



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**“EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA PARA GENERAR
ELECTRICIDAD A TRAVÉS DE UNA CENTRAL TÉRMICA A
PARTIR DE BIOGAS EN CAJAMARCA - 2106”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

CARLOS ALBERTO ORDOÑEZ ZELADA

ASESOR:

M.SC. ING. JOSE LUIS ADANAQUE SANCHEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACION, TRASMISION Y DISTRIBUSION

CHICLAYO – PERÚ

2016

JURADO

**M.SC. JONY VILLALOBOS CABRERA
PRESIDENTE**

**ING. CESAR DANY SIALER DIAZ
SECRETARIO**

**ING PEDRO DEMETRIO REYES TASSARA
VOCAL**

DEDICATORIA

A mi Dios Todopoderoso por llevarme de la mano siempre y regalarme esta vida tan hermosa.

A mi padre gracias por enseñarme a ver las cosas sencillas de la vida y aprender a valorarlas, tus ojos serán los míos y veremos el mundo siempre junto.

A mi madre mujer emprendedora quien me enseñó a luchar, y nos ha demostrado que cuando se quiere algo hay que luchar por ello, gracias por ser el pilar fundamental de nuestra familia.

A mis hermanos Magaly, Mily, Moisés y Marco, que me han servido de apoyo para lograr esta meta.

A mi esposa Carmen Rosa Llanos por brindarme todo el amor y comprensión y llegar a mi vida para iluminarla toda.

Carlos Ordoñez Zelada

AGRADECIMIENTO

La conclusión obtenida en esta vida tiene sacrificios y barreras que se van superando hasta lograr el objetivo principal que es el éxito. Los esfuerzos personales que puede que puede lograr el ser humano son bien recompensados y el ser un profesional de este territorio, egresado de una universidad cesar vallejo es la gloria más grande que puedo tener, sin embargo, en ese tiempo de sacrificio nos encontramos rodeados de seres queridos, compañeros, amistades, donde cada uno de estos sin darnos cuenta, colaboran con un granito de arena para que los atajos los podamos superar con facilidad y emprendernos nuevamente por el camino del éxito, es por ello que nunca hubiese obtenido tan calificado logro sin la colaboración y orientación de ellos que a lo largo de mi carrera siempre estuvieron conmigo, algunos continúan a mi lado y otros lamentablemente no están, pero los recuerdo a cada momento de mi vida, como es el caso de mi ser más querido (padre), a quien agradezco infinitamente todo su apoyo brindado..

Carlos Ordoñez Zelada

PRESENTACIÓN

En el presente trabajo de investigación titulado: EVALUACION TECNICA ECONOMICA PARA GENERAR ELECTRICIDAD A TRAVEZ DE UNA CENTRAL TERMICA A PARTIR DE BIOGAS EN CAJAMARCA - 2106, se demuestra que si es factible generar electricidad a través de una central térmica a partir de Biogás en Cajamarca.

En el Capítulo I, se presenta la realidad problemática existente en la ciudad de Cajamarca en cuanto al uso de los Residuos Sólidos generados, a continuación se hace una síntesis de los principales trabajos previos y se nombra las Teorías relacionada a generar electricidad a través de una Central Térmica a partir de biogás. A continuación se nombra el Problema, para luego justificar el trabajo de investigación realizado y presentar la Hipótesis, con los Objetivos de la Investigación.

En el Capítulo II, se presenta el Diseño de la Investigación, describiendo las Variables y su operacionalización, así como la Población y Muestra, además de las Técnicas e Instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación así como los Técnicas de Estudio de Testimonios.

El Capítulo III, presenta Resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos generales y específicos definidos.

En el Capítulo IV, se realiza la controversia de los Resultados logrados. En el Capítulo V y VI, se presenta las Conclusiones y Recomendaciones, respectivamente.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **Carlos Alberto Ordoñez Zelada**, con DNI N° 42144678, producto de concluir con las solturas actuales pensadas en el **Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**, expongo bajo juramento que es único el expediente que conduzco es fiel y auténtico.

Además, expongo también bajo compromiso que las únicas reseñas e investigación que se muestra en el actual informe de tesis, son genuinos y ciertos.

Encima como tal noción, obtengo la obligación que pertenezca ante cualquier falsedad, desaparición u exclusión, proporción de los documentos, como de averiguación contribuida, por lo cual me someto a lo preparado en las normas académicas de la **Universidad César Vallejo**.

Chiclayo, Julio de 2016

Carlos Alberto Ordoñez Zelada

ÍNDICE

Contenido	
PAGINA DEL JURADO	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN	iv
ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
I. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Realidad Problemática	6
1.2 Trabajos Previos	9
1.3 Teorías Relacionadas al Tema.....	13
II. MÉTODO.....	23
2.1 Croquis de investigación	23
2.2 Variables, operacionalización.....	23
2.3 Población y muestra.....	25
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	25
2.5 Métodos de análisis de datos.....	26
2.6 Aspectos éticos	26
III. RESULTADOS.....	28
3.1 Analizar y seleccionar la biomasa, previa evolución de la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos diarios producidos en la Ciudad de Cajamarca.....	28
3.2 Determinar la producción de energía, luego de caracterizar los RSU de la ciudad de Cajamarca	30
3.3 Selección del terreno donde se ubicará la central térmica	31
3.4 Selección del equipamiento de la central térmica para generar electricidad...31	
3.5 Determinar el Costo del kW-h generado	34
3.6. Evaluación económica de la Central Térmica	35

IV. DISCUSIÓN	37
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS	43
Bibliografía	43
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.- Crecimiento Poblacional de los 20 años.....	29
Tabla 6.- Producción de energía para los 20 años	30
Tabla 7.- Potencia Firme	32
Tabla 8.- Potencia Instalada.....	34
Tabla 22.- Resultado del VAN y TIR	35
Tabla 23.- Beneficio / Costo	36
Tabla 1.- Datos base para los escenarios.....	51
Tabla 2.- Población Según INEI	51
Tabla 3.- Población de Cajamarca.....	51
Tabla 4.- Ratios de MO Cajamarca.....	52
Tabla 5.- Crecimiento Poblacional de los 20 años.....	53
Tabla 7.- Potencia Firme	57
Tabla 8.- Potencia Instalada.....	59
Tabla 9.- Matriz para Costos	60
Tabla 10.- Inversión escenario pesimista.....	61
Tabla 11.- Costos para escenario pesimista	62
Tabla 12.- Venta de energía escenario pesimista.....	62
Tabla 13.- Bonos de CO ₂ escenario pesimista	63
Tabla 14.- Inversión escenario Normal	64
Tabla 15.- Costos Escenario Normal	64
Tabla 23.- Venta de Energía Escenario Normal	65
Tabla 24.- Bonos de CO ₂ Escenario Normal	66
Tabla 18.- Inversión en el escenario optimista.....	67
Tabla 19.- Costos Escenario Optimista.....	68
Tabla 20.- Venta de energía escenario Optimista.....	69
Tabla 21.- Bonos de CO ₂ Escenario Optimista.....	70
Tabla 22.- Resultado del VAN y TIR	71
Tabla 23.- Beneficio / Costo	72

RESUMEN

En la presente tesis se manifiesta que el Biogás es una iniciativa real en el mercado de energías sostenibles, con principales mejoras semejantes, relación de nuevos orígenes, asimismo de que favorece en la depreciación del gasto de carburantes fósiles, somete el resultado cobertizo y el calentamiento global y estalla el desarrollo de la renta nacional. La calidad del Biogás, y por otro lado La generación de la energía eléctrica es un factor importante para el desarrollo de las zonas las localidades en nuestro país, porque mejora la calidad de vida, promueve el desarrollo productivo e impulsa mejorar la economía.

En ese contexto este trabajo de investigación busca proponer a través de un análisis de una planta de generación eléctrica con Biogás, utilizando la basura o los desechos orgánicos de Cajamarca.

También se han considerado los aspectos científicos y tecnológicos necesarios tales como: las características de trabajo y climática, análisis de la demanda y la oferta, los fundamentos básicos de iluminación, el diseño de los planos de ubicación de las luminarias, sus características técnicas y detalles.

La propuesta de implementación de una planta de generación eléctrica con biogás en Cajamarca, es viable y sostenible, principalmente más que por el aspecto técnico, por razones económicas, de medio ambiente y mejorar la matriz energética del país.

La puesta en práctica de este proyecto brindará a nuestras futuras generaciones el acceso a la utilización de nuevas tecnologías en generación eléctrica el desarrollo de nuevas plantas para la industria y la región de Cajamarca.

PALABRAS CLAVE:

Generación Eléctrica, Biogás, Desechos Orgánicos, Medio Ambiente.

ABSTRACT

In the present thesis it is stated that Biogas is a real initiative in the market of sustainable energies, with similar main improvements, reduction of new origins, also of which it favors in the depreciation of the fossil fuels expense, it subjects the shed result and the heating Development of national income. The quality of Biogas, and on the other hand The generation of electric energy is an important factor for the development of the localities in our country, because it improves the quality of life, promotes productive development and drives to improve the economy.

In this context, this research work seeks to propose through an analysis of a power generation plant with Biogas, using garbage or organic waste from Cajamarca.

Consideration has also been given to the necessary scientific and technological aspects such as: work and climate characteristics, demand and supply analysis, basic lighting fundamentals, design of luminaire locations, technical characteristics and details

The proposal for the implementation of a gas-fired power plant in Cajamarca is feasible and sustainable, mainly due to the technical aspect, for economic reasons, the environment and to improve the country's energy matrix.

The implementation of this project will provide our future generations with access to the use of new technologies in electricity generation the development of new plants for industry and the region of Cajamarca.

KEYWORDS

Energy, Optimization, Energy Efficiency, Energy Audit, Energy Consumption Index

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 A Nivel Internacional

La expectativa de la petición de energía acreciente cuantiosamente en los inmediatos años a causa de desarrollo estadístico y el progreso de capital. Varios individuos en el mundo perciben en la coyuntura hondos cambios en sus modos de vida a régimen que se pasa de una renta de sostenimiento a una renta fundada en la industria o en los servicios. Los incrementos ascendentes en la demanda de energía se registrarán en los países en desarrollo, en que se anuncia que la proporción mundial de extenuación de energía habrá de crecer del 46 al 58 por ciento entre 2004 y 2030 (EIA, 2007).

Tomando en cuenta que la inestabilidad energética que emprendió en 1973 disminuyó la acogida de petróleo y elevó su costo en forma abusiva. La dificultad exigió a los países en desarrollo a comprimir significativas transmisiones de desarrollo para poder agenciarse del petróleo que requieren para conservar la marcha de sus economías. Se planteó la terminante necesidad de hallar y desplegar diferentes alternativas de energía, tales como otros combustibles fósiles (carbón, gas), energía nuclear o recursos energéticos sustituibles.

En Lorca, España, la situación global de Industria, Energía y Minas ha otorgado a la empresa Galavi Solar S.L la libertad administradora para establecer en Lorca una planta de elaboración de energía eléctrica a partir de biogás, con una energía de 499 kilovatios en el paraje de La Pinosa.

El folleto Estatal de la Región de Murcia (BORM) publicó el veredicto favorable para la colocación de esta infraestructura que producirá electricidad a partir del biogás procedente de la asimilación anaerobia de sustratos orgánicos en régimen especial en una planta de biometanización.

El presupuesto de instalación alcanza los 209.000 euros y el expediente del proyecto para la generación de energía eléctrica en abstinencia específica y la empresa estará obligada a presentar durante los tres primeros meses de cada año una remembranza extracto de los datos estadísticos de autoproducción del año anterior.

Según el IIE (Instituto de Investigaciones Eléctricas) la obtención de todos los días, nacional de basura en México en el año 2000 se estimó en 84 200 toneladas, de las cuales, sólo el 53% (44 600 toneladas) se almacenaron en 51 rellenos sanitarios ubicados en urbes medias, zonas metropolitanas y estrechamente poco en urbes pequeñas. Esto representa una reclusión anual en rellenos sanitarios de 16 279 000 toneladas.

Con el biogás que ya genera la basura confinada en los actuales cinco años, estaría viable aguantar una capacidad de producción eléctrica cercana a los 80 MW, y concentrar 16 MW añadidos con la nueva basura que, año tras año, se estará almacenando en los rellenos existentes. De esta representación, a lo extenso de diez años la capacidad total de generación eléctrica podría sumar a 240 MW.

En la cuestión de que toda la basura hoy por hoy obtenida fuera exilada en rellenos sanitarios, el aforo de generación eléctrica por medio del biogás procedente podría llegar a los 400 MW para todo el país. Acorde a la ciudad y el capital del país vayan aumentando, este contenido podrá también ir en asenso. Lastimosamente, exclusive por un proyecto reciente de 8 MW en la ciudad de Monterrey, el biogás procedente en el país no se aprovecha, por lo que más de 40 millones de toneladas equivalentes de CO₂ acaban incorporándose cada año a la atmósfera con las contradicciones ambientales que sobrellevan: el metano tiene un golpe parecido a 21 veces el efecto invernadero emanado por el bióxido de carbono.

1.1.2 A Nivel Nacional

MEM (2014, pág.14), En su Resumen “Plan Energético Nacional 2014-2025”, nos dice que la petición de electricidad proseguirá con la predisposición ascendente de los últimos veinte años. Se aprecia que su desarrollo estará asentado primariamente en el progreso de los proyectos mineros e industriales, y en la facilitación de estos cambios, así como en el progreso de las principales ciudades en las regiones del país. La reclamación pasará de los actuales 5 800 megavatios (MW) a un rango entre 9 500 MW y 12 300 MW al 2025 según los espacios de incremento del PBI de 4,5% y 6,5% respectivamente. En los primeros tres años, su progresión será mayor con tasas de 6,6%, y luego reducirá en aguardo de nuevos proyectos. El mercado de electricidad cuenta con dos fragmentos: el regulado que atiende a más de 6,5 millones de familias (55% del consumo total), y el fragmento libre con 260 consumidores industriales y mineros básicamente.

Vargas (2009, pág.3), en su resumen “El cambio climático y sus efectos en el terruño”, nos dice el País modela una gran extenuación ante diferenciaciones climáticas radicales, siendo certeza de ello los quebrantos económicos que envolvieron anómalos como el Niño. Así, bajo un espacio pasivo los enseres del cambio climático podrían ser inclusive principales ya que los enseres se potenciarían al implicarse otros mecanismos que conmueven negativamente el progreso; como la merma de disponibilidad de recursos hídricos (para consumo humano y generación energética) debido a la regresión glaciaria, el desgaste de fabricación esencial agrícola y pesquera ganancia del aumento de la temperatura del mar, la lesión de biodiversidad, y efectos sobre la salud humana.

En la actualidad, los combustibles fósiles componen el recurso energético más común, actualmente, sin embargo, su alta dependencia en el progreso económico y su uso exagerado se ha transformado en una problemática, debido a su carencia y a la contaminación ambiental que causa su utilización.

1.1.3 A Nivel Local:

El gasto de la energía eléctrica hoy en día, ha dilatado de acuerdo al último reporte del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en julio del 2015 el importe de las tarifas eléctricas creció 2,9% y hubo uno de los sectores que más intervino en que la inflación en dicho mes llegue a 3,01%. Como grandiosos grupos de consumo, en el mes de julio la electricidad registró el más costoso aumento de precios con 1,63%.

INEI precisó que entre enero y julio del 2015 el precio de la electricidad escaló 5,54% y entre agosto del 2014 y julio de este año el aumento existió de 5,10%, con lo cual se sitúa entre los sectores con mayor tasa de incremento en los importes., por lo cual sería conveniente implementar en la provincia de Cajamarca una central eléctrica, que genere electricidad a partir del biogás, debido a que en nuestra provincia se cuenta con un relleno sanitario que acoge 91,76 toneladas de residuos orgánicos diarios entre mercados restaurantes y domiciliarios, el cual sería una buena opción para tratarla a fin de producir BIOGAS la cual a través de un desarrollo se alcanzan a obtener energía para combustión.

Las medias de escasez de referir con un sistema de extracción no coexisten en la urbe de Cajamarca. Digno a la poca indagación y la necesidad de falla de intenciones en este rótulo energético

Otro de los problemas reiterados que surge es el que se genera por la falta de selección en cuanto a la basura, los ciudadanos mezclan en las bolsas todo tipo de basura dificultando una verdadera labor de reciclaje con ella y exponiendo a los recolectores y recicladores a accidentes peligrosos como cortes o contagios por agujas hipodérmicas, por ejemplo.

1.2 Trabajos Previos

1.2.1 A nivel internacional:

El proyecto Bioenergía de Nuevo León, S. A. es el producto de una federación importante entre la compañía privada Bioeléctrica de Monterrey, S. A. y el Gobierno del Estado de Nuevo León, a través del Método para el

Mando Ecológico y Procesamiento de la Basuras SIMEPRODE, organismo público dispersado.

El día viernes 19 de septiembre del año 2003 se abrió la planta de BENLESA reuniéndose entre ajenos el Gobernador en turno del Estado de Nuevo León y diferentes funcionarios de la Secretaría de Energía. En septiembre 17 del 2008 se extreno la segunda parte de la planta, en la cual se aumento la capacidad de generación pasando de 7.42 MW. a 12.72 MW., en presencia del Presidente de la República Lic. Felipe Calderón Hinojosa y del Gobernador del Estado y demás funcionarios estatales, oficiales y municipales. La energía eléctrica que se forja en BENLESA es consignada a trece entidades asociados.

En Chile a 55 km de Santiago, la empresa KDM inauguro en el 2010 una planta productora de electricidad, que dignamente emplea como vital combustible el biogás, que deriva de los residuos sólidos. Como el ex Ministro de Energía Ricardo Raineri, este proyecto es un signo de hacer combustible gratuitamente, ya que si bien solicita los cambios para producir energía, se conoce de una materia prima que se logra de la basura que se coloca en vertederos.

En Costa Rica la Universidad EARTH comenzó el 26 de septiembre del 2006 una planta de reproducción de energía eléctrica a partir de biogás, con lo cual se dispersan las posibilidades de originar electricidad en los países tropicales, a partir de energías sustituibles. Desde hace 12 años, la EARTH ha manejado, originado y divulgado el uso de biodigestores, que permiten la elaboración de biogás a partir de excrementos animales y personas y de otros residuos orgánicos.

Ahora en la Universidad EARTH y en el contorno rural de Costa Rica se cuenta con 600 biodigestores del tipo Taiwán que se hallan en marcha, fueron colocados en trabajo unido con el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), El Instituto Costarricense de Electricidad

(ICE) en sus propósitos de Conservación de Cuencas, La Pastoral Social de Limón, El Proyecto Pocotsi de la Fundación Neotrópica y El Proyecto COBODES de la Unión Europea. Estos biodigestores generan biogás con un contenido de entre 60 a 80% de metano, que es un combustible capaz para su uso continuo o para la generación de electricidad.

El siguiente proyecto está regido a sustituir las insuficiencias de energía eléctrica a gran escala, es decir, en chicas y medianas sociedades y empresas agroindustriales campestres. El motor de la planta eléctrica fue fundado para gas natural y fue calibrado para trabajar con biogás, con un contenido de entre 60 a 70% de metano. Esta planta tiene un potencial de generación de energía eléctrica de 40 kilovatios/hora, lo que accede conservar iluminados 400 bombillos o lamparas incandescentes de 100 vatios, o bien suplir la demanda energética de entre 40 a 60 casas cedidas con electrodomésticos básicos. Este motor causa muy bajo ruido y por ello no conmueve el bienestar humano y/o animal.

1.2.2 A Nivel Nacional:

El derroche de la energía eléctrica en la actualidad, han incrementado Como el último reporte del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el mes de julio del 2015 el precio de las tarifas eléctricas subió 2,9% y fue uno de los sectores que más ayudo en que la inflación en dicho mes llegue a 3,01%. (Carranza Gonzáles, 2002, p.45 -49).

Como los grandes grupos de gasto, en el mes de julio la electricidad registró el más alto incremento de precios con 1,63%.

INEI obligó que entre enero y julio del 2015 el costo de la electricidad escaló 5,54% y entre agosto del 2014 y julio del presente año el aumento fue de 5,10%, con lo cual se sitúa entre los sectores con mayor tasa de incremento en los precios., por lo cual sería conveniente implementar en la provincia de Cajamarca una central eléctrica, que genere electricidad a partir del biogás, debido a que en nuestra provincia se cuenta con un relleno sanitario que acoge 91,76 Toneladas de residuos orgánicos diarios entre mercados

restaurantes y domiciliarios, el cual sería una buena opción para tratarla a fin de producir BIOGAS la cual a través de una evolución se llegan a conseguir energía de combustión. (Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2002, P. 12).

Los medios de escasez de narrar con un sistema de linaje no están en la localidad de Cajamarca. Debido a la poca investigación e interés y la necesidad de falta de proyectos en este rubro energético.

Otro de los problemas reiterados que surge es el que se genera por la falta de selección en cuanto a la basura, los ciudadanos mezclan en las bolsas todo tipo de basura dificultando una verdadera labor de reciclaje con ella y exponiendo a los recolectores y recicladores a accidentes peligrosos como cortes o contagios por agujas hipodérmicas. (García, y otros, 2002, p. 15-20).

1.2.3 A Nivel Local

(Coproper, 2016), en su informe Los abarrotados sanitarios: acortar biogás cuando la constituyente se desarregla villano condiciones anaeróbicas (falta de oxígeno). El biogás está mezclado por metano, principalmente el primero es apreciado gas de efecto invernadero, razón por la cual su uso recubre doble jerarquía. En saliente caso el metano es atraído del saturado sanitario que posee el CEAMSE, en campo de mayo. La investigación está concertada por un acumulado de pozos de captación de biogás, un tejido de conductos de recopilación y envío del mismo. Este combustible preliminarmente preparado, mantiene a motores de gas los cuales se hallan conectados a los generadores de energía eléctrica. Mediante ese transcurso se colocaron dos centrales que funcionan a biogás. “San Martín Norte III-A” por un total de 5,1 MW, a partir del 25 de mayo de 2012 y “San Miguel Norte III-C” de 11,5MW, desde el 05 de octubre de 2012”. (Campos Pozuelo, 2008, p.23)

(Vargas, 2012), en manual “el BIOGAS: Biogás es el seudónimo común que se le ha dado a la composición gaseosa creada durante la biodegradación

total descomposición anaeróbica de materia orgánica. La combinación gaseosa está compuesta principalmente de metano y anhídrido carbónico. Es debido a la presencia del primero que el biogás puede considerarse un combustible gaseoso y, por lo tanto, desde la deflación de los recursos fósiles energéticos, dicho asunto microbiológico ha atraído el esmero, tanto del generalista como del experto, como una fuente de un combustible derivado de recursos sustituibles. Su aplicación en países en vías de desarrollo se ha publicado a todo el nivel, haciéndose hincapié en su papel como heredero de la leña empleada para preparar alimentos en las viviendas del área rural. Frecuentemente se enseñan los casos de la República Popular de China y la India (los países de mayor población mundial) como ejemplo en las cuales dicha aplicación ha tenido una gran expansión, pero son muy pocos los informes que cuantifican el nivel de aprobación” (europe, 2003, p.31).

1.3 Teorías Relacionadas al Tema

Centrales de Generación Eléctricas

Fernández y Robles (s.f., p.7), en su Unidad Didáctica 4, Centrales Térmicas, La energía eléctrica está emanada en generadores eléctricos, maniobrados por los artefactos o por las turbinas de vapor. En todas las centrales térmicas actuales que origina corriente alterna trifásica. De los generadores la corriente eléctrica se transporta a los transformadores de potencia adecuados, donde se enaltece la tensión y la energía generada. Dichos transformadores se alojan en locales especiales o, en la misma sección de repartición que, por lo usual, está alejado de la casa de máquinas; esto debe de estar siempre, la mayoría de las veces, siempre se exige de que los pabellones debe tener suficiente luz natural para que los aparatos, transformadores, etc... puedan examinar libremente y así mismo pueda realizarse el montaje y desmontaje cuando sea preciso para lo cual se requiere de suficiente espacio. Las centrales térmicas de vapor exigen, generalmente, un consumo abundante eminente de energía; lo más positivo es despojar esta energía de una sala de distribución especial ya que, casi siempre, la tensión para las insuficiencias

convenientes de la central es desigual a la tensión de distribución. (Carranza Gonzáles, 2002, p.45 -49).

Generación eléctrica

La generación de energía eléctrica dijo Tal cliente de energía eléctrica cada vez somos más sensatos de la importancia de nuestro táctica y prácticas para obtener avances en la eficiencia energética, pero somos el último eslabón de una larga cadena que se inicia en el punto de generación de la energía y llega hasta nosotros a través de la red de transporte. La eficacia del sistema eléctrico obedece de su correcto funcionamiento minimizando las pérdidas en el recorrido y acondicionando la oferta y la demanda en tiempo real. (Tchobanoglous, 1996, p.35).

La producción de electricidad tiene un espacio en las centrales de generación que pueden ser de diversas clases, de acuerdo a la tecnología que utilice: nuclear, hidráulica, térmica, solar, eólica, etc. En el país nuestro el 30% de la demanda de energía eléctrica por año se envuelve a partir de orígenes sustituibles, como el viento, el agua o el sol. En este paso del vínculo de la electricidad se producen pérdidas debido a que hasta el momento no hay ninguna tecnología en la actualidad que haya de aprovechar al 100% el permisible de energía del suministro que emplea. En una central térmica, por ejemplo, a partir de 10 unidades de combustible, solo se producen 2 de electricidad, mientras en una central hidráulica, de 10 unidades de energía potencial del agua, 8 andan a ser electricidad.

Generación Eléctrica

Gensal, (2009, p. 1), dijo que una planta de generación eléctrica. Es un aparato que mueve un generador de electricidad mediante de un motor de combustión interna. Son usualmente utilizados cuando hay un déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes de suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países puede obligar a colocar plantas eléctricas en sitios en los que se den

grandes densidades de personas (centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos, etc.). (Hernández, y otros, 1998, p. 32).

Energía

(Endesa, 2014 pág. 1) en su informe, El ser humano, desde su coexistencia, ha necesitado la energía para sobrevivir. Pero. ¿Qué es? ¿Por qué tiene tanta importancia la energía? ¿Por qué es significativo el ahorro energético?

La energía es la capacidad de los cuerpos para ejecutar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Es decir, la energía es la capacidad de hacer funcionar las cosas.

La unidad de medida que utilizamos para considerar la energía es el Joule (J).

Bioenergía

La biomasa se logra entender como la materia orgánica procedente de algún tipo de organismo o de un cambio natural o artificial de la misma. Así, la energía de la biomasa también llamada bioenergía, se precisa como la energía que se puede lograr de ésta mediante algún tipo de procesamiento; Los procesos bioenergéticos se clasifican en tres grupos según su fuente de alimentación y su forma de alcanzar el recurso: los tratamientos termoquímicos, bioquímicos y químicos.

- **Tratamientos termoquímicos**

Los procesos termoquímicos utilizan calor como fuente de cambio de la biomasa en productos con alto valor energético. Existen diferentes tratamientos termoquímicos, entre los que se destacan:

- ❖ **Combustión directa**

La combustión directa es un proceso donde se combustiona biomasa, preferentemente seca y que proviene principalmente de la industria forestal. Así se puede recibir energía eléctrica o térmica. Es el proceso más antiguo y ahorrador de aprovechamiento energético de la biomasa, ya que requiere la fuente de biomasa y una caldera de combustión para la generación de energía.

❖ **Pirolisis**

La pirolisis es la carbonización de la biomasa. La materia orgánica está sujeta a condiciones de alta temperatura (500 °C) y ausencia de oxígeno, resultando en un gas combustible combinado principalmente por el monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂). Este producto suele utilizarse para conseguir calor o electricidad en motores, en turbinas o ciclos combinados de alta eficacia.

❖ **Gasificación**

La gasificación es una evolución que convierte el carbón en un combustible que es gas, por intermedio de la oxidación parcial en existencia de aire, oxígeno o vapor de agua. En este caso es necesaria la escasez de oxígeno para la operación del proceso. Se utiliza calor para transformar la biomasa en un gas (ya sea “gas pobre” o “singas”) compuesto principalmente por carbono (CO) e hidrógeno (H₂). Existen distintas tecnologías de gasificación y su aplicación depende de la materia prima a utilizar y sus características como tamaño de partículas, humedad, porcentaje de volátiles y escala del sistema.

❖ **Tratamientos químicos**

La transformación química compromete a la no intervención de microorganismos en el proceso de conversión de la biomasa. El principal exponente de este tipo de tratamiento es el cambio de ácidos grasos, que consiste en la reforma de aceites vegetales o animales a una mezcla de hidrocarburos mediante una evolución química (Energía de la biomasa). La evolución consiste en la mezcla de los aceites con un alcohol para generar una reacción que produce ésteres grasos como el etil o metil éster, los que pueden ser mezclados con el diésel o ser usados directamente como combustibles, siendo denominados como biodiesel.

❖ **Tratamientos bioquímicos**

Los cambios bioquímicos de la biomasa es la asociada a reacciones químicas y biológicas que se derivan del metabolismo de

microorganismos que destituyen biomasa con altos niveles de humedad, debido al ambiente acuoso que requieren sus enzimas para poder actuar. Como resultado de la evolución se obtienen productos energéticos que pueden ser utilizados para alcanzar energía útil.

Los tipos de tratamientos bioquímicos para generación de energía son la fermentación alcohólica y la digestión anaeróbica, siendo esta última la encargada de la producción de biogás, por lo que será abordada con mayor profundidad en la próxima sección.

❖ **Fermentación Alcohólica**

La fermentación alcohólica, asimismo llamada fermentación anaeróbica, es una evolución en la que operan microorganismos destituyendo la materia orgánica en ausencia de un aceptor de electrones externo. Se ha utilizado durante siglos para la producción de licores y más actualmente en la reposición de los combustibles fósiles para transporte. De hecho, ha sido utilizado para la evolución de biomasa en combustibles líquidos como el etanol. Un caso destacado a nivel mundial es el de Brasil donde existen millones de vehículos impulsados con alcohol obtenido de la caña de azúcar.

En esta tecnología el sustrato es oxidado parcialmente en un reactor, por lo que una reducida parte de la energía contenida en él se conserva. (ALLENDES, 2015 pág. 21)

Generación de energía eléctrica a partir de biogás

(Quezada, 2007 pág. 1) en su Tesis “GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BIOGÁS”, expresó que La Hacienda Pecuaría Integrada (FPI) de la Universidad EARTH ha realizado un método de biodigestores para la purificación productiva de aguas servidas. En este proceso se ha logrado un doble resultado: de purificación de las aguas, consiguiendo cumplir y despuntar la normativa vigente, y además se obtiene como subproducto el biogás. Recientemente se implementó un sistema de reproducción de energía eléctrica a partir de biogás, el que permite cultivar al biogás generado a partir de excretas de origen animal. La energía eléctrica

será generada mediante el uso de un motor de combustión interna y su propio generador. El objetivo de esta responsabilidad fue la evaluación de un filtro de óxido de calcio y filtros de alambriña que se colocaron en la tubería de dirección para incrementar la calidad del biogás. La acción de ambos filtros sobre el aumento de la calidad de biogás fue evaluada mediante análisis químicos del encerrado de ácido sulfhídrico. Además se determinó la eficiencia del generador en la producción de energía eléctrica. Con el filtro de óxido de calcio se logró una descuento del 40 % de ácido sulfhídrico mientras que con el filtro de alambriña no pudo ser cuantificado debido a la irresolución de la concentración de ácido sulfhídrico en las muestras tomadas en la bolsa reservorio de la lechería. La eficiencia del generador encontrada fue de 7 %, con una producción por turno aproximada de 19 kW-h con un consumo promedio de $16 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Esto indicó una relación de 2 m^3 de biogás por cada kilowatt hora generado.

Energía eléctrica a partir de la basura (biogás)

(Petramas, 2010 pág. 1) en su informe. La inicial planta de energía eléctrica sustituible o central térmica de biomasa fue la de Huaycoloro estreno su realización el 28 de octubre del 2011, y gracias a ella tres millones y medio de kilos diarios de basura que recibe el relleno sanitario de Huaycoloro y que constituye alrededor del 42% de los residuos sólidos que genera toda la ciudad de Lima Metropolitana, se convierten en energía eléctrica que provee a miles de peruanos al iniciarse su enlace al SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional).

El Biogás

(Electrobas, 2007 pág. 1) En su informe nos dice que el biogás es un gas inflamable que se produce en ambientes naturales o en mecanismos específicos, por las actitudes de biodegradación (descomposición) de la materia orgánica, a través de la operación de microorganismos, y otros factores en ausencia de aire (en ambiente anaeróbico). Cuando la materia orgánica se descompone en emigración de oxígeno, intervén este tipo de bacterias, generando biogás. El gas de los pantanos, el gas natural de

yacimientos subterráneos o incluso el gas metabólico derivado en el estómago de los rumiantes, es cabalmente biogás. Utilizando esta evolución se puede tratar gran cantidad de residuos como estiércoles, efluentes de industrias, basura orgánica, entre otros contaminantes, y, además, conseguir biogás.

El biogás como origen superpuesto de energía. Desde hace siglos, el ser humano analiza el poder bacteriológico de la digestión de desechos orgánicos y recupera el biogás o biometano con el fin de utilizarlos para cocinar, calentarse y moverse (motor a gas). En la actualidad, los cientos de proyectos realizados a través del mundo, que comprenden de simples granjas lecheras a plantas de tratamiento de aguas servidas de las grandes ciudades, demuestran que la recolección de los biogases con fines energéticos es económicamente razonable y tiene al mismo tiempo una sensación favorable sobre el medio ambiente.

Calculo del biogás.

(Sala Lizarraga, 1994, p.27) En Beneficios precarios de biogás a partir de los restos compactos instalados". El precio ardiente del biogás es aproximado de 6Kwh/m³. Se dice que 1m³ de biogás es semejante a cerca de 1/2 litro de combustible diésel. En países transformados, el importe teórico es de 200Nm³ de biogás por cada tonelada de basura depositada.

El Landfill Metha Outreach Program de la EPA de los EUA. Recomienda unos cuantos métodos para apreciar la reproducción de biogás en un saturado sanitario:

Método A. la aproximación simple. Procedimiento empírico; cantidad de basura depositada, efusión de biogás de varios proyectos.

Datos: Residuos acumulados = 100 Ton/Día

Método B:" Piloto de humillación de primera decisión".

Consigue ser agotado para registrar el canje en la tasa de reproducción de biogás de acuerdo a la vida ventajosa del proyecto de colmado.

Pero se necesita echar de ver las siguientes versátiles:

- Promedio anual de acogida para la basura

- Número de años que el colmado sanitario llevara abierto
- Número de años que el colmado llevara cerrado, sin recibir basura, si corresponde
- Potencial de reproducción de metano de la basura
- Tasa de reproducción anual de la basura

$$LFG = 2LOR(e^{-kc} - e^{-kt})$$

Donde:

LFG= Total de biogás reproducido al año transcurrido (pie cubico)

LO=Potencial total generado de metano de los desechos (pies cúbicos/Libra)

K= Tasa anual de producción

R= Tasa intermedio de recepción de los desechos anuales durante la vida activa (libras)

T=Años desde se apertura el repleto sanitario (años)

C= Años desde que se cánselo el repleto (años).

1.4 Formulación del problema

¿Es viable técnica y económica generar electricidad a partir del Biogás producido por los residuos sólidos urbanos producidos en la ciudad de Cajamarca?

1.5 Justificación del estudio

- **Justificación teórica**

El crecimiento de tecnologías de energía renovable, en exclusivo el aprovechamiento de biogás, abre la oportunidad para que este sea utilizado en la elaboración de energía eléctrica y calórica. El proyecto prevé un sistema de cogeneración de energía en ciclo Brayton, buscando la mayor eficacia en la explotación de la energía del biogás. Estos sistemas están restringidos en la renta última. Sin retención, simboliza el manejo más legítimo del biogás ya que se consigue como una forma de energía considerablemente flexible como la electricidad de igual modo que un principio de calor muy importante para la calefacción.

- **Justificación Metodológica**

Esta propuesta busca generar energía eléctrica empleando un combustible renovable como es el biogás. Así como de exterminar el volumen de residuos y la contaminación que generan estos desechos (granjas, establos, rellenos sanitarios, etc.), lo cual dicho biogás se obtendrá a través de un proceso biológico.

- **Justificación Practica**

A menudo la basura es generada en grandes cantidades, lo cual con dicha propuesta se busca reducir al mínimo llevándolo a una planta de tratamiento para su descomposición a fin de obtener el biogás, luego llevarlo a través de tuberías a una planta térmica para ser utilizado como combustible, para hacer funcionar un motor el cual moverá a un generador y así poder obtener energía eléctrica para el beneficio de la provincia de Cajamarca. Lo cual se mitigaría en gran medida la contaminación del medio ambiente de dicha ciudad.

- **Justificación Económica**

El crecimiento actual de importes de los recursos energéticos, centrándose en el problema energético arranco en octubre de 1973 con el alza de los precios de los crudos y con negación de ofertas aplicadas por los países de la OPAEP (Organización de los Países Árabes Exportadores de Petróleo), y alimentada por hechos similares en los años siguientes. Todo esto hace que se resienten las grandes economías importadoras del “oro negro” y se busquen alternativas.

- **Justificación medioambiental**

En cuanto al medio ambiente la utilización de energías primarias debido a la fantasía de nuevas tecnologías, la disponibilidad de nuevos recursos la venida de consumos específicos de energías más limpias y respetuosas con el medio e importes más competitivos.

Continuar la construcción de un sistema de instalación de una planta térmica convencional que funcione a partir de biogás que quemen gas natural a fin de remplazar el petróleo por el biogás y colaborar con el cuidado del medio ambiente en el área de la Provincia de Cajamarca.

1.6 Hipótesis

Es viable técnica y económicamente la generación de electricidad a través de una central térmica que utilice el biogás producido por los residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca.

1.7 Objetivos.

Objetivo general.

Realizar la evaluación técnica económica para generar de electricidad a través de una central térmica que utilice el biogás producido por los residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca.

Objetivos específicos.

- Analizar y seleccionar la biomasa, previa evolución de la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos diarios producidos en la Ciudad de Cajamarca.
- Determinar la producción de energía, luego de caracterizar los RSU de la ciudad de Cajamarca.
- Seleccionar el terreno donde se ubicará la central térmica.
- Seleccionar el equipamiento de la central térmica para generar electricidad.
- Determinar el Costo del kW-h generado.
- Realizar la evaluación económica de la central térmica

II. MÉTODO

2.1 Croquis de investigación

La actual investigación es no experimental – descriptiva porque se ha retraído los datos tal como han pasado en la realidad, utilizando el método de la observación, lo que implica procesos de descripción o análisis e interpretación.

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Variables

Para testificar el estudio de investigación se determinaron dos variables para la Operacionalización

Variable Dependiente

Evaluación técnica económica para generar electricidad a través de una central térmica

Variable Independiente

Biogás obtenido de residuos sólidos

2.2.2 Operacionalización de Variables

Variables	Ilustración Conceptual	Ilustración Estratégico	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable Dependiente: Evaluación técnica económica para generar electricidad a través de una central térmica.</p>	<p>Evaluar técnicamente si es productivo la edificación de una planta de generación eléctrica, que tendrá un grupo electrógeno de combustión interna que utilicé el biogás como fuente de combustible para generar de electricidad y poder vender o suministrar energía eléctrica a algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico (Gensal, 2009 pág. 1)</p>	<p>Construir biodigestores en el relleno sanitario para producir biogás, luego realizar el proceso de La gasificación donde se convierte el carbón en un gas combustible que suministre a los grupos electrógenos a fin de generar energía eléctrica.</p>	<p>Tensión: Voltios Intensidad: Amperios Frecuencia: Hz Potencia: Kw Energía: kw/h</p>	<p>RAZON</p>
<p>Variable Independiente: Biogás obtenido de residuos sólidos.</p>	<p>Es energía sustituible que puede suplantar a los combustibles fósiles y con él se puede cocinar, calentar y generar electricidad. Al igual que el gas natural, el biogás permite generar electricidad a partir de motores de combustión interna conectados a un generador (Batanga, 2005 pág. 1)</p>	<p>El uso adecuado de residuos sólidos pueden contribuir significativamente a la obtención y conversión de residuos orgánicos (biomasa) en distintas maneras de energía, por intermedio de trabajo de microorganismos y distintos causas, en desaparición de oxígeno (esto es, en un situación anaeróbico).</p>	<p>Temperatura Densidad Humedad Volumen Poder calorífico</p>	<p>RAZON</p>

2.3 Población y muestra

Población

Para el proyecto presente de indagación se tendrá como población a los **desechos sólidos domésticos** recolectados en la ciudad de Cajamarca para la obtención del Biogás.

Muestra

Para el presente trabajo de investigación la muestra será igual a la población en tal sentido la muestra serán los **residuos sólidos domésticos** de Cajamarca para obtención del Biogás.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica es un agrupamiento de saberes hábiles o trámites para lograr la solución deseada. Una habilidad puede ser laboriosa en distinto ámbito humano: ciencias, arte, educación, etc. De manera no es exclusiva del hombre, sus técnicas suelen ser más complejas que la de los animales, que solo responden a su carencia de supervivencia. (Napiama, 2015 pág. 1)

En esta propuesta de investigación se utilizarán dos técnicas fundamentales realizadas directamente en campo:

Observación: se refiere a comprobar directamente algún hecho o fenómeno como se presenta naturalmente y ciertamente, admitiendo un propósito expreso conforme a una intención determinado y reuniendo los datos en una forma persistente.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Instrumentos probatorios son aquellos documentos, papeles, cartas, fotos, etc. Que sirvan para probar o certificar que un hecho aconteció, y/o la forma en que se (Copyright, 2016 pág. 1)

Los instrumentos que se utilizaran en la presente propuesta:

Ficha de observación

Las fichas de observación son herramientas de la indagación de campo. Se utilizan cuando el investigador debe registrar datos que aportan otras fuentes como son personas, grupos sociales o lugares donde se presenta la problemática (Herrera, 2011 pág. 1)

Para esto se estará solicitando una copia de la ficha de reporte diario de la máxima demanda de la Sed Cajamarca previa autorización del responsable de operaciones de Hidrandina SA.

En anexo 5 se adjunta la ficha de observación.

2.4.3 Validez y Confiabilidad

Para conseguirle la validez y confiabilidad al proyecto se realizará una asimilación entre los datos obtenidos en campo, las fichas de recolección de datos llenadas por elementos responsables de la crianza de ganado vacuno y los datos que podemos obtener de fuentes bibliográficas especializadas en el tema de obtención de biogás.

Mediante este proceso logramos obtener la validez, confianza y la seguridad que nuestros datos logrados tengan la aceptación para llevar a cabo este proyecto de investigación.

2.5 Métodos de análisis de datos

Nuestro proyecto de investigación se utilizará la **estadística descriptiva** como técnica para el análisis de los datos obtenidos mediante nuestros instrumentos.

Estudio característicos, esto sirve para narrar la conducta de una variable en una localidad o en lo profundo de subpoblaciones el cual restringe a la uso de estadística descriptiva (media, varianza, cálculo de tasas, etc.).

2.6 Aspectos éticos

En el presente informe de investigación se considerarán ciertos aspectos éticos como la supeditación a la propiedad intelectual; el respeto por la convicciones políticas, religiosa y morales; el respeto al medio ambiente la

información confidencial por parte de la entidad pública quienes nos brindarán la información requerida.

Además, al aplicar el instrumento de recopilación de datos se procurará evitar herir la susceptibilidad de las personas que contribuyen en el estudio; respetando su privacidad y custodiando su identidad, proporcionándonos resultados honestos y confiables Para la realización del análisis de la producción de electricidad por medio de una planta de generación usando el biogás.

III. RESULTADOS

3.1 Analizar y seleccionar la biomasa, previa evolución de la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos diarios producidos en la Ciudad de Cajamarca

La evaluación se basa en los criterios de la producción de biogás, la producción de materia orgánica en Perú y Cajamarca, y la generación de energía a partir del porcentaje de gas metano que tiene el biogás producido por la fermentación anaeróbica de desechos orgánicos de una urbe.

Si bien no contamos con un estudio al detalle de la composición del biogás que produce la división orgánica de los residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca, existen documentos que trabajan con ratios sobre generación de biogás, concentración de metano en el biogás, y producción energética del biogás, para materia orgánica en ciudades, por lo cual analizamos la proporción de energía eléctrica que se puede producir en tres escenarios:

-Pesimista.- donde tomaremos los márgenes más pobres de generación de materia orgánica, del mismo modo tomaremos el dato más crítico de la producción de biogás con el mínimo de porcentaje de metano.

-Normal.- donde tomaremos el dato de generación de materia orgánica del estudio realizado en Cajamarca en el 2015, aprobado por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, y un promedio de la generación de biogás de la materia orgánica de una comunidad, con un porcentaje promedio de contenido de gas metano.

-Optimista.- en este escenario asumiremos la mejor producción de materia orgánica y la generación de gas más óptima con la mayor concentración posible de metano.

Con los datos para nuestros tres escenarios proyectamos a 20 años el crecimiento poblacional y con este la producción de desechos orgánicos del mismo modo, obtenemos en los tres escenarios:

Año		Población	Materia Orgánica		
		Hab.	kg/día		
		Cent	Pesimista	Normal	Optimista
0	2016	12572	1257	3772	10057,6
1	2017	12949	1295	3885	10359,3
2	2018	13338	1334	4001	10670,1
3	2019	13738	1374	4121	10990,2
4	2020	14150	1415	4245	11319,9
5	2021	14574	1457	4372	11659,5
6	2022	15012	1501	4503	12009,3
7	2023	15462	1546	4639	12369,6
8	2024	15926	1593	4778	12740,7
9	2025	16404	1640	4921	13122,9
10	2026	16896	1690	5069	13516,6
11	2027	17403	1740	5221	13922,1
12	2028	17925	1792	5377	14339,7
13	2029	18462	1846	5539	14769,9
14	2030	19016	1902	5705	15213,0
15	2031	19587	1959	5876	15669,4
16	2032	20174	2017	6052	16139,5
17	2033	20780	2078	6234	16623,7
18	2034	21403	2140	6421	17122,4
19	2035	22045	2205	6614	17636,1
20	2036	22706	2271	6812	18165,1

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1.- Crecimiento Poblacional de los 20 años

En el Anexo III se describe la metodología utilizada para obtener los resultados presentados en la Tabla 5.

3.2 Determinar la producción de energía, luego de caracterizar los RSU de la ciudad de Cajamarca

Teniendo los datos de la Tabla 5 calculamos la cantidad de biogás y energía eléctrica que puede generar en los tres escenarios la materia orgánica calculada anteriormente.

Año	Población	BIOGAS			ENERGIA		
	Hab.	m ³ /día			Kw-h/día		
	Cent	P	N	O	P	N	O
0							
1	12949	388	2137	8287	1748	11751	53869
2	13338	400	2201	8536	1801	12104	55485
3	13738	412	2267	8792	1855	12467	57149
4	14150	424	2335	9056	1910	12841	58864
5	14574	437	2405	9328	1968	13226	60629
6	15012	450	2477	9607	2027	13623	62448
7	15462	464	2551	9896	2087	14032	64322
8	15926	478	2628	10193	2150	14453	66251
9	16404	492	2707	10498	2214	14886	68239
10	16896	507	2788	10813	2281	15333	70286
11	17403	522	2871	11138	2349	15793	72395
12	17925	538	2958	11472	2420	16267	74567
13	18462	554	3046	11816	2492	16755	76804
14	19016	570	3138	12170	2567	17257	79108
15	19587	588	3232	12536	2644	17775	81481
16	20174	605	3329	12912	2724	18308	83925
17	20780	623	3429	13299	2805	18857	86443
18	21403	642	3531	13698	2889	19423	89036
19	22045	661	3637	14109	2976	20006	91708
20	22706	681	3747	14532	3065	20606	94459

*Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.- Producción de energía para los 20 años

3.3 Selección del terreno donde se ubicará la central térmica

La planta de generación estará ubicada en el caserío de Palturo, distrito de Jesús Provincia de Cajamarca y sus coordenadas son las siguientes:

Distrito: Jesús

Provincia: Cajamarca

Región: Cajamarca

Ubigeo: 060106

Latitud Sur: 7° 13' 52.7" S (-7.23129952000)

Longitud Oeste: 78° 22' 20" W (-78.37222539000)

Altitud: 2875 msnm

Los principales criterios para la selección de la ubicación del terreno para la ubicación del proyecto son:

- Cercanía con la biomasa
- Situación del agua
- Cercanía con centros poblacionales
- Morfología del lugar y características del terreno
- Accesos terrestres adecuados para equipos, insumos y servicios

En el Anexo IV se detallan los criterios utilizados en la ubicación de la Central.

3.4 Selección del equipamiento de la central térmica para generar electricidad

La cantidad de energía calculada y tomando en cuenta el funcionamiento de la central el régimen un régimen permanente de 24 horas y tomando en consideración nuestros tres escenarios la potencia firme que se considerará a lo largo del período de evaluación se muestra en la Tabla.

Año		Potencia Firme		
		kW		
		Pesimista	Norte	Optimista
1	2016	73	490	2245
2	2017	75	504	2312
3	2018	77	519	2381
4	2019	80	535	2453
5	2020	82	551	2526
6	2021	84	568	2602
7	2022	87	585	2680
8	2023	90	602	2760
9	2024	92	620	2843
10	2025	95	639	2929
11	2026	98	658	3016
12	2027	101	678	3107
13	2028	104	698	3200
14	2029	107	719	3296
15	2030	110	741	3395
16	2031	113	763	3497
17	2032	117	786	3602
18	2033	120	809	3710
19	2034	124	834	3821
20	2035	128	859	3936

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.- Potencia Firme

Selección del Generador

Los generadores serán determinados considerando que deben trabajar al 75%, debemos considerar los tres escenarios y la ampliación en cada uno si es necesaria.

Los grupos generadores serán de la marca **GUASCOR** empresa dedicada al diseño y fabricación de equipos específicos para funcionar utilizando como combustible gases procedentes de la fermentación de desechos de

vertederos y de los fangos de las estaciones depuradoras de aguas residuales.

a) Escenario pesimista

Para este escenario se seleccionó el grupo electrógeno **GUASCOR 150 kW - FG 180** empezará trabajando al 49% en el año uno y en el año final del proyecto al 85%.

b) Escenario Normal

Para este escenario se empezará usando en el año uno el generador **GUSCOR 870 kW - SFGLD 480** que estará trabajando al 57% de su potencia nominal he ira aumentando progresivamente hasta el año nueve que llegara a trabajar al 71% de su capacidad para este escenario será necesario ingresar en el año diez el generador **GUASCOR 275 kW - FGLD 180/55** el cual empezara a trabajando al 50% de su capacidad y dejara trabajando al 60% el primer generador, del mismo modo esta vez ambos generadores irán aumentado su capacidad hasta llegar a trabajar ambos al 77% para el año 20.

c) Escenario Optimista

Para este escenario se empezará usando en el año cero un grupo de generadores formados por **tres** generadores **GUASCOR 1060 kW - SFGM560** que trabajaran al 70% he irán aumentado hasta el año siete que trabajaran al 85% de su capacidad, en el octavo año entrara a funcionar un cuarto generador del mismo tipo que permitirá disminuir la capacidad de trabajo de cada generador al 69% para cada uno, del mismo modo la capacidad aumentara hasta llegar al 78% en el año catorce, se volverá a hacer una ampliación en el grupo generador adicionando al siguiente año un generador **GUASCOR 870 kW - SFGLD 480** que empezara trabajando al 60% lo que disminuirá nuevamente la capacidad de trabajo del grupo a un 62% de su capacidad, como sucedió anteriormente se irá aumentando su capacidad hasta llegar a

utilizar el generador de 838 kW a su 80% y el grupo de **4 generadores** de **GUASCOR 1060 kW - SFGM560** al 77%.

Potencia Instalada

La Potencia Instalada de la central será:

ESCENARIO	PERIODO (AÑO)		POTENCIA (KW)
Pesimista	1	20	150
Normal	1	9	870
	10	20	1145
Optimista	1	7	3180
	8	14	4050
	15	20	5110

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.- Potencia Instalada

El detalle lo apreciamos en el Anexo V.

3.5 Determinar el Costo del kW-h generado

El costo del kW-h lo determinamos con la siguiente fórmula:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1+r)^t}}$$

Donde:

- t = Vida estimada de la instalación
- i = Inversión inicial
- Mt = costes de operación y mantenimiento
- E = Energía generada durante la vida del sistema
- r = Tasa de descuento

	PESIMISTA	NORMAL	OPTIMISTA
Mt (S/.)	472707,0	3507485,9	15939680,0
i (S/.)	867345,0	6608850,9	29842827,7
E (kW-h)	17144780	115253495	528325820
r	12%	12%	12%

Para el Escenario Pesimista:

ESC. PESIMISTA	t	1	2	10	19	20
	$(i+Mt)/(1+r)^t$	1196475	1068281,25	431460,88	155589,119	138918,856
	$E/(1+r)^t$	15307839,29	13667713,6	5520160,31	1990625,15	1777343,88
	LCOE	0,078 S/. /kW-h				

Para el Escenario Normal:

ESC. NORMAL	t	1	2	10	19	20
	$(i+Mt)/(1+r)^t$	9032443,607	8064681,79	3257189,71	1174575,26	1048727,91
	$E/(1+r)^t$	102904906,3	91879380,6	37108540,8	13381711,8	11947957
	LCOE	0,088 S/. /kW-h				

Para el Escenario Optimista:

ESC. OPTIMISTA	t	1	2	10	19	20
	$(i+Mt)/(1+r)^t$	40877239,02	36497534,8	14740742,2	5315659,41	4746124,47
	$E/(1+r)^t$	471719482,1	421178109	170106774	61342208,1	54769828,7
	LCOE	0,087 S/. /kW-h				

En resumen los costos de generar un kW-h en los tres escenarios será:

	PESIMISTA	NORMAL	OPTIMISTA
S/. /kW-h	0,078	0,088	0,087

3.6. Evaluación económica de la Central Térmica

El Resultado de la evaluación económica se da en la siguiente tabla:

ESCENARIO	VAN (S/.)	TIR
PESIMISTA	185 581,45	14,89%
NORMAL	908 718,24	13,46%
OPTIMISTA	5 645 383,48	13,83%

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.- Resultado del VAN y TIR

Como se aprecia los indicadores económicos descritos en la tabla nos hacen ver que un proyecto de esta índole es muy rentable en cuanto a la inversión privada, y de acuerdo a nuestro movimiento de caja se puede apreciar la relación beneficio costo de nuestros escenarios:

Análisis Beneficio/Costo			
Año	Escenario		
	Pesimista	Normal	Optimista
1	5.76	6.93	8.41
2	5.93	7.14	8.67
3	6.11	7.35	8.93
4	6.29	7.57	9.19
5	6.48	7.80	9.47
6	6.68	8.04	9.75
7	6.88	8.28	10.05
8	7.09	8.53	7.76
9	7.30	8.78	7.99
10	7.52	6.81	8.23
11	7.74	7.01	8.48
12	7.98	7.22	8.73
13	8.21	7.44	9.00
14	8.46	7.66	9.27
15	8.72	7.89	7.96
16	8.97	8.13	8.20
17	9.24	8.38	8.45
18	9.52	8.63	8.70
19	9.81	8.88	8.96
20	10.10	9.15	9.23

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.- Beneficio / Costo

En el Anexo VI presentamos el detalle de la Evaluación Económica

IV. DISCUSIÓN

La planta de generación de energía eléctrica con biogás de residuos sólidos de Cajamarca será una alternativa de generación eléctrica, que puede ser inyectada al SEIN, a través del uso de residuos sólidos generados en el relleno sanitario de Cajamarca. Poniéndose en funcionamiento un grupo electrógeno activado por un motor adaptado a gas mediante un acople en el carburador. La estación instalada cuenta con recolección de 120 toneladas diaria de residuos sólido orgánicos.

Así mismo sería una buena opción y un buen ingreso para la municipalidad Provincial de Cajamarca, ya que la basura generada no cuenta nada solo el recojo diario y el transporte. Primera mente en la ciudad de Cajamarca la subestación de potencia, denominada subestación Cajamarca, es de una potencia nominal de 28 MVA. En una refrigeración ONAF y de 25 MVA. En una refrigeración ONAN la cual en la actualidad se encuentra trabajando con una potencia activa de 26.7 MW. Esta máxima demanda llega en los tiempos de invierno, ya que debido al funcionamiento de las dos centrales hidroeléctricas que trabajan en paralelo con el SEIN. Generando una potencia activa de 790 KW.

La parte de distribución de la concesionaria HIDRANDINA SA. Sigue incrementado su redes y usuarios domésticos e industriales, lo cual no se ha hecho nada por aumentar la potencia o hacer una nueva subestación de potencia, por lo cual me inclino a realizar una propuesta de diseñarse una planta de generación eléctrica que utilice como combustible el biogás, la cual ayudaría a reducir un poco más la potencia de dicha sub estación, así mismo también reduciría la contaminación del medio ambiente; de esta manera colaborar con el cuidado de la capa de ozono y el calentamiento global.

Además, en la ciudad de Cajamarca se cuenta con un relleno sanitario que alberga más de 120 toneladas diarias, la cual solo se recicla mas no se da un buen uso. Sería bueno que se realicen plantas o posas para la generación de biogás y así poder usarlo como combustible para mover grupos electrógenos que puedan generar energía eléctrica y poder inyectar a SEIN.

Es factible generar energía a partir de la digestión anaeróbica de los desechos orgánicos que componen la basura de una urbe, ya que el biogás generado a partir de esta en su mínima proporción contiene un 45% de metano según estudios empíricos, y es el mínimo porcentaje que requiere para su combustión.

Esta tecnología está empezando a tomar fuerza en la actualidad, aunque solo la empresa PETRAMAX está generando energía eléctrica en el relleno sanitario de Huaycoloro, nos indica que ya es una tecnología al alcance de nuestro país.

La evaluación técnica de la tesis de a partir de biogás para generar electricidad en Cajamarca, planea que el proceso sea factible técnicamente digno principalmente a las tecnologías utilizadas están en una etapa de conocimiento suficiente como para ser efectuadas. Cabe resaltar y hacer recordar que, para el caso estudiado, el proyecto no incluye el transporte de la materia prima en camiones recolectores, no obstante se realiza un análisis de sensibilidad para el transporte en camiones ya que dicho transporte lo realiza la municipalidad Provincial de Cajamarca los cuales llevan la materia prima hacia el relleno sanitario.

Uno de los equipos que se encarga o recomienda evaluar es el dimensionamiento o tamaños es el reactor, debido a que la tecnología den lo que concierne la mezcla completa involucra un alto volumen y menores rendimientos de biogás, en cambio otros tipos de reactores gozan de mayores rendimientos de producción de biogás y pequeños volúmenes, como por ejemplo los reactores UASB o los de lecho. Además, existen nuevas tecnologías, ofrecidas por compañías especializadas, de alto rendimiento de producción de biogás, con ventajas significativas con respecto al reactor de mezcla completa, aunque se debe tener en cuenta que muchas aún poseen patentes vigentes, por lo que se podría encarecer demasiado la inversión en el proyecto

El país está tomando conciencia de la importancia en desarrollar tecnologías alternativas para la generación de energía, ya que existen leyes que promueven el uso de recursos renovables para la generación de energía lo cual nos deja en

claro que ya se apunta por tener mayores avances en el uso de estas tecnologías dentro de nuestro país.

El potencial para generar energía en toda la ciudad de Cajamarca es mucho mayor de la planteada para esta investigación ya que solo se tomó la Materia Orgánica de la Ciudad de Cajamarca que es el 40% de la materia que genera toda la Provincia de Cajamarca.

Así mismo hoy en día los precio de generación en hora punta tiene una mayor oscilación a S/ 50,00 kW-h esto lo estipula el pliego tarifario de la organización ende que es el OSINERGMIN quien actualiza y y define los precios de la energía eléctrica de nuestro país.

V. CONCLUSIONES

- Se puede realizar un análisis técnico de la generación de energía por biogás mediante referencias bibliográficas considerando la cantidad de energía que puede producir el biogás sin tener que diseñar la planta de generación de biogás. De este modo no se diseñó el biodigestor en sí, por considerarse que escapaba del centro de los alcances de este estudio, además luego de calcular la producción de biogás en los escenarios Pesimista, Optimista y Normal. se llega a la conclusión que de acuerdo al último censo nacional del 2007 el crecimiento de la población Cajamarca crecerá en un 3,09 %. De acuerdo a los datos de la Municipalidad Provincial de Cajamarca la población que cuenta con el servicio de limpieza pública es de 12572 habitantes lo cual producirías 1257 kg/ día de materia orgánica.
- De acuerdo a los estudios y cálculos realizado se concluye que si es factible la producción de energía eléctrica a partir del biogás en Cajamarca debido a que contamos con la materia suficiente que lo producen un aproximado de 12949 habitantes los cuales generan una materia orgánica constantemente un promedio de 10 horas diarias, eso es en la evolución de un escenario pesimista el cual la producción de energía eléctrica sería de 1748 kW-h/día.
- Concluyendo con la selección del terreno donde se ubicara la planta de generación eléctrica es en el caserío de Palturo Distrito de Jesús Provincia de Cajamarca, se ha escogido este lugar debido a que allí se encuentra actualmente ubicado el relleno sanitario, así mismo también encontramos líneas de media tensión de la empresa concesionara de energía eléctrica (HIDRANDINA), la cual es favorable y reduciría el costo en lo que concierne a la construcción de líneas para interconectar la Central con el sistema, también hay cercanía con los centros poblados para la adquisición de personal para las obras civiles y por último la morfología de la tierra permite minorar el movimiento de la tierra.

- Se realizó la selección de equipos para la central eléctrica luego de estimular la potencia firme que es muy importante, para la central a diseñar se considerará una potencia firme del hasta el 80% de la potencia instalada, en conclusión, con la cantidad de energía calculada y tomando en cuenta el funcionamiento de la central en un régimen permanente de 24 horas y tomando en consideración nuestros tres escenarios. Los generadores serán determinados considerando que deben trabajar al 75%. Los grupos generadores serán de la marca **GUASCOR** empresa dedicada al diseño y fabricación de equipos específicos para lo cual sería en el escenario Pesimista un grupo electrógeno de marca GUASCOR 150 KW – FG180, en el escenario normal sería un generador GUASCOR 860 KW – 480 y en un escenario optimista sería GUASCOR 1060 kW - SFGM560, estos grupos electrógenos son los recomendados a utilizar.
- El costo de generar un kW-h en cada uno de los escenarios es: Escenario Optimista: 0,078S/. / kW-h; Normal: 0,088 S/. / kW-h; Pesimista: 0,087 S/. / kW-h.
- La factibilidad económica en cualquiera de los tres escenarios según los métodos de evaluación a los que se han sometido (VAN, TIR, Beneficio-Costo) resultan sumamente sustanciosos para la inversión privada. Por lo antes mencionado podemos concluir con claridad que se genera suficiente energía para conectar la central a las redes de media tensión de la concesionaria de la zona HIDRANDINA y por ende integrarse de manera indirecta con el SEIN.

VI. RECOMENDACIONES

- Si bien los análisis económicos nos resultan favorables para realizar una inversión, deberá realizarse un análisis mucho más detallado si se decide optar por la realización de un proyecto, este análisis tendrá que determinar al detalle: cantidad exacta de Materia Orgánica por estación, ya que en verano al ser Cajamarca un afluente turístico y culinario la cantidad de Materia Orgánica aumenta considerablemente; calidad del biogás para poder realizar una estimación más exacta de la generación de energía.
- Si bien el análisis de esta investigación es determinar si es factible o no generar energía eléctrica a partir de un proyecto de biomasa, este no es único producto comerciable como resultado de la digestión anaeróbica, ya que existen Riles y Digestado que podría usarse como aguas de riego y abono orgánico.

VII. REFERENCIAS

Bibliografía

ALLENDES, JUAN LUIS CARRASCO. 2015. *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UNA PLANTA DE BIOGÁS PARA AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO: UNA ESTRATEGIA PARA DIFERENTES CONTEXTOS.* Chile : s.n., 2015. 21.

Batanga. 2005. *Biogas obtenidos de residuos Solidos.* 2005.

Campos Pozuelo, Elena. 2008, p.23. *Biogás y aprovechamiento de la biomasa.* Italia : s.n., 2008, p.23.

Carranza González, Jaime Domingo. 2002, p.45 -49. *Evaluación del transporte y disposición final de los desechos sólidos en los 331 municipios de la república de Guatemala.* 2002, p.45 -49.

Chuquitarco, Nestor Lonidas. 2012, p.32. *Optimizar la Calidad de Energía Eléctrica.* 2012, p.32.

Copyright. 2016. *Instrumentos de recoleccion de datos.* 2016.

Electrobas. 2007. *El biogas.* 2007.

Endesa. 2014. *El ser Humano.* 2014.

—. *Generacion Electrica.*

Energy, Leonardo. 2009, p.12-14. *Leonardo ENERGY.* 2009, p.12-14.

europe, Comisión. 2003, p.31. *Los residuos urbanos y asimilables, consejería de medio ambiente.* Colombia : s.n., 2003, p.31.

García, Fernando y Duque, Vilma. 2002, p. 15-20. *Guatemala trabajo infantil en basureros: una evaluación rápida,.* Ginebra : s.n., 2002, p. 15-20.

Gensal. 2009. *Generacion Electrica.* 2009.

Hernández, Felicia y Pratt, Lawrence. 1998, p. 32. *Manejo de desechos sólidos en dos ciudades centroamericanas: soluciones de la pequeña y mediana empresa.* 1998, p. 32.

Herrera. 2011. *Ficha de Observacion.* 2011.

Ivanova, Antonina. 2008, p.8-15. *Antonina Ivanova.* 2008, p.8-15.

Ministerio de Ciencia y Tecnología. 2002, P. 12. *Prospectiva energética y CO2 escenarios 2010.* Madrid. España : s.n., 2002, P. 12.

Napiama. 2015. *Tecnica Recoleccion de datos.* 2015.

Petramas. 2010. *Inicial Planta de Energia Electrica.* 2010. 1.

Quezada, salas, Arguedas, Botero. 2007. *Generacion de Energia Electrica a Partir de Biogas.* s.l. : Tesis, 2007. 227.

Sala Lizarraga, José. 1994, p.27. *Cogeneración aspectos termodinámicos, tecnológicos y económicos.* Vasco Bil bao : s.n., 1994, p.27.

Tchobanoglous, George. 1996, p.35. *Gestión Integral de Residuos Sólidos.* 1996, p.35.

Tecnología, Ministerio de Ciencia y. 2002, p.12. *Prospectiva energética y CO2 escenarios 2010.* Madrid. Julio : s.n., 2002, p.12.

ANEXOS

Anexo I: Instrumentos de Recolección de datos: Encuesta

Anexo II: Formato de sustento de costo de energía generada en hora punta

Anexo III: Análisis y Selección de la biomasa, previa evolución de la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos diarios producidos en la Ciudad de Cajamarca

Anexo IV: Selección del terreno donde se ubicará la central térmica

Anexo V: Selección del equipamiento de la central térmica para generar electricidad

Anexo VI: Evaluación Económica de la Central Térmica

Anexo VII: Catálogo de los generadores seleccionados

ANEXO I

ENCUESTA

SOBRE EL RECICLAJE Y LA CONTAMINACION

AMBIENTAL

Pregunta 01.- Considera que la adopción de medidas en cuanto a la protección del medio ambiente tiene que ser...

- A. Inmediata
- B. A mediano plazo
- C. A largo plazo
- D. No sabe y/o no contesta

Pregunta 02.- ¿Usted sabe que es la recogida seleccionada de basura?

- A. Si
- B. No

Pregunta 03.- ¿Cerca de su domicilio hay contenedores específicos para reciclar cristal, papel y cartón, plásticos?

- A. Si
- B. No

Pregunta 04.- ¿Calcifica usted la basura que genera en su casa?

- A. Si
- B. No

Pregunta 05.- ¿Qué aspecto cree que dificultan esta clasificación?

- A. Falta de espacio para tantas bolsas
- B. Pérdida de tiempo
- C. Desconocimiento de la forma de hacerlo
- D. No sabe y/o no contesta

Pregunta 06.- ¿Quién realiza el reciclaje en nuestra institución?

Anexo II: Formato de sustento de costo de energía del OSINERGMIN.

Barra de Referencia de Generación	Tension kV	PPM S/./kW-mes	PEMP ctm. S/./kWh	PEMF ctm. S/./kWh
SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL (SEIN)				
Zorritos	220	19,58	13,03	13,02
Talara	220	19,58	12,98	12,97
Piura Oeste	220	19,58	13,02	13,01
La Niña	220	19,58	12,92	12,92
Chiclayo Oeste	220	19,58	12,94	12,94
Carhuaquero	220	19,58	12,75	12,77
Carhuaquero	138	19,58	12,76	12,77
Cutervo	138	19,58	12,77	12,77
Jaen	138	19,58	12,77	12,77
Guadalupe	220	19,58	12,93	12,93
Guadalupe	60	19,58	12,94	12,94
Cajamarca	220	19,58	12,87	12,89
Trujillo Norte	220	19,58	12,87	12,88
Chimbote 1	220	19,58	12,83	12,84
Chimbote 1	138	19,58	12,85	12,87
Paramonga Nueva	220	19,58	12,76	12,78
Paramonga Nueva	138	19,58	12,75	12,78
Paramonga Existente	138	19,58	12,73	12,78
Huacho	220	19,58	12,72	12,74
Zapallal	220	19,58	12,69	12,71
Carabaylo	220	19,58	12,68	12,70
Ventanilla	220	19,58	12,71	12,74
Lima (1)	220	19,58	12,77	12,78
Cantera	220	19,58	12,66	12,73
Chilca	220	19,58	12,64	12,65
Independencia	220	19,58	12,68	12,77
Ica	220	19,58	12,72	12,81
Marcona	220	19,58	12,79	12,81
Mantaro	220	19,58	12,24	12,28
Huayucachi	220	19,58	12,36	12,39
Pachachaca	220	19,58	12,41	12,47
Pomacocha	220	19,58	12,43	12,49
Huancavelica	220	19,58	12,36	12,41
Callahuanca	220	19,58	12,58	12,62
Cajamarquilla	220	19,58	12,69	12,73
Huallanca	138	19,58	12,60	12,64
Vizcarra	220	19,58	12,89	12,86
Tingo María	220	19,58	13,66	13,32
Aguaytía	220	19,58	13,71	13,36

Barra de Referencia de Generación	Tensión kV	PPM S/./kW-mes	PEMP ctm. S/./kWh	PEMF ctm. S/./kWh
Aguaytía	138	19,58	13,75	13,40
Aguaytía	22,9	19,58	13,73	13,38
Pucallpa	138	19,58	14,17	13,76
Pucallpa	60	19,58	14,19	13,78
Aucayacu	138	19,58	14,39	13,78
Tocache	138	19,58	14,99	14,22
Tingo María	138	19,58	14,13	13,58
Huánuco	138	19,58	12,08	12,48
Paragsha II	138	19,58	12,37	12,51
Paragsha	220	19,58	12,48	12,55
Yaupi	138	19,58	12,22	12,30
Yuncán	138	19,58	12,31	12,39
Yuncán	220	19,58	12,35	12,43
Oroya Nueva	220	19,58	12,42	12,48
Oroya Nueva	138	19,58	12,38	12,42
Oroya Nueva	50	19,58	12,40	12,46
Carhuamayo	138	19,58	12,34	12,44
Carhuamayo Nueva	220	19,58	12,43	12,50
Caripa	138	19,58	12,37	12,41
Desierto	220	19,58	12,68	12,75
Condorcocha	138	19,58	12,38	12,41
Condorcocha	44	19,58	12,38	12,41
Machupicchu	138	19,58	13,03	12,63
Cachimayo	138	19,58	13,53	12,95
Cusco (2)	138	19,58	13,55	12,96
Combapata	138	19,58	13,28	13,13
Tintaya	138	19,58	13,23	13,26
Ayaviri	138	19,58	13,02	13,04
Azángaro	138	19,58	12,89	12,91
San Gabán	138	19,58	12,42	12,46
Mazuco	138	19,58	12,53	12,54
Puerto Maldonado	138	19,58	12,79	12,74
Juliaca	138	19,58	13,09	13,09
Puno	138	19,58	13,09	13,12
Puno	220	19,58	13,07	13,08
Callalli	138	19,58	13,18	13,26
Santuario	138	19,58	13,06	13,13
Arequipa (3)	138	19,58	13,11	13,15
Socabaya	220	19,58	13,10	13,14
Cotaruse	220	19,58	12,66	12,68

Barra de Referencia de Generación	Tensión kV	PPM S./kW-mes	PEMP ctm. S./kWh	PEMF ctm. S./kWh
Cerro Verde	138	19,58	13,13	13,18
Repartición	138	19,58	13,15	13,19
Mollendo	138	19,58	13,20	13,24
Montalvo	220	19,58	13,02	13,05
Montalvo	138	19,58	13,03	13,07
Ilo ELP	138	19,58	13,32	13,34
Botiflaca	138	19,58	13,19	13,22
Toquepala	138	19,58	13,45	13,45
Aricota	138	19,58	12,51	12,65
Aricota	66	19,58	12,48	12,63
Tacna (Los Héroes)	220	19,58	13,06	13,10
Tacna (Los Héroes)	66	19,58	13,06	13,10
SISTEMAS AISLADOS (4)				
Adinelsa	MT	21,71	28,67	28,67
Chavimochic	MT	21,71	28,67	28,67
Edelnor	MT	21,71	28,67	28,67
Electro Oriente	MT	21,71	50,30	50,30
Electro Ucayali	MT	21,71	28,67	28,67
Eilhicha	MT	21,71	28,67	28,67
Hidrandina	MT	21,71	58,34	58,34
Seal	MT	21,71	43,81	43,81

Anexo III: Análisis y Selección de la biomasa, previa evolución de la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos diarios producidos en la Ciudad de Cajamarca

La evaluación se basa en los criterios de la producción de biogás, la producción de materia orgánica en Perú y Cajamarca, y la generación de energía a partir del porcentaje de gas metano que tiene el biogás producido por la fermentación anaeróbica de desechos orgánicos de una urbe.

Si bien no contamos con un estudio al detalle de la composición del biogás que produce la división orgánica de los residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca, existen documentos que trabajan con ratios sobre generación de biogás, concentración de metano en el biogás, y producción energética del biogás, para materia orgánica en ciudades, por lo cual analizamos la proporción de energía eléctrica que se puede producir en tres escenarios:

-Pesimista.- donde tomaremos los márgenes más pobres de generación de materia orgánica, del mismo modo tomaremos el dato más crítico de la producción de biogás con el mínimo de porcentaje de metano.

-Normal.- donde tomaremos el dato de generación de materia orgánica del estudio realizado en Cajamarca en el 2015, aprobado por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, y un promedio de la generación de biogás de la materia orgánica de una comunidad, con un porcentaje promedio de contenido de gas metano.

-Optimista.- en este escenario asumiremos la mejor producción de materia orgánica y la generación de gas más óptima con la mayor concentración posible de metano.

La siguiente tabla muestra los datos que se tomarán para los cálculos de los tres escenarios:

	Generación de Materia Orgánica	Generación Bbiogás	Generación de Energía
	kg/hab	m ³ /kg	kW-h/m ³
Pesimista	0,10	0,30	4,50
Normal	0,30	0,55	5,50
Optimista	0,80	0,80	6,50

*Fuente: Propia

Tabla 7.- Datos base para los escenarios

La biomasa a utilizar para la generación de biogás que se administre a la central termoeléctrica es la parte orgánica de los desechos urbanos de Cajamarca.

Los datos recogidos se basan primero en el estudio del Ing. Carlos Vallejo, sobre los desechos de los habitantes de Cajamarca, se muestran:

- El número de habitantes de acuerdo al último censo del INEI del 2007, el crecimiento poblacional de la población Cajamarquina y su proyección para el año 2021:

Área	Hombres 2007	Mujeres 2007	Total 2007	Tasa de Crecimiento	Estimada 2011	Estimada 2021
Urbana	13,555	14,202	27,759	3,09	31,187	39,759
Rural	2,277	2,310	4,587	0,51	4,679	4,909
Totales	15,832	26,512	32,346		35,866	44,668

*Fuente: INEI

Tabla 8.- Población Según INEI

- La cantidad de población que cuenta con el servicio de limpieza pública por área urbana de la Ciudad de Cajamarca:

Sector	Viviendas	Población al 2011	Tasa de Crecimiento Poblacional	Población al 2012
TOTAL	8 309	31 188	3,09%	32 150

*Fuente: INEI

Tabla 9.- Población de Cajamarca

Y los ratios de:

Producción per cápita de Residuos Sólidos Urbanos	0,53	kg/hab/día
Porcentaje de materia orgánica	0,54	%

Tabla 10.- Ratios de MO Cajamarca

El actual proyecto de investigación solamente se enfoca en la producción de materia orgánica de los desechos de la ciudad del Distrito de Cajamarca es decir Cajamarca centro.

Y de acuerdo al presente estudio la fracción orgánica per cápita es de 0,3 kg/hab/día, dato que es tomado para el escenario **Normal** de nuestro estudio.

En segundo lugar para nuestros otros dos escenarios **Pesimista** y **Optimista** la producción orgánica per cápita para una ciudad se han obtenido del estudio Digestión Anaerobia para el Tratamiento de Residuos Orgánicos – El Caso Perú: “En país, la generación de residuos media por individuo varia normalmente entre los 100 y 400 gramos por persona y día. Se han encontrado en algunas zonas que llegan a una generación de 800 gramos por persona y día, en zonas rurales que crían animales y que no disponen de calles pavimentadas”

Con los datos para nuestros tres escenarios proyectamos a 20 años el crecimiento poblacional y con este la producción de desechos orgánicos del mismo modo, obtenemos en los tres escenarios:

Año		Población	Materia Orgánica		
		Hab.	kg/día		
		Cent	Pesimista	Normal	Optimista
0	2016	12572	1257	3772	10057,6
1	2017	12949	1295	3885	10359,3
2	2018	13338	1334	4001	10670,1
3	2019	13738	1374	4121	10990,2
4	2020	14150	1415	4245	11319,9
5	2021	14574	1457	4372	11659,5
6	2022	15012	1501	4503	12009,3
7	2023	15462	1546	4639	12369,6
8	2024	15926	1593	4778	12740,7
9	2025	16404	1640	4921	13122,9
10	2026	16896	1690	5069	13516,6
11	2027	17403	1740	5221	13922,1
12	2028	17925	1792	5377	14339,7
13	2029	18462	1846	5539	14769,9
14	2030	19016	1902	5705	15213,0
15	2031	19587	1959	5876	15669,4
16	2032	20174	2017	6052	16139,5
17	2033	20780	2078	6234	16623,7
18	2034	21403	2140	6421	17122,4
19	2035	22045	2205	6614	17636,1
20	2036	22706	2271	6812	18165,1

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11.- Crecimiento Poblacional de los 20 años

Anexo IV: Selección del terreno donde se ubicará la central térmica

La planta de generación estará ubicada en el caserío de Palturo, distrito de Jesús Provincia de Cajamarca y sus coordenadas son las siguientes:

Distrito: Jesús

Provincia: Cajamarca

Región: Cajamarca

Ubigeo: 060106

Latitud Sur: 7° 13' 52.7" S (-7.23129952000)

Longitud Oeste: 78° 22' 20" W (-78.37222539000)

Altitud: 2875 msnm

Los principales criterios para la selección de la ubicación del terreno para la ubicación del proyecto son:

- **Cercanía con la biomasa.**- La planta eléctrica se ubicará a un radio no mayor de 1km del botadero de Palturo, Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca.

- **Situación del agua.**- la proximidad a la ciudad de Cajamarca y al Distrito de Jesús hacen accesible a tramitar el suministro de agua a la entidad que le compete. Otro aspecto del agua a tratar son los Residuos líquidos industriales (RILes) su disposición para ser usados como agua de riego para las plantaciones circundantes.

- **Cercanía con centros poblacionales.**- Para la disposición de la mano de obra calificada para la construcción de la central tanto de biogás como de generación de energía, y su operación.

- **Morfología del lugar y características del terreno.**- La morfología del sitio permite amenorar los movimientos de tierra destinados a la nivelación del terreno, reduciendo así los precios asociados a las obras civiles del proyecto.

- **Accesos terrestres adecuados para equipos, insumos y servicios.**- El lugar se encuentra cerca de la ciudad y hay accesos bien definidos y pavimentados y afirmados que permiten el transporte y uso de maquinaria.

Anexo V: Selección del equipamiento de la central térmica para generar electricidad.

Potencia firme

La obtención o estimación de la Potencia Firme de cualquier central eléctrica es un punto muy importante debido a la remuneración que el sistema le otorga a dicha potencia. En términos generales, la potencia firme considera criterios de disponibilidad de potencia y de suficiencia del sistema.

Para la Central a diseñar se considerará una Potencia Firme de hasta el 80% de la Potencia Instalada, porcentaje referencial para plantas térmicas de características similares a la que se está diseñando.

En conclusión, con la cantidad de energía calculada y tomando en cuenta el funcionamiento de la central el régimen un régimen permanente de 24 horas y tomando en consideración nuestros tres escenarios la potencia firme que se considerará a lo largo del período de evaluación se muestra en la Tabla.

Año		Potencia Firme		
		kW		
		Pesimista	Norte	Optimista
1	2016	73	490	2245
2	2017	75	504	2312
3	2018	77	519	2381
4	2019	80	535	2453
5	2020	82	551	2526
6	2021	84	568	2602
7	2022	87	585	2680
8	2023	90	602	2760
9	2024	92	620	2843
10	2025	95	639	2929
11	2026	98	658	3016
12	2027	101	678	3107
13	2028	104	698	3200
14	2029	107	719	3296
15	2030	110	741	3395
16	2031	113	763	3497
17	2032	117	786	3602
18	2033	120	809	3710
19	2034	124	834	3821
20	2035	128	859	3936

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12.- Potencia Firme

Selección del Generador

Los generadores serán determinados considerando que deben trabajar al 75%, debemos considerar los tres escenarios y la ampliación en cada uno si es necesaria.

Los grupos generadores serán de la marca **GUASCOR** empresa dedicada al diseño y fabricación de equipos específicos para funcionar utilizando como

combustible gases procedentes de la fermentación de desechos de vertederos y de los fangos de las estaciones depuradoras de aguas residuales.

a) Escenario pesimista

Para este escenario se seleccionó el grupo electrógeno **GUASCOR 150 kW - FG 180** empezará trabajando al 49% en el año uno y en el año final del proyecto al 85%.

b) Escenario Normal

Para este escenario se empezará usando en el año uno el generador **GUSCOR 870 kW - SFGLD 480** que estará trabajando al 57% de su potencia nominal he ira aumentando progresivamente hasta el año nueve que llegara a trabajar al 71% de su capacidad para este escenario será necesario ingresar en el año diez el generador **GUASCOR 275 kW - FGLD 180/55** el cual empezara a trabajando al 50% de su capacidad y dejara trabajando al 60% el primer generador, del mismo modo esta vez ambos generadores irán aumentado su capacidad hasta llegar a trabajar ambos al 77% para el año 20.

c) Escenario Optimista

Para este escenario se empezará usando en el año cero un grupo de generadores formados por **tres** generadores **GUASCOR 1060 kW - SFGM560** que trabajaran al 70% he irán aumentado hasta el año siete que trabajaran al 85% de su capacidad, en el octavo año entrara a funcionar un cuarto generador del mismo tipo que permitirá disminuir la capacidad de trabajo de cada generador al 69% para cada uno, del mismo modo la capacidad aumentara hasta llegar al 78% en el año catorce, se volverá a hacer una ampliación en el grupo generador adicionando al siguiente año un generador **GUASCOR 870 kW - SFGLD 480** que empezara trabajando al 60% lo que disminuirá nuevamente la capacidad de trabajo del grupo a un 62% de su capacidad, como sucedió anteriormente se irá aumentando su capacidad hasta llegar a utilizar el generador de 838 kW a su 80% y el grupo de **4 generadores** de **GUASCOR 1060 kW - SFGM560** al 77%.

Potencia Instalada

La Potencia Instalada de la central será:

ESCENARIO	PERIODO (AÑO)		POTENCIA (KW)
Pesimista	1	20	150
Normal	1	9	870
	10	20	1145
Optimista	1	7	3180
	8	14	4050
	15	20	5110

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.- Potencia Instalada

Así, se debe efectuar un plan de obras que amplíe la capacidad nominal de las centrales en los escenarios indicados. Las ampliaciones consistirán en instalar un generador los generadores adecuados, de modo de generar en base a la disponibilidad creciente de biomasa en el futuro. Por esta razón, hasta en los años correspondientes se contara con las potencias que se han mencionado.

Cabe señalar que hasta las ampliaciones los generadores se sobre excitará hasta llegar algunos al 85% de su capacidad, dejando el 15% de respaldo en caso de una sobre generación de residuos sólidos o de biogás, además los generadores admiten una sobreexcitación de hasta un 10% de su potencia para no perder su vida útil.

Las ampliaciones Se han decidido en los años correspondientes para no tener que invertir en la compra de todos los equipos cuando alguno de ellos no se usará hasta los años mencionados en la Tabla 8.

Anexo VI: Evaluación Económica de la Central Térmica

En este contexto, se realizará un análisis sobre la inversión, costos e ingresos que conformarán el flujo de caja del proyecto, con un horizonte de evaluación de 20 años. La evaluación se realizara para cada escenario.

Para los costos se usar una matriz desarrollada por el estudio Identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile para la generación de biogás realizado por Comisión Nacional de Energía (CNE) de Chile y Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) además del Estudio de la contribución de las ERNC al SIC al 2025: Potencial de la Biomasa para la Generación Eléctrica en Chile al 2025 realizado por Pontt, Jorge, Pontt, Carlos y Guiñez, Cristián, esta matriz se adecuó al mercado peruano según la opinión de especialistas de la Región.

INVERSION		
Biodigestor	1000	US\$/kW
Generador	216	US\$/kW
Terreno	10	%
Obras civiles	10	%
Instalación	10	%
Contingencia	15	%
Ingeniería	20	%
Puesta en marcha	10	%
Sub Estación	100	%
COSTOS OPERACIONALES		
Operaciones	22,96	US\$/kW-año
Mantenimiento	36,5	US\$/kW-año
Biomasa	0	US\$/Ton MO

*Fuente: Elaboración por especialistas de acuerdo a experiencias.

Tabla 14.- Matriz para Costos

Como el sistema se conectara con las líneas de la concesionaria local, esta no se pagara los peajes correspondientes por trasmisión.

Para los ingresos solo habrán de dos tipos los de venta en barra a la empresa concesionara cuyo precio lo estipula OSINERMINING:

Precio de la energía: 14,47 ctm. S/. / kW-h

Precio de la energía: 0,1447 S/. / kW-h

Y ya que este proyecto califica como MDL existe un ingreso por venta de bonos de carbono según el protocolo de Kioto, en la entrevista realizada por RPP a la Julia Justo Directora Ejecutiva del Fondo Nacional del Ambiente el bono de carbono en el Perú se encuentra entre \$12,00 a \$15,00 por tonelada de carbono, y según el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) una tonelada de metano equivale a 23 toneladas de CO₂, por consiguiente al quemar 16 gr de metano se libera 44 gr de CO₂ lo que concluye que la combustión de metano deja de producir 292 gr de CO₂. Por lo tanto en Perú el bono de carbono por 1 m³ de biogás es S/.9,4 al mes.

A. Escenario Pesimista

Este escenario plantea una potencia instalada de 150 kW para los 20 años

Inversión

Para este escenario la inversión será una sola al inicio del proyecto.

Biodigestor	1000	US\$/kW	S/.	397,500.00
Generador	216	US\$/kW	S/.	85,860.00
Terreno	10	%	S/.	39,750.00
Obras civiles	10	%	S/.	39,750.00
Instalación	10	%	S/.	39,750.00
Contingencia	15	%	S/.	59,625.00
Ingeniería	20	%	S/.	79,500.00
Puesta en marcha	10	%	S/.	39,750.00
Sub estación	100	%	S/.	85,860.00
			S/.	867,345.00

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15.- Inversión escenario pesimista

Los costos

Los costos también serán los mismos desde el principio de la puesta en marcha.

Escenario Pesimista		
Potencia kW	Operaciones S/.	Mantenimiento S/.
150	9 126,60	14 508,75

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16.- Costos para escenario pesimista

Ingresos

Los ingresos por energía son:

Año	Energía	Ingreso venta
	kW-h día	S/.
0		
1	1748	S/. 92,321.62
2	1801	S/. 95,120.84
3	1855	S/. 97,972.88
4	1910	S/. 100,877.74
5	1968	S/. 103,941.04
6	2027	S/. 107,057.16
7	2087	S/. 110,226.10
8	2150	S/. 113,553.48
9	2214	S/. 116,933.67
10	2281	S/. 120,472.32
11	2349	S/. 124,063.78
12	2420	S/. 127,813.68
13	2492	S/. 131,616.40
14	2567	S/. 135,577.57
15	2644	S/. 139,644.37
16	2724	S/. 143,869.62
17	2805	S/. 148,147.68
18	2889	S/. 152,584.19
19	2976	S/. 157,179.14
20	3065	S/. 161,879.73

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17.- Venta de energía escenario pesimista

Los ingresos por bonos de carbono, según las toneladas de biogás generado:

PESIMISTA

m³/día	INGRESO
377	S/. 42,533.16
388	S/. 43,774.18
400	S/. 45,128.02
412	S/. 46,481.86
424	S/. 47,835.70
437	S/. 49,302.36
450	S/. 50,769.02
464	S/. 52,348.50
478	S/. 53,927.98
492	S/. 55,507.46
507	S/. 57,199.76
522	S/. 58,892.06
538	S/. 60,697.18
554	S/. 62,502.30
570	S/. 64,307.42
588	S/. 66,338.18
605	S/. 68,256.12
623	S/. 70,286.88
642	S/. 72,430.47
661	S/. 74,574.05
681	S/. 76,830.45

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18.- Bonos de CO₂ escenario pesimista

B. Escenario Normal

Este escenario plantea una potencia instalada de 870 kW para los primeros 9 años, con una ampliación de 275 kW para el año 10.

Inversión

La inversión se realizara en dos partes de acuerdo a las ampliaciones que tendrá este escenario.

Inversión inicial en el año 0			
Biodigestor	1000	US\$/kW	S/. 2,949,450.00
Generador	216	US\$/kW	S/. 479,671.20
Terreno	10	%	S/. 294,945.00
Obras civiles	10	%	S/. 294,945.00
Instalación	10	%	S/. 294,945.00
Contingencia	15	%	S/. 442,417.50
Ingeniería	20	%	S/. 589,890.00
Puesta en marcha	10	%	S/. 294,945.00
Sub estación	100	%	S/. 479,671.20
			S/. 6,120,879.90
Inversión en el año 10			
Generador	216	US\$/kW	S/. 157,410.00
Sub estación	100	%	S/. 157,410.00
Instalación	10	%	S/. 31,482.00
Ingeniería	20	%	S/. 62,964.00
Puesta en marcha	10	%	S/. 31,482.00
Contingencia	15	%	S/. 47,223.00
			S/. 487,971.00

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19.- Inversión escenario Normal

Los costos

Los costos al igual que la inversión se mantendrán hasta el año 10 en los cuales aumentaran por la ampliación de la planta.

Escenario Normal		
Potencia kW	Operaciones S/.	Mantenimiento S/.
870	50 987,27	81 055,55
1145	67 719,37	26 599,38

Tabla 20.- Costos Escenario Normal

Ingresos

Los ingresos por venta de energía:

	Energía	Ingreso Venta
Año	kW-h día	S/.
0		
1	11751	S/. 620,635.78
2	12104	S/. 639,279.67
3	12467	S/. 658,451.73
4	12841	S/. 678,204.75
5	13226	S/. 698,538.74
6	13623	S/. 719,506.53
7	14032	S/. 741,108.09
8	14453	S/. 763,343.45
9	14886	S/. 786,212.59
10	15333	S/. 809,821.15
11	15793	S/. 834,116.32
12	16267	S/. 859,150.90
13	16755	S/. 884,924.89
14	17257	S/. 911,438.31
15	17775	S/. 938,796.78
16	18308	S/. 966,947.48
17	18857	S/. 995,943.23
18	19423	S/. 1,025,836.84
19	20006	S/. 1,056,628.32
20	20606	S/. 1,088,317.66

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21.- Venta de Energía Escenario Normal

Los ingresos por bonos de carbono:

NORMAL	
m3/día	INGRESO
2074	S/. 285,986.27
2137	S/. 294,673.41
2201	S/. 303,498.44
2267	S/. 312,599.26
2335	S/. 321,975.86
2405	S/. 331,628.24
2477	S/. 341,556.40
2551	S/. 351,760.35
2628	S/. 362,377.97
2707	S/. 373,271.37
2788	S/. 384,440.55
2871	S/. 395,885.52
2958	S/. 407,882.05
3046	S/. 420,016.47
3138	S/. 432,702.46
3232	S/. 445,664.23
3329	S/. 459,039.67
3429	S/. 472,828.79
3531	S/. 486,893.69
3637	S/. 501,510.15
3747	S/. 516,678.18

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22.- Bonos de CO₂ Escenario Normal

C. Escenario Optimista

Este escenario plantea una potencia instalada de 3 180 kW para los primero 7 años con una aplicación al año 8 de 1060 hasta el año 14 y en el año 15 se ampliara 860 kW

Inversión

Es este escenario la inversión se realizara en tres partes:

Inversión inicial al año 0				
Biodigestor	1000	US\$/kW	S/.	13,403,700.00
Generador	216	US\$/kW	S/.	1,811,646.00
Terreno	10	%	S/.	1,340,370.00
Obras civiles	10	%	S/.	1,340,370.00
Instalación	10	%	S/.	1,340,370.00
Contingencia	15	%	S/.	2,010,555.00
Ingeniería	20	%	S/.	2,680,740.00
Puesta en marcha	10	%	S/.	1,340,370.00
Sub estación	100	%	S/.	1,811,646.00
			S/.	27,079,767.00
Inversión en el año 8				
Generador	216	US\$/kW	S/.	603,882.00
Sub estación	100	%	S/.	603,882.00
Instalación	10	%	S/.	60,388.20
Ingeniería	20	%	S/.	120,776.40
Puesta en marcha	10	%	S/.	60,388.20
Contingencia	15	%	S/.	90,582.30
			S/.	1,539,899.10
Inversión en el año 15				
Generador	216	US\$/kW	S/.	479,671.20
Sub estación	100	%	S/.	479,671.20
Instalación	10	%	S/.	47,967.12
Ingeniería	20	%	S/.	95,934.24
Puesta en marcha	10	%	S/.	47,967.12
Contingencia	15	%	S/.	71,950.68
			S/.	1,223,161.56

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23.- Inversión en el escenario optimista

Los costos

A igual que en el anterior escenario, los costos aumentan a la par con la ampliación de la empresa:

Escenario Optimista		
Potencia kW	Operaciones S/.	Mantenimiento S/.
3180	192,571.26	306,134.63
4050	256,761.68	408,179.50
5110	307,748.95	489,235.05

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24.- Costos Escenario Optimista

Ingresos

Los ingresos por venta de energía:

ESCENARIO OPTIMISTA			
Año	Energía	Ingreso venta	
	kW-h día	S/.	
0			
1	53869	S/.	2,845,122.00
2	55485	S/.	2,930,471.97
3	57149	S/.	3,018,357.08
4	58864	S/.	3,108,935.78
5	60629	S/.	3,202,155.26
6	62448	S/.	3,298,226.79
7	64322	S/.	3,397,203.17
8	66251	S/.	3,499,084.40
9	68239	S/.	3,604,081.76
10	70286	S/.	3,712,195.23
11	72395	S/.	3,823,583.27
12	74567	S/.	3,938,298.69
13	76804	S/.	4,056,447.13
14	79108	S/.	4,178,134.20
15	81481	S/.	4,303,465.55
16	83925	S/.	4,432,546.81
17	86443	S/.	4,565,536.42
18	89036	S/.	4,702,487.19
19	91708	S/.	4,843,610.40
20	94459	S/.	4,988,906.04

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25.- Venta de energía escenario Optimista

Los ingresos por bono de carbono:

OPTIMISTA

m³/día	INGRESO
8046	S/. 1,311,194.50
8287	S/. 1,350,468.41
8536	S/. 1,391,046.02
8792	S/. 1,432,764.37
9056	S/. 1,475,786.41
9328	S/. 1,520,112.15
9607	S/. 1,565,578.62
9896	S/. 1,612,674.72
10193	S/. 1,661,074.52
10498	S/. 1,710,778.02
10813	S/. 1,762,111.13
11138	S/. 1,815,073.87
11472	S/. 1,869,503.28
11816	S/. 1,925,562.30
12170	S/. 1,983,250.95
12536	S/. 2,042,895.14
12912	S/. 2,104,168.96
13299	S/. 2,167,235.36
13698	S/. 2,232,257.31
14109	S/. 2,299,234.81
14532	S/. 2,368,167.85

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26.- Bonos de CO₂ Escenario Optimista

Aplicación de métodos

Los métodos económicos que se aplicaron para el análisis de esta investigación nos dan como resultado lo mostrado a continuación:

	VAN	TIR
PESIMISTA	185,581.45	14.89%
NORMAL	908,718.24	13.46%
OPTIMISTA	5,645,383.48	13.83%

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27.- Resultado del VAN y TIR

Como se aprecia los indicadores económicos descritos en la tabla nos hacen ver que un proyecto de esta índole es muy rentable en cuanto a la inversión privada, y de acuerdo a nuestro movimiento de caja se puede apreciar la relación beneficio costo de nuestros escenarios:

Análisis Beneficio/Costo			
Año	Escenario		
	Pesimista	Normal	Optimista
1	5.76	6.93	8.41
2	5.93	7.14	8.67
3	6.11	7.35	8.93
4	6.29	7.57	9.19
5	6.48	7.80	9.47
6	6.68	8.04	9.75
7	6.88	8.28	10.05
8	7.09	8.53	7.76
9	7.30	8.78	7.99
10	7.52	6.81	8.23
11	7.74	7.01	8.48
12	7.98	7.22	8.73
13	8.21	7.44	9.00
14	8.46	7.66	9.27
15	8.72	7.89	7.96
16	8.97	8.13	8.20
17	9.24	8.38	8.45
18	9.52	8.63	8.70
19	9.81	8.88	8.96
20	10.10	9.15	9.23

*Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28.- Beneficio / Costo

Como se puede apreciar la relación beneficio costo también nos muestra un movimiento de caja muy sustancioso para los inversionistas.

Anexo VII: Catálogo de los generadores seleccionados

3kWe to 2849kWe (11.6kVA to 3561kVA) generator sets								
NATURAL GAS RANGE 60Hz 500mg/Nm ³ NOx								
3 PHASE 440/254-480/277V								
Genset Model	Engine Manufacturer	Continuous Rsting (COP)		Engine Specificatins				Altemator Model
		kWe	KVA	Engine Model	Cylinder Arrangemenr	Cubic Capacity(litret)	Fuel Cons100% Load (m ³ /h)	
BCGU 335-60-NG	Guascor	335	419	SFGLD 180	6 in line	18	87	HCI444F
BCGU 435-60-NG	Guascor	435	544	SFGLD 240	8 in line	24	117	HCI544E
BCGU 675-60-NG	Guascor	675	844	SFGLD 360	12 we	35.9	174	HCI634H
BCGU 870-60-NG	Guascor	870	1087	SFGLD 480	16 we	47.9	234	HCI634J
BCGU 1060-60-NG	Guascor	1060	1325	SFGM560	16 we	56.3	270	PI734A
BCGU 1305-60-NG	Guascor	1305	1631	HGM560	16 we	56.3	315	PI734C

Grupos Geradores a Gás	MODELO	Nº. CIL.	CILINDRADA	SERVIÇO CONTÍNUO			
				rpm	50Hz kWe	rpm	60Hz kWe
	FG 180	6L	17,96	1500	142	1800	171
	FGLD 180/80	6L	17,96	1500	247	1800	267
	FGLD 180/55	6L	17,96	1500	261	1800	285
	FG 240	8L	23,96	1500	189	1800	226
	FGLD 240/80	8L	23,96	1500	328	1800	359
	FGLD 240/55	8L	23,96	1500	342	1800	385
	FGLD 360/80	12V	35,93	1500	494	1800	535
	FGLD 360/55	12V	35,93	1500	523	1800	575
	FGLD 480/80	16V	47,90	1500	656	1800	722
	FGLD 480/55	16V	47,90	1500	689	1800	760
	SFGLD 180	6L	17,96	1500	298	1200	-
	SFGLD 240	8L	23,96	1500	398	1200	320
	SFGLD 360	12V	35,93	1500	600	1200	-
	SFGLD 480	16V	47,90	1500	805	1200	642
	SFGLD 560	16V	56,30	1500	952	1200	759

GUASCOR 150 kW - FG 180

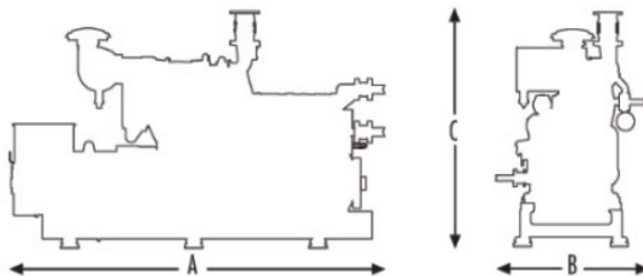


CARACTERÍSTICAS GERAIS - MOTORES EM LINHA

Bloco de 6 cilindros (SFGLD 180) e de 8 cilindros (SFGLD 240) em linha, com aberturas laterais de inspeção. Eixo de manivelas suspenso com 7 (SFGLD 180) e 9 (SFGLD 240) apoios. Bielas com corte oblíquo. Casquilhos de biela e eixo de manivelas trimetálicos. Pistões de liga de alumínio com 3 aros. Cabeçotes individuais de fundição, com 4 válvulas. Camisas úmidas. Carburização controlada por CPU dedicado. Coletores de exaustão refrigerados. Válvulas termostáticas. Bomba de água. Trocador de calor. Arranque elétrico ou pneumático. Acionamento de serviços mediante o uso de engrenagens. Turbocompressores de alto rendimento. Resfriamento do ar de sobrealimentação por água.

Dimensões

MOTOR		FG 180	FGLD 180/80	FGLD 180/55	SFGLD 180	FG 240	FGLD 240/80	FGLD 240/55	SFGLD 240
Comprimento A	mm	2766	2774	2774	3024	3408	3408	3408	3658
Largura B	mm	1247	1226	1226	1226	1235	1235	1235	1235
Altura C	mm	1998	2210	2210	2210	2056	2268	2268	2268
Peso	Kg	3720	3860	3860	3885	4630	4770	4770	4795



GUSCOR 860 kW - SFGLD 480



CARACTERÍSTICAS GERAIS - MOTORES EM V

Bloco de 16 cilindros (SFGLD 480/560) em V, com aberturas laterais de inspeção. Eixo de manivelas suspenso com 9 (SFGLD 480/560) apoios. Bielas com corte oblíquo. Casquilhos de biela e eixo de manivelas trimetálicos. Pistões de liga de alumínio com 3 aros. Cabeçotes individuais de fundição, com 4 válvulas. Camisas úmidas. Carburacão controlada por CPU dedicada. Coletores de exaustão refrigerados. Válvulas termostáticas. Bomba de água. Trocador de calor. Arranque elétrico ou pneumático. Acionamento de serviços mediante o uso de engrenagens. Turbocompressores de alto rendimento. Resfriamento do ar de sobrealimentação por água.

Dimensões	MOTOR		FGLD 360/80	FGLD 360/55	SFGLD 360	FGLD 480/80	FGLD 480/55	SFGLD 480	SFGLD 560
	Comprimento A	mm	3580	3580	3830	4146	4146	4396	4669
	Largura B	mm	1689	1689	1689	1690	1690	1690	1693
	Altura C	mm	2432	2432	2432	2557	2557	2557	2560
	Peso	Kg	6502	6502	6527	8400	8400	8425	9780

