

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD A PARTIR DE LAS AGUAS
RESIDUALES DE CHICLAYO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

CHÁVEZ ROMERO, ZAIDA BRENILDA

Chiclayo, diciembre de 2008

**“GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD A PARTIR DE LAS AGUAS
RESIDUALES DE CHICLAYO”**

POR:

ZAIDA BRENILDA CHÁVEZ ROMERO

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

**Ing. Miguel Gerardo Acuña Lara
PRESIDENTE**

**Ing. Sonia Mirtha Salazar Zegarra
SECRETARIO**

**Ing. Maria Luisa Espinoza García Urrutia
VOCAL**

Dedicatoria

A Dios,

Porque es la luz que guía mi camino; y me da las fuerzas necesarias para continuar.

A la memoria de mi padre Francisco Javier,

Porque sé que siempre me observa desde el cielo junto a Dios, y se ha convertido en la estrella de mi vida.

A mi madre Brenilda,

Por su apoyo constante, comprensión y tolerancia; y sobre todo por bajarme de las nubes cada vez que lo necesitaba.

A mi hermana Luz María,

La persona que más amo después de mis padres.

Finalmente,

A todas aquellas personas que me ayudaron en los momentos difíciles que me tocó vivir.

Agradecimientos

A la Ing. Maria Luisa Espinoza, mi asesora de tesis, por su apoyo incondicional en cada una de las asesorías.

Al Ing. Maximiliano Arroyo, Decano de la Facultad de Ingeniería; que ha sido más que un profesor durante mi etapa universitaria.

A EPSEL, Empresa prestadora de servicios de saneamiento, Lambayeque, por brindarme las facilidades en la recolección de la información que necesitaba.

Al Ing. Alejandro Vera, ha sido un amigo desde el día en que lo conocí.

Al CPC. Dante Díaz Vásquez, por haber dedicado un momento de su valioso tiempo a revisar la viabilidad financiera del proyecto.

A mis mejores amigos, por brindarme su amistad y apoyo y enseñarme el valor de la amistad.

Índice

Resumen y palabras clave.....	6
I. Introducción	7
II. Marco de referencia del problema	9
2.1. Antecedentes del problema.....	9
2.2. Fundamentos teóricos	16
III. Anàlisis de viabilidad	23
3.1. Estudio de mercado	23
3.1.3. Zona de influencia del proyecto	30
3.1.4. Anàlisis de la demanda.....	30
3.1.5. Anàlisis de la oferta.	35
3.1.6. Balance-oferta-demanda.....	38
3.1.7. Precios.	39
3.1.8. Comercialización del producto.....	40
3.2. Materias primas y suministros	41
3.3. Aspectos tècnics: localizaciòn y tamaño	43
3.3.1. Macrolocalización	43
3.3.2. Microlocalización	43
3.3.3. Factores básicos que determinan la microlocalizacion.....	45
3.3.4. Justificación de la ubicación y localización de la planta	46
3.4. Ingeniería y tecnología	47
3.4.1. Proceso global.....	47
3.4.2. Programa de producción y de capacidad de la planta.....	65
3.4.3. Tecnología	68
3.4.4. Distribución de plantas	72
3.5. Recurso humanos.....	73
3.6. Inversiones.....	74
3.6.1. Inversión fija.....	75
3.6.2. Inversión diferida.....	75
3.6.3. Capital de trabajo.....	78
3.7. Costos de produccion e ingresos	80
3.8. Financiamiento	88
3.9. Evaluación	89
3.10 estudio de sostenibilidad ambiental	92
IV. Conclusiones	113
V. Referencias bibliográficas	115
VI. Anexos.....	121

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

La eliminación de los residuos urbanos y los tratamientos ineficientes que estos reciben, es preocupación principal en la sociedad actual. La degradación ambiental y el cambio climático están afectando seriamente el desarrollo ambiental y amenazando todas las perspectivas futuro de nuestros pueblos. El crecimiento tecnológico y el aumento acelerado de la población ha producido grandes presiones sobre el ecosistema terrestre, lo que ha llevado a buscar soluciones para evitar el agotamiento de los recursos, y a promover el desarrollo sostenible.

En la región Lambayeque existen comunidades que se ven afectadas directa e indirectamente por la cercanía a la disposición de los efluentes urbanos, ya que éstos son tratados en lagunas anaeróbicas o eliminados al mar sin ningún tratamiento previo; lo que ha ocasionado la emisión de gases de efecto invernadero y están afectado la vida de las especies. Esto nos ha llevado a buscar soluciones sostenibles al tratamiento de los residuos y mejorar la calidad de vida de las comunidades. Por ello, en el presente trabajo de investigación se plantea tratar las aguas residuales usando reactores UASB que producen biogás y éste será utilizado en la generación de energía eléctrica, lo cual representa una opción viable para mejorar el entorno ambiental, social y las condiciones de salud de las poblaciones cercanas a las zonas de tratamiento, como las lagunas de oxidación de la empresa EPSEL cercanas al distrito de San José. A través de visitas, toma de datos, muestreos, entrevistas a autoridades competentes en el tema, recolección de información de fuentes bibliográficas, revisión de artículos científicos, revistas y diversos estudios, se pudo realizar el análisis para el aprovechamiento del potencial energético de estos efluentes y la generación de energía eléctrica, así como, mejorar el desarrollo socio-ambiental de las comunidades afectadas, usando tecnología de sistemas anaeróbicos, que ofrece grandes ventajas para la sostenibilidad ambiental y energética de la región.

Palabras claves: generación de electricidad, soluciones sostenibles, aguas residuales, sistemas anaeróbicos, sostenibilidad ambiental y energética.

I. INTRODUCCIÓN

La eliminación de los residuos urbanos e industriales constituye actualmente un gran problema por las molestias que genera y por los altos costos asociados a su gestión. Este problema ha convertido en una crítica situación debido a diversos factores, como la instalación de nuevas industrias, la disminución de lugares apropiados para rellenos sanitarios y la constante producción de desperdicios, residuos y subproductos de ambos tipos (Elías 2005). Con la llegada de la industrialización, la intensificación de la agricultura y la creciente población humana, el consumo de agua potable se ha incrementado, rompiendo el delicado equilibrio que la actividad humana mantiene con el medio ambiente. Al mismo tiempo, el consumo de agua en los hogares, la industria y la agricultura producen grandes cantidades de contaminantes, siendo su vertido a la masa de agua más cercana la forma más económica para su eliminación (Rolim 1999).

Nuestra sociedad está tomando conciencia progresivamente sobre la necesidad del crecimiento sostenible, que asegura la conservación del medio ambiente; es un imperativo restaurar la calidad del agua usada y descargada por las ciudades. En este contexto, el tratamiento del agua residual es esencial. En la ciudad de Chiclayo, los residuos líquidos son tratados en lagunas de oxidación que están al aire libre y se encuentran geográficamente ubicadas en el distrito de San José. Una de las desventajas que presenta esta tecnología es que carece de un sistema de captación de los gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica, que se emanan a la atmósfera contribuyendo al calentamiento global del planeta. Además se tienen los problemas sanitarios, como la generación de malos olores, la confluencia de enfermedades entre los pobladores aledaños, y el de producir un efluente que a pesar de no tener las características para el riego de alimentos, es usado para este fin. El agua tratada restante desemboca en el mar, afectando la vida marina, y a su vez a los pobladores del distrito, cuya principal actividad es la pesca artesanal. Todas las posibilidades para encontrar tratamientos económicos y prácticos deben ser consideradas, en particular los tratamientos biológicos, por la capacidad de biodegradar los compuestos contaminantes a intermediarios sencillos. Dentro de ellos, el tratamiento anaerobio es el más ventajoso; debido a su capacidad de degradar componentes tóxicos, así como contaminantes orgánicos comunes en aguas residuales. La digestión anaerobia es un proceso microbiológico complejo que se realiza en ausencia de oxígeno, donde la materia orgánica es transformada a biomasa y compuestos orgánicos, la mayoría de ellos volátiles (Braatz, et al.). Este tratamiento no sólo mejora las condiciones del agua tratada sino que permite la captación del biogás generado en el proceso.

El país atraviesa en los últimos meses otro problema, la deficiencia energética, y al mismo tiempo la necesidad de fuentes de energía limpia, debido a la disminución de las reservas de los recursos no renovables. Frente a esta problemática existe la opción de aprovechar el potencial energético de los residuos por diferentes métodos y de forma económica, para generar energía eléctrica. Existe tecnología adecuada que permite tratar las aguas residuales mediante sistemas anaerobios y así obtener energía renovable. En este contexto se plantea la siguiente interrogante ¿Es posible producir energía eléctrica a partir de las aguas residuales de la ciudad de Chiclayo de forma sostenible? Para encontrar una respuesta a esta incógnita se ha planteado el siguiente objetivo:

Demostrar que es posible la generación sostenible de energía eléctrica partir de las aguas residuales de la ciudad de Chiclayo mediante el uso de tecnología anaeróbica.

Los objetivos específicos planteados son:

- Caracterizar las aguas residuales de la ciudad de Chiclayo.
- Diseñar una planta de tratamiento anaerobio de las aguas residuales de Chiclayo para la generación de energía eléctrica.
- Determinar la sostenibilidad ambiental por la implementación de la planta.

La producción de energía sostenible contribuye al desarrollo de las regiones, así como también, mejora el entorno ambiental y sanitario de las comunidades. Pero no solamente es importante rescatar el cuidado del medio ambiente en cuanto a tratamiento de residuos se refiere, sino también al valor agregado que tiene el uso de las tecnologías; y al beneficio que traería la implementación de éstas.

La presente investigación representa una opción viable, tanto técnica como económica, que incrementa las posibilidades de desarrollo de la comunidad de San José, al propiciar mejoras en la calidad de vida del poblador de las zonas aledañas a las actuales lagunas de oxidación: un ambiente libre de malos olores, generación de fuentes de trabajo, provisión de agua apta para regadío, se evita la contaminación de recursos marinos y se genera electricidad.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Históricamente, los servicios de agua potable siempre han sido compartidos con los servicios de saneamiento por Empresas Públicas, Departamentales o Municipales. Como en la gran mayoría de los casos los servicios de suministro de agua y el tratamiento de las aguas residuales son deficientes, los recursos financieros disponibles son siempre priorizados para el sector agua, sin embargo muchas veces no sucede así. Las excesivas pérdidas en las redes de agua potable aumentan considerablemente los volúmenes de las aguas residuales (Rolim 1999). La tabla 1 muestra el porcentaje de tratamiento de aguas residuales en los países de Latinoamérica y el Caribe.

Tabla 1: Porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas antes de su disposición final.

<i>País</i>	<i>% Total</i>	<i>% Por Nivel de Tratamiento</i>			<i>% De Descarga en Ríos, Lagos y Mar</i>		
		<i>Prim.</i>	<i>Sec.</i>	<i>Otros</i>	<i>Río</i>	<i>Lago</i>	<i>Mar</i>
Argentina	10	0	100	0	-	-	-
Bahamas	85	60	25	15	-	-	-
Bolivia	30	33	67	-	80	20	-
Brasil	20	10	68	22	-	-	-
Colombia	5	-	100	-	-	-	-
Costa Rica	3	33	67	-	98	-	2
Rep. Domin.	85	80	-	20	-	-	-
Ecuador	-	-	-	-	80	1	19
El Salvador	1	-	-	-	-	-	-
Guatemala	9	46	54	-	-	-	-
Haití	-	-	-	-	40	-	60
México	13	14	27	59	-	-	-
Nicaragua	21	46	54	-	19	80	1
Paraguay	1	-	100	-	100	-	-
Perú	-	-	-	-	-	-	-
Suriname	1	-	100	-	-	-	-
Trinidad	45	1	99	-	95	-	5
Uruguay	15	50	28	22	90	8	2
Venezuela	-	-	-	-	66	24	10

Fuente: OMS. 1999

El tratamiento de las aguas residuales en el tipo de Reactor anaeróbico de manto de lodos y flujo ascendente (UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanquet) ha sido estudiado intensamente a escala de laboratorio y piloto desde hace aproximadamente 15 años, existiendo en la actualidad cerca de 300 reactores de este tipo operando a escala real en distintas localidades, fundamentalmente en América Latina.

Aunque en estudios de laboratorio se han llegado a alcanzar eficiencias de remoción de hasta 85 % de materia orgánica, operando con θ (Tiempo de retención hidráulico) de sólo 5h, en la mayoría de los estudios a escala piloto y en los reactores que

funcionan a escala real, las eficiencias de reducción de Demanda Química de Oxígeno¹ (DQO) están entre 60 y 75 %, para θ entre 4 y 6 h.

Holanda es el país pionero en esta tecnología, debido a la importante información que aportan estos experimentos que han servido para el desarrollo de los reactores UASB aplicados al tratamiento de Aguas Residuales (Montalvo y Guerrero 2003).

Érazo y Cárdenas (2000), realizaron un estudio basado en el diseño de una planta de tratamiento para las aguas residuales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a través de la construcción de un birreactor. Las aguas residuales presentaron las siguientes características: un caudal de 1,00 L/s con una DBO₅ de 220 mg/L. El volumen calculado para este reactor fue de 10,8 m³, El estudio concluye que es factible tal proceso, tanto desde el punto de vista técnico como económico y que es una alternativa importante para la preservación del agua potable y el reuso del agua tratada.

Chao y Montalvo (1998) presentan en su investigación titulada “Reuso de Aguas Residuales de instalaciones turísticas con opción anaeróbica”, una propuesta concreta para dar solución a la premisa de evitar que las instalaciones turísticas se conviertan en un problema ambiental. La solución para los investigadores es económicamente sostenible y consiste en el diseño de una planta de tratamiento teniendo como eje principal el sistema biológico anaeróbico. El método consistía en la combinación de un reactor UASB con un filtro anaerobio (AFH). El dimensionamiento de los equipos se realizó de tal manera que se garantizaba un tiempo de residencia hidráulico mínimo de 12 horas, la capacidad máxima de tratamiento con un sólo filtro fue de 10 m³/h. La carga máxima se evaluó para un tiempo de residencia hidráulica de 8 horas y el valor promedio de DQO que llega al AFH, obteniendo para estas condiciones una carga orgánica máxima de 2,07 kg de DQO/m³ de reactor. Se llegó a la conclusión de que la tecnología aplicada y el diseño propuesto logran un efluente de calidad adecuada para aplicar los criterios de reuso establecidos con plenas garantías para la protección del medio ambiente. En cuanto a la factibilidad económica, los bajos costos de operación permiten un corto periodo de recuperación con obtención de ganancias a partir del quinto año (Chao y Montalvo 1998).

Morillo y Fajardo (2005), desarrollaron una investigación que comprendía el estudio y seguimiento del tratamiento de lixiviados de los rellenos sanitarios con reactores USAB y su influencia en el desarrollo del lodo formado dentro de ellos. Los lixiviados son los líquidos de gran carga orgánica producto de la descomposición natural de la basura, provenientes de los residuos sólidos del relleno sanitario de la ciudad de Manizales. El estudio estableció que el lixiviado utilizado en el reactor UASB es óptimo y no se requiere adición alguna de nutrientes para obtener buenos resultados de remoción. También se determinó que los sistemas UASB bien monitoreados no presentan olores u otros impactos negativos, así mismo el biogás generado puede ser cuantificado y aprovechado posteriormente.

Patricia Torres (2001) en su artículo “Tendencias en el tratamiento de aguas residuales domésticas” hace referencia a las ventajas de utilizar sistemas anaeróbicos, dentro de ellos los reactores UASB y sus variaciones. Demuestra que

¹ DQO: Parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

han sido los de mayor aplicabilidad por sus buenas eficiencias de remoción de materia orgánica a un costo relativamente bajo. Las eficiencias de remoción de DBO_5 están alrededor del 80 %. Se concluye que los sistemas anaeróbicos presentan un gran potencial de aplicación para el tratamiento de aguas residuales domésticas, principalmente en regiones con temperaturas superiores a los 20 °C, con eficiencias de remoción significativas en términos de la materia orgánica carbonácea (DBO , DQO) y de los sólidos suspendidos.

En la actualidad, la casi totalidad de los reactores anaerobios aplicados a esta escala para la purificación de ARU (aguas residuales urbanas) son del tipo UASB, ubicándose la mayor parte de éstos en América Latina y en particular, en Brasil, México y Colombia. Algunas experiencias se indican en los siguientes párrafos.

- Aplicaciones en Brasil

En este país se reportan más de 300 plantas de tratamiento de aguas residuales que cuentan con reactores UASB, con una tendencia creciente a la instalación de muchos más en los próximos años, debido a los resultados satisfactorios obtenidos con los primeros reactores que se instalaron a partir de 1980. Estas buenas eficiencias se pueden apreciar en la tabla 2.

Tabla 2: Datos de operación y eficiencia de algunos reactores UASB operando a escala real en Brasil (1994).

$V (m^3)$	$\theta (h)$	Remoción de DBO (%)	Remoción de DQO (%)
50,0	50,0	76	68
67,5	45,0	80	74
160,0	3,0	59	62
182,0	23,0	66	76
684,0	9,5	78	65
120,0	6,2	70	60
250,0	14,0	45	14

Fuente: (Montalvo y Guerrero 2003)

Los costos asociados a los reactores fueron de US\$ 38 por m^3 de reactor, lo que se traduce en costos de instalación de US\$ 30 por habitante y de operación de US\$ 0,4 por habitante. Uno de ellos está ubicado en un barrio de la ciudad de Sumaré, Sao Paulo, las características de este reactor se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Principales parámetros de diseño del reactor UASB de Sumaré (Sao Paulo, Brasil).

Parámetro	Valor
Altura útil (m)	4,5
Largo (m)	2,5
Área superficial (m^2)	15,0
Volumen (m^3)	67,5
Flujo de ARU - (Flujo de proyecto, m^3/h)	1,8 - (9,5)
θ - (θ de proyecto, h)	22 - (7,0)

Fuente: (Montalvo, S; Guerrero, L. 2003)

En Piracicaba, Sao Paulo, se diseñó y construyó una planta para tratar las aguas residuales de 10.000 habitantes, 500 L/s, que contaba con tres módulos de reactores UASB de 2.772 m³ cada uno, divididos en cuatro células de 693 m³, lo cual le confería a la planta una gran flexibilidad. El exceso de lodos producidos en la unidad aerobia era alimentado al reactor anaerobio disminuyendo significativamente la cantidad de lodo a disponer. Durante el segundo año de operación, se descargó mensualmente sólo 1 m³ de lodos de los reactores UASB. El proceso de puesta en marcha (sin inóculo) duró 6 meses, obteniéndose en operación estable a θ de 12 h, con remociones de DBO mayores del 70 %.

En Mangueira, Recife, se instaló un reactor UASB de 810 m³ para tratar las aguas residuales de 16.000 habitantes, operándose con carga orgánica voluétrica (B_v) de 2,5 Kg DQO/m³·d, siendo el θ de operación de 8,8h. El reactor estaba dividido en 8 células de 5m de altura cada una. La remoción de DQO varió entre 60 y 90 % dependiendo del cuidado de la operación y de la calidad del mantenimiento del sistema. La puesta en marcha demoró 3 meses y se inició sin inóculo externo.

Las experiencias de la aplicación de esta tecnología en Brasil arrojan que cuando se tratan aguas residuales domésticas de fortaleza media o débiles, con DBO cercana a los 200 mg/L, pueden lograrse eficiencias de remociones de 70 %, mientras que para ARU fuertes, cercanos a los 500 mg/L de DBO, estas eficiencias pueden alcanzar hasta el 80 %. En todos los casos la producción de lodos es baja y se presentan estabilizados.

- Aplicaciones en México

En este país ha existido un continuo desarrollo en la construcción de reactores UASB para la purificación de ARU desde hace años.

Tabla 4: Listado de reactores UASB tratando ARU en México (1994).

V (m ³)	Q_L (m ³ /d)	θ (h)	DQO afluente (mg/L)	E (% DQO)	Temperatura media (°C)
130,0	519,00	6,0	550	75	21
21,6	86,60	6,0	500	75	20
*24,2	87,420	6,6	500	70	20
75,0	86,40	21,0	800	75	23
14,0	47,00	7,0	500	75	28
105,0	420,00	6,0	500	75	20
25,0	86,40	7,0	590	70	20
87,0	345,60	6,0	500	75	20
2.200,0	2.592,00	20,0	600	75	20
2.200,0	2.592,00	20,0	600	75	20
339,0	272,16	30,0	533	70	20
50,0	53,69	46,0	365	70	32
*5,0	21,00	6,0	600	75	20

*Sistemas anaerobio-anóxico-aerobio (AAA).

Fuente: (Montalvo y Guerrero 2003)

En la tabla 4, puede observarse que las eficiencias de diseño y operación están entre 70 y 75 %, base DQO, valores que pueden considerarse elevados, ya que se opera a θ entre 6 y 20 h en la mayoría de los casos, y sobre todo entre las 6 y 7 h.

En el caso particular de México resalta la aplicación del UASB como reactor anóxico, teniendo en cuenta los niveles de contaminación de las aguas que existen, fundamentalmente, en México, D. F. y en el Estado de México. De esta forma, se logra obtener a través del conjunto anaerobio-anóxico, un efluente despojado no sólo de materia orgánica, sino también de nutrientes. La posibilidad de tener aplicados y evaluados un número importante de reactores UASB diseñados, construidos y evaluados por especialistas mexicanos permitió la obtención de una ecuación a partir de la cual puede estimarse el costo de inversión:

$$I = 2.040 \cdot V^{0.695}$$

Donde I son los costos en dólares y V es el volumen del reactor en m³. (Montalvo y Guerrero 2003.)

- Aplicaciones en Colombia

Las dos plantas a mayor escala que llevan más tiempo operando en el mundo con esta tecnología aplicada a las ARU se encuentran ubicadas en Colombia desde 1990. En una de estas plantas, construida en la ciudad de Bucaramanga y denominada planta de tratamiento de aguas residuos de Río Frío (PTAR Río Frío), se tratan aguas residuales domésticas generadas por 160.000 habitantes, habiéndose diseñado para una capacidad total de 320.000 habitantes. Las aguas residuales se distribuye en los reactores UASB, a los cuales llegan las aguas después de pasar por un cribado y desarenado.

El proceso de arranque de esta planta se inició en noviembre de 1990 con la puesta en marcha de uno de los reactores. Este proceso fue lento observándose que el comportamiento inicial se asemejaba al de un sedimentador primario que servía como almacenamiento de lodos. Seis meses después de la puesta en marcha del reactor éste se encontraba funcionando de forma satisfactoria prácticamente bajo las condiciones hidráulicas previstas en el diseño. Las fugas que se detectaron inicialmente en el sistema de gas, especialmente a nivel del separador gas-sólido-líquido y en las juntas de los elementos prefabricados, que deterioraban la calidad del efluente del reactor y generaba problemas de olores, fueron sellándose poco a poco con los mismos lodos y sólidos presentes en el reactor. Después de la puesta en marcha del segundo reactor, en enero de 1991, se elaboró, a partir de mayo de 1991, un esquema de operación para ambos reactores de forma alternada y de incremento gradual de las cargas, terminándose este esquema cuatro meses más tarde, cuando se logró tratar la totalidad del caudal afluente a la planta, a eficiencias superiores al 85 % en DBO.

Posteriormente la PTAR fue sometida a diversas modificaciones en su régimen de explotación, con períodos de sobrecarga hidráulica, parada de reactores para reparación y mantenimiento estructural, redistribución de lodos almacenados en un reactor, entradas puntuales de pastos, plumas, vísceras y sangre, etc. A pesar de todos estos inconvenientes, se lograron eficiencias de remoción estables.

La segunda planta está ubicada en Cali, fue diseñada a partir de una planta piloto que opero 9 años (Planta Rosita). Los principales criterios de diseño de esta planta, donde se tratan Aguas Residuales de 20 000 habitantes, se muestran en la tabla 5.

La planta arrancó sus operaciones en 1990 y operó durante 4 meses, pero la generación de olores desagradables provocó el rechazo hacia ella por parte de los vecinos del lugar, ya que la PTAR estaba ubicada en una zona densamente poblada y rodeada de viviendas. De esta forma, la planta tuvo que cerrar y de inmediato se iniciaron las obras para el control de olores, las cuales incluyeron colocación de placas de asbesto-cemento en ductos abiertos, protección de estas placas con un anticorrosivo, reparación de las fugas utilizando multirresinas y tecnocemento en las uniones de las campanas, cemento-acero en las cajas de distribución, cemento - PVC en puntos de muestreo de lodos y concreto - concreto en fisuras.

Tabla 5: Criterios de diseño aplicados a los reactores UASB ubicados en los predios del vivero Municipal en Cali

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
Caudal promedio (Q_{Lp})	45 L/s
Caudal máximo (Q_{LM})	90 L/s
Caudal mínimo (Q_{Lm})	15 L/s
Número de reactores UASB	2
Volumen de cada reactor	500 m ³
θ de cada reactor	6 h
Velocidad ascensional (v_s)	0,8 m/h para Q_{Lp}
Veloc. Máx. (espacio entre la campana y el reactor, $\theta = 6h$)	4 m/h
Densidad de líneas de alimentación	1 entrada/3 m ²
Ángulo de inclinación de la campana	50°
Forma de cada reactor	Rectangular
Número de campanas recolectoras de biogás en cada reactor	3

Fuente: (Montalvo y Guerrero 2003)

La hermetización de los reactores se llevó a cabo mediante la instalación de cubiertas en acrílico tipo domo y las tapas de fibra de vidrio se sellaron utilizando empaquetadura de caucho. Los gases se trataron en filtros de biocompost quemándose, posteriormente.

Después de múltiples dificultades, la planta reinició su puesta en marcha con cargas reducidas a partir de julio de 1994, terminándose esta etapa en noviembre de 1995. Esta larga etapa de aclimatación fue consecuencia de múltiples motivos, entre los que se destacan errores en la operación debidos a la ausencia de experiencias en esa época en operación de reactores UASB a esta escala con ARU y al tipo de inóculo empleado, el cual provenía de un tratamiento de aguas residuales de un matadero, con una diferencia significativa en las características de los desechos.

A partir de la estabilización del proceso, los θ y B_v promedio de operación fueron de 9,54 h y 0,92 kg DQO/m³·d, respectivamente. Es importante destacar que en este caso, el θ de operación fue mucho mayor que el de diseño (6 h), lo que influyó, entre otras cosas, a que la producción específica del lodo fuera muy baja, 0,1 - 0,2 kg SS/kg DQO. La producción de biogás fue de 105 m³/d, valor menor que el de diseño (200 m³/d), debido a las bajas cargas orgánicas recibidas en los reactores.

Las eficiencias alcanzadas en la planta, después de lograr su estabilización fueron de 68,2 % de DBO. En una evaluación hecha de 1994 a 1998 se alcanzaron eficiencias de remoción de 71 % DBO, respectivamente, notándose una mejoría en el proceso.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Mani Casanare, ocupa una extensión aproximada de 160 m² y trata 13,27 L/s de aguas residuales domésticas, la alimentación del sistema con el agua residual cruda se realiza por bombeo. El proceso de depuración de las aguas residuales domésticas utiliza reactores UASB. La purga de lodos se realiza en lechos de secado para luego ser dispuestos en el relleno sanitario contiguo a la planta (figura 1). El biogás que se genera en el proceso es evacuado al medio mediante chimeneas instaladas a las campanas de cada una de las unidades, estas en su interior contienen viruta de hierro para oxidar el metano producido.

Los resultados obtenidos hasta el reporte de la experiencia fueron satisfactorios. Una de las plantas se inoculó con lodo municipal, las otras dos con semilla traída de la planta de Bucaramanga (Municipio de Mani – Casanare 2006). La tabla 6 indica las características de esta planta.

Tabla 6. Características de la planta de Mani Casanare

<i>Características</i>	<i>Valor</i>
Caudal promedio	13,27 L/s
Número de unidades	3,00
Temperatura promedio	30 °C
DQO Afluente promedio	575 mg/L
DQO Efluente promedio	72,86 mg/L
SS Afluente promedio	339,48 mg/L
Eficiencia remoción DQO	75,20 %
Eficiencia remoción SS	75,40 %
Tiempo de Retención Hidráulico	14,30 horas

Fuente: (Municipio de Mani – Casanare, Colombia 2006).

Existe el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales Bello, que consiste en dos etapas, la primera se refiere al transporte de las aguas residuales desde donde actualmente están siendo descargadas al río Medellín, en los alrededores del barrio Moravia, hasta el municipio de Bello en donde recibirán tratamiento. La segunda etapa es la planta de tratamiento en donde las aguas residuales municipales de Bello y Medellín serán tratadas hasta remover más del 80 % de su contaminación, para luego ser descargadas al río Medellín. El proyecto forma parte del Programa de Saneamiento del Río Medellín y sus Quebradas Afluentes, que es parte de los programas de las Empresas Públicas de Medellín (EPPM).

Se estima que la Planta contará con un total de seis digestores anaeróbicos ovoidales, cada uno con una capacidad aproximada de 8.700 m³. Los digestores contarán con un mezclador mecánico y con bombas para proveer la recirculación del lodo a través de los intercambiadores de calor agualodo del circuito de calentamiento. La temperatura interior de los digestores se mantendrá en unos 35 °C.

En cuanto a las posibilidades de utilización del gas metano como combustible para producir electricidad, se espera generar una tercera parte de la energía consumida en

la planta (aproximadamente 4 MW). Para este propósito se utilizarán cuatro motogeneradores estacionarios (Empresas Públicas de Medellín 2007). La tabla 7 muestra las características de la planta de tratamiento:

Tabla 7. Principales características de la planta de tratamiento Bello

<i>Descripción</i>	<i>Datos</i>
Caudal promedio de diseño año 2020.	5,0 m ³ /s
Caudal máximo de diseño año 2020.	6,5 m ³ /s
Cargas contaminantes esperadas	123 t/d de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅), y 120 t/d de sólidos suspendidos
Concentración de DBO ₅ en el agua sin tratar	284 mg/l
Concentración de sólidos suspendidos en el agua sin tratar	277 mg/l
Población Equivalente (PE)	3.880.000 (1 PE= 31,7 g de DBO ₅ /día) Secundario, es decir con eficiencia de la remoción de materia orgánica superior al 80%. Incluye sedimentación primaria, lodos activados, espesamiento de lodos primarios por gravedad, espesamiento de lodos secundarios y deshidratación de lodos estabilizados por medios mecánicos, estabilización de lodos por medio de digestión anaeróbica, y control de olores.
Tipo de tratamiento	Incluye rejillas gruesas y rejillas finas, y desarenadores rectangulares aireados. Será utilizado para la generación de energía eléctrica por medio de motogeneradores estacionarios. Esta energía será consumida en la operación de la Planta, y corresponde a un tercio de la energía total consumida por la Planta.
Pretratamiento	
Biogás generado en la digestión de los lodos	

Fuente: Empresas públicas de Medellín (Colombia) 2007.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Existen muchos procesos de tratamiento de aguas residuales, el sistema de tratamiento depende del origen del contaminante, los procesos que se usan se pueden clasificar en físicos o primarios, químicos o secundarios y biológicos o terciarios (Cruz 2004). Por razones técnicas y económicas, los tratamientos físico-químicos son aplicados en aguas con sólidos suspendidos, contaminantes inorgánicos o con materia orgánica no biodegradable, mientras que los biológicos se aplican cuando los principales contaminantes son biodegradables, como es el caso de las aguas residuales urbanas. Dentro de los tratamientos biológicos se encuentran los reactores anaeróbicos. El reactor UASB es la alternativa apropiada para el tratamiento de aguas residuales, se fundamenta en un tratamiento anaeróbico, donde

los gases tóxicos no se eliminan a la atmósfera evitando la contaminación ambiental y cuidando la salud de los pobladores de las zonas aledañas, sino que se captan a través de campanas dispuestas en la parte superior, además generan poca cantidad de lodo (gran eficiencia del reactor). La alimentación es hecha por la base siendo el flujo ascendente y existiendo decantadores en la parte superior. Por otro lado, la eficiencia de los procesos de tratamiento está en relación a la presencia de oxígeno en el medio, lo que permitirá que mediante una adecuada política de manejo de los residuos líquidos, el reciclado de agua tratada sea una alternativa viable (Érazo y Cárdenas 2000).

En todos los casos de tratamiento biológico, es importante señalar que los microorganismos, que forman parte de una población heterogénea, son los responsables de la depuración. Los microorganismos presentes son bacterias unicelulares, hongos, algas, protozoos y rotíferos, de estas las bacterias son probablemente las más importantes.

Las aguas residuales

Las aguas residuales, son aquellas aguas eliminadas por el hombre luego de ser aprovechadas en diversos usos como: higiene personal, preparación de alimentos, limpieza, lavado de ropa, etc., también se consideran las eliminadas en los procesos industriales. Estas contienen microorganismos, algunos de las cuales son nocivos para el hombre como coliformes fecales, salmonellas, *vibrio cholerae* (causante del cólera), parásitos (giardia, entamoebas), protozoarios, etc., que provocan enfermedades de origen entérico tales como diarreas, tifus, hepatitis, etc.; estos agentes están presentes en elevadas concentraciones y se pueden transmitir a través de verduras (que muchas veces son regadas con aguas residuales), mala manipulación de alimentos y falta de higiene personal (Ver tablas 8 y 9).

Además, contienen materia orgánica, partículas de alimentos en suspensión, que son aprovechados por las bacterias presentes. Están compuestas por 99,9% de agua y 0,01 % de residuos sólidos, de los cuales el 70 % son residuos orgánicos y el 30 % son inorgánicos (Braatz y Kandiah). Para ser desechadas necesitan ser tratadas previamente de manera tal que puedan ser adecuadas para su ubicación en las respectivas redes de vertido, depuradoras o sistemas naturales, tales como lagos, ríos, embalses, etc. (Da Camara, et al.).

Tabla 8: Principales agentes infecciosos que se encuentran en las aguas residuales.

	<i>Organismo Patógeno</i>	<i>Enfermedad</i>
Protozoos	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis (disentería amébrica)
	Lamblia	Giardiasi
Helmintos	<i>Áscaris lumbricoides</i>	Balantidiosi (disentería)
	<i>Ancylostoma duodenale</i>	Ascariasis
	<i>Necator americanus</i>	Anquilostomiasi
		Necatoriasi
		Larva migrant cutánea
Bacterias	Shigella (4 especies)	Fiebre tifoidea
	<i>Salmonella Typha</i>	Salmonelosis
	Salmonella (unas 1700 esp.)	Salmonelosis
	<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera
	<i>Escherichia coli</i> enteropatógena	Gastroenteritis
Virus	Enterovirus (71 tipos)	Gastroenteritis; otras anomalías cardiacas. Meningitis.
	Virus de la hepatitis A	Hepatitis
	Adenovirus (31 tipos)	Enfermedades infecciosas.

Fuente: Salgot, M, 1994.

Tabla 9: Tipo y concentración de microorganismos.

<i>Microorganismo</i>	<i>Concentración (número/mL)</i>
Coniformes	0,5-1,0 x 1000000
Estreptococcus fecales	5-20 x 1000
Shigella	Presencia
Salmonella	4-12
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	102
<i>Clostridium perfringens</i>	507
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Presencia
Quistes de protozoos	100
Huevos de helminto	1
Virus entéricos	1- 492

Fuente: Salgot, M, 1994.

El agua tratada es utilizada para irrigar cultivos de arroz, maíz, pastos y una gran cantidad de verduras. La dirección regional de salud de Chiclayo, autorizó el riego de cultivos de tallo alto. El riego de verduras practicados por los campesinos es ilegal, pero hay muy poco control de parte de las autoridades y no hay sanciones.

Reactor anaeróbico de manto de lodos y flujo ascendente - UASB

El Reactor anaeróbico de manto de lodos y flujo ascendente - UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanquet) es sin lugar a dudas la aplicación más exitosa y por tanto más ampliamente utilizada de la digestión anaerobia. Se basa en la formación de un lecho de lodos, de preferencia granular, cuyas buenas propiedades de sedimentación definen su permanencia en el reactor (Chamy 2005). El principio de sedimentación interna de lodo suspendido y granular fue originalmente reportado en 1962 en Sudáfrica. Sin embargo no fue hasta mediados de los setenta que la

tecnología UASB alcanzó un desarrollo significativo, gracias a la significativa investigación realizada en Holanda durante esa década.

Los puntos claves en el diseño de un reactor UASB son el sistema de distribución del efluente y el sistema separador SLG (sólido – gas - líquido). El primero debe distribuir de forma homogénea el agua residual, de manera tal de ponerla en contacto con toda la biomasa contenida en el reactor (Solis, et al. 2004). Una distribución inadecuada generará zonas muertas en el reactor, disminuyendo por tanto la eficiencia del mismo. Por su parte el sistema separador SLG, además de recolectar el biogás, determina la permanencia del lodo al interior del reactor, por lo que su diseño es crucial. Un diseño ineficiente puede generar el lavado excesivo de la biomasa disminuyendo su concentración en el reactor.

El lecho de lodos es una capa de biomasa granular ubicada en la parte baja del reactor, sobre la cual existe una suspensión de partículas de lodo, mezclada con los gases producidos en el proceso de degradación.

El agua residual se introduce en la base del reactor y atraviesa el lecho de lodos, durante el trayecto, los contaminantes son biológicamente degradados al entrar en contacto con la biomasa, produciéndose enormes cantidades de biogás (CH_4 , CO_2 y otros).

La forma granular y alta densidad del lodo evita que los microorganismos sean evacuados por el flujo ascendente del agua. En la parte superior, el separador SLG recolecta el biogás producido y evita la salida del lodo anaeróbico (Chamy 2005). Existen diversos diseños de separadores SLG, la mayoría sigue el esquema de campanas de forma triangular. El agua depurada es finalmente desalojada por la parte superior del tanque a través del clarificador.

El diseño compacto de este tipo de reactores incorpora en un solo tanque las etapas de tratamiento primario, pues se retienen los sólidos suspendido del agua residual en la cama de lodos y se cuenta con un clarificador secundario en la parte superior del tanque (Nguyen 2007) (Ver anexo 1). El alto tiempo de retención celular de la cama de lodos lo hace parcialmente estabilizado, lo que cumple con las funciones de un sistema de tratamiento de lodos.

Este tipo de reactor se puede construir de concreto (material más utilizado), pero debe ser revestido para evitar su deterioro. Muchos de los primeros reactores construidos en los años setenta han experimentado problemas, en el sector superior (decantador y campana de extracción de gases) por la presencia del H_2S y en el sector inferior, es decir, bajo el nivel del agua, por la dilución del CaO del concreto debido a la presencia de CO_2 . Es común la utilización de la fibra de vidrio, como recubrimiento, para su construcción (National Buildings Construction Corporation Limited 2008).

La capacidad de tratamiento de un reactor UASB varía dependiendo tanto de la calidad del agua residual como de la actividad del lodo utilizado (Chamy 2005).

Luego del reactor, el biogás obtenido pasa a través de un desulfurador para limpiarlo de H_2S , que es un ácido muy corrosivo. Una vez limpio el gas servirá como combustible en el grupo generador para la producción de energía eléctrica.

Gases Residuales: Biogás

Los gases residuales son combustibles gaseosos renovables generados a partir de residuos orgánicos, comúnmente se denominan como biogás, por ser una mezcla gaseosa resultante de la fermentación anaerobia de las sustancias orgánicas (biomasa) realizada por bacterias metanogénicas. Este biogás contiene por lo general más de un 50 % de CH₄, además de CO₂ y otras fracciones menores. Estos, pueden ser producidos en vertederos o rellenos sanitarios y en sistemas de cofermentación anaeróbica de residuos fermentables (Elías 2005).

A pesar de que en el nombre de biogás, se pueden englobar también cualquier gas obtenido a partir de materia orgánica o por medio de algún proceso de carácter biológico, generalmente el término se reserva para el gas de origen orgánico obtenido por digestión anaerobia.

El porcentaje de cada gas en la mezcla depende de algunos parámetros, como el tipo de digester o el vertedero y el sustrato para digerir. De cualquier forma esta mezcla está constituida esencialmente por metano en el orden de 55 – 65 %, y por dióxido de carbono en un 35 – 45 % aproximadamente, estando su energía calorífica directamente relacionada con la cantidad de metano existente. La tabla 10 detalla la composición promedio de la mezcla.

Un requisito de índole ambiental y económica para implantar una instalación de biogás es que el residuo final de la fermentación se utilice como abono.

El biogás se utiliza principalmente en dos opciones, para aprovechamiento térmico y para aprovechamiento eléctrico. Este nuevo gas posee un poder calorífico superior que puede comprimirse para ser vendido como combustible.

Tabla 10. Composición típica de los gases residuales.

<i>Componentes mayoritarios</i>	<i>Rango típico</i>
Metano (CH ₄)	50 – 75 %
Dióxido de carbono (CO ₂)	25 – 40 %
Hidrógeno (H ₂)	1,0 – 3,0 %
Nitrógeno (N ₂)	0,5 – 2,5 %
Oxígeno (O ₂)	0,1 – 1,0 %
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	0,1 – 0,5 %
Amoniaco (NH ₃)	0,1 – 0,5 %
Monóxido de carbono (CO)	0 – 0,1 %
Agua (H ₂ O)	Variable

Fuente: Elías 2005

Como todo gas, por su contenido en metano, y como cualquier otro combustible gaseoso, puede ser usado para fines domésticos o industriales: cocción, iluminación, calefacción, refrigeración y como combustible en motores de combustión interna, ya sea para generar electricidad o para ser acoplados a bombas o motores.

En el mercado energético el biogás compite con el gas propano y la electricidad como fuentes de energía, sobre todo en lugares donde el servicio es deficiente o no existe.

El biogás puede ser utilizado como combustible para motores de ciclo Otto, a partir de los cuales se puede producir energía eléctrica por medio de un motor –

generador, debido a su alto poder calorífico que oscila entre 5.000 y 6.000 kcal/Nm³, parte de la energía eléctrica es autoconsumida en la planta y el resto exportada a la red (Elías 2005).

Antonio Brack, Ministro del Ambiente del Perú, asegura que la alternativa de generar energía eléctrica e introducirla en la Red Nacional, es la más provechosa, porque tiene reconocimiento internacional y entra al denominado 'Mecanismo de desarrollo Limpio' del Protocolo de Kyoto – suscrito por el Perú. En nuestro país se está trabajando en el Fondo Nacional del Medio ambiente, y tiene todo un programa sobre este tipo de proyectos (El comercio 2008).

Motores para el tratamiento de gases

La utilización de gases residuales para fines energéticos constituye hoy en día una materia de especial interés. Una primera razón para ello es la posibilidad de generar dichos gases a partir de residuos que de por sí pueden ser problemáticos para su tratamiento y disposición, orientándolos en vez de ello a su aprovechamiento o valorización.

El biogás producido en la digestión anaerobia de los efluentes tratados en biodigestores, cuyo contenido de metano oscila entre el 60 – 75 %, y que tienen un poder calorífico entre 4.500 – 6.500 Kcal. /m³ se usan como combustible en grupos motor – generador, que lo transforman en energía eléctrica. Parte de esta energía es autoconsumida en la planta y el resto exportada a la red, con la consiguiente reducción de los costes de explotación (Elías 2005).

En segunda instancia figura la opción de generar energía térmica en zonas donde su consecución y coste son cuestiones problemáticas.

El uso del biogás para la generación de electricidad da un valor adicional al empleo de biodigestores (Elías 2005). Para este fin se utilizan los Motores de Ciclo Otto.

Motores de Ciclo Otto (Elías 2005).

Los motores de ciclo Otto utilizan como combustible gas natural, GLP o cualquier otro gas natural líquido volátil. Algunos de estos combustibles son:

- Gas de vertedero, que posee un considerable potencial, especialmente desde el punto de vista medioambiental.
- Biogás de estaciones depuradoras de aguas residuales. Muy adecuado debido a su elevado número de metano y alto contenido en CO₂.

En estos motores el carburador convencional es reemplazado por un mezclador de gases. Estos motores son arrancados con nafta y luego siguen funcionando con un 100 % de biogás con una merma de la potencia máxima del 20 % al 30 %.

Producción de abono orgánico.

En el proceso de fermentación se remueven sólo los gases generados (CH₄, CO₂, H₂S) que representan del 5 % a 10 % del volumen total del material de carga (Grupo AB 2007, IICA 2008). Los nutrientes originales (N, P, K) contenidos en la materia

prima, son retenidos en el lecho de lodos (parte inferior del reactor). Estos nutrientes son esenciales para las plantas, convirtiendo a los lodos en un valioso abono orgánico, prácticamente libre de olores, patógenos, y de fácil aplicación.

Su composición varía de acuerdo al desecho utilizado, en promedio un análisis en base es el siguiente:

Tabla 11. Composición promedio del abono orgánico

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
pH	7,5
Materia orgánica	85%
Nitrógeno	2,6%
Fósforo	1,5%
Potasio	1,0%

Fuente: (Grupo AB 2007, IICA 2008)

Ventajas de su uso (IICA 2008)

- Representa una gran fuente de nutrientes para las plantas.
- Aumenta el contenido del humus del suelo, el cual mejora la estructura y la textura del terreno, facilita la aireación, la rata de formación de depósitos de nutrientes, y la capacidad de retención e infiltración del agua.
- Permite el ahorro de la cantidad de otros abonos convencionales sin disminución de la producción.
- Presenta incrementos de la producción, al compararla con la de suelos no abonados.

III. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

3.1. ESTUDIO DE MERCADO

3.1.1. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la demanda de la energía eléctrica en la región Lambayeque y en el distrito de San José, para establecer consumidores potenciales.

Objetivos específicos

- Identificar la demanda y la oferta de la región y su crecimiento en el tiempo.
- Conocer los perfiles de los consumidores potenciales.
- Comprobar la aceptabilidad del producto ante la presencia de más de un consumidor potencial.

3.1.2. EL PRODUCTO EN EL MERCADO.

La principal preocupación de todos los países es el medio ambiente, por ello uno de los principales retos del siglo XXI es la preservación del ecosistema natural. El desarrollo acelerado de la tecnología ha producido grandes cambios en la ciencia, y ha llevado a buscar soluciones sostenibles para evitar el agotamiento de los recursos.

Los efluentes líquidos de las ciudades y su tratamiento en lagunas aeróbicas producen gran cantidad de metano, un gas de efecto invernadero unas veinte veces más potente que el dióxido de carbono. Ante este problema nace la iniciativa de proponer una solución viable y sostenible para el problema del tratamiento de las aguas residuales de nuestra ciudad a través de la implementación de una planta de tratamiento de las aguas residuales de nuestra ciudad mediante reactores anaeróbicos obteniendo biogás que será utilizado para la generación de energía.

El producto generado es la energía eléctrica.

3.1.2.1. Entorno General.

Social:

Para analizar el entorno social de la empresa, se tomó como base las megatendencias de consumo global, que estén relacionadas con el tema de investigación:

a. Mayor conciencia ambientalista

El cambio climático es el tema que preocupa actualmente a todo el planeta. El último informe mundial sobre el estado medioambiental global ha movilizado a todos los sectores para detener los efectos de la contaminación. El desarrollo tecnológico, tan acelerado, así como el aumento de la población han producido grandes presiones sobre el ecosistema terrestre, lo que ha llevado a buscar soluciones sostenibles para evitar el agotamiento de los recursos. Los gobiernos han reaccionado ante la amenaza y están invirtiendo gran parte de su tiempo en revertir la pérdida de los recursos naturales y conservarlos para el futuro. La investigación y el desarrollo de procesos adecuados para la conservación del medio ambiente en el tratamiento de los residuos, sean líquidos, sólidos o gaseosos, han aportado soluciones claras a algunos problemas y permiten entrever soluciones tecnológicamente posibles a un costo relativamente bajo.

b. La era de la biotecnología

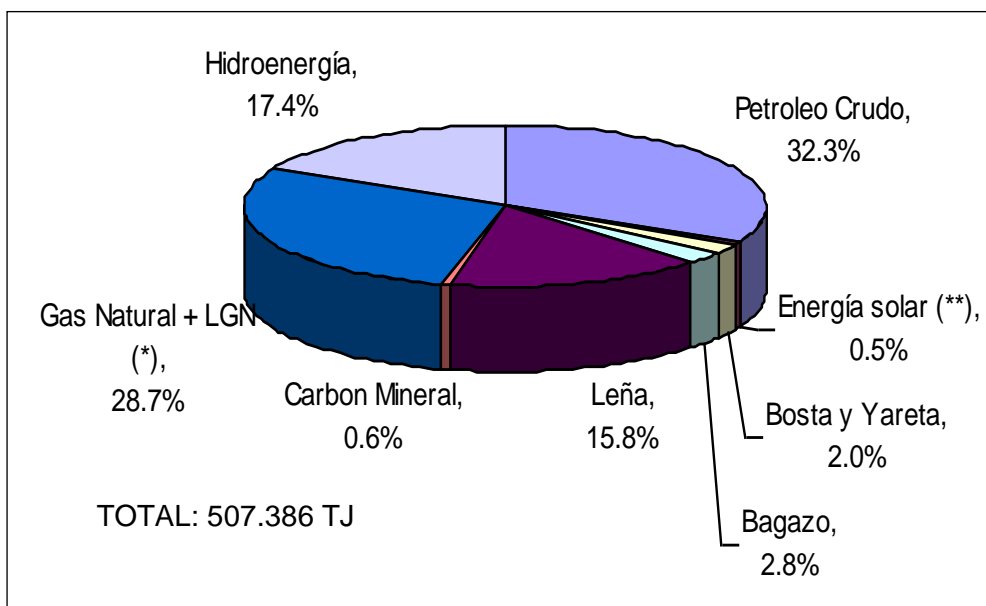
La utilización de organismos vivos, o partes de los mismos, para obtener o modificar productos, mejorar plantas y animales o desarrollar microorganismos para objetivos específicos, será la disciplina sanitaria que cambiará la vida humana tal como la conocemos (Quezada, et al 2005). La biotecnología ambiental juega un papel relevante en la protección del medio ambiente. La biotecnología puede ser definida como la aplicación de los principios de la ciencia y de la ingeniería al procesamiento de materiales mediante agentes biológicos. Se la define también como la explotación y control de sistemas biológicos para propósitos tecnológicos. Los bioprocesos, más que cualquier otro sistema de tratamiento, producen una verdadera depuración, en el sentido de convertir sustancias contaminantes en inocuas, y no ser una mera transferencia del contaminante a un sitio de menor impacto.

c. Aumento del consumo de la energía a partir de la biomasa

Actualmente y según datos de la International Energy Agency, la biomasa es la principal fuente energética para 2.400 millones de personas y suple cerca del 40% de la demanda energética de los países en vías de desarrollo. De alguna manera, es “la energía de los pobres”. Esto es especialmente cierto cuando se trata del uso energético tradicional de la biomasa. Existe una cierta correlación entre los niveles de pobreza y el uso tradicional de la biomasa. La aplicación de tecnologías mejoradas o tecnologías modernas en el aprovechamiento de la biomasa para fines energéticos, tiene como objetivo paliar las consecuencias negativas del uso tradicional de la biomasa y crear nuevas oportunidades de abastecimiento energético alternativo a los combustibles fósiles. En este contexto, representa ventajas en el aspecto social, de género, medioambientales y sobre la salud, y además ventajas estratégicas y económicas para las comunidades y para los países (ITDG 2008).

En nuestro país, la energía está basada principalmente en los hidrocarburos (combustibles fósiles), existen algunos lugares donde se emplea recursos

renovables para la producción de energía, aunque su utilización sea aún muy escasa. La figura 1 muestra las fuentes de producción de energía primaria en nuestro país en el año 2005; se pueden observar los porcentajes de los combustibles fósiles, la tendencia crece en relación al petróleo.



(*) Producción Fiscalizada (**) Estimado

Fig.1. Estructura de la producción de energía primaria. Balance Nacional de Energía. 2005 (MINEM 2006)

La utilización de la biomasa y de las fuentes renovables, están aún insipientes, diversos trabajos realizados en los distintos centros de investigación y universidades a lo largo del territorio nacional estudian la posibilidad de usar nuestros cultivos como materia prima para producir energía, debido a la escasez del petróleo. Por ejemplo, los cultivos de caña en muchos países son destinados a la producción de etanol, otros cultivos como la palma aceitera, canola y girasol, entre otros, son empleados para la producción de biodiésel. La producción de energía a partir de la biomasa, especialmente la biomasa residual, es la opción más acertada, en los países en vías de desarrollo, para cubrir las demandas energéticas del mercado.

Político

La Ley 28054 del año 2003, reglamentada por DS 0013-2005EM, promueve el mercado de los biocombustibles, como una forma amigable con el medio ambiente, definiéndolos como productos obtenidos a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o de otra forma de biomasa.

Ley de concesiones eléctricas y reglamento. Decreto Ley N° 25844 Decreto Supremo N°. 009-93-EM:

Artículo 1: “Las actividades de generación, transmisión y distribución podrán ser desarrolladas por personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras. Las personas jurídicas deberán estar constituidas con arreglo a las leyes peruanas”.

Artículo 7: “Las actividades de generación, transmisión y distribución,... podrán ser efectuadas libremente cumpliendo las normas técnicas y disposiciones de conservación del medio ambiente y del Patrimonio Cultural de la Nación”.

Artículo 9: “El Estado previene la conservación del medio ambiente y del Patrimonio Cultural de la Nación, así como del uso racional de los recursos naturales en el desarrollo de las actividades relacionadas con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica”.

Económico.

La “Ley de Concesiones eléctricas” regula los indicadores económicos para la generación y transmisión de energía.

Artículo 42: “Los precios regulados reflejarán los costos marginales de suministro y se estructurarán de modo que promuevan la eficiencia del sector”.

Artículo 44: “Las tarifas de transmisión y distribución serán reguladas por la Comisión de Tarifas de Energía independientemente de si éstas corresponden a ventas de electricidad para el servicio público o para aquellos suministros que se efectúen en condiciones de competencia, según lo establezca el Reglamento de la Ley. Para éstos últimos, los precios de generación se obtendrán por acuerdo de partes. En las ventas de energía y potencia que no estén destinados al servicio público de electricidad, las facturas deben considerar obligatoria y separadamente los precios acordados al nivel de la barra de referencia de generación y los cargos de transmisión, distribución y comercialización”.

Un factor económico importante es el PBI tanto en el sector del Agua Potable como en el de la Electricidad, (ver tabla 12), también las tarifas de agua potable y consumo de energía eléctrica de los últimos años (tabla 13).

Tabla 12. PBI del sector Agua y Electricidad

<i>Años</i>	<i>Valor (Miles de S/.)</i>	<i>Índice de Precios (S/.)</i>
1991	1.563.077	20,7
1992	1.477.366	36,7
1993	1.687.105	59,2
1994	1.871.217	100,0
1995	1.874.037	116,1
1996	1.985.412	136,7
1997	2.237.376	144,8
1998	2.376.327	144,9
1999	2.446.749	157,9
2000	2.525.305	163,5
2001	2.566.402	166,6
2002	2.706.292	161,8
2003	2.820.251	166,7
2004	2.948.804	-
2005	3.105.928	-

Fuente: INEI 2006

Tabla 13. Tarifa de agua potable y energía eléctrica

<i>Años</i>	<i>Tarifa Agua potable (S/.) – Consumo 30 m³</i>	<i>Tarifa eléctrica doméstica (S/.) – Consumo 180 kW.h</i>
1995	16,22	49,28
1996	19,61	55,62
1997	24,48	58,29
1998	31,02	56,43
1999	35,44	62,60
2000	36,31	68,32
2001	39,65	69,19
2002	40,34	67,99
2003	40,76	64,62
2004	41,47	70,52
2005	42,56	74,18
2006	45,27	71,68
2007	46,67	68,90

Fuente: INEI 2006

3.1.2.2. Entorno Sectorial.

Clientes

Teniendo en cuenta la localización de la Planta de Tratamiento (Lagunas de oxidación de San José) el primer cliente potencial sería el distrito de San José; pero también se estudió la posibilidad de vender toda la energía generada a la Red Nacional (segundo cliente potencial), quienes se encargarían de su distribución.

Proveedores

La Planta de tratamiento ha sido diseñada para el caudal de aguas residuales proveniente de los distritos La Victoria, José Leonardo Ortiz y Chiclayo.

Productos sustitutos

Para la generación de energía, en el departamento además de las fuentes de energía hidráulicas, se está dando mucho énfasis a la producción de etanol a partir de biomasa residual: caña de azúcar, forestales, vapor de las calderas de los ingenios industriales.

Competidores potenciales

Los competidores potenciales son las plantas de tratamiento de agua residual en la región, no necesariamente para la generación de energía.

- Planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Nueva Arica.
- Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de Puente Piedra.
- Planta de tratamiento de agua residual “Pampa de Perros”.

Rivales

Dentro de los rivales podemos considerar a las empresas generadoras de electricidad, de las distintas fuentes, en el Norte del país.

- Hidroeléctrica Federico Villarreal
- Duke Energy Internacional.
- Empresa agroindustrial Tumán SAA.
- Unión de Cerveceras peruanas Backus y Johnston SAA

3.1.2.3. Análisis FODA

Fortalezas y Debilidades

Fortalezas

- Preservación del medio ambiente.
- Creación de puestos de trabajo.
- Mejora de la calidad de vida.
- Generación de energía eléctrica a partir del biogás producido.
- Mejora de calidad de las aguas vertidas al mar.
- Generación de abono orgánico.

Debilidades

- Producción de CO₂.
- Pérdida del paisaje.
- Efluentes de la planta eliminados al mar.

Oportunidades y Amenazas

Oportunidades

- Adelanto de la tecnología que permite utilizar microorganismos para la degradación de la materia orgánica.
- La instalación de alcantarillado y desagüe en la ciudad de Chiclayo.
- Instalación de planta de tratamiento con lagunas facultativas en San José.
- Materiales de bajo costo para la construcción de la maquinaria.
- Amplio terreno para la instalación de la planta.
- Legislaciones que apoyan la generación de energía a partir de fuentes renovables.
- Creación del Ministerio del Medio Ambiente.

- Bonos de carbono
- Canon energético.

Amenazas

- Las empresas generadoras de electricidad a través de recursos hídricos y biomásicos.
- El clima variado es un impedimento para obtener temperaturas constantes del efluente.
- Falta de mano de obra calificada en la zona.
- Indisponibilidad del Estado para financiar este tipo de proyectos.

3.1.2.4. Selección y diseño del producto

Ciclo de vida del producto

El producto generado en la planta de tratamiento es la electricidad, este producto se encuentra en la etapa de madurez, pues desde que Tales de Mileto (600 a.C.) observó que frotando una varilla de ámbar con una piel o lana se podía crear pequeñas cargas, que atraigan pequeños objetos, todos los seres humanos tenemos acceso a ella, gracias a la implementación de la electricidad en todos los tipos de aplicaciones industriales, caseras, medicas, etc. Mientras sigan existiendo fuentes de generación de electricidad, este producto seguirá estando en la etapa de madurez (Heizar y Render 2004).

Selección y Diseño

El proceso de selección y diseño del producto, se puede apreciar de forma clara en la tabla 14; se resumen las actividades que se desarrollan en cada una de las etapas:

Tabla 14. Etapas del proceso de selección y diseño del producto

<i>Etapa</i>	<i>I + D</i>	<i>Marketing</i>	<i>Ingeniería</i>
Selección	Electrificación rural. Desarrollo sostenible. Cuidado del medio ambiente.	Necesidad de electricidad. Demanda insatisfecha.	Biología. Reactores UASB, desulfurador Generador.
Diseño	Planta de tratamiento de aguas residuales.	Distribución incorporada a la red nacional. Beneficiando a comunidades rurales de la región	Diseño de la tecnología Diseño de la planta.

<i>Etapa</i>	<i>Fabricación</i>	<i>Finanzas</i>	<i>Contabilidad</i>
Selección	Análisis de factibilidad técnica.	Análisis de factibilidad económica	Estimación de la inversión y las ganancias.
Diseño	Diseño del proceso Línea de producción.	Búsqueda de financiamiento: Gobierno Regional.	Incluir tiempo de recuperación del capital.

Fuente: Heizer, Render 2001.

3.1.3. ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Los consumidores potenciales de la planta son el distrito de San José y la Red eléctrica Nacional.

Se consideró el distrito de San José porque es el lugar donde la planta de tratamiento está ubicada geográficamente. Pero se puede optar por vender la energía a la Red Nacional, quienes se encargarían de su distribución a todas las zonas donde haya escasez del servicio eléctrico.

3.1.4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA.

Características de los consumidores

Para determinar las características de los consumidores, se aplicó una encuesta a los pobladores del distrito de San José (Ver Anexo 2). Se determinó este distrito como la zona de influencia debido a la cercanía geográfica de la zona a las lagunas de Oxidación de San José. La encuesta fue validada mediante “criterio de jueces”, así mismo expertos en el temas energéticos opinaron al respecto (Ver Anexo 3).

A continuación se detallan los pasos en la realización de la encuesta:

Población y tamaño de muestra

La población con la que se trabajó es el distrito de San José, donde el porcentaje de población sin electrificación es el 20 %. El tamaño de la población con la que se va a trabajar se puede observar en la tabla siguiente.

Tabla 15. Tamaño de población.

<i>Provincia</i>	<i>Distrito</i>	<i>Población (2005)</i>	<i>Pobl. sin electricidad (%)</i>	<i>Pobl. trabajar</i>
Chiclayo	Eten	11.119	8	939
Chiclayo	Puerto Eten	2.395	7	175
Chiclayo	Lagunas	8.831	42	3.749
Chiclayo	Monsefú	30.591	19	5.862
Chiclayo	Pimentel	29.622	24	7.199
Chiclayo	Santa Rosa	10.935	16	1.803
Lambayeque	Illimo	9.578	52	4.989
Lambayeque	Jayanca	14.206	59	8.436
Lambayeque	Mochumí	19.050	71	13.459
Lambayeque	Morrope	38.464	69	26.465
Lambayeque	Pacora	7.095	59	4.172
Lambayeque	San José	12.156	20	2.491
Lambayeque	Túcume	20.951	50	10.444
Total				90.183

Fuente: INEI 2005

Para calcular el tamaño de muestra se usa la siguiente fórmula (Remy, et al. 2001) e (INEI 2000):

$$n = \frac{Npqz^2}{e^2(N-1) + pqz^2}$$

Donde:

n = muestra o tamaño de la muestra.

N = Población, el valor utilizado es el resultado de la tabla: 2.491 hab. en San José.

p = 0,5. Prevalencia o propagación de las características estudiadas, está relacionada con la población total y el número de individuos que poseen la característica que se está estudiando. Generalmente se refiere al número de casos en un determinado tiempo. Asume su valor de acuerdo a “e”, para un valor de e = 0,03; p = 0,7; y para un valor de e = 0,08; p = 0,5.

q = 1-0,5 = 0,5; Probabilidad de rechazo.

z = 1,96. Puntaje que corresponde a la confiabilidad, es la probabilidad de que los datos se ajusten a la realidad. Para un porcentaje de 95 % de confiabilidad “z” asume el valor de: 1,96.

e = 0,08. Tolerancia de error. Es la medida de la variabilidad de las estimaciones, da una noción clara de hasta donde y con qué probabilidad una estimación basada en una muestra se aleja del valor que se hubiera obtenido en un censo completo. La tolerancia de error varía entre el 3 y 8 %, si la confiabilidad es de 95 %, “e” sume el valor de 0,08 que le corresponde al 8 %.

Haciendo el cálculo el tamaño de la muestra es de 142 habitantes.

Operacionalización de variables

La observación permitió conocer los hábitos de consumo de los pobladores de la zona, sobre todo la situación en la que viven y cuáles son las actividades por las cuales mantienen la economía de sus hogares. El tipo de sistema eléctrico con el que cuentan y como hacen, los que no tienen, para conseguir electricidad y de satisfacer sus necesidades energéticas.

El cuadro siguiente muestra los indicadores que se tuvieron en cuenta para realizar la encuesta, y que determinarán las características que necesitamos saber:

Tabla 16. Cuadro de Operacionalización de variables

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Indicadores</i>
Demanda energética	Se considera demanda energética a la cantidad de energía que un determinado conjunto de habitantes consume o que están dispuestos a consumir si se les brindara este servicio.	<ul style="list-style-type: none">• Tenencia del servicio.• Necesidad del servicio• Importancia del servicio• Compra de artefactos eléctricos.• Posibilidades económicas para pago del servicio.
Perfil del consumidor	Nos referimos con perfil del consumidor a las características demográficas que se pueden resaltar en este estudio.	<ul style="list-style-type: none">• Sexo• Edad• Estado civil• Ocupación• Número de personas en el hogar.• Ingreso económico mensual• Nivel de educación
Perfil de Consumo	Son todas las características que hacen referencia a los hábitos de consumo de energía de los pobladores.	<ul style="list-style-type: none">• Tenencia de artefactos eléctricos.• Otros proveedores del servicio.• Pago promedio mensual de luz.

La observación permitió conocer los hábitos de consumo de los pobladores de la zona, sobre todo la situación en la que viven y cuáles son las actividades por las cuales mantienen la economía de sus hogares. El tipo de sistema eléctrico con el que cuentan y como hacen, los que no tienen, para conseguir electricidad y de satisfacer sus necesidades energéticas.

Otro método fue la revisión de datos históricos fuentes estadísticas como el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. Así, se determinó que el distrito de San José es una comunidad de recursos económicos bajos. El ingreso mensual promedio es de 300 nuevos soles (37,5 % de la población). Sin

embargo, por tratarse de una comunidad de pescadores, el negocio más rentable de la zona son los astilleros, los dueños de estos establecimientos perciben un ingreso mensual mayor a 800 nuevos soles, ellos representan el 7,5 % de la población total.

Esta revisión, también permitió demostrar que las zonas cercanas a las lagunas de oxidación, están electrificadas, San José y sus tres centros poblados: Ciudad de Dios, San Juan y Juan Tomis. Aquellas casas que no cuentan con energía eléctrica son las que se asentado como invasiones, se pudo observar por ejemplo, las que están en los cerros, las cercanas al cementerio, las casas de esteras, pequeños grupos de casas asentadas en descampados cercanos a la población, cercanos a la playa. También existen familias que ante la falta de medios económicos para pagar un medidor y la luz, solicitan a sus vecinos les concedan un punto para colocar una luminaria, y puedan alumbrarse en las noches, ellos están concientes del riesgo que corren sus familias y sus casas al usar velas o lámparas de kerosene, también saben que es preferible usar focos ahorradores, que aunque cuestan más que una bombilla incandescente, ahorran energía.

En cuanto al ritmo de vida de la población, las mujeres se dedican a sus casas, a su hogar y al cuidado de sus hijos, algunas tienen pequeños negocios como bodegas, boticas, o restaurantes. Los varones en su mayoría trabajan como obreros en los astilleros, tienen sus negocios propios o son pescadores. Es por ello que los ingresos que reciben sólo cubre sus necesidades básicas y tienen que privarse de otras cosas o limitar su consumo como es el caso de energía. Esta es usada sólo lo necesario: en las noches, para artefactos eléctricos (los que tienen), las radios funcionan a baterías. Sólo los astilleros y negocios usan electricidad en un rango más elevado. Muchas de las personas que no pueden pagar el uso de la energía eléctrica, sienten su necesidad.

En lo que respecta al servicio, se nota la insatisfacción e incomodidad de los pobladores con respecto a Electronorte, debido a que sus reclamos y quejas no son atendidos, existen constantes cortes del fluido eléctrico y el costo de reposición es asumido por los usuarios, también se notan los abusos cuando los tiempos de pesca son buenos (Resultados de la encuesta en el anexo 4).

Las autoridades se han dado cuenta del gasto excesivo en electrificación rural. Lambayeque ha gastado más de 80 millones de soles en lo que va del año, que es básicamente inversión del estado, el problema, como se viene indicando, es que los pobladores que se “benefician” con la electrificación rural no tienen ingresos monetarios (su economía se basa en el trueque, mas no en el intercambio monetario, la comercialización de tubérculos y hortalizas es mínima) y por lo tanto no pueden pagar el servicio. Al llevarles la energía en vez de darles un beneficio se les ha generado un egreso, en conclusión no usan el servicio (Entrevista a Ing. Aníbal Salazar Mendoza). Una alternativa es que ellos puedan generar energía eléctrica (por sus propios medios) para venderla a la red y abastecer a las grandes ciudades donde si es posible pagar el servicio sin restricciones en cuanto al consumo. Cuando al agricultor o el campesino reciba ingresos por los servicios que genera: agricultura, turismo, energía, etc.; mejorará su calidad de vida. El Gobierno Regional apoya este tipo de proyectos.

El distrito de San José consumió en el año 2006, 1.713.174 Kw.h.

Situación de la Demanda

La demanda que se presenta está basada en el consumo de energía eléctrica a nivel del departamento de Lambayeque, se tomó para compararla con la capacidad de planta.

A nivel de Lambayeque, el consumo per cápita es uno de los más bajos del país, consecuencia de la poca industrialización que hay en nuestra región.

Para conocer la demanda en Lambayeque, debemos conocer el consumo de energía de los últimos años en Lambayeque. La tabla 17 nos indica el consumo de energía a nivel nacional del año 2003 al 2006 (MINEM 2007).

Tabla 17. Consumo de energía a nivel Nacional

<i>Año</i>	<i>Demanda Nacional GW-h</i>
2003	20.534
2004	21.339
2005	22.091
2006	22.706

Fuente: MINEM 2007

Lambayeque participa del 1,7% del consumo nacional (tabla 18):

Tabla 18. Consumo de energía en la Región Lambayeque

<i>Año</i>	<i>Demanda Lambayeque GW-h</i>
2003	349,08
2004	362,63
2005	375,55
2006	386,00

Fuente: MINEM 2007

Proyección de la demanda

La siguiente tabla muestra la proyección de la demanda. El coeficiente de crecimiento no es estable, depende del crecimiento de la población, la proyección de la demanda hasta el año 2013, ha sido calculada por el MINEM, a partir de ese año hasta el 2017 la tasa de crecimiento es de 5,66 % y de allí hasta el año 2020, es de 6,75 %; estos valores han sido calculados en base a las proyecciones encontradas realizadas por el MINEM:

Tabla 19. Proyección de la Demanda total de la Región Lambayeque

<i>Año</i>	<i>Demanda total de Lambayeque (GW - h)</i>
2007	400,27
2008	414,14
2009	437,68
2010	457,69
2011	478,60
2012	500,48
2013	528,80
2014	558,74
2015	590,36
2016	623,78
2017	659,09
2018	703,58
2019	751,08
2020	801,77

3.1.5. ANÁLISIS DE LA OFERTA.

Situación actual de la oferta.

Según la Dirección Regional de Energía, Minas e Hidrocarburos, la generación de electricidad es una inversión de largo plazo y con elevado riesgo de recuperación, por lo tanto necesita medidas de promoción por parte del estado para que sea rentable y atractiva. Según la dirección, el problema principal no es que haya falta de recursos energéticos, los estudios han determinado que las reservas de gas del Perú pasen de 10 trillones de m³ a 40 trillones m³ en algunos años. Esto demuestra el gran potencial que se tiene, lo que falta es la infraestructura para hacerlo, falta inversión. El Perú no tiene ahorro interno, y por lo tanto se necesita del ahorro externo: el Banco Mundial; IFC (Corporación Financiera Internacional); de manera urgente, por lo menos en el sector energético. Actualmente la oferta regional está dada por la Hidroeléctrica DUKE ENERGY, la central térmica Federico Villarreal y el SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional)

La oferta nacional del año 2003 al 2006, según el MINEM se presenta en la tabla 20. Lambayeque participa del 0,4 % de la producción nacional (tabla 21).

Tabla 20. Producción de energía a nivel Nacional

<i>Año</i>	<i>Oferta Nacional GW-h</i>
2003	21.361
2004	22.618
2005	23.812
2006	25.603

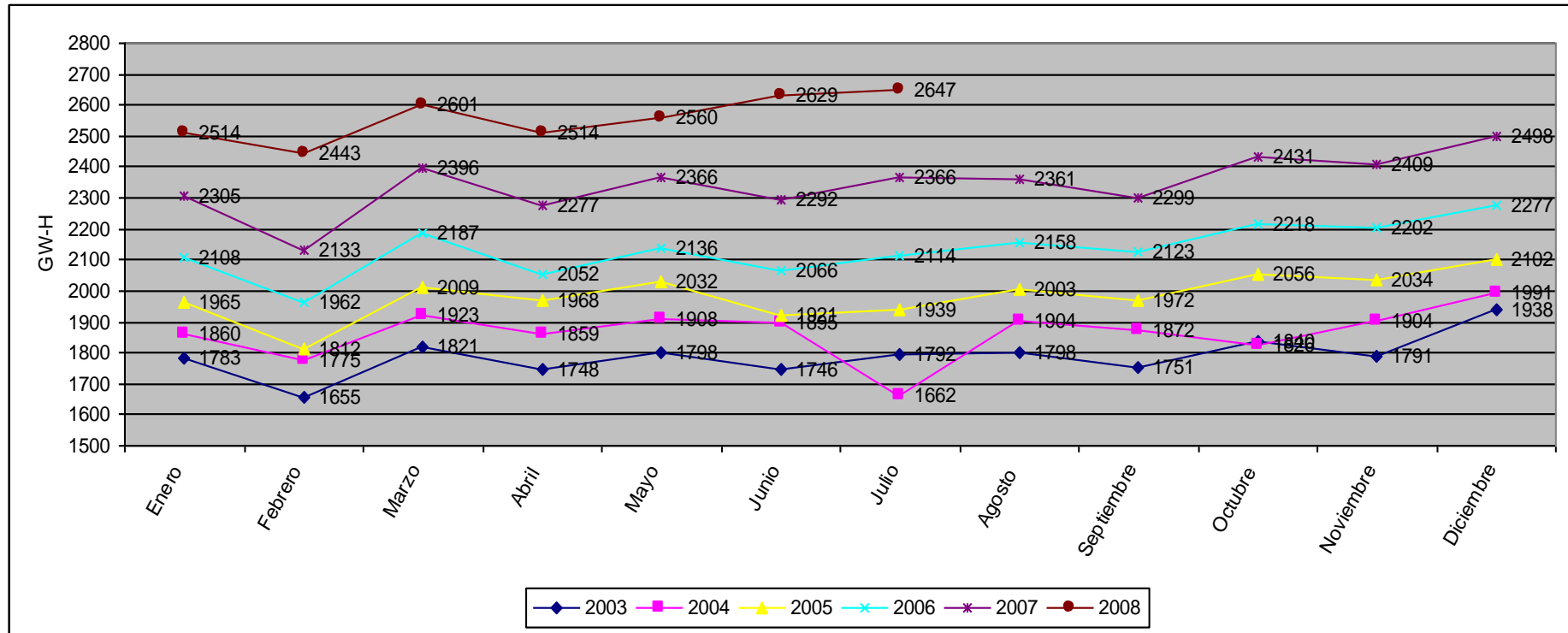
Fuente: (MINEM 2007)

Tabla 21. Producción de energía en la Región Lambayeque

<i>Año</i>	<i>Oferta total GW-h</i>
2003	85,44
2004	90,47
2005	95,25
2006	102,41

Fuente: (MINEM 2007)

Evolución en los últimos años



*Fig.2. Producción Mensual de energía.
(MINEM 2008)*

Proyección de la Oferta

La siguiente tabla muestra la proyección de la oferta. La tasa de crecimiento de la oferta se ha determinado en base a datos históricos de las proyecciones del MINEM.

Tabla 22. Proyección de la Oferta total de la Región Lambayeque

<i>Año</i>	<i>Oferta total de Lambayeque (GW - h)</i>
2007	107,32
2008	112,88
2009	118,45
2010	124,02
2011	129,59
2012	135,17
2013	140,72
2014	146,92
2015	151,86
2016	158,15
2017	163,00
2018	165,56
2019	174,13
2020	179,70

3.1.6. BALANCE-OFERTA-DEMANDA.

Hacemos el balance demanda – oferta, para determinar la capacidad de planta, para fines de orientación suponemos que la demanda objetivo es del 50%, lo cual no representa una limitación en cuanto a la capacidad. El crecimiento poblacional indica incremento del caudal de las aguas residuales, por ende mayor materia prima para la planta y como consecuencia aumento de la cantidad de energía generada; lo que se espera es que en algún momento se pueda generar más del 50% previsto a comienzos del proyecto.

En la tabla 23 podemos observar que existe una oferta mucho menor que la demanda. La demanda que no es cubierta por DUKE ENERGY y la central térmica Federico Villarreal, se cubre con la oferta del SEIN.

Tabla 23. Balance demanda - Oferta

Año	Demanda Total de Lambayeque GW.h	Oferta de Lambayeque GW.h	Oferta del SEIN GW.h	Balance			
				% no electrificado 13,6		Demanda objetivo (50%)	
				Anual	Diario (365)	Anual	Diaria
2003	349,08	85,44	263,64	54,95	0,151	27,47	0,075
2004	362,63	90,47	272,16	57,08	0,156	28,54	0,078
2005	375,55	95,25	280,30	59,11	0,162	29,56	0,081
2006	386,00	102,41	283,59	60,76	0,166	30,38	0,083
2007	400,27	107,32	292,95	63,01	0,173	31,50	0,086
2008	414,14	112,88	301,26	65,19	0,179	32,59	0,089
2009	437,68	118,45	319,23	68,86	0,189	34,45	0,094
2010	457,69	124,02	333,67	72,04	0,197	36,02	0,099
2011	478,60	129,59	349,01	75,34	0,206	37,67	0,103
2012	500,48	135,17	365,31	78,78	0,216	39,39	0,108
2013	528,80	140,72	388,08	83,24	0,228	41,62	0,114
2014	558,74	146,92	411,82	87,95	0,241	43,97	0,120
2015	590,36	151,86	438,50	92,93	0,255	46,46	0,127
2016	623,78	158,15	465,63	98,19	0,269	49,09	0,135
2017	659,09	163,00	496,09	103,75	0,284	51,87	0,142
2018	703,58	165,56	538,02	110,75	0,303	55,37	0,152
2019	751,08	174,13	576,95	118,23	0,324	59,11	0,162
2020	801,77	179,70	622,07	126,20	0,346	63,10	0,173

El grado de electrificación en Lambayeque es del 86,4 %; la planta pretende generar energía para cubrir este déficit, es decir el 13,6 %; lo cual representa 65,19 GW.h anual, diariamente equivale a 0,18 GW-h. El porcentaje de electrificación en los últimos años ha permanecido constante, es por ello que para realizar la proyección de la capacidad también se considerará constante hasta el año 2020.

3.1.7. PRECIOS.

Los precios que se presentan corresponden a dos posibles escenarios: el de vender la energía a los pobladores y el de venderla al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. La evolución de precios de venta al consumidor final se muestra en la tabla 22.

La sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, en su informe quincenal de octubre del 2004, determinó que el precio promedio de la energía es de 8,93 ctv S/. /kWh. Mientras que Osinerg propuso que fuera de 10,16 ctv S/. /kWh. De este modo el usuario final de tipo residencial observó un incremento en su tarifa de entre 3,5% y 4,5% para consumos mayores a 30 kW.h / mes, dependiendo de su nivel de consumo. Para aquellos que consumieron menos de 100 kW.h/mes, el incremento fue menor, y fue mayor para lo que consumieron una cantidad superior. En lo que respecta a las tarifas para la Red Eléctrica Nacional, OSINERG fijó las tarifas en barra (el precio de la energía en el momento de generación) para el periodo Mayo 2005 – Abril 2006. Las tarifas en barra corresponden a los cargos tarifarios para remunerar la Generación

Eléctrica y el Sistema Principal de Transmisión (Sistema eléctrico interconectado Nacional).

Tabla 22. Evolución del precio de la energía activa doméstica

<i>Periodo</i>	<i>Precio (S/. x kW.h)</i>
Marzo -2008	0,3413
Abril – 2008	0,3384
Mayo – 2008	0,3291
Junio – 2008	0,3191
Julio – 2008	0,3226
Agosto – 2008	0,3290
Setiembre – 2008	0,3228

Fuente: Electronorte 2008.

Tabla 23. Tarifas en barra aprobadas por Osinerg para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

<i>Tarifas</i>	<i>Tarifas al 31.03.2005 (ctv. S/./kW.h)</i>	<i>Aprobado por Osinerg (ctv. S/./kW.h)</i>	<i>Variación (%)</i>
En Hora Punta	13,57	12,53	-7,6
Fuera de Hora Punta	9,34	8,97	-4,0
De la Potencia	16,85	16,45	-2,4
Peaje por conexión.	16,11	15,33	-4,8

Fuente: Osinerg. 2006.

La tarifa componente de Generación Eléctrica comprende los Precios de Potencia y Energía que remuneran los costos fijos y variables de las centrales de generación eléctrica, respectivamente. La tarifa componente del Sistema Principal de Transmisión (STP) comprende el Ingreso Tarifario, el Peaje por Conexión y la Garantía por Red Principal de Camisea que son los cargos que deben ser transferidos a los transmisores y a los Concesionarios de la Red Principal de Camisea (GRP) para pagar los costos de los servicios respectivos.

3.1.8. COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

Con este proyecto se pretende electrificar las zonas rurales geográficamente más cercanas al lugar, o caso contrario, incorporar la energía generada a la red nacional. Para ello, fue necesario realizar un estudio de mercado, en el distrito para conocer a los consumidores potenciales y sus hábitos de consumo; en el cual se identificaron dos consumidores potenciales: el distrito de San José, considerando como la principal población beneficiaria por los motivos antes explicados; y la Red Nacional. Se utilizaron herramientas como la observación y encuesta, explicadas anteriormente, para comprobar la aceptabilidad del

producto entre los pobladores del distrito. Esto permitió determinar la estrategia de comercialización, a la opción más rentable que es de vender la energía generada a la Red Nacional (SEIN) para que a través de esta sea distribuida.

3.2. MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS

La materia prima utilizada son las aguas residuales de los distritos Chiclayo, José Leonardo Ortiz y La Victoria que desembocan en las lagunas de oxidación de San José.

Es necesario mencionar que en horas puntas: 6 – 8 a.m., y de 12 – 2 p.m., se tiene un caudal máximo de 1.050 L/s, que se distribuye para las lagunas de Pampa de Perros (250 L/s) y San José (800 L/s).

La Tabla 24 muestra el caudal observado durante el año 2007. Se muestra la caracterización de las Aguas Residuales en el mismo año en la tabla 25.

Tabla 24. Resumen del caudal en el año 2007

<i>Mes</i>	<i>Caudal (L/s)</i>		
	<i>Caudal Min.</i>	<i>Caudal Max.</i>	<i>Promedio</i>
Enero	440,2	781,0	610,6
Febrero	440,2	883,4	661,8
Marzo	263,3	756,2	509,8
Abril	460,7	756,2	608,5
Mayo	481,5	756,2	618,9
Junio	481,5	883,4	682,5
Julio	460,7	731,0	595,9
Agosto	460,7	731,6	596,2
Septiembre	361,7	793,6	577,7
Octubre	412,2	735,2	573,7
Noviembre	352,3	818,9	585,5
Diciembre	440,2	883,4	661,8

Fuente: Epsel 2008

Tabla 25. Caracterización de las Aguas Residuales

<i>Mes</i>	<i>pH</i>	<i>T °C</i>	<i>Cloruros</i>	<i>Conductancia (μs/cm)</i>	<i>DBO_{5T}</i> <i>(mg/L)</i>	<i>SST.</i> <i>(ml/L/h)</i>	<i>Col. Total</i> <i>(NMP/100mL)</i>
Enero	7,18	25,0	139,92	1.300,67	141,56	2,63	4,76 * 10 ⁷
Febrero	7,62	25,5	129,96	1.170,00	143,55	2,40	4,45 * 10 ⁷
Marzo	7,51	22,7	106,60	1.251,00	188,10	1,77	3,50 * 10 ⁷
Abril	7,32	24,0	124,93	1.219,00	200,67	1,75	5,40 * 10 ⁷
Mayo	7,32	20,5	117,46	1.075,00	198,00	1,40	6,30 * 10 ⁷
Junio	7,43	20,3	119,98	1.269,66	198,28	1,97	3,50 * 10 ⁷
Julio	7,60	20,3	131,58	1.345,00	156,75	2,03	4,13 * 10 ⁷
Agosto	7,47	20,5	134,93	1.265,50	168,30	2,10	4,45 * 10 ⁷
Septiembre	7,58	19,5	119,93	1.311,50	221,45	2,15	5,40 * 10 ⁷
Octubre	7,77	18,5	169,90	1.343,00	240,10	1,35	4,45 * 10 ⁷
Noviembre	7,41	21,0	109,93	1.260,00	215,35	2,35	3,50 * 10 ⁷
Diciembre	7,55	22,5	134,90	1.208,50	240,07	4,45	5,44 * 10 ⁷

Fuente: Epsel 2008

3.3. ASPECTOS TÉCNICOS: LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO

3.3.1. MACROLOCALIZACIÓN

Aquí se define el criterio absoluto de exclusión (área no idónea o potencialmente idónea). Se debe considerar todas las zonas territoriales factibles, excluyendo las áreas que no corresponden a los criterios ambientales, territoriales o tecnológicos (Arroyo 2000). El proyecto, en relación a la macrolocalización, está ubicada en el departamento de Lambayeque, por tratarse de las Aguas Residuales de Chiclayo, cuyas plantas de tratamiento se encuentran dentro del departamento, por lo tanto en la región sólo se cuenta con dos posibles zonas: las lagunas de Pampa de Perros y las lagunas de San José (se debe evitar en lo posible su ubicación dentro de zonas pobladas o con perspectivas de urbanización).

3.3.2. MICROLOCALIZACIÓN

Para ubicar la localización específica del proyecto, se hizo el análisis de microlocalización, para ello se tuvieron en cuenta varios aspectos. Se consideró sólo las áreas resultantes de la selección efectuada en la fase anterior: Lagunas de Pampa de Perros y lagunas de San José. A estas posibles ubicaciones deberemos aplicar los factores de penalización y preferencia que permitan calificar el estado del lugar. Los criterios de penalización determinan y evalúan otros factores condicionantes o excluyentes derivados del uso específico del suelo o de las características morfológicas del área. Los factores de preferencia orientan hacia el área que por sus características deberían presentar menos desventajas.

Tabla 26. Criterios de preferencia (Distancias mínimas)

<i>Infraestructura</i>	<i>Distancia mínima (metros)</i>
Autopistas	60
Pistas o Vías importantes	40
Vías de importancia media	30
Vías locales	20
Líneas de trenes	30
Aeropuertos	300
Cementerios	200
Centros urbanos	Mayor a 1000
Casas dispersas	Menos de 500

Fuente: Arroyo 2000

Se puede resumir en un cuadro los criterios de exclusión, penalización y preferencia de manera que se pueda analizar y evaluar los principales puntos de localización tanto a nivel macro y micro, como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27. Criterios de exclusión, penalización y preferencia

<i>Criterios de Localización</i>		
<i>Indicadores</i>	<i>Fase</i>	<i>Criterio</i>
USO DEL SUELO		
Área relacionada con ríos	M / m	penalización
Bosques	M / m	penalización
Área agrícola	M / m	penalización
Uso civil	M	penalización
Servicio militar		exclusión
CARACTERISTICAS FISICAS		
Altura sobre nivel del mar	M	exclusión a > 1000 m.
PROTECCION DE LAS PERSONAS A MOLESTIAS		
Distancia de población	M / m	exclusión a < 500 m
Presencia casas dispersas	M	penalización a 500 m
Escuelas, hospitales	M	exclusión a < 1500 m
PROTECCION DE LOS RECURSOS HIDRICOS		
Cercanía a las riveras	M	penalización a < 5 m
Puntos de abastecimiento de agua potable	M / m	exclusión a < 200 m
Vulnerabilidad hidrológica	M / m	Penalización
Distancias de reservorios	M / m	exclusión a < 150 m (ríos)
PROTECCION DE LOS RECURSOS NATURALES		
Área a reservas naturales	M	exclusión
Áreas de paisajes	M / m	exclusión
Oasis de protección fauna	M / m	exclusión
Zona de repoblación	M / m	penalización
PROTECCION DE OTROS BIENES		
Bienes arqueológicos	M	exclusión
Pistas, oleoductos, etc.	M / m	exclusión
ASPECTOS URBANISTICOS		
Expansión residencial	M	exclusión / penalización

Leyenda:

- M se considera en la fase de MACROLOCALIZACION
- m se considera en la fase de MICROLOCALIZACION
- M / m se considera en la MACROLOCALIZACION pero a verificar en la fase de MICROLOCALIZACION

Fuente: Arroyo 2000

También se utilizaron otros aspectos para respaldar la elección, para ellos se usó el método de factores ponderados, como se muestra en la tabla 28. De acuerdo con esta tabla el proyecto se debe ubicar en las lagunas de estabilización de San José.

Tabla 28. Análisis de Microlocalización de planta

<i>Factores</i>	<i>Ponderación</i>	<i>Pampa de perros</i>		<i>San José</i>	
Área de extensión	0,16	3	0,48	8	1,28
Disponibilidad de materia prima	0,13	3	0,39	9	1,17
Proximidad de materia prima	0,13	5	0,65	6	0,78
Tecnología	0,12	5	0,60	6	0,72
Proximidad al mercado	0,10	6	0,60	5	0,50
Disponibilidad de mano de obra	0,08	7	0,56	7	0,56
Infraestructura	0,08	5	0,40	6	0,48
Nivel de vida	0,08	7	0,56	7	0,56
Condiciones ambientales	0,07	6	0,42	6	0,42
Abastecimiento de energía	0,05	7	0,35	7	0,35
Totales	1		5,01		6,82

3.3.3. FACTORES BÁSICOS QUE DETERMINAN LA MICROLOCALIZACION

El análisis de los factores que determinaron la microlocalización, se observan en la tabla 29.

Tabla 29. Análisis de Microlocalización

<i>Factores</i>	<i>Pampa de perros</i>	<i>San José</i>
Área de extensión	A. terreno = 40 Ha. A. Lagunas = 10 Ha. A. para planta = 30 Ha.	A. terreno = 125 Ha. A. Lagunas = 42 Ha. A. para planta = 83 Ha.
Disponibilidad de materia prima	Q=250 L/s	Q=800 L/s
Proximidad de materia prima	km 5 carretera Chiclayo – San José	km 6 carretera Chiclayo – San José
Tecnología	Cámara de rejillas manual 2 baterías: 4 lagunas c/u: 2 lagunas prim. Facult. 1 laguna secun. Facult. 1 laguna de maduración	Cámara de rejillas automática Sistema de medición 3 baterías 5 lagunas anaeróbicas 5 lagunas facultativas
Proximidad al mercado	Red eléctrica Nacional. (Ver anexo 5)	Red eléctrica Nacional.
Disponibilidad de mano de obra (nivel medio y bajo)	75% de la población tiene secundaria incompleta 10% de la población tiene educación superior no universitaria.	75% de la población tiene secundaria incompleta 10% de la población tiene educación superior no universitaria.

Infraestructura	Patio de operaciones Guardianía de ingreso Canal de ingreso de aguas Cámara de rejillas Medidor de caudales 4 cajas de distribución 4 lagunas estabilización prim. 2 lagunas estabilización sec. 2 lagunas estabilización terc. Estructura salida de agua	Patio de operaciones Guardianía de ingreso Canal de ingreso Cámara de rejillas Medidor de caudales 1 caja de distribución 5 lagunas Estabilización anaerob. 5 lagunas Estabilización facult. Estructura de salida Sistema drenaje subterráneo Canal de derivación al mar.
Nivel de vida	Atención a primera infancia. Salud materna Acceso a servicios de salud Saneamiento básico Seguridad ciudadana	Atención a primera infancia. Salud materna Acceso a servicios de salud Saneamiento básico Seguridad ciudadana
Condiciones ambientales	Olores desagradables	Olores desagradables
Abastecimiento de energía	En todo el distrito	En todo el distrito

Fuente: Epsel 2007 y Almanaque Estadístico Lambayeque 2003

3.3.4. JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

Las aguas residuales de la ciudad de Chiclayo, son tratadas en dos lagunas: Pampa de Perros y San José, ambas están bajo la administración de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque – EPSEL. S.A.

Una de las razones primordiales para escoger entre las dos lagunas, San José y Pampa de Perros, es la capacidad de tratamiento que tienen, como se observa en la tabla 31 las lagunas de San José tienen una capacidad de 800 L/s, mientras que las de Pampa de Perros sólo tiene capacidad para tratar 250 L/s. Otro factor importante aunque no de mucha trascendencia es el área de extensión de terreno que poseen para ubicar los reactores, aunque está comprobado que este tipo de proyectos no necesita de mucha extensión.

Entre otros factores considerados, en menor grado de importancia, pero necesarios se encuentran la proximidad de la materia prima, la cercanía al mercado, que para este caso, se ha establecido como mercado la Red Eléctrica Nacional, la infraestructura y tecnología de cada una de las lagunas debido a que el proceso de tratamiento está

basado sobre lo que ya existe, en lo cual se harán las modificaciones necesarias para el funcionamiento eficiente.

3.4. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

3.4.1. PROCESO GLOBAL

3.4.1.1. Tratamiento actual de las Aguas Residuales

El sistema de tratamiento de aguas residuales en Chiclayo, está conformado por dos lagunas de estabilización: la de San José y la de Pampa de Perros (Ver anexo 6). En un principio se pensaban que las ventajas eran obvias para escoger las lagunas de estabilización como un proceso de tratamiento en países de clima tropical, pues las lagunas representaban un alternativa de tratamiento de bajo costo (a excepción en los casos donde el valor del terreno es sumamente alto) y requiere de un mínimo de operación y mantenimiento (EPSEL 2007). Pero lo que no se tuvo presente en ese entonces, era la gran cantidad de emisiones tóxicas que se desprendían de las lagunas a causa de la degradación biológica de los desechos orgánicos. La figura 3 muestra la descomposición de la materia orgánica.

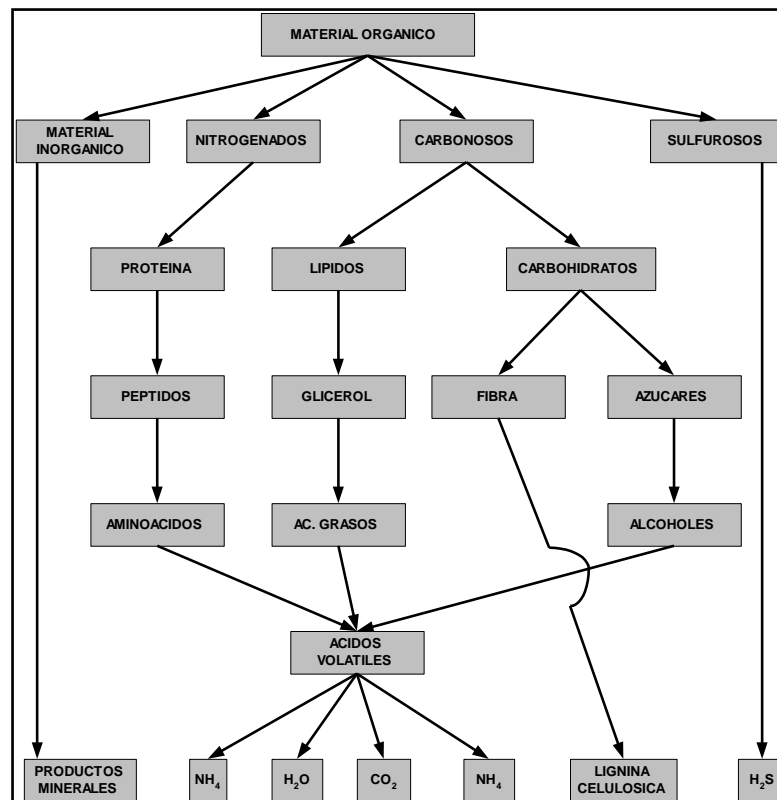


Fig. 3. Descomposición de la materia orgánica

(UNPRG 2004)

Mediante el uso de las redes de alcantarillado, el agua de los desagües de la provincia de Chiclayo es recolectada y llevada por gravedad, hasta confluir en un canal principal

de ingreso a la planta de tratamiento, en la entrada de la planta se encuentra la cámara de rejas que detiene los materiales flotantes de mayor tamaño: bolsas plásticas, trozos de madera, palos, paja, etc., los cuales son llevados a un relleno sanitario. Cuenta con dos unidades electromagnéticas (imanes para atraer los metales) de accionamiento automático. El agua sigue el recorrido y llega al Medidor de Caudales Parshall, que mide el caudal que ingresa a las lagunas. Una vez en las lagunas se realiza la estabilización de la materia orgánica mediante la descomposición por la acción de las bacterias de tipo anaeróbicas. Se forma un proceso de fermentación y sedimentación que genera gases (metano, H₂S) de mal olor y al fondo de la laguna se acumulan los lodos sedimentados. Luego, el agua es depurada mediante la oxigenación proveniente de la presencia de las algas, las cuales se desarrollan notablemente en estas lagunas. Posteriormente, un canal de riego revestido de concreto armado conduce las aguas a los agricultores para el riego de planta de tallo alto (Jah Chais 2008), aunque los agricultores lo usan para el riego de planta de tallo bajo (alimentos) lo cual resulta dañino para la salud de las personas (Ver imagen del sistema de tratamiento de las Aguas residuales en Chiclayo en el anexos 7 y 8).

3.4.1.2. Descripción de proyecto.

El actual tratamiento que reciben las aguas residuales de nuestra ciudad genera gran cantidad de gases de efecto invernadero que elimina al ambiente, afectan en gran medida al ecosistema.

La investigación permitió encontrar que, a pesar de que las lagunas tuvieron su iniciación en Latinoamérica en 1950 (Reynolds 2002) y con mucho más éxito que las plantas convencionales; has sido superadas a medida que crecía la concentración de metano y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Por lo cual la solución estaba en la implementación de métodos anaeróbicos.

Pero, así como se buscaba la manera de purificar las aguas residuales también se busca el valor agregado de los métodos de tratamiento, por lo cual continuó la investigación buscando la forma de usar el biogás generado en los reactores. Esto se enlaza con el problema del desabastecimiento energético en las zonas pobres de nuestra región, pero al mismo tiempo, cercanas al lugar donde se instalaría la nueva planta. Recurriendo al mapa de Lambayeque, encontramos las zonas cercanas y que debido a su baja situación económico, limitan el uso de la energía impidiendo muchas veces no cubrir sus necesidades energéticas para evitar las recargas en el recibo de luz fuera de su alcance.

Basándonos en la tecnología existente en las lagunas de oxidación de San José, lo que se pretende hacer es incorporar esta nueva tecnología a base de reactores UASB, haciendo algunas modificaciones en la planta ya existente, como son el drenaje de las aguas residuales, las cuales llegarán directamente a los reactores y no a las lagunas; el afluente líquido de los reactores se depositará en las lagunas para ser utilizados posteriormente como agua para riego de cultivos de alimentos.

En el reactor se degradan las sustancias orgánicas produciendo biogás, el cual es captado en la parte superior por una campana extractora de gases. Este gas es purificado en unos desulfuradores, que son columnas rellenas de hierro y aserrín, revestidos para evitar su corrosión; finalmente, el biogás limpio servirá como

“combustible” para el grupo electrógeno a gas y así generar electricidad (Ver diagrama de flujo en el anexo 9).

3.4.1.3. Diseño de planta.

Diseño del reactor

El reactor es anaeróbico y de flujo ascendente. El material que se usa para su construcción es concreto armado, y revestimiento en fibra de vidrio. Para hacer el diseño de los reactores, se necesita del análisis de muchos factores. El primero de ellos las características del agua residual.

Tabla 30 Composición promedio de las aguas residuales de Chiclayo

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Equivalencia</i>
Caudal Promedio	800 L/s	2.880 m ³ /h
Carga orgánica (DBO ₅)	334,26 mg/L	31.420,44 kg DBO/d = 1.309,18 kg DBO/h
Temperatura Promedio	25 °C	23-26 °C
PH	7,83	7,83

Fuente: EPSEL 2007

Conociendo estos valores, podemos proseguir con todos los cálculos que se necesitan para construir el reactor.

Cálculo del TRH (Tiempo de retención hidráulico).

El tiempo de retención indica el tiempo en que debe estar el afluente dentro del reactor, este debe ser tan pequeño como sea posible, pero en condiciones tales que pueda desarrollarse una mezcla apropiada de microorganismos en el UASB y el contacto entre el efluente y la biomasa debe ser muy bueno. Para cumplir estos objetivos debe tenerse en cuenta que el sistema de distribución del afluente debe ser diseñado de forma tal que todo el lodo en la parte inferior del reactor se mantenga en íntimo contacto con el afluente. El líquido en el lecho y en la zona de dispersión debe estar debidamente mezclado. Para evitar el uso de mezclado mecánico debe garantizarse que la turbulencia que produce el biogás resultante de la anaerobiosis provoque un mezclado adecuado (Montalvo y Guerrero 2003).

Tabla 31. Determinación del TRH para reactores anaeróbicos.

<i>Temperatura °C</i>	<i>TRH Promedio h</i>	<i>TRH Mínimo h</i>	<i>TRH Pico h</i>
20 -23	12	7 – 9	3 – 5
23-26	8	5 – 7	3
>26	6	4	2,5

Fuente: Érazo y Cárdenas 2000

Como se observa el TRH depende de la temperatura, según los datos obtenidos en EPSEL la temperatura promedio de las aguas residuales es de 25 °C, para lo cual corresponde un Tiempo de Retención hidráulico de 8 horas. Sin embargo, debemos considerar que con este tiempo, la planta trabajará con una eficiencia muy baja, por lo tanto debemos asegurarnos que el agua tenga una temperatura mayor a los 26 °C, para que el TRH sea menor y de esta forma garantizamos que eficiencia de la planta sea, al menos, mayor al 60 %. Las temperaturas obtenidas están tomadas de las pozas que están al aire libre, sin embargo dentro del reactor no hay corrientes de aire, por lo cual podemos pensar que la temperatura del agua dentro del reactor es mayor a 26 °C; además la fermentación de las bacterias también mantiene la temperatura necesaria.

Se concluye, que el agua debe estar a una temperatura mayor de 26 °C para entrar a los reactores y con ello conseguimos un TRH de 6 horas. Esa temperatura es constante todo el año debido a que el reactor se encuentra revestido, y la acción de las bacterias para degradar los componentes orgánicos libera calor, que ayuda a elevar la temperatura dentro del reactor.

Cálculo del número de reactores y módulos a utilizar en la planta.

Para calcular el número de reactores y los módulos que se van a utilizar podemos basarnos en otras experiencias de instalaciones de reactores UASB para el tratamiento de aguas residuales, en este caso nos basaremos en el proyecto implantado en Bucaramanga, Colombia por ser el más parecido al nuestro.

Tabla 32. Características de los reactores UASB de la PTAR Río Frío, Bucaramanga, Colombia

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
Profundidad útil	4,0 m
θ promedio	5 h
Inclinación de la pantalla del sedimentador	52° 26'
Profundidad del sedimentador	1,4 m
Módulo unitario del reactor	4,8 m x 2,4 m
Módulos por reactor	18
Ancho total del reactor	7,20 m
Largo total del reactor	28,80 m
Profundidad total	4,6 m
Volumen útil del reactor	3335 m ³
Número total de reactores	4

Fuente: Montalvo y Guerrero 2003

Tabla 33. Proyección de parámetros de diseño para los reactores UASB de la PTAR Río Frío hasta el año 2008 (Bucaramanga, Colombia)

<i>Año</i>	<i># Habitantes</i>	<i>Caudal (m³/d)</i>	<i>Carga Orgánica (kg DBO/d)</i>	<i># Reactores UASB</i>
1991	153.000	32.141	4.590	2
1993	180.000	37.843	5.400	3
1998	220.000	48.224	6.600	3
2003	280.000	58.838	8.400	4
2008	340.000	71.366	10.200	5

Fuente: Montalvo y Guerrero 2003

De acuerdo con estas tablas, para una Carga orgánica de 31.420,44 kg DBO/d son necesarios 15 reactores y 18 módulos por reactor.

La forma del reactor puede ser circular o rectangular, desde el punto de vista económico los reactores circulares son más utilizados, especialmente en poblaciones pequeñas y usualmente con una sólo unidad; pero para atender a poblaciones mayores prevalece el punto de vista estructura, los reactores rectangulares pasan a ser los más indicados, y que a la vez un pared puede servir para dos módulos contiguos (Fernandes 2003).

Cálculo del volumen a trata por módulo

Con 15 reactores y 18 módulos por cada reactor tenemos un total de 270 módulos. Cada módulo tiene un caudal de 10,66 m³/h. Con este dato podemos calcular el volumen del módulo, mediante la fórmula propuesta por Nguyen Tuan Anh (Nguyen 2007) en el artículo Methods for UASB Reactor Design publicado en la revista Virtual Water and Wastewater. com.

$$V=Q*TRH,$$

Donde: V = Volumen (m³); Q = Caudal (m³/h) y HRT = Tiempo de Retención hidráulico.

Desarrollando la fórmula tenemos:

$$V=10,67 \text{ m}^3/\text{h} * 6 \text{ h}$$

$$V=64,02 \text{ m}^3$$

Esto significa que el volumen a tratar por cada módulo reactor es de 64,02m³.

Cálculo de la altura y el área del reactor

La altura del reactor se halla teniendo en cuenta el TRH de la tabla 34:

Tabla 34. TRH para reactores UASB a varias alturas.

<i>Altura del reactor (m)</i>	<i>TRH (horas)</i>
3	2,4 - 3,0
4	3,2 - 4,0
5	4,0 - 5,0
6	4,8 - 6,0
7	5,6 - 7,0
8	6,4 - 8,0

Fuente: Montalvo y Guerrero 2003

Como observamos para un tiempo de 6 horas la altura del reactor debe ser de 6 metros, con esto estamos tomando en cuenta las recomendaciones de Montalvo y Guerrero (2003) de no construir reactores para el tratamiento de aguas residuales más altos de 7 m. Si nos fijamos en la tabla 8 para la temperatura > 26 °C el TRH es de 6 horas, con un mínimo de 4 horas; siendo la altura del reactor de 6 m.

Para hallar el área del módulo utilizamos fórmulas de geometría:

$$V = A \times h$$

$$64,02 = A \times 6$$

$$A = 10,67 m^2$$

El área del reactor es de $10,67 m^2$. Para calcular el ancho y el largo de un módulo, usamos también fórmulas de geometría, considerando que el largo es el doble del ancho (Montalvo y Guerrero 2003):

$$A = a \cdot 2a$$

$$A = 2a^2$$

$$10,67 = 2a^2$$

$$a = 2,3m$$

Para lo cual cada módulo del reactor va a tener 2,3 m de ancho y 4,6 m de largo.

Cálculo de la velocidad de ascenso del agua dentro del reactor

Para calcular la velocidad de ascenso del agua dentro del reactor recurrimos a la fórmula propuesta por Nguyen Tuan Anh:

$$V_{AS} = \frac{Q}{A}$$

$$V_{AS} = \frac{10,67 m^3 / h}{10,67 m^2}$$

$$V_{AS} = 1m/h$$

El agua asciende por el reactor a una velocidad de 1 m/h.

Cálculo del número de entradas del efluente.

Las entradas en el reactor conforman el “sistema de distribución del afluente al reactor”, este sistema es una parte muy importante del reactor UASB, debiendo conseguirse un contacto óptimo entre el lodo y el agua residual, evitando la canalización del agua residual a través del lecho de lodos y la formación de zonas muertas en el reactor (Montalvo y Guerrero 2003). Deben tenerse en cuenta los diseños especiales de las boquillas, velocidades de salida del flujo mínimas y máximas, debe tenerse muy en cuenta el atasque de las boquillas. Cada sistema de alimentación debe tener la posibilidad de limpiarse fácilmente.

Montalvo y Guerrero nos dicen que por cada 10 m² el número de entradas debe ser de 4 a 10, tomaremos 10 entradas por cada 10 m² debido al gran caudal del que se dispone, para 10,67 m² son necesarias 10 entradas por cada módulo.

Dimensionamiento del decantador.

Las directrices generales para el diseño de este sistema son las siguientes (Montalvo y Guerrero 2003):

- La inclinación de la parte inferior del decantador debe ser de 45 a 60°.
- La altura del decantador debe ser de 1,5 a 2 m. (Altura total del reactor = 7m.)
- El área superficial de las aperturas entre las campanas debe 15 – 20 % del área superficial del reactor.
- La altura de la campana colectora de gas debe estar entre 1,5 y 2,0 m si la altura del reactor es de 5 – 7 m. Son de forma rectangular (suponiendo una sola campana) y tiene un área superficial de 5,06 m² siendo sus dimensiones de 1,1 m por 4,6 m.

Descarga de lodos.

Como unidad complementaria al proceso de depuración biológica debe diseñarse un sistema que permita el secado de los lodos. Estos lodos son depositados en lechos de secado de piso de hormigón con paredes de bloque revestidas con terminación lisa, donde se mantienen por 10 - 15 días hasta pasar de 90 % de humedad al 75 % quedando una torta seca (Chao y Montalvo 1998).

La frecuencia de descarga de los lodos de un reactor UASB depende en gran medida de la altura que éstos alcanzan en el reactor. Se ha comprobado que para reactores de 4 m de altura, el manto de lodos puede alcanzar los 3m dentro del reactor sin afectar la calidad del efluente. Se considera que para reactores de gran altura la limpieza debe hacerse semanal o 2 veces al mes (Davies 2005). Se considera que la cama de lodos debe alcanzar una altura de 1,5 m aprox. considerando una limpieza semanal.

Es necesario incorporar al diseño de este tipo de reactor los elementos necesarios para eliminar el exceso de lodos que se desarrollan. Para caracterizar la biomasa y estimar

de forma precisa la cantidad de lodos formados, deben instalarse un conjunto de registros y tuberías, recomendándose que a partir de la base del reactor se instalen estos aditamentos espaciados cada 50 cm y con diámetro 2,5 – 5 cm. Deben preverse al menos dos puntos para la descarga de lodos, uno junto al fondo del reactor y otro a 1,0 – 1,5 m encima del fondo, dependiendo de la altura del compartimiento de digestión, recomendándose un diámetro mínimo de 100 mm (10 cm.) para las tuberías de descarga de los lodos. La descarga rutinaria del exceso de lodos se realiza por la tubería de purga superior de la cama de lodos, zona donde se encuentra el lodo floculento.

Para el tratamiento de lodos existen varios procesos, entre ellos la deshidratación preliminar es esencial para que los costos de eliminación se mantengan bajo control. El proceso de deshidratación más antiguo y más sencillo es el que usa lechos rectangulares poco profundos con fondos porosos arriba de una red de drenaje subterráneo.

Los lechos se dividen en áreas convencionales con paredes bajas. El lodo se pasa a los lechos hasta que la profundidad es de 125 a 250 mm (12,5 a 25 cm.); la deshidratación tiene lugar debido al drenaje de las capas inferiores y a la evaporación de la superficie bajo la acción del sol y el viento. La pasta se agrieta a medida que se seca, lo que permite mayor evaporación y el escape del agua de lluvia de la superficie. En buenas condiciones, el contenido de sólidos que se obtiene es casi del 25 % en unas cuantas semanas; en climas templados un período más común es de 2 meses.

El llamado filtro de arena, para Plantas pequeñas o medianas suele usarse cuando se dispone de buen espacio. Dicho filtro está compuesto de:

- Una capa uniforme de grava de 30 cm. De espesor ubicada en el fondo.
- Sobre esta se coloca otra camada de arena gruesa limpia de unos 15 a 20 cm.
- Por debajo de estas dos capas se colocan a modo de drenaje, caños a juntas abiertas de manera que se produzca un filtrado efectivo.
- Da muy buen resultado si existen condiciones para ello de colocar por encima de la arena un piso de ladrillos fuertes, con una separación de 2,5 cm. Las que se cubren con la misma arena. El ladrillo evita que periódicamente se deba completar la capa de arena para mantener su espesor original, al ir pegada gran cantidad de ellas en las tortas de barro.

Una medida que mejora el funcionamiento en general de la Planta y la operación de extracción del barro seco es utilizar camiones pequeños. En este caso se deben construir vías de hormigón para el paso de las ruedas, evitando el daño del lecho. Debe extraerse el barro del digestor con celeridad suficiente como para mantener limpias las cañerías al lecho.

Después de extraído el lodo del digestor se debe lavar las tuberías, no solamente para evitar obstrucciones, sino también para prevenir el desarrollo de altas presiones internas causadas por los gases que genera el barro abandonado.

El espesor del barro nunca debe sobrepasar los 30 cm, ya que con buen tiempo y bien digerido, el barro seca en 3 o 4 semanas, teniendo una apariencia agrietada y esponjosa cuando se lo oprime y de fácil manipuleo.

El barro mal digerido, es de color ofensivo y se deshidrata muy lentamente (Montalvo y Guerrero 2003).

Cálculo de la cantidad de lodo generado

Tasa de crecimiento: $9 \text{ cm/mes} = 0,09 \text{ m/mes} = 1,08 \text{ m/año}$.

Área del reactor = $10,67 \text{ m}^2$

$1,08 \text{ m/año} * 10,67 \text{ m}^2 = 11,52 \text{ m}^3/\text{año}$ de lodo generado por cada módulo.

Cada m^3 contiene $1,03 \text{ kg}^2$.

En $10,67\text{m}^3$ se puede contener 11 kg de lodo.

En los 270 módulos (15 reactores) se genera 2.970 kg/año de lodo, o $2,9 \text{ ton/año}$.

Calculo de las dimensiones del lecho para secado de lodos

Tenemos los siguientes datos para calcular las dimensiones:

- Masa del lodo: $8,14 \text{ kg/d}$.
- Volumen del lodo: $8 \text{ m}^3/\text{d}$
- Densidad del lodo: $1,03 \text{ kg/m}^3$
- Profundidad del lodo: $0,3 \text{ m}$.

Sabemos que la limpieza del lodo debe hacerse cada dos semanas, es decir cada 14 días; Pero se conoce también que el lodo debe ser puesto a secar por 30 días, por lo tanto se debe calcular las dimensiones en base a un lecho capaz de recibir una cantidad de lodo como si se tratara de dos descargas simultáneas.

Entonces para 30 días debemos tener una cantidad de lodo acumulado de 240 m^3 ; que es equivalente a $247,2 \text{ kg}$. Para una altura de $0,3\text{m}$. Las dimensiones son:

- Largo: 40 m .
- Ancho: 20 m .

Finalmente para culminar la parte del diseño del reactor, se presenta la tabla con todas las características.

Tabla 35. Características del reactor UASB propuesto

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
Altura total del reactor	6 m
Ancho total del reactor	6,9 m
Largo total del reactor	27,6 m
Módulos por reactor	18
Número total de reactores	15
Área de cada módulo	$10,67 \text{ m}^2$
Caudal por módulo	$10,66 \text{ m}^3/\text{h}$
Volumen útil por módulo	$64,02 \text{ m}^3$
Número de entradas	10
Altura de la cama de lodos	2,5 m
Altura del decantador	1,5 m
Velocidad de ascenso del agua	1 m/h
Inclinación de la campana extractora	60°C
Forma del reactor y de los módulos	Rectangular
Número de campanas por modulo.	1
Área de la campana	$5,06 \text{ m}^2$

² Densidad del lodo: $1,02 - 1,04 \text{ kg/m}^3$

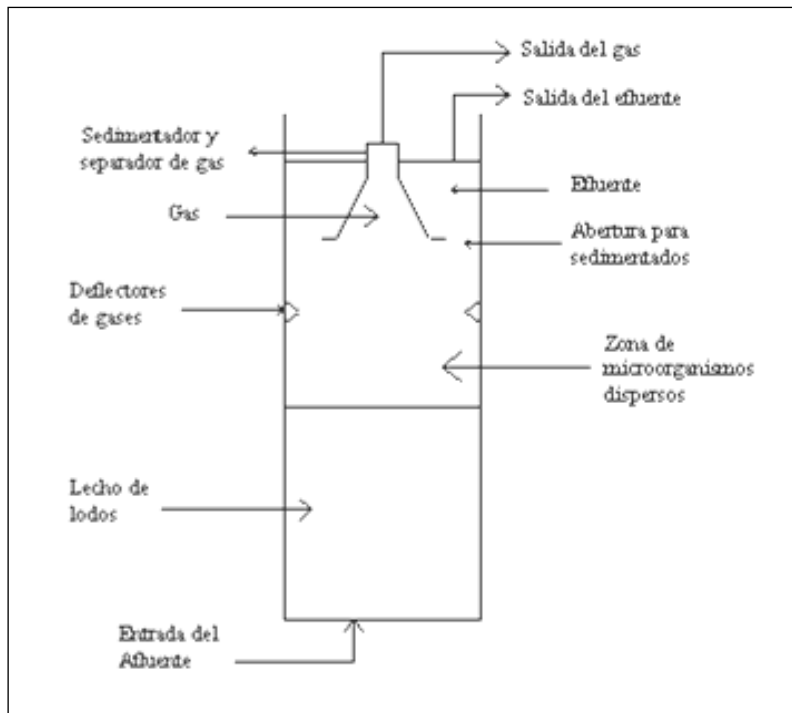


Fig. 4. Módulo del Reactor UASB
(Montalvo y Guerrero 2003)

Análisis del proceso de tratamiento en el reactor.

Se toma como punto de partida a la Carga Orgánica (DBO) ya que el objetivo de los reactores anaeróbicos es reducir la DBO del agua residual (Mansur 2007).

Según los datos de Epsel S.A. la cantidad de carga orgánica presente en el agua residual es 31.420,44 kg DBO/d. Para el análisis del flujo de materiales las unidades en las que se trabajará de ahora en adelante serán kg/h. esto permitirá el cálculo equilibrado y correcto en cada estación de producción. Por lo tanto, la cantidad de DBO por hora será de 1.309,18 kg/h³, y en cada reactor entrarán 87,28 kg DBO/h⁴.

Los reactores tienen una eficiencia del 80 % (Montalvo y Guerrero 2003), lo que quiere decir que el 80 % del DBO entrante se transforma en biogás, un 10 % se queda en el afluyente y el otro 10 % es retenido en la cama de lodos (UNPRG 2004). Por lo dicho anteriormente 69,82 kg DBO/h (1.047,3 kg DBO/h en total) son transformados en biogás por acción de las bacterias. Para Montalvo y Guerrero (2003) la fracción de metano con relación al DBO es de 0,25 g CH₄/g DBO, por lo tanto se han producido 17.455 g de CH₄ o lo equivalente a 17,45 kg CH₄/h (por reactor) o 24,41m³ CH₄/h⁵ (261,83 kg CH₄/h en total).

Con el valor de la producción de metano, obtenemos la cantidad total de biogás que se produce. Debemos tener en cuenta que el metano representa el 65 % del volumen del

³ La planta opera las 24 horas del día, 3 turnos por día.

⁴ Se obtiene de dividir 1,309.18 entre 15 reactores.

⁵ Para obtener el caudal volumétrico del CH₄ le divide entre la densidad: 0,715 kg/m³ a CNPT.

biogás, así mismo el H₂S representa el 3,8 %, conociendo estos datos podemos calcular el volumen del biogás y del H₂S, para proceder al diseño del desulfurador.

El cálculo para el conjunto total de los reactores es el siguiente:

- El caudal del agua entrante tiene 31.420,44 kg DBO/d, lo que es equivalente a 1.309,18 kg DBO/h. (EPSEL 2007)
- Suponiendo que la planta trabaja las 24 horas del día.
- El reactor tiene una eficiencia del 80% lo que significa que el caudal de agua a la salida del reactor tiene 261,83 kg DBO/h.
- Por lo tanto, 1.047,35 kg DBO/h se convierten en biogás.
- La fracción de metano en el biogás con relación al DBO es de 0,25 g/g DBO (Montalvo y Guerrero 2003), lo que quiere decir que la masa de metano en el biogás es de:
 $1.047,35 \text{ kg DBO/h} * 1000 = 1.047.350 \text{ g DBO/h}$
 $1.047.350 \text{ g DBO/h} * 0,25 \text{ g/g DBO} = 261.837,5 \text{ g CH}_4$
 $261.837,5 \text{ g CH}_4 / 1000 = 261,83 \text{ kg CH}_4 / \text{h. (masa del metano por hora)}$
 $261,83 \text{ kg CH}_4 / \text{h.} / 0,65 = 402,82 \text{ kg Biogás} / \text{h. (masa del biogás por hora)}$
- El volumen del metano se halla dividiendo el valor obtenido entre la densidad.
 $261,83 \text{ kg CH}_4 / \text{h.} / 0,715 \text{ kg/m}^3 = 366 \text{ m}^3 / \text{h. (volumen de metano)}$
- El metano representa el 65 % de todo el biogás (CIDELSA. 2004), entonces el volumen del biogás es de:
 $366 \text{ m}^3 / \text{h. (volumen de metano)} / 0,65 = 563,1 \text{ m}^3 / \text{h (volumen del biogás)}$
- El H₂S representa el 3,8 % del biogás, el volumen del Ácido será de:
 $563,1 \text{ m}^3 / \text{h (volumen del biogás)} * 0,038 = 21,4 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{S} / \text{h volumen de H}_2\text{S}.$
- Para encontrar el peso en kg del ácido se lo multiplica entre la densidad del ácido.
 $21,4 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{S/h} * 1,52 \text{ kg/m}^3 = 32,53 \text{ kg H}_2\text{S/h. (masa del ácido por hora).}$

Tabla 36. Composición del biogás

<i>Gases</i>	<i>Porcentaje</i>
Metano (CH ₄)	65,0
Dióxido de carbono (CO ₂)	27,0
Nitrógeno (N ₂)	3,0
Hidrógeno (H ₂)	1,0
Oxígeno (O ₂)	0,1
Gas sulfhídrico (H ₂ S)	3,8
Monóxido de carbono (CO)	0,1

Fuente: (CIDELSA 2007)

La cantidad de biogás generado por cada reactor es de 37,55 m³ biogás/h o 26,85 kg biogás/h ⁶, con 15 reactores tenemos un total de 402,83 kg biogás/h ⁷; la cantidad de H₂S generado es 1,43 m³ H₂S/h o 2,17 kg H₂S/h ⁸ por cada reactor, en total, 32,53 kg H₂S/h. La siguiente tabla resume muestra las cantidades totales (en 15 reactores) producidas en flujo de masa y flujo volumétrico.

⁶ Para encontrar el flujo de masa del biogás, se consideran los porcentajes en peso de la tabla de CIDELSA.

⁷ Para encontrar el flujo de masa del biogás, se consideran los porcentajes en peso de la tabla de CIDELSA.

⁸ Para encontrar el flujo de masa del H₂S, se multiplica por la densidad del ácido 1,52 kg/m³ a CNPT.

Tabla 37. Resumen de las cantidades producidas.

<i>Gases</i>	<i>kg/h (1 reactor)</i>	<i>m³/h</i>	<i>Total kg/h (15 reactores)</i>
Biogás	26,85	37,55	402,83
Metano	17,45	24,41	261,83
H ₂ S	2,17	1,43	32,53

Estas son las cantidades que entran al desulfurador.

Diseño del desulfurador.

Se considera la construcción de 3 desulfuradores, para poder acoger el biogás proveniente de 15 reactores, por lo tanto cada desulfurador acogerá el biogás proveniente de 5 reactores, lo que significa un total de 10,85 kg H₂S/h por desulfurador⁹. Los desulfuradores están contruidos de aluminio revestidos interiormente en fibra de vidrio.

Capacidad de eliminación de la columna:

Diversos experimentos a escala industrial se observa que la capacidad de la columna es en promedio 0,35 kg S por cada kilogramo de hierro siendo la duración de las columnas de dos meses, para un tiempo de contacto de 68 minutos cuando el biogás contiene 3,8 % de H₂S (Montalvo y Guerrero 2003).

Según la composición química del H₂S, para un total de 10,85 kg H₂S hay 10,21 kg S/h o lo que es lo mismo 245,08 kg S/d. Por lo tanto la capacidad de eliminación de la columna está dada por:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg Fe} &\rightarrow 0,35 \text{ kg S} \\ X \text{ kg Fe} &\rightarrow 245,08 \text{ kg S} \\ X &= 700,24 \text{ kg Fe} = 0,09 \text{ m}^3 \text{ }^{10} \end{aligned}$$

Como la capacidad de las columnas es de dos meses, multiplicamos el volumen por 60, obteniendo un resultado de 5,4 m³ Fe (Agapito 2007).

Volumen total de la columna

La columna debe estar rellena con Hierro y aserrín en proporción de 60 a 40 %, respectivamente (Montalvo y Guerrero 2003). El valor obtenido de 5,4 m³ representa el 60% de la columna, el 40 % será de 3,6 m³ de aserrín. El volumen total viene dado por la suma de los dos volúmenes: 9 m³.

⁹ Se calcula multiplicando 10,85 kg H₂S/h por 5.

¹⁰ Se divide entre la densidad del Fe. La densidad del Hierro es de 7,86g/ml = 7.860kg/m³. (Factores de conversión. Serie: Ingeniería.)

Área transversal de la columna

La torre puede tener sección rectangular o circular, la haremos circular para evitar los espacios muertos. El área transversal de la torre (AT) puede hallarse en función de Qg (caudal volumétrico del biogás, igual a 37,55 m³/h o 0,052 m³/s) y de la velocidad del biogás a través de la torre (vg), la cual debe ser menor a 5 cm/s, de acuerdo con Montalvo y Guerrero:

$$\begin{aligned}AT &= Qg/vg \\AT &= 0,052 \text{ m}^3/\text{s} / 0,045 \text{ m/s} \\AT &= 1,16 \text{ m}^2 \\D &= 1,20 \text{ m.}\end{aligned}$$

Altura de la columna

La altura de la columna viene dada por:

$$\begin{aligned}hT &= VT/AT \\hT &= 9 \text{ m}^3 / 1,16 \text{ m}^2 \\hT &= 7,8 \text{ m.}\end{aligned}$$

Análisis del proceso de tratamiento en el desulfurador.

El análisis en el desulfurador es mucho más simple, puesto que únicamente se resta la cantidad que ingresa de biogás menos la cantidad de H₂S que queda retenido en el desulfurador.

La cantidad entrante de biogás a un desulfurador es de 134,25 kg/h (402,83 / 3) menos la cantidad del ácido 10,85 kg/h, entonces la cantidad de biogás limpio es de 123,4 kg biogás/h que sale de un desulfurador, de los tres desulfuradores es de 370,2 kg Biogás limpio/h.

El análisis detallado se muestra a continuación:

- El H₂S es atrapado por las limallas de hierro y el aserrín que se encuentran dentro de la columna (Montalvo y Guerrero 2003), por lo tanto el gas de salida contiene 80 % de metano y 20 % de CO₂ (Hollingdale), (Eco 2008) y (Siemons 2002), la cantidad del gas de salida es de (Ellenbroek. Biomass Technology Group):

$$\begin{aligned}402,82 \text{ kg Biogás/h} - 32,53 \text{ kg H}_2\text{S/h} &= 370,3 \text{ kg biogás/h.} \\296,24 \text{ kg. CH}_4\text{/h.} \\74,06 \text{ kg CO}_2\text{/h}\end{aligned}$$

Análisis del proceso de tratamiento en el Grupo electrógeno.

El biogás es utilizado como combustible en el grupo electrógeno. El biogás entrante es aquel que proviene de los tres desulfuradores, siendo la cantidad que ingresa 370,3

kg/h de biogás limpio, con una composición aproximada de 80 % de metano y 20 % de CO₂. Para saber cuál es la cantidad de energía que se puede producir a partir de 370,3 kg de biogás, debemos saber el Poder Calorífico del biogás:

Según el Progetto Novi Impressa el PCI del biogás oscila entre 4.500 – 6.500 Kcal./m³, y según la Unión Europea el PCI es de 22,5 MJ/ m³, este valor es equivalente a 5.374,03 Kcal./m³.

$$22,5 * 10^6 \text{ J} / \text{m}^3 \left(\frac{1 \text{ kcal}}{4.186,8 \text{ J}} \right) = 5.374,03 \text{ kcal} / \text{m}^3$$

Este valor se encuentra dentro del rango establecido por Progetto Novi Impressa, por lo tanto consideraremos un valor intermedio igual a 5.000 kcal./m³.

Hacemos la conversión a unidades de kcal/kg., para ello utilizamos el valor de la densidad del biogás 1,227 kg/m³:

$$5.000 \text{ kcal} / \text{m}^3 \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1,227 \text{ kg}} \right) = 4.074,99 \text{ kcal} / \text{kg}$$

Multiplicamos este valor por la cantidad de biogás que ingresa obtenemos:

$$4.074,99 \text{ kcal} / \text{kg} * 370,3 \text{ kg} / \text{h} = 1.508.968,8 \text{ kcal} / \text{h}$$

Convirtiendo a MW (potencia) se obtiene:

$$1.508.968,8 \text{ kcal} / \text{h} * 1 \text{ h} / 3600 \text{ s} * 4.186 \text{ J} / 1 \text{ kcal} * 10^6 / 10^6 = 1,754 \text{ MW}$$

El resultado es de 1,8 MW.

El equipo tiene una eficiencia del 85 % (CATERPILLAR 2008), por lo tanto la potencia útil es de 1,5 MW, al día se generan 35,78 MW-h, equivalente a 0,036 GW-h. Este valor representa el 37 % de lo que falta por Electrificar en Lambayeque en el año 2008, si recordamos la investigación de mercados, el porcentaje que falta por Electrificar en Lambayeque es de 13,6 %.

En el distrito de San José se consume en promedio 120 kW.h al mes o el equivalente a 4 kW.h al día; si a esto lo multiplicamos por el número de viviendas que aún no cuenta con electricidad, que son aproximadamente 559, según el censo del 2005; obtenemos un resultado de 2.236 kW.h al día aproximadamente que consumiría este porcentaje de la población.

San José consume 1.713.174 kW.h al año (0,51 % de la energía que se consume en Lambayeque), diariamente se consume 4.694 kW.h; sumando esta cantidad de energía más la que se consumiría el 20 % de la población que no cuenta con este servicio, se obtiene un valor de 6.930 kW.h al día, electrificando todo el distrito; lo cual representa el 18,34% de la energía que genera la planta.

Sin embargo, en el capítulo anterior se decidió que vender toda la energía a la Red Nacional era la opción más acertada, de esta manera se evita los costos de distribución. La energía serviría para abastecer las ciudades. Chiclayo en horas punta tiene un consumo máximo de 70 MW.h, con la cantidad que produce la planta, se puede establecer una relación de que se tiene energía para abastecer a la mitad de la ciudad. La figura muestra el ciclo de tratamiento, destacando tiempo, medidas básicas, flujos y cantidades.

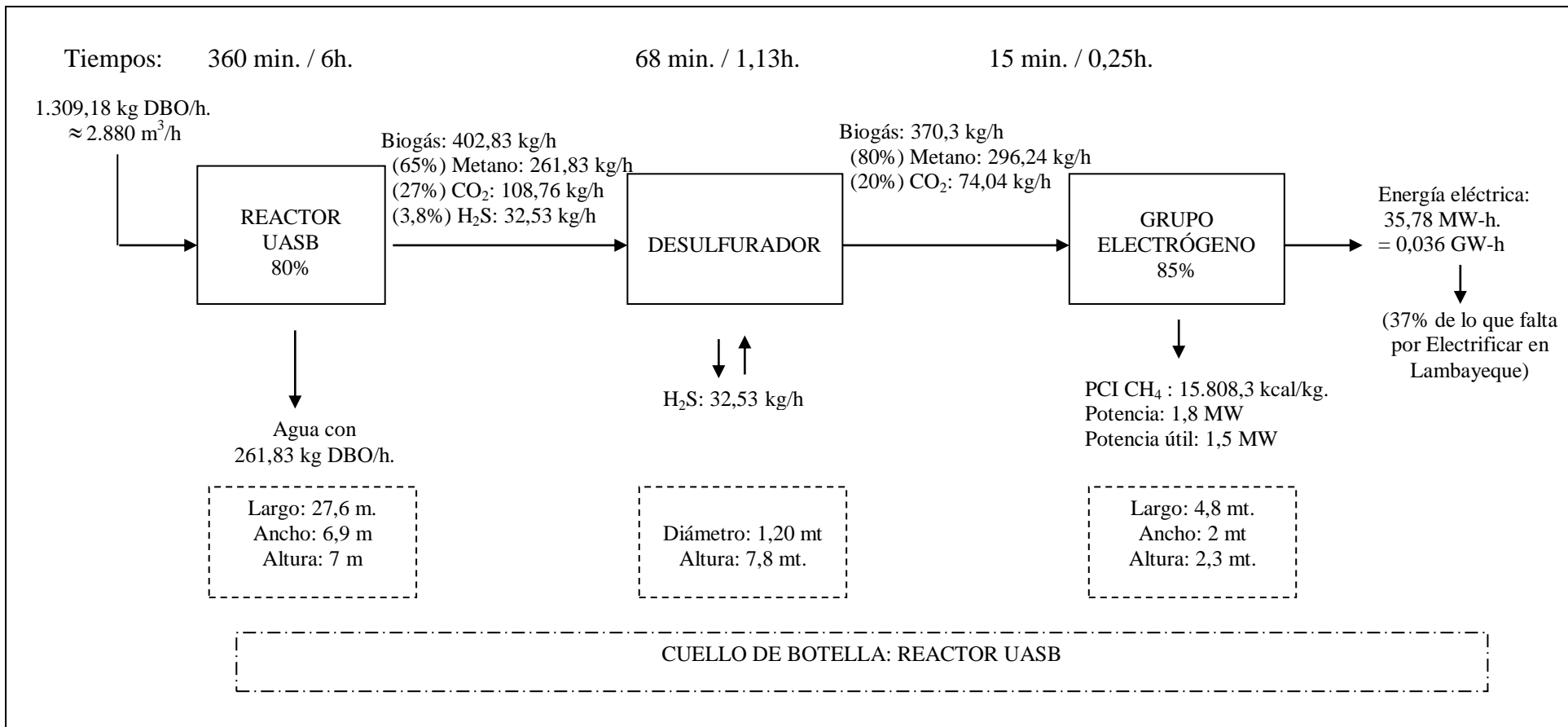


Fig. 5: Ciclo de tratamiento: Determinación del cuello de botella.

Distribución en Planta y cálculos de superficie.

El siguiente paso, es distribuir las actividades a realizar en el proceso de tratamiento, para determinar la eficiencia de la planta y su futura competitividad. Una correcta distribución permite determinar los espacios adecuados para los desplazamientos tanto del personal como de materiales, así como al control de las actividades disminuyendo los retrasos y la congestión.

El tipo de distribución a la que pertenece la planta es a la distribución orientada al producto, ya que el efluente recorre la línea de producción de una estación en otra siendo sometido a las operaciones de cada estación.

La tabla 38 muestra la tecnología y las características de las mismas para proceder al análisis de la distribución en planta.

Tabla 38. Datos acerca de la tecnología a usar.

<i>Tecnología</i>	<i>Medidas básicas</i>	<i>Unidades</i>	<i>Lados accesibles</i>	<i>Tiempo</i>
Reactor UASB	Largo: 27,6 m. Ancho: 6,9 m. Altura: 6 m	15	1	6 h
Desulfurador	Diámetro: 1,20 m. Altura: 7,8 m Largo: 4,8 m.	3	1	1,13 h
Grupo eléctrico	Ancho: 2 m Altura: 2,3 m	3	2	0,25 h
Lecho para secado de lodos ¹¹	Largo: 40 m Ancho: 20 m Altura: 0,8 m	1	4	14 días.

Se debe considerar las siguientes ecuaciones para determinar la eficiencia de la planta (Arroyo y Torres 2007):

$$\# _m\u00ednimo _de _estaciones = \frac{\sum \text{tiempos _de _cada _tarea}}{\text{Tiempo _de _ciclo}}$$

$$\# _m\u00ednimo _de _estaciones = \frac{7,38}{6} = 1,23 \rightarrow 1 \text{ estación.}$$

Donde, la 1º estación está conformada por el Reactor UASB y la 2º estación, por el desulfurador y el Motor acoplado al generador.

Para hallar la eficiencia se procede la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{tiempos _de _tarear}}{(\text{n\u00famero _estaciones _de _trabajo}) \times (\text{tiempo _de _ciclo})}$$

¹¹ El lecho para secado de lodos no ingresa en el proceso de producción, solo es para secar el lodo y venderlo como abono. Pero si ingresa para el cálculo de las áreas.

$$Eficiencia = \frac{7,38}{2 \times 6} = 0,62 \rightarrow 62 \%$$

La planta trabaja con una eficiencia del 62 %.

Superficie estática.

Es el área efectiva ocupada por el equipo, se halla multiplicando sus dimensiones, así las superficies estáticas para el reactor, desulfurador y motor son de: 190,44 m², 1,13 m² y de 9,6 m² respectivamente:

Superficie Estática (Se): $Se = largo * ancho$

- Reactor: $27,6 * 6,9 = 190,44$
- Desulfurador: $\pi * (\frac{1,2}{2})^2 = 1,13$
- Grupo electrógeno: $4,8 * 2 = 9,6$
- Lecho para secado de lodos: $40 * 20 = 800$

Superficie de gravitación.

Es el área necesaria para la circulación del operador alrededor de su máquina. Se calcula multiplicando la superficie estática por el número de lados accesibles a la máquina. Por lo tanto, las superficies de gravitación corresponden a 190,44 m², 1,13 m² y de 19,2 m² para el reactor, desulfurador y motor.

Superficie de gravitación (s.f.) $Sg = Se * N$

*N = número de lados accesibles

- Reactor: $190,44 * 1 = 190,44$
- Desulfurador: $1,13 * 1 = 1,13$
- Grupo electrógeno: $9,6 * 2 = 19,2$
- Lecho para secado de lodos: $800 * 4 = 3.200$

Superficie de evolución.

Es el área necesaria para el movimiento de personas y equipos móviles, se calcula mediante la multiplicación de la suma de la superficie estática y superficie de gravitación con la altura promedio ponderada de personas u objetos que se desplazan "k", se utiliza la siguiente expresión.

$$k = \frac{h_{EM}}{2 * h_{EE}}$$

$$k = \frac{(A_{EM} * N_{EM} * h_{prom})}{2 * \frac{A_{EM} * N_{EM}}{\sum (A_{EE} * N_{EE} * h_{EE})}} ;$$

$$k = \frac{A_{EM} * N_{EM}}{\sum (A_{EE} * N_{EE})}$$

Donde:

k = factor de altura promedio de personas u objetos que se desplazan.

A_{EM} = Área de los objetos móviles, (en nuestro caso se considera el área de las personas).

N_{EM} = Número de elementos móviles.

h_{prom} = Altura promedio de los elementos móviles.

A_{EE} = Área de los elementos estáticos (equipos).

N_{EE} = Número de elementos estáticos.

h_{EE} = Altura de los elementos estáticos.

$$k = \frac{(0,50 * 98 * 1,65)}{2 * \frac{0,50 * 98}{(190,44 * 15) + (1,13 * 3) + (9,6 * 1) + (800 * 0,8)}} = 0,16$$

- Reactor: $0,16 * (190,44 + 190,44) = 60,94$
- Desulfurador: $0,16 * (1,13 + 1,13) = 0,36$
- Grupo electrógeno: $0,16 * (9,6 + 19,2) = 4,61$
- Lecho para secado de lodos: $0,16 * (800 + 3.200) = 640$

Obtenido el valor de “k”, las áreas de evolución respectivas para reactor, desulfurador y motor son $60,94 \text{ m}^2$, $0,36 \text{ m}^2$ y $4,61 \text{ m}^2$.

Las áreas totales se calculan sumando las superficies y multiplicando el resultado por el número de unidades que se utilizan. Las áreas totales corresponden a 6.513 m^2 , $7,74 \text{ m}^2$ y $131,32 \text{ m}^2$:

- Reactor: $190,44 + 190,44 + 53,32 = 434,2 * 15 = 6.513$
- Desulfurador: $1,13 + 1,13 + 0,32 = 2,58 * 3 = 7,74$
- Grupo electrógeno: $9,6 + 19,2 + 4,03 = 32,83 * 3 = 98,49$
- Lecho para secado de lodos: $800 + 3.200 + 640 = 4.640 * 1 = 4.640$

El área total para la planta de tratamiento es de $11.292,06 \text{ m}^2$ equivalente a $1,13 \text{ ha}$:

Área total: $6.513 + 7,74 + 98,49 + 4.640 = 11.259,23 \text{ m}^2 = 1,13 \text{ ha}$.

Teniendo estos datos se puede determinar las relaciones entre las actividades productivas, de servicios, mantenimientos y/o auxiliares, que permitirán a través de tablas relacionales en las que se plasman los valores de proximidad entre cada actividad y las restantes.

Tabla 39. Tabla resumen del cálculo de superficies

<i>Equipo</i>	<i>Se</i>	<i>Sg</i>	<i>Sev</i>	<i>Total</i>
Reactor	190,44	190,44	53,32	6.513,00
Desulfurador	1,13	1,13	0,32	7,74
Motor	9,60	19,20	4,03	131,32
Lecho para secado de lodos	800,00	3.200,00	640,00	4.640,00
Total				11.292,06
Equivalencias (ha.)				1,13

3.4.2. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN Y DE CAPACIDAD DE LA PLANTA.

La producción, en una planta de tratamiento de agua residual, se caracteriza por ser continua y masiva, el ritmo de producción es casi constante, debido a que las aguas residuales que llegan a las lagunas de estabilización mantienen un caudal muy poco variable. Por lo tanto, la producción de la planta es Producción constante o de nivel. La tabla muestra la justificación de la afirmación anterior.

Tabla 40. Caudal que ingresa a las lagunas de San José

<i>Fecha</i>	<i>Caudal (L/s)</i>
Enero	610,60
Febrero	661,80
Marzo	509,75
Abril	608,45
Mayo	618,85
Junio	682,45
Julio	595,85
Agosto	596,15
Septiembre	577,65
Octubre	573,70
Noviembre	585,60
Diciembre	661,80

Fuente: EPSEL

Según estos caudales se puede determinar la cantidad de energía a producirse en los meses indicados.

Tabla 41. Programa mensual de producción y capacidad de planta.

<i>Mes</i>	<i>Aguas residuales</i>	<i>Demanda mensual de Lambayeque: % no electrificado.</i>	<i>Días</i>	<i>Demanda diaria Lambayeque: % no electrificado.</i>	<i>Producción diaria de la planta</i>	<i>Producción mensual de la planta</i>	<i>Capacidad de planta</i>
	<i>L/s</i>	<i>MW-h</i>		<i>MW-h</i>	<i>MW-h</i>	<i>MW-h</i>	<i>%</i>
Enero	610,60	5.432,50	31	175,24	27,31	846,58	15,58
Febrero	661,80	5.432,50	28	194,02	29,60	828,77	15,26
Marzo	509,75	5.432,50	31	175,24	22,80	706,76	13,01
Abril	608,45	5.432,50	30	181,08	27,21	816,39	15,03
Mayo	618,85	5.432,50	31	175,24	27,68	858,02	15,79
Junio	682,45	5.432,50	30	181,08	30,52	915,68	16,86
Julio	595,85	5.432,50	31	175,24	26,65	826,13	15,21
Agosto	596,15	5.432,50	31	175,24	26,66	826,55	15,21
Septiembre	577,65	5.432,50	30	181,08	25,84	775,06	14,27
Octubre	573,70	5.432,50	31	175,24	25,66	795,42	14,64
Noviembre	585,60	5.432,50	30	181,08	26,19	785,73	14,46
Diciembre	661,80	5.432,50	31	175,24	29,60	917,57	16,89
Promedio anual			9.898,65				

Tabla 42. Programa anual de producción y capacidad de planta.

	Tasa de crecimiento 20 %		
Año	<i>Proyección demanda anual</i>	<i>Proyección Producción anual</i>	<i>Capacidad de planta</i>
2008	65.190,00	5.432,50	8,33
2009	68.860,00	5.432,50	7,89
2010	72.040,00	6.519,00	9,05
2011	75.340,00	7.822,80	10,38
2012	78.780,00	9.387,36	11,92
2013	83.240,00	11.264,83	13,53
2014	87.950,00	13.517,80	15,37
2015	92.930,00	16.221,36	17,46
2016	98.190,00	19.465,63	19,82
2017	103.150,00	23.358,76	22,65
2018	110.750,00	28.030,51	25,31
2019	118.230,00	33.636,61	28,45
2020	126.200,00	40.363,93	31,98

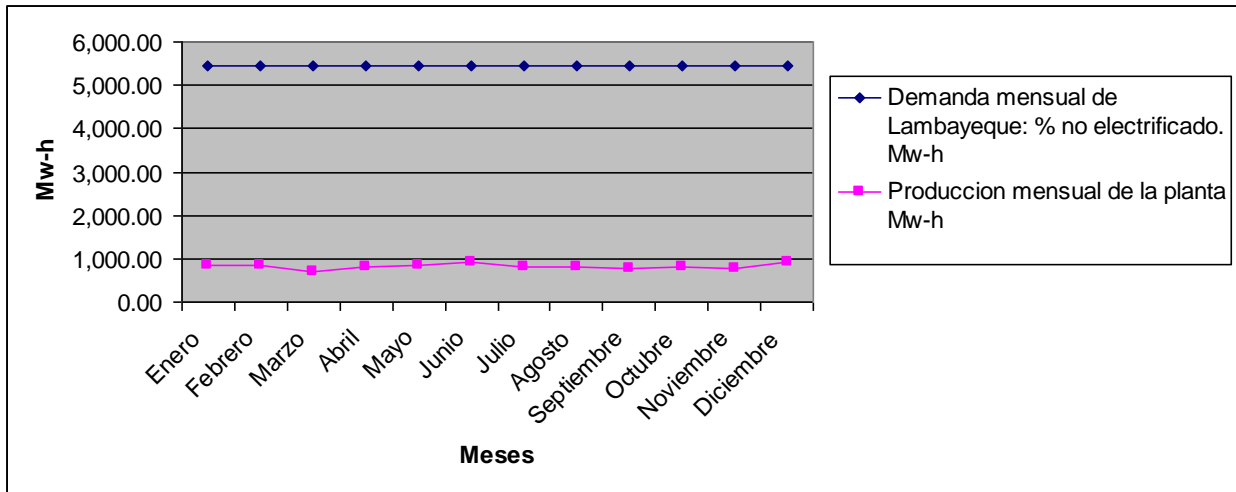


Fig. 6. Diferencias entre la demanda de Lambayeque y la producción de la planta.

3.4.3. TECNOLOGÍA

3.4.3.1. Tecnología a usar

El proyecto se desarrolla a partir de la tecnología ya existente, haciendo la modificación en la etapa anterior a las lagunas de oxidación, donde se incluirá la planta de tratamiento a partir de los reactores. El afluente de los reactores se vierten a las lagunas, en las cuales se llevara a cabo un proceso de sedimentación para limpiarla de cualquier sólido que se haya quedado, el agua obtenida tiene las características necesarias para usarla en el riego de alimentos.

La planta consta de 3 etapas: Degradación anaeróbica en los reactores UASB, desulfuramiento en las torres de desulfuración, y finalmente generación de energía en el grupo electrógeno.

El efluente pasa por las siguientes etapas para llegar a su tratamiento en los reactores:

El agua

- Canal de ingreso (para el ingreso de las aguas, esta tecnología existe en la actualidad).
- Cámara de rejillas (para separación de sólidos de gran tamaño, esta tecnología existe en la actualidad).
- Medidor de caudales Parshall (para medición de caudales, esta tecnología existe en la actualidad, pero será acondicionada para repartir los caudales en que ingresaran a los 270 reactores).
- Caja de distribución (para distribución de caudales, esta tecnología existe en la actualidad, pero será ajustada para todos los reactores).
- Reactor UASB (para tratamiento anaeróbico, esta tecnología es la que se va a implementar).

El Biogás

- Desulfurador (para purificar el metano, esta tecnología se va a implementar).
- Grupo electrógeno (para generación de energía eléctrica, esta tecnología se va a implementar).

El afluente (agua que sale del reactor)

- Laguna de estabilización (para acumular el afluente, esta tecnología existe en la actualidad, pero cambiará de función cuando empiece a funcionar la planta).
- Compuertas de control (para salida del agua, esta tecnología existe en la actualidad).
- Sistemas de drenaje subterráneo (para riego de cultivos, esta tecnología existe en la actualidad, el agua que circulará por allí será de mejor calidad).

3.4.3.2. Descripción de la tecnología:

- a) Canal de ingreso: Mediante el uso de las redes de alcantarillado, el agua de desagüe de la ciudad de Chiclayo es recolectada y llevada por gravedad hasta confluir en un canal principal de ingreso a la planta de tratamiento. Este canal es de sección rectangular y posee una pendiente adecuada para que circule un caudal máximo de 1.600 litros por segundo.
- b) Cámara de rejillas: Sirve para detener los materiales flotantes de mayor tamaño: bolsas plásticas, trozos de madera, palos, pajas, etc. Los cuales son llevados a un relleno sanitario. Se cuenta con dos unidades electromagnéticas de accionamiento manual/automático.
- c) Medidor de caudales Parshall: Se utiliza para medir el caudal que ingresa a las lagunas, mediante la lectura del nivel de aguas servidas que circulan por el canal.
- d) Caja de distribución: Reparte las aguas hacia las lagunas.
- e) Reactor UASB: El reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) es sin lugar a dudas la aplicación más exitosa y por tanto más ampliamente utilizada de la digestión anaeróbica. Se basa en la formación de un lecho de lodos, de preferencia granular, cuyas buenas propiedades de sedimentación definen su permanencia en el reactor (Chamy 2005). El principio de sedimentación interna de lodo suspendido y granular fue originalmente reportado en 1962 en Sudáfrica (Chamy 2005). Sin embargo no fue hasta mediados de los setenta que la tecnología UASB alcanzó un desarrollo significativo, gracias a la significativa investigación realizada en Holanda durante esa década. Los puntos claves en el diseño de un reactor UASB son el sistema de distribución del efluente y el sistema separador SLG. El primero debe distribuir de forma homogénea el agua residual, de manera tal de ponerla en contacto con toda la biomasa contenida en el reactor. Una distribución inadecuada generará zonas muertas en el digestor, disminuyendo por tanto la eficiencia del mismo. Por su parte el sistema separador SLG, además de recolectar el biogás, determina la permanencia del lodo al interior del reactor, por lo que su diseño es crucial. Un diseño ineficiente puede generar el lavado excesivo de la biomasa disminuyendo su concentración en el reactor.
- f) Desulfurador: En la práctica la purificación del biogás no es más que la remoción del dióxido de carbono o el sulfuro de hidrógeno o ambos. El dióxido de carbono es eliminado para aumentar el valor del biogás como combustible. El sulfuro de hidrógeno se elimina para disminuir el efecto de corrosión sobre los metales que están en contacto con el biogás. Uno de los métodos que sirven para purificar el biogás es el uso de limallas de hierro, que se efectúa en columnas de purificación, las cuales, en muchas ocasiones, se encuentran humedecidas intermitentemente con agua (30 – 60 % de humedad) y rellenas con otro material. Estas columnas eliminan el H₂S (Sulfuro de hidrógeno), ya que su presencia puede causar serios problemas. El H₂S puede hallarse en el biogás en concentraciones de hasta 4 a 6 % (Montalvo y Guerrero 2003), sobre todo cuando el residuo presenta una elevada concentración de sulfatos. La presencia de sulfuro de hidrógeno le da un olor desagradable al biogás y provoca graves daños de corrosión en tuberías, tanques y otros elementos metálicos. Además, la presencia de este gas también puede afectar la utilización del biogás en el motor.

- g) Grupo electrógeno: Convertir el biogás purificado en energía eléctrica. El grupo electrógeno es de marca Caterpillar, modelo G3516, La potencia es de 750 kW, por lo cual se debe acoplar 3 generadores para lograr la potencia que necesitamos. Una de las ventajas de este grupo es que se adapta a diferentes calidades de gas, pudiendo pasar de gas natural a biogás, o viceversa, sin interrumpir el funcionamiento del motor.

3.4.3.3. Principio de funcionamiento del reactor:

El reactor posee dos secciones principales: el lecho de lodos y el separador SLG (sólido – líquido - gas). El lecho de lodos es una capa de biomasa granular ubicada en la parte baja del reactor, sobre la cual existe una suspensión de partículas de lodo, mezclada con los gases producidos en el proceso de degradación. El agua residual ingresa al reactor por su parte inferior, ascendiendo a través de él. El reactor consta de un sistema de distribución ubicado en el fondo (Solis, et al. 2007).

El agua residual se introduce en la base del reactor y atraviesa el lecho de lodos, durante el trayecto, los contaminantes son biológicamente degradados al entrar en contacto con la biomasa, produciéndose enormes cantidades de biogás (CH_4 , CO_2 y otros). La forma granular y alta densidad del lodo evita que los microorganismos sean evacuados por el flujo ascendente del agua. En la parte superior, el separador SLG recolecta el biogás producido y evita la salida del lodo anaeróbico (Chamy 2005). Existen diversos diseños de separadores SLG, la mayoría sigue el esquema de campanas de forma triangular. El agua depurada es finalmente desalojada por la parte superior del tanque a través del clarificador.

El diseño compacto de este tipo de reactores incorpora en un solo tanque las etapas de tratamiento primario, pues se retienen los sólidos suspendido del agua residual en la cama de lodos y se cuenta con un clarificador secundario en la parte superior del tanque (Paques 2008).

Además por el alto tiempo de retención celular de la cama de lodos, éste se encuentra parcialmente estabilizado, lo que cumple con las funciones de un sistema de tratamiento de lodos.

Se puede construir de concreto (es el material más utilizado), pero debe ser revestido para evitar su deterioro. Muchos de los primeros reactores construidos en los años setenta han experimentado problemas de este tipo, en el sector superior (decantador y campana de extracción de gases) por la presencia del H_2S , y, en el sector inferior, es decir, bajo el nivel del agua, por la dilución del CaO del concreto debido a la presencia de CO_2 . Es común la utilización de la fibra de vidrio para su construcción (National Buildings Construction Corporation Limited 2008).

La capacidad de tratamiento de un reactor UASB varía dependiendo tanto de la calidad del agua residual como de la actividad del lodo utilizado (Chamy 2005).

La planta de tratamiento no está conformada sólo por el reactor, éste es el corazón del proceso, pero no lo es todo, es importante mencionar que lo que se pretende hacer es, en base a lo que ya existe, modificar las lagunas, para que reciban el afluente que viene de la planta de tratamiento instalada geográficamente antes de estas, allí el agua seguirá el tratamiento de sedimentación de las partículas que aún quedan luego de los reactores, para posteriormente ser utilizadas en el riego de campos cultivado o

regresados a la planta de tratamiento de agua potable. Luego del reactor el biogás que se generó pasará a través de un desulfurador para limpiar el gas del H₂S ya que es un ácido muy corrosivo. Una vez limpio el gas servirá como combustible del grupo generador para la producción de energía eléctrica.

3.4.3.4. Importancia de la elección de dicha metodología.

Tecnología UASB

El rápido desarrollo e implementación de la tecnología UASB es el resultado de un conjunto de ventajas propias que lo transforman en una alternativa altamente conveniente. Entre estas características se cuentan las siguientes:

- Posibilidad de utilizar el biogás. Produce un gas con alto poder calorífico (Gruppo AB. 2007).
- Los olores se reducen al mínimo.
- Menor producción de lodos.
- No posee partes móviles para el mezclamiento.
- Se puede aplicar a altas velocidades de carga orgánica.
- Los costos son más bajos que otros reactores anaeróbico o aeróbicos, dado que la separación sólido – líquido – gas se lleva a cabo en el reactor, y no se requiere de soportes para la biomasa.
- Las emisiones de metano no se eliminan al medio ambiente.
- Se garantiza que alrededor del 80 % de la carga orgánica contaminante sea convertido en productos volátiles, como el metano. Solo alrededor de la materia orgánica es empleada para la producción de la materia orgánica es empleada para la producción de biomasa, reduciéndose los problemas de disposición final de los lodos. Convierte el 95 % de C en biogás, el 5 % es transformado en biomasa microbiana (Morillo y Fajardo 2005).
- Efectiva separación del biogás, agua y lodo.
- Ahorro de energía por concepto de no requerir aireación, que es uno de los principales gastos que se incurren en procesos ingenieriles. Son económicos energética y ecológicamente.
- Estudios realizados al lodo generado en el reactor UASB han demostrado que su composición guarda riquezas en cuanto al contenido de materia orgánica y mineral, pudiendo emplearse como fertilizantes y mejoramiento de suelos (Bermúdez, et al.). Tiene una mejor calidad como fertilizante que otros lodos obtenidos en procesos similares.
- El efluente líquido según los resultados obtenidos en investigaciones, se ha demostrado que éste conserva nitrógeno en forma fácilmente asimilable y otros iones, los cuales enriquecen este residuo y lo hacen propicio para su uso en fertirriego.
- Requiere pequeña área superficial.
- La cantidad de energía necesaria para el proceso es limitada.

3.4.4. DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS

La planta cuenta con 8 áreas: Recepción de personal, Almacén de herramientas, Mantenimiento, Producción, Oficinas, Servicios higiénicos / vestuarios, Laboratorio y Comedor. Los valores de proximidad se muestran en la tabla:

Tabla 43. Valores de proximidad

Valor	Proximidad
A	Absolutamente
E	Especialmente
I	Importante
O	Ordinario
U	Indiferente
X	Indeseable

Fuente: (Arroyo y Torres 2007)

La tabla relacional se muestra en la figura.

Recepción de personal								
Almacén de herramientas	O							
Mantenimiento	A	X						
Producción	I	I	U	U				
Oficinas	O	O	U	X	X			
SS.HH / Vestuario	X	U	U	U	U			
Laboratorio	X	U	I	U	U			
Comedor	X	X	U	X	U			

Fig. 7. Tabla relacional.

Con esta tabla, podemos ubicar de la mejor forma todas las áreas, un bosquejo, de la posible distribución es:

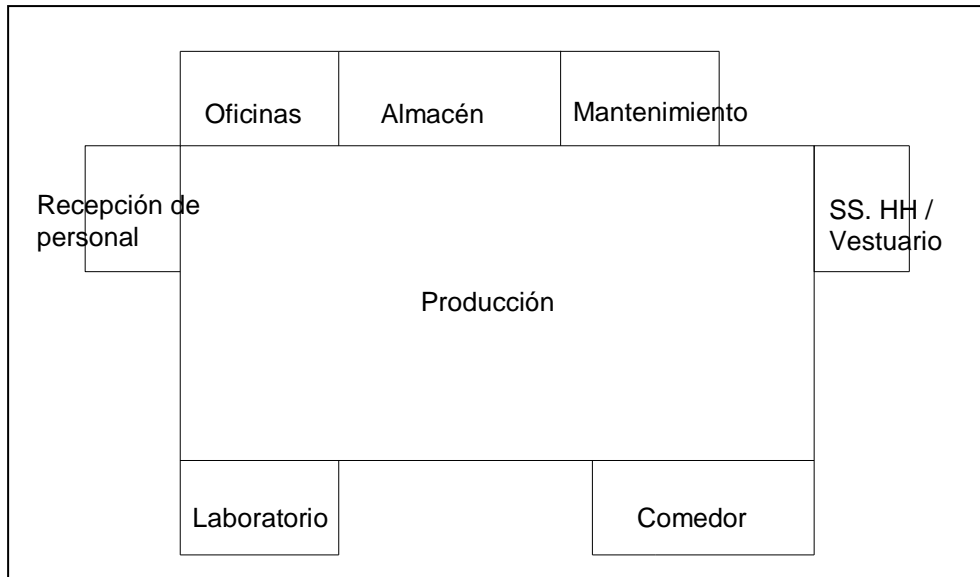


Fig. 8. Posible distribución.

La distribución en 2D de la planta con los equipos se observa en el anexo 10.

3.5. RECURSO HUMANOS

Planificación de la mano de obra:

Para mantener la estabilidad de empleo en la planta, se empleará la política de “Mantener el empleo constante”, ya que ello supone tener una fuerza de trabajo ya formada y constante, de esta manera sólo se incurre en costos ligados directamente con la producción y se evitan otros como: costos de contratación y despido, seguro de desempleo, altos salarios para incitar al personal a aceptar un trabajo poco estable.

Además, mantener una fuerza de trabajo estable puede permitir a una empresa pagar salarios que los de una empresa que se basa en la demanda. Estos ahorros pueden proporcionar una ventaja competitiva.

Jornadas laborales

Existe la jornada laboral estándar de 8 horas diarias cinco días a la semana, pero también la variación de uso corriente, la denominada jornada laboral flexible, donde se permite a los trabajadores fijar sus propias jornadas de trabajo dentro de los límites.

Lo que se pretende en la planta de generación de energía, es que debido a que es un producto que se usa diariamente, pues la planta necesariamente tiene que estar operativa las 24 horas del día y los 7 días de la semana, por lo tanto, la jornada laborable que más se adecue será la de 8 horas días 6 días a la semana, donde los horarios roten y se trabajen los domingos, deberán existir 3 turnos al día, de mañana, de tarde y de noche, los trabajadores tendrán un día libre a la semana, de esta manera no quedará un solo minuto en que la planta este inoperativa.

Especialización de la mano de obra

En este tipo de trabajo, la mano de obra especializada es un factor clave para alcanzar la producción deseada. Una especialización de la mano de obra, contribuye a reducir los costos de mano de obra de obreros con múltiples habilidades. Además consiguiendo una especialización de la mano de obra, se consigue:

- Desarrollar habilidades y aprender más rápido como consecuencia de la repetición.
- Menor pérdida de tiempo, debido a que el empleado no cambiará de trabajo ni de herramientas.
- Desarrollar herramientas especializadas y reducir la inversión, debido a que cada empleado necesita pocas herramientas para desempeñar una tarea concreta.

Además de los obreros, es necesario contar con personal profesional y especialista en temas tratamiento de residuos, generación de energía, impacto ambiental, y demás temas relacionados, para poder tomar ventaja de todas las oportunidades que este proyecto representa para la región.

Motivaciones y sistemas de incentivos

Como es sabido, todo trabajo debe ser recompensado, ello para contribuir a la satisfacción y a la motivación. Existen factores psicológicos como monetarios. El dinero es un factor que sirve a menudo como motivación psicológica y financiera.

En primer lugar, la remuneración que reciban los trabajadores debe ser acorde al trabajo que realizan y al mismo tiempo lo suficiente para poder llevar una vida digna.

Otra forma de motivar son las recompensas, o pagos extras, que se efectúan a los empleados que han logrado mejorar el funcionamiento de la empresa.

Los sistemas de incentivos están basados en la productividad individual o de grupo, cuando el empleado o equipo obtiene una producción mayor a un estándar predeterminado. Otra forma de incentivos pueden ser las actividades deportivas que la empresa pueda promover entre sus trabajadores para liberarlos del stress del trabajo.

3.6. INVERSIONES

En esta parte del proyecto se determinará la factibilidad económica y financiera del proyecto. Para ello se muestran las tablas relacionadas y los resultados obtenidos. La estimación de la inversión y la elaboración de los cuadros correspondientes provienen del estudio técnico del proyecto donde se han especificado las características de los equipos productivos y comerciales.

Las fuentes de información para la estimación de la inversión usadas fueron: proyectos similares, empresas constructoras o suministradoras de equipos, publicaciones de catálogos, empresas relacionadas a la generación y distribución de la energía eléctrica, registros de la empresa donde se aplica el proyecto, consultoras especializadas.

3.6.1. Inversión fija

La inversión fija es la asignación de recursos reales y financieros para la ejecución de las obras y servicios del proyecto. Se realiza en elementos que no son materia de transacciones continuas o usuales durante la vida útil del proyecto, sino que se producen y adquieren y queda hasta su extinción por depreciación o liquidación del proyecto.

La inversión fija se caracteriza por estar constituida por dos tipos de elementos como: bienes físicos e intangibles. Los bienes físicos se caracterizan por su materialidad y por estar sujetos en su mayor parte a la depreciación, que es sinónimo de devaluación, que consiste en la pérdida gradual del valor de un bien físico a lo largo de su uso. Por tanto, la depreciación de los bienes físicos puede deberse al desgaste o a la obsolescencia del mismo (Andrade 2005). Los bienes físicos sujetos a depreciación en el proyecto son: maquinaria (grupo electrógeno, transformador y cableado), equipos (equipos de seguridad, herramientas, útiles de escritorio), unidades de transporte, muebles (escritorios, computadoras, sillas, teléfonos) y edificaciones (reactor UASB, desulfuradores, lecho para secado de lodos).

El cálculo del reactor ha sido obtenido utilizando la fórmula propuesta por la experiencia de los países mexicanos en realizar proyectos para purificación de aguas mediante reactores UASB: $I = 2.040 \cdot V^{0,695}$. Donde I son los costos en dólares y V es el volumen del reactor en m³. Esta fórmula dio como resultado una inversión de 5,394,344.00. Los datos de transformador y cableado están alrededor de 500.000 nuevos soles, ya que no se necesita una gran inversión para llevar la energía generada a la red (es de alta tensión). Para el terreno se considera un aproximado de 20.000 nuevos soles para adecuar el espacio a las nuevas construcciones.

3.6.2. Inversión diferida

La inversión diferida es aquella que no entra en el proceso productivo y que es necesaria para poner a punto el proyecto. Los intangibles son parte de la inversión diferida, se caracterizan por su inmaterialidad, son servicios o derechos adquiridos que no están sujetos a desgaste físico. Por ejemplo: construcción, instalación y montaje de la planta, la papelería que se requiere en la elaboración del proyecto como tal (Trabajos de investigación y estudios, gastos de organización y supervisión,), los gastos de organización, patente, licencias y documentos legales, gastos de administración, intereses, gastos de asistencia técnica y capacitación de personal, imprevistos, etc. (UMSS 2005).

Las tablas a continuación muestran la inversión total y las depreciaciones.

Tabla 44: Inversión total en el año 0.

INVERSION TOTAL (Año 0)				
		<i>Cantidad</i>	<i>Subtotal</i>	<i>Total</i>
Maquinaria	Construcción de reactores UASB	1	5.394.344,00	5.394.344,00
	Construcción de desulfurador	1	27.000,00	27.000,00
	Adquisición de Grupo electrógeno	1	1.600.000,00	1.600.000,00
	Transformador y cableado	1	500.000,00	500.000,00
	Lecho para secado de lodos	1	19.000,00	19.000,00
	Terreno	1	20.000,00	20.000,00
TOTAL				7.560.344,00
Herramientas, muebles y equipos	Vehículos	1	20.000,00	20.000,00
	Equipo de seguridad	1	15.000,00	15.000,00
	Herramientas para mantenimiento	1	1.800,00	1.800,00
	Material para reparaciones	1	2.000,00	2.000,00
	Mantenimiento preventivo	1	500,00	500,00
	Escritorios	7	450,00	3.150,00
	Computadoras	7	1.500,00	10.500,00
	Útiles de Escritorio	7	200,00	1.400,00
	Sillas de escritorio	7	150,00	1.050,00
Teléfonos	7	100,00	700,00	
TOTAL				56.100,00
Organización	Trámites administrativos y jurídico	1	5.000,00	5.000,00
	Elaboración de minuta	1	60,00	60,00
	Inscripción en registros públicos	1	150,00	150,00
	Servicios de abogado	1	100,00	100,00
	Estudio topográfico	1	660,00	660,00
	Estudios técnicos de investigación	1	3.500,00	3.500,00
TOTAL				9.470,00
Patentes y licencias	Licencia municipal	1	900,00	900,00
	TOTAL			
			TOTAL	7,626,814.00

Tabla 45: Depreciación de la inversión fija.

DEPRECIACION			
Maquinaria		10%	
Equipos		25%	
Unidades de transporte		20%	
Muebles		10%	
Edificaciones		3%	
<hr/>			
		<i>Valor</i>	<i>Depreciación Anual</i>
Maquinaria	Grupo electrógeno	1.600.000,00	160.000,00
	Transformador y Cableado	500.000,00	50.000,00
<hr/>			
Equipos	Equipo de seguridad	15.000,00	3.750,00
	Herramientas para mantenimiento	1.800,00	450,00
	Material para reparaciones	2.000,00	500,00
	Mantenimiento preventivo	500,00	125,00
	Útiles de escritorio	1.400,00	350,00
<hr/>			
Unidades de transporte	Vehículos	20.000,00	4.000,00
<hr/>			
Muebles	Escritorios	3.150,00	315,00
	Computadoras	10.500,00	1.050,00
	Sillas de escritorio	1.050,00	105,00
	Teléfonos	700,00	70,00
<hr/>			
Edificaciones	Reactor UASB	5,394.344,00	161.830,32
	Desulfurador	27.000,00	810,00
	Lecho para secado de lodos	19.000,00	570,00
	Terreno	20.000,00	600,00
<hr/>			
TOTAL ANUAL			384.525,32

El valor de la depreciación es el mismo durante todos los años.

3.6.3. Capital de trabajo

El Capital de Trabajo considera aquellos recursos que requiere el Proyecto para atender las operaciones de producción y comercialización de bienes o servicios y, contempla el monto de dinero que se precisa para dar inicio al Ciclo Productivo del Proyecto en su fase de funcionamiento. En otras palabras es el Capital adicional con el que se debe contar para que comience a funcionar el Proyecto, esto es financiar la producción antes de percibir ingresos (UMSS 2005).

En efecto, desde el momento que se compran insumos o se pagan sueldos, se incurren en gastos a ser cubiertos por el Capital de Trabajo en tanto no se obtenga ingresos por la venta del producto final. Entonces el Capital de Trabajo debe financiar todos aquellos requerimientos que tiene el Proyecto para producir un bien o servicio final. Entre estos requerimientos se tiene: materiales directos e indirectos, mano de obra directa e indirecta, gastos administrativos, otros (mantenimiento combustible limpieza) que requieran salidas de dinero en efectivo.

La Inversión en Capital de Trabajo se diferencia de la Inversión fija y diferida, porque estas últimas pueden recuperarse a través de la depreciación y amortización diferida; por el contrario, el Capital de Trabajo no puede recuperarse por estos medios dada su naturaleza de circulante; pero puede resarcirse en su totalidad a la finalización del Proyecto.

El capital de trabajo es un activo corriente del proyecto que se utiliza en el corto plazo (Andrade 2005).

Tabla 46: Capital de trabajo para seis meses.

CAPITAL DE TRABAJO - 6 MESES			
Tiempo (Meses)	6		
Taza de crecimiento	20%		
<i>Mano de obra directa</i>			
	<i>Cantidad</i>	<i>Mensual</i>	<i>Total</i>
Operarios Reactor	3	1.500,00	27,000,00
Operario Desulfurador	3	1.500,00	27,000,00
Operario Grupo electrógeno	3	1.500,00	27,000,00
Operarios Mantenimiento	5	1.500,00	45,000,00
Electricista	1	2.000,00	12,000,00
Mecánico	1	2.000,00	12,000,00
Ingenieros	2	2.300,00	27,600,00
Jefe de planta	1	2.500,00	15,000,00
Operarios almacén	2	1.500,00	18,000,00
		<i>Total</i>	210,600,00
<i>Mano de obra indirecta</i>			
Gerente General	1	3.000,00	18.000,00
Contador	1	2.000,00	12.000,00
Administrador	1	2.000,00	12.000,00
Secretarias	2	1.500,00	18.000,00
Personal de limpieza	2	1.200,00	14.400,00
Asistentes	2	1.200,00	14.400,00
Servis de Vigilancia	1	1.200,00	7.200,00
Servicio de Agua		120,00	720,00
Servicio de Luz		1.500,00	9.000,00
Servicio de teléfono		550,00	3.300,00
Predios		340,85	2.045,12
Arbitrios		903,35	5.420,11
Combustible		300,00	1.800,00
		<i>Total</i>	118.285,23
<i>Otros</i>			
Mantenimiento		4.300,00	2.150,00
Combustible		300,00	1.800,00
Limpieza		40,00	240,00
		<i>Total</i>	4.190,00
		TOTAL	333.075,23

La tasa de crecimiento del capital de trabajo es del 20%, la proyección a 10 años se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 47: Proyección del capital de trabajo.

<i>Años</i>	<i>Valor</i>
1	333.075,23
2	399.690,28
3	479.628,33
4	575.554,00
5	690.664,80
6	828.797,76
7	994.557,31
8	1.193.468,77
9	1.432.162,52
10	1.718.595,03

3.7. COSTOS DE PRODUCCION E INGRESOS

Los costos de producción son los valores de los recursos reales o financieros utilizados en la adquisición de factores y medios de producción o fabricación y en la distribución de bienes y servicios (Andrade 2005). Los costos de producción se clasifican como costos fijos, variables y gastos administrativos.

Los costos fijos son los costos de los factores fijos de la empresa y, por lo tanto, a corto plazo son independientes del nivel de producción. Para el proyecto se consideran como costos fijos a la mano de obra directa, depreciación, seguros, etc.

En cambio el costo variable depende por el contrario de la cantidad empleada de los factores variables, y por tanto, del nivel de producción. En el proyecto, el costo variable se considerará el 10% de las ventas.

Los gastos administrativos, son los gastos reconocidos sobre las actividades administrativas globales de una empresa, para el proyecto se ha considerado: mano de obra indirecta, impuestos, pago de servicios, combustible, materiales varios, etc.

Tabla 48: Costos de producción. Costos fijos.

Costos fijos (Mano de obra directa; materiales directos; depreciación; Seguros, etc.)							
	<i>Cantidad</i>	<i>Sueldo mensual</i>	<i>Total anual</i>	<i>CTS Anual de producc.</i>	<i>Seguro Social</i>	<i>Neto a pagar</i>	<i>Año 0</i>
				8.33%	9.00%		
Operarios Reactor	3	1.500,00	63.557,50	5.294,34	5.720,18	74.572,01	74.572,01
Operario Desulfurador	3	1.500,00	63.557,50	5.294,34	5.720,18	74.572,01	74.572,01
Operario Grupo electrógeno	3	1.500,00	63.557,50	5.294,34	5.720,18	74.572,01	74.572,01
Operarios Mantenimiento	5	1.500,00	105.557,50	8.792,94	9.500,18	123.850,61	123.850,61
Electricista	1	2.000,00	28.557,50	2.378,84	2.570,18	33.506,51	33.506,51
Mecánico	1	2.000,00	28.557,50	2.378,84	2.570,18	33.506,51	33.506,51
Ingenieros	2	2.300,00	64.957,50	5.410,96	5.846,18	76.214,63	76.214,63
Jefe de planta	1	2.500,00	35.557,50	2.961,94	3.200,18	41.719,61	41.719,61
Operarios almacén	2	1.500,00	42.557,50	3.545,04	3.830,18	49.932,71	49.932,71
Depreciación			384.525,32				0,00
TOTAL	21						582.446,65

Tabla 49: Proyección de los costos fijos

Costos fijos (Mano de obra directa; materiales directos; depreciación; Seguros, etc.)										
	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
Operarios Reactor	79.046,34	83.789,12	88.816,46	94.145,45	99.794,18	105.781,83	112.128,74	118.856,46	125.987,85	133.547,12
Operario Desulfurador	79.046,34	83.789,12	88.816,46	94.145,45	99.794,18	105.781,83	112.128,74	118.856,46	125.987,85	133.547,12
Operario Grupo electrógeno	79.046,34	83.789,12	88.816,46	94.145,45	99.794,18	105.781,83	112.128,74	118.856,46	125.987,85	133.547,12
Operarios Mantenimiento	131.281,65	139.158,55	147.508,06	156.358,55	165.740,06	175.684,46	186.225,53	197.399,06	209.243,01	221.797,59
Electricista	35.516,91	37.647,92	39.906,80	42.301,20	44.839,28	47.529,63	50.381,41	53.404,29	56.608,55	60.005,06
Mecánico	35.516,91	37.647,92	39.906,80	42.301,20	44.839,28	47.529,63	50.381,41	53.404,29	56.608,55	60.005,06
Ingenieros	80.787,51	85.634,76	90.772,85	96.219,22	101.992,37	108.111,92	114.598,63	121.474,55	128.763,02	136.488,80
Jefe de planta	44.222,79	46.876,16	49.688,73	52.670,05	55.830,26	59.180,07	62.730,88	66.494,73	70.484,41	74.713,48
Operarios almacén	52.928,68	56.104,40	59.470,66	63.038,90	66.821,24	70.830,51	75.080,34	79.585,16	84.360,27	89.421,89
Depreciación	384.525,32	407.596,84	432.052,65	457.975,81	485.454,36	514.581,62	545.456,52	578.183,91	612.874,94	649.647,44
TOTAL	1.001.918,77	1.062.033,90	1.125.755,93	1.193.301,29	1.264.899,37	1.340.793,33	1.421.240,93	1.506.515,38	1.596.906,31	1.692.720,68

Tabla 50: Costos de producción. Proyección de los costos variables.

Costos variables (10% de las ventas)										
	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
TOTAL	161.752,82	194.103,39	232.924,07	279.508,88	335.410,66	402.492,79	482.991,34	579.589,61	695.507,54	834.609,04

Tabla 51: Costos de producción. Gastos administrativos.

Gastos Administrativos (Mano de obra indirecta; impuestos, servicios, materiales varios)							
	<i>Cantidad</i>	<i>Sueldo mensual</i>	<i>Total anual</i>	<i>CTS Anual de producc.</i>	<i>Seguro Social</i>	<i>Neto a pagar</i>	<i>Año 0</i>
				8,33%	9,00%		
Contador	1	2.000,00	28.000,00	2.332,40	2.520,00	32.852,40	32.852,40
Administrador	1	2.000,00	28.000,00	2.332,40	2.520,00	32.852,40	32.852,40
Secretarias	2	1.500,00	42.000,00	3.498,60	3.780,00	49.278,60	49.278,60
Personal de limpieza	2	1.200,00	33.600,00	2.798,88	3.024,00	39.422,88	39.422,88
Asistentes	2	1.200,00	33.600,00	2.798,88	3.024,00	39.422,88	39.422,88
Servis de Vigilancia	1	1.200,00	16.800,00	1.399,44	1.512,00	19.711,44	19.711,44
Servicio de Agua		120,00	1.440,00				1.440,00
Servicio de Luz		1.500,00	18.000,00				18.000,00
Servicio de teléfono		550,00	6.600,00				6.600,00
Predios		340,85	4.090,24				4.090,24
Arbitrios		903,35	10.840,22				10.840,22
Combustible		300,00	3.600,00				3.600,00
Capacitaciones			1.800,00				1.800,00
Controles médicos			2.100,00				2.100,00
Material de Limpieza		40,00	480,00				480,00
TOTAL							262.491,06

Tabla 52: Proyección de los gastos administrativos.

Gastos Administrativos (Mano de obra indirecta; impuestos, servicios, materiales varios)										
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Contador	34.823,54	36.912,96	39.127,73	41.475,40	43.963,92	46.601,76	49.397,86	52.361,73	55.503,44	58.833,64
Administrador	34.823,54	36.912,96	39.127,73	41.475,40	43.963,92	46.601,76	49.397,86	52.361,73	55.503,44	58.833,64
Secretarias	52.235,32	55.369,43	58.691,60	62.213,10	65.945,88	69.902,64	74.096,79	78.542,60	83.255,16	88.250,47
Personal de limpieza	41.788,25	44.295,55	46.953,28	49.770,48	52.756,71	55.922,11	59.277,44	62.834,08	66.604,13	70.600,37
Asistentes	41.788,25	44.295,55	46.953,28	49.770,48	52.756,71	55.922,11	59.277,44	62.834,08	66.604,13	70.600,37
Servis de Vigilancia	20.894,13	22.147,77	23.476,64	24.885,24	26.378,35	27.961,05	29.638,72	31.417,04	33.302,06	35.300,19
Servicio de Agua	1.526,40	1.617,98	1.715,06	1.817,97	1.927,04	2.042,67	2.165,23	2.295,14	2.432,85	2.578,82
Servicio de Luz	19.080,00	20.224,80	21.438,29	22.724,59	24.088,06	25.533,34	27.065,34	28.689,27	30.410,62	32.235,26
Servicio de teléfono	6.996,00	7.415,76	7.860,71	8.332,35	8.832,29	9.362,23	9.923,96	10.519,40	11.150,56	11.819,59
Predios	4.335,65	4.595,79	4.871,54	5.163,83	5.473,66	5.802,08	6.150,21	6.519,22	6.910,37	7.325,00
Arbitrios	11.490,63	12.180,07	12.910,88	13.685,53	14.506,66	15.377,06	16.299,68	17.277,66	18.314,32	19.413,18
Combustible	3.816,00	4.044,96	4.287,66	4.544,92	4.817,61	5.106,67	5.413,07	5.737,85	6.082,12	6.447,05
Capitaciones	1.908,00	2.022,48	2.143,83	2.272,46	2.408,81	2.553,33	2.706,53	2.868,93	3.041,06	3.223,53
Controles médicos	2.226,00	2.359,56	2.501,13	2.651,20	2.810,27	2.978,89	3.157,62	3.347,08	3.547,91	3.760,78
Material de Limpieza	508,80	539,33	571,69	605,99	642,35	680,89	721,74	765,05	810,95	859,61
TOTAL	278.240,52	294.934,96	312.631,05	331.388,92	351.272,25	372.348,59	394.689,50	418.370,87	443.473,12	470.081,51

Los ingresos de la planta están representados por dos rubros, el primero, por la venta del servicio: energía eléctrica, a la red nacional, para lo cual se aplica la tarifa de OSINERG referida a la venta al SEIN, y por la venta del abono orgánico, que está basado en el precio del mismo en el mercado local; el segundo rubro es el de la venta de bonos de carbono.

Los bonos de carbono son dispositivos financieros que promueven la creación de proyectos que promueve la creación de proyectos que contribuyen al desarrollo ambiental y a su vez disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera. La Organización de la Naciones Unidas (ONU) verifica si los proyectos logran los objetivos antes mencionados para otorgar los bonos. Los expertos señalan que los proyectos utilizados para la emisión de bonos de carbono son los de relleno sanitario, cambio de combustible, conversión de energía, eficiencia energética, uso de biomasa, cogeneración, reforestación, entre otros (El Peruano 2008). En el Perú, la central hidroeléctrica de Santa Rosa, ubicada en Chosica (a 40 km de Lima), y la de Poechos, en Piura, recibieron en conjunto 63 mil 661 bonos en febrero del año pasado por ser fuentes de energía renovable y por no emanar dióxido de carbono.

Considerando que 1 tonelada de Metano, equivale a la reducción de 21 toneladas de CO₂ (ASJA 2008) y teniendo en cuenta lo que se produce de CH₄, la planta estaría reduciendo:

261,83 kg/h CH₄ \equiv 2.262.211,2 kg/ año CH₄

Si 1.000 kg/h CH₄ pueden reducir 21.000 kg de CO₂; con 2.262.211,2 kg/ año CH₄; se estarían reduciendo 47.506.435,2 kg/ año CH₄.

Según el país y el tipo de proyecto el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, ha determinado que el bono de carbono vale como mínimo 10 dólares (1 tonelada de CO₂ equivalente = 1 bono de carbono) (Andina 2008), pudiendo llegar hasta 20 dólares por tonelada, considerando la magnitud del proyecto, teniendo en cuenta de la cantidad de energía limpia generada y que es llevada a la Red Nacional. Para el proyecto tomaremos en cuenta el precio de \$20,00 por tonelada.

La siguiente tabla muestra los ingresos.

Tabla 53: Ingresos: Producción de servicios en el tiempo

INGRESOS									
Taza de crecimiento		20%							
Bonos de Carbono (kg de CO ₂ reducidos)		\$10 por tonelada de CO ₂ Reducido							
Producción de servicios									
	<i>MW-h / kg</i>	<i>KW-h / Kg</i>	<i>Mensual</i>	<i>Anual</i>					
Energía eléctrica (kw-h))	35,78	35.780,00	1.073.400,00	12.880.800,00					
Abono orgánico (kg)				2.970,00					
	<i>\$/ ton.</i>	<i>S/. / kg</i>							
Bonos de Carbono (kg de CO2 reducidos)	20	0,06	3,958.869,60	47.506.435,20					
Producción de servicios (Energía eléctrica / Abono orgánico / Bonos de Carbono)									
<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
12.880.800,00	15.456.960,00	18.548.352,00	22.258.022,40	26.709.626,88	32.051.552,26	38.461.862,71	46.154.235,25	55.385.082,30	66.462.098,76
2.970,00	3.564,00	4.276,80	5.132,16	6.158,59	7.390,31	8.868,37	10.642,05	12.770,46	15.324,55
47.506.435,20	57.007.722,24	68.409.266,69	82.091.120,03	98.509.344,03	118.211.212,84	141.853.455,40	170.224.146,49	204.268.975,78	245.122.770,94

Tabla 54: Ingresos: Venta de servicios en el tiempo

Venta de servicios	
	<i>S/. kW-h / kg</i>
Energía eléctrica	0,13
Abono orgánico	1,20
	<i>S/. / kg</i>
Bonos de Carbono (kg de CO2 reducidos)	0,06

Venta de servicios (Energía eléctrica / Abono orgánico / Total)									
<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
1.613.964,24	1.936.757,09	2.324.108,51	2.788.930,21	3.346.716,25	4.016.059,50	4.819.271,40	5.783.125,68	6.939.750,81	8.327.700,97
3.564,00	4.276,80	5.132,16	6.158,59	7.390,31	8.868,37	10.642,05	12.770,46	15.324,55	18.389,46
1.617.528,24	1.941.033,89	2.329.240,67	2.795.088,80	3.354.106,56	4.024.927,87	4.829.913,44	5.795.896,13	6.955.075,36	8.346.090,43

Venta de servicios (Bonos de carbono / Total)									
<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
2.850.386,11	3.420.463,33	4.104.556,00	4.925.467,20	5.910.560,64	7.092.672,77	8.511.207,32	10.213.448,79	12.256.138,55	14.707.366,26

Ingresos totales									
<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
4.467.914,35	5.361.497,22	6.433.796,67	7.720.556,00	9.264.667,20	11.117.600,64	13.341.120,77	16.009.344,92	19.211.213,91	23.053.456,69

3.8. FINANCIAMIENTO

Fuentes de financiamiento

Haremos mención de las principales fuentes de financiamiento para proyectos de desarrollo social en el país.

a) Ministerio de energía y Minas

El ministerio de energía y minas tiene varias dependencias entre las cuáles es el subsector de energía que tiene como propósito: conseguir la seguridad y la calidad del suministro y el uso sensato y eficiente de los recursos de energía, tanto como el uso de la energía alternativa, como mantener en orden el ambiente, además el desarrollo de la infraestructura de energía en los lugares aislados.

Dentro del subsector de energía tiene un área de electricidad. Esta área busca promocionar la inversión particular en la transmisión, generación, a distribución eléctrica y proyectos de electrificación rural.

La Dirección Ejecutiva de proyectos mantiene un esfuerzo continuo de agrandar la fronteras eléctricas en las áreas rurales y aisladas a través de sistemas eléctricos aislados e integrarlos al Sistema Eléctrico de red nacional.

b) Fondo Nacional del Ambiente

Es una entidad que financia proyectos y actividades orientadas al mejoramiento de la calidad ambiental del Perú. Es una institución de derecho privado, sin fines de lucro encargada de promover la inversión pública y privada en el desarrollo de proyectos prioritarios ambientales en el Perú. Sus actividades se dirigen a promover la inversión en planes, programas y proyectos orientados al mejoramiento de la calidad ambiental, el uso sostenible de los recursos naturales, y el fortalecimiento de las capacidades para una adecuada gestión ambiental.

c) Banco de desarrollo Interamericano.

El Banco de desarrollo Interamericano es una institución con los nuevos mandatos, herramientas, y programas de cooperación técnica y proyectos de desarrollo económico y social. Es la fuente principal de financiamiento cuando se trata de proyectos de desarrollo económico-social e institucional, también con el programa de integración comercial y regional en América Latina y el Caribe.

d) Banco Mundial

El Banco Mundial es una fuente vital de financiamiento y asistencia técnica para países en vías de desarrollo alrededor del mundo. El Banco Mundial es respaldado por el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (IRBD) y la Asociación Internacional del Desarrollo (IDA). Provee préstamos de bajos intereses, créditos libres de intereses y subvención a países en vías de desarrollo para educación, salud, infraestructura, comunicaciones y muchos otros propósitos. Sus proyectos apuntan a desarrollar y

demostrar un marco para el suministro de electricidad pública-privada en áreas rurales del Perú que puedan atraer inversión del sector privado así como del nacional, regional y gobierno local.

e) Grupo Intermediario de Desarrollo de Tecnología

El Grupo Intermediario de Desarrollo de Tecnología (ITDG) aspira a demostrar y defender el uso sostenible de tecnología para reducir la pobreza en países en vías de desarrollo de todo el mundo. El ITDG ha desarrollado planes de micro centrales hidráulicas con comunidades en Perú y otros países en vías de desarrollo. En el Perú, proyectos pilotos subsidiados sobre micro centrales hidráulicas han convencido a un institución clave, el Banco Interamericano de Desarrollo, para solventar el desarrollo comercial de micro centrales hidráulicas a través de un fondo giratorio donde la paga de un préstamo original es usado para proveer fondos para futuras micro centrales hidráulicas.

Evaluando a estas organizaciones, se pudo establecer una tasa de interés anual promedio del 16% que permite poder pagar el préstamo en una periodo de 6 años, y además contar con los dos primeros años de gracia; hasta que la planta obtenga ingresos suficientes que permitan pagar la deuda y la amortización sin generar pérdidas en el flujo de caja anual.

Tabla 55: Financiamiento

FINANCIAMIENTO	
Taza de interés mensual	0,012
Taza de interés anual	0,160
Periodo de pago (años)	6,000
Total del préstamo	8.471.751,713
Factor de recuperación del capital	0,174
Cuota	1.474.094,527

Cuadro de servicio de la deuda						
<i>Periodo</i>	<i>Principal Inicial</i>	<i>Amortización</i>	<i>Interés</i>	<i>Servicio de la Deuda</i>	<i>Principal Final</i>	<i>Escudo Tributario</i>
1	8.471.751,71	1.368.662,41	105.432,12	1.474.094,53	7.103.089,30	31.629,64
2	7.103.089,30	1.385.695,60	88.398,93	1.474.094,53	5.717.393,70	26.519,68
3	5.717.393,70	1.402.940,77	71.153,75	1.474.094,53	4.314.452,93	21.346,13
4	4.314.452,93	1.420.400,56	53.693,96	1.474.094,53	2.894.052,37	16.108,19
5	2.894.052,37	1.438.077,65	36.016,88	1.474.094,53	1.455.974,72	10.805,06
6	1.455.974,72	1.455.974,72	18.119,81	1.474.094,53	0,00	5.435,94
TOTAL		8.471.751,71	372.815,45	8.844.567,16	21.484.963,03	111.844,63

3.9. EVALUACIÓN

Para la evaluación, y demostrar la factibilidad económica del proyecto, se presenta el flujo de caja detallado.

Tabla 56: Flujo de caja proyectado

FLUJO DE CAJA ECONOMICO											
Tasa del préstamo		0.2									
<i>Variables en el tiempo</i>	<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
Producción de energía (kw-h)		12.880.800,00	15.456.960,00	18.548.352,00	22.258.022,40	26.709.626,88	32.051.552,26	38.461.862,71	46.154.235,25	55.385.082,30	66.462.098,76
Capital de trabajo total		333.075,23	399.690,28	479.628,33	575.554,00	690.664,80	828.797,76	994.557,31	1.193.468,77	1.432.162,52	1.718.595,03
Capital de trabajo incremental			66.615,00	79.938,00	95.926,00	115.111,00	138.133,00	165.760,00	198.911,00	238.694,00	286.433,00
Depreciación		384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32
<hr/>											
<i>Flujo de Capital</i>	<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
Inversión en activo fijo	9.016.378,00										
Capital de trabajo	(333.075,00)	(66.615,00)	(79.938,00)	(95.926,00)	(115.111,00)	(138.133,00)	(165.760,00)	(198.911,00)	(238.694,00)	(286.433,00)	(343.719,00)
Recuperación del Capital de Trabajo											
Valor Rescate del activo fijo											
Imp. venta de activo fijo											
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F.C. Capital</i>	<u>8.683.302,77</u>	<u>-66.615,05</u>	<u>-79.938,06</u>	<u>-95.925,67</u>	<u>-115.110,80</u>	<u>-138.132,96</u>	<u>-165.759,55</u>	<u>-198.911,46</u>	<u>-238.693,75</u>	<u>-286.432,50</u>	<u>-343.719,01</u>
<hr/>											
<i>Flujo Operativo</i>	<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
Ingresos		4.467.914,35	5.361.497,22	6.433.796,67	7.720.556,00	9.264.667,20	11.117.600,64	13.341.120,77	16.009.344,92	19.211.213,91	23.053.456,69
<i>Egresos</i>											
* Costo fijo		1.001.918,77	1.062.033,90	1.125.755,93	1.193.301,29	1.264.899,37	1.340.793,33	1.421.240,93	1.506.515,38	1.596.906,31	1.692.720,68
Gastos administrativos		278.240,52	294.934,96	312.631,05	331.388,92	351.272,25	372.348,59	394.689,50	418.370,87	443.473,12	470.081,51
Costo variable		161.752,82	194.103,39	232.924,07	279.508,88	335.410,66	402.492,79	482.991,34	579.589,61	695.507,54	834.609,04
* Depreciación		384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32	384.525,32
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Egresos		1.826.437,00	1.935.598,00	2.055.836,00	2.188.724,00	2.336.108,00	2.500.160,00	2.683.447,00	2.889.001,00	3.120.412,00	3.381.937,00
<hr/>											
Utilidad antes de impuestos		2.641.477,00	3.425.900,00	4.377.960,00	5.531.832,00	6.928.560,00	8.617.441,00	10.657.674,00	13.120.344,00	16.090.802,00	19.671.520,00

Impuestos		792.443,00	1.027.770,00	1.313.388,00	1.659.549,00	2.078.568,00	2.585.232,00	3.197.302,00	3.936.103,00	4.827.240,00	5.901.456,00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U. Neta		1.849.034,00	2.398.130,00	3.064.572,00	3.872.282,00	4.849.992,00	6.032.208,00	7.460.372,00	9.184.241,00	11.263.561,00	13.770.064,00
(+) Depreciación		384.525,00	384.525,00	384.525,00	384.525,00	384.525,00	384.525,00	384.525,00	384.525,00	384.525,00	384.525,00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fondos Generados		2.233.559,00	2.782.655,00	3.449.098,00	4.256.807,00	5.234.517,00	6.416.734,00	7.844.897,00	9.568.766,00	11.648.086,00	14.154.589,00
Flujo de Caja Total	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Capital	8.683.303,00	(66.615,00)	(79.938,00)	(95.926,00)	(115.111,00)	(138.133,00)	(165.760,00)	(198.911,00)	(238.694,00)	(286.433,00)	(343.719,00)
Operativo	0,00	2.233.559,00	2.782.655,00	3.449.098,00	4.256.807,00	5.234.517,00	6.416.734,00	7.844.897,00	9.568.766,00	11.648.086,00	14.154.589,00
amortización de préstamo				1.474.095,00	1.474.095,00	1.474.095,00	1.474.095,00	1.474.095,00	1.474.095,00		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F.C. Económico	(8.683.303)	2.166.944,00	2.702.717,00	1.879.077,00	2.667.602,00	3.622.290,00	4.776.880,00	6.171.891,00	7.855.978,00	11.361.654,00	13.810.870,00
VAN	21.053.427,00										
TIR	36,57%										

3.10 ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

3.10.1. Marco político, legal e institucional.

En el Perú ha realizado importantes avances en materia de legislación ambiental a partir de la Conferencia de Estocolmo sobre Medio Humano realizada en Suecia, en 1972; “La sostenibilidad es un asunto que nos incumbe a todos, ricos y pobres por igual. Uno de cada dos empleos –en la agricultura, la silvicultura y la pesca – depende directamente de la sostenibilidad de los ecosistemas (Annan 2001)” y sobre todo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Brasil en 1992. Una manifestación de ello, es el desarrollo de un ordenamiento legal más ordenado, acorde con los principios internacionales del Derecho Ambiental.

Se han promulgado leyes sectoriales que regulan prácticamente todos los aspectos de la problemática ambiental, comprendiéndose entre ellas, la Ley General de Aguas y el Código Sanitario de 1969; las normas de conservación de la flora y fauna silvestre y las del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, los reglamentos de ordenamiento urbano; normas sobre el control de ruidos y sobre la prevención de la contaminación ambiental. Además en los últimos años se ha aprobado un conjunto de normas que complementan leyes anteriores, y que tienen por objeto, prevenir la contaminación ambiental proveniente de las empresas industriales, entre ellas y las que nos interesa para nuestro estudio (INEI 1996):

- Decreto Supremo 046-93-EM (12-11-93), Reglamento para la Protección Ambiental de las Actividades de Hidrocarburos.
- Decreto Supremo 29-94-EM (08-06-94), Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas
- Decreto Legislativo N° 757. Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada.

La constitución política

La Constitución Política del Perú de 1993, señala en su Art. 2º, inc. 22º, que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida (UTP 2006). El Art. 66 clasifica los recursos en renovables y no renovables, en el art. 67 se determina la política nacional ambiental y se promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

Código del Medio Ambiente (INRENA 1990).

La norma principal y ordenadora de la política nacional del ambiente es sin duda el Decreto Legislativo 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, promulgado el 7 de Septiembre de 1990, que orienta la lectura de la legislación ambiental peruana, a través de una serie de principios orientados al desarrollo sustentable del país y al mejoramiento de la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones.

El código Penal (Minem. 1991).

El código penal en su título XIII “Delitos contra la ecología” establece los comportamientos o conductas que, de verificarse en la realidad, constituirán los llamados delitos ecológicos o delitos contra la ecología, como es la contaminación del medio ambiente, depredaciones ilegales, extracción de especies prohibidas, depredación de bosques protegidos, alteración del paisaje, etc.

Otras normativas:

- Decreto Legislativo N° 635, Código Penal
- Decreto Ley N° 17505, Código Sanitario
- Ley General de la Salud
- Ley General del ambiente: Decreto Ley N° 28611
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (MTC 2001).
- Ley Orgánica para el aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Congreso de la República 1997).
- Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos - D.S. N° 046-93-EM (12-11-93) (MINEM 2003).
- Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Congreso de la República 1997).

3.10.2. Situación ambiental de la Región

El proyecto ha demostrado ser un ejemplo eficaz de buena práctica para la generación de energía sostenible.

Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana.

La planta se encuentra geográficamente ubicada en el km. 5 de la carretera a San José al nor oeste de la ciudad de Chiclayo y a 2 m.s.n.m. (Lambayeque Online 2007).

El departamento de Lambayeque en general está sufriendo una degradación ambiental sumamente grave que está poniendo en inminente riesgo nuestra condición de seres humanos y, por ende, de la vida social en Lambayeque, al acabarse definitivamente, los recursos naturales: depredación de los recursos naturales bióticos y disturbación-destrucción de los ecosistemas de montaña, originada por la voracidad de la actividad minera, de origen transnacional, como está aconteciendo en Kañaryaku (Kañariaco) y Qiwamarca (Jehuemarca), en el distrito de Kañaris. Además de una intensa contaminación en las principales ciudades costeras y rurales. De manera, que el agua, el suelo (salinización), parte de las áreas de las Cuencas Atmosféricas, el litoral del Pacífico y las Islas de Lambayeque, presentan efectos de esta contaminación, de

diversos orígenes y fuentes. Es insoslayable tener en cuenta, que en la vegetación, flora y fauna, la destrucción y la ausencia de estudios científicos e inventarios especializados, agrava más esta situación (Soraluz 2007).

Variables ambientales

a. Calidad del agua:

Aunque la planta se ocupa principalmente de tratar el agua, es necesario tener cuidado con el servicio de agua potable en la localidad de San José y poblaciones cercanas, así como el cuidado de ríos, aguas subterráneas y cualquier otra fuente natural de agua.

La comunidad de San José utiliza el agua tratada de las lagunas de estabilización de la ciudad de Chiclayo, ubicada en San José a 2 km. de la población. Asimismo, existe un acueducto de regadío por la zona, que desemboca en el mar.

Para analizar la calidad del agua se siguen métodos o modelos que son representaciones que simulan las condiciones ambientales y su respuesta ante estímulos determinados.

Los modelos pueden ser dinámicos o de estado estacionario. Los dinámicos proveen información acerca de la calidad del agua tanto en la dirección como en el tiempo. Los estacionarios suponen variación sólo en el espacio, como por ejemplo una descarga continua y constante.

La Ley general de aguas DL. N° 17752, del 24-07-1969 (Environmental Policy Statement), prohíbe en su título II, mediante el artículo 22, verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda alterar la calidad de agua y ocasionar daños a la salud humana o poner en peligro recursos hidrobiológicos de los cauces afectados; así como, perjudicar el normal desarrollo de la flora y fauna. Asimismo, refiere que los efluentes deben ser adecuadamente tratados para alcanzar los límites permisibles.

Dentro de esta variable podemos mencionar el Océano Pacífico, la corriente peruana o de Humbolt, y el agua potable que llega a la caleta San José y a todo el distrito, además de las aguas que se utilizan para regar las áreas de cultivo.

b. Calidad del aire:

Las poblaciones del distrito de San José se caracterizan por la brisa marina y vientos cuya dirección predominante es de Sur a Norte (paralelo a la línea de la playa) con una velocidad en promedio de 12 km/h en las mañanas y 19 km/h por las tardes.

El análisis de la calidad del aire puede cumplir varias finalidades, entre las que destacan el pronóstico de las posibles alteraciones por la nueva actividad, y el impacto en la salud humana y en la flora y fauna de un territorio determinado. También el análisis de la calidad del aire permite conocer la eficiencia de los mecanismos de control de emisiones del proceso que se desarrolla en la planta.

Al igual que en el análisis de la calidad del agua, la modelación de los posibles impactos ambientales por emisiones al aire cumple el propósito de predecir el

comportamiento de las concentraciones de contaminantes. Esto implica simular con una metodología apropiada la manera cómo el medio ambiente es afectado por una determinada emisión y evaluar los impactos de la acción propuesta y de sus alternativas. Los modelos disponibles para el análisis de la calidad del aire están en función de los diferentes componentes químicos emitidos, y las variables meteorológicas y de estabilidad atmosférica.

Respecto a esta variable en San José, así como en toda la región Lambayeque, los factores ambientales atmosféricos con relación a la calidad del aire, tenemos el Anticiclón del Pacífico Sur, los vientos alisos, y diversos pisos bioclimáticos.

El reglamento de estándares Nacionales de Calidad del Aire D.S. N° 074-2001-PCM (24-06-01) (MINEM 2001), define los valores correspondientes para los estándares nacionales de calidad Ambiental del aire y los valores de tráfico, como se observa en la tabla:

Tabla 57: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire.

Contaminantes	Periodo	Formas del estándar		Método de análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética Anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de una vez al año	
PM - 10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación Inercial / filtración gravimétrica.
	24 horas	150	NE más de 3 veces al año	
Monóxido de Carbono	Anual	10.000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR Método automático)
	1 hora	30.000	NE más de 1 vez al año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces al año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM – 10 (Espectrofotometría de absorción atómica)

NE = No exceder

Fuente: MINEM.

El ruido es también un contaminante ambiental que causa impactos negativos tanto en la salud de las personas como de la flora y fauna del lugar. El Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobado mediante D.S. N° 085-2003-PCM, establece los estándares de calidad ambiental para el ruido y

los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

Tabla 58: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el ruido

Zonas de Aplicación	Valores expresados en LAeqT*	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

* Nivel de presión sonora continuo equivalente en Ponderación A, es la que más se asemeja al comportamiento del oído humano.

Fuente: MINEM.

El clima es semi - cálido, con alta humedad atmosférica y escasas precipitaciones casi siempre están por debajo de los 50 mm anuales. La temperatura máxima en Lambayeque es de 31 °C y mínima 14,7 °C, con un promedio anual de 22,3 °C.

c. Degradación de los suelos:

Para analizar la degradación de los suelos los métodos más comunes son de observación y medición directa, en el primer caso se utiliza por ejemplo la aparición en superficies de las raíces de la vegetación o la variación de las especies de flora y fauna existentes, o los cambios en la coloración de los suelos. Otro método muy utilizado es la cartografía de suelos, que son mapas que representan la distribución de los tipos de suelos u otras unidades edáficas de una zona más o menos extensa; asimismo pueden representarse una o más características como: susceptibilidad a la erosión, permeabilidad, productividad, etc.

La erosión de los suelos afecta en la reducción de la superficie de terrenos cultivables y de pastos. Los factores más incidentes es el uso intensivo de tierras, la falta de protección del suelo en ladera, el manejo inadecuado del agua de riego, y ampliación de áreas agrícolas hacia áreas con mayor pendiente que originan la vulnerabilidad del suelo dentro de su capacidad y uso.

El suelo sobre el cual se encuentra la planta es llano y arenoso, típico de las llanuras costeras, con dunas arenosas y áridas, que son pequeños cerros aislados que determinan la dirección de los ríos y arroyos.

d. Geología:

La composición geológica del territorio lambayecano se basa principalmente en formaciones de rocas sedimentarias y metamórficas. Esta zona corresponde en gran parte a sus fértiles valles. La región Lambayeque, es susceptible a riesgos por fenómeno de inundación (fluvial 36 y pluvial maretazo, erosión fluvial, huaycos y deslizamientos. Por inundación está en riesgo un área estimada de 3.700 km², la inundación fluvial es el mayor riesgo, especialmente en las zonas con pendientes de 0,10 % de los conos aluviales de los ríos Lambayeque, Reque, Zaña y parte de La Leche éstas en épocas de grandes avenidas de aguas se desbordan, aumentando

la amenaza en la presencia del fenómeno de El Niño que ocasionan daños de gran magnitud.

e. Clima

Según el sistema de clasificación climática de C.W. Thornthwaite, en el norte y ciertos lugares del noreste del departamento de Lambayeque se identifican diversos tipos de clima.

- a) Tipo E (d) A' H₃: que corresponden zonas desérticas cálidas con deficiencias de lluvias durante todas las estaciones del año y con una humedad relativa calificada como húmeda. Este tipo de clima habitualmente predomina en las localidades de olmos, Motupe y sus alrededores.
- b) Tipo E (d) B' H₃: correspondiente a zonas desérticas de características semicálidas, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año y a las cuales se asocia una humedad relativa calificada como húmeda. Se encuentra en zonas de bajas alturas.
- c) Tipo C (o, ip) B'2 H₃ H₃: perteneciente a una zona semiseca, caracterizada como templada; con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, tipo climático que también corresponde a una zona con humedad relativa calificada como muy húmeda.
- d) Tipo C (o, i, p) B' H₃: características inherentes a una zona semiseca, semifrías, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda. Corresponden a este tipo climático las localidades de Incahuasi, Cueva Blanca y sus alrededores. Zonas nororientales de Lambayeque.

De acuerdo con la clasificación internacional de W. Copen, la región Lambayeque cuenta con tres tipos de provincia climáticas.

Clima Desértico o Árido Sub Tropical: Comprende la zona costera del departamento, de muy escasa precipitación (media anual de 150 mm), temperatura moderada de 18 a 19 °C; y elevada humedad atmosférica.

Clima Templado Sub-húmedo (clima de montaña): Es propia de zona andina, particularmente en valle interandinos de 1.000 a 3.000 m.s.n.m.; temperatura mayor de 20 °C; precipitación media de 500 mm; clima adecuado solo para productos tropicales (Cañaris e Incahuasi).

Clima Frío Obreal (clima de montaña alta): Propia de sierra alta, en los valles interiores ubicados entre 3.000 a 4.000 m.s.n.m. Temperatura media de 12 °C; y precipitación media de 5.000 m.s.n.m.; con veranos lluviosos secos con fuertes heladas (Incahuasi y Cañaris); es influyente en la agricultura.

El fenómeno del Niño

El vocablo “El Niño” o “Niño Cristo” fue usado en el siglo pasado por pescadores del norte peruano para describir las aguas cálidas que aparecían en sus costas a fines de diciembre, época relacionada con la navidad; a la fecha se liga a este

proceso la denominada contracorriente ecuatorial, que periódicamente a fines de año ingresa la costa norte.

Sobre el evento “El Niño”, éste es una anomalía de la interacción océano atmósfera con alteraciones del sistema climático a escala hemisférica y global, tipificado por un anómalo calentamiento del pacífico ecuatorial oriental, por la transferencia de calor y masa proveniente del sector oeste, causando respectivamente inusuales lluvias en costas de Perú y Ecuador. El evento “Niño” es un fenómeno recurrente no periódico y ligado con la Oscilación del Sur, conociéndose ahora como “El Niño Oscilación del Sur” identificado científicamente como evento ENSO o ENOS.

El fenómeno ENOS en Lambayeque.

Las condiciones climáticas normales en el departamento Lambayeque se modifican por la presencia del fenómeno “El Niño Oscilación” (ENOS).

Este fenómeno tiene impactos globales en el planeta y tiene su origen en la interacción océano – atmósfera que se desarrolla en las aguas ecuatoriales del Océano Pacífico Tropical, los efectos en el continente se manifiestan alterando el régimen de caudales de los ríos, incrementando significativamente unos y generando fuertes déficit en otros.

Consta de dos fases, correspondientes a un ciclo del fenómeno: la fase cálida, conocida popularmente como El Niño y la fase fría, conocida popularmente como La Niña.

Según antecedentes el fenómeno, ha tenido gran influencia sobre la vertiente del océano pacífico, variando de norte a sur. Se manifiesta por el aumento de temperaturas del aire y del océano, lo que provoca variaciones de los recursos biológicos (en particular de la pesca) del nivel del mar, modificación de los vientos y de las corrientes marinas y generalmente por un crecimiento considerable de las precipitaciones en las zonas bajas y medias.

El comportamiento hidrológico de las cuencas del Pacífico durante los ENOS ha sido muy variable, que han dependido de su intensidad. Los Niños extraordinarios del 82-83 y 97-98 si tuvieron un impacto generalizado en toda la vertiente, creando condiciones de excesos hídricos que provocaron desastres, siendo éstos más acentuados en la zona norte.

f. Flora y fauna:

Debido a la gran diversidad que presentan los seres vivos, tanto a nivel de individuos y especies como de interacciones y asociaciones entre ellos, no existe una metodología aplicable a todos los casos, excepto en líneas o principios generales. Esto hace que el primer paso para realizar estudios de flora y fauna sea adecuarse a las metas planteadas y a la existencia de información disponible en inventarios y publicaciones científicas actualizadas, que están basadas en métodos biológicos o ecológicos tradicionales.

La descripción de las comunidades bióticas es la parte que requiere más tiempo en el estudio de impacto ambiental, ya que estas varían constantemente, por lo tanto

el nivel de detalle de las descripciones debe ser adecuado para satisfacer de cada caso o de cada grupo biótico.

Entre las técnicas de estudio de la fauna están aquellas que contemplan la detección directa de los individuos, ya sea por avistamiento, captura, restos de animales, o por estimaciones indirectas basadas en indicadores de presencia o actividad como lo son huellas, fecas, nidos, o presencia de restos óseos en fecas y regurgitados de predadores. También existen técnicas complejas de captura-marcaje-recaptura que permiten estimar en forma precisa la densidad y composición etárea de las poblaciones.

Las técnicas de captura deben estar adecuadas a los distintos tipos de organismos (peces, aves, reptiles, roedores, murciélagos, cetáceos, etc.). En los ecosistemas terrestres el método más práctico para definir una comunidad es a través del reconocimiento de formaciones vegetacionales que se realizan mediante métodos fisionómicos. Todos ellos utilizan categorías descriptivas que permiten caracterizar la vegetación con mayor o menor detalle y contemplan alguna forma de representación simbólica. Entre las características utilizadas están: la estratificación o alturas de los componentes principales; la abundancia; la densidad; la forma de vida; el tamaño, forma, textura y función de las hojas, y otros.

Sin embargo, el área de estudio, donde se ubicará la planta de tratamiento, carece de fauna propia de la zona, pero se ha percibido presencia de aves típicas de las zonas costeras.

Dentro de los animales domésticos que se ha verificado en la zona destacan las especies menores: aves de corral, canina, felina. No existen en el entorno especies que pudieran estar en peligro de extinción.

La identificación florística es importante para establecer si alguna de las especies presentes en el área de estudio se encuentra en alguna categoría de conservación que requiere especial atención. Para las plantas, tales como árboles, arbustos, cactus y algunas hierbas, han sido establecidos procedimientos tanto por organismos nacionales como también internacionales. La existencia de relación entre especies o ensamble de especies animales y vegetales, permite usar indicadores biológicos que establecen condiciones de presencia/ausencia.

Aunque, la flora y fauna del departamento se caracteriza por su gran variedad, empezando por el afloramiento marino, las especies de vegetación lomal, características de los desiertos costeros, como las especies florísticas del Ichu y orquídea rupícola y aves de rapiña. Sin embargo es preocupante la no existencia de estudios integrales de flora y fauna, con mamíferos y mega mamíferos en extinción como el Tapirus (pinchaque sachavaca), los sajinos, úrsidos (el oso de anteojos), felinos (puma y tigrillo) y los cérvidos con astas; los armadillos (sobresale el Quirquincho) y los cotomonos, ahora casi no predominan. Sobre ornitología, la información a nivel académico, es casi inexistente en las universidades e instituciones estatales. Faltan estudios sobre las aves de los ecosistemas de Lambayeque, principalmente de la zona de la Nefelohílea, (ecosistemas de montaña, bosques nublados, bosques de neblina, bosques de brumas, bosques de lluvias, bosques montanos, Ceja de Selva Alta), donde es posible que predominen aves nocturnas, aún sin identificar.

Por lo tanto, respecto a la flora y fauna de la zona tenemos el problema de la inexistente información especializada y científica sobre todos los ecosistemas de Lambayeque, con sus características bioclimáticas e inventarios de vegetación, flora y fauna y, por lo tanto, ausencia de conservación sistemática y monitoreo sobre el estado actual de la biota, su distribución y población; representada en mapas temáticos (Gobierno Regional de Lambayeque).

g. Análisis paisajista:

Para analizar el impacto ambiental sobre el paisaje, este debe tratarse como cualquier otro recurso afectado por la actividad del hombre. La medición de paisaje posee un alto grado de subjetividad, ya que el paisaje es la calidad visual y estética del entorno.

Los parámetros a utilizar varían de un área a otra y de acuerdo a los objetivos planteados en nuestro estudio. Por ello existen distintas técnicas utilizadas para inventariar, identificar y posteriormente evaluar el estado del paisaje. Principalmente se abordan a través de sus cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad, donde, la visibilidad engloba todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible, la fragilidad corresponde al conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajistas: cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos de tal manera de producir el menor impacto posible; la calidad o belleza del paisaje exige que los valores se evalúen en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador y de sus condiciones educativas y culturales.

El paisaje que se observa es el desierto costero, con formación de dunas cubiertas por vegetación.

h. Socio económico y cultural

Para estudiar el aspecto socio económico y cultural, debemos tener en cuenta que nos estamos refiriendo a las poblaciones aledañas a la planta, como son Gallito, San Juan y San José ya que serían afectadas positivamente por la producción y la utilización de las energías limpias, también podemos considerar a la ciudad de Chiclayo dentro de esta parte del estudio, ya que las aguas residuales a tratarse en la planta tiene su origen en esta ciudad.

Para describir el aspecto socio económico y cultural tomamos en cuenta las características de la población de la localidad de San José (caleta San José). El distrito de San José fue creado por la Ley del 2 de enero de 1857, promulgada por el segundo gobierno del mariscal Ramón Castilla. Su capital es la caleta de San José. Situada a 12,9 km al nor oeste de la ciudad de Chiclayo y a 2 m.s.n.m.

El distrito de San José está ubicado en el extremo Sur Oeste de la provincia de Lambayeque, a orillas del mar y en la región Chala. Sus límites son: Al Norte, con el distrito de Lambayeque; al Este, con los de Lambayeque y Chiclayo; al Sur, con el de Pimentel; al Oeste, con el Océano Pacífico (Ver anexo 11).

La principal actividad económica es la pesca artesanal para el consumo humano y para el procesamiento industrial.

La población según el INEI (censo del 2005) es de 12.186 hab. 6.016 hombres y 4.140 mujeres. De los cuales el 30 % corresponde a zona rural. La tasa del crecimiento anual es del 2,5 %.

Tabla 59: Centros poblados de San José

<i>Nombre</i>	<i>Condición</i>
Ciudad de Dios	Caserío
Hayabo	Caserío
Grauz	Caserío
La Tiza	Caserío
Gallito	Caserío
Colector	Caserío
Huaca Blanca	Caserío
Baldera	Caserío
Laguna verde	Poblado
San Andrés	Poblado
Fundo Dallorso	Poblado
La pradera	Poblado

Fuente: INEI 2005

La única vía de acceso a la caleta de San José (capital del distrito) es la carretera Chiclayo – San José, por la que diariamente transitan vehículos de transporte de pasajeros mediante colectivos y camionetas rurales tipo combis, así mismo camiones de transporte de producto hidrobiológicos (cámaras frigoríficas) transporte de madera para los astilleros.

Existe una posta del Ministerio de Salud, ubicada a la entrada de la Caleta. También encontramos Centros de Educación Inicial, Primaria y Secundaria, Mercados, Cementerio, Astilleros, Terminal Pesquero y Puesto Policial de la P.N.P.

Tabla 60: Viviendas por tipo de alumbrado

<i>Tipo de alumbrado</i>	<i>Cantidad</i>
Electricidad	1.897
Kerosene	270
Petróleo	22
Vela	107
Generador	1
No tiene	32
Otro	121
Total	2.456

Fuente: INEI. 2005

Tabla 61: Sistema educativo Estatal

<i>Nivel</i>		<i>Total</i>
Educación inicial		233
Educación primaria	Menores	2.211
	Adultos	-
Educación secundaria	Menores	775
	Adultos	-
Otros	Especial	-
	Ocupacional	90
	Pedagógica	-
Superior no universitaria	Tecnológica	-
	Artística	-
Total		3.309

Fuente: INEI. 2005

Tabla 62: Sistema educativo No Estatal

<i>Nivel</i>		<i>Total</i>
Educación inicial		76
Educación primaria	Menores	103
	Adultos	-
Educación secundaria	Menores	-
	Adultos	24
Otros	Especial	-
	Ocupacional	-
	Pedagógica	-
Superior no universitaria	Tecnológica	-
	Artística	-
Total		203

Fuente: INEI. 2005

La tasa de analfabetismo en mujeres es del 8 % (FONCODES 2006), según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 2005) la tasa de analfabetismo en todo el distrito es de 5,4 %. La tasa de desnutrición es del 36 %.

El distrito de San José carece de Centros de Educación Superior, por lo que se trasladan hacia la ciudad de Chiclayo y Lambayeque para tal fin.

El nivel socio-económico del distrito es relativamente bajo, siendo la actividad que genera puestos de trabajo la pesca artesanal, construcción de embarcaciones pesqueras (astilleros) y comercio de productos hidrobiológicos.

Se ha determinado, según el “Cuadro de Clasificación de pobreza en el Perú”, realizado por FONCODES (2006), que el distrito de San José, está clasificado como “Pobre no extremo”; y según PNUD (2005) está clasificado como Baja, basado en el IDH.

En cuanto al consumo del servicio eléctrico, San José consume 1.713.174 kW-h de electricidad. El promedio de pago por el servicio de Luz eléctrica es de 45 soles, pero existen casas, donde se paga 5 nuevos soles, y en otras como los astilleros, que pueden llegar a pagar hasta 300 nuevos soles. La tabla muestra la facturación de Consumo de energía eléctrica en los últimos años.

Tabla 63: Facturación Nominal del Consumo de Energía Eléctrica de Servicio Público en el distrito de San José.

<i>Año</i>	<i>Nuevos soles</i>
2002	352.482
2003	377.661
2004	470.531
2005	526.549
2006	561.545
Jun - 2007	293.139

Fuente: Electronorte S.A. 2007

El ingreso líquido per capita del distrito de San José está alrededor de 366,8 nuevos soles (Ministerio de trabajo y Promoción del empleo 2006).

La tabla 64 muestra algunos factores que marcan la situación de pobreza del distrito.

Tabla 64: Porcentaje de la población sin servicios de agua, desagüe y electricidad.

<i>Servicio</i>	<i>% de la población sin el servicio</i>
Agua	25
Desagüe / Letrinas	26
Electricidad	20

Fuente: FONCODES 2006

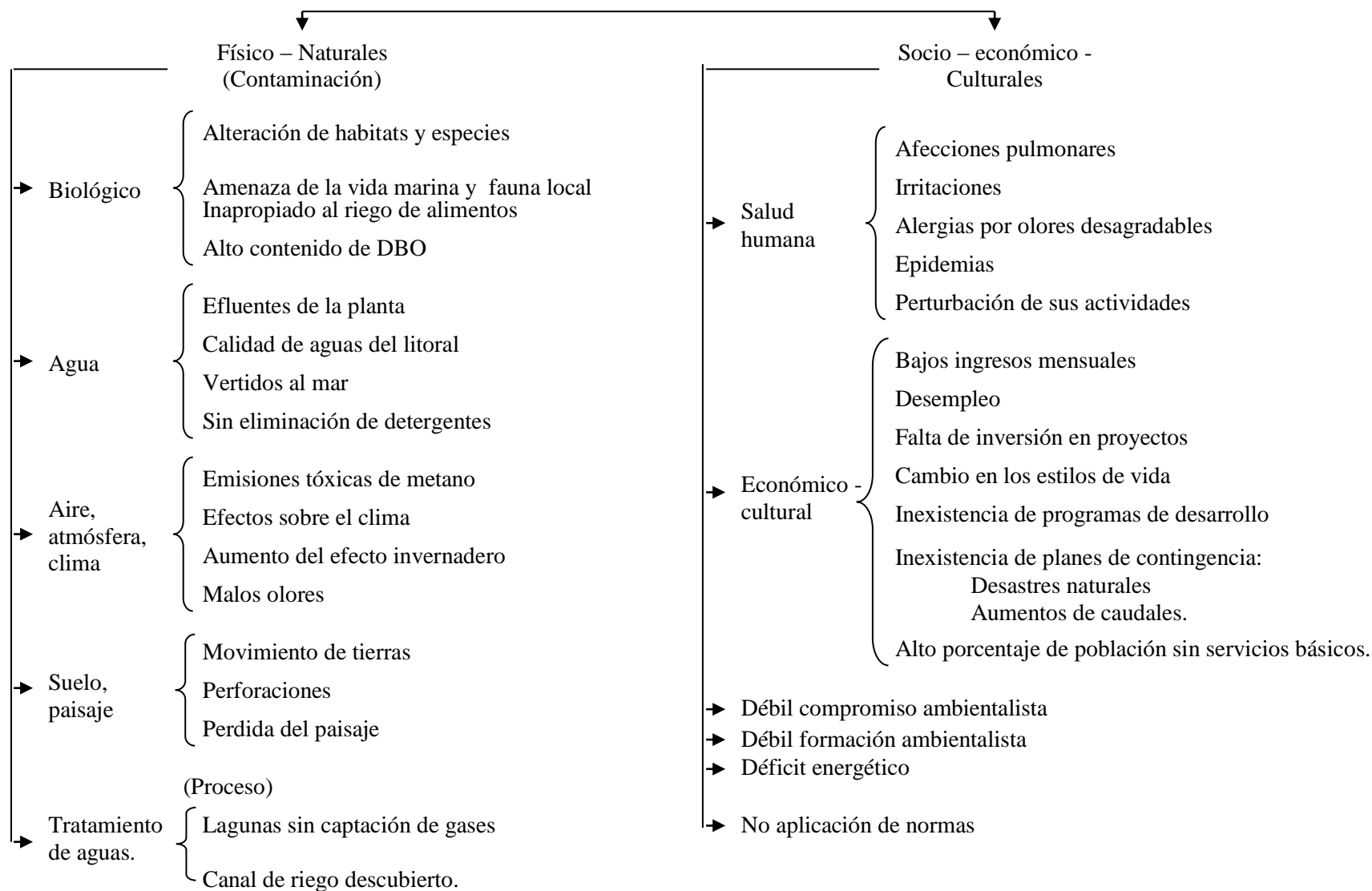
i. Disposición de los residuos

En nuestra ciudad, el problema de la disposición de los residuos, es un tema preocupante, debido a que no existe un método para tratarlos adecuadamente. Los residuos sólidos son depositados en un botadero, a las afueras de la ciudad de Reque, este botadero, es una fuente única de insectos, bacterias, olores nauseabundos, y cuna de infinidad de enfermedades. Los residuos líquidos son depositados en Laguna de Oxidación a 2 km. antes de llegar a la caleta San José, allí reciben un tratamiento aeróbico, el cual también ha generado grandes problemas ambientales y en la salud de las personas, además de la mala calidad del agua tratada y que es utilizada para el riego de alimentos, lo cual indirectamente afecta sobre la vida de los seres humanos y de las especies animales que se alimentan de ellos (en el caso del riego de áreas verdes y planta de tallo bajo).

Por ello, se intentó determinar, mediante el uso de algunos métodos para medir impactos ambientales, como la observación y la lista de Chequeo (Ver anexo 12) aquellos problemas que estaban generando pérdida total o parcial del recurso o el deterioro de la situación ambiental, a raíz de esta inadecuada e ineficiente disposición del residuo líquido de la ciudad de Chiclayo.

La tabla siguiente muestra la síntesis de los principales problemas encontrados.

Tabla 65: Principales problemas encontrados



3.10.3. Efectos significativos de la implementación de la planta

La dimensión de la contaminación ambiental es relativamente desconocida, fundamentalmente porque la información recopilada es bastante reducida. Las investigaciones más conocidas hasta el momento son el análisis de contaminación atmosférica y su efecto en la salud.

Los proyectos de tratamiento de aguas residuales son ejecutados a fin de aliviar los efectos en el medio ambiente humano y natural. Cuando son ejecutados correctamente, su impacto total sobre el ambiente es positivo. Los impactos que puede tener se puede clasificar en directos e indirectos, dentro de los impactos directos se incluyen la disminución de molestias y peligros para la salud pública en el área de servicio, mejoramientos en la calidad de las aguas receptoras, y aumentos en los usos beneficiosos de las aguas receptoras. Adicionalmente, la instalación de un sistema de recolección y tratamiento de las aguas servidas posibilita un control más efectivo de las aguas servidas industriales mediante su tratamiento previo y conexión con el alcantarillado público, y ofrece el potencial para la reutilización beneficiosa del efluente tratado y del lodo.

Los impactos indirectos del tratamiento de las aguas residuales incluyen la provisión de sitios de servicio para el desarrollo, mayor productividad y rentas de las pesquerías, mayores actividades y rentas turísticas y recreativas, mayor productividad agrícola y forestal o menores requerimientos para los fertilizantes químicos, en caso de ser reutilizado el efluente y el lodo, y menores demandas sobre otras fuentes de agua como resultado de la reutilización del efluente.

Sin embargo, las fábricas no funcionan al 100 %, es por eso que mediante el uso de la lista de chequeo se pudo determinar los impactos más significativos, tanto positivos como negativos, que podrían ocurrir en las distintas fases del proyecto de implementación de una planta de tratamiento de agua residual para la generación de energía en el distrito de San José.

a. Sobre el agua

Debido a la inexistencia de infraestructura de drenaje y la inadecuada cobertura de servicios básicos, generándose zonas de acumulación y empozamiento de aguas servidas que producen epidemias, afectando a la población y viviendas cercanas.

Durante la fase de operación de la planta puede ocurrir que el agua se contamine debido a la presencia de sólidos en suspensión debido a los residuos. Las plantas de energía de acuerdo a The Open University, 1975, son focos de contaminación (IMARPE 2005).

El impacto ambiental sobre el agua tiene como muestra la tabla consecuencias negativas sobre las especies marinas el litoral, amenazando su calidad de vida. La biodiversidad del litoral Lambayecano se muestra en la tabla 67:

Tabla 66: biodiversidad por grupos de especies en el litoral de Lambayeque.

<i>Grupo</i>	<i>Nº</i>	<i>%</i>
Peces	126	43,75
Moluscos	75	26,04
Crustáceos	43	17,93
Mamíferos	5	1,74
Reptiles	4	1,39
Aves	16	5,56
Equinodermos	12	4,17
Cefalocordados	1	0,35
Algas	6	2,08
Total	288	100,00

Fuente: Laboratorio costero de Santa Rosa.

Las industrias son responsables del 83 % de la materia orgánica que contamina las aguas, y las ciudades son responsables del 51 % de la contaminación microbiológica (bacilos coniformes fecales) (CONAM 2001). El volumen de aguas servidas tratadas tiene una tasa de crecimiento anual del 12 %, la actual planta de tratamiento solo recibe el 10 % del agua residual que se genera en la ciudad de Chiclayo, lo que se pretende es pasar de ese 10 % al 40 o 50 % y así hasta el 100 %. Las dos planta de tratamiento de agua residual que tiene EPSEL funcionan sin la autorización de la Dirección de Saneamiento básico – Ministerio de Salud, las cuales pueden colapsar sino se corrigen las deficiencias que afectan la salud de la comunidad (Semnario Regional Expresión 2007).

b. Sobre el aire, atmósfera y clima.

La exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos y crónicos en la salud, por ejemplo la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas, disminución de la capacidad pulmonar y cáncer a los pulmones debido a un prolongado periodo de exposición a contaminantes tóxico del aire. Los contaminantes afectan la piel, ojos y principalmente al sistema respiratorio.

Los pulmones son los órganos responsables de absorber el oxígeno del aire y remover el dióxido de carbono del torrente sanguíneo. El daño causado a los pulmones por la contaminación del aire puede imposibilitar este proceso y contribuir a la aparición de enfermedades respiratorias como la bronquitis, enfisema y cáncer. También puede afectar al corazón y al sistema circulatorio (CONAM).

Un efecto importante es el calentamiento de la atmósfera, existen pruebas de que la contaminación del aire contribuye al calentamiento de la atmósfera o al efecto invernadero, debido a las emisiones de gases tóxicos que ahora emanan las lagunas y que la planta emitirá aunque en mucha menor proporción.

El ruido para zonas industriales en el día no debe sobrepasar los 80 Leq. dB(A) – Nivel sonoro continuo equivalente – y en las noches no debe pasar los 70 Leq. Vd. (A) (Gómez 2003).

c. Sobre el suelo.

Dentro de los impactos sobre el suelo se consideran el movimiento de tierras y las perforaciones en la fase de construcción, los impactos sobre el suelo no son significativos debido a la ubicación y al terreno en el que se encuentra, alejado de los campos de cultivo, pero cerca de zonas de arborización, lo cual protege de las emisiones, pero no existe ningún tipo de erosión del suelo que sea responsabilidad de la planta.

d. Sobre la flora y fauna.

Durante la etapa de construcción de la planta el impacto sobre la fauna y flora del lugar se ve afectado debido a las emisiones y contaminantes atmosféricos que genera la planta durante esta etapa, por ejemplo la destrucción de la cubierta vegetal, empezando por algunos árboles que deberán ser reubicados porque se encuentran en el área que ocupa la planta, la fauna se ve afecta también debido a la contaminación del agua y del aire, la misma presencia humana es un factor de impacto negativo sobre la flora y fauna. Sin embargo, la implementación de una planta de tratamiento de este tipo puede ocasionar el interés por parte de las autoridades para proteger las especies nativas de flora y fauna del lugar y brindar mayor protección a las especies protegidas de los bosques y santuarios lambayecanos.

Es importante mencionar que con la implementación de esta planta, se podrá realizar sistemas sobre la contención de olores, que emanen de las lagunas, ya que estas serán utilizadas para depositar el afluente de los reactores UASB. Estos sistemas pueden ser mediante arborización de los alrededores de la planta y siembra de áreas verdes; esto significa un apoyo a la reforestación y esto traerá que las aves y otras especies de fauna encuentren un lugar más para habitar dentro de una planta industrial con gran sentido por la preservación ambiental.

También traerá consigo el desarrollo de la agricultura, usando para el riego las aguas tratadas, esto significa, que se obtendrán alimentos de mejor calidad.

e. Sobre el paisaje

Una característica que se pierde con el impacto ambiental negativo sobre el paisaje es la visibilidad, ya que en la destrucción del paisaje deja de apreciarse espacios que ahora serán ocupados por la planta o que la vista no podrá apreciar. Se verá afectada la calidad paisajista debido a los cambios en la morfología del lugar, la pérdida de la vegetación, la disminución en el tamaño de las dunas. También se verá afectada la fragilidad del paisaje.

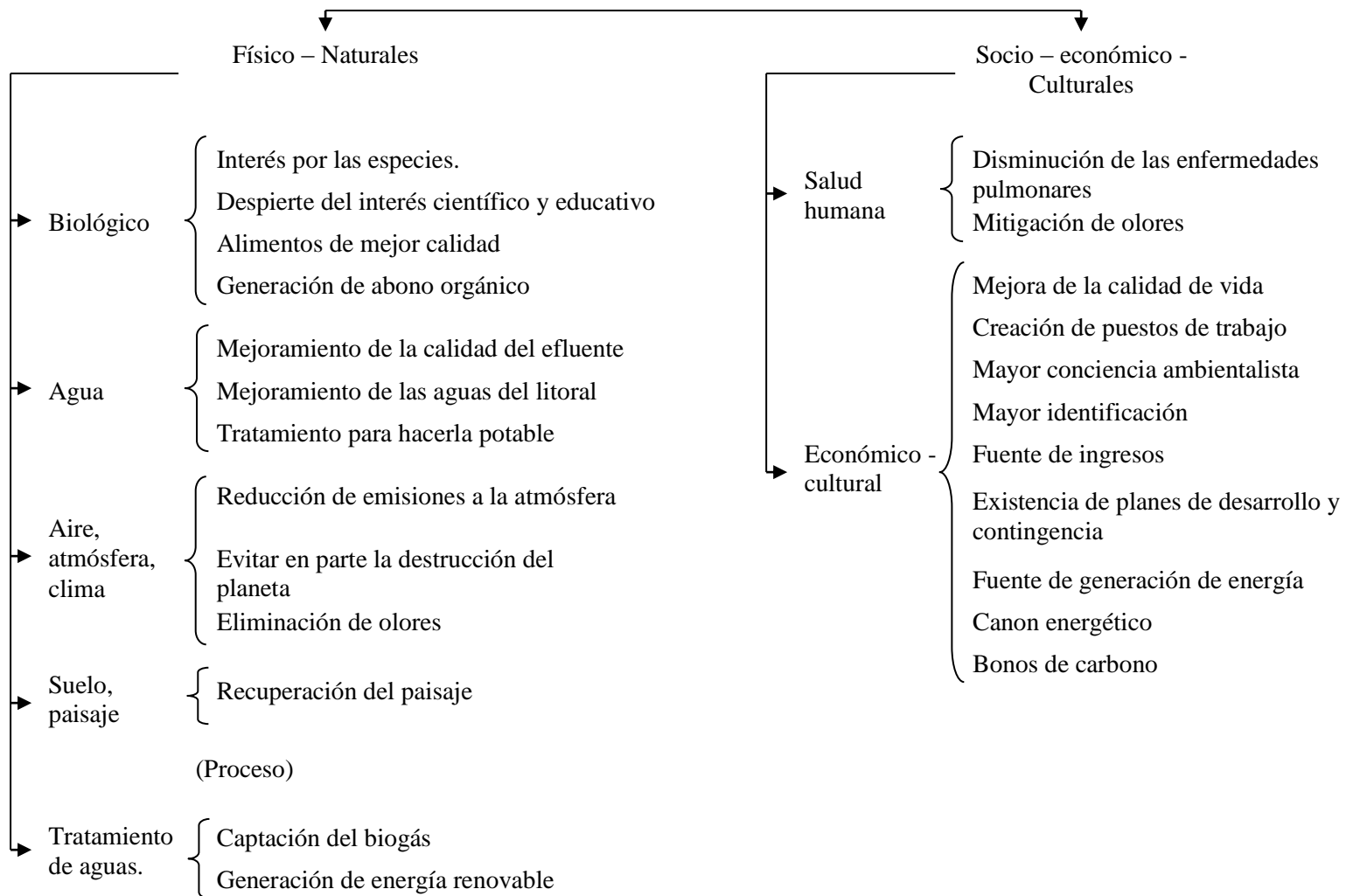
f. Sobre el aspecto social y sanitario

En el aspecto social y sanitario los impactos no son negativos, por el contrario, la nueva planta de tratamiento traerá consigo muchos beneficios para los pobladores de la comunidad de San José. La implementación de la planta de tratamiento generará puestos de trabajo directos e indirectos, esto es una fuente de ingreso para las familias y representa una forma de mejorar su calidad de vida. Además con la nueva planta se disminuyen los olores que antes emanaban de las lagunas, lo

que trae como consecuencia la reducción de las enfermedades pulmonares de los vecinos. La reducción de las emisiones de metano a la atmósfera representa una amenaza menos para la vida de la fauna y flora y para reducir los impactos sobre la capa de ozono, que aunque de manera indirecta su deterioro afecta la salud de las personas.

La tabla resume los impactos de la planta sobre el tratamiento de Aguas residuales y sobre la comunidad de San José.

Tabla 67: Principales impactos



Durante las fases de operación e implementación se generan impactos negativos y directos sobre todos los campos ambientales, riesgos de accidentes, remoción de tierras y ruidos. El impacto positivo en esta primera etapa del proyecto se da en forma indirecta, por la generación de puestos de trabajo mientras dure la instalación. Sin embargo durante la fase de operación del proyecto, puesta en marcha, operación y mantenimiento, los puestos de trabajo generados, serán ocupados por las mismas personas que trabajaron en la fase anterior, y por lo tanto la mejora de la calidad de vida para estas familias será continua.

3.10.4. Necesidades de entrenamiento y de gestión ambiental

El proyecto de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Chiclayo, pretende no sólo generar un tipo de energía, sino que dentro de sus objetivos se encuentra también el de propiciar a los pobladores beneficiarios una satisfactoria calidad de vida, cultura ambiental institucionalizada y oportunidades de desarrollo sostenible, así, el uso del recurso agua (servidas) con criterios de sostenibilidad y de aplicación a las normas vigentes permitirá lograr los objetivos tratados.

La gestión ambiental para la planta de tratamiento permite mejorar el desarrollo de la investigación y obtener el máximo aprovechamiento de la misma.

Una de las acciones prioritarias en una estrategia de gestión ambiental sostenible es abordar los puntos o focos de contaminación de mayor impacto, en este sentido es de vital importancia el manejo de los residuos gaseosos tóxicos y de la calidad el agua tratada.

Crear una política ambiental en la que esté involucrados tanto directivos como trabajadores y también los pobladores, servirá para dar a entender a todos que el tema de cuidado ambiental no es solo responsabilidad de unos cuantos sino de todos en común.

En relación con el personal responsable de la ejecución del proyecto y de cualquier aspecto relacionado a la aplicación de la normatividad ambiental, deberá recibir la capacitación adecuada y entrenamiento necesario, de tal manera que le permita cumplir con éxito las labores encomendadas. La capacitación del personal debe estar a cargo de una persona especialista en temas ambientales, los temas deberán ser referidos al control ambiental, análisis de datos, muestreo de campo, administración de una base de datos ambiental, seguridad ambiental y prácticas de prevención ambiental.

Todo el personal que entre a laborar a la planta deberá ser capacitado en temas de prevención, control ambiental y seguridad industria, siendo los temas básicos pero no limitativos los siguientes:

- Educación ambiental.
- Manejo de desechos sólidos e industriales.
- Conceptos básicos sobre la biotecnología.
- Manejo de gases.
- Energías limpias.
- Uso de implementos de seguridad en el trabajo.

- Normativa ambiental y seguridad industrial.

La capacitación al personal tiene la finalidad de lograr una relación armónica entre ellos y su ambiente durante el tiempo que demande la construcción, operación y abandono de la planta. Dentro de la capacitación se encuentran la realización de campañas de educación y conservación ambiental que será impartida mediante charlas, afiches informativos o cualquier otro instrumento de posible utilización.

En el aspecto social y para la gestión ambiental se deberá apoyar a los pobladores locales contratándolos como mano de obra no calificada y en servicios de alimentación. Ante la posibilidad de contraer enfermedades infectocontagiosas, todos los trabajadores deben someterse a un examen médico pre – ocupacional y al finalizar las obras, el que incluirá análisis de laboratorio.

En el caso de ocurrencia de accidentes laborales la planta deberá cumplir con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes emanadas del Ministerio de Trabajo y cumplimiento del Reglamento de Seguridad de la Autoridad competente: Ministerio de Trabajo – Osinerg. Para cumplir estas disposiciones, la empresa debe tener un plan específico de control de riesgos, implementando las políticas necesarias y obligando a todo el personal a conocerlas, mantenerlas y respetarlas, por lo mismo el personal de puestos jerárquicos más altos deberá tener la capacidad de tomar decisiones e implementar acciones.

La empresa deberá imponer a todos sus empleados y demás agentes relacionados con la planta, el cumplimiento de todas las condiciones relativas a la salud ocupacional, seguridad industrial y gestión ambiental.

Asimismo, cada vez que la Supervisión Ambiental lo requiera, se deberá revisar y ajustar el plan de gestión, de esta manera si se incumplen las normas se podrán suspender las obras y atender las instrucciones que la Supervisión Ambiental hiciese al respecto.

Otro aspecto importante podría ser la señalización ambiental que tiene como propósito velar por la mínima afectación de los componentes ambientales durante el desarrollo de la etapa constructiva de la planta. La señalización ambiental que debe implementarse será de tipo informativo y preventivo en torno a la protección del ambiente, como la colocación de letreros de advertencia en la carretera para los buses, autos y transporte público en general, se debe prever que la señalización sea de día y de noche, por lo tanto se debe usar materiales refractarios y/o buena iluminación.

La señalización que se propone consistirá básicamente en la localización de paneles informativos en los que se indique al personal de obra sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, los que serán colocados en el área de obras en puntos estratégicos designados por la supervisión ambiental.

Al finalizar la etapa de operación de la planta, se debe tener en cuenta el probable abandono temporal o definitivo, para lo cual se debe establecer un plan de rehabilitación ambiental con el objetivo de crear las condiciones necesarias para que, en la medida de lo posible, las áreas intervenidas retornen a su condición actual, mediante la implementación de acciones como restauración a condiciones aceptables, limpiar, geoconformar y rehabilitar las áreas que lo ameriten. La geoconformación de las áreas intervenidas en donde haya habido un apreciable movimiento de tierras y nivelación del terreno, será una de las prioridades al momento del abandono.

En los sitios que presenten problemas de erosión del suelo, se cubrirá con vegetación cortada, colocando atados de vegetación y/o abriendo surcos o zanjas de control y desviación de caudales, para así prevenir la erosión.

3.10.5. Participación ciudadana

En todo proyecto se debe destacar la importancia de la formación de una conciencia ambiental de tal manera que la población y las instituciones se sientan comprometidas con la empresa y con el cuidado de medio ambiente.

En este apartado los programas de capacitación a la población, sirven de mucho pues permite que los pobladores estén enterados de la finalidad de la planta y de los cambios positivos que les traería, así ellos se sentirán comprometidos y ayudarán al cuidado de la naturaleza.

Es una forma de contribuir al desarrollo sustentable y a la consolidación democrática local, fortaleciendo de este modo la participación ciudadana y la cooperación público-privada entre las organizaciones interesadas en tomar este tipo de responsabilidades.

También es posible la formación y consolidación de ciudadanos líderes de carácter asociativo en las organizaciones de la sociedad civil, a través del fortalecimiento de sus capacidades de articulación y trabajo en equipo, para la resolución participativa de diversas problemáticas relevantes para el desarrollo local, impulsando estilos y prácticas de gestión basadas en la cooperación público-privada.

Las jornadas de capacitación a los alumnos de los colegios de la zona son una buena estrategia (CONAM).

IV. CONCLUSIONES

1. El actual sistema de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Chiclayo es en base a lagunas de oxidación, ubicadas cerca de la comunidad de San José. Éstas tratan el 75% del total de las aguas residuales de nuestra ciudad, sin embargo el sistema es ineficaz en cuanto a degradación de los componentes orgánicos si lo comparamos con el sistema de tratamiento con reactores UASB.
2. Además de ser poco eficiente, causa graves daños al medio ambiente, debido a las emanaciones de metano a la atmósfera y todos los gases de efecto invernadero que se desprenden de las lagunas. Otro método de tratamiento es implementado una planta que utilice tecnología anaeróbica como los reactores UASB.
3. La planta está diseñada para operar con los caudales máximos registrados (800 L/s). Se ha comprobado que el rendimiento promedio de la planta es mayor al 60%, con lo cual se demuestra mayor efectividad sobre el tratamiento con lagunas de oxidación; por ello es importante llevar un registro de la operatividad del sistema en cuanto a efluentes y afluentes para controlar la eficiencia de la misma.
4. Las lagunas se pueden utilizar para un tratamiento posterior a las aguas tratadas, ya que éstas aún contienen 10% de DBO. Es necesario hacer algunos rediseños en las construcciones existentes, para colocar el sistema de reactores UASB y generación de energía, posterior a la caja de distribución de caudales y anterior a las lagunas. También es conveniente rediseñar el sistema de distribución de caudales, ya que se trata de 15 reactores. El agua depurada por los reactores UASB es de mejor calidad.
5. Una planta que opera con este proceso es una buena alternativa a las lagunas de oxidación y recomendable para aplicarlas con sus adaptaciones a las diversas zonas del país, ya que no necesita grandes extensiones y el periodo de recuperación de la inversión es corto. Además, el biogás obtenido puede ser utilizado con fines energéticos, con la cantidad de metano producido en el proceso de degradación de los componentes orgánicos de las aguas residuales de la planta se puede generar una cantidad de energía considerable para ser vendida a la Red Nacional. Otro subproducto, son los lodos obtenidos, un producto de calidad sanitaria aceptable, por eso se les considera aptos para ser utilizados abono orgánico o mejorador del suelo.
6. A raíz de los proyectos de índole ambientalista, se despierta la conciencia ambiental y la identificación no sólo en los pobladores, también en las empresas, municipalidades y otras instituciones públicas para inculcar el interés por la vida en el planeta, por el aporte en el desarrollo científico y tecnológico y por ende en la educación. Genera la existencia de planes de desarrollo y contingencia no sólo en lo que respecta al funcionamiento de la planta, también sirve como un modo de enseñar a todos a tomar acciones para evitar la destrucción de los sueños de las futuras generaciones. Finalmente, la implementación de proyectos como este, le dan a la región la oportunidad de crecer y desarrollarse a través del canon energético y de los bonos de carbono.
7. La implementación de la nueva planta mejora la calidad de vida de los pobladores, debido a la creación de puestos de trabajo, lo que representa una fuente de ingreso a las familias. Por otro lado disminuye el riesgo de enfermedades pulmonares.
8. Según las últimas publicaciones del colegio de Ingenieros del Perú y de la Sociedad Nacional de Industrias, los recursos renovables usados para generar energía es una alternativa real al problema del desabastecimiento energético en las áreas rurales; además

es una alternativa al desarrollo sostenible. Por tanto, se debe fomentar la identificación y aprovechamiento de energías renovables en la región, ya que presentan una excelente oportunidad. Pero, al mismo tiempo, es necesaria la existencia de una legislación que regule el uso de los recursos renovables y que motive a la inversión para este tipo de proyectos.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agapito. T. 2007. Factores de conversión. Serie: Ingeniería. Ed. Isabel. Lima, Perú.

Agencia Peruana de Noticias Andina. 2008. On Line. Venta de bonos de Carbono se convierte en-negocio-rentable.

<<http://www.andina.com.pe/Espanol/Noticia.aspx?Id=xAmXfY0d+oU=>>

Andrade S. 2005. Inversiones del proyecto. Preparación y evaluación de proyectos. 5ta edición. Ed. Andrade. Lima, Perú.

Annan, K. 2001. Día Mundial del Medio ambiente. Comisión Nacional del Medio Ambiente.

<<http://www.conama.cl/rm/568/article-1450.html>>

Arroyo M. 2000. “Estudio de Pre Factibilidad para instalar un Centro de Producción de Compost A partir de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de “El Milagro”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú.

Arroyo M; Torres J. Apuntes de Diseño de Plantas Industriales. USAT. 2007.

Asja.biz. 2008. Contaminación Evitada. Acceso: Octubre 2008.

<<http://www.asja.biz/spa/asja/contaminacionevitada.html>>

Bermúdez, R; Rodríguez, S; Martínez, M y Ferry, A. Ventajas del empleo de reactores UASB en el tratamiento de residuales líquidos para la obtención de biogás. Centro de estudios de Biotecnología Industrial, Universidad de Oriente. Tecnología química.

<<https://www.uo.edu.cu/ojs/index.php/tq/article/viewFile/494/345>>

Braatz, S; Kandiah. A. Utilización de aguas residuales urbanas para el riego de árboles y bosques. Unasyuva - No. 185.

<<http://www.fao.org/docrep/w0312S/w0312s09.htm>>

Brack, A. 2008. Estudios de Impacto Ambiental deben ser aprobados por gobiernos regionales y locales. Noticias. Economía. TV Perú.

<http://www.tvperu.gob.pe/index.php?option=com_content&task=view_notp&id=3217&Itemid=2&ncid=17>

CESEL Ingenieros. 2005. Estudio de Impacto ambiental para relleno de Seguridad Privado en el lote A-5 de PETROPERU. S.A. Lima, Perú.

<<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaae/publicaciones/resumen/lotea5/CAP.2.pdf>>

Congreso de la República. 1997. Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades - Ley N° 26786. Lima, Perú.

<<http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1996/ambiente/lib05/LEY26786.HTM>>

Chamy, R. 2005. Avances en biotecnología Ambiental: Tratamiento de Residuos Líquidos y Sólidos. Archivos de ingeniería bioquímica. Valparaíso. Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Chao, C; Montalvo, S. 1998. Reuso de Aguas residuales de instalaciones turísticas con opción anaeróbica. Asociación interamericana de ingeniería sanitaria y ambiental (AIDIS). XXVI Congreso interamericano de Ingeniería sanitaria y ambiental. Lima, Perú.

CONAM. Calidad del Aire: efectos e impactos. Lima, Perú.

<http://www.conam.gob.pe/aire/abc/efectos.html>

CONAM. 2001. Informe Nacional sobre el Medio Ambiente. GEO Perú 2000. Lima, Perú.

<http://www.conam.gob.pe/geo/ii31b.htm>

CONAM. Programa de capacitación ciudadana para la democracia, el medio ambiente y el desarrollo sustentable. Proyectos regionales. Santiago, Chile.

<http://www.conama.cl/fpa/1279/article-32220.html>

Congreso de la República. 1996. Proyecto de Ley N° 2596/96-CR. Lima, Perú.

Congreso de la República. 1997. Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Ley N° 26821. Lima, Perú.

Corbantrade S.A. 2003. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo. Proyecto hidroeléctrico Abanico. Ecuador.

Coronel, J; Graefling, W. 2002. Evaluación y manejo ambiental de una planta recicladora de plomo. UNMSM. Lima, Perú.

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtual/Tesis/Ingenie/Coronel_G_J_A/cap5.htm

Cruz, J. 2004. Contaminación y tratamiento de aguas residuales. UNPRG. Lambayeque. [CD-ROM].

Da Camara, L; Hernandez, M; Paz, L. Manual de diseño para plantas de tratamiento de aguas residuales alimenticias. Departamento de fenómeno de transporte.

http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/manual_tratamiento.pdf

Davies, T. 2005. Operation of an Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB). Water Industry Operators Association.

http://wioa.org.au/conf_papers/05/paper18.htm

ECO ltd. Relevant publications or studies on household energy, indoor air pollution and health. PCIA Partners in Europe.

<http://www.pciaonline.org/site/apps/kb/cs/contactdisplay.asp?c=krLWJ7PIKqG&b=3497327&sid=gqLQKXNHJfJOI6MJLtf>

Elías, X. 2005. Los residuos como combustible. Tratamiento y valorización energética de residuos. Parte I. Ediciones Diaz de Santos. Parte. España.

Elías, X. 2005. Tratamiento térmico de gases. Tratamiento y valorización energética de residuos. Parte II. Ediciones Diaz de Santos. Parte. España.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento – Lambayeque. Visita técnica. Marzo 2008.

Empresas públicas de Medellín. 2007. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello. <<http://www.eppm.com/epm/documents/Planta%20de%20Tratamiento%20de%20Aguas%20Residuales%20Bello.pdf>>

Entidad prestadora de servicios de saneamiento de Lambayeque S.A. 2007. Sistema de tratamiento de aguas residuales en Chiclayo. Chiclayo. Epsel S.A.

Environmental Policy Statement. Principal environmental regulations governing the Hydrocarbon-Sector. <<http://mirror.perupetro.com.pe/Library/Environment%20Policy%20Eng.pdf>>

El Comercio. 2008. Los EIA deben ser aprobados por gobiernos regionales y locales. Empresa Editora El Comercio. Lima, Perú. <<http://www.elcomercio.com.pe/ediciononline/HTML/2008-06-07/Los-eia-deben-aprobados-gobiernos-regionales-y-locales.html>>

El Peruano. 2008. El potencial del bono de Carbono. Actualidad. Pag. 20. Ed. 8 de febrero del 2008. Acceso: Octubre 2008. <http://www.spda.org.pe/portal/_data/spda/documentos/20080208124714_4.pdf>

Erazo, R; Cárdenas, J.L. 2000. Planta de tratamiento de aguas residuales en la universidad Nacional Mayor de San Marcos. Revista peruana de química e ingeniería química. Vol. 3. N° 1. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtual/Publicaciones/ing_quimica/v03_n1/planta.htm>

Fernandez, C. 2003. Reactores UASB. Saneamiento. <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/UASB01.html>>

Gobierno Regional de Lambayeque. 2006. Plan Regional de Prevención y atención de desastres: Región Lambayeque. Lambayeque. Perú.

Gómez, D. 2003. Confort Sonoro. Evaluación de Impacto Ambiental.

Gruppo AB. 2007. Digestione Anaeróbica. Ecomax Línea Bio. Italia. <<http://www.gruppoab.it/anaerobica.htm>>

Heizar, J; Render, B. 2004. Estrategias de selección y diseño del producto. Dirección de la producción: Decisiones estratégicas. 6ta edición. Ed. Prentice Hall. Madrid, España.

Hollingdale, A. Recent advances in Biomass Energy Technology in Europe and applications for SE Asia. <http://www.nri.org/projects/biomass/conference_papers/recent_advances_in_biomass_energy_in_europe.pdf>

IICA. Instituto interamericano de Cooperación para la agricultura. 2008. Biodigestores. Nicaragua. <http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/Biodigestores.pdf>

IMARPE. 2005. Diagnóstico Ambiental de la Zona Costera de Lambayeque. Laboratorio Costero de Santa Rosa. Lambayeque, Perú.

INEI. 2000. Métodos y aplicaciones estadísticas para la enseñanza universitaria: Muestreo básico para ejecución e interpretación de encuestas. Ed. Ins. Lima, Perú.

INEI. 1996. Marco Legal del Medio Ambiente. Estadísticas del medio ambiente. Lima, Perú.
<<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0347/marco-le.htm>>

INRENA. 1990. Código del Medio Ambiente y de los recursos naturales. Decreto Legislativo N° 613.
<http://www.inrena.gob.pe/ogateirn2/blegal/rn/04_DL613_COD_M_AMB.PDF>

ITDG - Intermediate Development Group ITDG. 2008. Technical brief – Biomass. ITDG, Reino Unido. <http://www.itdg.org/docs/technical_information_service/biomass.>

JNP. 2003. Ley Orgánica de Municipalidades – Ley N° 27972. Lima, Perú.
<http://www.jne.gob.pe/modulos/archivos/sec_Informacion/documentos/lojne2.pdf>

Lambayeque Online. 2007. Lambayeque Ciudad evocadora. Distrito de San José. Lambayeque, Perú.
<<http://www.lambayequeonline.com/departamento/lambayeque/sanjose.html>>

Mansur, M. 2007. Tratamiento de aguas residuales en reactores anaeróbicos, de flujo ascendente, en manto de lodos. Hojas de divulgación técnica CEPIS. Organización Panamericana de la Salud. Fecha de consulta. 18 de setiembre 2007.
<<http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt27/hdt027.html>>

MINEM. Plan de Manejo Ambiental. Central Hidroeléctrica Santa Rita.

MINEM. 1991. Legislación Penal. Código Penal – Título XIII. Decreto legislativo N° 635. Dirección general de Asuntos Ambientales. Lima, Perú.
<<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaam/publicaciones/compendio99/dl635.pdf>>

MINEM. 1993. Reglamento para la protección ambiental en las actividades de Hidrocarburos. Lima, Perú.
<<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaee/legislacion/DS-046-1993.pdf>>

MINEM. 2001. Decreto Supremo N° 074 – 2001 – PCM. Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del Aire.

MINEM. 2007. Estadística eléctrica de Julio 2007. Dirección General de electricidad. 2007.
<http://www.minem.gob.pe/archivos/dge/estadisticas/informativo/julio_2007.pdf>

MINEM. 2005. Estadística eléctrica por regiones.
<<http://www.minem.gob.pe/archivos/dge/publicaciones/anuario2005/cap2.pdf>>

MINEM. 2003. Sistema eléctrico interconectado nacional: Proyecciones. 2003.
<<http://www.minem.gob.pe/archivos/dge/publicaciones/plananual2003/parteeiii.pdf>>

MTC. 2001. Ley del sistema nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Ley N° 27446.
<<http://www.mtc.gob.pe/indice/D.%20NORMATIVIDAD%20SOCIO%20AMBIENTAL/D.1%20Normas%20de%20Caracter>>

[%20General/Ley%2027446%20Ley%20del%20Sistema%20Nacional%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20Impacto.pdf>](#)

Montalvo, S. Guerrero, L. 2003. Tratamiento anaeróbico de residuos. Valparaíso. Editor: Universidad Técnica Federico Santa María.

Morillo, F; Fajardo, E. 2005. Estudio de los reactores UASB para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario La Esmeralda. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Tesis para optar título de Especialista en Ingeniería Ambiental. Manizales, Colombia.

Municipio de Mani – Casanare. 2006. Planta de tratamiento de Aguas Residuales. Unidad Administrativa especial de Servicios públicos domiciliarios. Mani - Casanare. Colombia.
<http://www.mani-casanare.gov.co/apc-aa-files/31653236393465656630643633353262/ESQUEMA_DEL_PROCESO.pdf>

National Buildings Construction Corporation Limited. 2008. UASB Technology.
<http://nbccindia.gov.in/nbccindia/public/jsp_pub/technology.jsp>

Nguyen T. 2007. Methods for UASB Reactor Design. Water and Wastewater.
<http://www.waterandwastewater.com/www_services/ask_tom_archive/methods_for_uasb_reactor_design.htm>

Osiner. 2006. Sumilla Resolución OSINERG N° 066-2005-OS/CD que fija las Tarifas en Barra para el periodo Mayo 2005 – Abril 2006 (Artículo 46° del Decreto Ley N° 25844). Lima, Perú.
<<http://www2.osiner.gob.pe/ProcReg/TarifasBarra/ProcMay05-Abril06/pdf/publicacion/Sumilla%20OSINERG%20No.066-2005-OS-CD.pdf>>

PAQUES. 2008. PAQUES USAB. Working Principle. <<http://www.paques.nl/?pid=43>>

Quezada F, et al. 2005. Biotecnología para el uso sostenible de la biodiversidad. Capacidades locales y mercados potenciales. CAF (corporación Andina de Fomento). Versión Digital. Caracas, Venezuela.

Remy, C; Philippe, B. 2001. Manual de muestreo. Ed. La Muralla. Madrid. España.

Revista Jah Chais “Agua es Vida”. 2007. Comisión regional de agua y saneamiento de la región Lambayeque. Lambayeque. (Agosto, 2007, N° 3).

Rolim, S. 1999. La gravedad de la situación de las aguas residuales en los países latinoamericanos y en el Caribe. III Congreso de las Américas de municipios saludables y comunidades saludables. Organización Panamericana de la Salud. Colombia.

Saenz, R. 2002. Introducción; y uso de aguas residuales tratadas en agricultura y acuicultura. CEPIS/OPS.

<<http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind53/rys/rys.html#ryscap72>>

Semanario Regional Expresión. 2007. Lagunas de EPSEL no tiene autorización. Portada digital. Chiclayo, Perú.

<http://www.semanarioexpresion.com/noti_ver2.php?codigo=Z5CNZ2ZY>

Siemons, R. 2002. A development perspective for biomass – fuelled electricity generations technologies. Economic technology assessment in view of sustainable.

Solis, C; Noyola; A; Rodríguez, J. 2004. Reactor UASB como tratamiento primario en un sistema para tratar aguas residuales municipales: cinética y evaluación de las constantes de rapidez de reacción. XIV Congreso nacional, federación mexicana de ingeniería sanitaria y ciencias ambientales, A.C. Capítulo Mexicano de la IADIS. México.

Soraluz, J. 2007. Problemas Ambientales en Lambayeque. Lambayeque, Perú.
<<http://www.chiclayoonline.com/?p=16>>

Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. 2004. Nuevas tarifas eléctricas. Informe Quincenal de la SNMPE. Lima, Perú.
<http://www.snmpe.org.pe/pdfs/Informe_Quincenal/EEES-IQ-05-2004-IA.pdf>

Torres, P. 2001. Tendencias en el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Ingeniería y competitividad: Revista de divulgación del desarrollo científico y tecnológico. N°1. Art. 3: 35-42.
<http://revistaingenieria.univalle.edu.co/paquetes/busqueda/index.php?Accion=DetalleArticulo&art_codigo=38&PHPSESSID=>>

Universidad Mayor de San Simón. 2005. “Inversiones y Financiamiento del Proyecto”. Facultad de ciencias y tecnología. Cochabamba. Bolivia.
<<http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/18/alumno/cap4.html>>

Universidad Tecnológica del Perú. 2006. Constitución Política del Perú 1993. Lima, Perú.

VI. ANEXOS

Anexo 1: Funcionamiento de un reactor UASB.

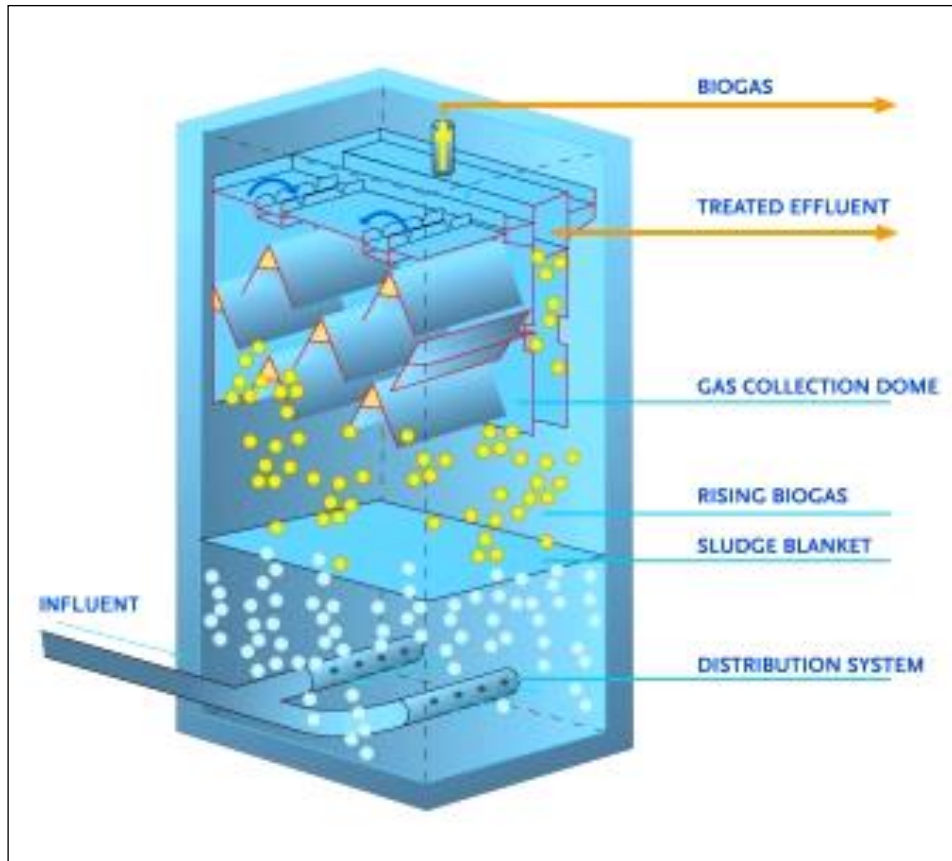


Figura 9: Principio de funcionamiento del reactor UASB (Nguyen T. 2007)

Anexo 2: Encuesta aplicada a los pobladores de la comunidad de San José.

ENCUESTA PARA POBLADORES DE DISTRITO DE SAN JOSE – LAMBAYEQUE A CERCA DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Buenos días, mi nombre es Zaida Chávez Romero, estudio en la universidad Santo Toribio de Mogrovejo y realizo un trabajo de investigación de mercados. Realizamos una encuesta acerca del consumo de energía. Me gustaría conocer algunas de sus ideas.

SEXO: 1. Masculino 2. Femenino

1. ¿Qué edad tiene?

- 1) 15-20 2) 21-30 3) 31-50 4) + 50

2. ¿Cuál es su estado civil?

- 1) Soltero 2) Casado 3) Divorciado 4) Viudo 5) Conviviente

3. ¿Cuál es su ocupación actual?

- 1) Negocios 2) Asalariado 3) Obrero 4) Estudiante
5) Trabajador especializado 6) Ama de casa

4. ¿Cuántas personas viven en su casa?

.....

5. Ingreso económico mensual.

- 1) Menos de S/. 300.00 2) De S/. 300.00 a S/. 800.00
3) De S/. 800.00 a S/. 1500.00 4) De S/. 1500.00 a más

6. ¿Cuál es el nivel más alto de educación?

- 1) Primaria Incompleta 2) Primaria completa
3) Secundaria Incompleta 4) Secundaria Completa
5) Universidad Incompleta 6) Graduado de universidad
7) Post grado

7. ¿Cuenta con servicio de energía eléctrica?

- 1) Si (Pase a la pregunta 11) 2) No (Pase con la pregunta 8)

8. ¿Siente necesidad de electricidad?

- 1) Siento necesidad
- 2) Algunas veces siento necesidad
- 3) Nunca siento necesidad
- 4) Me gustaría contar con el servicio.

9. ¿Considera importante tener electricidad?

- 1) Si considero importante
- 2) No considero importante
- 3) Me es indiferente

10. ¿Qué artefactos eléctricos compraría sin contara con el servicio?

- 1) Televisor
- 2) Refrigeradora
- 3) Equipo de sonido
- 4) Plancha
- 5) Otros.

11. ¿Tiene artefactos eléctricos?

- 1) Si
- 2) No

12. ¿Qué tipo de artefactos eléctricos tiene?

- 1) Televisor
- 2) Refrigeradora
- 3) Equipo de sonido
- 4) Plancha
- 5) Otros.

13. ¿Tiene las posibilidades de pagar por este servicio en este momento?

- 1) Si
- 2) No.

14. ¿Si hubiera otro proveedor cambiaría a Electronorte?

- 1) Si
- 2) No.

15. ¿Cuánto paga en promedio mensual de luz?

.....

Muchas gracias por su colaboración

GUIÓN PARA ENTREVISTA

Sr.: _____

Mi nombre es Zaida Brenilda Chávez Romero, soy estudiante del X ciclo de la escuela profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Realizado la entrevista para poder obtener datos que me permitan desarrollar mi tesis de pre grado, acerca del tratamiento de las Aguas Residuales de la Ciudad de Chiclayo para la generación de energía eléctrica.

Procederé a hacerle unas preguntas acerca de la situación energética de nuestro país y sobre todo de nuestra región.

1. ¿Qué opinión le merece la situación energética actual del país, debido al racionamiento de energía que se está viviendo en los últimos meses?
2. Hace unos días leí una carta abierta del presidente del colegio de ingenieros al presidente de la República, en donde se hace referencia a que el Perú no cuenta con la potencia instalada suficiente para cubrir la demanda energética, ¿Qué nos puede decir al respecto?
3. Según su opinión, como experto en el tema, ¿cuál es el papel de los recursos energéticos renovables en la situación actual del país?
4. Considerando el nivel de pobreza de las poblaciones rurales de nuestra región, ¿cómo les afectaría económicamente generar y distribuir este tipo energía eléctrica a partir de los recursos renovables?
5. ¿Cómo afectaría la generación de este tipo de energía en los ámbitos sociales, culturales y ambientales, para las poblaciones consumidoras de esta?
6. Puede decirnos ¿cómo calificaría la implementación de un proyecto de viabilidad a cerca de la implementación de una planta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Chiclayo, que desembocan en las lagunas de oxidación de San José, para captar el biogás y producir energía eléctrica a partir de él?
7. ¿Cómo afectaría a toda la región la implementación de este proyecto; y que tan conveniente es para abastecer la Red Nacional de Energía? (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional)

Anexo 4: Resultados de la encuesta

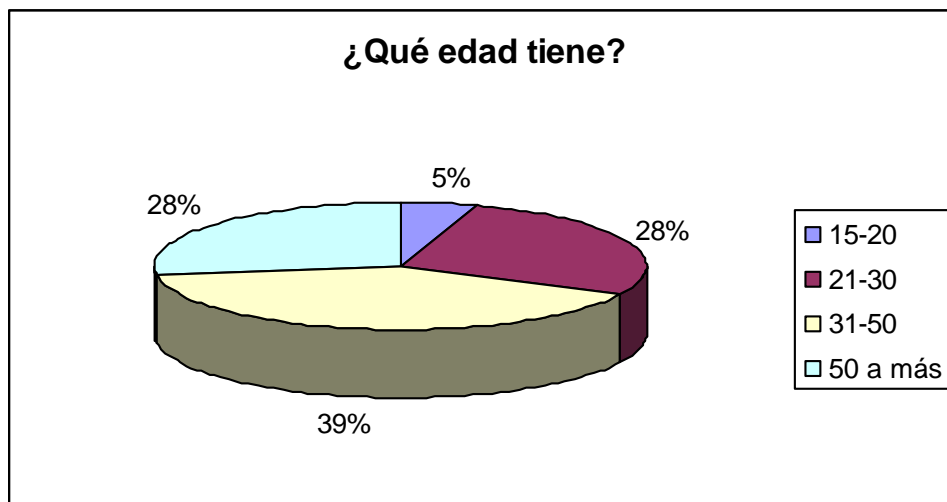


Fig. 10. Pregunta 1 de la investigación de mercados.

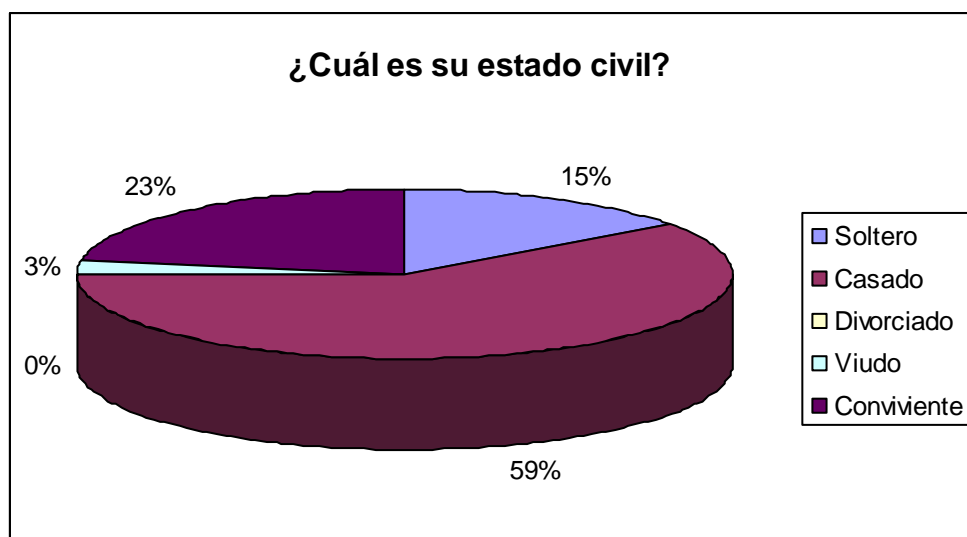


Fig. 11. Pregunta 2 de la investigación de mercados.

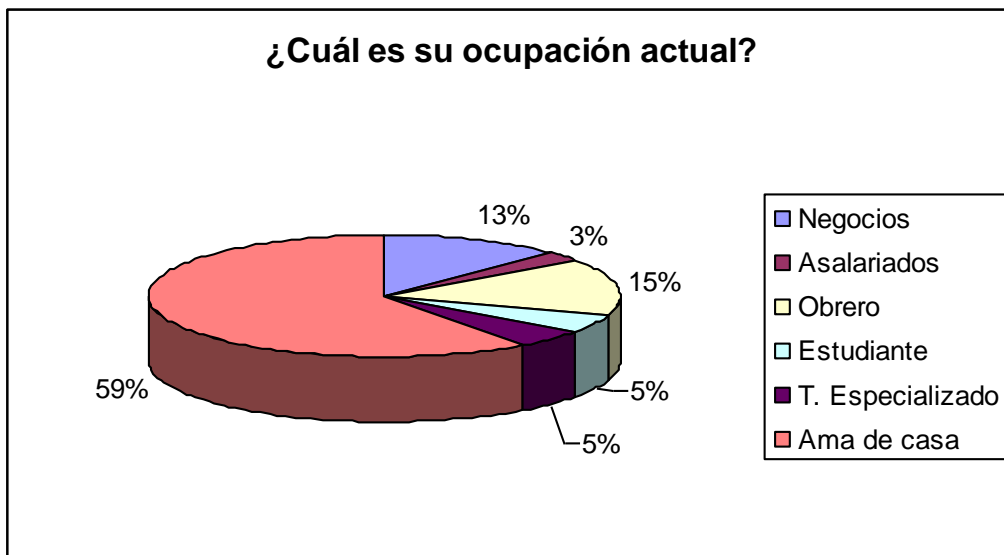


Fig. 12. Pregunta 3 de la investigación de mercados.

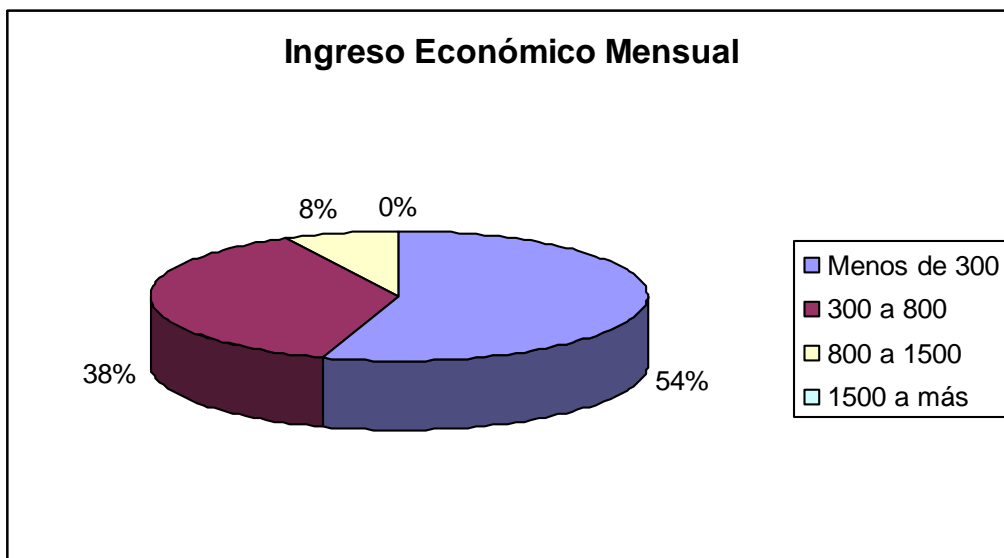


Fig. 13. Pregunta 4 de la investigación de mercados.

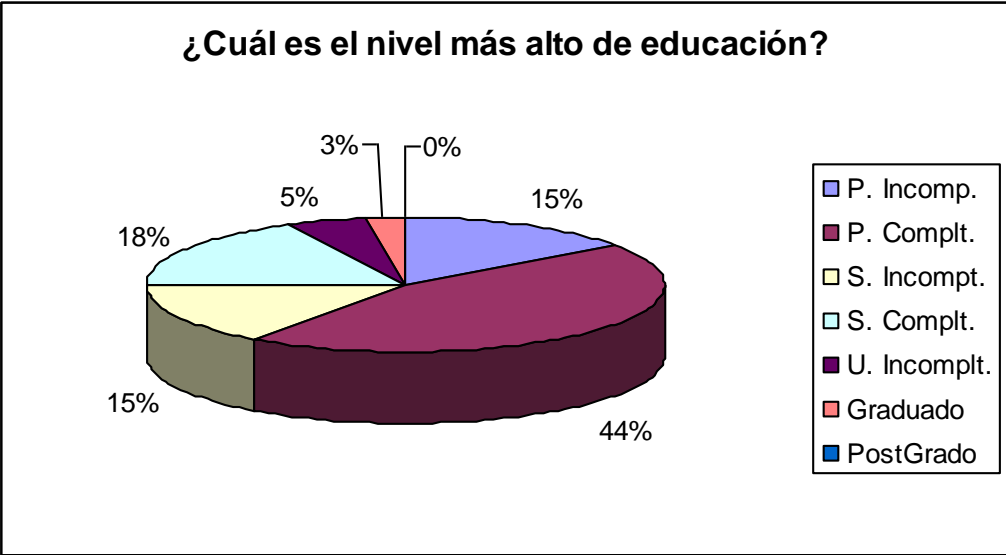


Fig. 14. Pregunta 6 de la investigación de mercados

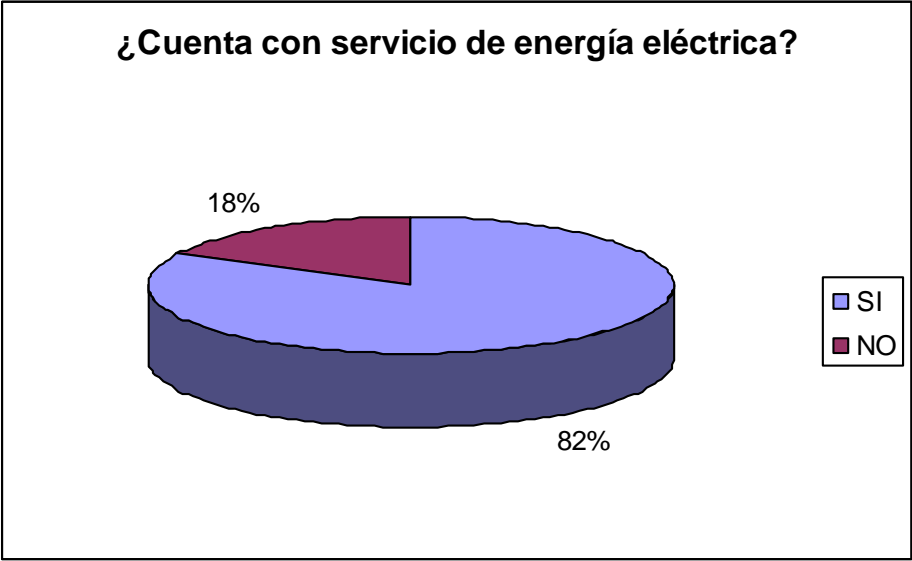


Fig. 15. Pregunta 7 de la investigación de mercados

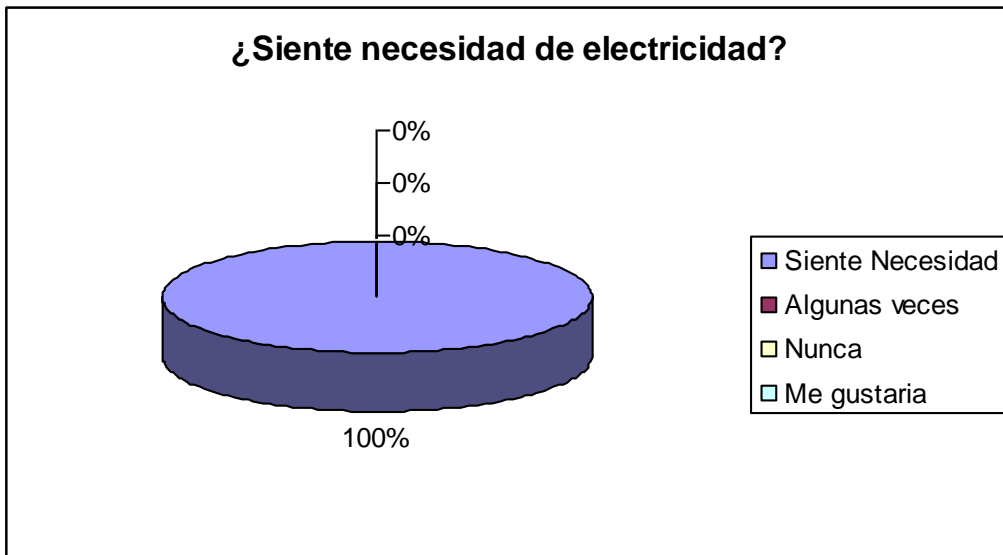


Fig. 16. Pregunta 8 de la investigación de mercados

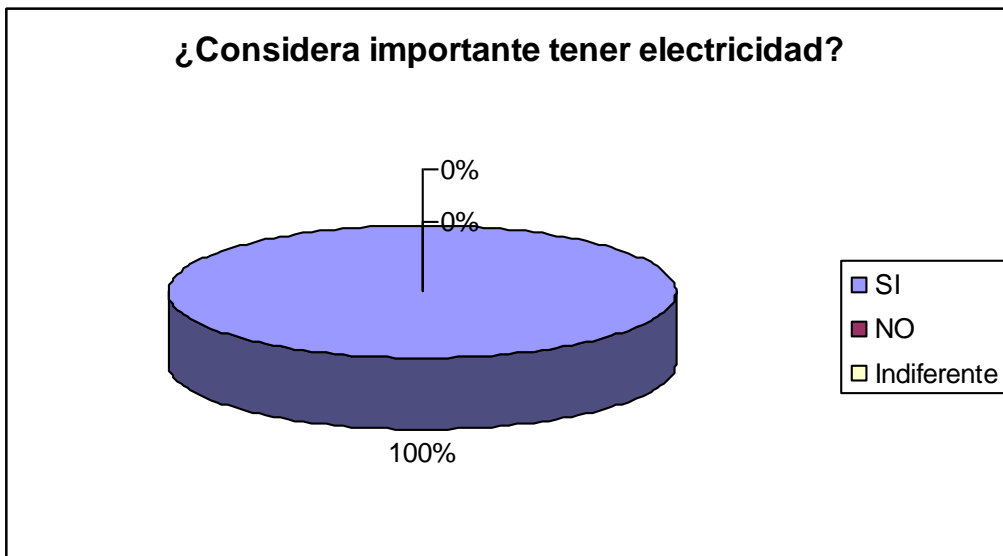


Fig. 17. Pregunta 9 de la investigación de mercados

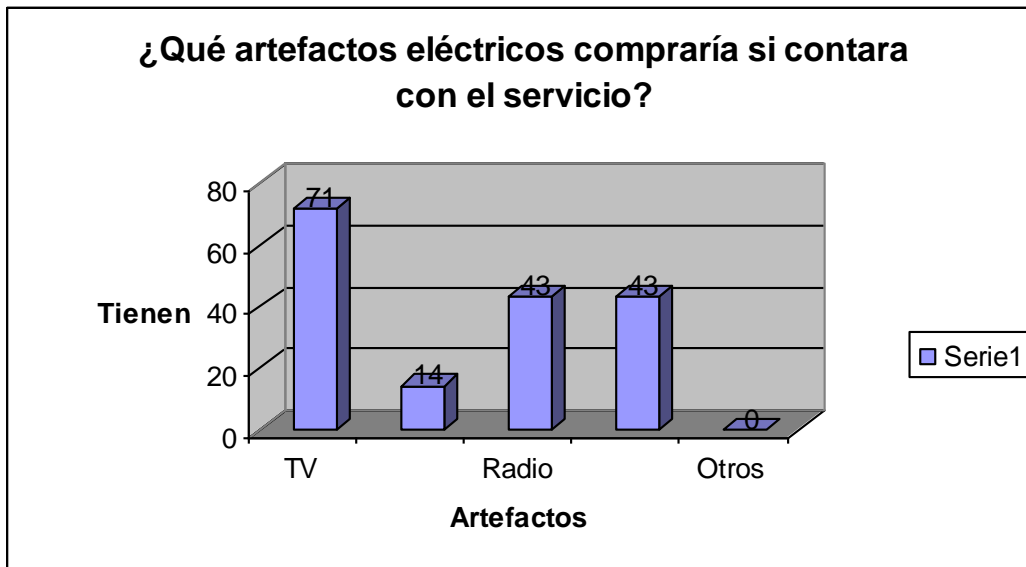


Fig. 18. Pregunta 10 de la investigación de mercados

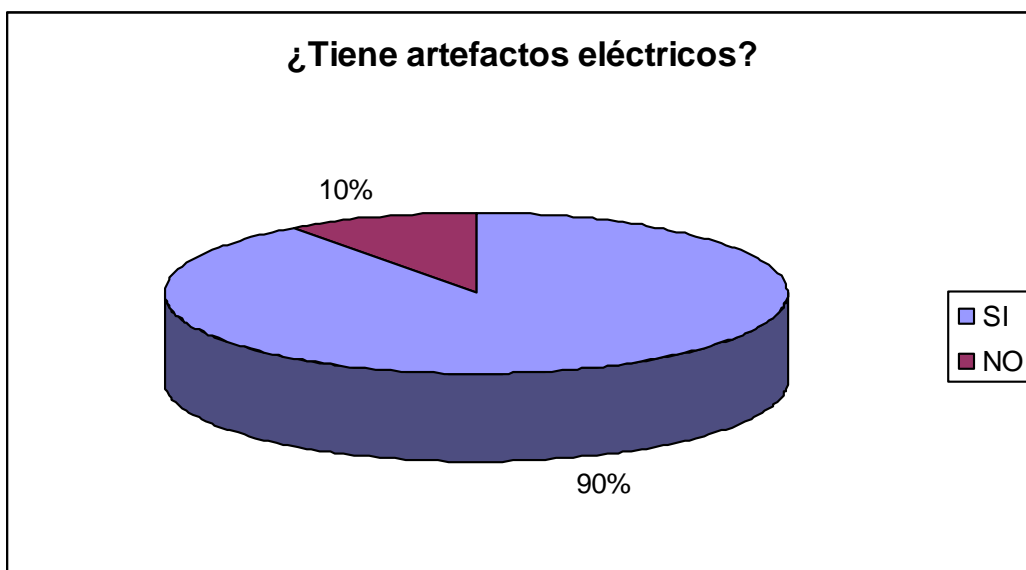


Fig. 19. Pregunta 11 de la investigación de mercados

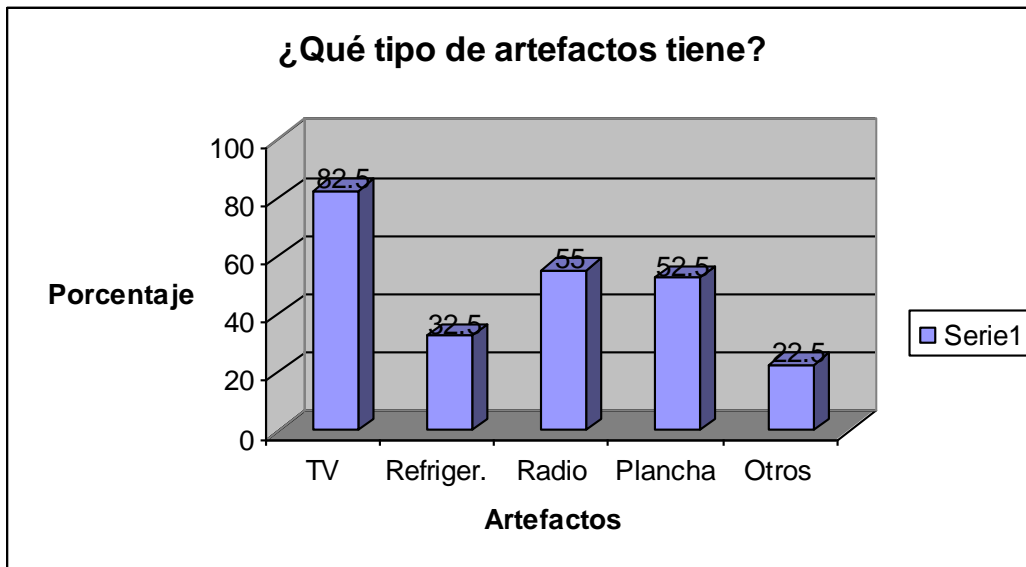


Fig. 20. Pregunta 12 de la investigación de mercados

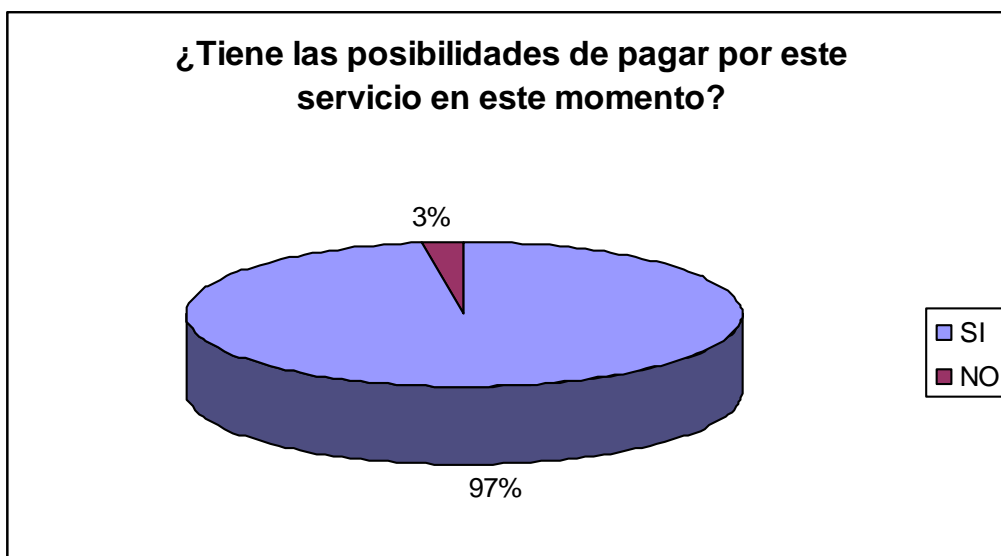


Fig. 21. Pregunta 13 de la investigación de mercados

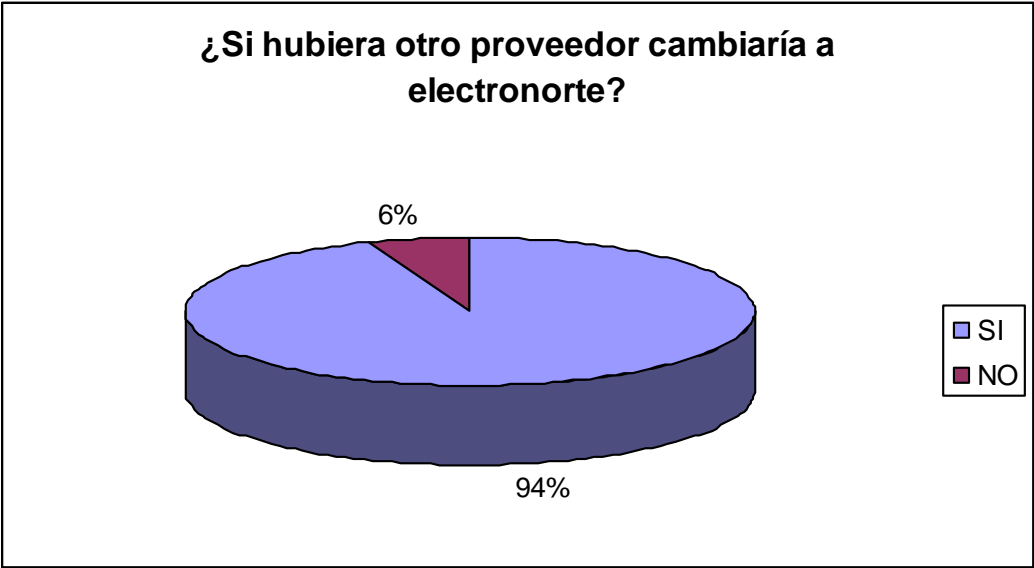


Fig. 22. Pregunta 14 de la investigación de mercados

Anexo 5: Mapa de la Red eléctrica Nacional - Lambayeque.



DESCRIPCIÓN	LÍNEAS EXISTENTES	LÍNEAS PROYECTADAS
LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN 220 kV		
LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN 138 kV		
LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN 33-50-60-66 kV		
SUBESTACIÓN		
CENTRAL HIDRÁULICA		
CENTRAL TÉRMICA		
CAPITAL DE DEPARTAMENTO		

Anexo 6: Esquema del Sistema de tratamiento de las Aguas Residuales de la Ciudad de Chiclayo.



Anexo 7: Sistema de tratamiento de las Aguas residuales de Chiclayo.

1. AGUAS RESIDUALES

Son aquellas aguas eliminadas por el hombre luego de ser aprovechadas en diversos usos como: higiene personal, preparación de alimentos, limpieza, lavado de ropa, etc. Contienen microorganismos llamados bacterias, algunas de las cuales son nocivos al hombre (coliformes fecales, salmonellas, vibrio cólera), también parásitos (giardia, entamoebas) y protozoarios, etc. Además contiene materia orgánica que son las partículas de alimentos que están en suspensión en el agua y son aprovechados por las bacterias presentes.

CARACTERÍSTICAS

DBO₅ del agua cruda= 270 mg/lit.
Col. Total del agua cruda= 5.40×10^7 NMP/100 ml.
COLOR= GRIS OSCURO
OLOR= DESAGRADABLE

2. CANAL DE INGRESO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Mediante el uso de las rejillas de alcantarillado, el agua de desagüe de la ciudad de Chiclayo es recolectada y llevada por gravedad hasta confluir en un canal principal de ingreso a la planta de tratamiento. Este canal es de sección rectangular y posee una pendiente adecuada para que circule un caudal máximo de 1600 litros por segundo.

5. LAGUNAS ANAERÓBICAS PRIMARIAS

En ellas se realiza la estabilización de la materia orgánica mediante la descomposición por la acción de las bacterias de tipo anaeróbicas. Se forma un proceso de fermentación y sedimentación. Genera gases (metano, H₂S) de mal olor y al fondo de la laguna se acumulan los lodos sedimentados.



6. LAGUNAS FACULTATIVAS SECUNDARIAS

Luego del tratamiento primario el agua es depurada mediante la oxigenación proveniente de la presencia de las algas, las cuales se desarrollan notablemente en estas lagunas.

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA FINAL

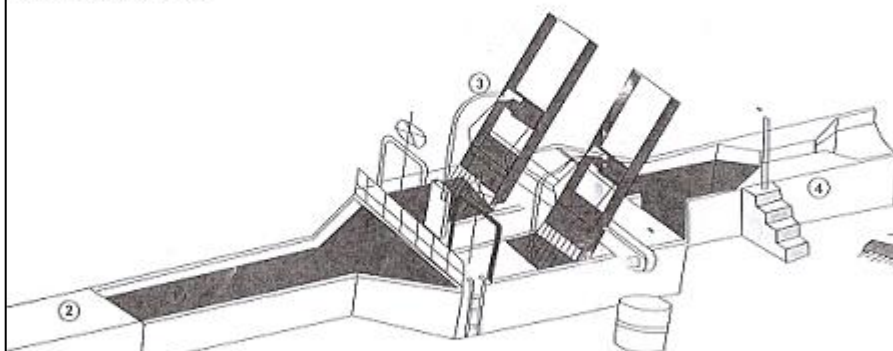
DBO₅ = 22.3 mg/l.
Col. Total = 1.70×10^5 NMP/100 ml.
COLOR= VERDE
OLOR= SIN OLOR
APTA PARA EL REGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO.

7. CANAL DE DESCARGA DE AGUAS TRATADAS

Es el canal que sirve para dirigir los desagües tratados hacia el dren que conduce las aguas al mar. Está construido a tipo abierto sin recubrimiento.

8. CANAL DE RIEGO DE LOS AGRICULTORES

Este Canal está revestido de concreto armado y conduce las aguas a los agricultores para el riego de plantas de tallo alto.



3. CAMARA DE REJAS

Sirve para detener los materiales flotantes de mayor tamaño: bolsas plásticas, trozos de madera, palos, paja, etc. los cuales son llevados a un relleno sanitario.

Se cuenta con dos unidades electromecánicas de accionamiento manual/automático.

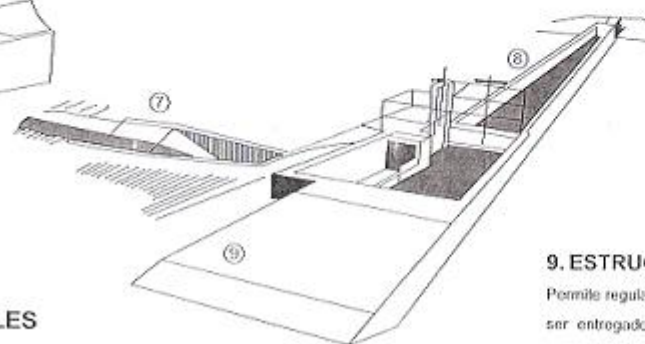
4. MEDIDOR DE CAUDALES PARSHALL

Se utiliza para medir el caudal que ingresa a las lagunas, mediante la lectura del nivel de aguas servidas que circulan por el canal.

9. ESTRUCTURA DE SALIDA.

Permite regular el caudal de salida del desagüe tratado para ser entregado a los agricultores del Sector Galito de la Comunidad Campesina de San José.

Tiene dos compuertas metálicas que permiten la distribución del agua.



Anexo 8: Imágenes del actual sistema de tratamiento.



Fig.25. Canal de Ingreso de las Aguas Residuales.



Fig. 26. Cámara de rejas automática.



Fig. 27. Medidor de Caudales Parshall



Fig. 28. Caja de distribución de caudales.



Fig. 29. Lagunas de estabilización anaeróbicas primarias.



Fig. 30. Corrosión que provocan las aguas residuales. Los detergentes no son eliminados.



Fig. 31. Lagunas facultativas secundarias.

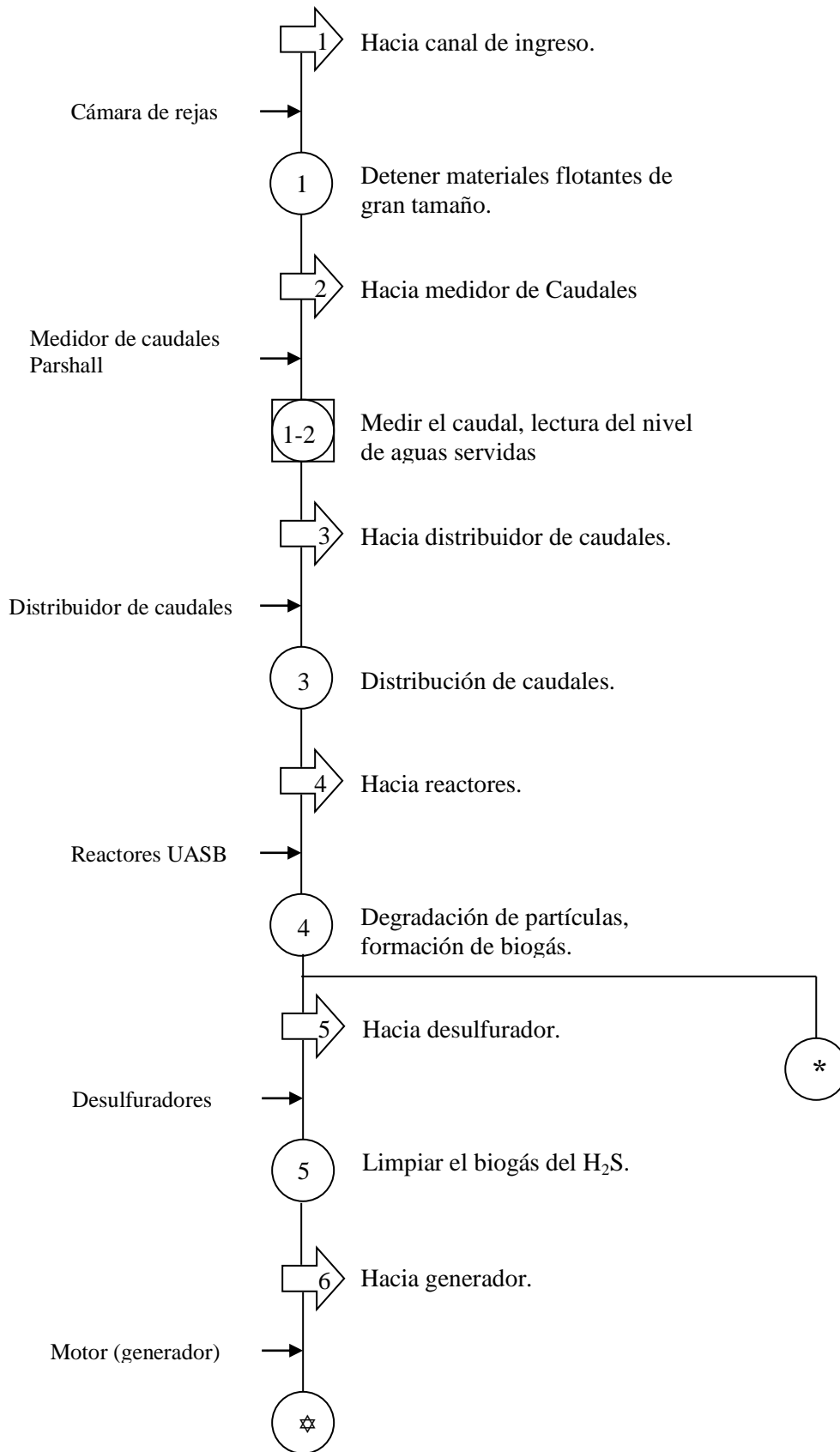


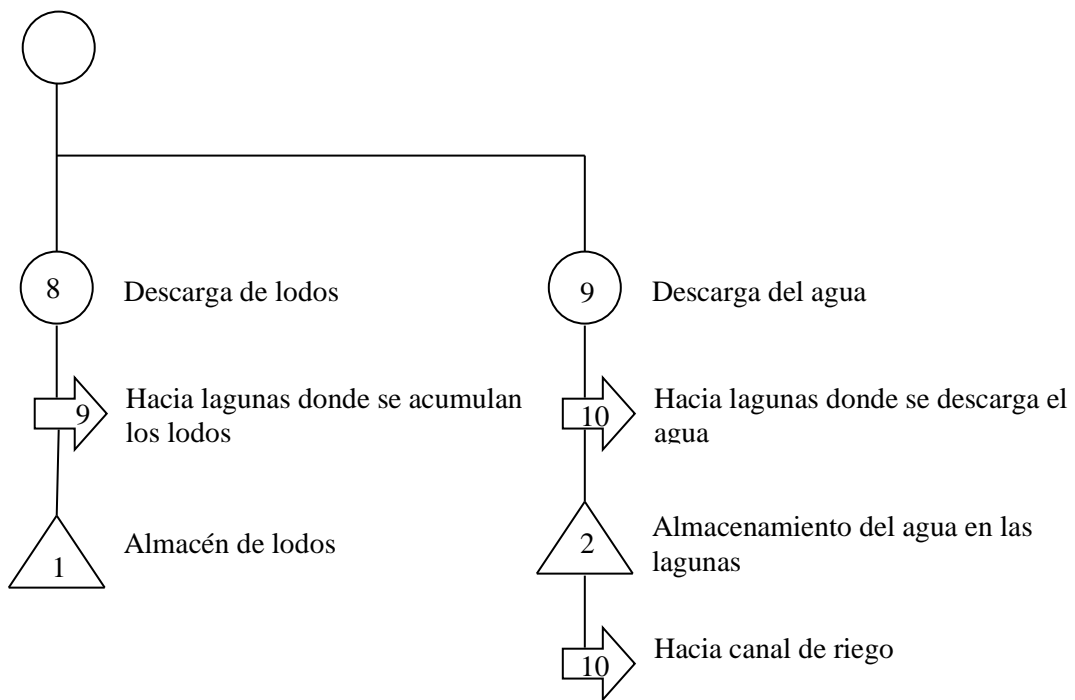
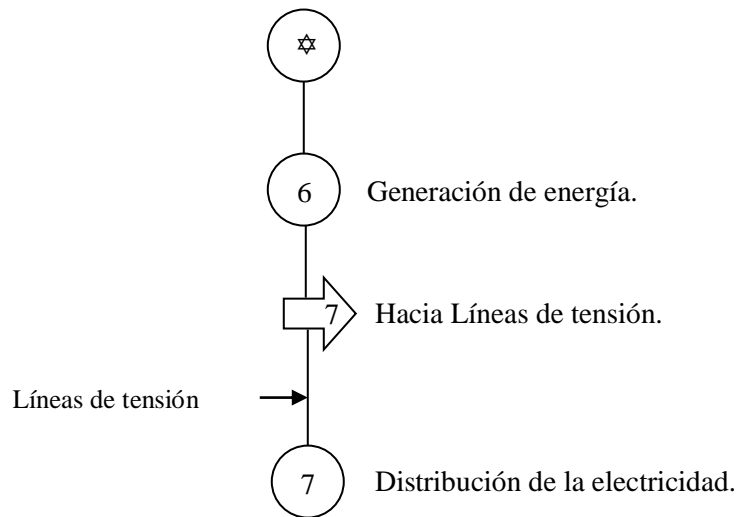
Fig. 32. Estructura de salida de las aguas tratadas.



Fig. 33. Canal de riego para los agricultores.

Anexo 9: Diagrama de flujo del proceso.

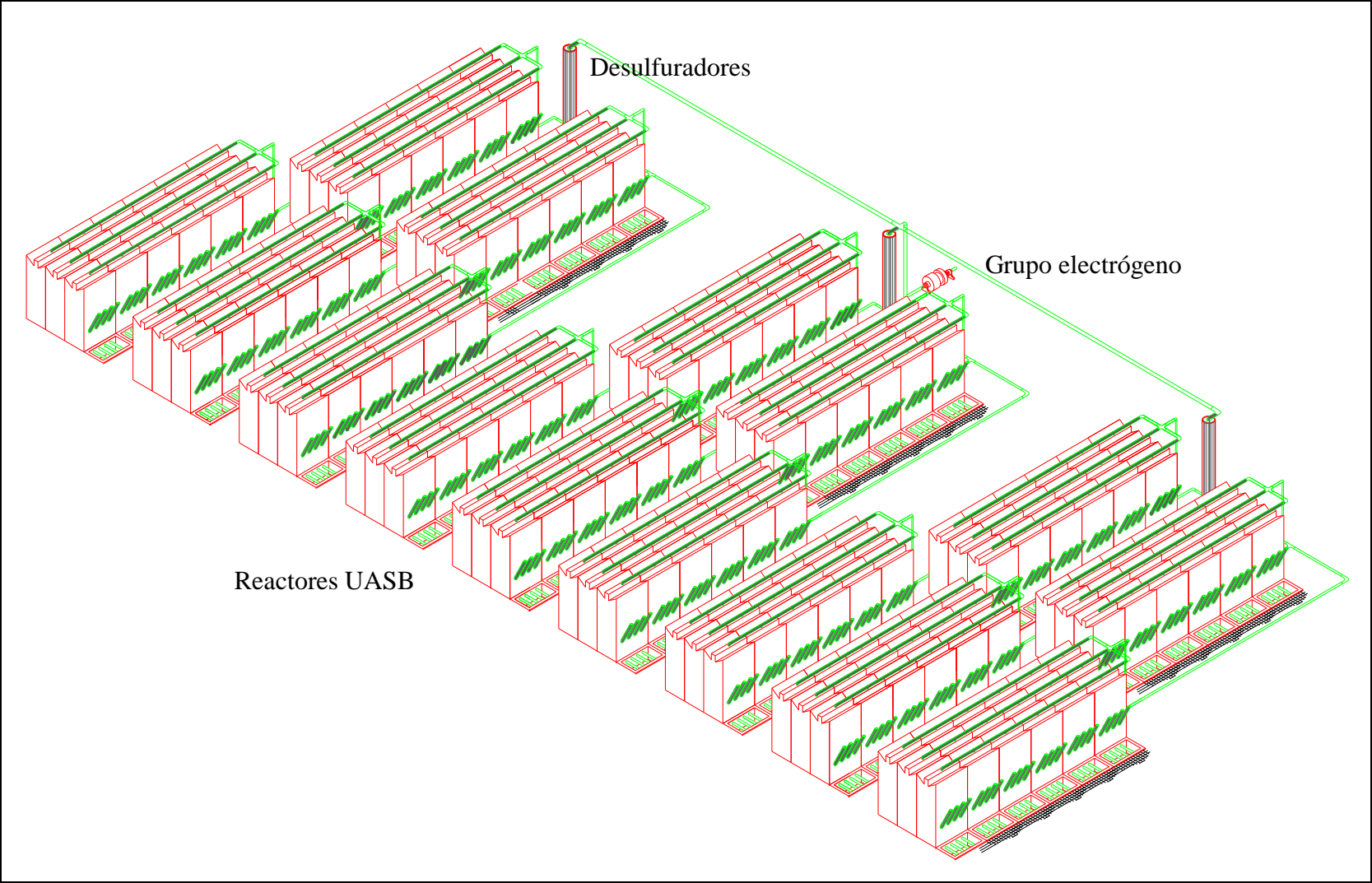




Resumen

<i>Actividad</i>	<i>Total</i>
Transporte	10
Operación	9
Almacenamiento	2
Medición	1

Anexo 10: Diseño de la planta.



Anexo 11: Mapa de ubicación del Distrito de San José.



Anexo 12: Lista de chequeo para identificar efectos significativos de la planta de tratamiento.

Tabla 68: Efectos significativos de la planta de tratamiento

<i>Impactos generados</i>	<i>Etapas del Proyecto</i>			
	<i>Diseño</i>	<i>Construcción</i>	<i>Operación</i>	<i>Abandono</i>
1. Sobre el agua				
a. Efluentes de la planta			X	
b. Amenaza de la vida marina		X		X
c. Tratamiento intenso para hacerla potable			X	
d. Riesgos en los cultivos			X	
e. Calidad de aguas del litoral		X		X
2. Sobre el aire, atmósfera y clima				
a. Emisiones tóxicas			X	
b. Efectos sobre la salud del hombre: irritaciones y afecciones pulmonares		X		X
c. Efectos sobre el clima		X		X
d. Efectos sobre la estratosfera: capa de ozono		X		X
e. Incremento del ruido: perturbaciones de las actividades del hombre y de los animales			X	
f. Presencia de malos olores por el agua y los lodos			X	
3. Sobre el suelo				
a. Movimiento de tierras		X		X
b. Perforaciones		X		
4. Sobre flora y fauna				
a. Alteración de hábitats		X		
b. Alteración de las especies endémicas		X		
c. Despertar del interés científico y educativo			X	
d. Interés por las especies protegidas			X	
5. Sobre el paisaje				
a. Pérdida del paisaje	X	X		
b. Pérdida de la visibilidad		X		
c. Pérdida de la fragilidad		X		
6. Sobre aspecto socio económico y cultural				
a. Nuevos servicios de energía limpia			X	
b. Creación de puestos de trabajo		X	X	
c. Mejoramiento de la calidad de vida de las personas			X	