

CENTRALES

# TERMoeLECTRICAS

---

*MONOGRAFIA DE GRADO*

**CENTRALES TERMOELECTRICAS Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE**

**IVAN MAURICIO CIFUENTES SUAREZ**

**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL, CIVIL Y QUIMICA**

**FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**PAMPLONA, JUNIO DEL 2021**

**CENTRALES TERMoeLECTRICAS Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE**

**IVAN MAURICIO CIFUENTES SUAREZ**

**Trabajo de monografía presentado como requisito para optar el título de  
INGENIERO CIVIL**

**Director: JACIPT ALEXANDER RAMON VALENCIA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL, CIVIL Y QUIMICA**

**FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**Pamplona, junio de 2021**

## ***CONTENIDO***

1. INTRODUCCION.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	10
3. METODOLOGIA.....	11
4. CENTRALES TERMOELECTRICAS.....	12
4.1. RESEÑA HISTORICA.....	12
4.1.1. TERMOELETRICA EN EUROPA.....	13
4.1.2. TERMOELECTRICA EN ARGENTINA.....	14
4.1.3. TERMOELCTRICA EN COLOMBIA.....	16
4.2. TIPOS DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS.....	20
4.3. COMPONENTES DE LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICA.....	21
4.4. FUNCIONAMIENTO DE LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS.....	27
4.4.1. PROCESO PARA LOS COMBUSTIBLES.....	28
4.4.2. PROCESO PARA EL AGUA.....	29
4.4.3. PROCESO INTERNO.....	29
4.5. ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA COMBUSTIÓN.....	32
5. IMPACTOS AMBIENTALES.....	33
5.1. IMPACTOS GLOBALES.....	33

5.2.	IMPACTOS LOCALES .....	33
5.3.	CONTAMINACION DEL AIRE .....	34
5.4.	CONTAMINACION DEL AGUA.....	38
5.4.1.	EFFECTOS DE LA TOMA DE AGUA.....	39
5.4.2.	EFFECTOS DEL VERTIMIENTO DEL AGUA.....	39
5.5.	CONTAMINACION DEL SUELOS.....	40
6.	MÉTODOS DE REDUCCIÓN DE CONTAMINANTES .....	40
7.	RESULTADOS .....	44
8.	CONCLUSIONES.....	63
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	65

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: “Composición elemental de las cenizas volantes en orden creciente de concentración de especies, obtenidas mediante FRX” (Bautista Ruiz, 2017).....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2: Resumen Proceso de termoeléctricas.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3: Resumen de impactos de la termoeléctrica.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4: Emisiones termoeléctrica Pacífico: .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 5: Matriz impacto ambiental (componente social).....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 6: Matriz impacto ambiental (componente biofísico).....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 7: Matriz impacto ambiental (componente social).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 8: Matriz impacto ambiental (componente biofísico).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 9: Matriz impacto ambiental (componente social).....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 10: Matriz impacto ambiental (componente biofísico).....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 11: Matriz impacto arboleda (causa y efecto).....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 12: Matriz impacto arboleda (ponderación).....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla x13: Matriz impacto arboleda (importancia).....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 14: Matriz impacto arboleda (importancia).....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 15: Matriz impacto arboleda (impacto relativo y absoluto) .....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 16: Matriz impacto arboleda (tabla de impacto) .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 17: Matriz impacto arboleda (tabla de impacto) .....</i>	<i>61</i>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Componentes de las termoeléctricas.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2: diagrama del proceso de las termoeléctricas.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3: diagrama del proceso de las termoeléctricas.....</i>	<i>29</i>

<i>Figura 4: Funcionamiento interno de la planta termoeléctrica.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 5: recepción del carbón .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 6: control de calidad.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 7: Molienda.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 8: trituración del carbón al aire libre .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 9: pulverización .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 10: Escorrentías de aguas .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 11: Planta de tratamiento y residuos.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 12: Quema del carbón .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13: Salida de emisiones .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14: Proceso de la combustión fuente: (AMBIENTAL) .....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 15: Grafico (impacto absoluto negativo).....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 16: Grafico impacto (impacto relativo negativo).....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 17: Grafico impacto (impacto absoluto positivo).....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 18: Grafico impacto (impacto relativo positivo).....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 19: Grafico impacto (impacto absolutos).....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 20: Grafico impacto (impacto relativo).....</i>	<i>62</i>

# 1. INTRODUCCION

Hoy en día las termoeléctricas cumplen un papel fundamental en el desarrollo humano, aportan un porcentaje notorio de energía a las industrias y sector público. Generan un impacto económico en la sociedad, pero aun así generan un impacto ambiental muy severo. Para la producción de energía eléctrica térmica es necesario a través de ignición controlada el funcionamiento de motores o maquinas, requiriendo como materia prima minerales fósiles como lo puede ser el carbón, petróleo, gas, petróleo o biomasa, minerales que al hacer combustión generan una gran cantidad de CO<sub>2</sub>, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, etc.

Las centrales termoeléctricas que trabajan con carbón requieren volúmenes de agua exagerados para el proceso de enfriamiento de vapor que son impulsados por las turbinas. La cantidad de agua sobrante será vertida a fuentes hídricas cercanas generando un gran impacto ambiental ya que estas salen con mayor temperatura de cuando fueron extraídas aguas arriba.

El mayor impacto ambiental que genera esta industria son las emisiones al aire ocasionadas por la combustión en la central, los ruidos generados por la operación de motores. Otro de la carga que generan las termoeléctricas es la acumulación de cenizas y escorias generadas por la quema del carbón.

Según estudios realizados los trabajadores de termoeléctricas están expuestos a distintos riesgos laborales, que pueden ocasionar enfermedades respiratorias, pérdida auditiva, cáncer, leucemia, Alzheimer, Parkinson, etc. Además de los contaminantes al medio ambiente, la exposición en campos magnéticos es uno de los factores que también afectan la salud de los trabajadores, estos estudios requieren investigación con respecto a los daños que pueden generar.

Para este proyecto evaluaremos los impactos que generan estas grandes industrias eléctricas, tanto a nivel nacional como internacional, investigando artículos recientes sobre cómo impacta social, laboral, económico y ambiental.

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1. OBJETIVO GENERAL*

Realizar un estudio bibliográfico de los impactos generados por las centrales termoeléctricas enfocado en lo físico, socioeconómico y cultural.

### *2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS*

- Contextualizar la situación actual que genera la industria termoeléctrica en Colombia.
- Comparar los distintos impactos que generan las termoeléctricas a nivel físico, socioeconómico y cultural.
- Describir distintas técnicas para disminuir contaminaciones en esta mega industria.

### **3. METODOLOGIA**

Para obtener el buen desarrollo de este proyecto investigativo y efectuar de la forma más competente el cumplimiento de los objetivos planteados, se conlleva una investigación de tipo exploratoria de nivel básico.

Esta monografía fue desarrollada en 3 etapas, las cuales son:

- Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de temas de interés requiriendo apoyo de las distintas bases de datos virtuales que son suministradas por el buscador Google Académico.
- Se procedió a la delimitación de la información encontrada teniendo presente los objetivos propuestos, para así obtener la información que generara solución a estos.
- Se analizó la información extraída y se redactó la monografía siguiendo las pautas y sugerencias dadas.

## 4. CENTRALES TERMoeLECTRICAS

### 4.1. RESEÑA HISTORICA

“Las centrales termoeléctricas son aquellas instalaciones en las que se utilizan fuentes de energía primaria que requieren procesos de transferencia de energía térmica entre diferentes fluidos para producir electricidad a partir de dichas fuentes” (EadmonGuiasWeb, 2014)

“La primera central termoeléctrica fue construida por Sigmund Schuckert en la ciudad de Ettal en Baviera y entró en funcionamiento en 1879. Las primeras centrales comerciales fueron la *Central de Pearl Street* en Nueva York y la *Edison Electric Light Station*, en Londres, que entraron en funcionamiento en 1882”

“El 15 de octubre de 1878, Thomas Alva Edison funda en Nueva York, la Edison Electric Light Company con la finalidad de diseñar y producir, un bombillo incandescente que proporcionara un alumbrado eléctrico que pudiera sustituir o competir, con la iluminación a base de gas o petróleo”

“El 17 de diciembre de 1880, Thomas Alva Edison funda la Edison Illuminating Company, para construir estaciones de generación eléctrica en los Estados Unidos, comenzando por la ciudad de Nueva York” (actualidad-24)

“La Jumbo Central Pearl Street también fue la primera planta de cogeneración de la historia, ya que, además de electricidad, la Central de Pearl Street distribuía vapor a fabricantes locales y calentaba edificios cercanos. En 1884, la central prestaba servicio a 508 clientes, para un total de 10.164 bombillos incandescentes encendidos, La central cierra operaciones al incendiarse en 1890” (actualidad-24)

“Estas primeras centrales utilizaban motores de vapor de pistones. El desarrollo de la turbina de vapor permitió construir centrales más grandes y eficientes por lo que hacía 1905 la turbina de

vapor había reemplazado completamente a los motores de vapor de pistones en las grandes centrales eléctricas” (PACEIVA Energia, 2013)

“La termoelectricidad se viene desarrollando exitosamente desde hace muchos años y la tecnología ya se encuentra madura, con costos y plazos de construcción conocidos. Además, su implementación posee un alto grado de independencia respecto al lugar donde se desarrolle, lo que permite una estandarización de las instalaciones. Estas características hacen que, por unidad de potencia, su precio de instalación sea el más bajo de toda la industria”

“La termoelectricidad presenta además una gran ventaja en cuanto a la seguridad del suministro, atributo que es remunerado a través del concepto de Potencia Firme (o potencia segura). Salvo por la biomasa, la geotermia y, hasta cierto punto, la generación hidroeléctrica de embalse, otras opciones están sujetas a variabilidades naturales que impiden asegurar la disponibilidad de energía en un momento dado” (Méndez, 2011)

#### *4.1.1. TERMOELETRICA EN EUROPA*

“En esta comunicación se repasa, en primer lugar, la evolución y desarrollo de la cogeneración en España a lo largo de los últimos 20 años, la cual aporta una potencia instalada próxima a los 6000 MWe en casi 1300 plantas y tiene una contribución en el balance eléctrico del orden del 13%. En segundo lugar se relaciona dicha evolución con el entorno legal y tarifario vigente en cada momento así como con los criterios de diseño habitualmente empleados por parte de los ingenieros de proyecto” (Almiñana, 2002)

“La tecnología de la cogeneración termoeléctrica ha demostrado ser una de las que mayor incidencia ha tenido en el ámbito de la Unión Europea para la consecución de unos índices de eficiencia energética en continua mejoría. En paralelo, aquella mejora en los índices de eficiencia energética ha venido acompañada por una disminución en el impacto ambiental

asociado a la utilización de energía en todos los campos de actividad, tanto industrial como del sector terciario y servicios” (Almiñana, 2002)

“En Europa el Plan de Energías Renovables (PER) ha apostado fuertemente al empleo de biomasa como alternativa de generación de energía eléctrica, de forma que en el periodo 2005-2010 la potencia instalada en centrales térmicas a través de co-combustión se proyectó en el 42% del objetivo de MWe previstos para la biomasa. A nivel mundial hay centenares de centrales en las que se han llevado a cabo pruebas de co-combustión, con diversos tipos de biomasa energética. Uno de los desafíos que se presenta en estos ensayos es el hecho de poder emplear diversos tipos de combustible de biomasa sin influir en la eficacia de la caldera ni generar problemas como corrosión, formación de cenizas, etc.” (Panero & Silvana Magdalena Manrique, 2013)

#### *4.1.2. TERMOELECTRICA EN ARGENTINA*

“La co-combustión, CC (quema conjunta de biomasa y carbón mineral en centrales de generación eléctrica) podría contribuir a la reducción simultánea de dependencia de combustibles fósiles y emisión de gases efecto invernadero (GEI). En Argentina existe sólo una central que funciona en base a carbón, Central Térmica de San Nicolás (CTSN), que fue la seleccionada para estudiar el comportamiento de biomasa lignocelulósica (residuos forestales) en CC. Se ensayaron diferentes concentraciones de biomasa en carbón (5 a 40%). Los materiales pelletizados (de Pinus) son más aptos para CC considerando características físico-químicas y respuesta de molinos. La CTSN mantuvo sus parámetros operativos normales durante la CC y aún mostró reducciones en los porcentajes de emisión de GEI. Los chips de Eucalyptus con secado previo y reducción de tamaño, podrían resultar una opción futura incorporando modificaciones en la

CTSN. Se muestran los primeros resultados nacionales que servirán de base para futuras investigaciones” (Panero & Silviana Magdalena Manrique, 2013)

“Actualmente existe un importante desafío en lo referente al abastecimiento de las necesidades energéticas de la sociedad moderna, que son cubiertas -a nivel mundial- en más de un 80% por combustibles de origen fósil, principalmente petróleo, carbón y gas. El alto consumo de estos combustibles de naturaleza no renovable, trae aparejado principalmente dos problemas: el agotamiento de los mismos y un importante impacto en la atmósfera como consecuencia de su empleo intensivo. La demanda de energía mundial, por otra parte, va en aumento. Se estima que esta demanda crecerá un 50% en el periodo 2007-2035. Una de las posibles alternativas para hacer frente al desafío energético y ambiental, es el empleo de energías renovables como la biomasa. En el contexto energético, el término biomasa se emplea para denominar a un conjunto de materiales de origen orgánico formados por vía biológica en un pasado inmediato, o de los productos derivados de éstos (residuos forestales, pecuarios, agrícolas, agroindustriales, sólidos urbanos, lodos de depuración, líquidos cloacales, entre otros)” (Panero & Silviana Magdalena Manrique, 2013)

“A partir de los diferentes tipos de recursos de biomasa se pueden obtener una gran diversidad de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos adaptables a todos los campos de utilización actual de los combustibles tradicionales, cubriendo necesidades energéticas de confort, transporte, cocina, industria y electricidad, o como insumo o materia prima para la industria (Fernández, 2010). La co-combustión es decir, la quema conjunta de biomasa y carbón en estaciones de generación eléctrica, mejora la ventaja de las grandes plantas

en base sólo a carbón (>100 MWe) que no son aptas para combustión sólo de biomasa debido a la limitada disponibilidad y la dispersión de este recurso”

“La co-combustión es una de las formas más efectivas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> porque significa la sustitución parcial de carbón el cual es el mayor emisor del gas mencionado por kWh de electricidad producida. Mundialmente cada porcentaje de carbón que es sustituido con biomasa en las plantas de energía que funcionan en base a este combustible, resulta en una capacidad de energía de 8 GWe y una reducción de aproximadamente 60 Mt de CO<sub>2</sub>. Con un típico valor de sustitución del 5% se lograría un potencial mundial de 40 GWe y una reducción de aproximadamente 300 Mt CO<sub>2</sub>/año” (Panero & Silvana Magdalena Manrique, 2013)

“La hipótesis de partida del presente trabajo es que el empleo de biomasa forestal residual mezclada en forma directa con el carbón mineral, puede ser utilizado para alimentar plantas térmicas convencionales de generación eléctrica, con importantes beneficios ambientales y económicos. El propósito de la presente investigación es, por tanto, aportar información científicamente elaborada sobre la utilización de biomasa como fuente de energía renovable, en procesos de co-combustión (en la CTSN), que permitan reducir el empleo de combustibles fósiles y diversificar los suministros de energía en centrales térmicas. El fin último que se persigue es aportar alternativas que permitan la diversificación de las matrices energéticas provinciales y nacionales, que podrían emplear paulatinamente la biomasa como fuente de energía renovable” (Panero & Silvana Magdalena Manrique, 2013)

#### *4.1.3. TERMOELCTRICA EN COLOMBIA*

“Las plantas termoeléctricas en Colombia que funcionan a base de carbón contribuyen con el 4,8% de la generación total de la energía eléctrica. Boyacá tiene la capacidad instalada por

región más alta del país (321 MW). Debido al aumento y desarrollo de la industria como desarrollo de la industria en nuestro país en los últimos 20 años, nace la necesidad de implementar técnicas de estudio versátiles y económicas para el carbón y sus subproductos en la región y como lo muestran trabajos anteriores la Espectroscopia Mössbauer de Trasmisión (TEM) es una técnica nuclear no destructiva muy acertada para este tipo de estudios” (Moreno & Segundo A. Martinez, 2014)

“El carbón es uno de los minerales que más ha sido estudiado a través de los años en todo el mundo, estos estudios se centran principalmente en su estructura, material volátil, nivel de hinchamiento, humedad y sus usos entre otros, donde se utilizan métodos tradicionales que son utilizados en grandes industrias. En Boyacá se tienen grandes yacimientos de este mineral, el cual está destinado para aplicaciones industriales tales como generación de energía eléctrica, la conversión en coque para fines químicos y metalúrgicos. Sin embargo a la fecha la academia y la industria de la región no cuentan con un estudio de esta naturaleza, debido a que el carbón es un material complejo de estudiar debido a que es una mezcla de materia orgánica e inorgánica por lo tanto algunas técnicas se quedan cortas a la hora de realizar la identificación precisa de toda la material mineral que los compone” (Moreno & Segundo A. Martinez, 2014)

“Definir la calidad del carbón implica caracterizar su material mineral. La mayoría de esta, se encuentra presente tanto en el carbón natural como en las cenizas, las cuales contienen el Fe como uno de sus elementos más importantes. Así es posible obtener información acerca de fases, tales como la siderita, pirita, ilita, ankerita y jarosita entre otras, utilizando la técnica de espectroscopia Mössbauer” (Moreno & Segundo A. Martinez, 2014)

“La identificación de la materia mineral en las cenizas volátiles, permite propender la optimización de la combustión y la reutilización de los residuos de la combustión de una forma

más eficaz. Por esto que este estudio, está encaminado a realizar una identificación de los minerales de hierro, presentes en el carbón y la ceniza volátil de una planta termoeléctrica de la industria Boyacense, mediante la TEM para obtener un reporte más detallado de las diferentes especies encontradas en esta materia prima de la industria” (Moreno & Segundo A. Martinez, 2014)

“En Colombia se han utilizado las CV en la industria cementera y en otras aplicaciones de interés científico y tecnológico. En el caso de la industria cementera, la actividad puzolánica depende de la composición química, mineralógica y la distribución granulométrica, la estructura y estado de la superficie. Es por esto que se hace necesario conocer sus propiedades para entender la reactividad de las CV y su valor puzolánico, puesto que esas propiedades y no la procedencia del material, determinan la influencia de la adición sobre el comportamiento del cemento u hormigón que lo contiene. En este trabajo se muestran entonces los resultados de la caracterización composicional, estructural, morfológica de las CV producidas en la central termoeléctrica de Boyacá, al igual que propiedades químicas de la superficie, poniendo en evidencia que este material cumple con los requerimientos para su utilización” (Bautista Ruiz, 2017)

“La composición química de las cenizas volantes (CV) se presenta en la Tabla 1. Esta composición está dada en forma de óxido y expresada en porcentaje en peso (comp. %Wt)” (Bautista Ruiz, 2017)

Compuesto	Comp.% Wt	Compuesto	Comp.% Wt	Compuesto	Comp.% Wt
SiO <sub>2</sub>	64.87	TiO <sub>2</sub>	1.20	SrO	0.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.62	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.66	BaO	0.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.51	Na <sub>2</sub> O	0.52	CuO	0.09
K <sub>2</sub> O	1.36	MgO	0.40	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05
CaO	1.33	SO <sub>3</sub>	0.12	Zr <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.03

Tabla 1: " (Composición elemental de las cenizas volantes en orden creciente de concentración de especies, obtenidas mediante FRX)" (Bautista Ruiz, 2017)

“Según los resultados de la tabla 1, la composición química de la CV utilizada en el presente estudio posee concentración de elementos mayoritarios de óxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>), óxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de hierro, (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Existen contenidos de otros metales, pero en fracciones menores. Los resultados indican que las CV son en su mayoría compuestos aluminosilicatos” (Bautista Ruiz, 2017)

“La concentración de elementos mayoritarios es de gran importancia por su influencia en la potencial aplicación de las CV, y la concentración de algunos elementos traza pueden tener importancia en cuanto al impacto ambiental en su utilización. Los análisis revelan que las CV de la planta termoeléctrica analizada están constituidas por cenizas del Tipo F, debido a que tiene  $\geq 70\%$  de SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, con una relación Si/Al del (2.63) y bajos contenidos de otros elementos como: K, Ca, Ti, P, Na, Mg, S, Sr, Ba, Cu, V y Zr. Es de esperar esta clase de CV, ya que el carbón que llega a la planta es del tipo sub-bituminoso y las pérdidas por ignición son del 8.14%, valor aceptado para este tipo de cenizas, pues la norma permite hasta 12% de pérdida por ignición (NTC 3493,1993). En este sentido, las cenizas objeto de estudio cumplen los requerimientos para ser utilizadas en la fabricación de cemento” (Bautista Ruiz, 2017)

#### 4.2. TIPOS DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

La energía eléctrica es indispensable para el funcionamiento de casi todos los dispositivos que hacen parte de nuestra vida cotidiana actualmente, existen muchas formas de obtener esta energía. Una de estas formas es por medio de las centrales termoeléctricas. Estas a su vez se dividen en 3 tipos, las cuales son:

- Clásicas o convencionales:

Estas plantas o centrales, son aquellas que utilizan los denominados combustibles fósiles, en la generación de vapor para así provocar un proceso el cual consiste en impulsar una turbina y así obtener energía eléctrica.

- Ciclo combinado:

El proceso de este sistema consiste en generar energía eléctrica por medio de dos turbinas, las cuales una está impulsada por gas natural mientras que la otra por vapor utilizando como principal combustible el gas natural.

- Duales:

Consisten en una variación en el proceso de combustión entre las dos centrales anteriormente mencionadas dependiendo del combustible que se utilice, estas centrales tienen una característica esencial, que es la de poder ajustarse a utilizar dos tipos de combustibles diferentes, los más comunes son el petróleo y el Gas.

Este documento está enfocado en las centrales clásicas o convencionales, ya que son las que las demás son variaciones del funcionamiento de las centrales clásicas, además de ser las que más impactos ambientales causan.

#### 4.3. COMPONENTES DE LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICA

Las centrales termoeléctricas están formadas por un complejo sistema de diseño, cada parte de este diseño cumple una tarea primordial en el funcionamiento de la misma a continuación se describen las componentes que forman ese sistema.

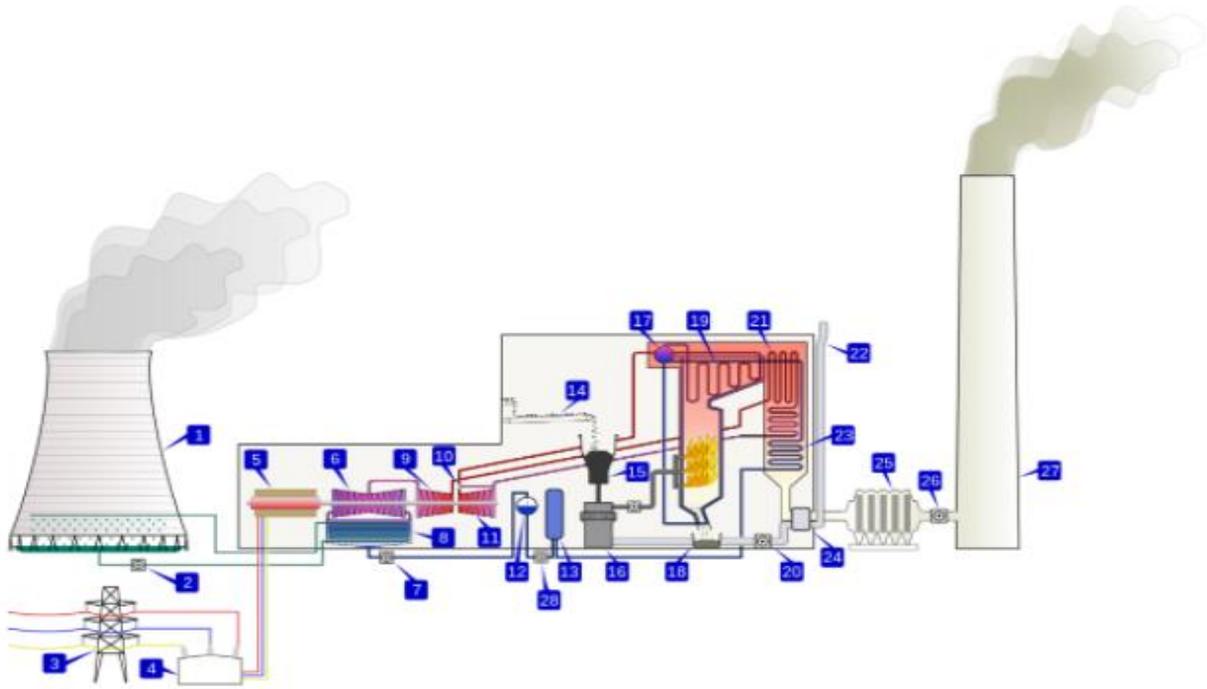


Figura 1: Componentes de las termoeléctricas

Fuente: (PACEIVA Energía, 2013)

##### 1. Torre de refrigeración

“Son equipos que basan su funcionamiento en utilizar el agua como refrigerante y que se aplica para transmitir a la atmósfera el calor excedente de diferentes procesos y máquinas térmicas” (Arnabat, 2018)

##### 2. Bomba hidráulica

“Se utilizan para asegurar la potencia necesaria para el transporte del agua a las calderas entre otros lugares por medio de presión” (Solorzano, 2016)

##### 3. Línea de transmisión (trifásica)

“Se utilizan para llevar la energía eléctrica a grandes distancias y en niveles de voltajes que son superiores de 34.500 v. Este tipo de líneas son precisamente la unión entre las centrales eléctricas y las redes de distribución” (Meg, 2020)

4. Transformador (trifásico)

“Es una máquina estática de corriente alterna que permite variar alguna función de la corriente como el voltaje o la intensidad, manteniendo la frecuencia y la potencia” (Endesa Fundacion, 2019)

5. Generador eléctrico (trifásico)

“Es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Lo consigue gracias a la interacción de sus componentes principales: el rotor (parte giratoria) y el estator (parte estática)” (Endesa Fundacion, 2019)

6. Turbina de vapor de baja presión

“La turbina de vapor es una máquina térmica de combustión externa, giratoria, que transforma la energía cinética del vapor en energía de rotación” (Alonso, 2015)

7. Bomba de condensación

“Es un elemento de la instalación de aire acondicionado que empuja el agua condensada que se produce por el cambio de temperatura. Consta de un pequeño depósito con detector de nivel de agua y conectado mediante una tubería a la bandeja de condensados del equipo climatizador” (Merlin, 2019)

8. Condensador de superficie

“Está diseñado para condensar y des-airear el vapor de escape de la turbina principal y proporcionar un disipador de calor para el sistema de derivación de la turbina. En los

condensadores de superficie, no hay contacto directo entre el vapor de escape y el agua de enfriamiento” (Engineering, thermal engineering, 2019)

#### 9. Turbina de media presión

“Es una turbina de reacción de doble flujo con aproximadamente 5-8 etapas (con álabes envueltos y con álabes independientes de las últimas 3 etapas). Las turbinas de LP producen aproximadamente el 60-70% de la producción de potencia bruta de la unidad de la central eléctrica” (Engineerin, 2019)

#### 10. Válvula de control de gases

“Tienen como fin principal de regular y reducir la presión de entrada de la línea del fluido, a una presión deseada. Cuando éstas válvulas «regulan», lo que hacen es absorber las fluctuaciones producidas antes de la misma (mediante un diafragma y un resorte), evitando así el mal funcionamiento de los aparatos colocados aguas abajo” (controles, 2021)

#### 11. Turbina de vapor de alta presión

“Es un elemento de turbina de doble flujo con una etapa de control de impulsos seguida de una paleta de reacción en cada extremo del elemento. Hay alrededor de 10 etapas con palas envueltas en la turbina HP. Produce alrededor del 30-40% de la producción de energía bruta de la unidad de la central eléctrica” (Engineering, thermal-engineering, 2019)

#### 12. Desgasificador

“Un dispositivo que remueve el aire o los gases (metano, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> y otros) de los líquidos de perforación. Existen dos tipos genéricos que funcionan mediante la expansión del tamaño de las burbujas de gas arrastradas en el lodo (mediante la generación de un

vacío en el lodo) y el incremento de la superficie disponible para el lodo de modo que las burbujas se escapan (a través de la utilización de varias placas deflectoras en cascada). Si el contenido de gas presente en el lodo es alto, se emplea un separador de gas-lodo o un "desgasificador a golpes", porque posee mayor capacidad que los desgasificadores estándar y hace que los gases liberados se dirijan lejos del equipo de perforación hacia un área de quema en antorcha completa con una fuente de ignición” (Schlumberger, 2020)

#### 13. Calentador

“Un calentador de agua o boiler es un dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua. Este tiene un tanque interno donde se almacena y calienta el agua” (Depot, 2021)

#### 14. Cinta transportadora de carbón

“Permiten realizar el transporte interno o traslado del carbón entre las operaciones del patio, minimizando la participación de personas, lo cual, permite aumentar la eficiencia y eficacia de manera potencial” (Rodrigo A. Gomez M., 2011)

#### 15. Tolva de cartón

“La tolva es un contenedor en forma de cilindro, el cual tiene el fondo en forma de cono invertido que termina en una abertura mucho más pequeña que el diámetro de la parte de arriba en este caso de cartón” (Plas, 2020)

#### 16. Pulverizador de carbón

“El pulverizador muele el carbón hasta convertirlo en polvo en los cilindros esmeriladores giratorios y los tamices para que se pueda utilizar como combustible” (AS, 2021)

#### 17. Tambor de vapor

“Es la interfaz principal entre el agua y el vapor. En una planta de carbón, el agua de alimentación de la caldera pasa a través del economizador y al tambor donde el vapor se separa del agua de alimentación y se extrae hacia supercalentador. En las operaciones de ciclo combinado, un generador de vapor de recuperación de calor (HRSG) cumple la misma función que una caldera” (MAGNETROL, 2021)

#### 18. Tolva de cenizas

“Estas tolvas cumplen la misma definición del punto 15 y esta consiste con el proceso de retener las cenizas que salen de la cámara de combustión” (Plas, 2020)

#### 19. Supercalentador

“calentadores eléctricos con alto rendimiento térmico, existen dos tipos; los cuales son de vapor y aire que se instalan a bordo de uno o más contenedores bajo presión, principalmente destinado a sobrecalentamiento de gas y vapor seco a temperaturas superiores a 350 ° C” (C, 2020)

#### 20. Ventilador de tiro forzado

“Se utilizan para presurizar un espacio o para crear presiones de aire mecánicas, también se utiliza para detectar el proceso de combustión utilizado en grandes calderas” (nyb The New York Blower Company, 2020)

#### 21. Recalentador

“Consigue incrementar la temperatura de salida del vapor por encima de su temperatura de saturación. De esta forma obtenemos un vapor sobrecalentado a alta temperatura” (Cerney, 2020)

#### 22. Toma de aire de combustión

“Es un componente que permite la entrada de aire para refrigerar el lugar del recalentador” (Cerney, 2020)

#### 23. Economizador

“Permiten recuperar una cantidad importante de calor de los productos de la combustión, sin provocar problemas de corrosión en las calderas o los ductos de evacuación de gases” (Behn, 2012)

#### 24. Precalentador de aire

“El precalentador de aire es un intercambiador regenerativo de calor para calderas industriales, estos extraen de los gases calientes la valiosa energía que, de otro modo, llega a la chimenea sin ser utilizada, calentando de este modo el aire de combustión del sistema” (HDB)

#### 25. Precipitador electrostático

“Es un dispositivo de control de partículas que utiliza fuerzas eléctricas para mover las partículas fuera de la corriente de gas y sobre las placas del colector” (James H. Turner, 1999)

#### 26. Ventilador de tiro inducido

“Se utilizan para evacuar el aire de un espacio o para crear una presión de aire negativa en un sistema. También se utiliza para detectar el proceso de combustión utilizado en grandes calderas” (Company, 2020)

#### 27. Chimenea de emisiones

“Es un conducto construido para dar salida a la atmósfera libre los gases resultantes de una combustión para su dispersión en el aire ambiente” (construmatica, 2021)

#### 4.4. *FUNCIONAMIENTO DE LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS*

(PACEIVA Energía, 2013) Menciona “que la industria termoeléctrica es la más antigua que sea utilizado para la creación de energía, están en funcionamiento desde 1879. Aunque en la actualidad han disminuido su influencia a nivel mundial”, aun con esta disminución, se debe tener en cuenta que la energía termoeléctrica sigue siendo, según (IEA, 2017), “la mayor fuente de energía eléctrica en el mundo. Aunque en la actualidad aparte de la energía termoeléctrica existen otras industrias capaces de crear energía en el planeta entre ellas las más destacadas se encuentra las energías renovables que son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas”

“Una central termoeléctrica genera energía eléctrica a partir del calor que genera la combustión de los combustibles fósiles” (Termoelectrica E. , 2017). El calor provoca que el agua utilizada cambie de un estado líquido a gas (vapor de agua), a una presión elevada, y este vapor provoca que la turbina comience a girar, este movimiento causa que la energía que le pertenece al vapor de agua se transforme en energía mecánica y esta a su vez se transforma en energía eléctrica en un alternador. Luego la energía eléctrica pasa a un transformador para así ser utilizada. El vapor del agua utilizada en la turbina es llevado a un condensador para transformarlo nuevamente a un estado líquido para ser luego reutilizado en el mismo proceso.

A continuación en las figuras 2, 3,4 se mostrara el proceso de las centrales termoeléctricas desde la toma de combustible y agua, como el funcionamiento interno del mismo.

4.4.1. PROCESO PARA LOS COMBUSTIBLES

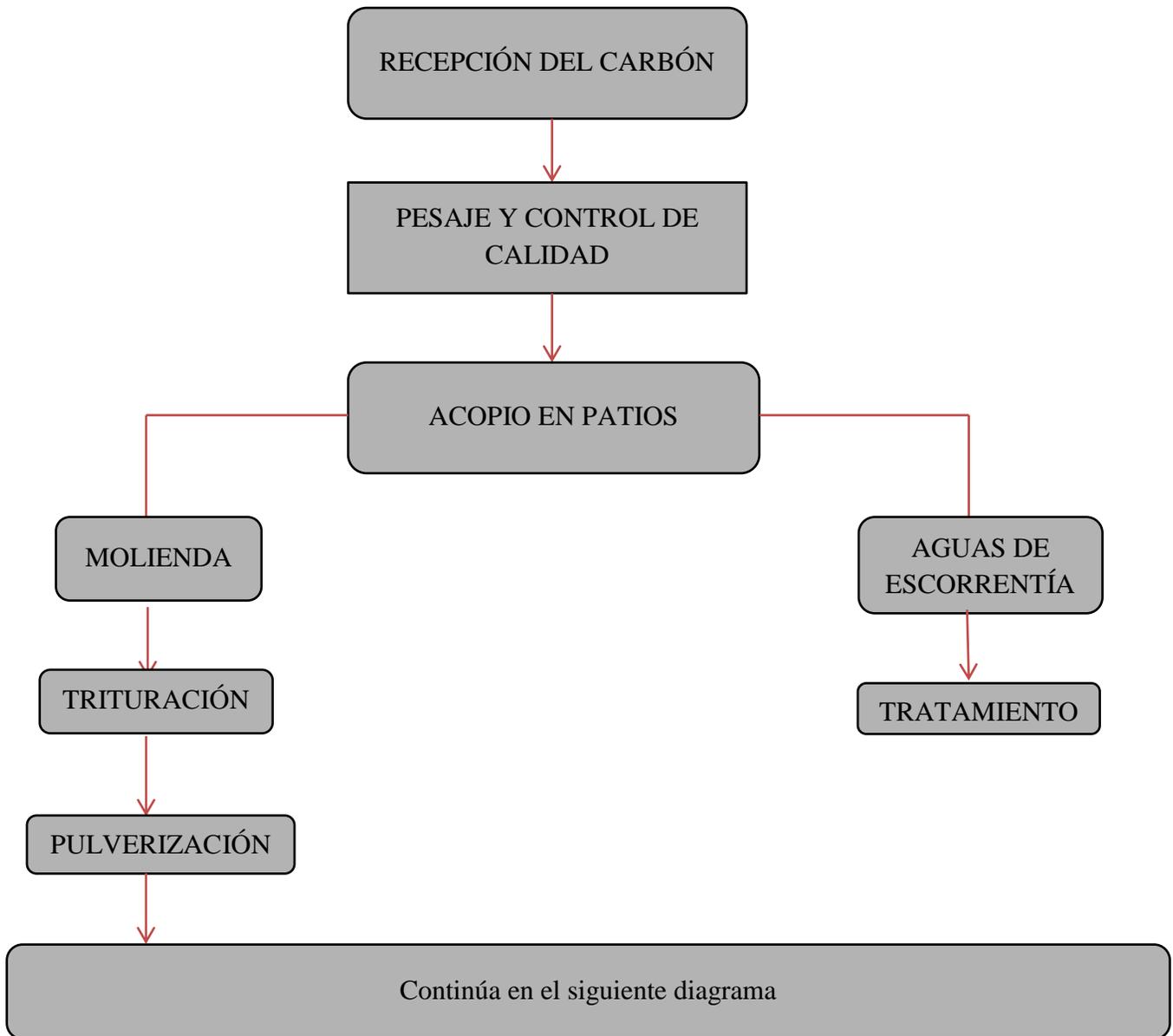


Figura 2: diagrama del proceso de las termoeléctricas  
Fuente: propia (AMBIENTAL)

4.4.2. PROCESO PARA EL AGUA



Figura 3: diagrama del proceso de las termoeléctricas  
Fuente: propia (AMBIENTAL)

4.4.3. PROCESO INTERNO

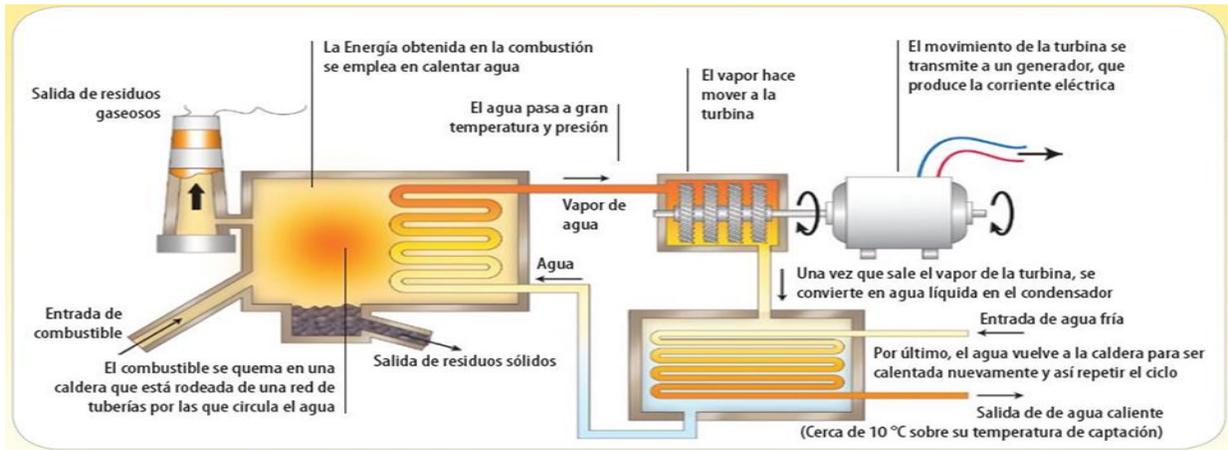


Figura 4: Funcionamiento interno de la planta termoeléctrica  
Fuente: (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)

A continuación se muestra resumido el proceso de las termoeléctricas

PROCESO	CONTAMINANTE
---------	--------------



Figura 5: recepción del carbón  
fuente: (moopio)

Material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, mercurio y arsénico. (endcoal)



Figura 6: control de calidad  
Fuente (empresas)

Ninguno



Figura 7: acopio de patios  
fuente (Staff)

Material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, mercurio y arsénico. (endcoal)



Figura 7: Molienda  
fuente: (Group)

Material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, mercurio y arsénico. (endcoal)



Figura 8: trituración del carbón al aire libre  
fuente: (Time)

Material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, mercurio y arsénico. (endcoal)

 <p><i>Figura 9: pulverización fuente: (internacional)</i></p>	<p>Material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, mercurio y arsénico. (endcoal)</p>
 <p><i>Figura 10: Escorrentías de aguas fuentes: (enred)</i></p>	<p>Aceites, combustibles, fluidos hidráulicos, polvo, arena y sal. (INVESTIGACIÓN, 2009)</p>
 <p><i>Figura 11: Planta de tratamiento y residuos fuente: (wsp)</i></p>	<p>Las aguas residuales tienen como contaminantes minerales, orgánicas, térmicos por las aguas de refrigeración (Salazar, 2013)</p>
 <p><i>Figura 12: Quema del carbón fuente: (Logística)</i></p>	<p>Material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, mercurio y arsénico. (endcoal)</p>
 <p><i>Figura 13: Salida de emisiones fuente: (Calderas)</i></p>	<p>Material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, mercurio y arsénico. (endcoal) tanto en la quema como en el enfriamiento</p>

*Tabla 2: Resumen Proceso de termoeléctricas  
Fuente: propia*

#### 4.5. ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA COMBUSTIÓN

En el funcionamiento de las termoeléctricas para la generación de energía los principales elementos utilizados en el proceso de la combustión son:

- Carbones:

“El carbón tiene muchos usos en todo el mundo. Sus usos más importantes son la generación de electricidad, la producción de acero, la fabricación de cemento y la producción de combustibles líquidos. Alrededor de 6.100 millones de toneladas de carbón se utilizaron el año pasado y en todo el mundo 1 billón de toneladas de lignito. Desde el año 2000, el consumo mundial de carbón ha crecido más rápido que cualquier otro combustible. Los cinco mayores consumidores de carbón son China, EE.UU., India, Rusia y Japón, los cuales representan el 77 por ciento del consumo total de carbón a nivel mundial” (Drummond, 2019)

- Petróleo:

“Es un líquido natural oleaginoso e inflamable, constituido por una mezcla de hidrocarburos que se presentan en la naturaleza, en lechos geológicos continentales o marítimos, ya sea en estado sólido, líquido, o gaseoso, estas tres fases pueden pasar de una a otra por efecto de cambio de presión y temperatura. Además es un recurso no renovable con apariencia de líquido aceitoso, que se encuentra saturando la porosidad de las rocas” (Mexicano, 2017)

- Gas Natural:

“Es una mezcla de hidrocarburos ligeros (metano, propano y butano) con otros gases, como dióxido de carbono, el helio y los gases de azufre. El origen del gas natural es el mismo que el del petróleo, pudiendo localizarse solo o con el petróleo.

Es un combustible limpio, eficiente y de suficiente flexibilidad para su empleo en la industria, el transporte y la producción de energía eléctrica. El gas natural emite menos contaminantes que los demás combustibles fósiles y menos dióxido de carbono. Sus usos son múltiples, utilizándose como combustible doméstico: cocinas, calefacciones y calentadores; como combustible industrial: metalurgia de acero, industria del cemento y cerámicas” (Empresa de Electricidad del Norte, 2021)

## **5. IMPACTOS AMBIENTALES**

Las actividades humanas han causado un cambio constante en la estabilidad del ambiente a lo largo de los años, desde hace tiempo atrás hemos notado las repercusiones de estas actividades, muchas son las causas que han provocado el deterioro del ambiente, entre ellas se encuentran las causadas por las termoeléctricas.

### *5.1. IMPACTOS GLOBALES*

“son aquéllos que inciden en el cambio climático producto del fenómeno del calentamiento global como consecuencia de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI, principalmente CO<sub>2</sub>), producto de la actividad humana y de un modelo económico intensivo en el uso de energía fósil”. (Termoelectrica C. C., 2011).

### *5.2. IMPACTOS LOCALES*

“son todos aquellos que repercuten de manera directa sobre la población y zonas aledañas al lugar donde funciona una central. Entre éstos destacan” (termoelectricas, 2011):

- Impactos sobre los recursos naturales:

Son causados por las termoeléctricas desde la construcción de sus instalaciones como el proceso industrial de generar energía, estas acciones comprometen las capacidades del

medio ambiente y los recursos naturales, cargando con partículas y metales pesados, al aire, agua y el suelo (termoelectricas, 2011)

- Impactos sobre otros sectores productivos:

“Debido a la gran aportación de contaminantes, la recolección y transporte de los materiales, como el vertimiento de agua a altas temperaturas, las termoeléctricas interfieren con funcionamiento de sectores productivos como la pesca, la agricultura y el turismo” (terram)

- Impactos sobre la salud:

“Abarcan desde alergias hasta problemas cardiovasculares, así como también el desarrollo de algunos tipos de cáncer. Además, generan una serie de costos económicos en el sector público, asociados al flujo de recursos estatales destinados a la mitigación de estos impactos, los que no son cubiertos por el sector privado encargado de la generación eléctrica” (termoelectricas, 2011)

### 5.3. CONTAMINACION DEL AIRE

El principal impacto ambiental que genera la termoeléctrica es la emisión de partículas contaminantes al aire, estos contaminantes afectan la salud humana causando enfermedades además de cambiar las condiciones de vida. Otro cambio considerablemente es el desequilibrio de tanto la fauna como flora de un ecosistema, Según (Lopez, 2018) “La contaminación de la flora y fauna ha provocado la destrucción de la biodiversidad en el Planeta, ya que deteriora los procesos internos que realizan las plantas para dicho ecosistemas. Las principales fuentes que producen las emisiones contaminantes de una termoeléctrica”:

- La extracción de hidrocarburos de los campos de petróleo, de carbón y de gas.
- La combustión de combustibles por el transporte y funcionamiento interno.

“Cuando el principal combustible que se utiliza es el gas natural, se genera principalmente óxido de nitrógeno, en el caso de petróleos y carbones se emiten todos los contaminantes se encuentra descrito en la tabla 1. Para la quema de carbón y petcoke se consideran además las emisiones de metales pesados tales como níquel y vanadio” (Rudnick, mercados de energía eléctrica, 2018)

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los contaminantes que causan las centrales termoeléctricas, sus características y los efectos que causan en las personas cercanas a estas.

Contaminante	Características	Efectos
Mater L31 Particulado (MP ID y MP 2.5)	“Partículas sólidas o líquidas conformadas por distintos compuestos, entre ellos nitratos, sulfatos, metales, polvos y cenizas. Su porción más fina (MP 2,5) es mucho más nociva para la salud, ya que ingresa directamente al torrente sanguíneo a través de los alvéolos pulmonares” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Su nocividad no radica sólo en su tamaño, sino en su composición química, a la cual se asocia su toxicidad. Las partículas más peligrosas son aquellas de características ácidas (sulfatos) y el material particulado proveniente del carbón. Los efectos en la salud son la irritación de vías respiratorias; tos y dificultad para respirar; disminución del funcionamiento pulmonar; asma; bronquitis crónica y mortalidad prematura en personas con enfermedades pulmonares y/o cardíacas; aumento de la frecuencia de cáncer pulmonar” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Partículas Totales en Suspensión (PTS)	“Corresponden a compuestos de carbón, nitratos, sulfatos y metales como plomo, cobre, hierro y zinc” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	
Monóxido de Carbono (CO)	“Gas inodoro, incoloro e insípido muy tóxico. Surge de la quema incompleta de combustible fósiles. Gas de efecto invernadero” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“No se percibe su presencia. En bajas concentraciones provoca dolor de cabeza, mareos, confusión, náuseas y fatiga. En altas concentraciones provoca muerte por asfixia. Contribuye al calentamiento global” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Monóxido de Nitrógeno (NO)	“Gas emitido por la quema incompleta de hidrocarburos o de sustancias orgánicas a altas temperaturas” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Reacciona con Hidrocarburos y la luz solar para formar oxidantes fotoquímicos o smog fotoquímico, además es precursor de la lluvia ácida, la cual acidifica la tierra y los cuerpos de agua” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	“Gas tóxico que se origina por la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) por la combustión de hidrocarburos. Es un agente oxidante, soluble en agua, de color caferojizo. Gas de efecto invernadero” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“En los seres humanos provoca daños en vías respiratorias, disminuye la capacidad pulmonar y aumenta la frecuencia de infecciones respiratorias. Precursor de la lluvia ácida. Contribuye al calentamiento global” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	“Gas venenoso e incoloro (gas sulfhídrico), inflamable y característico por su hedor a huevos podridos” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“En contacto con la piel y ojos puede causar irritación y quemaduras. Al respirarlo provoca dolor de cabeza y náuseas. La intoxicación puede causar pérdida de conciencia, falla respiratoria y/o cardiovascular” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Dióxido de Azufre Anhídrido sulfuroso (SO <sub>2</sub> )	“Gas incoloro de olor fuerte, no inflamable. Surge de pa quema de combustible que contienen azufre, como carbón y petróleo” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Irritante de las vías respiratorias y las conjuntivas oculares; broncoconstrictor. Estos efectos empeoran en presencia de partículas de agua y/o alta humedad ambiental. Precursor de ataques de asma. Destruye materiales calcáreos como mármol y cemento. Precursor de la lluvia ácida” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)

Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	“Gas generado a partir de la reacción de SO <sub>2</sub> y oxígeno en la atmosfera” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Produce daños sobre el aparato respiratorio y es precursor de la lluvia ácida” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	“Gas incoloro y sin sabor. Principal gas de efecto invernadero; se encuentra en la atmosfera tal como se origina” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Forma una capa que absorbe la radiación solar que refleja la Tierra, provoca con esto el fenómeno del calentamiento global. Es dañino para la salud humana; en altas concentraciones provoca asfixia” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Ozono (O <sub>3</sub> ) troposférico	“Se forma en la atmosfera por la reacción fotoquímica de óxidos de nitrógeno y compuestos volátiles (COVs)” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Es altamente oxidante y afecta a los tejidos vivos. En las personas provoca irritación ocular, de nariz y garganta, tos, dificultad y dolor durante la respiración” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Ácido Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	“Líquido aceitoso, incoloro, transparente y sumamente corrosivo. Una gran parte del ácido sulfúrico en el aire se forma por la liberación de anhídrido o sulfuroso cuando se quema/incinera carbón, aceite y/o gasolina” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Provoca quemaduras en la piel y la carne. Al inhalarlo puede producir erosión de los dientes e irritación de la vía respiratoria. Beberlo puede quemar la boca, la garganta y el estómago, pudiendo causar la muerte. La lluvia ácida perjudica los bosques y las plantas, debilitándolos a través de la acción combinada del ácido sulfúrico y nítrico que arrastra el agua de las lluvias” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Ácido Nítrico (HNO <sub>3</sub> )	“Es líquido y de olor sofocante. Surge de reacción entre óxido de azufre y de nitrógeno con vapor de agua. No es combustible, pero facilita la combustión de otras sustancias” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Puede ser corrosivo para la piel, ojos, nariz, membranas mucosas, tractos respiratorio y gastrointestinal, o cualquier tejido con el que tenga contacto. Exposiciones más leves pueden causar irritación en ojos, piel, membranas mucosas y tractos respiratorio y digestivo” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Smog	“Es una combinación de humo y niebla que cubre la atmósfera. Es extremadamente nocivo para la salud especialmente en niños, adultos mayor y enfermos asmáticos” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Dependiendo de los contaminantes que estén presentes en el smog, puede producir irritación de ojos y garganta, vómitos, ronquera, anemia, fatiga y enfermedades respiratorias crónicas” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Plomo(Pb)	“Es un metal pesado tóxico. Se lo encuentra en la atmósfera como material particulado proveniente de combustión de derivados del petróleo” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Se acumula en el sistema nervioso central y es especialmente dañino para el desarrollo mental de los niños provocando anemia, fatiga, daño cerebral y problemas a los riñones. La intoxicación con plomo puede provocar daños permanentes en las personas.” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)
Otros Metales Pesados: Mercurio (Hg), Níquel (Ni) y Vanadio (V)	“Elementos químicos metálicos con una alta densidad relativa que pueden ingresar a la cadena trófica y causar daños en seres vivos. Son altamente tóxicos y venenosos, además de bioacumulables” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)	“Mercurio: provoca serios daños en los sistemas nerviosos, cardiovascular, inmunológico y reproductor, pudiendo causar la muerte;” “Níquel: en cantidades elevadas aumenta las probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata;” “Vanadio: puede tener un número importante de efectos sobre la salud humana, como irritación de pulmones, garganta, ojos y cavidades nasales, causar bronquitis y neumonía, así como daño cardíaco y vascular” (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011)

Tabla 3: Resumen de impactos de la termoeléctrica  
Fuente: (Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas, 2011):

“Según un estudio realizado por (Rudnick, Medio Ambiente Chile, 2011) en la central termoeléctrica del pacífico se mencionó uno de los impactos más importantes. Es la emisión de contaminantes al aire, en la siguiente tabla se encuentra los datos proporcionados por” (Rudnick, Medio Ambiente Chile, 2011)

Contaminante	Emisiones totales [t/año]	Emisiones totales [t/año]	Emisiones totales [t/año]	Emisiones totales [t/año]
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
MP10	15,305	3,341	3,352	3,148
CO	0,651	0,403	0,300	0,237
COV	0,152	0,121	0,147	0,113
NOX	1,105	0,255	1,162	0,902

*Tabla 4: Emisiones termoeléctrica Pacífico:*

*Fuente: (Rudnick, Medio Ambiente Chile, 2011)*

“La humanidad se ha enfrentado con muchas enfermedades a través de los años, dejando incontables muertes y afectados por la contaminación del aire, donde los más afectados son los niños, recientemente un estudio de (A., V., C., & P., 2019) “donde se midieron los efectos sobre la salud infantil relacionados principalmente con la presencia de biomarcadores de exposición y efecto, daños perinatales, neuroconductuales y respiratorios. La exposición a las emisiones de CFPP durante el embarazo se asoció con bajo peso al nacer y muy bajo peso al nacer, menor estatura, menor diámetro de la circunferencia de la cabeza (CC) y prematuridad; el diámetro de HC aumentó en los recién nacidos después del cierre de CFPP”.

En las siguientes figuras se observaran los contaminantes que expulsan las centrales debido al proceso interno que estas realizan.

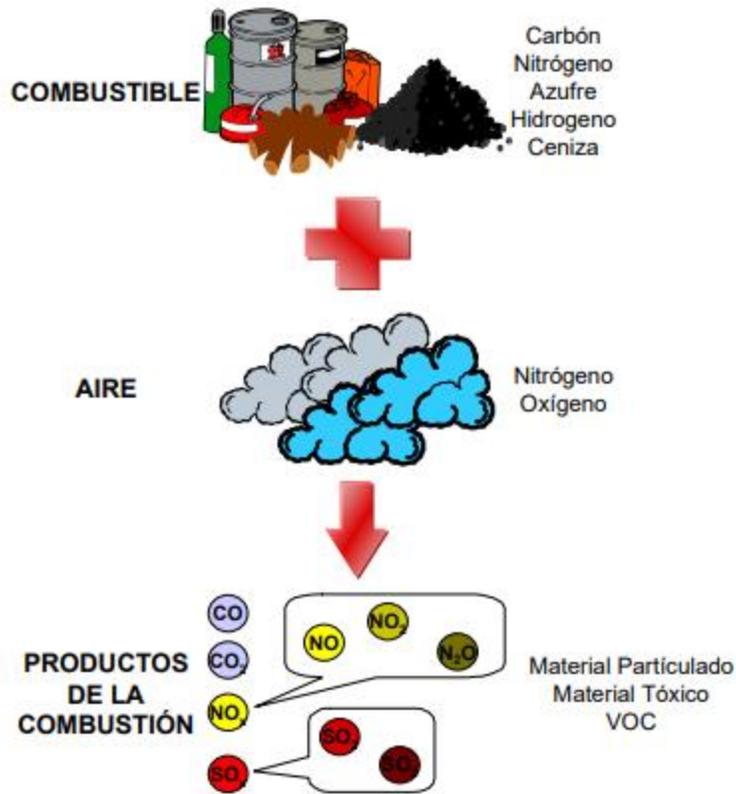


Figura 14: Proceso de la combustión fuente: (AMBIENTAL)

#### 5.4. CONTAMINACION DEL AGUA

“Además de las emisiones de las partículas nocivas, las centrales termoeléctricas producen otros impactos, uno de ellos es el impacto Hídrico, ya que en las termoeléctricas para el funcionamiento de las turbinas es necesario un sistema de enfriamiento para el vapor generado por la combustión del carbón, en este sistema se utiliza una gran cantidad de agua de mar (rio, laguna, etc. Dependiendo de su ubicación.). Al desaguar el agua al mar, esta presenta un cambio brusco en su temperatura con referencia a la tomada al inicio del proceso, debido a esto se debe evaluar el impacto que esto genera en la zona donde se descarga” (Rudnick, mercados de energia electrica, 2018)

Como se observó anteriormente las centrales termoeléctricas necesitan una gran cantidad de agua para sus distintos funcionamientos, los impactos o efectos más importantes que presentan las

termoeléctricas al utilizar el agua es la succión de agua para su enfriamiento y vertimiento de agua a altas temperatura.

#### *5.4.1. EFECTOS DE LA TOMA DE AGUA*

“Durante este proceso la biodiversidad presente en las captaciones de agua es sometida a una serie de impactos que generan la mortalidad de su población. Entre ellas se puede señalar” (termoelectricas, 2011):

- “Mortalidad por efecto de la succión” (termoelectricas, 2011)
- “Mortalidad por efecto del sistema de antifouling<sup>12</sup> del circuito” (termoelectricas, 2011)
- “Mortalidad por incrustación en los sistemas de filtros” (termoelectricas, 2011)
- “Mortalidad por efecto del sistema de bombas” (termoelectricas, 2011)
- “Mortalidad por shocks térmicos” (termoelectricas, 2011)
- “Mortandad por efecto del proceso de desulfurización” (termoelectricas, 2011)

#### *5.4.2. EFECTOS DEL VERTIMIENTO DEL AGUA*

“Al verter agua a altas temperatura causa tantos impactos negativos al medio marino como al medio social, ya que este vertimiento genera “disminución de fertilidad y aumento de los ritmos cardíacos de peces (fuente de alimento de la población). Aunado a ello, las centrales termoeléctricas impregnan el agua de enfriamiento con cloro así como otras sustancias químicas tóxicas para evitar el crecimiento de algas dentro de la infraestructura, y por ende, terminan también contaminando los cuerpos de agua” (Agua.ORG.MX, 2019)

### 5.5. CONTAMINACION DEL SUELOS

Anteriormente se habló de los impactos generados por las termoeléctricas de tipos atmosféricos e hídricos, pero no son los únicos que estas grandes industrias generan. Y esto se puede observar con los impactos a los suelos en la búsqueda, localización y transporte de los minerales utilizados en los procesos de funcionamientos.

## 6. MÉTODOS DE REDUCCIÓN DE CONTAMINANTES

Existen técnicas para las instalaciones adecuadas de las centrales a base de carbón en el mundo, estas se encargan de la reducción de emisiones contaminantes, según (Eurofins, 2017) “Se establece un marco común para definir las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para las grandes instalaciones de combustión, y se incluyen las técnicas para la prevención y control de emisiones. Decisión de Ejecución (UE) 2017/1442 de la Comisión, de 31 de julio de 2017, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo para las grandes instalaciones de combustión” (Consejo, 2010)

- “Combustión de combustibles en instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o superior a 50 MW, únicamente cuando esta actividad tenga lugar en instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal total igual o superior a 50 MW” (Consejo, 2010)
- “Gasificación de carbón y otros combustibles utilizados en instalaciones con una potencia térmica nominal total de 20 MW o superior, solo cuando esta actividad esté directamente relacionada con una instalación de combustión” (Consejo, 2010)
- “Valorización o eliminación de residuos en instalaciones de coincineración de residuos no peligrosos con una capacidad superior a 3 toneladas por hora o de residuos peligrosos

con una capacidad superior a 10 toneladas por día, solo en el caso de que esta actividad tenga lugar en las instalaciones de combustión a que se refiere el punto 1.1 anterior.”

(Consejo, 2010)

A demás de las instalaciones adecuadas de estas centrales también existen las reducciones por equipos de control como se describe a continuación:

(Rudnick, mercados de energia electrica, 2018) Afirma que Las emisiones se pueden reducir a través de equipos de control y describe los equipos de control que más utilizan.

- **filtros**

“El filtro de tela o cámara de filtros de bolsa trabaja bajo el mismo principio que una aspiradora de uso doméstico. El flujo de gas pasa por el material del filtro que retira las partículas. El filtro de tela es eficiente para retener partículas finas y puede sobrepasar 99 por ciento de remoción en la mayoría de las aplicaciones. Una desventaja del filtro de tela es que los gases a altas temperaturas a menudo tienen que ser enfriados antes de entrar en contacto con el medio filtrante” (Renovec, 2009)

- **Ciclones**

“Los ciclones usan el principio de la fuerza centrífuga para remover el material particulado. En un ciclón, el flujo contaminante es forzado a un movimiento circular. Este movimiento ejerce fuerza centrífuga sobre las partículas y las dirige a las paredes exteriores del ciclón. Las paredes del ciclón se angostan en la parte inferior de la unidad, lo que permite que las partículas sean recolectadas en una tolva. El aire limpio sale del ciclón por la parte superior de la cámara, pasando por un espiral de flujo ascendente o vórtice formado por una espiral que se mueve hacia abajo.

Los ciclones son eficientes para remover partículas grandes pero no son tan eficientes para partículas pequeñas. Por esta razón, a menudo se usan con otros dispositivos de control (Renovec, 2009)”

“Para las partículas los más utilizados son los filtros entre los cuales se destacan los ciclones o separadores inerciales. Estos se encargan de remover e interceptar partículas de tamaños entre 0.1 y 20 micras” (Rudnick, mercados de energía eléctrica, 2018)

“Según (Rudnick, mercados de energía eléctrica, 2018) En el caso del óxido de nitrógeno se dispone de tratamientos durante la combustión o durante la post-combustión: Durante la combustión: Quemadores de baja emisión de óxido de nitrógeno, Combustión Escalonada y Fuel-reburning. Post combustión: reducción catalítica selectiva” (Rudnick, mercados de energía eléctrica, 2018)

“Para el caso del SO<sub>2</sub>, se utilizan equipos conocidos comúnmente como desulfuradores, que es un proceso de post combustión de remoción de azufre desde la corriente de salida de la chimenea” (Rudnick, mercados de energía eléctrica, 2018)

Como se observó en el capítulo anterior no solo las centrales termoeléctricas afectan el aire por las emisiones, también se ve afectado el sector hídrico y el suelo, estas presentan métodos de reducción de sus contaminantes y son los siguientes:

- “Mejor tratamiento de las aguas residuales. Las aguas residuales producen una alta contaminación hídrica cuando se vierten en ríos y mares sin haber recibido un tratamiento correcto. Un consumo eficiente del agua, la menor utilización de productos químicos y unas correctas infraestructuras de depuración del agua son las mejores formas de simplificar y mejorar el tratamiento de las aguas residuales” (FUNDACION, 2020).

- “Gestionar el agua de forma responsable. Es importante realizar un control periódico de tus consumos y aplicar las mejores técnicas disponibles. Piensa cómo puedes reducir el consumo o reutilizar algunas corrientes de agua de la instalación” (PASCAL, 2011)
- “Reducir la cantidad de materiales consumimos, debemos responsabilizarnos y solo consumir lo necesario para no desperdiciar, porque los desperdicios y residuos contaminan y aceleran el desgaste del planeta” (JUSTE, 2020)
- “Reducir al máximo la deforestación, para conseguir que solo se talen árboles cuando es realmente necesario, puesto que por ello estamos dejando áreas enteras del mundo sin vegetación” (JUSTE, 2020)

## 7. RESULTADOS

En las siguientes tablas (de la 3 a la 8) se observa según las actividades realizadas como afectan a los componentes sociales y los componentes biofísicos, en el rango de los componentes sociales se encuentran; riesgos ambientales, paisaje, económico y el aspecto social mientras que en el sector de biodiversidad se encuentran la vegetación, el recurso hídrico, el aire y el suelo

Tabla 3 y 4: actividades de localización y extracción de los materiales del carbón

IMPACTOS AMBIENTALES		COMPONENTES SOCIALES							
		ACTIVIDADES							
		Localización y replanteo	aislamiento del area	limpieza, desmonte y descapote	excavacion y nivelacion	construccion de vias de acceso	construccion de vias internas	construccion de obras	construccion de campamentos
RIESGOS AMBIENTALES	Riesgos naturales								
	Riesgos operacionales								
	Riesgos Externos								
PAISAJE	Intervención de áreas sensibles (riberas, ríos, bosques)								
	Artificialización del paisaje								
	Extensión de áreas afectadas por la operación								
ECONOMICO	Cambio en el nivel de empleo								
	Cambio en el nivel de ingresos								
ASPECTO SOCIAL	Cambio en el nivel de escolaridad								
	Cambio en la calidad de vida								
	Pérdida del patrimonio cultural								

Tabla 5: Matriz impacto ambiental (componente social)

Fuente: Propia (AMBIENTAL)

Continuación

		COMPONENTES BIOFISICOS						
VEGETACION	Eliminación de la cubierta vegetal							
	Intervención de áreas boscosas							
HIDRICO	Efectos sobre el recurso hidrobiológico							
	Aporte de sedimentos							
	Alteración de la dinámica fluvial y los patrones de drenaje natural							
	Alteración del habitat natural del recurso Hidrobiológico							
	Contaminación por derrames de combustibles, grasas y aceites							
	Cambios en la calidad del cuerpo fluvial por escorrentia de pilas de carbon							
	Contaminación del cuerpo fluvial por residuos solidos y liquidos							
AIRE	Aumento de la concentración de material particulado							
	Aumento en las concentraciones de gases							
	Aumento del nivel de ruido							
SUELO	Inestabilidad							
	Desarrollo de procesos erosivos							
	Cambios en el uso del suelo							
	Cambios en las propiedades físicas del suelo							
	Alteración del patron de drenaje del suelo							
	Perdida de cobertura vegetal							
	Perdida de la capa organica y el potencial agrologico del suelo							
	Cambios topograficos							
	Compactación de suelos							
	Modificación del paisaje							
	Modificación de rondas de protección de cuerpos de agua							
	Contaminación del suelo por sedimentación de partículas							
	Cambios en los patrones de filtración del suelo							
	Contaminación del suelo por derrames de combustibles, lubricantes y otras sustancias							

Tabla 6: Matriz impacto ambiental (componente biofísico)  
Fuente: propia (AMBIENTAL)

Tabla 5 y 6 actividades de recibo y manejo del carbón

		COMPONENTES SOCIALES							
		ACTIVIDADES							
		Explotación de materiales y disposición de sobrantes	construcción de oficinas y talleres	construcción de sistema de riego	construcción drenajes de los patios de cenizas	construcción de la subestación eléctrica	construcción zona de combustibles	manejo y almacenamiento de carbón	preparación del carbón
RIESGOS AMBIENTALES	Riesgos naturales								
	Riesgos operacionales								
	Riesgos Externos								
PAISAJE	Intervención de áreas sensibles (riberas, ríos, bosques)								
	Artificialización del paisaje								
	Extensión de áreas afectadas por la operación								
ECONOMICO	Cambio en el nivel de empleo								
	Cambio en el nivel de ingresos								
ASPECTO SOCIAL	Cambio en el nivel de escolaridad								
	Cambio en la calidad de vida								
	Pérdida del patrimonio cultural								

Tabla 7: Matriz impacto ambiental (componente social)

Fuente: Propia (AMBIENTAL)

Continuación

		COMPONENTES BIOFISICOS							
VEGETACION	Eliminación de la cubierta vegetal								
	Intervención de áreas boscosas								
HIDRICO	Efectos sobre el recurso hidrobiológico								
	Aporte de sedimentos								
	Alteración de la dinámica fluvial y los patrones de drenaje natural								
	Alteración del habitat natural del recurso Hidrobiológico								
	Contaminación por derrames de combustibles, grasas y aceites								
	Cambios en la calidad del cuerpo fluvial por escorrentía de pilas de carbon								
	Contaminación del cuerpo fluvial por residuos solidos y liquidos								
AIRE	Aumento de la concentración de material particulado								
	Aumento en las concentraciones de gases								
	Aumento del nivel de ruido								
SUELO	Inestabilidad								
	Desarrollo de procesos erosivos								
	Cambios en el uso del suelo								
	Cambios en las propiedades físicas del suelo								
	Alteración del patron de drenaje del suelo								
	Perdida de cobertura vegetal								
	Perdida de la capa organica y el potencial agrologico del suelo								
	Cambios topograficos								
	Compactación de suelos								
	Modificación del paisaje								
	Modificación de rondas de protección de cuerpos de agua								
	Contaminación del suelo por sedimentación de partículas								
	Cambios en los patrones de filtración del suelo								
	Contaminación del suelo por derrames de combustibles, lubricantes y otras sustancias								

Tabla 8: Matriz impacto ambiental (componente biofísico)  
Fuente: propia (AMBIENTAL)

Tabla 7 y 8 actividades del proceso interno de la termoeléctrica

		IMPACTOS AMBIENTALES							
		COMPONENTES SOCIALES							
		ACTIVIDADES							
		Recibo y manejo del carbon	Recibo y manejo del combustible liquido	Caldera	sistema de enfriamiento	tratamiento de agua	precipitador electroestatico y chimeneas	manejo y disposicion final de las cenizas	instalaciones auxiliares,talleres y edificaciones
RIESGOS AMBIENTALES	Riesgos naturales								
	Riesgos operacionales								
	Riesgos Externos								
PAISAJE	Intervención de áreas sensibles (riberas, ríos, bosques)								
	Artificialización del paisaje								
	Extensión de áreas afectadas por la operación								
ECONOMICO	Cambio en el nivel de empleo								
	Cambio en el nivel de ingresos								
ASPECTO SOCIAL	Cambio en el nivel de escolaridad								
	Cambio en la calidad de vida								
	Pérdida del patrimonio cultural								

Tabla 9: Matriz impacto ambiental (componente social)

Fuente: propia (AMBIENTAL)

Continuación

		COMPONENTES BIOFISICOS							
VEGETACION	Eliminación de la cubierta vegetal								
	Intervención de áreas boscosas								
HIDRICO	Efectos sobre el recurso hidrobiológico								
	Aporte de sedimentos								
	Alteración de la dinámica fluvial y los patrones de drenaje								
	Alteración del habitat natural del recurso Hidrobiológico								
	Contaminación por derrames de combustibles, grasas y aceites								
	Cambios en la calidad del cuerpo fluvial por escorrentía de aguas pluviales								
	Contaminación del cuerpo fluvial por residuos sólidos y líquidos								
AIRE	Aumento de la concentración de material particulado								
	Aumento en las concentraciones de gases								
	Aumento del nivel de ruido								
SUELO	Inestabilidad								
	Desarrollo de procesos erosivos								
	Cambios en el uso del suelo								
	Cambios en las propiedades físicas del suelo								
	Alteración del patron de drenaje del suelo								
	Perdida de cobertura vegetal								
	Perdida de la capa organica y el potencial agrologico del suelo								
	Cambios topograficos								
	Compactacion de suelos								
	Modificacion del paisaje								
	Modificacion de rondas de proteccion de cuerpos de agua								
	Contaminacion del suelo por sedimentacion de particulas								
	Cambios en los patrones de filtracion del suelo								
	Contaminacion del suelo por derrames de combustibles, lubricantes y aceites								

Tabla 10: Matriz impacto ambiental (componente biofísico)  
Fuente: propia (AMBIENTAL)

## Matriz Arboleda

“Fue desarrollado por la Unidad Planeación Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en el año 1986, con el propósito de evaluar proyectos de aprovechamiento hidráulico de la empresa, pero posteriormente se utilizó para evaluar todo tipo de proyectos de EPM y ha sido utilizado por otros evaluadores para muchos tipos de proyectos con resultados favorables. Ha sido Manual de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) aprobado por las autoridades ambientales colombianas y por entidades internacionales como el Banco Mundial y el BID” (Arboleda, 2008).

“El método EPM o Método Arboleda se basa en la calificación ambiental con los que se evalúan los impactos ambientales” (CETINA, 2016)

En la siguiente matriz se tomarán algunas de las tantas actividades que se llevan a cabo en la generación de energía en centrales termoeléctricas, las evaluaremos por medio de los altos riesgos que genera la industria energética (Físico, Socio-económico y Cultural), con el fin de exponer graficas de impactos.

La etapa de causa y efecto vista en la tabla 9, evaluamos las acciones que genera cada uno de los aspectos ambientales en la industria termoeléctrica, determinando que aspecto genera cierta actividad como por ejemplo: la actividad “entrega de carbón mineral” genera los aspectos ambientales (Material Particulado, Producción de CO2, Generación de empleo, Salud y seguridad y tranquilidad pública) evaluando su impacto positivo o negativo que tiene este ante físico, socio económico y cultural.

ETAPA DE PRODUCCION DE ENERGIA			ACCIONES												
			Entrega de carbon mineral	Ingreso de carbon mineral a hornos	Transformacion de agua en vapor	Generacion de energia electrica	Salida de agua sobrante	Salida de vapores	Mantenimiento a maquinas	Retiro de cenizas volantes	Mantenimiento de Transformadores y liri				
ASPECTOS AMBIENTALES			Componentes	Factores											
FISICO	ABIOTICO	AIRE	Material Particulado	x	x								x		
			CO2, NOx, SO2, CO	x		x				x					
			Ruido y vibraciones			x	x			x	x				x
		AGUA	uso de agua					x							
			Calidad					x							
	SUELO	generación de residuos											x		
		Destrucción y erosión													
	Biotico	FLORA	Especie endemicas					x	x						
			Diversidad					x	x						
		FAUNA	Especie endemicas						x						
Habitat						x	x								
Socio economico y cultural	Generación de empleo		x	x	x	x			x	x	x	x	x		
	salud y seguridad		x	x					x	x	x	x	x		
	Paisaje						x	x							
	tranquilidad publica		x				x	x							

Tabla 11: Matriz impacto arboleda (causa y efecto)  
Fuente: propia (información extraída: (Santander, 2020))

En esta etapa observamos en la tabla 10, que se tiene en cuenta la cantidad de aspectos Ambientales que relacionan una acción, haciendo conteo de estas y generando la ponderación de esta.

ETAPA DE PRODUCCION DE ENERGIA					
Componentes			IMPACTOS	PONDERACION	
FISICO	ABIOTICO	AIRE	Material Particulado	4%	14%
			CO2	4%	
			Ruido y vibraciones	6%	
		AGUA	uso de agua	1%	2%
			Calidad	1%	
		SUELO	generación de residuos	2%	6%
	Destrucción y erosión		4%		
	Biotico	FLORA	Especie endemicas	1%	2%
			Diversidad	1%	
		FAUNA	Especie endemicas	4%	8%
Habitat			4%		
Socio economico y cultural			Generación de empleo	37%	68%
			salud y seguridad	21%	
			Paisaje	4%	
			tranquilidad publica	6%	
<b>TOTAL</b>				<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabla 12: Matriz impacto arboleda (ponderación)  
Fuente: (CETINA, 2016)

En la etapa de importancia visualizada en la tabla 12, por medio de la tabla 11, obtenemos la calificación Ambiental, la cual nos aporta el impacto negativo o positivo generado por la actividad.

<b>CLASE (C)</b>	(+)	Positivo
	(-)	Negativo
<b>PRESENCIA (P)</b>	1.0	Cierta
	0.7	Muy probable
	0.3	Probable
	0.1	Poco probable
	0.0	No probable
<b>EVOLUCION ( E )</b>	0.8-1.0	Muy rapida
	0.8-1.0	Rapida
	0.6-0.8	Media
	0.4-0.6 0.2-0.4	Lenta
	0.0-0.2	Muy Lenta
<b>MAGNITUD (M)</b>	0.8-1.0	Muy alta
	0.6-0.8	Alta
	0.4-0.6	Media
	0.2-0.4	Baja
	0.0-0.2	Muy baja
<b>DURACION ( D )</b>	1.0	Muy larga
	0.7-1.0	Larga
	0.4-0.7	Media
	0.1-0.4	Corta
<b>Calificación Ambiental</b>	$Ca=C(P[aEM+Bd])$	

Tabla x13: Matriz impacto arboleda (importancia)  
Fuente: (CETINA, 2016)

ETAPA DE PRODUCCION DE ENERGIA							
FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Entrega de carbon minerla					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	total
AIRE	Material Particulado	-1	0,3	0,4	0,5	0,1	-0,51
	CO2, NOx, SO2, CO	-1	0,3	0,2	0,3	0,1	-0,216
SOCIOECONÓMI CO Y CULTURAL	Generación de empleo	1	1	0,7	0,3	0,1	1,77
	Salud y seguridad tranquilidad publica	-1	0,3	0,4	0,2	0,6	-0,708
		-1	0,3	0,5	0,4	0,1	-0,51

FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Ingreso de carbon mineral a hornos					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	total
AIRE	Material particulado	-1	0,3	0,6	0,1	0,1	-0,216
SOCIOECONÓMI CO Y CULTURAL	Generación de empleo	1	0,3	0,5	0,2	0,1	0,3
	Salud y seguridad	-1	0,1	0,4	0,1	0,1	-0,058

FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Transformacion de agua en vapor					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	Ca
AIRE	CO2, NOx, SO2, CO	-1	0,3	0,2	0,2	0,2	-0,264
	Ruido y vibraciones	-1	1	0,8	0,9	0,7	-7,14
SOCIOECONÓMI CO Y CULTURAL	Generacion de empleo	1	0,6	0,4	0,2	0,1	0,516

FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Generacion de energia electrica					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	total
AIRE	Ruido y vibraciones	-1	1	0,8	0,7	0,8	-6,32
SOCIOECONÓMI CO Y CULTURAL	Generacion de empleo	1	0,3	0,5	0,3	0,1	0,405

FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Salida de agua sobrante					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	total
AGUA	Uso de agua	-1	1	0,8	1	0,7	-7,7
	Calidad	-1	1	0,8	1	0,5	-7,1
FLORA	Especies endemicas	-1	0,7	0,6	0,8	0,4	-3,192
	Diversidad	-1	0,7	0,4	0,6	0,4	-2,016
FAUNA	Habitad	-1	0,7	0,3	0,3	0,2	-0,861
SOCIOECONÓMI CO Y CULTURAL	Paisaje	-1	1	1	0,3	0,1	-2,4
	Tranquilidad publica	-1	0,3	0,5	0,1	0,1	-0,195

Tabla 14: Matriz impacto arboleda (importancia)

Fuente: (CETINA, 2016)

Continuación...

FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Salida de vapores					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	total
AIRE	CO2, NOx, SO2, CO	-1	1	1	1	0,7	-9,1
	Ruido y vibraciones	-1	0,7	0,6	0,5	0,3	-2,1
FLORA	Especies endemicas	-1	0,7	0,2	0,1	0,1	-0,308
	Diversidad	-1	0,6	0,5	0,4	0,1	-1,02
FAUNA	Especies endemicas	-1	0,5	0,3	0,2	0,1	-0,36
	Habitad	-1	0,6	0,4	0,3	0,2	-0,864
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	Generación de empleo	1	0,4	1	0,2	0,1	0,68
	Salud y seguridad	-1	0,8	0,7	0,9	0,5	-4,728
	tranquilidad publica	-1	0,7	0,6	0,4	0,3	-1,806
	Paisaje	-1	0,8	0,4	0,4	0,2	-1,376

FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Mantenimiento a maquinarias					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	total
AIRE	Ruido y vibraciones	-1	0,7	0,9	0,1	0,1	-0,651
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	Generación de empleo	1	1	1	0,2	0,1	1,7
	Salud y seguridad	-1	1	1	0,7	0,4	-6,1

FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Retiro de cenizas volantes					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	total
AIRE	Material particulado	-1	0,3	0,5	0,3	0,1	-0,405
SUELOS	Generación de residuos	-1	0,7	0,8	0,6	0,3	-2,982
SOCIOECONÓMICO	Generación de empleo	1	1	1	0,2	0,1	1,7
	Salud y seguridad	-1	0,7	0,6	0,3	0,3	-1,512

FACTORES		MATRIZ IMPORTANCIA					
		Mantenimiento de Transformadores y líneas de alta tension					
		Clase	Presen	Evoluc	Magn	Durac	total
AIRE	Ruido y vibraciones	-1	0,7	0,5	0,6	0,3	-2,1
SOCIOECONÓMICO	Generación de empleo	1	1	1	0,4	0,3	3,7
	salud y seguridad	-1	1	1	1	0,4	-8,2



Obteniendo los resultados generados en la tabla 13, procedemos a la tabla 14 para la adecuación de los datos y así generar las graficas de impactos Absolutos y Relativos.

ACTIVIDADES			Impactos absolutos positivos	Impactos absolutos negativos	Impactos relativos positivos	Impactos relativos negativos	
Componentes		Factores					
FISICO	ABIOTICO	AIRE	Material Particulado		-1,131		-0,04524
			CO2		-9,58		-0,3832
			Ruido y vibraciones		-18,311		-1,09866
		AGUA	uso de agua		-7,7		-0,077
			Calidad		-7,1		-0,071
		SUELO	generación de residuos		-2,982		-0,05964
	Destrucción y erosión			0		0	
	Biotico	FLORA	Especie endemicas		-3,5		-0,035
			Diversidad		-3,036		-0,03036
		FAUNA	Especie endemicas		-0,36		-0,0144
			Habitat		-3,264		-0,03456
		Socio economico y cultural		Generación de empleo	20,19	10,771	8,4798
salud y seguridad					-21,306		-4,47426
Paisaje				-4,206		-0,16824	
tranquilidad publica				-2,081		-0,12486	
TOTAL			20,19	-73,786	8,4798	-2,63115	

Tabla 16: Matriz impacto arboleda (tabla de impacto)  
Fuente: (CETINA, 2016)

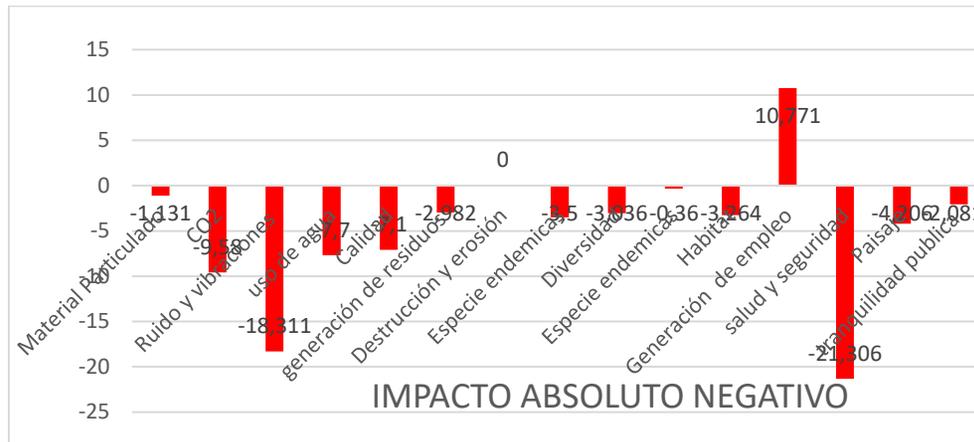


Figura 15: Grafico (impacto absoluto negativo)  
Fuente: (CETINA, 2016)

Por medio de la gráfica podemos observar que las acciones que más impacto absoluto y relativo negativos que se genera en la producción de energía en una termoeléctrica es la salud y seguridad de los trabajadores y pobladores aledaños, ya que estos se ven perjudicado por los campos eléctricos y por las emisiones generadas por la expulsión de los vapores.



Figura 16: Grafico impacto (impacto relativo negativo)  
Fuente: (CETINA, 2016)

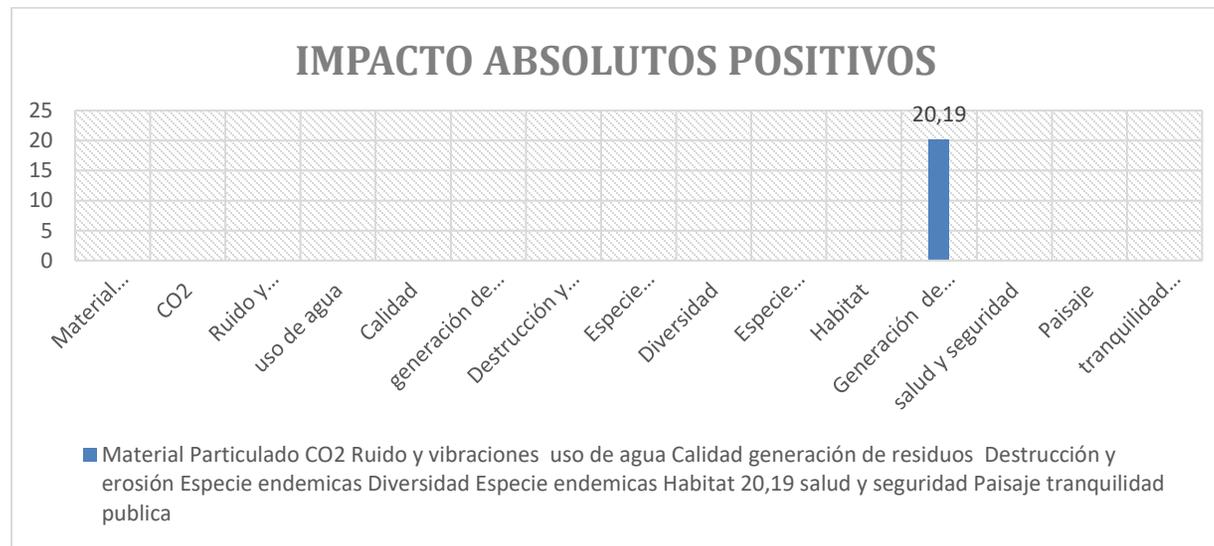


Figura 17: Grafico impacto (impacto absoluto positivo)  
Fuente: (CETINA, 2016)

Correspondiente a los impactos Absolutos y Relativos positivos generados en la producción de energía eléctrica por medio de centrales termoeléctricas estos aportan positivamente la generación de empleo y crecimiento de la economía alrededor de esta.

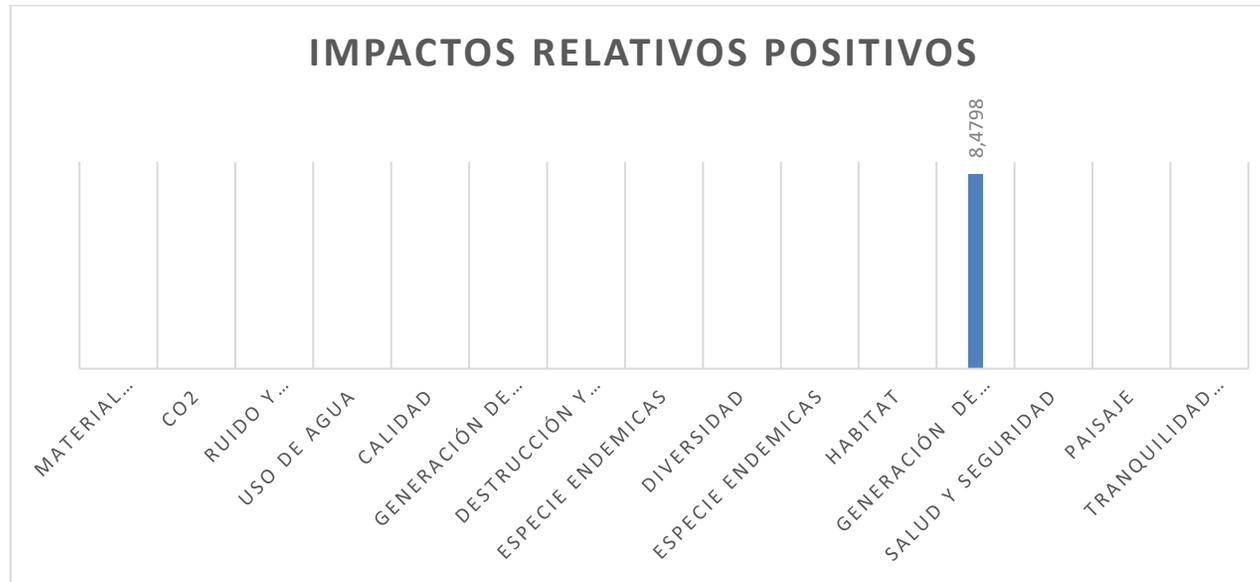


Figura 18: Grafico impacto (impacto relativo positivo)  
Fuente: (CETINA, 2016)

Entrega de carbon mineral		Ingreso de carbon mineral a hornos		Transformacion de agua en vapor		Generacion de energia elect		Salida de agua sobrante		Salida de vapores		Mantenimiento a maquinari		Retiro de cenizas volantes		Mantenimiento de Transformadores y lineas de alta tension	
I. Abs	I. Rel	I. Abs	I. Rel	I. Abs	I. Rel	I. Abs	I. Rel	I. Abs	I. Rel	I. Abs	I. Rel	I. Abs	I. Rel	I. Abs	I. Rel	I. Abs	I. Rel
0,552	0,47562	0,026	0,09018	-6,888	-0,24804	-5,915	-0,22935	-25,003	-0,3078	-20,982	-0,95832	-5,051	-0,69106	-2,794	0,25184	-4,5	-0,353

Tabla 17: Matriz impacto arboleda (tabla de impacto)  
Fuente: (CETINA, 2016)

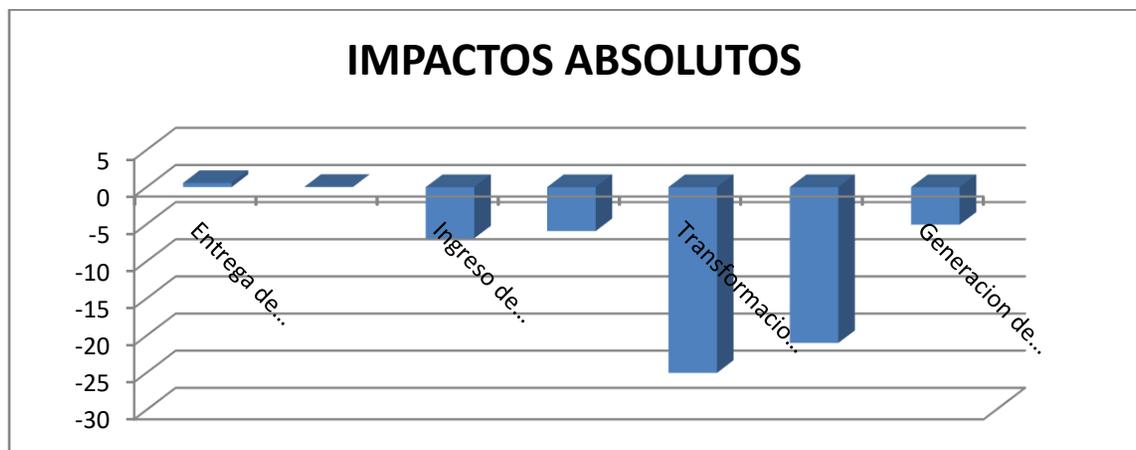


Figura 19: Grafico impacto (impacto absolutos)  
Fuente: (CETINA, 2016)

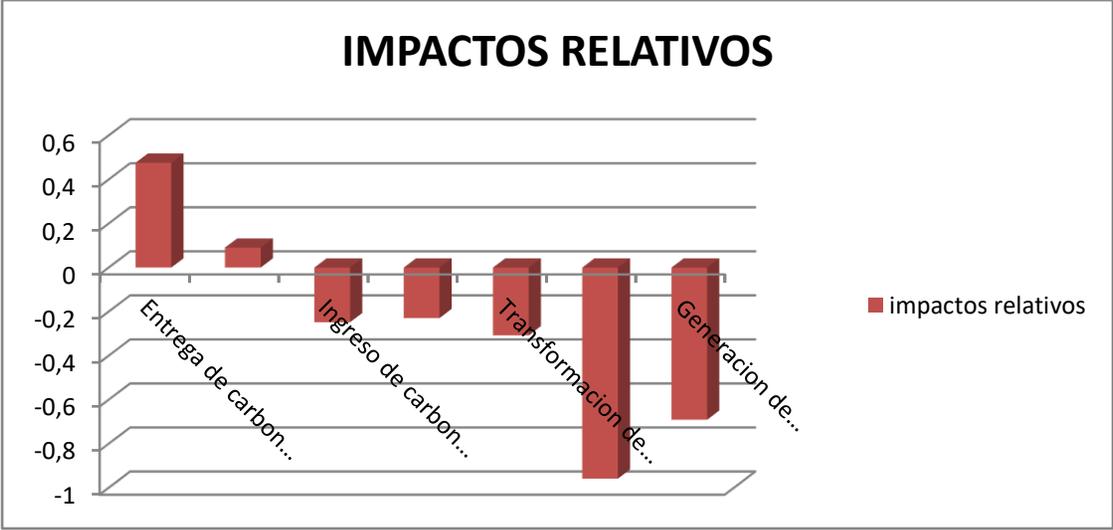


Figura 20: Grafico impacto (impacto relativo)  
Fuente: (CETINA, 2016)

## 8. CONCLUSIONES

- Para el proceso de generación de valor se observó que se puede reducir considerablemente los contaminantes por medio de fluidos, los cuales retienen un porcentaje importante de residuos generados por esta actividad. Además, se observa que el agua evacuada tiene una temperatura elevada generando daño en las fuentes hídricas. Afectando la fauna y flora de ese hábitat, provocando un impacto negativo tanto ambiental como social, es necesario la implementación de piscinas y saltos hidráulicos que disminuyan la temperatura, para lograr así el adecuado vertimiento del agua a la fuente hídrica.
- El retiro de las cenizas volantes es uno de los impactos que se tuvieron presente en la recopilación de información, se debe realizar el proceso de tamizado para así poder obtener porcentajes de recuperación de carbón, según el tipo de malla escogida para la separación de las cenizas volantes se obtiene como producto un carbón inquemado al cual se le hace aun mayor aprovechamiento de su contenido, generando nuevamente contenido energético para así generar combustión. El material pasante en la malla (ceniza) se puede utilizar en el campo de la construcción, o puede también ser aprovechado en la industria de carbón activo.
- Con el estudio bibliográfico realizado se concluyó que la generación de energía por medio de las centrales termoeléctricas genera un impacto ambiental muy notorio, que al pasar de los años se han implementado distintos métodos para mitigar estos impactos, la generación de vapores generados por la implementación de agua al carbón mineral es uno de los factores que más perjudica tanto a la población cercana como al medio ambiente

ya que estos generan oxido sulfuroso, oxido nitros, cenizas volantes, etc. Contaminante que afecta el sistema respiratorio de la comunidad aledaña como también al personal que labora en la central.

- El sector energético a nivel mundial lo conforman las termoeléctricas aportando del 30% al 60% de energía en muchas naciones, en Colombia estas centrales aportaron el 33% en el año 2020, generando además del suministro energético un impacto socioeconómico en las regiones cercanas a estas centrales.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- A., S. C., V., K. Y., C., L. T., & P., E. A. (2019). [Exposición a contaminantes de plantas termoeléctricas de carbón y salud infantil: ¿Cuál es la evidencia nacional e internacional?][Exposición a contaminantes provenientes de termoeléctricas a carbón y salud infantil: ¿Cuál es la evidencia internacional y. *Revista Chilena de Pediatría*, 102-114.
- acciona. (25 de febrero de 2021). *acciona.com*. Obtenido de <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- actualidad-24. (s.f.). *actualidad-24*. Obtenido de <https://www.actualidad-24.com/2019/12/primera-central-electrica-comercial.html>
- AGUA.ORG.MX. (4 de Marzo de 2019). *Agua.org.mx*. Obtenido de <https://agua.org.mx/actualidad/que-con-las-termoelectricas-y-su-uso-del-agua/>
- ALMIÑANA, D. G. (2002). *UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA*. Recuperado el 26 de JUNIO de 2021, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fupcommons.upc.edu%2Fbitstream%2Fhandle%2F2117%2F9428%2F02UPC%2520compleert%2520barcelona%2520COG%2520REV020802.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&cIen=108704
- Alonso, A. (20 de octubre de 2015). *AreaTecnologia*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/mecanismos/turbina-de-vapor.html>
- AMBIENTAL, G. (s.f.). *upme*. Obtenido de [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/guias/plantas/contenido/analisis.htm](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/plantas/contenido/analisis.htm)

AQUAE. (1 de febrero de 2021). *Fundacion del Agua*. Obtenido de

[https://www.fundacionaquae.org/causas-contaminacion-ambiental/?gclid=Cj0KCQjw5PGFBhC2ARIsAIFIMNcg5mMr8hxo1ngAdbvJYmzcvvvj-uf3SsqU87PIB5kU8c5t0tZXyarUaAowsEALw\\_wcB#Causas\\_de\\_la\\_contaminacion\\_del\\_aire](https://www.fundacionaquae.org/causas-contaminacion-ambiental/?gclid=Cj0KCQjw5PGFBhC2ARIsAIFIMNcg5mMr8hxo1ngAdbvJYmzcvvvj-uf3SsqU87PIB5kU8c5t0tZXyarUaAowsEALw_wcB#Causas_de_la_contaminacion_del_aire)

Arnabat, I. (17 de Agosto de 2018). *CaloryFrio.com*. Obtenido de

<https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/que-es-torre-de-refrigeracion-enfriamiento-funcionamiento-seguridad.html>

AS, C. J. (2021). *CjC*. Obtenido de [https://www.cjc.dk/es/soluciones-para-](https://www.cjc.dk/es/soluciones-para-sistemas/energia/molino-de-carbon-aceite-lubricante-para-pulverizador/)

[sistemas/energia/molino-de-carbon-aceite-lubricante-para-pulverizador/](https://www.cjc.dk/es/soluciones-para-sistemas/energia/molino-de-carbon-aceite-lubricante-para-pulverizador/)

Bautista Ruiz, W. L. (2017). *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*. Recuperado

el 27 de Junio de 2021, de Caracterización de las cenizas volantes de una planta termoeléctrica para su posible uso como aditivo en la fabricación de cemento. :

[https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/7374/5837](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/7374/5837)

Behn, A. O. (24 de octubre de 2012). *thermal.cl*. Obtenido de

[http://www.thermal.cl/docs/articulos\\_tecnicos/articulo\\_\\_\\_economizadores.pdf](http://www.thermal.cl/docs/articulos_tecnicos/articulo___economizadores.pdf)

C, T. (7 de junio de 2020). *resistencias-electrica*. Obtenido de [https://www.resistencias-](https://www.resistencias-electricas.com/productos/aire/calefaccion-de-aire-gas-en-circulacion-forzada/supercalentadores-de-aire-y-gas/)

[electricas.com/productos/aire/calefaccion-de-aire-gas-en-circulacion-forzada/supercalentadores-de-aire-y-gas/](https://www.resistencias-electricas.com/productos/aire/calefaccion-de-aire-gas-en-circulacion-forzada/supercalentadores-de-aire-y-gas/)

Calderas, T. (s.f.). *todocalderas*. Obtenido de [https://todocalderas.com.ar/articulos/chimeneas-](https://todocalderas.com.ar/articulos/chimeneas-industriales)

[industriales](https://todocalderas.com.ar/articulos/chimeneas-industriales)

Cartilla Ciudadana Sobre Termoeléctricas. (2011). *No+Carbon*. Obtenido de

<https://www.terram.cl/carbon/termoelectricidad/clasificacion/>

Cerney. (8 de marzo de 2020). *cerney.es*. Obtenido de <https://www.cerney.es/productos/equipos-complementarios/sobrecalentador>

CETINA, E. G. (2016). *UNIVERSIDAD LIBRE*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10424/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Company, T. N. (7 de Marzo de 2020). *nyb*. Obtenido de <https://www.nyb.com/es/induced-draft/>

CONSEJO, D. 2. (24 de Noviembre de 2010). *boe*. Obtenido de <https://www.boe.es/doue/2010/334/L00017-00119.pdf>

construmatica. (20 de Mayo de 2021). *construmatica*. Obtenido de [https://www.construmatica.com/construpedia/Chimeneas\\_Industriales](https://www.construmatica.com/construpedia/Chimeneas_Industriales)

controles, E. (8 de junio de 2021). *Ergios controles*. Obtenido de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XsQbTeIDv9AJ:https://ergiocontrol.com/valvulas-reguladoras-de-gas/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>

Depot, H. (2021). *homedepot*. Obtenido de <https://www.homedepot.com.mx/ideas-y-proyectos/plomeria/tipos-de-calentadores-de-agua>

Drummond. (30 de mayo de 2019). *carbones*. Obtenido de Drummond company: <https://www.drummondco.com/terminos-de-uso/?lang=es>

EadmonGuiasWeb. (2014). *portal.uned*. Obtenido de [http://portal.uned.es/EadmonGuiasWeb/htdocs/abrir\\_fichero/abrir\\_fichero.jsp?idGuia=57414](http://portal.uned.es/EadmonGuiasWeb/htdocs/abrir_fichero/abrir_fichero.jsp?idGuia=57414)

Empresa de Electricidad del Norte, E. S. (22 de Mayo de 2021). *Contaminación de las termoeléctricas*. Obtenido de <http://www2.udec.cl/quimles/general/publicacion-6.htm>

empresas, i. (s.f.). *interempresas*. Obtenido de

<https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/216980-Maquinas-de-inspeccion-Inspeccion-Vision-para-el-control-de-calidad.html>

*endcoal*. (s.f.). Obtenido de [https://endcoal.org/wp-](https://endcoal.org/wp-content/uploads/2015/03/ENDCOAL_SPANISH_factsheet1_LOWRES.pdf)

[content/uploads/2015/03/ENDCOAL\\_SPANISH\\_factsheet1\\_LOWRES.pdf](https://endcoal.org/wp-content/uploads/2015/03/ENDCOAL_SPANISH_factsheet1_LOWRES.pdf)

Endesa Fundacion. (08 de 2019). *fundacionendesa*. Obtenido de

<https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-generator-electrico>

Endesa Fundacion. (Agosto de 2019). <https://www.fundacionendesa.org/es>. Obtenido de

<https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico>

Endesa, F. (6 de junio de 2021). *fundacionendesa.org*. Obtenido de

<https://www.fundacionendesa.org/es/centrales-electricas-convencionales/a201908-central-termica-convencional-ciclo-combinado>

Engineerin, T. (24 de septiembre de 2019). *thermal-engineerin*. Obtenido de

<https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-turbina-lp-turbina-de-vapor-a-baja-presion-definicion/>

Engineering, T. (18 de septiembre de 2019). *thermal engineering*. Obtenido de

<https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-el-condensador-de-superficie-y-el-condensador-de-chorro-definicion/>

Engineering, T. (23 de septiembre de 2019). *thermal-engineering*. Obtenido de

<https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-turbina-hp-turbina-de-vapor-a-alta-presion-definicion/>

enred, M. (s.f.). *meteorologiaenred*. Obtenido de

<https://www.meteorologiaenred.com/escorrentia.html>

Eurofins. (22 de Agosto de 2017). *envira*. Obtenido de <https://envira.es/es/mejores-tecnicas-disponibles-grandes-instalaciones-combustion/>

FUNDACION, A. (27 de Enero de 2020). *fundacionaquae*. Obtenido de

[https://www.fundacionaquae.org/reducir-contaminacion-agua/?gclid=CjwKCAjww-CGBhALEiwAQzWxOkjzvQJaet6NGv\\_4vUCiRlzmkCp7DB4LlgnKKhGnxP4-kLBiHTs9shoCA-8QAvD\\_BwE](https://www.fundacionaquae.org/reducir-contaminacion-agua/?gclid=CjwKCAjww-CGBhALEiwAQzWxOkjzvQJaet6NGv_4vUCiRlzmkCp7DB4LlgnKKhGnxP4-kLBiHTs9shoCA-8QAvD_BwE)

Group, S. (s.f.). *sbmchina*. Obtenido de <https://es.sbmchina.com/case/mill/2275.html>

HDB. (s.f.). *hd-boilerparts*. Obtenido de [http://hd-boilerparts.com/4-boiler-air-](http://hd-boilerparts.com/4-boiler-air-preheater.html#:~:text=El%20precalentador%20de%20aire%20es,de%20calor%20para%20calderas%20industriales.&text=Como%20resultado%20de%20esto%20la,perdida%20de%20combustion%20es%20reducida.)

[preheater.html#:~:text=El%20precalentador%20de%20aire%20es,de%20calor%20para%20calderas%20industriales.&text=Como%20resultado%20de%20esto%20la,perdida%20de%20combustion%20es%20reducida.](http://hd-boilerparts.com/4-boiler-air-preheater.html#:~:text=El%20precalentador%20de%20aire%20es,de%20calor%20para%20calderas%20industriales.&text=Como%20resultado%20de%20esto%20la,perdida%20de%20combustion%20es%20reducida.)

Iberdrola. (s.f.). *iberdrola*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/historia-electricidad>

IEA. (2017). *Datos y estadísticas*. Obtenido de <https://www.iea.org/policies/about>

InduAmbiente. (enero de 2012). *La Filtración Termoeléctrica*. Obtenido de

<https://www.induambiente.com/informe-tecnico/filtracion/la-filtracion-termoelectrica>

international, p. (s.f.). *preiserinternational*. Obtenido de

<https://preiserinternational.com/productos/preparacin/pulverizadores-de-carbn/>

INVESTIGACIÓN, R. I. (2009). Evaluación de la contaminación por escorrentía urbana:.

*INGENIERÍA E INESTIGACION*, 101-108.

James H. Turner, P. A. (septiembre de 1999). *epa*. Obtenido de <https://www3.epa.gov/ttnecat1/cica/files/cs6ch3-s.pdf>

JUSTE, I. (1 de Septiembre de 2020). *ecologia verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/como-evitar-la-contaminacion-del-suelo-1362.html>

Logistica, M. (s.f.). *masterlogistica*. Obtenido de <https://www.masterlogistica.es/el-carbon-sus-caracteristicas-y-propiedades/>

Lopez, V. (2018). Efectos de la contaminación ambiental en la flora y fauna en el cantón La Maná.

Lumina. (s.f.). *luminaenergia*. Obtenido de <https://luminaenergia.es/la-importancia-la-luz-estos-momentos/>

Madrid. (2015). *Madrid*. Obtenido de <http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/calair/ContAtmosferica/Contaminantes/Efectos/plantas.html>

MAGNETROL. (7 de junio de 2021). *Magnetrol*. Obtenido de <https://www.magnetrol.com/es/tambores-de-vapor-para-generacion-de-energia>

Meg. (11 de Noviembre de 2020). *meg.es*. Obtenido de <https://montegar.es/que-es-y-como-funciona-una-linea-de-transmision-electrica/>

Méndez, N. (2011). La era de las termoeléctricas. *Revista del Colegio de Ingenieros.*, 3.

Merlin, L. (2019). *Leroy Merlin*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/bricopedia/bomba-de-condensados>

Mexicano, S. G. (22 de Marzo de 2017). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones\\_geologicas/Caracteristicas-del-petroleo.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Caracteristicas-del-petroleo.html)

moopio. (s.f.). *moopio*. Obtenido de

<http://co.moopio.com/tag/recepci%C3%B3n%20de%20carb%C3%B3n.html>

Moreno, M., & Segundo A. Martinez, F. R. (2014). *Universidad Pedagógica y Tecnológica de*

*Colombia*. Recuperado el 27 de Junio de 2021, de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fdi

gitales.uptc.edu.co%2Fmemorias%2Findex.php%2Ff\_ciencias%2F\_ciencias%2Fpaper%

2FviewFile%2F1251%2F1231&cien=827684

Nuclear, F. (s.f.). *Foro nuclear*. Obtenido de [https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-](https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-una-central-termoelectrica/)

[nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-una-central-](https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-una-central-termoelectrica/)

[termoelectrica/](https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-una-central-termoelectrica/)

nyb The New York Blower Company. (2020). *nyb* . Obtenido de

<https://www.nyb.com/es/forced-draft/>

PACEIVA Energia. (16 de Mayo de 2013). *Consultores*. Obtenido de

<https://www.rjconsultores.es/centrales-termoelectricas/>

PANERO, C., & SILVINA MAGDALENA MANRIQUE, A. J. (2013). Proceso de co-

combustión en una central termoeléctrica argentina. *Avances En Energías Renovables y*

*Medio Ambiente*, 8.

PASCAL, A. (2011). *ainia*. Obtenido de [https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/10-](https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/10-acciones-que-las-empresas-pueden-hacer-para-reducir-el-impacto-ambiental/)

[acciones-que-las-empresas-pueden-hacer-para-reducir-el-impacto-ambiental/](https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/10-acciones-que-las-empresas-pueden-hacer-para-reducir-el-impacto-ambiental/)

plas, R. (23 de enero de 2020). *rotoplas*. Obtenido de [https://rotoplas.com.mx/tolva-que-es-y-](https://rotoplas.com.mx/tolva-que-es-y-para-que-sirve/)

[para-que-sirve/](https://rotoplas.com.mx/tolva-que-es-y-para-que-sirve/)

Renovec. (marzo de 2009). *Control Químico* . Obtenido de

<http://www.controlquimico.es/index.php/control-quimico-de-emisiones>

RODRIGO A. GÓMEZ M., A. A. (12 de julio de 2011). *ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS EN PATIOS DE ALMACENAMIENTO EN EMPRESAS DE MINERÍA DE CARBÓN CON SIMULACIÓN DISCRETA Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS*. Bogota.

Rudnick, H. (2011). *Medio Ambiente Chile*. Santiago de Chile.

Rudnick, H. (2018). *mercados de energia electrica*. Santiago de chile.

Salazar, P. (2013). Obtenido de <https://es.slideshare.net/PatySalazar2/aguas-residuales-industriales-20762488>

Santander, U. I. (2020). Riesgos y peligros laborales en termoeléctricas: una revisión de la literatura de 2007 a 2017. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 1-15.

schulumberger. (2 de junio de 2020). *glossary oilfield*.

Silva, E. (s.f.). *Mapfre*. Obtenido de <https://www.mapfre.com/actualidad/sostenibilidad/impacto-ambiental/>

Solorzano, R. (5 de Junio de 2016). *Hydraulics & Pneumatics*. Obtenido de <https://www.hydraulicspneumatics.com/hp-en-espanol/article/21886594/principios-ingenieriles-bsicos-bombas-hidraulicas>

Staff, F. (s.f.). *forbes*. Obtenido de <https://forbes.co/2020/05/21/actualidad/produccion-de-carbon-en-colombia-cayo-72-por-cuenta-del-coronavirus/>

Termoelectrica, C. C. (6 de Julio de 2011). Obtenido de [http://media.biobiochile.cl/wp-content/uploads/2012/06/cartilla\\_termoe\\_6\\_julio\\_2011.pdf](http://media.biobiochile.cl/wp-content/uploads/2012/06/cartilla_termoe_6_julio_2011.pdf)

Termoelectrica, E. (19 de septiembre de 2017). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/energia-termoelectrica/>

termoelectricas, C. c. (6 de Julio de 2011). *media.biobiochile*. Obtenido de

[http://media.biobiochile.cl/wp-content/uploads/2012/06/cartilla\\_termoe\\_6\\_julio\\_2011.pdf](http://media.biobiochile.cl/wp-content/uploads/2012/06/cartilla_termoe_6_julio_2011.pdf)

terram. (s.f.). *no+carbon*. Obtenido de

<https://www.terram.cl/carbon/termoelectricidad/problemas-e-impactos/>

Time, D. (s.f.). *dreamstime*. Obtenido de [https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-libre-de-](https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-libre-de-regal%C3%ADas-trituradora-de-carb%C3%B3n-en-cielo-abierto-image34368826)

[regal%C3%ADas-trituradora-de-carb%C3%B3n-en-cielo-abierto-image34368826](https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-libre-de-regal%C3%ADas-trituradora-de-carb%C3%B3n-en-cielo-abierto-image34368826)

wsp. (s.f.). *wsp*. Obtenido de [https://www.wsp.com/es-ES/servicios/infraestructura-de-agua-y-](https://www.wsp.com/es-ES/servicios/infraestructura-de-agua-y-aguas-residuales)

[aguas-residuales](https://www.wsp.com/es-ES/servicios/infraestructura-de-agua-y-aguas-residuales)