101	Turbina HP
K-102	Turbina LP
J-101	Bomba HTF
J-102	Bomba HTF
J-103A	Bomba auxiliar HTF
J-104	Bomba reposición HTF
J-105	Bomba de condensado
J-105A	Bomba auxiliar de condensado
J-106	Bomba de agua de alimentación
J-106A	Bomba aux. de agua de alimentación
J-107	Bomba de drenaje pre calentadores LP
J-107A	Bomba aux. de drenaje pre calentadores LP
J-108	Bomba de drenaje pre calentadores HP
J-108A	Bomba aux. de drenaje pre calentadores HP
J-109	Bomba de agua de refrigeración
J-109A	Bomba aux. de agua de refrigeración
J-110	Bomba reposición de agua de refrigeración
J-111	Bomba reposición de agua de alimentación
J-111A	Bomba aux. reposición de agua de alimentación
TK-101	Tanque HTF
TK-102	Tanque reposición HTF
TK-105	Tanque reposición agua de refrigeración
TK-106	Tanque reposición agua de alimentación

PLANOS COMPLEMENTARIOS:

<b>A</b>		<b>30.05.17</b>		<b>EDICIÓN PRELIMINAR</b>	
Rev.	Fecha	Elaborado	Revisado	Aprobado	Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Para Información <input type="checkbox"/> Para Aprobación <input type="checkbox"/> Para Construcción <input type="checkbox"/> Según Construido					
Proyecto				Plano n.º	
PLANTA TERMOSOLAR 50 MW				XXX-PL-XX-XXX-001	
Denominación				Escala	
IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS				Formato	
				Hoja 1 de 1	

CONCENTRADORES CILINDRO-PARABÓLICOS



NOTA:  
Las medidas se indican en mm

Pieza	Diametro	Cantidad
Cañería	12 in	4 m
Cañería	8 in	66 m
Codo 90°	12 in	3
Codo 90°	8 in	25
Tee	12 in	2
Válvula esclusa	12 in	2
Válvula esclusa	8 in	2
Válvula retención	8 in	2
Filtro Y	12 in	2

A	6.06.17				EDICIÓN PRELIMINAR
Rev	Fecha	Elaborado	Revisado	Aprobado	Descripción
Proyecto					Plano n°
PLANTA TERMOSOLAR 50 MW					
Denominación				Escala	Formato
ISOMETRICO BOMBA DE CONDENSADO					Hoja