



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Evaluar los Tratamientos de Vinaza para Mitigar el Impacto
Ambiental en el Área de Influencia del Proyecto Maple Etanol –
Piura**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Cardoza Ramos, Juan Carlos (ORCID: 0000-0003-1048-0231)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos quienes siempre me brindan su apoyo, comprensión y cariño. A mis amigos verdaderos, por sus consejos y apoyo.

AGRADECIMIENTO

Quiero manifestar mi profundo agradecimiento:

- A Dios, por darnos el maravilloso don de la vida y guiar siempre mi sendero.
- A mi esposa e hijos, por apoyarme y comprender la necesidad de culminar esta tarea.
- Al Sr. Guillermo Ferreyros Cannock gerente general de Maple Etanol S.R.L., por el apoyo brindado.
- A mi asesor que en todo momento alentó y dio las instrucciones necesarias para culminar el presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. Tipo y diseño de la investigación	27
3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de Categorización.	28
3.3. Escenario de Estudio	30
3.4. Participantes.	42
3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	43
3.6. Procedimientos:	44
3.7. Rigor científico	44

3.8. Métodos de Análisis de Información.....	45
3.9. Aspectos éticos.....	45
IV. RESULTADOS.....	46
4.1. Resultados parciales.....	46
4.1.1. Resultados del Proceso Aeróbico Inicial. - Anteproyecto Manejo De Vinaza	46
4.1.2. Resultados en Proceso Anaeróbico.....	56
4.2. Resultados generales.....	56
4.3. Resultados de Encuesta	57
V. DISCUSIÓN.....	62
VI. CONCLUSIONES.....	64
VII. RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS	
TABLAS COMPLEMENTARIAS.....	
PANEL FOTOGRÁFICO	
MAPAS.....	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01 - Imagen Satelital – Agrícola del Chira (marzo 2010)	12
Figura N°02 - Imagen Satelital – Pivote (Agrícola del Chira)	13
Figura N°03 - Imagen Satelital – Agrícola del Chira –Tubería de Vinaza... ..	15
Figura N°04 - Almacenamiento en Pozas.	16
Figura N°05 - Pozas Aeróbicas	17
Figura N°06 - Poza Anaeróbica – Microorganismos.	17
Figura N°07 - Tratamiento Anaeróbico	18
Figura N°08 - Aplicación de Vinaza – Fertiirrigación.	29
Figura N°09 - Componente del Proyecto.	31
Figura N°10 - Sistema de Distribución de Agua	32
Figura N°11 - Sistema GPS - RTK	37
Figura N°12 - Porcentaje de Percepción de Olor a Vinaza en los Centros Poblados	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01 - Balance de N, P y K	09
Tabla N°02 - Áreas de cultivo - Agrícola del Chira	13
Tabla N°03 - Producción de Vinaza, según Rendimiento de Producción Caña de Azúcar – Fase I.	19
Tabla N°04 - Producción de Vinaza, según Rendimiento de Producción Caña de Azúcar – Fase II	20
Tabla N°05 - Reporte de Producción de Etanol y Vinaza en el 2014.	21
Tabla N°06 - Distribución de área en Semilleros.	38
Tabla N°07- Resumen de Preparación y Siembra.	39
Tabla N°08 - Análisis Físico-Químico de Vinaza (junio 2012).	49
Tabla N°09 - Características Físico Química de Vinaza (junio 2014)	50
Tabla N°10 - Control de pozas tratamiento aeróbico 2013 – 2014	52
Tabla N°11 - Cambios en el Suelo entre 2013 - 2014 después de aplicar Vinaza	53
Tabla N°12 - Cambio en la textura del Suelo entre 2013 - 2014 después de aplicar Vinaza	55
Tabla N°13 - ¿Perciben Olor a Vinaza?	59
Tabla N°14 - Rumbo y Distancia de los Centro Poblados al Depósito de Vinaza	60
Tabla N°15 - Cálculo de volumen de NPK recuperado.	63

RESUMEN

El estudio se desarrolló en el Proyecto Agroindustrial Maple Etanol de propiedad de la empresa Maple Etanol S.R.L, y que fue transferida al Grupo Gloria con la razón social de Agro Aurora SAC.

Dentro del proceso integral del proyecto agroindustrial Maple Etanol S.R.L. considera 5 componentes: Agrícola, Industrial, energía, transporte y almacenamiento (ver Figura N°01). Este estudio ha profundizado en los componentes agrícola e Industrial, que es donde se desarrolla la investigación. El Componente industrial describe el proceso, desde la descarga de Caña de azúcar hasta la producción de etanol, y emisión de efluentes tóxicos, como la Vinaza.

El Capítulo I corresponde a la parte introductoria, que resulta extensa por la complejidad del proyecto, donde se plantea el problema, se determinan los objetivos, las hipótesis, la justificación, importancia y limitaciones.

El Capítulo II, describe en el marco referencial algunas experiencias desarrolladas a nivel internacional, nacional y local., marco conceptual y marco teórico.

En el Capítulo III, describe el planteamiento metodológico de la solución al problema planteado en el Capítulo I.

En el Capítulo IV, presento los resultados obtenidos de acuerdo a las experiencias de tratamiento Aeróbicos y Anaeróbicos, aplicados a la solución del problema.

Se Concluye, como mejor opción: *“Que la vinaza debe de ser aplicada como fertilizante, en el Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión, para mitigar el problema de los sólidos; y aplicada en el lote cosechado, donde se extrajo la materia prima; devolviendo al suelo, gran parte de Nitrógeno, fosforo y Potasio.*

Con este tratamiento cumplimos con lo aprobado en el EIA, cerrando así, el círculo de producción ambientalmente saludable.

Palabras Clave: Etanol, Vinaza, Tratamiento.

ABSTRACT

The present study was developed in the Maple Ethanol Agroindustrial Project owned by the company Maple Ethanol S.R.L, between 2010-2015, and which was transferred to the Gloria Group with the corporate name of Agro Aurora SAC.

Within the integral process of the agro-industrial project Maple Ethanol S.R.L. It considers 5 components: Agricultural, Industrial, energy, transportation and storage (see Figure N°01). This study has delved into the agricultural and industrial components, which is where the research is developed. The Industrial component describes the process, from the discharge of sugar cane to the production of ethanol, and the emission of toxic effluents, such as stillage.

Chapter I corresponds to the introductory part, which is extensive due to the complexity of the project, where the problem arises, the objectives, hypotheses, justification, importance and limitations are determined.

Chapter II describes in the reference framework some experiences developed at the international, national and local levels, conceptual framework and theoretical framework. e

In Chapter III, he describes the methodological approach to the solution to the problem raised in Chapter I.

In Chapter IV, I present the results obtained according to the Aerobic and Anaerobic treatment experiences, applied to the solution of the problem.

It is concluded, as the best option: "That stillage must be applied as fertilizer, in the Technified Sprinkler Irrigation System, to mitigate the problem of solids; and applied in the harvested batch, where the raw material was extracted; returning to the soil, a large part of Nitrogen, phosphorus and Potassium.

With this treatment we comply with what is approved in the EIA, thus closing the environmentally healthy production circle.

I. INTRODUCCIÓN

Maple Etanol S.R.L. en el año 2006 presentó al Gobierno Regional de Piura, una iniciativa de inversión privada para adquirir 10,676 hectáreas de tierras eriazas con aptitud agrícola, para el cultivar caña de azúcar y ejecutar un proyecto agro industrial de producción de etanol automotor. Posteriormente, amplió su extensión a 14 mil hectáreas, de las cuales 9,800 hectáreas destinadas al cultivo de caña de azúcar.

El proyecto se encuentra ubicado en el norte del Perú, y comprende las jurisdicciones políticas de las provincias de Sullana (distrito de Sullana y Miguel Checa) y Paita (distritos de Paita, Pueblo Nuevo de Colán, El Arenal y la Huaca) del departamento de Piura (Ver Mapa N°01); conformado por terrenos eriazos de un tablazo, topográficamente entre los 35 y 102 msnm.

Dentro del proceso productivo agroindustrial se producen desechos industriales como vinaza, bagazo, otros

Sus operaciones se desarrollan en el lado izquierda del río Chira, donde se ha instalado 2 estaciones de captación en el río y un sistema principal de conducción del agua hacia 02 reservorios de almacenamiento; de donde se rebombee y distribuye por líneas de conducción principal a las estaciones de riego tecnificado (12 estaciones de rebombeo); de allí por el sistema de distribución de riego por goteo se irriga a la caña de azúcar (ver Mapa N°02).

Las actividades se iniciaron sembrando caña de azúcar en los semilleros ubicados en el distrito de La Huaca y Pueblo Nuevo de Colán, y la construcción de la Planta de Etanol, que, mediante un proceso de destilación y deshidratación de jugo de caña de azúcar, se produce etanol anhidro automotor, y se genera energía eléctrica con el bagazo de la caña, cerrando todo el proceso productivo en sus fases agrícola, productiva, transporte y despacho.

La vinaza es el efluente ácido, cuyo promedio de producción equivale de 10 a 18 litros de vinaza por cada litro de alcohol producido. Para Soles Jacobo (2020, p. 26), considera que “por cada litro de alcohol etílico se producen, en promedio de 15

a 16 litros de vinaza” y Flores, Leiva y Tejada (2020, p.3), considera que la proporción es de 15 y 18 litros de vinaza.

Para desarrollar sus actividades la empresa utilizará tecnología limpia y moderna, que ofrecen la mayor compatibilidad con el medio ambiente, durante todas sus etapas del Proyecto.

Los principales países productores de etanol a nivel mundial, así como latinoamericano, dan como solución rápida y económica la descarga de la vinaza a los cauces de quebradas y ríos. Soles Jacobo (2020, p. 3), advierte que “... cuando la vinaza sin ningún tratamiento es vertida en un curso de agua, produce efectos negativos en la flora y fauna. Su elevada concentración de materia orgánica expresada en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) provoca el agotamiento rápido del oxígeno en el curso de agua sobre el cual se vierte con la consecuente pérdida de la vida que se desarrolla naturalmente en este cuerpo de agua. Además, cuando la vinaza se degrada en un medio anaeróbico, genera y emite gas metano (CH₄) el cual es un gas de efecto invernadero (GEI)”.

Similar actitud viene realizando las empresas azucareras en el Perú a lo largo de su operación, así como las nuevas empresas productoras de etanol instaladas en el norte del Perú (Piura), que se han visto involucradas en denuncias públicas.

El Estudio de Impacto Ambiental de Maple Etanol, considera la inyección de la Vinaza como fertilizante en el sistema de riego (Riego por Goteo). Sin embargo, al momento de inyectar la Vinaza al Sistema de Riego, según las características físicas que presente, ocasiona formación de biofilms y/o acumulación de sólidos en los filtros y mangueras, obstruyendo los goteros, y averiando el sistema de riego, ello ocasiona el principal problema.

Ante este problema ¿Las empresas productoras de Etanol tienen que afrontar a diario el que hacer con el gran volumen de vinaza producido? y

¿Qué tipo de tratamiento se tiene que ejecutar para mitigar la contaminación de suelo, agua, aire y olores?

Si la producción promedio diario de etanol es de 300 litros, tendremos 4000 litros aprox. de Vinaza. ¿Qué hacer con todo este volumen producido?

- ¿Existen tratamientos de Vinaza?
- ¿Qué experiencia existe en otros países y/o empresas?
- ¿Qué tipo de tratamiento se tiene que implementar, para mitigar la contaminación de suelo, agua, aire y olores?
- ¿Qué tan amigo del Ambiente debe ser el tratamiento seleccionado?

Llegamos a la conclusión que el problema principal a plantear es: “Las empresas productoras de etanol y azúcar, tienen que afrontar a diario el ¿Qué hacer con el gran volumen de vinaza producido? y ¿Qué tipo de tratamiento se tiene que ejecutar para mitigar la contaminación de suelo, agua, aire y olores?”

De acuerdo al problema planteado el objetivo principal de esta Investigación es **Evaluar** los Tratamientos de Vinaza para Mitigar el Impacto Ambiental en el área de Influencia del Proyecto Maple Etanol – Piura

Esta conclusión se respalda con lo afirmado Freire, Eudaldo, (2020, p.211) que dice: “El objetivo expresa los límites del problema y orienta el desarrollo de la investigación al precisar qué se pretende. Por tanto, el título del proyecto de investigación o trabajo científico debe surgir del objetivo del para qué”.

Los objetivos “representan las acciones concretas que el investigador llevará a cabo para intentar responder a las preguntas de investigación y así resolver el problema de investigación” (FREIRE, Eudaldo Enrique Espinoza, 2020, p.209)

Los objetivos específicos son:

Analizar cada uno de los tratamientos.

Mitigar el Impacto de contaminación de Agua, Aire y Suelo.

Mitigar el impacto de contaminación por olores.

Cumplir con el EIA de la empresa.

Aplicar vinaza como fertilizante en el cultivo de caña de azúcar.

Identificar los Impactos ambientales del tratamiento de Vinaza.

Según Suarez, et al. (Citado por FREIRE, 2020, p.208), señala que, al avanzar con la recopilación de información teórica y práctica, los objetivos de la investigación, se ajustan a la realidad de tal manera que puedan eliminarse las limitaciones y hacerlos alcanzables, afirmación que estoy totalmente de acuerdo.

La Investigación se justifica en la comprobación de la eficiencia del estudio de impacto ambiental, para mitigar la Contaminación de suelo, aire, olores y agua, analizando los diversos procesos de tratamientos que se han dado, para evitar conflictos sociales y determinar el tratamiento más “saludable ambientalmente”.

Como justificación Teórica existen estudios ya realizado en diversos países productores de caña de azúcar como es el caso de Brasil, Colombia, Cuba y otros, que nos ayudan a tomar ciertas conclusiones anticipadas. Teóricamente es más saludable aplicar 4,000 m³ de vinaza en un área de 20 a 40 hectáreas, que en una poza de 1 hectárea.

Como justificación metodológica. En el Método empleado es combinado en forma práctica y teórica. Teórica porque los datos y diseños son reales, y prácticos porque en los métodos ya empleados contamos con registro de datos comprobados in situ y se ha comprobado en forma práctica diversos procesos de tratamiento de vinaza empleados para analizar y lograr un método ambientalmente saludable.

La importancia es la necesidad que las empresas productoras de Etanol, dejen de arrojar la vinaza a los lechos de quebradas y ríos, produciendo contaminación de agua, suelo, aire y olores, y que, se aproveche el uso de la misma como fertilizante, con un sistema de riego tecnificado, que garantice su eficacia y eficiencia.

Las Limitaciones se dieron en el inicio del proyecto con el retraso en el arranque de planta de etanol, que debió funcionar en setiembre del 2009 y recién se inician pruebas en marzo, y se estabilizó en julio del 2010.

Otra limitación fue el manejo agronómico deficiente del cultivo de la Caña de azúcar, ocasionando bajo rendimiento de la producción de un promedio de 164 a 60 toneladas por hectáreas. También algunos campos se vieron afectados por nematodos, y que, por su bajo rendimiento, tuvieron que abandonarse.

La venta de la empresa Maple Etanol SRL al Grupo Gloria, tomando como nuevo nombre Agro Aurora S.A.C., la misma que mantiene un círculo cerrado en este tema, por las diferentes denuncias que ha tenido por las poblaciones aledañas.

Hipótesis de la Investigación.

- ✓ La Hipótesis General es Aplicar Vinaza por el sistema de riego tecnificado en los campos post cosecha, fertiliza el suelo y evita la descomposición de la Vinaza Almacenada.

Hipótesis Específicas.

- ✓ Determinar el Volumen de Vinaza
- ✓ Calcular la pluviometría para aplicar en el campo de cultivo.
- ✓ Determinar el área de aplicación
- ✓ Determinar el Tiempo de aplicación, para cambiar micro aspersores.
- ✓ Determinar cuánto NPK se está reemplazando con la aplicación de la vinaza.

II. MARCO TEÓRICO

El Esquema general muestra los principales tratamientos de la vinaza con demostradas viabilidades técnico-económica-ambiental, que se han experimentado en diversos países.



A nivel Internacional en países como Cuba, Brasil, Colombia y otros, se han venido realizando ensayos como enmiendas al suelo y fertilizantes debido a su riqueza en minerales; sin embargo, su limitante en el empleo es la acidez, por el bajo pH, y el gran volumen que se produce diariamente. Entre los tratamientos tenemos:

Recirculación. Los procesos industriales con tecnología convencional de fermentación alcohólica, están en la proporción de 10 a 14 litros de vinaza, por litro de etanol producido (aunque algunos estudios consideran entre 15 a 18), este índice de proporcionalidad nos lleva a concluir que este proceso industrial, consume una gran cantidad de agua; según García y Rojas (Citado por Flores, Leiva y Tejada, 2020, p.3), “el residuo de la producción de etanol más del 90% es agua y el 10% restante materia seca...”

Es por ello, que el principal tratamiento es la recirculación de la vinaza al proceso fermentativo. Martínez citado por Alonso et al. (Centro de azúcar Vol. 43 N°1 enero-marzo del 2016. p. 72) nos dice que es una alternativa aplicada en varias partes del mundo, pero siempre se tiene que evaluar el porcentaje de vinaza que se puede recircular, para no afectar la etapa fermentativa ni el rendimiento.

Compost. Las vinazas se incorporan como uno de los componentes nutritivos para la producción de compost. Dos Santos et al. (citado por Flores, Leiva y Tejada (2020, p.4), “indica que después de realizar una decantación de la vinaza consiguieron un residuo más claro, con olor ligeramente endulzado y un pH entre 5.00 y 6.00, que el nivel de potasio aumentó después del tratamiento con Vinazalo cual afirman el establecimiento de una solución con vinaza es posible, utilizándola como abono orgánico....”

Para Flores, Leiva y Tejada (2020, p.12) considera “la vinaza por sus altos componentes orgánicos se considera como un abono orgánico en potencial, y se podría de esta manera aprovechar sus características”.

Flores, Leiva y Tejada (2020, p.57) concluye “La Vinaza deshidratada en porcentajes de Nitrógeno, Fósforo y materia orgánica es similar a los porcentajes de abonos orgánicos de uso común y a la vez están dentro de los rangos óptimos de abonos orgánicos por lo tanto se clasifica como un abono orgánico”.

Por otro lado, como la ventaja del tratamiento de combustión Alonso et al. (Centro de azúcar Vol.43 N°1 enero-marzo del 2016. p. 72) nos dice que las cenizas pueden utilizarse como fertilizante o venderse al mercado.

Energía. Como fuente de energía tiene 2 alternativas para generar electricidad (concentración y combustión en Calderas de vapor) y producción de biogás en compostaje.

Perera citado por Alonso et al. (Centro de azúcar Vol. 43 N°1 enero-marzo del 2016. p. 72) nos dice que uno de los tratamientos realizados en algunos países como Colombia, Argentina e India es la concentración y posterior combustión de las vinazas producto de ello se genera energía y los residuos son cenizas potásicas

que se pueden vender como fertilizante, por lo tanto, se reducen los residuales y se convierte en una tecnología limpia”

FUESS, Lucas Tadeu, et al. (2018, vol. 122, p. 686) recomendando que “se debe facilitar la instalación de plantas de Digestión Anaeróbica a gran escala para el tratamiento de la vinaza de caña de azúcar mediante mecanismos que estimulen sistemas más eficientes con respecto a la producción de energía eléctrica y la reducción de la carga contaminante”

Sin embargo, para FITO, Jemal; TEFERA, Nurelegne; VAN HULLE, Stijn WH. (2019, vol. 6, N°1, p. 11) “la digestión anaeróbica por sí sola no puede eliminar todos los contaminantes, se debe realizar un postratamiento y recomienda otra tecnología de tratamiento para la remoción de compuestos orgánicos menos degradables biológicamente en términos de eficiencia del tratamiento, costo y facilidad de operación, así como aceptación social”.

Vinaza como combustible. Pérez y col., citado por Alonso et al. (Centro de azúcar Vol.43 N°1 enero-marzo del 2016. p. 72) nos dice que “se obtiene un 72 % de ahorro en el consumo de combustible fósil y por consiguiente una reducción en las emisiones de CO₂”

Biogás. La vinaza es tradicionalmente un sustrato que se transforma biológicamente, originando gases, como metano, que es uno de los gases que produce el efecto invernadero.

Cortez et al. (Citado en Soles Jacobo, 2020, p. 27) “Refiere que una alternativa que es usada cada vez en la industria de la producción de alcohol etílico es la biodigestión de la carga contaminante de la vinaza para producir biogás y vinaza tratada”.

En España también se han probado la remoción del DQO, utilizando ozono, habiendo logrado producir hasta 70% más gas metano, que a partir de vinaza cruda (Soles Jacobo, 2020, p. 28)

Alimento Animal. Existen dos vertientes, puede ser por consumo directo o por alimento concentrado a los animales. Ocupa el segundo lugar en los tratamientos utilizados a la vinaza.

Carrilho *et al.* (Citado por Flores, Leiva y Tejada, 2020, p.5), demuestra en sus investigaciones que se han utilizado en dieta para Conejos observando diferencia en sus pesos diarios; en cerdos en una dosis de 2.5% de vinaza en la alimentación, incrementó su peso en 7.00 kg en 26 días; en aves de engorde mostraron un aumento de 17.00% en el peso de las vísceras comestibles y también sirve de materia prima para otros procesos fermentativos.

Fertirriego. Es uno de los tratamientos más utilizados que aporta nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)

Flores, Leiva y Tejada (2020, p.1), “menciona que en El Salvador el uso principal de la vinaza es la fertirrigación, pero podría convertirse en una amenaza para los suelos si se excede el uso”.

Tabla N°01.- Balance de N, P y K

INDICADOR	Demanda en kg/m ³ de etanol			% de la Demanda		
	N	P	K	N	P	K
Demanda para la producción	30	5	30	100	100	100
Contenido en las vinazas	4	3	20	13	60	67

Fuente: (Otero, Martínez-Valdivieso & Saura, 2006).

Se aprecia que estamos recuperando el 67% de Potasio (K) seguido del 60% de Fósforo (P) y un 13% de Nitrógeno, que son los nutrientes principales del cultivo de caña. Para ello se debe determinar las necesidades del suelo de acuerdo a un estudio, entonces se debe aplicar una dosis que satisfaga esta necesidad.

Se debe tener cuidado de esta aplicación en épocas de lluvia, pues el suelo se encuentra saturado y su asimilación no es la óptima.

Para BULLER, Luz Selene, et al. (2020, p. 42) nos dice que “la vinaza biodigerida reemplaza al 30% de Nitrógeno mineral y 46% de Fósforo”.

Otros Usos. Según Korndorfer et. Al. (Citado por Flores, Leiva y Tejada, 2020, p.6), “se puede producir ladrillos con mezcla más suelo de vinaza. ... Y producción de proteína unicelular por la fermentación aeróbica;”.

Nacionales. Para SOLES JACOBO (2020, p. 2), “... la producción de alcohol etílico en el Perú se ha incrementado en un 120%, desde una producción de 20 millones de litros en el 2001 hasta 44 millones de litros en el 2017.”, resulta preocupante verificar la disposición final del uno de los efluentes de este proceso, como es la Vinaza.

De acuerdo a la información reportada en las noticias de los medios locales, vemos que la disponibilidad final de la vinaza, resultado de los procesos de producción de azúcar, alcohol, Pisco, etc., llega a las quebradas y ríos aledaños a los ingenios azucareros y plantas de alcoholes.

Lambayeque. Chiclayo.

“Las fábricas producen 3 millones 500 mil litros diarios de vinaza que son arrojados a los drenes que pasan al norte y sur de Chiclayo y a los campos de cultivos, sin ningún tratamiento”. (Gerencia Regional de Producción, subgerencia de Medio Ambiente, 2011)

Cada fábrica produce 200 mil litros diarios de alcohol y otros, luego del procesamiento de la melaza (desecho viscoso) que resulta después de procesar el jugo de caña para producir azúcar.

Para mitigar el problema se ha instaló una mesa de diálogo con los empresarios involucrados en este rubro, lo mismos que se mostraron disponibles a contribuir con un manejo ambiental sostenible en sus actividades.

Pisco- Vinaza de Uva.

En el proceso de elaboración del Pisco, después del despabillado y estrujado de la uva, se produce un desecho llamado vinaza, que es un residuo líquido industrial (RILES) con alto contenido orgánico y calorífico, y ácido, por lo que no debe descargarse en los cursos naturales de agua como quebradas y ríos, sin embargo, pueden producir beneficios sobre el suelo y los rendimientos agrícolas en algunos cultivos

Un reciente estudio de MENDOZA, Pedro Córdova (2020), concluye que:

- De acuerdo a las características de los RIL y las condiciones ambientales y el estudio de las tecnologías permiten seleccionar el tratamiento más adecuado a la vinaza.
- Después de elaborar los tratamientos seleccionados, ninguno es barato.
- Los diferentes tratamientos son aplicables también a las tecnologías del pisco.

Locales.

Tratamiento de Vinaza en Agrícola del Chira, es parte del Proyecto Agroindustrial Caña Brava, que produce etanol a partir de la caña de azúcar, **y se** encuentra ubicada en el distrito de Ignacio Escudero (Centro poblado de Montelima), Provincia de Sullana, Departamento y Región Piura, en el valle del río Chira, margen derecha, en la costa norte peruana.

La planta destiladora, de 250 mil litros de etanol anhidro por día, fue inaugurada en setiembre del 2009. Actualmente su infraestructura industrial, se transformó y ahora producen azúcar.

El área total de 11,342.25 ha., conformado por 04 fundos. El Fundo Montelima con 2,623.975 ha, El Fundo La Huaca con 713.123 ha., el Sector Fundo Lobo con 4,594.057 ha., y el sector Fundo San Vicente con 3,410.184 ha. La Planta se encuentra ubicada en el fundo Montelima. El fundo la Huaca dista

aproximadamente 28 km. de la planta. El fundo El Lobo dista 30 km. Y el Fundo San Vicente dista a 44 km.

Inicialmente el destino final de la vinaza fue arrojarla a los cauces de una quebrada más cercanos a la planta, ante las denuncias de los pobladores de los caseríos aledaños, toman como solución comprar cañones y disparar la vinaza a cerros colindantes con la propiedad.

Como se puede apreciar en la imagen de marzo del 2010 la planta no muestra lugar donde se aprecie el destino final. (ver Figura N°01)

Figura N°01 - Imagen Satelital – Agrícola del Chira (marzo 2010)



Otra solución fue el uso de un Pivote, pero se satura el suelo debido a la gran cantidad de vinaza que empieza a producir la planta. (ver Figura N°02).

Figura N°02 - Imagen Satelital – Pivote (Agrícola del Chira)



En la actualidad se ha instalado riego por aspersión a unos lotes de cultivo cercanas a la planta, de tal manera que permita incorporan la vinaza en estas después de la cosecha. Esta opción se ve complicado porque solo el 23.14% de área está cerca de la Planta, en donde económicamente es más rentable aplicar la vinaza.

Tabla N°02 - Áreas de cultivo - Agrícola del Chira

FUNDO	AREA	%
Montelima	2623.975	23.14
La Huaca	713.123	6.29
El Lobo	4594.057	40.51
San Vicente	3410.184	30.07
TOTAL	11341.339	100.00

Datos de campo (Elaboración propia)

Cuando se procese la caña producto de la cosecha de los otros fundos, la vinaza producida se tiene que aplicar en el mismo lugar cercano a la planta, como consecuencia final tendremos la saturación de suelo por exceso de Potasio y fosforo.

La Solución de emergencia sería enviarla a otro lugar, que probablemente sería el inicio del mismo problema.

El 29 y 30 de abril de 2014, se inicia un tratamiento puso en marcha el equipo RAESA para distribución de vinaza con alas móviles.

Teniendo en cuenta todos los datos aportados por Agrícola del Chira, planos del fundo con curvas de nivel, plano parcelario, hidrantes de las tuberías enterradas donde se traslada la Vinaza para conectar y re bombear si es preciso la Vinaza con las tuberías de aluminio, diámetro externo, espesor y presión máxima que resisten las tuberías enterradas, caudal diario a repartir de Vinaza que era de 100.000 litros/hora en el momento del diseño de la instalación de los equipos.

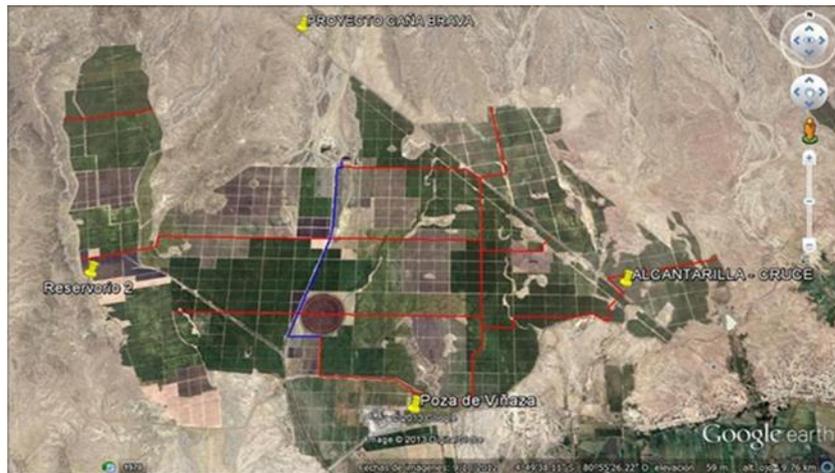
Con esta información RAESA hizo un proyecto, móvil y versátil que se adaptaba a las múltiples y diferentes situaciones que se presentarían para el reparto de la Vinaza en el fundo. Dicho equipo está formado por tuberías de 8" x 6 metros A.P. con sus accesorios respectivos, para la conducción de la Vinaza desde los hidrantes a las distintas parcelas.

La distribución de la Vinaza dentro de la parcela se realiza con una tubería matriz de 6" x 6 m. A.P. y unas alas móviles formadas por tubos de 50 mm x 6 metros de largo, donde se instalan los aspersores cada 12 metros que son los que reparten la Vinaza.

La longitud y número de aspersores que tiene cada ala regadora depende de los caudales que se haga pasar por la tubería, diámetro del aspersor y presiones mínimas que se deben cumplir para una adecuada distribución de la Vinaza.

Para ello se diseñaron dos módulos de 40,70 has. De superficie (1.133 m. largo x 360 m. ancho) cada módulo consta de 200 tubos de 6" x 6 m. A.P. y 552 tubos de 50 mm x 6 metros cobertura y de 270 aspersores por módulo, de los cuales 135 regaban continuamente, tirando cada aspersor 700 litros/hora de vinaza, regando en cada posición 12 horas, por lo que solamente teníamos que hacer 2 cambios por día y no se trabajaba de noche.

Figura N°03 - Imagen Satelital – Agrícola del Chira –Tubería de Vinaza



En toda instalación de riego por aspersion con alas móviles para distribución de VINAZA, en donde los equipos tienen que regar parcelas de distintas superficies y distintas pendientes, además con un producto (VINAZA), con una acidez muy baja, requiere de atenciones especiales que no son tan importantes para instalaciones donde el fluido es agua.

El Aluminio debe estar en contacto con el oxígeno del aire para evitar problemas de oxidación. Bajo ningún concepto podemos enterrar tuberías de Aluminio. (ver Foto N°01 y Foto N°02)

Tratamiento en Maple Etanol. La producción de la Planta de Etanol se inicia en el 2010, con ello también se da inicio a los problemas de manejo y tratamiento de Vinaza. (ver Foto N°05 y Mapa N°03).

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de Maple Etanol considera la inyección de Vinaza como fertiirrigación en su sistema de riego por goteo, sin embargo, las características físicas de la vinaza ocasionaron el taponamiento de mangueras, suciedad de filtros y problemas en el Retro lavado. (ver Foto N°03 y Foto N°04). Como medida de emergencia se busca enviar la vinaza a otro lugar.

Como solución a la emergencia se compran 05 cañones que lanzan a presión la vinaza y pivotean de tal manera que mojan en un radio de 5 metros. Este método es abandonado, su limitante es la movilidad, y en consecuencia la saturación del suelo. El Volumen promedio día de vinaza, inicialmente era de 100 a 1000 m³ diario

- Almacenamiento en pequeñas pozas. Gerencia de Irrigación ordena enviar la vinaza a un terreno eriazo de 300 Ha. almacenándola de acuerdo a la topografía del terreno en una quebrada cerrada por un dique (ver Mapa N°06 y Figura N°04). Sin ningún criterio técnico, ni registrar el volumen que se está almacenando. Se almacena aproximadamente 20,000 m³ en el lapso de 60 días, esta presión del volumen almacenado ocasiona la rotura del dique y da origen a la contaminación de olores y suelo.

Figura N°04 - Almacenamiento en Pozas.



Para MORAES, Bruna S., et al. (2017, vol. 189, p. 21-30.) nos confirma que “la vinaza sin tratar puede tener un alto potencial de emisión de GEI”.

Pozas Aeróbicas. Para solucionar el problema anterior se asigna presupuesto y se proyecta la construcción de 75 pozas de 1.00 ha. (Ver Figura N°05). Cada poza se llenaba 30 cm, es decir, aproximadamente 3000 a 4000 m³ diario. Conociendo que la Evapotranspiración es entre 5 y 6 mm diario y casi filtra la mitad de volumen tendríamos 15 cm para evaporación, que representaba 30 días y otros 30 para secar y pasar rastra. (ver Mapa N°07 y Mapa N°08)

Figura N°05 - Pozas Aeróbicas

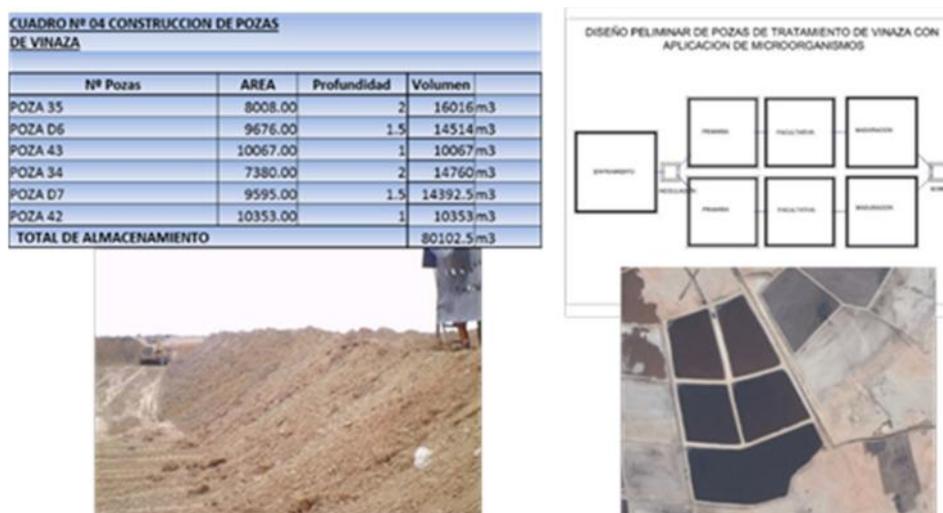


- Pozas de Tratamiento Anaeróbico. El Área de EHS planifica un tratamiento Anaeróbico con Inoculación de Microorganismos facultativos EM. Para Ello se construyeron 6 pozas. (ver Figura N°06 y Figura N°07)

Figura N°06 - Poza Anaeróbica – Microorganismos.



Figura N°07 - Tratamiento Anaeróbico



Este tratamiento tenía un Costo de \$ 10,000 mensuales solo en microorganismos. Su fallo se produce en el diseño de profundidad de las pozas primaria deberían ser de 4.00 m de profundidad para que los microorganismos hagan su trabajo y no de 2.50 como se había construido.

Fertiirrigación por Aspersores. - Esta propuesta es estudiada para solucionar el problema en forma ambientalmente saludable y es el plan de este proyecto de Tesis.

Línea de Agua de la Estación de Bombeo RPS-01 a la Planta de Etanol y Línea de Conducción de Vinaza de la Planta de Etanol a la Estación de Bombeo para inyectar al Sistema de Riego (ver Mapa N°03).

Recordemos que el estudio de impacto ambiental (EIA) de Maple Etanol S.R.L. se comprometía aplicar la vinaza como fertiirrigación en su sistema de riego por goteo.

Para efectos de cálculos, estoy considerando en el presente análisis, como área total de la Fase I, 7454.41 Ha. y para la Fase II 10,000 ha. Netas cultivo. (ver Mapa N°04 y Mapa N°05)

En el Tabla N°03, tenemos que de acuerdo a los rangos de producción de 80 Tn/ha., 120 Tn/ha. y 150 Tn/ha., vamos a tener la siguiente cantidad de vinaza producida, (Para el caso de nuestra planta de Etanol la proporción alcohol/vinaza es de 1/12), considerando el área de la Fase I.

Tabla N°03 - Producción de Vinaza, según Rendimiento de Producción Caña de Azúcar – Fase I

PRODUCCIÓN DE VINAZA SEGÚN RENDIMIENTO DE PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR - FASE I				
FASE I	7,454.41	7,454.41	7,454.41	ha.
Molienda	335.00	335.00	335.00	días
Area	22.25	22.25	22.25	ha.
Producción	80.00	120.00	150.00	tn/ha.
Etanol	80.00	80.00	80.00	litros/tonelada
vinaza	12.00	12.00	12.00	vinaza por litro
	960.00	960.00	960.00	litros de Vinaza/tn
	76,800.00	115,200.00	144,000.00	litros de Vinaza/He
Total Vinaza	1,708,951.31	2,563,426.96	3,204,283.70	litros/día
Volumen	1,708.95	2,563.43	3,204.28	m3
	22.00	22.00	22.00	horas
	77.68	116.52	145.65	m3/h

Elaboración propia

En el Tabla N°04, tenemos que de acuerdo a los rangos de producción de 80 Tn/ha., 120 Tn/ha. y 150 Tn/ha., vamos a tener la siguiente cantidad de vinaza producida, considerando el área total de la Fase II.

Tabla N°04 - Producción de Vinaza, según Rendimiento de Producción Caña de Azúcar – Fase II

PRODUCCIÓN DE VINAZA SEGÚN RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DECAÑA DE AZUCAR - FASE II				
FASE I + FAS	10,000.00	10,000.00	10,000.00	ha.
Molienda	335.00	335.00	335.00	días
	29.85	29.85	29.85	ha.
Producción	80.00	120.00	150.00	tn/ha.
Etanol	80.00	80.00	80.00	litros/tonelada
vinaza	12.00	12.00	12.00	vinaza por litro
	960.00	960.00	960.00	litros de Vinaza/tn
	76,800.00	115,200.00	144,000.00	litros de Vinaza/Ha
Total Vinaza	2,292,537.31	3,438,805.97	4,298,507.46	litros/día
	2,292.54	3,438.81	4,298.51	m3
	22.00	22.00	22.00	horas
	104.21	156.31	195.39	m3/h

Elaboración propia

Referencias históricas.

Tabla N°05 - Reporte de Producción de Etanol y Vinaza en el 2014



2014

		OK									
INDICADOR	UM	2013	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	AÑO
MATERIA PRIMA											
Caña Bruta	TM	1014665.900	98084.460	60841.790	0.000	26398.890	89534.650	94244.840	94644.650	37423.630	501172.910
Fibra % Caña	%	19.175	17.553	20.927	0.000	21.217	20.405	18.333	17.092	16.712	18.662
Pol % Caña	%	11.456	10.826	11.436	0.000	11.055	10.466	10.241	10.021	8.975	10.448
ART % caña	%	12.749	12.210	12.598	0.000	12.151	11.432	11.327	11.182	9.959	11.587
Fibra	TM	194561.103	17216.454	12732.346	0.000	5601.133	18269.462	17278.319	16176.690	6254.283	93528.686
Sacarosa	TM	116244.304	10619.024	6957.860	0.000	2918.323	9370.305	9651.541	9484.718	3358.938	52360.709
ART	TM	129362.022	11976.285	7664.583	0.000	3207.790	10235.788	10675.426	10583.415	3726.878	58070.164
Etanol teórico	TM	66118.367	6121.212	3917.454	0.000	1639.537	5231.625	5456.329	5409.301	1904.849	29680.306
Etanol teórico	m ³	83768.360	7755.241	4963.200	0.000	2077.204	6628.183	6912.870	6853.289	2413.339	37603.327
VINAZA											
Vinaza Bruta	TM	799599.467	70660.450	52872.567	0.000	15801.088	70256.368	78274.407	71038.492	26751.364	385654.735
Vinaza Bruta	m ³	793600.052	70036.829	52406.125	0.000	15655.318	69575.192	77588.602	70562.229	26565.502	382389.797
Insolubles % Vinaza Calculado	%	0.269	0.230	0.223	0.000	0.214	0.258	0.248	0.212	0.257	0.236
Densidad	TM/m ³	1.00756	1.00890	1.00890	0.00000	1.00931	1.00979	1.00883	1.00675	1.00699	1.00854
Vinaza Limpia	TM	797444.966	70497.941	52754.823	0.000	15767.332	70075.186	78080.283	70887.608	26682.539	384745.712
Vinaza Limpia	m ³	791462.361	69875.767	52289.433	0.000	15621.879	69395.790	77396.961	70412.368	26497.206	381489.404
Vinaza Bruta % Caña	%	78.804	72.040	86.902	0.000	59.855	78.468	83.054	75.058	71.483	76.950
%GL Vinaza Calculado	%(W/W)	0.117	0.149	0.118	0.000	0.033	0.053	0.056	0.039	0.012	0.074
%GL Vinaza Calculado	%(V/V)	0.149	0.191	0.151	0.000	0.043	0.067	0.072	0.049	0.015	0.094
Etanol en Vinaza	TM	933.464	105.147	62.369	0.000	5.250	36.901	43.761	27.385	3.103	283.915
Etanol en Vinaza	m ³	1182.648	133.216	79.019	0.000	6.651	46.751	55.442	34.695	3.931	359.704
VINAZA DILUÍDA											
Vinaza Diluida	TM	1117728.255	108823.447	69818.957	0.000	16458.435	70256.368	78274.407	71038.492	26751.364	441421.470
Vinaza Diluida	m ³	1114336.155	108421.158	69607.720	0.000	16311.923	69575.192	77588.602	70562.229	26565.502	438632.327
Vinaza Diluida % Caña	%	110.157	110.949	114.755	0.000	62.345	78.468	83.054	75.058	71.483	88.078
Brix % Vinaza	%	1.238	1.406	1.223	0.000	2.758	2.966	2.725	2.470	2.547	2.150
Densidad Vinaza Diluida	TM/m ³	1.00304	1.00371	1.00303	0.00000	1.00898	1.00979	1.00884	1.00675	1.00700	1.00636
Insolubles % Vinaza	%	0.201	0.209	0.158	0.000	0.212	0.258	0.248	0.212	0.257	0.219

Marco Conceptual.

Anaeróbico. Se considera al ambiente que no tiene presencia de oxígeno.

Acido génesis. Es la segunda de las 4 etapas de la digestión anaeróbica y consiste en la transformación de productos solubles en ácidos grasos volátiles por la acción de bacterias fermentativas.

Agua residual. Son líquidos considerados un desecho no apto para riego y actividades humanas, después de haber sido utilizada en un proceso industrial.

Alcalinidad. Es un indicador de la capacidad que el agua tiene para neutralizar ácidos.

Bagazo. Después de la trituración y extracción del jugo de la caña, queda un residuo orgánico llamado bagazo, y representa entre el 25% y 40% del total de la materia procesada. El bagazo de caña de azúcar es conformado principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Biodigestión o Digestión Anaeróbica. Es un fenómeno natural que por acción de bacterias degradan la materia orgánica, produciendo gases principalmente metano.

Biodigestor o Digestor Biológico. En un contenedor hermético, impermeable, y cerrado, donde se deposita el material orgánico a fermentar, cuyo objetivo es disminuir el potencial contaminante.

Biomasa. Es la cantidad de materia orgánica existente en un ser vivo, que son fuente de energía, se considera a los residuos agrícolas, forestales, sólidos urbanos, aguas residuales, lodos de depuración y otros residuos.

Bomba sumergible. es un tipo de bomba, que trabaja o funciona sumergida aun líquido, cuyo impulsor se encuentra sellado a la carcasa. Se utiliza generalmente para bombear aguas residuales, de drenaje y agua subterránea.

Biopelícula (Biofilms). Es un ecosistema bacteriano estructurado y complejo, adherido a una superficie viva o inerte.

Calentamiento global. Es ocasionado por la actividad humana cuando incrementan los gases de efecto invernadero (GEI) y como consecuencia se incrementan los en la atmósfera terrestre.

Caña de Azúcar (Nombre científico *Saccharum officinarum*). Es una especie herbácea, que se desarrolla, en condiciones de clima y suelo muy variada, caracterizada por la acumulación de sacarosa en su periodo de maduración, que

permiten la producción de azúcar y/o Etanol. Existen una gran variedad de caña de azúcar.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Es un indicador del grado de contaminación y que se refiere a cuánta materia orgánica biodegradable tiene el agua residual, o interpretado de otra forma como la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos al degradar las sustancias orgánicas.

Demanda Química de Oxígeno (DQO). Indicador del grado de contaminación, que señala cuánto oxígeno se necesita para oxidar la materia orgánica tiene el agua residual.

Efluente Industrial. Son los Flujos de descarga de un proceso industrial hacia un cuerpo receptor fuera de fábrica o Planta industrial.

Electro Bomba. Bomba que funciona con electricidad.

Erosión Hídrica. es el proceso de que se caracteriza por la desagregación de partículas de masa de suelo o roca de la superficie, llevado a cabo inicialmente por la caída de partículas de agua y después por el acarreo de material por el flujo de agua, que circula con la ayuda de las características fisiográficas del terreno.

Evapotranspiración. Es un proceso físico de las plantas (transpiración) y el suelo (evaporación), en donde gradual y lentamente pasa de un estado líquido a un estado gaseoso el agua, desde la superficie a la atmósfera.

Fermentación. es el proceso de transformación de materia orgánica en moléculas más simples, con la ayuda de microorganismos, para realizar este proceso tiene que tener las condiciones adecuadas (humedad, azúcar y temperatura). Así por ejemplo los azúcares contenidos en el mosto de la caña, se convierten en alcohol etílico.

Gases de Efecto Invernadero (GEI). Son los gases que su presencia en la atmósfera terrestre ocasionan el calentamiento global. Los principales gases que contribuyen al efecto invernadero son: Dióxido de carbono (CO₂), Ozono (O₃), vapor

de agua (H₂O) y metano (CH₄). Estos gases absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo.

Hidrólisis. Es la Descomposición de sustancias orgánicas e inorgánicas complejas cuyo reactivo es el agua. El Agua (reactivo) rompe los enlaces químicos de otro.

Influente del Sistema de tratamiento. Es el conjunto de líquidos o aguas residuales que alimentan al biodigestor.

Metanogénesis. Es el proceso de formación de metano por bacterias, a partir del metabolismo microbiano, es el paso final de la descomposición de la biomasa, en el que se libera una mezcla de gases.

Metano. Es un de gas causante del efecto de invernadero.

Potencia del Hidrógeno (pH). Indicador del nivel de alcalinidad o acidez de una sustancia.

Reservorio. Es la instalación destinada al almacenamiento de agua u otro líquido, para garantizar el normal abastecimiento durante un periodo de tiempo.

Sedimentación Hídrica. Es el proceso por el cual el sedimento acarreado por un líquido en movimiento se deposita en el fondo o parte más baja. Existen equipos llamados Sedimentadores, que ayudan en el proceso de sedimentación, para purificar el Sistema de tratamiento de Agua.

Tubería. Es un conducto cerrado, cuya función es transportar agua u otros líquidos de un lugar a otro, por efectos de la gravedad o la presión del bombeo. Existen de diversos materiales como Fierro, PVC, fibra de vidrio reforzado, otros.

Válvula de aire. Válvula que eliminar el aire existente en las tuberías y se instala en los puntos altos de una tubería o línea de conducción.

Válvula de purga. Válvula que se instala en los puntos bajos de una tubería o línea de conducción para eliminar los sedimentos existentes en las tuberías.

Marco teórico.

La vinaza es el efluente de las destilerías que representa, en promedio, la evacuación de 10 hasta 18 litros por cada litro de alcohol que se produce. Afirmado también por Sales Jacobo (2020, p.26) y Flores; Leyva y Tejada (2020, p.3).

GONZÁLEZ, Juan A., et al. (2018, vol. 53, N°4, p. 598.) hace un buen resumen de varios estudios que nos permiten aclarar el marco teórico y define a “La vinaza en promedio contiene aproximadamente 90% de agua y 10% de materia orgánica e inorgánica, pero su composición química varía con el proceso de destilación empleado, la materia prima utilizada, el sistema de fermentación implementado y el tipo de levadura utilizada (Gómez Toro, 1996; García et al., 2007; Santos et al., 2008). En términos generales la composición química de la vinaza, además de agua, incluye compuestos orgánicos como hexosas (glucosa y fructosa) y ácidos volátiles (fórmico, butírico) y no-volátiles (aconítico, láctico, fumárico, málico, succínico y cítrico), e inorgánicos como Ca, Mg, K, bicarbonato, cloruro y sulfato, entre otros (Cárdenas et al., 1984; Dantur et al., 1996; González, 2000). En base a su composición química, algunos investigadores han propuesto la aplicación directa de la vinaza como fertilizante en el cultivo de la caña de azúcar (Dantur et al., 1996, Scandalariis et al., 1985, 1987). En ese sentido, se ha demostrado que la aplicación de vinaza a los campos azucareros mejora la productividad del cultivo y el rinde sacarino; **demostrándose con ello que la vinaza puede sustituir parcial o totalmente la fertilización tradicional** (Gómez Toro, 1996).”

AGUAYO, Allan Alvarado; SÁNCHEZ, Mayra Leticia Abad. (2015, vol. 1988, p. 5245.) concluye que “Por su composición nutricional, química y biológica, la vinaza es un desecho con potencial para la producción de biofertilizantes de uso agropecuario. Tiene gran efectividad biológica, pudiendo emplearse como acondicionador de suelos, recuperador de tierras que han perdido sus atributos de fertilidad por acción de sales, equilibrador de reacciones químicas del suelo y potenciador de microflora”

Características Generales de la Vinaza

Color Café Oscuro

Alto Contenido de materia orgánica

Precursor de sales

Naturaleza ácida

Poder calorífico (1860 kcal/Kg) a 60%

III. METODOLOGÍA

El método aplicado consistió en experimentar y verificar los diversos procesos de tratamiento de vinaza en el transcurso del proceso de la producción de etanol en la Planta de empresa Maple Etanol S.R.L. entre los años 2010 – 2015.

Desde en marcha de la Planta de Etanol (pruebas de arranque e inicios de operación), la vinaza fue aplicada como fertiirrigación (fertilizante en el riego por goteo).

Por las fallas en el sistema de riego, producto de la aplicación de vinaza, se procede a experimentar tratamiento con procesos proceso aeróbico, que posteriormente ocasionaron contaminación de aire, suelo, agua y olores.

Para mitigar el impacto negativo ocasionado por el anterior proceso utilizado, se plantea realizar tratamiento con un proceso anaeróbico, ello lleva a construir lagunas de tratamiento, que falló por el diseño de la laguna principal.

Se ha revisado todo el Sistema de Riego principal del proyecto, el mismo que sufrió problemas de sedimentación y biofilms, llegando a la conclusión que este tipo de tubería no se puede usar en simultáneo con la Vinaza.

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Es un Investigación Tecnológica que busca evaluar los tratamientos de la vinaza, valiéndose de los estudios de otros países y la experiencia local.

Es una Investigación Aplicada, porque busca conocer para actuar, construir o modificar el tratamiento de la vinaza, y así mitigar el impacto de contaminación ambiental. Coincidiendo con el afirmado por BAENA PAZ, Guillermina (2017, p.18) quien dice que “la investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción”.

Es una investigación documental, que, según BAENA PAZ, Guillermina (2017, p. 69) como técnica básica hace acopio de información (libros, Expedientes, informes de campo publicados, trabajos de investigación).

Según GÓMEZ Y ROQUET citando por CABEZAS MEJÍA, Edison Damián et al. (2018, p.41) Es una investigación descriptiva porque trabaja sobre las realidades del acontecimiento y presenta un resultado con una interpretación correcta y clara para el lector.

Según GÓMEZ Y ROQUET citando por CABEZAS MEJÍA, Edison Damián et al. (2018, p.41) es una investigación Experimental por que se manipulan una o más variables para determinar cuál fue la causa que produce ese acontecimiento

Nivel de investigación

Se considera un nivel de investigación descriptiva y explicativos.

Según CABEZAS MEJÍA, Edison Damián et al. (2018, p.68) es descriptiva porque especifica las características, propiedades y perfiles del hecho en estudio

Según CABEZAS MEJÍA, Edison Damián et al. (2018, p.69) es explicativo por la investigación se inicia desde el nivel exploratorio y descriptivos, pero plantean alcances correlacionales, sin estadísticas, o explicativos.

Diseño de la investigación

Estudios de casos

Según CABEZAS MEJÍA, Edison Damián et al. (2018, p.83) nos dice que el método de la investigación involucra niveles descriptivos y explicativos, teniendo como diseño cualitativo y cuantitativo

Diseño ex -post-facto (se asume que la VI ya ha actuado u ocurrido, limitándose a señalar las posibles relaciones con la VD). Según CABEZAS MEJÍA, Edison Damián et al. (2018, p.80) dice que estos estudios se fundamentan en eventos pasados, cuyas variables ya no se pueden manipular.

3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de Categorización.

Las categorías utilizadas para la investigación

Tratamiento de la Vinaza respecto a los diferentes métodos analizados en la Bibliografía y que se subcategorizan como: Recirculación, fertiirrigación, compostaje, energía, combustible, gas, alimento para animales., que nos permite evaluar volumen, ventajas y desventajas de acuerdo a las experiencias descritas y efectuadas en campo y al costo del tratamiento,

Tratamiento de la vinaza respecto a la tecnología de tratamiento anaeróbico o aeróbico, que nos permite evaluar bajo los criterios físicos, químicos y biológicos.

Análisis de tratamiento que se efectúa verificando el impacto ambiental con los criterios de positivos y negativos

Compromiso Ambiental de la empresa considerando como sub categoría la Fertiirrigación teniendo como criterios el Volumen (m³/día), características físicas, químicas y biológicas.

Fertiirrigación que se subcategoriza en riego por goteo y por aspersión en los criterios de evaluación son Volumen (m³/día), características físico, químicas y biológicas, y ventajas y desventajas

Figura N°08 - Aplicación de Vinaza – Fertiirrigación



MATRIZ DE CATEGORIZACION						
OBJETIVOS ESPECIFICOS	PROBLEMAS ESPECIFICOS	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3
Analizar cada uno de los tratamientos.	¿Qué tipos de tratamientos de Vinaza existen?	TRATAMIENTO	> Recirculación	Volumen	Ventajas y Desventajas	Costo por tratamiento
			> Fertiliriego			
			> Compost			
			> Energía			
			> Combustible			
			> Gas			
> Alimento Animal						
Mitigar el Impacto de Contaminación de Agua, Aire y Suelo.	¿Qué tipo de tratamiento se tiene que implementar a la vinaza, para mitigar la contaminación de suelo, agua y aire?	TRATAMIENTO	Aeróbico	Físico	Químico	Biológico
			Anaeróbico			
Mitigar el impacto de Contaminación por olores.	¿Cómo mitigar la contaminación de Olores?	ANALISIS DE TRATAMIENTO	Impactos ambiental	Positivos	Negativos	
Cumplir con el EIA de la empresa	¿Cuál fue el compromiso ambiental del Proyecto?	COMPROMISO	Fertilización	Volumen	Características físicas, Químicas y biológicas	
Aplicar Vinaza como fertilizante en el Cultivo de Caña de Azúcar.	¿Cómo se puede aplicar la vinaza como fertilizante?	FERTIRRIEGO	Riego por Goteo	Volumen	Características físicas, Químicas y biológicas	Ventajas y Desventajas
			Riego por Aspersión	Volumen	Características físicas, Químicas y biológicas	Ventajas y Desventajas
		ABONOS ORGANICOS	Directo	Volumen	Características físicas, Químicas y biológicas	Transporte
Identificar los impactos ambientales del tratamiento de Vinaza	¿Cuáles son los impactos ambientales generados por el tratamiento de Vinaza?	Impactos Ambientales de tratamiento de Vinaza	Social	Identificación de los Impactos	Valoración de los Impactos	
			Ambiental			

3.3. Escenario de Estudio

Maple Etanol S.R.L. en el año 2006 presentó al Gobierno Regional de Piura, una iniciativa de inversión privada para adquirir 10,676 hectáreas de tierras eriazas con aptitud agrícola, para el cultivo de caña de azúcar y ejecutar un proyecto agro industrial de producción de etanol automotor. Posteriormente, amplió su extensión a 14 mil hectáreas, de las cuales 9,800 hectáreas destinadas al cultivo de caña de azúcar.

El proyecto se encuentra ubicado en norte del Perú en la región Piura en las jurisdicciones políticas de las provincias de Sullana (distrito de Sullana y Miguel Checa) y Paita (distritos de Paita, Pueblo Nuevo de Colán, El Arenal y la Huaca) del departamento de Piura (Ver Mapa N°01); conformado por terrenos eriazos de un tablazo, topográficamente entre los 35 y 102 msnm.

Actualmente comprende una extensión total de 14 mil hectáreas, de las que se convertirán en agrícolas 9,800 hectáreas de cultivo de caña de azúcar.

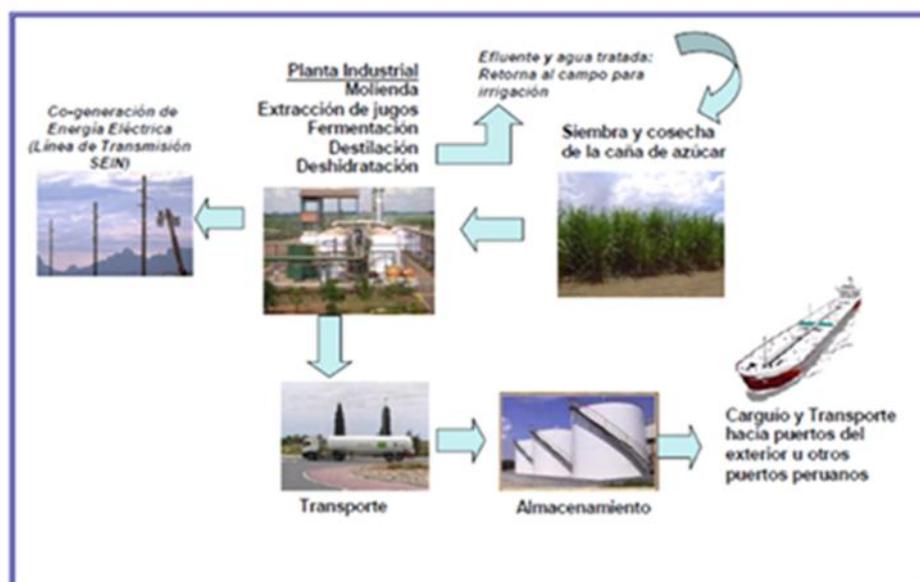
Sus operaciones se desarrollan en la margen izquierda del río Chira, donde se ha instalado 2 estaciones de captación en el río y un sistema principal de conducción del agua hacia 02 reservorios de almacenamiento; de donde se rebombee y distribuye por líneas de conducción principal a las estaciones de riego tecnificado (12 estaciones de bombeo); de allí por el sistema de distribución de riego por goteo se irriga a la caña de azúcar (ver Mapa N°02).

Las actividades se iniciaron sembrando caña de azúcar en los semilleros ubicados en el distrito de La Huaca y Pueblo Nuevo de Colán, y la construcción de la Planta de Etanol, que, mediante un proceso de destilación y deshidratación de jugo de caña de azúcar, se produce etanol anhidro automotor, y se genera energía eléctrica con el bagazo de la caña, cerrando todo el proceso productivo en sus fases agrícola, productiva, transporte y despacho.

Dentro del proceso productivo agroindustrial, se producen desechos industriales como vinaza, bagazo, otros.

Componentes del proyecto (ver Figura N°09):

Figura N°09 - Componente del Proyecto



- Componente agrícola.
- Componente industrial.
- Componente de Energía Eléctrica.
- Componente Transporte.
- Componente Almacenamiento.

Componente Agrícola.

Preparación de campo, sistema de riego por goteo, siembra y cosecha de aproximadamente 9,800 Ha. de caña de azúcar. (Ver Figura N°10.- Sistema de Distribución de Agua)

Figura N°10 - Sistema de Distribución de Agua



La plantación es irrigada por el sistema de riego por goteo subterráneo con agua del Río Chira.

Las áreas de cultivo están entre los niveles 35 y 105 msnm, por lo cual se para irrigar estas tierras se requiere gran cantidad de energía.

Se construyeron 02 Estaciones de bombeo para la captación, MACACARA, una ubicada en Macacara, distrito de la Huaca y la otra ARENAL, ubicada en el

distrito de El Arenal, provincia de Paita. En cada uno de estas estaciones se construyeron 02 reservorios: el Reservorio principal en Macacara de 680,000 m³ y El Arenal con una capacidad de 120,000 m³ de almacenamiento. (Ver Foto N°06).

Adecuación y Preparación de Suelo.

Se reconocen 03 tipos de suelos: Arenoso (Este), arcilloso (Central) y Calcáreo (Oeste).

La preparación del terreno tiene una gran importancia en los rendimientos a futuro, se puede preparar el terreno por el método tradicional o mecanizado con maquinaria.

Es necesario preparar el suelo hasta una profundidad de 70 cm. para que las raíces puedan anclar bien en el suelo.

Sistema Mecanizado. (Ver Foto N°08)

Las principales Actividades realizadas en los suelos son: Limpieza y desbroce, Trituración de ramas y rocas, subsolado, rastra, nivelación, ripeo cruzado y surcado o enterrado de manguera con formación de surcos.

Para CHAGAS, Mateus F., et al. (2016, vol. 10, N°1, p. 103) concluye que “la mecanización de la siembra y cosecha de la caña de azúcar trae beneficios económicos y ambientales”

Limpieza o Desbroce. (Ver Foto N°09 y N°10) Para la siembra de cualquier cultivo se debe empezar con la limpieza. Los principales Árboles y arbustos de la zona son: Algarrobos, zapote, faique y palo verde.

Trituración de ramas (Mulching). Con la finalidad de evitar la quema de ramas de árboles y arbustos producto del desbroce, se procede a recuperar madera para dar inicio al arranque de los calderos y otra cantidad de madera es recuperada para donar a la población, que usa como combustible para la cocción de sus alimentos.

Los restos que quedan a manera de rumas son absorbidos, triturados e incorporados al suelo como materia orgánica por un implemento (ver Foto N°11 y Foto N°12)

Trituración de rocas. Uno de sectores del campo (Oeste) que corresponde a la parte de los terrenos ubicados en los distritos del Arenal y la Huaca, cuya formación geológica corresponde a un tablazo de formación marina calcárea, con presencia de dos tipos de rocas: suaves y compactas.

Para el terreno calcáreo de formación marina, que tenía roca suave se aplica el implemento para triturar las rocas, convirtiéndolas en polvo. En otros casos fue necesario mojar la roca y solo aplicar rastra pesada (ver Foto N°13 y Foto N°14).

Ripeo cruzado. - El objetivo fundamental es la eliminación de las raíces producto del desbroce, esta actividad consiste en perforar el suelo a una profundidad mínima de 0.30 m. aun espaciamiento de 0.30 m. de forma cruzada, es decir, el espacio entre cada ripper es de 0.30 m y se hace en un sentido, luego se cruza un segundo pase en forma perpendicular al pase inicial. (ver Foto N°15)

Las raíces producto de esta labor, quedan expuestas sobre el terreno y algunas que aún quedan prendidas al suelo, son cortadas manualmente con machete y agrupadas en montículos, listas para ser recogidos por un tractor con carreta.

Nivelación de Tierras.

Tratándose de la instalación de Riego tecnificado con goteo, el principal aporte de la nivelación de reducir la pérdida de presión y dejar en óptimas condiciones el terreno para que la cosecha mecanizada no tenga problemas de tránsito.

Subsolado Profundo. Consiste en romper la capadura del suelo, para permitir un mejor riego y anclaje del cultivo.

Se recomienda hacer una calicata que es un corte en el terreno de un metro de largo por un metro de ancho y un metro de profundidad para ver el perfil del terreno (ver Foto N°17).

La descompactación en grandes extensiones de terreno se realiza utilizando maquinaria pesada o agrícola.

Generalmente la profundidad del subsolado siempre debe ser mayor a la profundidad de la capa dura.

El subsolado lineal consiste en perforar el suelo a lo largo de toda la longitud de surco a una profundidad de 60 a 100 centímetros, y para este caso una equidistancia de 1.90 metros, mediante un implemento llamado "subsolador". (ver Foto N°18, Foto N°19, Foto N°20 y Foto N°21).

Las plantas desarrollan mejor sobre el surco subsolado que en ahoyados manuales (ver Foto N°22).

Nivelación Fina. -_Consiste en aplicar la nivelación al terreno dejando las pendientes menores de 7% de tal manera que no exista problema alguno al momento de realizar la cosecha mecanizada (ver Foto N°23).

Equipo Topográfico. -_Está conformado por personal técnico calificado y equipos de última generación. Dentro de los equipos utilizados tenemos Estación Total Trimble y Tecnología GPS TRIMBLE RTK (Real Time Kinematic), esta tecnología requiere de una Estación Base y un Receptor instalado en el tractor.

Estación Base GPS – RTK_Fija, fue Instalada en la parte superior de la Torre de Vigilancia de la DPS 04. El alcance tiene un radio de 7 km (ver Foto N°26 y Foto N°27).

Tractor Challenger, con Pantalla integrada AgGPS FmX, realizando actividades de ripeo, con Sistema de Dirección Automática (AgGPS AUTOPILOT - ver Foto N°28).

La Información almacenada es descargada en una Memoria USB y procesada en el computador, generando mapas temáticos de rendimiento, velocidad, relieve del terreno, etc., en formato SHP (Arc Gis).

Rastra. - Labor que se utiliza solo en caso de presentar excesiva maleza, con la finalidad de picar e incorporar esta materia orgánica al suelo. Otra de las razones de ser utilizada es que nos ayuda a aflojar zonas que presenten ligera compactación o a triturar los terrones de arcilla, que aparecen producto del subsolado. (ver Foto N°29).

Surcado y/o Enterrado de Manguera con Autopilot. La distancia entre surcos es de 1.9 m. Se realizó con tractor agrícola con GPS RTK (autopilot) con el fin de tener surcos uniformes lo que será de utilidad para mecanizar la cosecha de las cañas socas. La longitud máxima de los surcos es de 250 m. a 270 m.

El Riego tecnificado seleccionado fue riego por goteo. Debo indicar que el sistema de riego tecnificado comprende 02 tipos, instalar el Riego Principal (ver Foto N°30 - tubería Matriz) y el riego Secundario o localizado (Tubería secundaria, Filtros y Cintas o mangueras).

Riego por Goteo

Riego por Goteo Superficial. Es la aplicación de agua a la superficie del suelo con la manguera o cinta de riego, pero instalada sobre el suelo.

Riego por Goteo Subterráneo. Es la aplicación de agua bajo la superficie del suelo la cinta o manguera es instalado debajo del suelo dependiendo del tipo de suelo a una profundidad entre 15 y 25 cm de profundidad.

El diseño Principal del Sistema Riego comprende 02 grandes puntos de Captación plenamente identificados como El Arenal y Macacara, en los misma que se construyeron 02 reservorios El Arenal (110,000 m³) y Macacara ((660,000 m³)). (ver Mapa N°09).

En La Captación El Arenal se reconocen 02 sistemas: System 2 (Línea de impulsión de la Captación El Arenal al Reservorio) y System 5 (DPS 13, DPS 14, DPS 15 y DPS 16).

En La Captación Macacara se reconocen 04 sistemas: System 1 (Línea de impulsión de Macacara al Reservorio), System 3 (DPS 03, DPS 04 y DPS 05), System 4^a (DPS 07) y System 4b (DPS 09, DPS 10, DPS 11 y DPS 12).

De las Estaciones de Rebombado (DPS) la distribución al campo se realiza por Bloques de Riego, cada Bloques de Riego identifica una bomba siendo la cobertura del rango entre 100 a 160 hectáreas (ver Mapa N°10 y Mapa N°11). Así por ejemplo el DPS 01 (02 bombas), DPS 07 (02 bombas) y DPS 12 (6 bombas).

Los turnos de Riego en un bloque 1 del DPS 04, en el mismo que sea aprecian 4 Turnos (ver Mapa N°12).

Siembra De Caña De Azúcar.

La caña de azúcar se siembra durante todo el año, la Siembra de Manual (Inicialmente) la realizan personas especializadas por ser una labor de mucha exigencia física ya que su pago es al destajo y la Siembra Mecanizada o a gran escala, con tractor agrícola con GPS RTK (autopiloto)

Figura N°11.- Sistema GPS - RTK



La elección adecuada del tipo de siembra a realizar, según las condiciones de suelo nos dará buenos resultados al final de la campaña (Ver Mapa N°14).

Los Campos de cultivo se prepararon con anticipación antes de la siembra (mínimo 2 meses) para contar con un capital de terreno preparado. Para la Siembra Mecanizada se requieren 10 a 12 toneladas de semilla por hectárea.

Para el primer semillero (2007) se alquilaron 66 ha. en el Sector “Nueva Fortuna” del distrito de La Huaca en el valle del Río Chira (Ver Mapa N°15)

Esta área de acuerdo a la topografía se dividió en 4 lotes, y se asignó a 4 empresas: Amanco, Plastro, Netafim y Agro Gestión para que desarrollen áreas piloto, distribuyendo el área de la siguiente manera:

Tabla N°06 - Distribución de área en Semilleros.

LOTE	AREA	AREA TOTAL
AMANCO	17.8872	17.8872
PLASTRO	9.8469	9.8469
NETAFIM	12.5736	14.9909
	2.4173	
AGRO GESTION	5.9383	11.8334
	5.8951	
AREA TOTAL SEMBRADA		54.5584

Datos obtenidos de campo (Elaboración Propia)

Este Proyecto piloto permitiría que cada empresa demuestre la eficiencia de su sistema de riego (Equipos, filtros, mangueras, etc.), ser evaluadas y seleccionar más adelante la empresa que desarrollará en a nivel agroindustrial.

De estas 4 empresas postoras, Plastro abandonó el Proyecto y Agro Gestión pidió suspender su experimento y realizarlos en un Segundo semillero en el Sector Macacara (ver Mapa N°16).

Semillero Macacara de 23 hectáreas de propiedad de la empresa y en donde se instaló una Estación de Bombeo temporal.

Durante la primera fase de la siembra se sembraron en 14 meses, aproximadamente 7,644 Ha., en módulos de 546 Ha mensuales (21 hectáreas/día). (ver Mapa N°13)

En el presente cuadro podemos apreciar el desarrollo del proyecto maple Etanol en la Fase I (ver Tabla N°07)

Tabla N°07. Resumen de Preparación y Siembra

DPS	SIEMBRA	ENTERRADO	RIPPER	Grada	Bush Clearing
	AREA	AREA	AREA	AREA	AREA (Ha)
					8026.49
1	343.18	343.18	385.37		106.87
3	449.58	449.58	449.58	448.08	
4	1,043.75	1,043.75	1,043.75	1,043.26	
5	1,109.88	1,109.88	1,109.88	1,111.98	
12	1,106.86	1,106.86	1,106.86		
11	581.91	581.91	590.44		
7	320.38	320.38	344.84		25.36
9	627.02	627.02	627.02		
10	560.55	560.55	560.55	21.84	21.82
16	635.83	635.83	635.83	632.14	
15	278.26	278.26	278.26	279.41	
14	397.21	397.21	397.21	398.00	
2					301.89
13			171.52		24.54
TOTAL	7,454.41	7,454.41	7,701.11	3,934.71	8,506.97

Fertilización.

La fertilización puede hacerse Manual (boleo, puyado); Fertirriego (goteo) y Líquido. Para nuestro caso se utilizará la Fertirrigación, es decir la fertilización en el riego por goteo.

Cosecha de Caña De Azúcar.

Puede ser Cosecha Manual o cosecha mecanizada, se considera cosecha manual, solo para corte de semilla, y cosecha mecanizada con maquinaria agrícola

El corte de la caña debe ser lo más cerca al suelo, para cosechar los entrenudos inferiores, aumentando la producción y el rendimiento; generalmente se pierde hasta el 10% de producción por no realizar el corte adecuado.

La caña cosechada debe enviarse rápidamente a fábrica.

Transporte. -

Para nuestro caso utilizan camiones con doble carreta de 30 toneladas cada una y los caminos están afirmados de 12 metros de ancho, existiendo un patio de carga cada 1.5 km aproximadamente (ver Mapa N°20).

Esta Actividad debe realizarse con el uso de Tecnología GPS (Autopiloto) para evitar el corte de mangueras con los discos (ver Foto N°38).

El corte y carguío es mecanizado con cosechadoras marca John Deere modelo 3520 la misma que elimina el cogollo (hojas superiores) y cortan los tallos en trozos de 0.30 m. aproximadamente, los cuales son expulsadas y caen en carretas de auto volteo de 6 toneladas, que es acarreada por el tractor de 95 hp., que la traslada a los camiones de transporte que tienen instaladas las carretas de 60 toneladas para su traslado a la fábrica.

Considerando que el área total sembrada será de 9,800 Ha y tendiendo la edad de cosecha promedio de 15 meses, el corte anual será equivalente al 80% del área sembrada, esto significa un corte anual promedio de 7,840 Ha. que, al dividir en 330 días de trabajo al año, nos un área neta a cosechar de 23.76 Ha/día.

Componente Industrial.

La Planta de Etanol y Central Térmica de Maple Etanol se encuentra ubicada dentro de su Propiedad, caserío Macacarará, jurisdicción del distrito de la Huaca, Provincia de Paita y departamento de Piura.

Los diseños indicaban la producción 30 millones de galones de etanol anhidro por año (molienda de 5000 toneladas/día)

-) Recepción de Caña.
-) Pesado, descarga y preparación de Caña. (Foto N°41).
-) Molienda.
-) Extracción y tratamiento de Jugos.
-) Imbibición.

-) Maceración.
-) Filtración
-) Fermentación de Jugos
-) Destilación.
-) Deshidratación.

El etanol producido tendrá las siguientes especificaciones:

El etanol: Un combustible verde

Es un alcohol líquido de alto grado de pureza que se utiliza como combustible, mezclado con gasolina. Es más limpio porque no genera compuestos de azufre y emite niveles más bajos de dióxido de carbono.

Sin embargo, presenta los siguientes desechos Industriales después de todo el proceso de etanol de Caña de Azúcar:

- Vinaza de 800 a 1000 litros por cada tonelada de caña procesada.
- “Torta de Filtro” 40 kg húmedos por tonelada de caña procesada, conformada por los desechos que se acumulan en el filtro.
- Levadura que obtiene en el secado del caldo de levadura, en el fondo de la cuba y/o en la vinaza. Que es utilizada para alimento balanceado en animales. (15 a 30 gramos por litro de etanol).
- El bagazo es quemado en las Calderas para producir electricidad y también puede ser utilizado en la fabricación de papel y cartón,
- Las cenizas de las Calderas potásicas que pueden ser comercializadas como abono orgánico.

En otros países estos residuos se valoran y se convierten en sub productos que se reciclan y se utilizan como fertilizante, para evitar utilizar fertilizantes minerales.

Componente Eléctrico.

Co-Generación de Vapor (120 a 200 t/h de vapor) y Electricidad en Cogeneración (20 a 37 MW de electricidad) a partir del bagazo. La Planta consume 6 MW, el

sistema de riego consume 15 MW y otros 1 MW, hacen un total de 22 MW de consumo en todo el proyecto, el excedente eléctrico será comercializarlo a la red nacional.

Componente de Almacenamiento y Despacho.

El etanol es transportado pro cisternas desde la Planta de etanol hasta el patio de almacenamiento ubicado en el puerto de Paita, donde se han construido 3 tanques de 72,000 barriles de capacidad conectados directamente a las instalaciones de embarque.

Componente de Facilidades de Embarque Marítimo.

De los tanques de almacenamiento están conectados a una tubería submarina de aproximadamente 1.60 km de uso exclusivo y un amarradero.

3.4. Participantes.

Se consideran los siguientes involucrados

La empresa. Dentro de la empresa La Gerencia General, la Gerencia Agrícola y Gerencia de Fabrica. Dentro de la Gerencia Agrícola, las Subgerencia de Riego (Área de Mantenimiento) y la Subgerencia de Agronomía (Área de Cultivos) y Subgerencia de Mecanización (Área de Topografía y GIS)

Se ha considerado Artículos científicos, tesis, libros, Portales WEB, bibliotecas Virtuales de Universidades nacionales y extranjeras, revistas indexadas, Scopus, scince Direct y otros.

Pobladores de centros poblados del área de influencia del proyecto, que constantemente se han venido quejando de los malos olores producto de la descomposición de la Vinaza, así como de la quema de caña.

3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Es un conjunto de reglas y pautas que sirven de guía a los investigadores en todas las etapas (Carrasco Díaz, 2017). Para la presente investigación me he apoyado en la siguiente técnica:

Investigación Documental. - En la que he recopilado información de experiencias realizadas en otros países, así como en otros departamentos del Perú, y también en el ámbito local en otra empresa de Etanol de la Zona. Carrasco Diaz (2017), dice que la técnica para recolección de datos nos permite recopilar y obtener información que se encuentra en documentos relacionados al problema y objetivos de la investigación.

Se aplica un cuestionario para validar, que el problema aún persiste y validar la necesidad de la ejecución del presente trabajo de investigación.

Investigación de Campo. - La he realizado directamente en el medio, para ello nos hemos valido de La Observación y La Experimentación.

-) Es una Observación directa porque he tenido contacto personal con el problema. Es una Observación participante porque he liderado el grupo de experimentación en el tratamiento de fenómeno.
-) Es una Observación No Estructurada porque es libre sin formatos.
-) Es una Observación Descriptiva producto de la Observación de campo.
-) Una Observación individual.

Instrumentos de la Investigación.

- Dentro de los instrumentos tenemos que para la técnica experimental tendremos como instrumento el material experimental (Vinaza) y los diferentes tratamientos aplicados in situ.
- Se aplicará una encuesta para corroborar que el problema sigue activo a la fecha, en los diferentes centros poblados involucrados en el problema.
- Para la Mediciones convencionales tendremos Unidades de medida y para el Análisis documental el instrumento sería el análisis de contenido.

3.6. Procedimientos:

Analizaremos los diversos procesos realizados a lo largo del tiempo transcurrido (2010-2015), en donde se plantearon propuestas de solución y se comprobaron los diferentes resultados, mostrando en cuadros los resultados obtenidos.

Se ha analizado bibliografía sobre la experiencia de estudios realizados en diferentes lugares, que nos permite evaluar, comparar y definir las opciones más viables de los diferentes tratamientos.

Para corroborar que el problema persiste, se aplicó una encuesta a lugareños de los centros poblados involucrados y que siempre perciben el olor en descomposición de la vinaza.

3.7. Rigor científico

Para el presente trabajo se ha considerado tomar todos los parámetros establecidos de exigencia de calidad y rigor científico.

- Se ha registrado y comprobado los resultados experimentales propios de la empresa de los tratamientos de la Vinaza.
- Se ha recopilado información de los tratamientos dados a la vinaza por empresas de la zona.
- Se ha recurrido a la bibliografía de trabajos de investigación dentro del Google Académico y otras fuentes (4,259).
- Se procedió a filtrar, seleccionando la bibliografía de los últimos 5 años, determinando 1,227 artículos.
- Se filtro nuevamente los artículos de acuerdo a los tratamientos preseleccionados determinando 120 artículos.
- Por criterio se ha determinado el uso de 50 artículos, incluido los guías de tesis.

3.8. Métodos de Análisis de Información

El desarrollo de la investigación se realizaba toma de datos de campo, uso de software como Microsoft Excel, Powerpoint y Autocad.

Se ha procedido a realizar una matriz de comparación de los diferentes tratamientos analizados, comparando costos, ventajas y desventajas, para seleccionar el más saludable ambientalmente.

3.9. Aspectos éticos

La presente investigación es un trabajo autentico que se encuentra enmarcado dentro de los códigos éticos de la Universidad Particular Cesar Vallejo, aprobada por Resolución de Consejo Universitario N°0126-2017/UCV, contando con Información legitima, comprobada utilizando las citas y referencias bibliográficas de acuerdo a la NORMA ISO 690 y 690-2. Este proyecto se ejecuta con instrumentos y técnicas validadas a juicio de expertos.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados parciales.

4.1.1. Resultados del Proceso Aeróbico Inicial. - Anteproyecto Manejo De Vinaza

Usar Parte del dren Oeste del Reservorio Macacara como poza de Enfriamiento. - Considerar el uso de parte del Dren Oeste del reservorio Macacara como poza de enfriamiento de la vinaza y así evitar el deterioro de la tubería instalada para el rebombeo. Esta área deberá ser cercada con muros de ladrillo de hasta 3.00 m de altura, para evitar la emanación de olores propios de la vinaza.

De preferencia debería ser revestida con geo membrana y con 2 compuertas a ambos entremos para un periodo lluvioso puedan evacuarse las aguas pluviales ante una emergencia.

Sistema de Rebombeo al Área del DPS-02, una vez la vinaza colocada en la zona de enfriamientos era mezclada con agua en la proporción de 1/5 (Agua/Vinaza) para su enfriamiento y rebombeo a la zona del DPS-02. (El agua para la mezcla es tomada directamente del reservorio Macacara o del canal de descarga, directamente por gravedad)

Pozas Temporales. Topográficamente podemos diseñar hasta 3 tipos de pozas de acuerdo a los desniveles que se identificaron en el plano de curvas de Nivel, así tenemos una en la Curva 73, otra en la Curva 71 y otra la curva 69 (ver Mapa N°05)

POZA AREA		
	Ha.	M2
1	70.00	700000
2	2.25	22500
3	4.50	45000
		767500

Se ha estimado siguiendo las curvas mencionadas las siguientes áreas

Asumiendo como promedio que almacenaremos hasta un metro de altura en cada área, tendríamos como mínimo soportar hasta 5 a 6 meses.

En esta propuesta el movimiento de tierra solo comprende pequeños cortes y rellenos (Diques) en ciertos puntos críticos para evitar derrames.

Para la recuperación de agua en el dique principal de descargas deben colocarse un sistema de compuertas a manera de desarenador para evitar la colmatación (sedimentación). Este Desarenador descargará los sólidos en las siguientes pozas pequeñas; Cada Poza deberá tener la pendiente adecuada de descarga para la circulación fácil de los sólidos.

La descarga se realizará por el sistema de compuertas, cada cierto tiempo de acuerdo a los estudios de volumen de sólidos en la Vinaza.

Se podrá ampliar el Volumen de almacenamiento realizando trabajos de movimiento de tierras (corte).

Incorporación al Sistema de Riego.

El líquido en reposo de la poza de acuerdo a un análisis químico se verificará para su incorporación al sistema de Riego o a la irrigación de nuevas áreas.

Requerimientos

- Análisis Químico completo de la Vinaza.
- Cálculo hidráulico para el sistema de Rebombado.
- Implementación de un equipo de trabajo

Gerencia de Irrigación ordena enviar la vinaza a un terreno erizado de 300 Ha. almacenándola de acuerdo a la topografía del terreno, sin medir el volumen

almacenado, lo que ocasiona la rotura de un dique y da origen a la contaminación de olores y suelo. El Volumen promedio día era de 100 a 1000 m³ diario.

Tabla N°08 - Análisis Físico-Químico de Vinaza (junio 2012)

CUADRO N° 10				
Análisis Físico-Químico de Vinaza (junio 2012)				
			Código de Laboratorio	111231/2012
			Fecha y Hora de Muestreo	13-jun.-12 13:40
			Estación de Muestreo	VINAZA
			Tipo de Muestra	PER - Efluente Industrial
Métodos	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Unidad	Resultado
Parámetros de Campo				
Cloro Residual/Cloro Libre	0,02	---	mg/L	ND
Conductividad	1,7	---	uS/cm	9360
Oxígeno Disuelto	0,14	---	mg/L	1,40
pH	---	---	Unidades pH	3,84
Temperatura de la muestra	---	---	°C	41,7
Parámetros Físicoquímico				
Aceites y Grasas	1,0	4,0	g aceites y grasas	15,8
Alcalinidad Total	0,7	1,4	mg CaCO3/L	ND
Cloruros	0,21	2,11	mg Cl ⁻ /L	1387
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	10	mg/L	29050
Demanda Química de Oxígeno	2	4	mg O2/L	37067
Fenoles	0,001	0,002	mg/L	0,466
Fosfato	0,009	0,045	mg PO4-3-P/L	102,0
Fósforo	0,007	0,070	mg P/L	110,3
Nitratos	0,008	0,032	mg NO3-N/L	4,203
Nitritos	0,0002	0,0006	mg NO2-N/L	ND
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,040	mg NH3-N/L	0,086
Nitrógeno Total	0,020	0,080	mg N/L	5,151
Sólidos Totales Disueltos	2	5	idos Totales Disu	5490
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	os Totales Suspe	1487
Sulfatos	0,5	5,0	mg SO4-2/L	1226
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	0,04	0,10	mg/L	13,27
Parámetros Tercerizados				
Coliformes Totales	1,8	1,8	NMP/100 mL	---
Coliformes Fecales	1,8	1,8	NMP/100 mL	---
Bacterias Heterotroficas	1	1	UFC/mL	---
Metales Totales				
Metales Totales por ICP-MS				
Aluminio (Al)	0,001	---	mg/L	3,318
Antimonio (Sb)	0,0001	---	mg/L	0,0635
Arsénico (As)	0,0003	---	mg/L	ND
Bario (Ba)	0,0001	---	mg/L	0,3564
Berilio (Be)	0,00004	---	mg/L	ND
Bismuto (Bi)	0,00001	---	mg/L	ND
Boro (B)	0,0007	---	mg/L	0,8244
Cadmio (Cd)	0,00003	---	mg/L	ND
Calcio (Ca)	0,02	---	mg/L	274,8
Cobalto (Co)	0,00004	---	mg/L	0,01402
Cobre (Cu)	0,0003	---	mg/L	0,1828
Cromo (Cr)	0,0001	---	mg/L	ND
Estaño (Sn)	0,0001	---	mg/L	0,3237
Estroncio (Sr)	0,0001	---	mg/L	2,212
Fosforo (P)	0,004	---	mg/L	109,1
Hierro (Fe)	0,001	---	mg/L	9,744
Litio (Li)	0,001	---	mg/L	ND
Magnesio (Mg)	0,004	---	mg/L	107,0
Manganeso (Mn)	0,0002	---	mg/L	2,189
Mercurio (Hg)	0,0001	---	mg/L	ND
Molibdeno (Mo)	0,0001	---	mg/L	ND
Niquel (Ni)	0,0002	---	mg/L	ND
Plata (Ag)	0,00001	---	mg/L	ND
Plomo (Pb)	0,0001	---	mg/L	ND
Potasio (K)	0,008	---	mg/L	2686
Selenio (Se)	0,00005	---	mg/L	ND
Silicio (Si)	0,02	---	mg/L	84,38
Sodio (Na)	0,09	---	mg/L	28,35
Talio (Tl)	0,0001	---	mg/L	ND
Titanio (Ti)	0,001	---	mg/L	ND
Uranio (U)	0,00001	---	mg/L	ND
Vanadio (V)	0,0001	---	mg/L	0,0286
Zinc (Zn)	0,003	---	mg/L	ND

ND equivale a decir menor a el limite de detección indicado

Tabla N°09 - Características Físico Química de Vinaza (junio 2014)

CUADRO N° 11 CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	AGUAS DE REFERENCIA		EFLUENTES MAPLE ETANOL S.R.L.
	LMP PARA EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES D.S. N° 003-2010-MINAM	AGUA POTABLE (SULLANA)	AGUA DE RÍO (INGRESO A RPS1)	VINAZA
FISICOQUÍMICAS				
pH	6.5 - 8.5	6.33	7.52	4.2
Conductividad (mS/cm)		0.3	1.3	13.7
Sólidos Totales Disueltos (g/L)		0.1	0.6	6.7
Sólidos Suspendidos, ppm (por estufa)	150	3.0	16.0	2126.0
Sólidos Totales, g/L		0.1	0.6	8.8
Temperatura, °C	< 35			50.0
Trubidez, NTU		0	6	3440.0
%Brix		0.1	0.2	2.9
Aceites y Grasas, mg/L	20			
Alcalinidad Parcial, mg/L		0	3.1	0.0
Alcalinidad Total, mg/L		143.6	359.0	0.0
Hierro, mg/L		0	0.02	10.3
Cobre, µg/L		0	0	12.0
Silice, mg/L		12	20	870.0
Dureza Cálrica, mg/L		54	204	1600.0
Dureza Magnésica, mg/L		32	100	10400.0
Dureza Total, mg/L		86	304	12000.0
Ion Sodio, mg/L		2.4	0.9	0.7
Amonio, mg/L		0	0.19	130.0
TOC, mg/L		8.8	88	10200.0
Residual de cloro, mg/L		0.03	0.08	0.0
Sulfitos, mg/L		0	0.5	179.2
Sulfatos, mg/L		21	100	2000.0
Fosfatos, mg/L		1.6	1.7	79.0
Cloruros, mg/L		290.1	333.3	28392.9
DBO5, mg/L (Fuente UDEP)	100	<2.0	<2.0	17125.0
DQO, mg/L	200	850	324	70200.0
MICROBIOLÓGICAS				
Bacterias Heterotróficas, UFC/ml		UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml
Enterobacterias, UFC/ml		1.0E+00	8.0E+04	7.7E+08
Coliformes Totales, UFC/ml		0.0E+00	1.3E+01	MNPC
(a) Coliformes Termotolerantes ó Escherichia	(a) 1.0E+02 NMP/ml	0.0E+00	1.5E+01	MNPC
(a) Coliformes Termotolerantes ó Escherichia	(a) 1.0E+02 NMP/ml	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
DATOS OPERATIVOS				
Caudal	-	-	-	139 m3/Hr
Frecuencia de Producción	-	-	-	Diaria
Destino	-	-	-	DPS2, LP y CB

(a) Escherichia Coli es igual a Coliformes termotolerantes, siendo este último el que debe ser monitoreado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, el cual usa el N

Legenda

TOC: Carbono orgánico total
 DBO5: Demanda bioquímica de oxígeno medida a los 05 días
 DQO: Demanda química de oxígeno
 UFC: Unidades formadoras de colonia
 MNPC: Muy numeroso para contar.
 NMP: Número más probable

Resultados en el Proceso Aeróbico. El proceso Aeróbico ordenado se inicia construyendo las pozas de acuerdo a la necesidad y al volumen de Vinaza que se iba aumentando, así tenemos que para abril del 2013 teníamos construidas 26, para el 15 de junio teníamos el doble 52, hasta llegar al 24 de julio donde ya teníamos 69, hasta llegar a las 75 pozas construidas.

Para solucionar el problema anterior se asigna presupuesto y se proyecta la construcción de 75 pozas de 1 ha. cada una la misma que se llenaba 30 cm es decir aproximadamente 3000 a 4000 m³ diario. Conociendo que la Evapotranspiración es entre 5 y 6 mm diario y casi filtra la mitad de volumen tendríamos 15 cm para evaporación, que representaba 30 días y otros 30 para secar y gradear.

Debo indicar que estas pozas de se llenan automáticamente por gravedad, llevando un control para su mantenimiento y operación adecuada, y así mitigar impactos negativos en el ambiente.

En los mapas que podemos apreciar cómo se van llenado las pozas. Por ejemplo, el mapa que se encuentra en la parte superior del 01 de noviembre del 2013 tiene 22 pozas llenas, 01 secando y 48 disponibles; para el 07 de enero del 2014 se tienen 25 llenas 38 secando y 9 disponibles.

Control de pozas desde sus inicios con el tratamiento aeróbico el 22 de abril del 2013 al 05 de setiembre del 2014 (ver Tabla N°10)

Como se puede apreciar en la tabla de control de las pozas, nunca quedamos desabastecidos. Como ya lo había indicado con 30 días de evaporación de eliminan el 50% y el 50% filtra, después 30 días para que continúe con el proceso de secado, quiere decir que a los 60 días está disponible para ser gradeada o subsolado según sea el caso para que quede operativa y por 10 días más continúe con el proceso de secado si es necesario.

Tabla N°10 - Control de pozas tratamiento aeróbico 2013 - 2014

FECHA	POZAS			TOTAL
	LLENAS	SECANDO	DISPONIBLES	
05/09/2014	27	18	29	74
29/08/2014	32	13	29	74
22/08/2014	41	10	23	74
14/08/2014	42	7	25	74
07/08/2014	32	9	33	74
31/07/2014	28	7	39	74
24/07/2014	29	8	37	74
17/07/2014	32	7	35	74
11/07/2014	36	11	27	74
04/07/2014	40	8	26	74
26/06/2014	39	9	26	74
16/06/2014	40	0	34	74
02/06/2014	25	0	49	74
24/05/2014	18	0	56	74
16/05/2014	9	0	65	74
30/04/2014	5	0	69	74
05/04/2014	5	1	68	74
27/03/2014	5	10	59	74
18/03/2014	13	7	54	74
07/03/2014	16	10	48	74
28/02/2014	19	10	45	74
21/02/2014	22	5	45	72
13/02/2014	21	10	41	72
30/01/2014	18	13	41	72
21/01/2014	19	11	42	72
14/01/2014	22	7	43	72
07/01/2014	25	38	9	72
29/12/2013	29	31	12	72
19/12/2013	31	25	16	72
12/12/2013	32	20	20	72
05/12/2013	33	14	25	72
28/11/2013	35	8	29	72
21/11/2013	34	6	32	72
07/11/2013	25	3	44	72
01/11/2013	22	1	48	71
24/10/2013	19	6	46	71
17/10/2013	10	6	54	70
10/10/2013	11	5	54	70
02/10/2013	6	8	55	69
25/09/2013	9	11	51	71
18/09/2013	14	11	45	70
11/09/2013	18	11	41	70
02/09/2013	20	24	26	70
23/08/2013	27	22	21	70
16/08/2013	35	25	10	70
07/08/2013	35	18	16	69
01/08/2013	38	13	18	69
24/07/2013	36	21	12	69
17/07/2013	38	16	12	66
03/07/2013	33	20	6	59
15/06/2013	30	3	19	52
26/05/2013	20	3	16	39
22/04/2013	17	7	2	26

Se establecieron 5 puntos de monitoreo en las zonas donde se aplicó vinaza, se tomaron muestras para realizar análisis de suelos, teniendo lo siguientes resultados:

Tabla N°11. Cambios Químicos en el Suelo entre 2013 - 2014 después de aplicar Vinaza

MUESTRA		2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Poza	Prof.	pH		EC		OM		N		P		K	
01	00-10	6.4	7.8	2.9	6.1	0.6	2.6	489.0	1630.0	90.1	327.0	3.4	4.7
	10-30	4.9	8.1	0.1	2.0	0.4	1.1	255.0	734.0	10.4	11.2	0.6	0.7
	30-60	8.6	7.6	1.3	3.5	0.3	0.9	163.0	704.0	5.9	15.5	0.2	0.5
	60-90		8.1		3.2		0.8		568.0		7.0		0.3
	90-120		7.8		2.3		0.8		572.0		25.0		0.6
		6.7	7.9	1.4	3.4	0.5	1.2	302.3	841.6	35.5	77.1	1.4	1.3
02	00-10	6.3	7.7	6.8	10.6	1.7	4.8	1388.0	2648.0	154.0	459.0	9.2	6.4
	10-30	5.7	6.9	2.6	2.3	0.8	0.7	386.0	440.0	53.0	14.3	2.9	1.8
	30-60	7.7	8.1	2.5	2.2	0.4	0.6	233.0	426.0	20.5	23.4	1.6	2.2
	60-90		8.4		1.6		0.5		320.0		3.6		0.7
	90-120		9.0		1.3		0.8		517.0		4.8		0.4
		6.6	8.0	4.0	3.6	0.9	1.5	669.0	870.2	75.8	101.0	4.6	2.3
03	00-10	9.1	7.9	0.5	13.9	0.2	2.5	197.0	1468.0	5.2	382.0	0.4	4.1
	10-30	9.1	7.9	0.5	2.0	0.4	1.0	200.0	643.0	3.8	20.0	0.3	2.1
	30-60	9.0	8.4	0.6	1.0	0.3	0.5	369.0	358.0	3.5	4.8	0.3	0.5
	60-90		8.9		1.1		0.4		244.0		4.8		0.5
	90-120		8.5		2.1		0.6		430.0		5.6		0.5
		9.1	8.3	0.5	4.0	0.3	1.0	255.3	628.6	4.2	83.4	0.3	1.5
04	00-10	8.1	7.8	0.1	0.2	0.3	0.4	383.0	276.0	6.1	10.7	0.3	0.5
	10-30	8.5	8.3	0.1	0.1	0.3	0.5	191.0	362.0	3.5	4.6	0.2	0.2
	30-60	8.3	8.6	0.1	0.1	0.4	0.4	205.0	226.0	3.5	3.5	0.2	0.3
	60-90		8.5		0.4		0.6		418.0		5.9		0.4
	90-120		9.0		0.4		0.3		203.0		6.8		0.4
		8.3	8.4	0.1	0.2	0.4	0.4	259.7	297.0	4.4	6.3	0.2	0.4
05	00-10	8.1	7.8	1.8	1.7	0.4	0.7	304.0	563.0	21.3	22.3	1.0	1.4
	10-30	8.5	8.2	0.7	2.2	0.7	0.5	364.0	493.0	4.4	3.5	0.4	0.5
	30-60	8.3	7.7	1.9	6.4	0.7	0.3	430.0	202.0	3.5	4.3	0.3	0.4
	60-90		7.4		6.4		0.5		473.0		3.5		0.3
	90-120		7.5		4.4		0.4		280.0		3.5		0.3
		8.3	7.7	1.5	4.2	0.6	0.5	366.0	402.2	9.7	7.4	0.5	0.6

MUESTRA		2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Poza	Prof.	Cu		Fe		Mn		Zn	
01	00-10	1.0	1.7	25.2	123.0	30.0	27.2	0.5	1.3
	10-30	1.0	1.6	16.1	39.5	34.0	86.0	0.5	0.5
	30-60	1.0	1.7	16.5	49.4	36.3	92.2	0.5	0.5
	60-90		1.2		52.0		61.0		0.5
	90-120		1.3		51.2		105.0		0.5
		1.0	1.5	19.3	63.0	33.4	74.3	0.5	0.7
02	00-10	1.1	2.4	23.8	83.5	8.2	13.0	0.9	2.1
	10-30	1.0	1.4	60.1	59.4	48.5	75.7	0.5	0.5
	30-60	1.0	1.2	28.2	69.3	69.8	34.8	0.5	0.5
	60-90		1.0		43.4		36.0		0.5
	90-120		1.0		34.4		22.2		0.5
		1.0	1.4	37.4	58.0	42.2	36.3	0.6	0.8
03	00-10	1.0	1.4	5.0	33.1	1.3	29.4	0.5	1.4
	10-30	1.0	1.4	5.0	38.4	1.0	51.0	0.5	0.5
	30-60	1.0	1.0	5.0	33.0	1.0	41.9	0.5	0.5
	60-90		1.0		37.5		29.0		0.5
	90-120		1.0		33.2		22.8		0.5
		1.0	1.2	5.0	35.0	1.1	34.8	0.5	0.7
04	00-10	1.0	1.0	5.0	5.0	1.5	4.6	0.5	0.5
	10-30	1.0	1.0	5.0	5.0	1.7	2.8	0.5	0.5
	30-60	1.0	1.0	5.0	5.0	2.0	3.5	0.5	0.5
	60-90		1.0		7.7		3.5		0.5
	90-120		1.0		8.1		3.8		0.5
		1.0	1.0	5.0	6.1	1.7	3.6	0.5	0.5
05	00-10	1.0	1.0	5.0	6.8	6.4	14.4	0.5	0.2
	10-30	1.0	1.0	5.0	6.3	3.2	6.7	0.5	0.5
	30-60	1.0	1.0	5.0	6.5	3.7	3.9	0.5	0.5
	60-90		1.0		5.0		3.0		0.5
	90-120		1.0		5.0		3.5		0.5
		1.0	1.0	5.0	5.9	4.4	6.3	0.5	0.4

Tabla N°12 - Cambio en la textura del Suelo entre 2013 - 2014 después de aplicar Vinaza

MUESTRA		2013	2014	2013	2014	2013	2014
Poza	Prof.	Arcilla		Limo		Arena	
01	00-10	25	5	10	20	65	75
	10-30	25	15	10	15	65	70
	30-60	25	15	10	15	65	70
	60-90		10		10		80
	90-120		10		15		75
		25	11	10	15	65	74
02	00-10	15	5	15	15	70	80
	10-30	25	15	10	10	65	75
	30-60	25	15	10	10	65	75
	60-90		15		10		75
	90-120		5		10		85
		22	11	12	11	67	78
03	00-10	20	5	10	15	70	80
	10-30	20	10	10	20	70	70
	30-60	10	10	15	20	75	70
	60-90		10		15		75
	90-120		15		15		70
		17	10	12	17	72	73
04	00-10	0	0	0	0	100	100
	10-30	0	0	0	0	100	100
	30-60	0	0	5	10	95	90
	60-90		15		15		70
	90-120		15		20		65
		0	6	2	9	98	85
05	00-10	20	5	5	10	75	85
	10-30	20	20	5	15	75	65
	30-60	30	20	15	30	55	50
	60-90		10		15		75
	90-120		15		15		70
		23	14	8	17	68	69

4.2.2. Resultados en Proceso Anaeróbico

Cálculos

Resultados medidos con pH-metro. El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución.

Resultados de Aplicación de Vinaza por Aspersión

En la empresa Maple Etanol S.R.L. no se implementó el tratamiento de vinaza con aspersores por motivos presupuestarios producto la crisis financiera del momento.

La empresa Agrícola del Chira si implementó, todo su sistema de fertiirrigación de vinaza con aspersores en un área de 2623 hectáreas del fundo Montelima que es colindante con su fábrica de Etanol y azúcar.

Para ello se diseñaron dos módulos de 40,70 has. De superficie (1.133 m. largo x 360 m. ancho) cada módulo consta de 200 tubos de 6" x 6 m. A.P. y 552 tubos de 50 mm x 6 metros cobertura y de 270 aspersores por módulo, de los cuales 135 regaban continuamente, tirando cada aspersor 700 l. de vinaza/hora, regando en cada posición 12 horas, por lo que solamente tenía que hacer 2 cambios por día y no se trabajaba de noche.

El único problema radica que está área solo representa el 23% de su área total de cultivo, en donde se aplicará el 100% de vinaza producida, que posteriormente ocasionaría una saturación de suelo por exceso de fosforo y potasio. Este problema debería ser materia de un estudio específico de pregrado.

4.2. Resultados generales.

La vinaza aplicada como fertilizante en un sistema de riego tecnificado por Aspersión, es una solución saludable al ambiente.

La vinaza aplicada como fertilizante en un sistema de riego tecnificado por goteo, es una solución ambientalmente saludable al ambiente, pero se convierte en problema ambiental cuando se elevan los sólidos y ocasiona obstrucciones en el

sistema de riego, ocasionando que de emergencia evacue el líquido a otros ambientes, donde podría contaminar aire, agua, suelo u olores.

La vinaza tratada con Procesos Anaeróbicos requiere de costos adicionales permanentes y cuidados de los microorganismos

La vinaza tratada con Procesos Aeróbicos en el último sistema implementado de 72 pozas de 1 hectárea aproximadamente es una solución temporal que produce emisión de gases CO₂ y Metano, y con el tiempo va producir saturación en suelo con Potasio y Fósforo.

La vinaza tratada en Compostaje, es una buena alternativa sin embargo sus costos se elevan por la gran cantidad de producción de biol y biosol.

La vinaza aplicada como Biodigestor es una buena alternativa de producción de gas, sin embargo, el problema radica en al gran volumen de producción día promedio 4,000.00 m² día.

4.3. Resultados de Encuesta

Para corroborar la existencia del problema actualmente y que persiste desde los años 2010 al 2015 que se hicieron la fase experimental, se recurrió a elaborar un cuestionario con preguntas sencillas que plantean la disyuntiva para pobladores en los diferentes centros poblados del área de influencia del proyecto cercanos al depósito de vinaza.

El cuestionario fue el siguiente:

CUESTIONARIO

LUGAR: _____

El presente cuestionario permitirá comprobar que el problema persiste y se manifiesta en queja de la población Centros Poblados del Área de influencia de la empresa de Etanol.

El mal tratamiento de vinaza ocasiona problema social, por ello las empresas no permiten el ingreso a sus instalaciones para constatar y más aún si hay denuncias ante la autoridad ambiental.

1.- ¿Perciben olor a Vinaza? SI () NO ()

Si la Respuesta es Si,

2.- ¿Desde qué Año Perciben el Olor?

a) 2011 () b) 2013 () c) 2015 () d) 2017 () e) 2019 ()

3.- ¿Que horario?

a) Mañana () b) Tarde () c) Noche () d) Madrugada ()

4.- Podría Indicarnos de que hora a qué hora?

(.....)

5.- ¿Conoce de algún derrame de Vinaza? SI () NO ()

Si la Respuesta es Sí

6.- ¿En qué lugar fue el derrame?

(.....)

7.- ¿Conoce en qué Año se produjo?

b) 2011 () b) 2013 () c) 2015 () d) 2017 () e) 2019 ()

El resultado del cuestionario debe comprobar si el problema persiste, para recomendar el tratamiento deseado que mitigue el impacto ambiental.

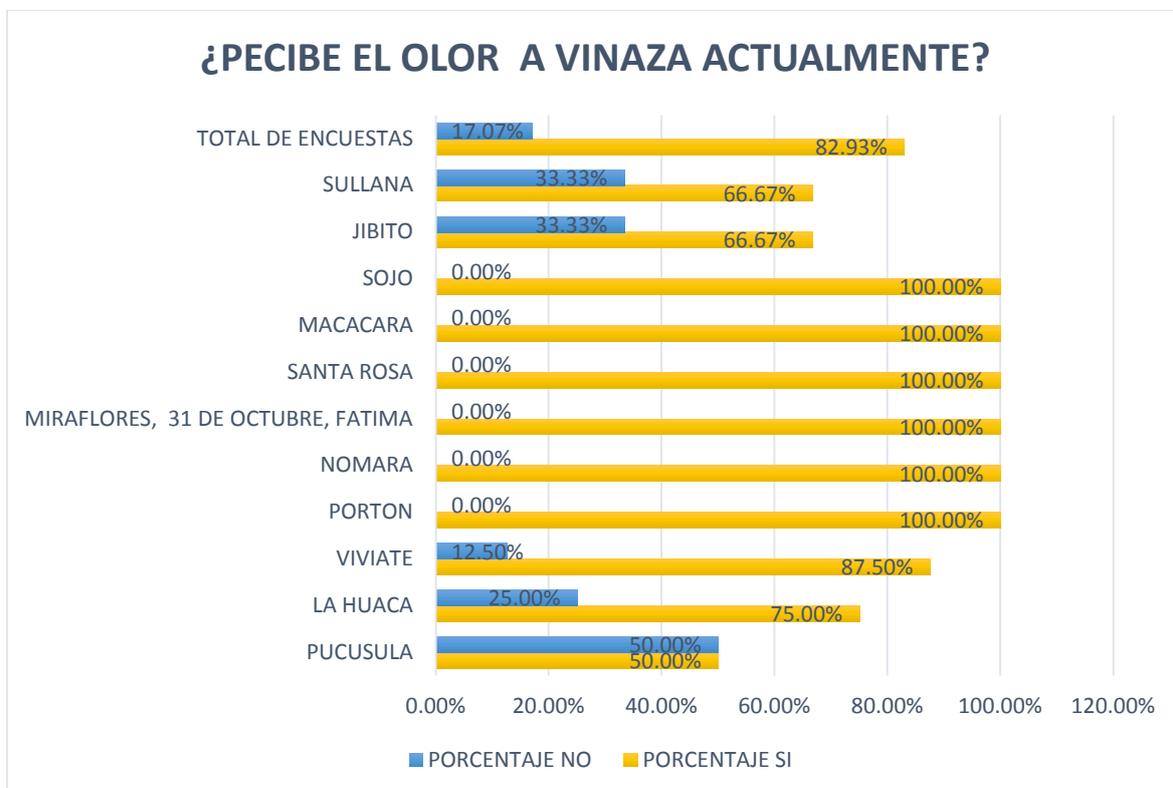
El cuestionario se aplicó en los diferentes centros poblados del área de influencia, en forma presencial, aunque por la coyuntura de salud no se pudieron aplicar.

Tabla N°13 - ¿Perciben Olor a Vinaza?

CENTRO POBLADO	¿PERCIBE EL OLOR A VINASA ACTUALMENTE?			PORCENTAJE		
	SI	NO	TOTAL	SI	NO	TOTAL
PUCUSULA	3	3	6	50.00%	50.00%	100.00%
LA HUACA	3	1	4	75.00%	25.00%	100.00%
VIVIATE	7	1	8	87.50%	12.50%	100.00%
PORTON	2	0	2	100.00%	0.00%	100.00%
NOMARA	3	0	3	100.00%	0.00%	100.00%
MIRAFLORES, 31 DE OCTUBRE, FATIMA	3	0	3	100.00%	0.00%	100.00%
SANTA ROSA	1	0	1	100.00%	0.00%	100.00%
MACACARA	4	0	4	100.00%	0.00%	100.00%
SOJO	4	0	4	100.00%	0.00%	100.00%
JIBITO	2	1	3	66.67%	33.33%	100.00%
SULLANA	2	1	3	66.67%	33.33%	100.00%
TOTAL, DE ENCUESTAS	34	7	41	82.93%	17.07%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura N°12 - Porcentaje de Percepción de Olor a Vinaza en los Centros Poblados



Los centros poblados entrevistados se encuentran ubicados en el siguiente rumbo tomando como punto de partida el lugar donde se almacena la vinaza y a una distancia, según muestra el cuadro

Tabla N°14 - Rumbo y Distancia de los Centro Poblados al Depósito de Vinaza

CENTRO POBLADO	UBICACIÓN DE VINAZA	
	RUMBO	DISTANCIA (Km)
PUCUSULA	N 81°35'09" W	15.88
LA HUACA	N 73°32'54" W	12.44
VIVIATE	N 71°02'24" W	8.03
PORTON	N 60°12'43" W	6.50
NOMARA	N 45°15'37" W	4.55
MIRAFLORES, 31 DE OCTUBRE, FATIMA	N 45°15'37" W	4.55
SANTA ROSA	N 38°18'48" W	3.00
MACACARA	N 17°25'50" W	3.11
SOJO	N 39°13'40" E	6.07
JIBITO	N 68°42'30" E	12.48
SULLANA	N 75°24'7" E	17.30

Fuente: Elaboración Propia

Al analizar los 2 cuadros podemos comprobar que los lugares más afectados son desde El Portón hasta Sojo, sin embargo, donde se percibe con mayor profundidad es en Macacara y Santa Rosa ambos distantes a 3 kilómetros. Es necesario indicar que el depósito de las pozas de vinaza se encuentra en un tablazo en altitud de los 85 msnm., en donde el olor se percibe en función a la velocidad y orientación del viento.

Por lo tanto, ante la interrogante de la percepción del olor a vinaza, si era en la mañana, tarde, noche o madrugada, la mayoría indicaba que se percibe según el viento. En la zona generalmente los vientos en las mañanas y tarde son en rumbo NW y por las tardes al anochecer son NE, por las madrugadas, así como al medio día fluctúa en diferentes direcciones.

A la pregunta desde que año perciben el olor, solo indican desde que se instaló la fábrica de etanol, e incluyen un problema adicional como es restos de ceniza y

humo que llega a sus casas producto de la quema de la hojarasca de caña post cosecha.

A la pregunta si **¿Conoce de algún derrame de Vinaza?** Todos coinciden que no conocen, o que nunca han sabido que se derramo vinaza.

V. DISCUSIÓN

A continuación, presento un resumen de la principal característica de cada uno de los tratamientos evaluados, de acuerdo a estudios realizados

TRATAMIENTO	CARACTERIZACIÓN
RELACIONERO	García y Rojas (Citado por Flores, Leiva y Tejada, 2020, p.3), “el residuo de la producción de etanol más del 90% es agua y el 10% restante materia seca...”
FERTIRRIEGO	Flores, Leiva y Tejada (2020, p.1), “menciona que en El Salvador el uso principal de la vinaza es la fertiirrigación, pero podría convertirse en una amenaza para los suelos si se excede el uso”.
COMPOST	Para Flores, Leiva y Tejada (2020, p.12) considera “la vinaza por sus altos componentes orgánicos se considera como un abono orgánico en potencial, y se podría de esta manera aprovechar sus características”.
ENERGIA	Como fuente de energía tiene 2 alternativas (concentración y combustión en Calderas de vapor) y producción de biogás en compostaje.
BIO GAS	Cortez et al. (Citado en Soles Jacobo, 2020, p. 27) “Refiere que una alternativa que es usada cada vez en la industria de la producción de alcohol etílico es la biodigestión de la carga contaminante de la vinaza para producir biogás y vinaza tratada”.
COMBUSTIBLE	Pérez y col., citado por Alonso et al. (Centro de azúcar Vol 43 N°1 enero-marzo del 2016. p. 72) nos dice “Se obtiene un 72 % de ahorro en el consumo de combustible fósil y por consiguiente una reducción en las emisiones de CO ₂ ”

ALIMENTO ANIMAL	Carrilho <i>et al.</i> (Citado por Flores, Leiva y Tejada, 2020, p.5), demuestra en sus investigaciones que se han utilizado en dieta para Conejos observando diferencia en sus pesos diarios; en cerdos en una dosis de 2.5% de vinaza en la alimentación, incrementó su peso en 7.00 kg en 26 días; en aves de engorde mostraron un aumento de 17.00% en el peso de las vísceras comestibles y también sirve de materia prima para otros procesos fermentativos.
OTROS	Korndorfer <i>et. Al.</i> (Citado por Flores, Leiva y Tejada, 2020, p.6), “se puede producir ladrillos con mezcla más suelo de vinaza. ... Y producción de proteína unicelular por la fermentación aeróbica;”.

Sin considerar el costo de inversión por la implementación de cada uno de los tratamientos, el planteamiento considera, solo la solución menos contaminante, de acuerdo a los parámetros ambientales.

Para cualquiera de los tratamientos a evaluar, siempre conducen a tener como residuo final abono orgánico en el estado sólido y/o líquido, entonces concluyo que debe ser aplicado como fertilizante, y para evitar gastos adicionales se debe aplicar directamente al cultivo por medio de su sistema de riego.

Si el sistema de riego es por goteo, podemos tener problemas con los sólidos que obstruyen las mangueras o los biofilms en los filtros, entonces debe aplicarse en riego por aspersión o Pivotes directamente sobre el área que se cosecha, devolviendo parte del NPK y no satura el suelo, porque se aplica solo cuando se cosecha.

Tabla N°15 - Cálculo de volumen de NPK recuperado

Elemento aportante al Suelo	Contenido en las vinazas (kg/m ³)	Volumen de Producción (m ³ /día)	Cantidad de Recuperación (kg)
N	4.00	4 300.00	17 200.00
P	3.00	4 300.00	12 900.00
K	20.00	4 300.00	86 000.00

VI. CONCLUSIONES.

Después del cuestionario aplicado, he podido comprobar que el problema de manejo de vinaza persiste, con las mismas características desde la puesta en marcha de la planta de Etanol.

La Vinaza es un buen Fertilizante que se puede re utilizar al cultivo de caña de azúcar, cuyo principal problema de aplicación es considerar el pH, la Temperatura y la cantidad de sólidos.

Entre el Sistema de Riego Tecnificado de Aspersión y por Goteo, resulta mejor su aplicación utilizando el Riego por Aspersión.

El volumen de Vinaza producido en un día, debe de ser aplicado a la misma área cosechada de donde se extrajo la materia prima.

Cumplir con el EIA aprobado que es la aplicación de Vinaza como fertilizante a través del sistema de riego tecnificado.

VII. RECOMENDACIONES.

EVALUAR los costos de riego por goteo Vs. Riego por Aspersión.

ANALIZAR la aplicación de Vinaza en los diferentes tipos de suelo.

SUGERIR esta solución a las empresas productoras de Etanol, Azúcar y/o vinícolas, cuyo desecho industrial es vinaza.

PROPONER una mesa técnica entre los involucrados, para plantear las soluciones a este problema.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

AGUAYO, Allan Alvarado; SÁNCHEZ, Mayra Leticia Abad. **Aprovechamiento de Vinaza para Obtención de Biofertilizantes como Alternativa Nutricional para el Sector Agropecuario.** Use Of Vinasse For Obtaining Biofertilizers As A Nutritional Alternative For The Agricultural Sector. Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible. ISSN, 2015, vol. 1988, p. 5245.

ALONSO ESTRADA, Dania, et al. **Alternativas tecnológicas para reducir el volumen de las vinazas de la industria alcoholera y su tratamiento.** Centro Azúcar, 2016, vol. 43, no 1, p. 70-79.

ARENAS SEVILLANO, Cristian Bernabé, et al. **Estrategias para la mejora de la digestión anaerobia: integración de procesos electroquímicos y bioelectroquímicos.** Strategies for improving anaerobic digestion: integration of electrochemical and bioelectrochemical processes.

BORLET, María C. González, et al. **Efecto del suplemento de vinaza en indicadores reproductivos ligados al peso, morfométricos e histológicos del TGI, en cerdas lactantes.**

BULLER, Luz Selene, et al. **A spatially explicit assessment of sugarcane vinasse as a sustainable by-product.** Science of The Total Environment, 2020, p. 142717.

CARHUÁS PÉREZ, Walter David; VELÁSQUEZ GUTIÉRREZ, Daniel Jair. **Determinación de las condiciones de operación y diseño del proceso coagulación floculación para el tratamiento de vinazas de Cartavio Rum Company SAC.** 2018.

CHAGAS, Mateus F., et al. **Environmental and economic impacts of different sugarcane production systems in the ethanol biorefinery.** Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 2016, vol. 10, no 1, p. 89-106.

DAMIÁN, E.; ANDRADE, D.; TORRES, J. **Introducción a la metodología de la investigación científica.** Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador, 2018.

DEL PINO MACHADO, Amabelia, et al. **Efecto de la aplicación de vinaza en suelos bajo cultivo de caña de azúcar.** 2017.

FITO, Jemal; TEFERA, Nurelegne; VAN HULLE, Stijn WH. **Sugarcane biorefineries wastewater: bioremediation technologies for environmental sustainability.** *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2019, vol. 6, no 1, p. 6.

FLORES ESCOBAR, Carmen Rosa. **Impactos ambientales ocasionados por la empresa maple etanol S.A. y propuesta de un plan de mitigación.** 2020.

FLORES MOLINA, Juan Antonio; LEIVA CRUZ, María Eva; TEJADA MEJÍA, Ricardo Walberto. **Evaluación de Tres Deshidratadores Solares para el Tratamiento de la Vinaza de Caña de Azúcar y Análisis Físico Químico de los Productos Resultantes.**

FREIRE, Eudaldo Enrique Espinoza. **El objetivo en la investigación.** *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2020, vol. 3, no 2, p. 206-215.

FUESS, Lucas T.; RODRIGUES, Isabella J.; GARCIA, Marcelo L. **Fertirrigation with sugarcane vinasse: foreseeing potential impacts on soil and water resources through vinasse characterization.** *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 2017, vol. 52, no 11, p. 1063-1072.

FUESS, Lucas Tadeu, et al. **Biochemical butyrate production via dark fermentation as an energetically efficient alternative management approach for vinasse in sugarcane biorefineries.** *Renewable Energy*, 2020.

FUESS, Lucas Tadeu, et al. **Designing full-scale biodigestion plants for the treatment of vinasse in sugarcane biorefineries: how phase separation and**

alkalinization impact biogas and electricity production costs?. Chemical engineering research and design, 2017, vol. 119, p. 209-220.

FUESS, Lucas Tadeu, et al. **Diversifying the technological strategies for recovering bioenergy from the two-phase anaerobic digestion of sugarcane vinasse: an integrated techno-economic and environmental approach. Renewable Energy**, 2018, vol. 122, p. 674-687.

FUESS, Lucas Tadeu; GARCIA, Marcelo Loureiro; ZAIAT, Marcelo. **Seasonal characterization of sugarcane vinasse: Assessing environmental impacts from fertirrigation and the bioenergy recovery potential through biodigestion. Science of the Total Environment**, 2018, vol. 634, p. 29-40.

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Susel, et al. **Aprovechamiento de la potencialidad de la vinaza para la producción de biogás como energía renovable. Tecnología Química**, 2020, vol. 40, no 2, p. 269-287.

GONZÁLEZ, Juan A., et al. **Efecto de la vinaza sobre el crecimiento y productividad de la Soja (Glycine max) en condiciones semicontroladas. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, 2018, vol. 53, no 4, p. 597-608.

GONZÁLEZ, Juan A.; BUEDO, Sebastián E.; PRADO, Fernando. **La fertirrigación con vinaza de caña de azúcar limita la tasa fotosintética de soja (Glycine max, Leguminosae). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, 2019, vol. 54, no 2, p. 215-223.

HOUBRON, Eric; SANDOVAL ROJAS, Martha Elvira; HERNÁNDEZ MUÑOZ, Aurelio Félix. **Tratamiento de vinazas en un reactor de lecho fluidizado inverso anaerobio. Revista internacional de contaminación ambiental**, 2016, vol. 32, no 3, p. 255-266.

LONGATI, Andreza A., et al. **Biogas production from anaerobic digestion of vinasse in sugarcane biorefinery: a techno-economic and environmental analysis. Waste and Biomass Valorization**, 2019, p. 1-19.

LÓPEZ CRUZ, Juana Yolanda, et al. **Análisis de la Situación de Desigualdad, Empobrecimiento y Desarrollo Social en Dos Comunidades Productoras de Mezcal Artesanal De Oaxaca.** 2019.

LUIS, CIFUENTES MACÍAS Carlos. **Diseño e Implementación de un Sistema de Fertirriego por Microaspersión con Inyector Venturi en Cultivo de Cacao Ubicado en el Recinto San Antonio Cantón Urdaneta.** 2020. Tesis Doctoral. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.

MENDOZA, Pedro Córdova. **Evaluación de tecnologías para el tratamiento de las vinazas provenientes de la destilación del Pisco en Ica.** Ñawparisun-Revista de Investigación Científica, 2020, vol. 2, no 3.

MORAES, Bruna S., et al. **Reduction in greenhouse gas emissions from vinasse through anaerobic digestion.** *Applied Energy*, 2017, vol. 189, p. 21-30.

MORAÑA, L.; ROLÓN, M.; SALUSSO, M. M. **Uso de microalgas autóctonas en biodepuración de vinazas de caña de azúcar.** En *Acta VI Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento del Agua*, Universidad Blas Pascal, Córdoba, Argentina. 2016. p. 174-184.

OLARTE GÓMEZ, Edward Andrés, et al. **Evaluación del uso de la microalga *chlorella vulgaris* en el tratamiento de aguas residuales industriales (vinazas).** 2016.

ORTIZ, Joaquín Mario. **Producción de energía a partir de vinaza en Tucumán: análisis de las diferentes alternativas.** 2018.

PARSAEE, Mostafa; KIANI, Mostafa Kiani Deh; KARIMI, Keikhosro. **A review of biogas production from sugarcane vinasse.** *Biomass and bioenergy*, 2019, vol. 122, p. 117-125.

RENÓ, Maria Luiza Grillo, et al. **Sugarcane biorefineries: Case studies applied to the Brazilian sugar–alcohol industry.** *Energy conversion and management*, 2014, vol. 86, p. 981-991.

RODRIGUES REIS, Cristiano E.; HU, Bo. **Vinasse from sugarcane ethanol production: better treatment or better utilization?.** *Frontiers in Energy Research*, 2017, vol. 5, p. 7.

Sampieri, R., & Fernandez, C. C. Baptista, L. p.(2014). **metodologia de la investigacion** 6 edición.

SANTOS, Priscilla Soares, et al. **Does sugarcane vinasse composition variability affect the bioenergy yield in anaerobic systems? A dual kinetic-energetic assessment.** *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 240, p. 118005.

SILALERTRUKSA, Thapat; PONGPAT, Patcharaporn; GHEEWALA, Shabbir H. **Life cycle assessment for enhancing environmental sustainability of sugarcane biorefinery in Thailand.** *Journal of Cleaner Production*, 2017, vol. 140, p. 906-913.

SOLES JACOBO, Eloy Claudio. **Aplicación de la simulación de Montecarlo en el análisis de riesgo de un proyecto de tratamiento de efluentes industriales.** 2020.

TORRES, Edwin Gálvez, et al. **Evaluación de Abono Orgánico de Vinaza y Bagazo de la Caña de Azúcar para la producción ecológica de rabanito (*Raphanus sativus* L.).** *Aporte Santiaguino*, 2019, vol. 12, no 2, p. 236-249.

VÁSQUEZ, Juan Carlos HIGUITA; GONZALEZ, Andres Felipe ROJAS; PINEDA, Sebastian PINEDA. **Alternativas Convencionales y No Convencionales para el Tratamiento de Vinazas a Través de Tecnologías Físico-Químicas y Biológicas:** REVISIÓN. *DYNA Energía y Sostenibilidad*, 2020, vol. 9, no 1.

VIDÓ, J. M., et al. **Seguimiento del estado de un fotobiorreactor de microalga-bacteria para el tratamiento de vinazas de la industria tequilera.** *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 2019, vol. 5, no 1.

YAGUAL ROMERO, Ana Paula. **Diseño y construcción de un Equipo Didáctico de Electrocoagulación para el tratamiento de vinaza proveniente de una destilería.** 2017. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química.

LINCOGRAFÍA

https://scholar.google.com/scholar?hl=es&scisbd=1&as_sdt=0%2C5&q=tratamiento+de+Vinaza&btnG=

<https://core.ac.uk/reader/328802490>

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300255

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612016000100008&script=sci_arttext&tlng=en

https://www.researchgate.net/profile/Liliana_Morana/publication/311718705_USO_DE_MICROALGAS_AUTOCTONAS_EN_BIODEPURACION_DE_VINAZAS_DE_CANA_DE_AZUCAR/links/5857d6ba08ae64cb3d47c7e8.pdf

<https://www.revistadyna.com/busqueda-ES/alternativas-convencionales-y-no-convencionales-para-tratamiento-de-vinazas-a-traves-de-tecnologias>

"<https://revistas.psi.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/24366>"

<http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10524>

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852020000200269&script=sci_arttext&tlng=pt

<http://www.unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/102>

<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8317>

<http://www.suelos.org.ar/publicaciones/Vol%2036,%20No.%202/4%20-%20338%20-%20SALINIDAD%20POR%20APLICACION%20DE%20VINAZAS%20DE%20UN%20SUELO.pdf>

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7178732>

<https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd31/12/gonza31184.html>

<http://ru.iiec.unam.mx/4738/>

https://scholar.google.com/scholar?scisbd=2&q=tratamiento+de+Vinaza&hl=es&as_sdt=0,5

https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/12513/thesis_2016000091.pdf?sequence=1&isAllowed=y

<http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3036>

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/5882>

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20053>

<https://www.eumed.net/rev/delos/33/vinaza-biofertilizantes.html>

<https://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/1407>

<https://core.ac.uk/reader/328802490>

<http://biblioteca.puntoedu.edu.ar/handle/2133/13727>

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2017.00007/full>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148120307618>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263876217300758>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718310866>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616306783>

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10934529.2017.1338892>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890414005561>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619328756>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-019-00811-w>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953419300431>

<https://link.springer.com/article/10.1186/s40538-019-0144-5>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148118301393>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261916317731>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972036246X>

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bbb.1623>

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de Categorización

OBEJETIVOS ESPECIFICOS	PROBLEMAS ESPECIFICOS	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3
Analizar cada uno de los tratamientos.	¿Qué tipos de tratamientos de Vinaza existen?	TRATAMIENTO	➤ Recirculación	Volumen	Ventajas y Desventajas	Costo por tratamiento
			➤ Fertirriego			
			➤ Compost			
			➤ Energía			
			➤ Combustible			
			➤ Gas			
Mitigar el Impacto de Contaminación de Agua, Aire y Suelo.	¿Qué tipo de tratamiento se tiene que implementar a la vinaza, para mitigar la contaminación de suelo, agua y aire?	TRATAMIENTO	Aeróbico	Físico	Químico	Biológico
			Anaeróbico			
Mitigar el impacto de Contaminación por olores.	¿Cómo mitigar la contaminación de Olores?	ANALISIS DE TRATAMIENTO	Impactos ambientales	Positivos	Negativos	
Cumplir con el EIA de la empresa	¿Cuál fue el compromiso ambiental del Proyecto?	COMPROMISO	Fertiirrigación	Volumen	Características físicas, Químicas y biológicas	
Aplicar Vinaza como fertilizante en el Cultivo de Caña de Azúcar.	¿Cómo se puede aplicar la vinaza como fertilizante?	FERTIRRIEGO	Riego por Goteo	Volumen	Características físicas, Químicas y biológicas	Ventajas y Desventajas
			Riego por Aspersión			
		ABONOS ORGANICOS	Directo			
Identificar los Impactos ambientales del tratamiento de Vinaza	¿Cuáles son los Impactos ambientales generados por el tratamiento de Vinaza?	Impactos Ambientales de tratamiento de Vinaza	Social	Identificación de los Impactos	Valoración de los Impactos	
			Ambiental			

Fuente: Elaboración propia

TABLAS COMPLEMENTARIAS

Tabla N°16

Producción de Vinaza (agosto 2014).

MES
08/2014



MAPLE ETANOL E.R.L.
CÁLCULO DE CANTIDADES DE MATERIALES
 CONTROL DE CALIDAD

Material	Parámetro	UM	01-08-14	02-08-14	03-08-14	04-08-14	05-08-14	06-08-14	07-08-14	08-08-14	09-08-14	10-08-14	11-08-14	12-08-14	TOTAL
Caña	Molienda	Tm ³ /día	3198.000	3150.140	4165.390	2991.670	3971.710	4193.020	3847.430	3074.090	3094.740	2812.540	2160.120	764.790	37423.630
Operación	Tiempo útil	Hr	19.617	20.367	24.000	21.333	22.383	22.633	20.800	18.333	21.033	21.917	19.550	10.150	242.017
Agua de Imbibición	Temperatura	°C	85.227	90.860	90.188	90.229	90.309	90.365	90.450	90.305	90.264	90.396	90.395	90.155	
	Volumen día	m ³ /día	2431.492	3182.277	3953.651	1939.960	2410.571	2838.389	2662.941	2170.809	2166.980	1817.782	1291.915	391.365	27153.024
Jugo Concentrado	Brix	%	14.844	10.968	11.391	15.075	18.687	16.500	17.885	17.980	17.934	17.003	17.551	19.160	
	Densidad	Tm ³	1.057	1.041	1.043	1.059	1.074	1.065	1.070	1.071	1.071	1.067	1.069	1.076	1.061
	Peso día	Tm ³ /día	2570.729	3313.450	4123.215	2053.542	2589.409	3021.703	2741.845	2325.190	2320.140	1939.124	1381.531	421.252	28801.131
	Mosto % Caña	%	80.386	105.184	98.987	68.642	65.196	72.065	71.264	75.639	74.970	68.946	63.956	55.081	76.960
	Lectura Inicial	m ³	#####	345903.000	#####	#####	353675.000	#####	360589.000	363143.000	#####	#####	#####	#####	#####
	Lectura Final	m ³	#####	349177.000	#####	#####	357601.000	#####	363143.000	365657.000	#####	#####	#####	#####	#####
Wno	Volumen día	m ³ /día	1851.000	3274.000	3623.000	875.000	3926.000	2988.000	2554.000	2514.000	317.000	4069.000	1823.000	1638.000	29452.000
	Brix	%	4.433	4.534	4.026	4.451	5.782	6.241	5.551	6.095	5.770	5.713	5.961	6.314	
	Densidad	Tm ³	1.014	1.015	1.013	1.015	1.020	1.022	1.019	1.021	1.020	1.020	1.021	1.022	1.01830
	Peso día	Tm ³ /día	1877.595	3322.341	3669.306	887.919	4004.359	3052.442	2602.927	2567.206	323.327	4148.582	1860.849	1673.985	29990.838
	Vino % Caña	%	58.712	105.466	88.090	29.680	100.922	72.798	67.654	83.511	10.448	147.503	86.146	218.882	80.139
Vinaza Diluida = Vinaza Bruta de Columna	Lectura Inicial	m ³ /día		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Mostera (Ya no se diluye la Vinaza)	Lectura Final	m ³ /día													
	Volumen día	m ³ /día	1674.664	2965.781	3375.628	2760.528	1739.262	2698.754	2302.574	2146.239	2174.344	1832.021	1636.215	1259.495	26565.502

Tabla N°17.

Distribución de Máxima Producción de Vinaza.

DISTRIBUCION EN MAXIMA PRODUCCION				
Caudal de Vinaza	4 300.00	m3/día	4 300 000.00	litros /día
	DISTRIBUCION DE RIEGO (horas)			
	12	14	16	24
Litros/hora	358 333.33	307 142.86	268 750.00	179 166.67
Aspersores	184	161	138	92
Caudal del Aspersor (litros/hora)	1 947.46	1 907.72	1 947.46	1 947.46
	DISTRIBUCION DE RIEGO (horas)			
	12	14	16	24
Aspersor por línea	23	23	23	23
lineas	8	7	6	4
Total Alpersores	184	161	138	92

Si tengo un Volumen Máximo de Vinaza de 4300 m3 (4'300,000 litros/día) y lo voy a distribuir en un tiempo de: 12, 14, 16 y 24 horas, tendría que para 12, 16 y 24 horas el caudal sería el mismo para el Aspersor. El más recomendable es aplicar en 12 horas porque evitamos los riesgos del turno nocturno y los Operarios cuentan con 2 horas porturno para dejar el equipo listo para el siguiente día

Tabla N°18.

Distribución de Mínima Producción de Vinaza.

DISTRIBUCION EN MINIMA PRODUCCION				
Caudal de Vinaza	1 700.00	m3/dia	1 700 000.00	litros /día
	DISTRIBUCION DE RIEGO (horas)			
	12	14	16	24
Litros/hora	141 666.67	121 428.57	106 250.00	70 833.33
Aspersores	184	161	138	92
Caudal del Aspersor (litros/hora)	769.93	754.21	769.93	769.93
	DISTRIBUCION DE RIEGO (horas)			
	12	14	16	24
Aspersor por línea	23	23	23	23
lineas	8	7	6	4
Total Alpersores	184	161	138	92

Si tengo un Volumen Máximo de Vinaza de 1700 m3 (1'700,000 litros/dia) y lo voy a distribuir en un tiempo de: 12, 14, 16 y 24 horas, tendria que para 12, 16 y 24 horas el caudal sería el mismo para el Aspersor. El más recomendable es aplicar en 12 horas porque evitamos los riesgos del turno nocturno y los Operarios cuentan con 2 horas porturno para dejar el equipo listo para el siguiente día

PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°01 - LINEA DE DISTRIBUCION DE
6" a Tubería de 50mm

Accesorio CRUZ DE 6x6" x 2"x2".



Foto N°02 - INSTALACION LINEA DE
ALUMINIO DE 50mm



Foto N°03 - Anillas de retro lavado con biofilms.



Foto N°04 - Goteros obstruidos con Vinaza



Foto N°05 - Contaminación con Vinaza



Foto N°06.- Estación de Bombeo
Macacara



Foto N°07.- Descarga de Bombeo



Foto N°08.- Preparación Mecanizada



Foto N°09.- Desbroce de campo



Foto N°10.- Desbroce con Tractor de Oruga



Foto N°07.- Mulching (Trituración de Ramas)



Foto N°08.- Restos de Trituración de Ramas.



Foto N° 11.- Ripeo con tractor de Oruga



Foto N°12.- Nivelación con Tractor de Oruga.



Foto N°13.- Análisis de Compactación



Foto N°14.- Tractor de Llanta para subsolado



Foto N°15.- Subsulado



Foto N°16.- Subsolador en Challenger



Foto N°17.- Subsulado Profundo



Foto N°18.- Control de Profundidad de riego.



Foto N°19.- Nivelación Fina con rufo.



Foto N°20.- Base GPS Móvil



Foto N°21.- Base GPS Fija



Foto N°22.- Riego a 1.90 m. con GPS-RTK.

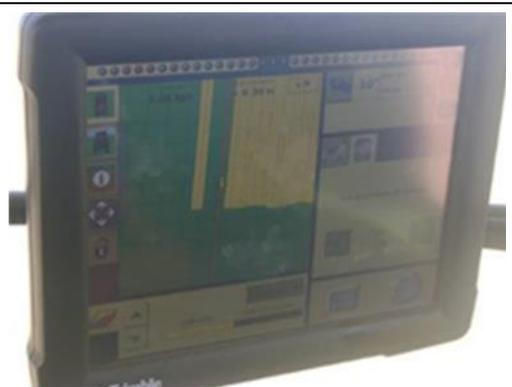


Foto N°23.- Pantalla integrada AgGPS FmX

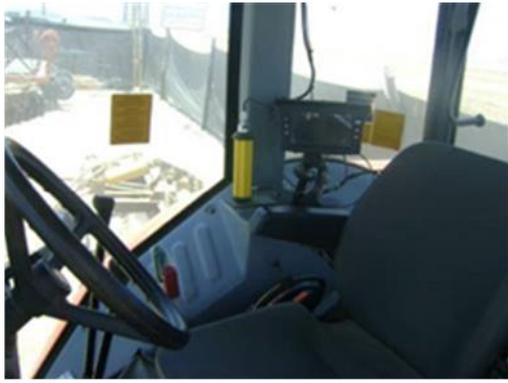


Foto N°24.- Pantalla AgGPS EZ GUIDE 250 - Instalado en Tractor MF.



Foto N°25.- Rastra Pesada



Foto N° 26.- Tubería GRP.



Foto N°27.- Reservorio para Riego por Goteo.



Foto N°28.- Instalación de Riego por Goteo.



Foto N°29.- Instalación de Manguera Superficial con GPS - RTK



Foto N°30.- Instalación de Manguera Subterráneo con GPS-RTK.



Foto N°31.- Siembra semi mecanizada con GPS-RTK.



Foto N°32.- Siembra Surco Mellizo



Foto N°33.- Germinación de Siembra.



Foto N°34.- Cosechadora con GPS-RTK.



Ev. De Rendimiento. (a) Corte de caña 3 m (b) Separación de tallos de cogollos y hojas. (c) Pesado de tallos.

Foto N°35.- Evaluación de Rendimiento de Caña

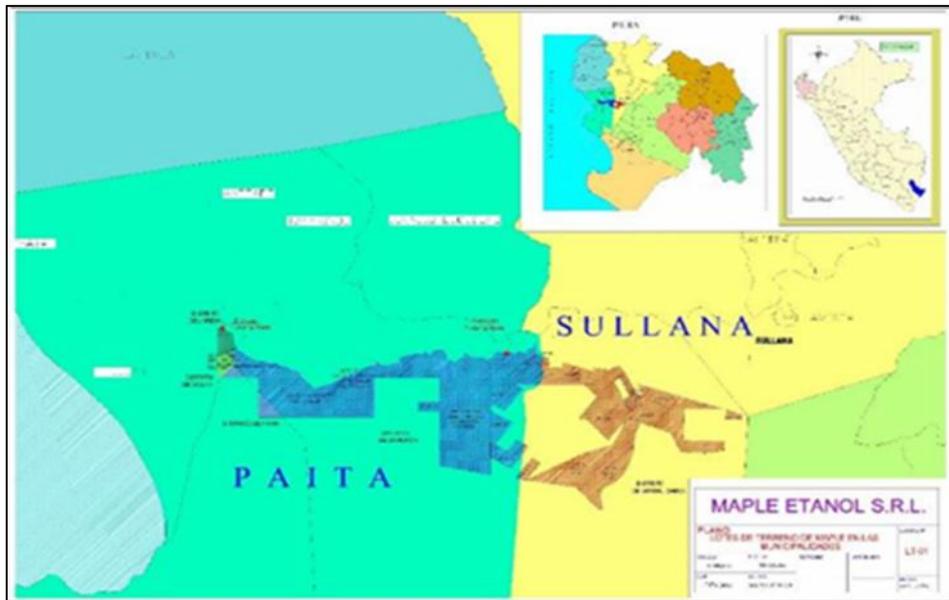


Foto N°36.- Germinación de Siembra.

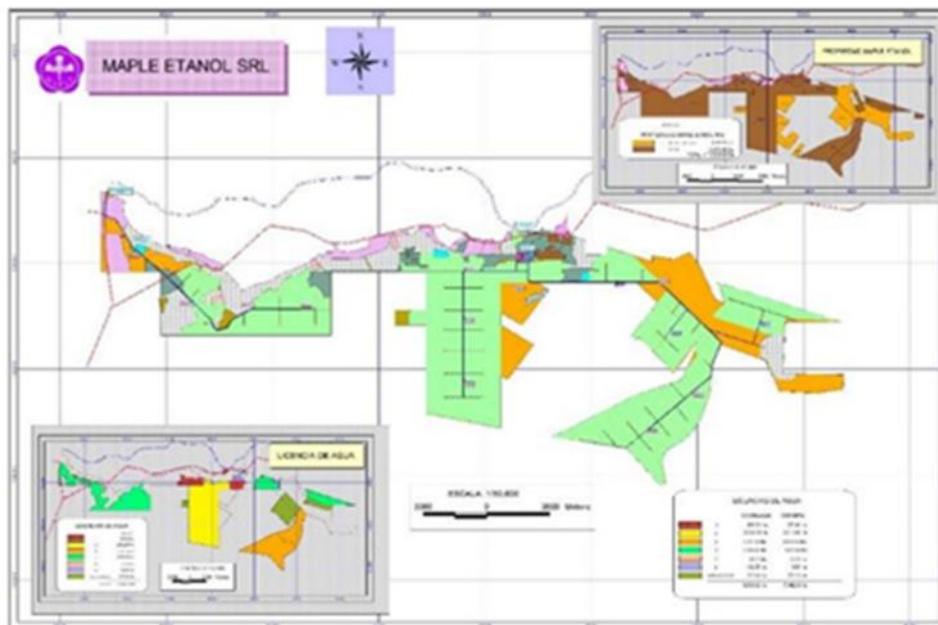


Foto N°37.- Descarga de Caña.

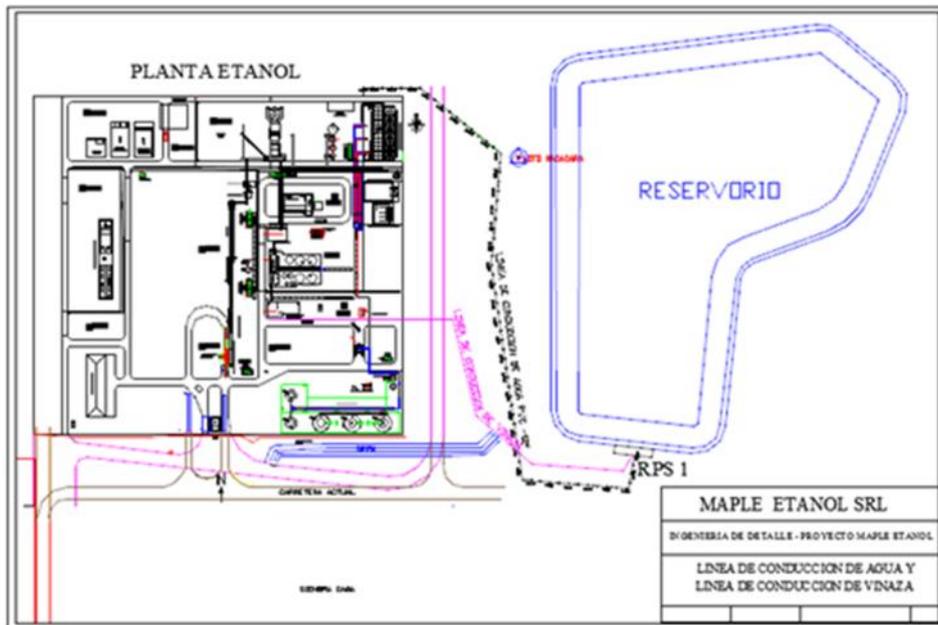
MAPAS



Mapa N°01 – Ubicación del Proyecto



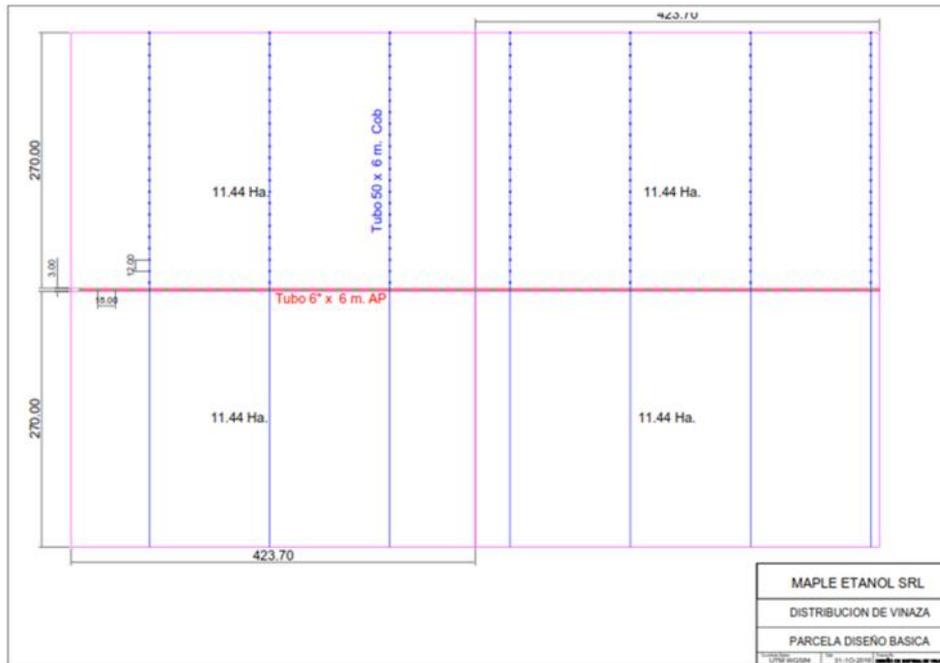
Mapa N°02 – Sistema de Riego



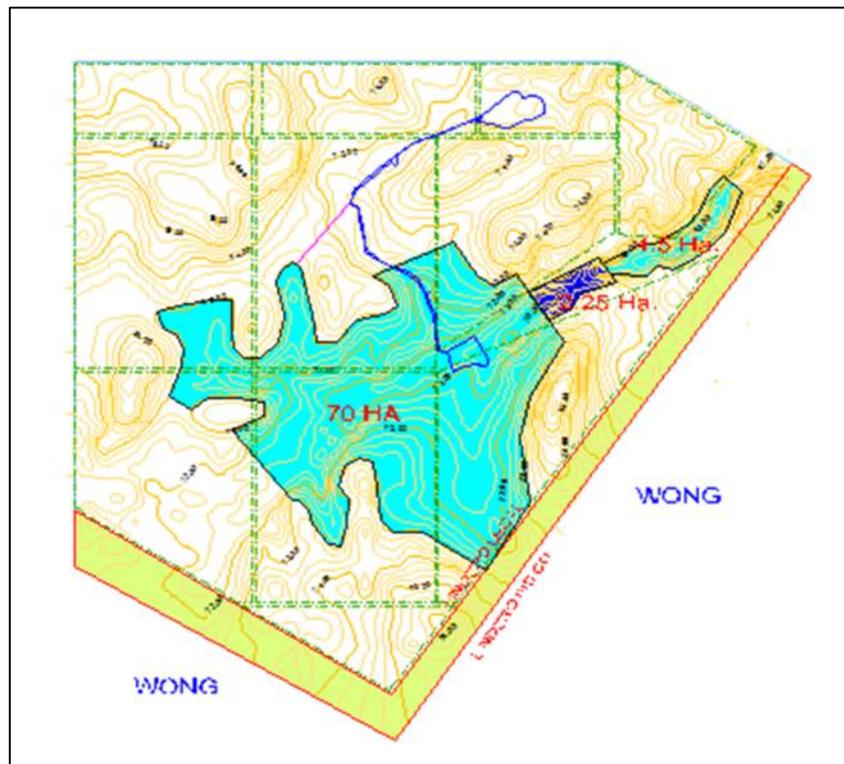
Mapa N°03 - Mapa de Línea de Conducción de Agua y Vinaza



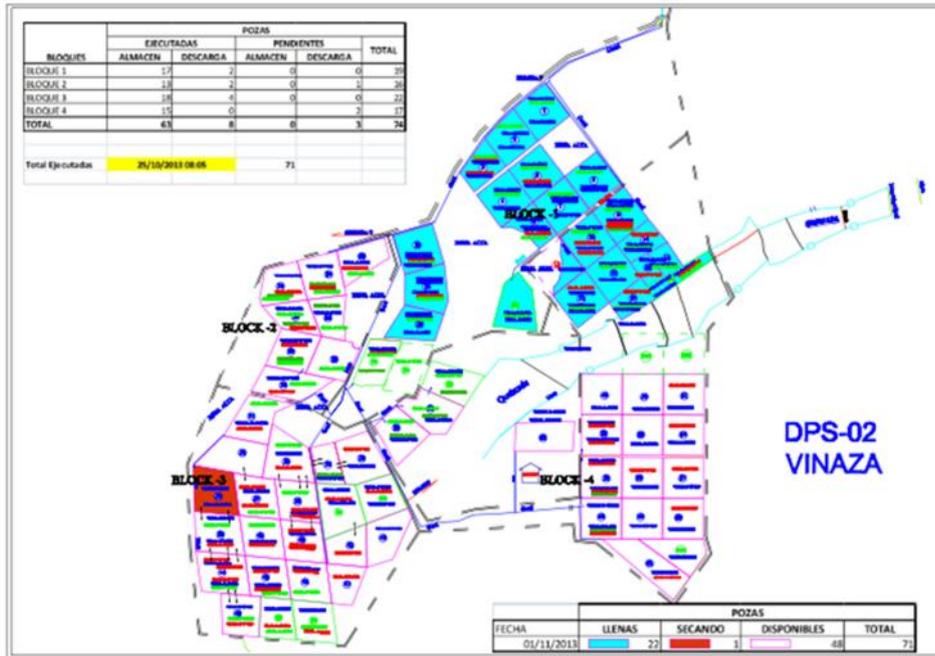
Mapa N°04 - Mapa de propuesta de aplicación de Vinaza



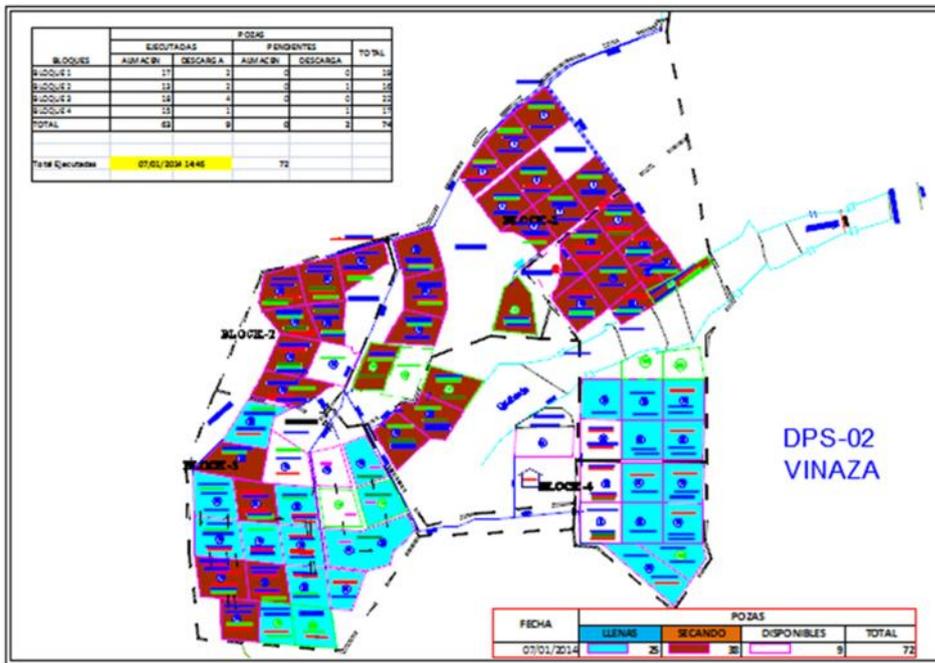
Mapa N°05 – Modulo de propuesta de aplicación de Vinaza.



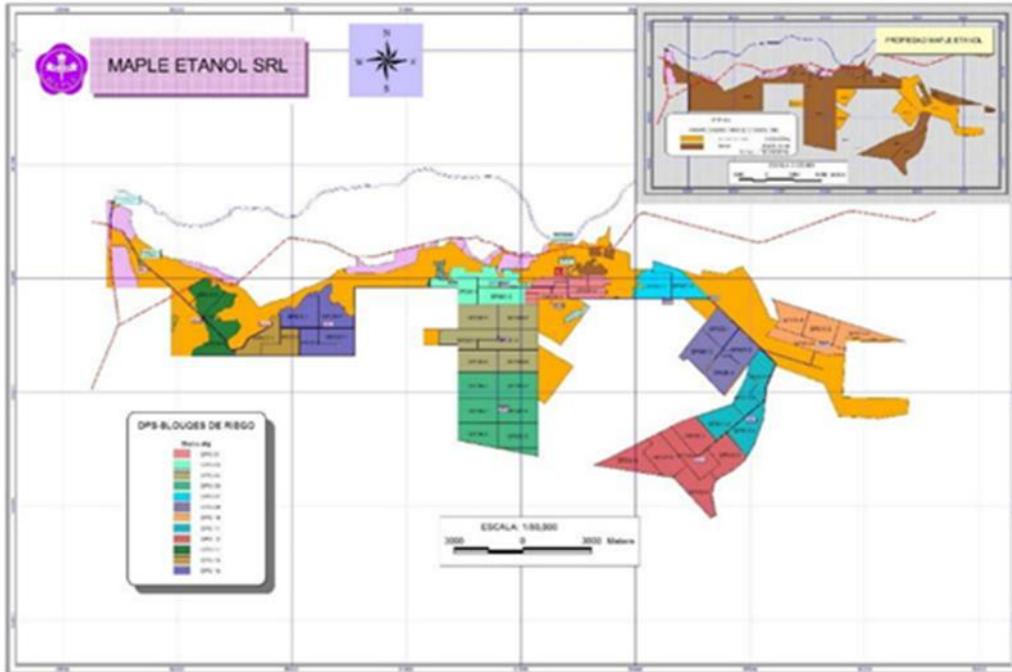
Mapa N°06 – Almacenamiento temporal de emergencia.



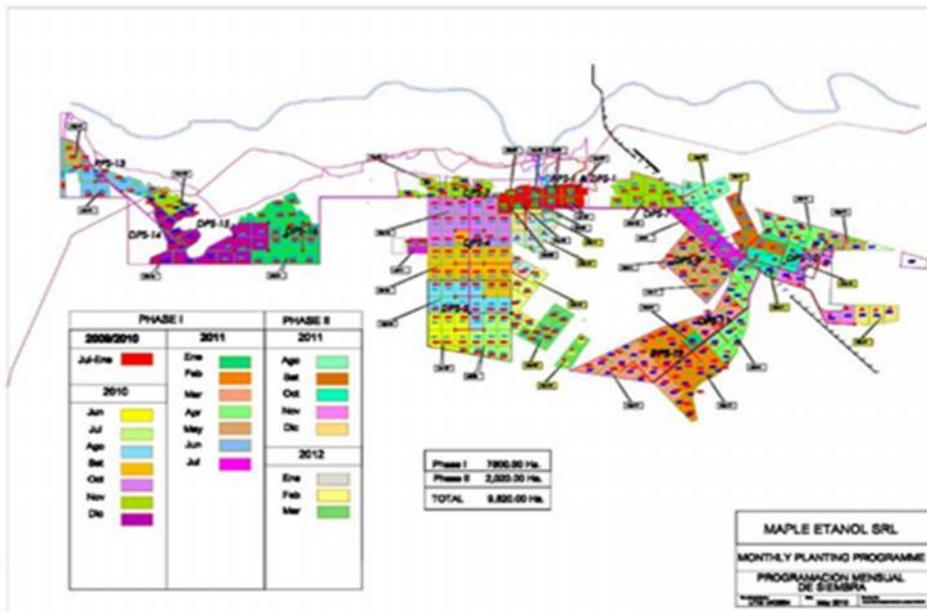
Mapa N°07- Manejo Aeróbico con pozas.



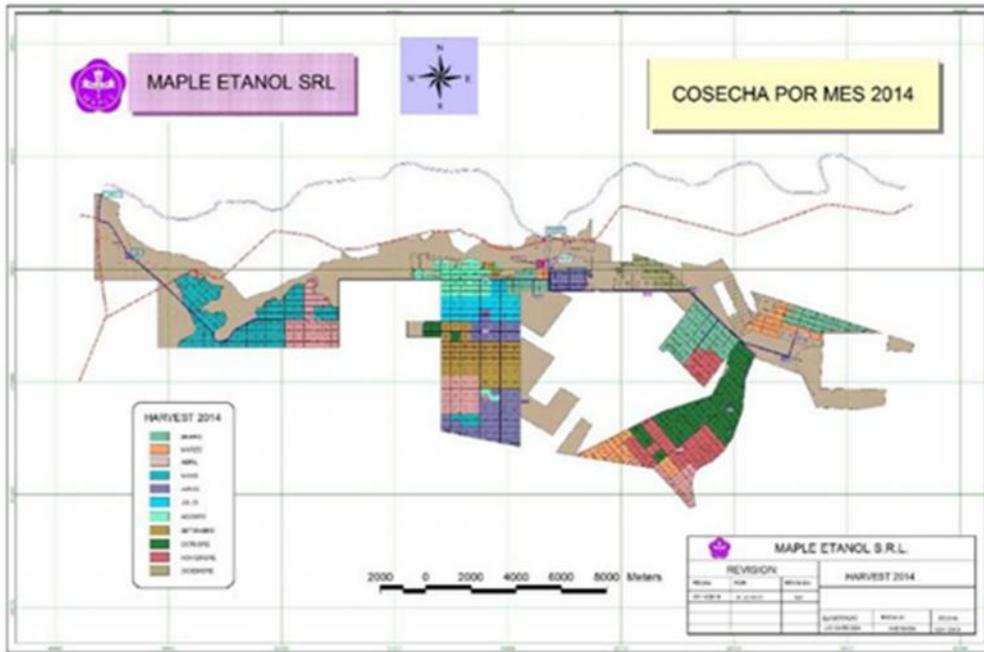
Mapa N°08- Manejo Aeróbico con pozas



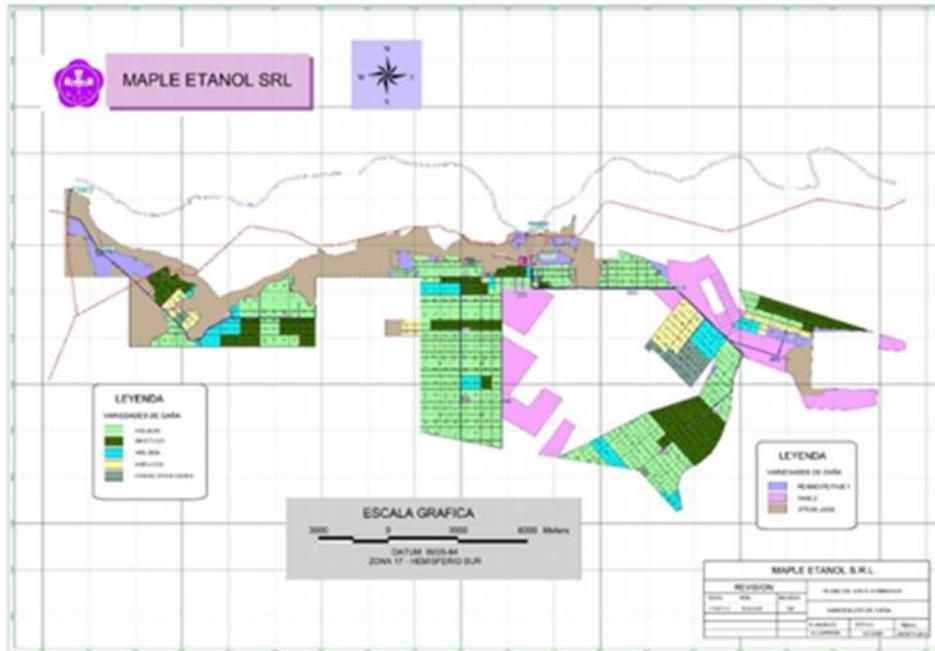
Mapa N°09- Diseño General de DPS y Bloques de Riego



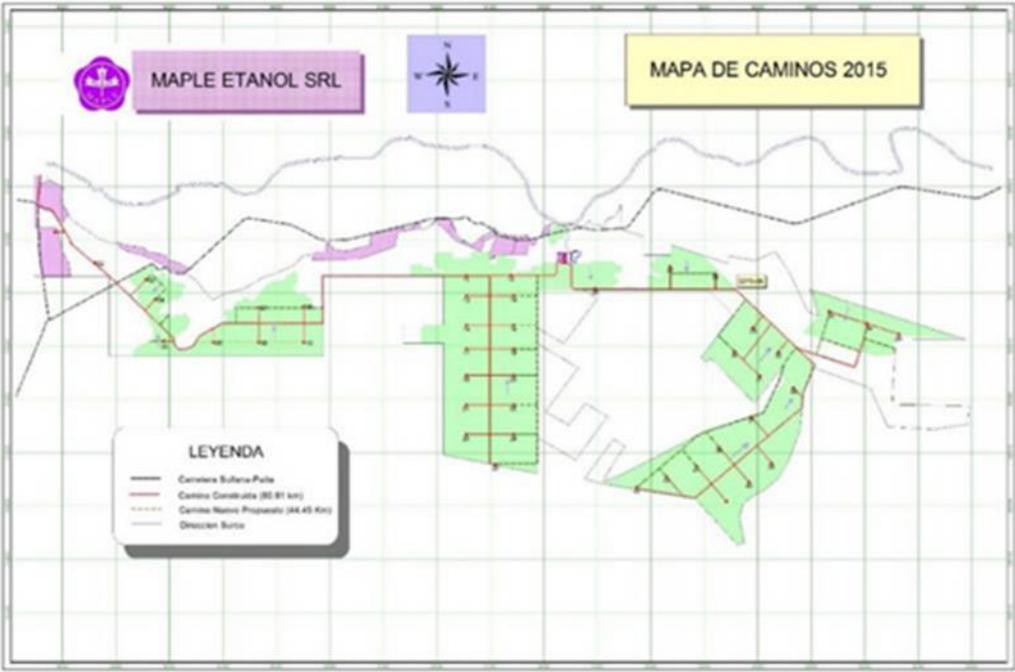
Mapa N°10- Diseño de Plan de Siembra



Mapa N°11- Mapa de Cosecha 2014.



Mapa N°12- Variedades de Caña Sembradas



Mapa N°13- Mapa de Caminos.