

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA
Y GEOGRÁFICA**

E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

**Impacto Ambiental Generado por la Quema de la Caña
de Azúcar en Laredo – Trujillo**

TESIS

para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

AUTORES

Juan Pablo Carrera Luque

Enrique Loyola Echeverría

ASESORA

Silvia Iglesias León

Lima-Perú

2010

Impacto Ambiental Ocasionado por la Quema de la Caña de Azúcar en Laredo – Trujillo

ÍNDICE

Introducción	7
I. Planteamiento del Problema	8
1.1. Problema de Investigación.....	8
1.2. Justificación.....	9
1.3. Antecedentes del trabajo de investigación.....	10
1.4. Objetivos.....	12
1.5. Hipótesis	12
II. Marco Legal	13
2.1. Marco Institucional	13
2.2. Legislación Nacional General y Específica	17
2.3. Lineamientos y guías Internacionales	25
III. Marco Teórico.....	27
3.1. Descripción de la Actividad Azucarera	27
3.2. Contaminación del Aire	40
3.3. Manejo ambiental de la calidad del aire.....	59
3.4. Metodología de evaluación	62
IV. Descripción del Área de Estudio.....	66
4.1. Introducción.....	66
4.2. Ambiente Físico.....	68
4.2.1. Ubicación	68
4.2.2. Topografía y Geomorfología.....	70
4.2.3. Clima y meteorología.....	71
4.2.4. Calidad del Aire	79
4.2.5. Geología	75
4.2.6. Suelos	76

4.2.7.	Hidrología	77
4.2.8.	Hidrogeología.....	78
4.3.	Ambiente biológico.....	85
4.3.1.	Zonas de Vida	85
4.3.2.	Flora y vegetación	88
4.3.3.	Fauna.....	88
4.4.	Ambiente Socio-Económico	89
4.4.1.	Características Demográficas	89
4.4.2.	Salud.....	102
4.4.3.	Educación.....	106
4.4.4.	La vivienda: características	107
4.4.5.	Percepción de la población respecto de la actividad azucarera.	108
V. Impactos Ambientales.....		110
5.1.	Metodología de Evaluación de Impactos Ambientales	110
5.2.	Impactos Previsibles Identificados.....	112
VI. Propuesta de Manejo Ambiental.....		116
6.1	Política Ambiental	116
6.2	Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Identificados	117
6.3	Monitoreos Propuestos	121
6.4	Participación Ciudadana	126
6.5	Plan de Contingencia	129
6.6	Plan de Cierre Conceptual	140
VII. Conclusiones y Recomendaciones.....		144
VIII. Bibliografía		147

Índice de Tablas

Tabla 1 - Principales Componentes del Aire en su estado natural	41
Tabla 2 - Efectos en la salud humana por exposición a monóxido de carbono.....	44
Tabla 3 - Efectos en la salud humana por exposición a ozono.....	45
Tabla 4 - Efectos en la salud humana por exposición a dióxido de azufre.	46
Tabla 5 - Efectos en la salud humana por exposición a material particulado	47
Tabla 6 - Efectos en la salud humana por exposición a dióxido de nitrógeno	48
Tabla 7 - Principales Fuentes de Contaminación y Tipos de Contaminantes	49
Tabla 8 - Estándares Nacionales de Calidad del Aire	51
Tabla 9 - Principales Contaminantes de la Actividad Industrial Azucarera.....	52
Tabla 10 –Métodos de análisis de contaminantes	56
Tabla 11 - Coordenadas UTM del punto central representativo del distrito de Laredo	68
Tabla 12 - Distancia de la Zona Urbana a los Diferentes Centros Poblados, Caseríos y Anexos	69
Tabla 13 - Información Meteorológica registrada durante el trabajo de campo	74
Tabla 14 - Coordenadas UTM de la Estación LCA-01 (Sotavento)	80
Tabla 15 - Coordenadas UTM de la Estación LCA-02 (Barlovento).....	80
Tabla 16 - Resultados de PM ₁₀	81
Tabla 17 - Coordenadas UTM de la Estación LCA-01 (Sotavento)	82
Tabla 18 - Coordenadas UTM de la Estación LCA-02 (Barlovento).....	83
Tabla 19 - Resultados de CO.....	83
Tabla 20 - Resultados de NO _x	84
Tabla 21 - Resultados de SO ₂	84
Tabla 22 - Población por grupos etareos	89
Tabla 23 - Ingreso Mensual Familiar por Estratos	91
Tabla 24 - Indicadores de Trabajo y Empleo	91
Tabla 25 Total PEA.....	92
Tabla 26 - Distribución de Suelo del Distrito.....	95

Tabla 27 - Uso de Suelo	95
Tabla 28 - Zonas Agrícolas según sectores de Riego.....	96
Tabla 29 - Plan de Cultivo Campaña Agrícola 2005-2006	97
Tabla 30 - Producción Cultivos Consumo Directo	98
Tabla 31 - Producción de caña de azúcar	98
Tabla 32 - Producción de Caña De Azúcar	99
Tabla 33 - Caña de Azúcar: Área Verde 2001 - 2008 (Ha.).....	99
Tabla 34 - Caña de Azúcar: Área Cosechada 1983 - 2008 (Ha.)	99
Tabla 35 - Caña de Azúcar: Molienda 1983 - 2008 (t)	100
Tabla 36 - Diez primeras causas de morbilidad del niño (0-9 años) - Según Sexo – Distrito de Laredo 2008	103
Tabla 37 - Las 5 primeras causas de morbilidad general - Distrito de Laredo 2001-2004 y 2008..	104
Tabla 38 - Diez Primeras Causas de Morbilidad General - Distrito de Laredo 2008.....	104
Tabla 39 - Las 5 Primeras Causas De Mortalidad General Distrito de Laredo 2001-2004.....	105
Tabla 40 - Condición del Distrito de Laredo por Niveles Educativos	106
Tabla 41 – Tipo de Vivienda.....	107
Tabla 42 - Matriz de Causa y Efecto.....	113
Tabla 43 - Comparación entre máxima emisión anual de PM ₁₀ versus consumo de diessel – 2001-2006.....	120
Tabla 43 - Comparación entre muestreo de calidad del aire de la Tesis UNT 2001 y de la presente investigación – 2001-2006	121
Tabla 44 - Ubicación de las estaciones propuestas en el programa de monitoreo.	125
Tabla 45 – Estaciones y Parámetros de Monitoreo de Efluentes	126

Índice de Mapas

Mapa 1 - Ubicación Regional

Mapa 2 - Ubicación Local

Mapa 3 - Área de Influencia Directa e Indirecta

Mapa 4 - Puntos de toma de muestra

Mapa 5 - Imagen de Satélite – LandSat – Infrarrojo Cercano

Mapa 6 - Imagen de Satélite - DigitalGlobe

Mapa 7 - Propuesta de Programa de Monitoreo

Índice de Anexos

Anexo 1 – Cálculos de determinación de concentración de PM_{10} .

Anexo 2 – Certificados de Calibración de Equipos Empleados.

Anexo 3 – Resultados del Ensayo de Laboratorio.

Anexo 4 – Formato de Encuesta

Anexo 5 – Flujo de trabajo del Sistema de Control de Emisiones producidas por la quema de la caña de azúcar integrado a un Sistema de Información Geográfica.

Anexo 6 – Recortes periodísticos relacionados con las consecuencias de la quema de la caña de azúcar.

Anexo 7 – Fotografías del área de estudio y las actividades realizadas.

Introducción

La presente tesis constituye una investigación para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo en la mención de Ambiente y recursos naturales en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El “Estudio de Impacto Ambiental” constituye un requisito exigible en nuestro país para las actividades de desarrollo y está normado en diferentes sectores como el minero energético, industrial, pesquero, vivienda y construcción, y transporte, entre otros.

Este tipo de estudio es un estudio multidisciplinario, que en la práctica debe ser realizado por especialistas de diversas ramas, como biólogos, meteorólogos, ingenieros geógrafos, ambientales, sociólogos, arqueólogos, etc.

En primer lugar un estudio de impacto ambiental, debe enmarcarse en la normatividad ambiental peruana y luego debe establecerse la línea base del área donde se ubicará el proyecto. Posteriormente, debe describirse la actividad propuesta para luego con este conocimiento y el de las condiciones de línea base, establecerse con el uso de metodologías adecuadas, los impactos previsibles de la actividad propuesta. Finalmente, deben definirse las medidas de mitigación y un plan de manejo ambiental que establezca a través de monitoreos si las medidas de mitigación surten efecto una vez iniciadas las operaciones. El plan de manejo ambiental debe garantizar que la actividad sea amigable al ambiente.

Esta tesis presenta como estudio – caso: un análisis de los principales impactos a la calidad del aire ocasionados por actividad agroindustrial en su conjunto (campo y planta), mediante el levantamiento de información en campo así como la ejecución de monitoreos comparativos. Se realizó la toma de muestras en dos estaciones ubicadas según la dirección predominante del viento (una a barlovento y la otra a sotavento), asimismo se debe indicar que la ubicación antes mencionada estuvo sujeta a condiciones de seguridad, suministro de energía y accesibilidad.

Capítulo I

Planteamiento del Problema

1.1. Problema de Investigación.

La producción de azúcar es una actividad agroindustrial que se realiza en el Perú, siendo la costa la región donde se encuentra el mayor porcentaje de área cultivada, esto se debe a que las condiciones climáticas y de suelo, permiten que el cultivo se realice todo el año¹. Asimismo, nuestro país posee el mayor rendimiento a nivel mundial en la producción de caña de azúcar en TM por hectárea², siendo ésta una importante característica que lo perfila como productor y exportador de etanol a partir de la caña de azúcar³.

El distrito de Laredo ubicado en la provincia de Trujillo, región La Libertad se caracteriza por ser un distrito cañero desde 1704. Actualmente aquí opera la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. En el año 2002, se inició el proceso de transformar 3,700 Ha de desierto adquiridas al proyecto de irrigación Chavimochic, en tierras altamente productivas⁴.

El año 2008, la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. cosechó 8,160 Ha de caña de azúcar de un total de 11,680 Ha (6,752 Ha de cañaverales propios y 4,928 Ha de agricultores de la zona)⁵.

El proceso productivo de la caña de azúcar inicialmente, implica durante la cosecha la quema de los cañaverales, este proceso se realiza para eliminar

¹ Programas Nacionales de Investigación de Cultivos: Caña de Azúcar. Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2005.

² Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – Sistema de Información de los Recursos del Pienso –FAO, 2007.

³ Perfil del Mercado y Competitividad Exportadora del Etanol. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2003.

⁴ Inicios de la Azucarera Laredo – Historia – Sitio Web - Empresa Agroindustrial Laredo, 2008.

⁵ Serie Histórica del Azúcar 1983-2008, Portal Regional Agrario de La Libertad, 2008

malezas, alimañas y residuos vegetales que intervienen y demoran la cosecha⁶. Esto ocasiona malestar a los pobladores de la ciudad, pues estas cenizas ensucian los pisos, enseres del hogar y la ropa colocada en tendederos.

Asimismo, durante las diferentes etapas del proceso industrial (en planta), se producen emisiones de gases y particulados, producto de la combustión del bagazo de caña de azúcar. En ese sentido, esta actividad en su conjunto podría ocasionar además de los problemas antes mencionados, complicaciones a la salud relacionadas con afecciones respiratorias e irritación en la vista entre otras.

Frente a esta problemática la presente investigación pretende responder las siguientes preguntas.

¿Cuáles son los impactos ambientales y socio económicos de la actividad azucarera en el área de influencia?

¿De qué manera se pueden mitigar los impactos a la calidad del aire y a la población del área de influencia, producidos por esta actividad?

1.2. Justificación.

El impacto ambiental ocasionado por las diversas actividades del hombre además de estar ligado a un problema ambiental y sanitario representa un problema social, pues muchos de los habitantes de los alrededores, en este caso de Laredo, están relacionados económicamente con dicha actividad, en este caso, el cultivo y quema de caña y con la producción de azúcar. En ese sentido, la presente investigación tiene por finalidad proponer a la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., la implementación de algunas medidas de mitigación dentro de todo el proceso de producción agroindustrial de caña (campo y planta) para que con esta información los diferentes actores puedan tomar las medidas correspondientes y así mejorar la calidad de vida de los pobladores que habitan el área de influencia.

⁶ Programa de Adecuación y Manejo Ambiental - Anexo 5: Cultivo de la Caña – Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., 2000

1.3. Antecedentes del trabajo de investigación.

Durante el siglo XVI Laredo⁷ se constituía como un pequeño fundo de 76 fanegadas, con el pasar del tiempo fue creciendo y pasando por diferentes propietarios. En el año 1704 comenzó la producción de azúcar y fue adquirida por el capitán español Gaspar Antonio Ramírez y Laredo de donde obtiene su nombre actual. La Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. se conformó en Mayo de 1997, y desde diciembre de 1998, entró a formar parte del Grupo colombiano Manuelita⁸.

Muchas han sido las controversias generadas en base a los problemas ocasionados por la actividad azucarera, en mayo del año 2000 el alcalde de Laredo, Miguel Chávez, anunció que se multaría a Agroindustrial Laredo S.A.A. con una sanción que oscilaría entre 30 a 35 UIT por provocar una “lluvia de cenizas”⁹, ocasionada por la quema de la caña en campo.

En marzo del 2000, la azucarera presentó un Diagnóstico Ambiental Preliminar al Ministerio de Industria, Turismo, Integración, y Negociaciones Comerciales Internacionales (MITINCI), que fue derivado al Instituto Nacional de Recursos Naturales por ser de su competencia¹⁰.

En mayo del 2000, la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. presentó su Programa de Adecuación y Manejo Medio Ambiental (PAMA) al Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). En él se hizo referencia a los problemas ocasionados por la quema de la caña en campo¹¹, de la misma manera se evaluaron los parámetros de emisiones de las calderas. Se determinaron las medidas mitigantes y preventivas a tomar, una de las principales medidas fue el reemplazo del combustible fósil (diesel) al bagazo de caña. Como uno de los programas implementados por el PAMA se

⁷ Laredo referido en este caso a la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.

⁸ Inicios de la Azucarera Laredo – Historia – Sitio Web - Empresa Agroindustrial Laredo, 2008.

⁹ Multa por ocasionar “lluvia de cenizas” anuncia alcalde de Laredo, La Industria, Distritos, sábado 29 de abril del 2000

¹⁰ Decreto Supremo 068-82-ITI/IND : Relación de Actividades industriales bajo la competencia del Ministerio de Agricultura.

¹¹ PAMA Agroindustrial Laredo S.A.A. Vol. 1, Punto 5.3.2.3.1, Pág. 19, Párrafo 3

contemplo el “Proyecto manejo de quemas de caña de azúcar”¹², la culminación de programa estuvo programada para diciembre del año 2000.

Asimismo, en una de las observaciones al PAMA, se le requirió incluir un monitoreo de calidad del aire y la elaboración de un modelo de dispersión para identificar la distribución de los gases¹³. Al respecto la empresa respondió que esta observación no era viable, ya que el monitoreo y modelo solicitado estaban en etapa de estudio en otros países y que su elaboración demandaba un costo muy elevado¹⁴.

En el 2002, en la Escuela de Post-Grado de la Universidad Nacional de Trujillo se realizó el estudio “Evaluación de los contaminantes atmosféricos en la ciudad de Laredo, emitidos por la empresa Agroindustrial Laredo el año 2001”. En este estudio se monitoreó la calidad del aire utilizando cuatro estaciones ubicadas en las zonas de mayor sensibilidad según una evaluación previa de los aspectos meteorológicos. Se midieron parámetros de concentraciones de PM₁₀, SO₂, CO, NO_x. En dicho estudio, se determinó que los parámetros de PM₁₀ se encontraban por encima de los valores permitidos, de la misma manera las concentraciones de los otros parámetros medidos aumentaban en las cercanías de la fábrica en momentos de condiciones climáticas no favorables a la dispersión¹⁵. Cabe resaltar que este estudio se realizó antes de la implementación del PAMA.

¹² PAMA Agroindustrial Laredo S.A.A. Vol. 3, Mitigación de Impactos, Actividad N 7, Pág. 19, Párrafo 3

¹³ Observación Técnica N° 074-00-INRENA-DGMAR/DEOA – Observación N 17 al PAMA de Agroindustrial Laredo S.A.A.

¹⁴ Levantamiento de la OT N° 074-00-INRENA-DGMAR/DEOA de Agroindustrial Laredo S.A.A. – Pág. 7, Párrafos 2-3

¹⁵ Evaluación de los contaminantes atmosféricos en la ciudad de Laredo, emitidos por la empresa Agroindustrial Laredo el año 2001 por Wilfredo Guzmán Pérez, Universidad Nacional de Trujillo – UPG, 2002

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Determinar los impactos ambientales en el área de influencia, generados por la actividad azucarera en la actualidad.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un muestreo de calidad del aire para parámetros de PM₁₀, SO₂, NO_x y CO.
- Proponer alternativas de solución para reducir los impactos identificados generados por la actividad agroindustrial de producción de azúcar.

1.5. Hipótesis

Con una evaluación de impacto ambiental que identifique los impactos de la actividad azucarera se pueden establecer mitigaciones a aquellos aspectos que afectan al ambiente y al bienestar de la población del área de influencia.

Capítulo II

Marco Legal

2.1. Marco Institucional

Este aspecto está relacionado con el conjunto de instituciones públicas vinculadas con la actividad en temas ambientales relacionados con la calidad del aire y el rol de estas frente a la conservación del ambiente.

Ministerio del Ambiente (MINAM)¹⁶

El 14 de mayo del 2008, se aprobó la ley de creación, organización y funciones del MINAM con Decreto Legislativo N° 1013. El MINAM es un organismo del poder ejecutivo cuya función es diseñar, establecer, ejecutar y supervisar la política nacional y sectorial ambiental.

La conservación del ambiente, es el principal objetivo del MINAM de tal modo que se propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta de manera que permita contribuir al desarrollo integral, social, económico y cultural de la persona humana, en permanente armonía con su entorno, para así asegurar el desarrollo sostenible.

Como objetivos específicos está el cumplimiento del mandato constitucional sobre la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.

Dentro de las funciones específicas indicadas en el Artículo N° 7 se encuentran las de; dirigir el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, elaborar y aprobar los lineamientos para los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP).

Ministerio de Agricultura (MINAG)¹⁷

¹⁶ Decreto Legislativo que aprueba la ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente, Decreto Legislativo n° 1013, 13 de Mayo del 2008, Gobierno del Perú.

El ámbito del Ministerio de Agricultura comprende las tierras de uso agrícola, de pastoreo, forestal y eriazas de aptitud agraria; a su vez, los álveos, cauces de los ríos y sus márgenes; las aguas de los ríos, lagos y otras fuentes acuíferas de uso agrario; la infraestructura hidráulica para la producción agraria; los recursos forestales, flora y fauna; los cultivos, la crianza animal, silvicultura, aprovechamiento de maderas y de productos silvestres; los servicios que le concierne en materia de tecnología agraria; de protección y sanidad agraria; lo relacionado a la conservación y manejo de los recursos naturales, la agroindustria, agroexportación y la comercialización de productos e insumos.

Tiene como lineamientos dictar las normas de alcance nacional, realizar seguimiento y evaluación de la aplicación de las mismas, en las siguientes materias: protección, conservación, aprovechamiento y manejo de los recursos naturales (agua, suelos, flora y fauna silvestre, así como en el encabezamiento de recursos naturales).

*Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA)*¹⁸

Es la encargada de ejecutar los objetivos y disposiciones del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en el ámbito agrario. Tiene como funciones:

- i) Coordinar con el Ministerio del Ambiente el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables de su competencia, y proponer planes, programas, proyectos y normas para la reducción de la vulnerabilidad y su adaptación al Cambio Climático.
- ii) Aprobar los estudios de impacto ambiental del sector agrario y emitir opinión en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental que le sean referidos por otros sectores o por el Ministerio del Ambiente.
- iii) Evaluar el estado de ambientes degradados en el ámbito de su competencia y proponer medidas para su recuperación y aprovechamiento sostenible.

¹⁷ Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura, Decreto Legislativo N 997

¹⁸ Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio De Agricultura, Decreto Supremo N 031- 2008, 28 de Junio del 2008

iv) Realizar el seguimiento al estado de los recursos naturales renovables de su competencia.

v) Generar, procesar y automatizar la información cartográfica y satelital, relacionada con los recursos naturales renovables.

Dirección de Gestión Ambiental Agraria

Es la encargada de evaluar los instrumentos de gestión ambiental y aquellos relacionados con el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables en el ámbito de su competencia, así como de proponer la normativa ambiental sectorial. Así mismo se encuentran dentro de sus funciones ejecutar el monitoreo, vigilancia, seguimiento y auditoría ambiental de proyectos y actividades agrarias y agroindustriales, así como otras relacionadas con los recursos naturales renovables en el ámbito de su competencia en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y los estándares de calidad ambiental que la autoridad competente (MINAM) apruebe.

Ministerio de Salud (MINSA)

El Ministerio de Salud es responsable de promover la participación de las entidades que comprenden el Sistema Nacional de Salud en políticas de salud nacional y la participación activa de la población en la implementación de medidas para lograr dichos objetivos, de acuerdo con la Ley del Ministerio de Salud, Ley N° 27657 del 29 de enero de 2002 (modificada por las Leyes N° 28748, 28570 y 27876) así como con sus Regulaciones Organizacionales, Decreto Supremo N° 023-2005-SA del 01 de enero de 2006 (modificado por los Decretos Supremos N° 023-2006-SA, 007-2006-SA y 001-2007-SA).

Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

DIGESA es el órgano técnico-normativo en los aspectos relacionados al saneamiento básico, salud ocupacional, higiene alimentaria, zoonosis y protección del ambiente, cuya función es regular, supervisar, controlar y

evaluar los aspectos de protección ambiental para productos químicos, radiación y otras sustancias que pudieran poseer un riesgo potencial o causar daños a la salud de la población dentro del marco de la política de salud nacional. Es la entidad a cargo de otorgar autorizaciones para la descarga de residuos a la superficie o a cuerpos de agua. Regula el cumplimiento relacionado con la descarga de residuos sólidos, líquidos o hidrocarburos que pudieran contaminar el agua.

Las tareas de DIGESA son efectuadas también por las Direcciones Regionales de Salud Ambiental (DISA), que son autoridades a cargo de evaluar las acciones de salud ambiental requeridas para preservar el ambiente a nivel regional. Adicionalmente, la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA), que representa una autoridad regional, está a cargo de coordinar con los gobiernos locales y regionales el establecimiento de planes, programas y proyectos para controlar la contaminación ambiental que pudiera perjudicar la salud de las comunidades o que pudiera representar un riesgo potencial en el caso de accidentes o desastres naturales. También está facultada para aplicar sanciones establecidas por la legislación de la salud.

Existe en la actualidad un área de *Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica* la cual en cumplimiento de sus funciones viene efectuando el Programa Nacional de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Aire, el cual tiene como objetivo evaluar el estado de la calidad del aire para cuantificar el riesgo a la salud e implementar medidas de solución pertinentes.

Gobiernos Regionales y Locales

A partir del año 2003 el Perú está realizando un nuevo esfuerzo en aras de lograr una completa descentralización. Dicho esfuerzo incluye como normas principales la Ley de Reforma Constitucional que modifica el Capítulo XIV del Título IV de la Constitución Política, Ley N° 27680 del 7 de marzo de 2002; la Ley Orgánica para las Bases de Descentralización, Ley N° 27783, del 20 de julio de 2002; Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867

del 18 de noviembre de 2002; y, Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972 de mayo de 2003.

De acuerdo con las leyes señaladas, los gobiernos regionales y locales asumen facultades ambientales, exclusivas y compartidas en las materias de su competencia. Entre dichas facultades se encuentran las de promover el uso sustentable de bosques y la biodiversidad, así como el manejo sustentable de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad ambiental para el caso de las regiones y el poder ejecutivo.

La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867 del 18 de noviembre de 2002, siguió a la Ley de Descentralización y estableció los mismos poderes ambientales exclusivos y compartidos para los Gobiernos Regionales.

Con relación a los gobiernos locales, el marco legal indicado ha establecido que éstos gozan de poderes ambientales exclusivos y compartidos entre municipalidades, tanto provinciales como distritales.

Las Municipalidades a nivel provincial se encuentran encargadas de regular dentro del ámbito urbano de su jurisdicción la disposición final de residuos sólidos, la calidad de aire, los estándares de ruido y la zonificación, entre otras tareas. Las Municipalidades a nivel distrital se encuentran a cargo de la recolección y manejo de residuos sólidos, así como el control de estándares de calidad de aire y ruido, en coordinación con la correspondiente Municipalidad Provincial.

2.2. Legislación Nacional General y Específica

En esta sección se presentan las principales normas aplicables al estudio y un resumen de las mismas:

Constitución Política del Perú (1993)

La mayor norma legal en el país es la Constitución Política del Perú, que resalta entre los derechos esenciales de la persona humana, el gozar de un ambiente equilibrado y adecuado con el desarrollo de la vida. Señala también (Artículos 66° al 69°), que los recursos naturales renovables y no renovables, son Patrimonio de la Nación, promoviendo el Estado el uso sostenible de los mismos. También establece que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 (15.10.2005)

Esta ley es la ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece que toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo, está sujeta, de acuerdo a ley, al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el cual es administrado por la Autoridad Ambiental Nacional.

Menciona que los Estudios de Impacto Ambiental son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el Ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos. Asimismo, establece que se deben indicar las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerables e incluir un breve resumen del estudio para efectos de su publicidad.

Por otro lado, esta ley establece que todo titular de operaciones es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades.

Señala que se consideran recursos naturales a todos los componentes de la naturaleza, susceptibles de ser aprovechados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tengan un valor actual o potencial en el mercado, conforme lo dispone la ley y que éstos son Patrimonio de la Nación, pudiendo sólo aprovecharse los frutos o productos de los mismos por derecho otorgado de acuerdo a la ley.

Asimismo establece que toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes. En ese sentido menciona también como objetivos de la gestión ambiental:

- Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.
- Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas.
- Identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad del ambiente y sus componentes.

Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (Decreto Legislativo N° 757)

Esta norma armoniza las inversiones privadas, el desarrollo socioeconómico, la conservación del Ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales. Dentro de este marco normativo, el MINAG la autoridad competente para aplicar la normativa relacionada con las actividades agroindustriales dentro del país.

Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N° 26786)

Señala que el CONAM (en la actualidad MINAM) deberá ser comunicado por las autoridades competentes, sobre las actividades a desarrollarse en su sector. Asimismo, deberá informarse al CONAM si estas actividades, por su riesgo ambiental, excederán los niveles tolerables de contaminación o deterioro del ambiente y si obligatoriamente deben presentar EIAs previos a su ejecución (modifica el Artículo 51° de la “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada”, Decreto Legislativo N° 757). Cabe precisar que el CONAM, según lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013 que crea el Ministerio del Ambiente, se fusionó con este último.

Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Ley N° 26821)

Esta Ley norma el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (aire, agua, suelo, flora y fauna), los cuales constituyen Patrimonio de la Nación. Tiene como objetivo principal promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando el equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del Ambiente y el desarrollo de la persona humana.

Establece (Artículo 5°), que los ciudadanos tienen derecho a ser informados y a participar en la definición y adopción de políticas relacionadas con la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Les reconoce también, su derecho a formular peticiones y promover iniciativas de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes.

***Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
(Ley N° 27446, modificada por Decreto Legislativo N° 1078)***

La Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) establece el proceso que comprende los requerimientos, etapas y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión y los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación.

***Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental Ley N°
28245 (08.06.2004)***

Esta Ley garantiza la gestión ambiental coordinada, transectorial, descentralizada y participativa, define los lineamientos para la gestión y planificación ambiental en el Perú a fin de asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas, así como fortalecer el carácter transversal de la función ambiental y al carácter compartido de las competencias ambientales (área de acción del Estado compartido por los niveles de gobierno nacional, regional y local). Por dicha razón tiene una entrada funcional y otra territorial, que le permite articular los distintos instrumentos de gestión ambiental.

***Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA
(Decreto Supremo 019-2009-MINAM)***

Las normas del SEIA son de obligatorio cumplimiento para todas las autoridades del gobierno nacional, los gobiernos regionales y locales, los cuales están facultados de acuerdo a las normas, para establecer o proponer normas específicas a fin de regular las actividades a su cargo, sin desnaturalizar el carácter unitario del SEIA y en concordancia con las políticas y planes nacionales de desarrollo.

Título XIII del Código Penal, Delitos contra la Ecología (Decreto Legislativo N° 635)

Tipifica (Artículo 304° y 305°) las penas sobre los que, infringiendo las normas de protección del Ambiente, contaminen vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza, por encima de los límites establecidos y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrobiológicos.

Ley General de Salud (Ley N° 26842)

Esta ley establece que la protección del Ambiente (Artículo 103°) es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, teniendo como obligación, mantener dentro de los estándares que, para preservar la salud de las personas, establece la autoridad de salud competente.

Estipula que toda persona natural o jurídica (Artículo 104°) está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, aire o suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

Ley que establece la obligación de elaborar y presentar Planes de Contingencia (Ley N° 28551)

Esta Ley tiene por objeto establecer la obligación y procedimiento para la elaboración y presentación de planes de contingencia, con sujeción a los objetivos, principios y estrategias del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres.

Establece que todas las personas naturales y jurídicas de derecho privado o público que conducen y/o administran empresas, instalaciones, edificaciones y/o recintos tienen la obligación de elaborar y presentar, para su aprobación ante la autoridad competente, planes de contingencia para cada una de las operaciones que desarrolle.

Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972)

Esta Ley establece las normas sobre la creación, origen, naturaleza, autonomía, organización, finalidad, tipos, competencias, clasificación y régimen económico de las municipalidades; también ve por la relación entre ellas con las demás organizaciones del Estado y las privadas, así como sobre los mecanismos de participación ciudadana y los regímenes especiales de las municipalidades.

Establece que las municipalidades provinciales tienen la función de regular y controlar el proceso de disposición final de los desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial, así como la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

Asimismo, establece que las municipalidades ubicadas en zonas rurales, además de las competencias básicas, tienen a su cargo aquellas relacionadas con la promoción de la gestión sostenible de los recursos naturales: suelo, agua flora, fauna, biodiversidad, con la finalidad de integrar la lucha contra la degradación ambiental con la lucha contra la pobreza y la generación de empleo; en el marco de los planes de desarrollo concertados.

Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano (Decreto Supremo N° 027-2003-VIVIENDA)

Esta norma establece que corresponde a los municipios, en concordancia con la legislación y organismos de control competentes, velar por la calidad del Ambiente natural y transformado, tanto en los centros poblados como en el medio rural, con el fin de garantizar el bienestar de la población. En su cuarta disposición final, indica que “en todo lo concerniente a la conservación del ambiente y los recursos naturales, deberá sujetarse a lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, así como en las demás normas sobre la materia”.

Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM)

Estas normas establecen los estándares de calidad ambiental de aire para proteger la salud de las personas. Es una herramienta que permite evaluar la calidad del aire como cuerpo receptor, de las emisiones generadas por las diferentes actividades productivas. Asimismo el **Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM** establece variaciones en los estándares ambientales referidos en las normas previas de manera progresiva para de esta manera contribuir con la conservación y mejora de la calidad del aire.

Ordenanza para el control de la contaminación atmosférica provocada por fuentes fijas – Municipalidad Distrital de Laredo (Ordenanza N° 003-2000/MDL)

Tiene objetivo controlar la actividad de las fuentes fijas contaminantes, así como toda actividad que ocasione o pueda ocasionar el deterioro atmosférico, de la misma manera pretende salvaguardar la salud y bienestar del poblador laredino. En ese orden de ideas plantea proteger y conservar la calidad del aire, flora, fauna, suelo e infraestructura, a fin de garantizar un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo integral de la vida.

Dentro de sus prohibiciones están el desarrollo de actividades que provoquen la emisión de contaminantes atmosféricos que deterioraran la salud, flora, fauna y suelo, e infraestructura sin adoptar las medidas necesarias para su eliminación y/o mitigación, de acuerdo a los estándares vigentes. Dentro de las infracciones contempladas figuran la generación de cenizas, hollin, humos polvillo, gases y olores que contaminan el Ambiente y afectan la salud y los bienes de los vecinos y moradores de Laredo, sin perjuicio de su eliminación sancionable con 40 UIT.

2.3. Lineamientos y guías Internacionales

En el caso de los lineamientos y guías internacionales mencionados a continuación, a pesar de no ser de aplicación obligatoria para la actividad en cuestión; han sido considerados como referencia para ciertos aspectos de la investigación, especialmente en los casos en que no existe normativa nacional específica o ésta no es lo suficientemente clara.

Políticas, guías y estándares del Banco Mundial

Las guías del Banco Mundial establecen protocolos para estudios de impacto ambiental y social y estudios de línea base, monitoreo de efluentes líquidos y calidad de aire, control de la erosión, desarrollo de consultas públicas, entre otros. Las guías y políticas ambiental y socialmente adecuadas incluyen típicamente lo siguiente:

- Manual de buenas prácticas, haciendo mejores negocios a través de una efectiva consulta pública;
- Políticas de acceso a la información;
- Nota de Orientación G: Evaluación y gestión de impactos acumulativos;
- Políticas operacionales (OP) y directivas operacionales (OD), que incluyen:
 - Evaluación ambiental.
 - Hábitats naturales.
 - Comunidades nativas.
 - Propiedad cultural.
 - Implicancia de Organizaciones No Gubernamentales.
- Inversión en personas: Sostenimiento de comunidades a través de prácticas de negocio mejoradas.
- Guías ambientales, salud y seguridad del Banco Mundial
- Manual IFC para la preparación de un Plan de Acción de Reasentamiento (RAP).

Estas guías y políticas fueron diseñadas para identificar mecanismos que mejoren proyectos desde el punto de vista ambiental y social. Asimismo, proveen orientación para reducir costos potenciales asociados con la mitigación y provisión de compensación por los efectos sociales y ambientales. Los proyectos en los que participa el Banco Mundial son contrastados con estas guías y políticas. Se espera el cumplimiento con la aplicación de las guías y políticas del Banco Mundial en adición a las leyes locales, nacionales e internacionales.

Desde el 30 de abril del 2007, están en uso las nuevas versiones de las guías de salud, seguridad y Ambiente del Banco Mundial (conocidas como las “EHS” por sus siglas en inglés). Estas guías substituyen a las publicados previamente en la parte III del Manual de Prevención y Disminución de la Contaminación (Pollution Prevention and Abatement Handbook).

En la actualidad muchos de los estándares y guías del Banco Mundial son utilizados para complementar y comparar parámetros aun no definidos en la legislación vigente, tanto para el caso de calidad de agua y aire.

Capítulo III

Marco Teórico

3.1. Descripción de la Actividad Azucarera

En este apartado se definen los términos técnicos azucareros y se hace una descripción resumida del proceso de fabricación de azúcar cruda. Incluye los procedimientos de uso general.

A. Actividades en campo

A.1. Preparación del suelo

Consiste en efectuar una serie de labores para asegurar que las condiciones físicas del suelo sean satisfactorias para el desarrollo normal del sistema radicular, así como para mejorar la disponibilidad de nutrientes y humedad por parte de la planta, considerando que el establecimiento de cultivo puede durar de 10 a 15 años.

Las labores incluyen: aradura, nivelación, subsolación, rastrillada y surcada, en donde el número de pases depende del tipo de suelo.

A.2. Siembra

La siembra tradicional consiste en la colocación de trozos o esquejes de tallos provenientes de semilleros vigorosos, en el fondo del surco en forma de hilera.

Los esquejes tienen un tamaño de 60 cm. de longitud y se colocan 30 unidades en 10 o 12 metros de surco. Luego, la semilla se tapa con una capa de tierra de 5 a 10 cm.

A.3. Riegos para la germinación

Una vez sembrada la semilla, ésta debe ser regada de inmediato para asegurar una óptima germinación. Posteriormente se deben aplicar de 1 a 3 riegos con una frecuencia de 15 días, para que haya un buen macollamiento y establecimiento de la plantación.

Normalmente con el segundo riego se aplica una mezcla de herbicida tipo preemergente para mantener limpio el campo de malezas durante los 2 a 3 meses de edad.

A.4. Fertilización

Cuando la plantación alcanza de 60 a 90 días de edad, se realiza la fertilización para lo cual existen diferentes sistemas de aplicación tanto manual como mecanizada. Los principales nutrientes requeridos por la caña de azúcar como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, sus fuentes y dosis dependen del tipo de suelo.

A.5. Control de malezas

Después de la fertilización y de la aplicación de algunos riegos, es necesario realizar el control de la mala hierba (malezas) que pueden competir con la caña, por aprovechamiento de luz, nutrientes y agua. El control puede ser manual, mecánico o químico, (utilizando mezclas de herbicidas) en forma individual o combinada, buscando un control integrado para minimizar la utilización de herbicidas.

A.6. Riego

La disponibilidad de humedad por parte de la caña de azúcar es crítica, en especial en zonas secas donde no llueve como en la costa peruana. Para ello se requiere de la aplicación de riegos con frecuencia que varían entre los 15 y 40 días, dependiendo del tipo de suelo, clima, edad de la caña, etc. El riego tradicional se realiza por gravedad, suministrando el agua en cada surco de caña mediante la utilización de acequias conductoras desde las fuentes o tomas hasta el campo. Las fuentes de agua pueden ser de río, pozos o filtraciones.

En condiciones normales un campo recibe entre 8 a 15 riegos por cultivo, hasta la edad de 11 a 13 meses... A partir del último riego se inicia el proceso de agostamiento o maduración de la caña.

A.7. Control de plagas

Durante el desarrollo del cultivo se presentan diferentes plagas de insectos que atacan la plantación y pueden llegar a causar daños económicos de importancia. En general, las plagas de la caña de azúcar en el Perú pueden ser manejadas y controladas mediante prácticas agronómicas y liberaciones de enemigos naturales de estas plagas, sin requerir de la utilización de insecticidas.

La plaga principal corresponde al barrenador del tallo, conocido por el nombre de *Diatraea saccharalis*, el cual es controlado por la avispa *Trichogramma exigum* y la mosca *Paratheresia claripalpis*.

A.8. Cosecha

Después del último riego se inicia el proceso de maduración de la caña, que consiste en la transformación y acumulación de los productos resultantes de la fotosíntesis que genera sacarosa en los tallos.

Es necesario llevar el control de la caña para determinar el punto óptimo de máxima concentración de sacarosa, mediante el uso de datos estadísticos (curva), tomando muestras al azar de los tallos que son analizados en laboratorio para determinar los parámetros de maduración. Una vez alcanzado este punto, se determina el tiempo de cosecha en el campo.

La edad para la cosecha depende del manejo, las condiciones climáticas y la variedad en el tiempo, pudiendo ser entre los 14 y 18 meses.

A.8.1. Quema

La cosecha de la caña se inicia con la quema, que consiste en la eliminación de la mayor proporción de hojas secas, lo cual además de favorecer el rendimiento del proceso de corte manual,

reduce los riesgos de accidentes, evita el transporte de hojarasca hasta la fábrica y minimiza la cantidad de residuos que quedan en el campo para la siguiente campaña. Pero esta práctica genera la emisión de cenizas que afectan el bienestar de los pobladores.

A.8.2. Corte

El sistema de corte de caña de azúcar más utilizado es el manual. El cual consiste en cortar con machete los tallos a ras del suelo, eliminar la parte apical verde del tallo; separar las hojas, caña seca, mamones y disponerlos en hileras en el campo.

La hilera comprende la marcación de cinco surcos con caña y cada cortero puede cortar entre 5 y 12 toneladas de caña por día. También existe la tecnología para realizar la cosecha mecanizada.

A.8.3. Cargio y transporte

Existen diferentes modalidades para cargar y transportar la caña hasta la fábrica. En el Perú se utiliza el carguío mecánico con cargadores frontales, alzadoras de uña (Laredo) y el carguío manual en menor proporción.

Igualmente, los sistemas de transporte varían desde camiones chicos de 6 a 12 toneladas, camiones con 1 o 2 carretas que transportan entre 25 y 40 toneladas o trenes de tractores y vagones.

Los factores más importantes durante el proceso de cosecha son los de llevar la caña lo más limpia posible y en el menor tiempo, para que la calidad obtenida en el campo no se deteriore durante la cosecha.

A.9. Manejo de las socas

Terminada la cosecha, se inicia un nuevo proceso en donde la cepa brota para generar un nuevo cultivo, el cual se conoce con el nombre de soca.

Durante la soca se deben realizar una serie de labores que en su mayoría son similares a las ejecutadas en el primer cultivo o caña planta. La duración de la plantación en condiciones de un buen manejo puede llegar hasta obtener entre 5 y 8 cosechas, definidas principalmente por la reducción en la producción, problemas sanitarios, cambios de diseños de campos, cambio de variedades, etc.

B. Actividades en Planta

B.1. Descripción del Proceso Productivo

Los procesos de producción de la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. se mencionan a continuación:

B.1.1 Procesos de Producción de azúcar crudo:

- Cosecha, Carguío y Transporte de Caña

La caña una vez llegada a su estado de maduración óptima, se cosecha y es transportada al Ingenio donde es pesada en una báscula electrónica para luego ser llevada hacia una grúa de descarga tipo hilo y volcar la caña en una mesa alimentadora lavadora.

- Lavado y Preparación de la caña para la Molienda

Después que la caña es descargada en la mesa alimentadora, es lavada y descargada en un conductor de tablillas que la lleva a través de una picadora donde la caña es trozada, para posteriormente, a través de un conductor de bandas, atravesar un electroimán y luego alimentar una desfibradora la cual permite preparar adecuadamente la caña antes de ser conducida al proceso de molienda.

- Molienda y Extracción del Jugo

El trapiche o circuito de molienda consta de una batería de 6 molinos; la capacidad de molienda está entre 160 y 170 TM /h. La extracción del jugo se realiza por compresión y es ayudado por la acción inhibidora del agua añadida entre el penúltimo y ultimo molino.

Cada jugo extraído es reciclado al molino anterior, hasta llegar al primer molino donde es tamizado en un filtro rotatorio.

En esta etapa se obtiene el jugo mezclado que está compuesto por el jugo de la caña más el agua de imbibición¹⁹. En esta etapa se separa el bagazo el cual es utilizado como combustible para la caldera.

Esta actividad genera la emisión de residuos de combustión al ambiente a través de la chimenea de la caldera.

Imagen 1 –Molienda en Planta



En la molienda se obtiene el jugo mezclado, compuesto por el jugo de caña y el agua de imbibición.

¹⁹ La Imbibición se define como el desplazamiento de un fluido viscoso por otro fluido inmiscible con este.

- **Tratamiento de Jugo Mezclado**

El jugo mezclado es pesado y luego pasa a un tanque mezclador donde se le añade lechada de cal para alcanzar un pH promedio de 7.0 con lo que evitamos inversión de sacarosa (pérdidas de azúcar) por efectos del pH ácido del jugo de caña, luego que el jugo deja esta etapa se le llama jugo encalado; este atraviesa una batería de calentadores verticales o calentadores de placas con el fin de elevar la temperatura desde los 30°C hasta aproximadamente 105 °C antes de pasar al clarificador.

- **Clarificación del jugo y Filtración de Cachaza**

El jugo se clarifica por decantación producto de la reacción de la lechada de cal con los fosfatos contenidos en el jugo, a temperaturas promedio de 98 y 100°C y con tiempos de retención entre 20 y 30 minutos; la decantación de los lodos es ayudada por agentes floculantes que aceleran el proceso.

Las impurezas decantadas en el clarificador se denominan cachaza, esta se extrae del clarificador y se le agrega bagacillo de tal manera que se mezcle homogéneamente para luego ser filtrada en filtros rotativos al vacío; la cachaza sólida es entonces retirada en camiones y utilizada como fertilizante natural.

Imagen 2 - Clarificación de Jugo en Planta



Clarificación del jugo y Filtración de Cachaza: la de cachaza puede utilizarse como fertilizante.

- **Evaporación o Concentración del jugo**

El jugo que sale del clarificador a una temperatura promedio de 98°C y con 14 y 15 °Brix²⁰ pasa a través de una batería de evaporación (quíntuple efecto) y se concentra hasta obtener un jarabe final entre 65 y 70 °Brix. El último efecto de la evaporación trabaja al vacío de tal manera que el punto de ebullición del concentrado baja considerablemente con lo cual se evita la inversión de sacarosa y se ahorra energía.

Imagen 3 - Evaporación en planta



Evaporación o Concentración del jugo se obtiene un jarabe final

- **Cristalización o Preparación de Azúcar**

El jarabe obtenido (65- 70 °Brix) pasa a los tachos de cocimiento al vacío (Vaccum Panes) para continuar la evaporación del agua del jarabe y seguir concentrándose hasta obtener la cristalización de la sacarosa por sobresaturación.

²⁰ Grados Brix: Miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Brix tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido.

- Centrifugación

Las masas o templeas obtenidas en los tachos se descargan a los recibidores de masas cocidas o cristalizadores, para luego alimentar a las centrifugas automáticas donde se separa el grano de la miel. El azúcar obtenido pasa a través de un elevador de azúcar para luego ser depositada en los silos o tolvas.

Imagen 4 - Centrifugación en Planta



Centrifuga separa el grano de la miel de azúcar

B.1.2. Procesos de Producción de azúcar blanca:

- Disolución de azúcar

Se utiliza como materia prima azúcar crudo lavado, se disuelve con agua condensada proveniente del tacho de refinería y calentadores, esta agua se maneja por tuberías y tanques de almacenamiento fabricados en acero inoxidable; al producto de este proceso se le llama licor fundido.

Se controla la calidad del agua (pH neutro y libre de óxidos) para evitar contaminación química o microbiológica. La disolución es continua, empleando un medidor de flujo para el agua, el controlador establece una relación másica de azúcar con agua y la mezcla es llevada a un fundidor para completar la disolución y se mide la concentración para ajustar las dosificaciones.

Se mantiene constante el flujo y la concentración de licor fundido, para evitar alteraciones de la clarificación, el controlador muestra en tiempo real la existencia de los materiales del ingenio y el azúcar disponible para refinar, así se establece y controla la velocidad de licor fundido, adicionalmente se tiene un sistema de control y recirculación que evita alteraciones con el brix de licor.

- Calentamiento y Clarificación de Licor

La clarificación se fundamenta en la formación de flocs de calcio y fosfato que atrapan las impurezas presentes en el azúcar y los compuestos coloreados, los flocs se remueven por flotación.

La clarificación y la adición de poliaminas remueven 70% de la turbiedad y un 40% de color presente en el licor fundido, la operación produce espumas que en las refinerías autónomas, se recuperan por filtración o flotación, consumiendo insumos y generando efluentes que aumentan el consumo de vapor. Las espumas se retornan a la etapa de alcalización de jugo (encalado), recuperando más del 90% de la sacarosa con baja inversión y costo de operación.

Dosificación de Insumos Químicos: en el proceso se adiciona ácido fosfórico, sacarato de calcio, floculante aniónico y poliamina líquida, la dosificación depende de la cantidad y calidad de azúcar fundido.

- Decoloración y Filtración

El licor clarificado se decolora con carbón activado en polvo y se filtra en dos etapas con una remoción global de color superior a 50% y la turbiedad superior al 90%.

En los tanques de reacción se pone en contacto el licor clarificado con carbón activado durante 25-35 minutos; el consumo de carbón activado varía dependiendo de la calidad de licor fundido. Para la filtración se tienen filtros Sparkler MCRO-500 y se emplea tierra diatomita o perlita expandida para precapas y auxiliares filtrantes.

La alta filtrabilidad y retención de impurezas, se consigue con un correcto procedimiento de precapa del filtro, la selección apropiada de auxiliares filtrantes que garantizan flujos altos, baja turbiedad del licor fino y un adecuado programa de limpieza química y mecánica de mallas.

Los filtros se caracterizan por su fácil limpieza que disminuye el consumo de agua de lavado y aprovechando la facilidad de tener anexo al molino, la torta de los filtros se dispone vía húmeda al proceso de alcalizado.

- Cristalización

Para la elaboración de la masa cocida se tiene un tacho discontinuo construido en acero inoxidable SS304, se trabaja con un esquema de cocimiento, en el cual se produce un solo tipo de masa cocida con mezclas conocidas de licor y sirope²¹.

²¹ Sirope o Almibar es una disolución sobresaturada de agua y azúcar, cocida hasta que comienza a espesar.

La secuencia de cocimientos la determina las características del material que se tiene y que se desea obtener, para producir 280 toneladas de azúcar se elaboran 7 templeas²² diarias, estas se centrifugan por separado y los azúcares se almacenan en silos. Una parte de los siropes producidos se almacenan y la otra se recircula al tanque de jarabe. Para garantizar el esquema de operación en los tachos, se analiza continuamente la calidad de los licores y siropes para establecer cualquier variación en las relaciones de mezcla en función de la calidad del azúcar requerido.

- Centrifugación

La centrifugación de las masas cocidas se hace con centrífugas automáticas tipo discontinuas, la calidad y duración del lavado (con agua condensada) son muy importantes por su incidencia en el color del azúcar y la recuperación de cristales. Para eliminar impurezas en el agua de lavado de centrífugas y en los siropes se instalaron filtros de mallas metálicas.

- Secado y enfriamiento de azúcar

Se tiene un secador enfriador de tambor rotatorio con capacidad para 20 ton/h. El aire ambiente se filtra para remover el polvo, se calienta entre 90° C y 100°C y se acondiciona su humedad relativa. El secador tiene sistemas que evitan la rotura de cristales de sacarosa, sin embargo se genera polvillo de azúcar y terrones. El secador tiene un ciclón y un lavador de gases con sistema de recirculación que va concentrando el agua y lo retorna al fundidor, además el secador tiene una zaranda para clasificar el grano de azúcar según su tamaño.

²² Templa es la cantidad de masa cocida que se descarga en el tacho discontinuo de acero inoxidable utilizado para la cristalización.

Imagen 5 - Secado y enfriamiento



El secador tiene sistemas que evitan la rotura de cristales de sacarosa.

- Envase de azúcar

Etapa final del proceso de fabricación en el cual los productos son empacados en las diversas presentaciones dependiendo de las características físico-químicas y microbiológicas.

Un aspecto muy importante es controlar el peso del azúcar, se tiene una báscula electrónica, con sistemas de auto calibración y registró cada 50 sacos, se revisa y registra continuamente el peso de los sacos con un control riguroso.

- Almacenamiento de azúcar

Proceso que consiste en recibir el producto terminado envasado y almacenarlo adecuadamente en la bodega de azúcar.

- Despacho de azúcar

Proceso encargado de atender los pedidos generados por el departamento de ventas, brindando las medidas de seguridad

necesaria y respetando las directrices de Buenas Prácticas de Manufactura y HACCP²³.

3.2. Contaminación del Aire

Es la presencia en la atmósfera de ciertas sustancias que alcanzan concentraciones lo suficientemente altas sobre el nivel normal, que ocasionan efectos adversos en el hombre, los animales, las plantas los materiales de construcción y el clima.

La contaminación del aire ha sido un problema de salud pública desde el descubrimiento del fuego, sin embargo este se acentuó con el nacimiento de la revolución industrial en Inglaterra durante el siglo XVIII, en donde las fábricas para producir requerían energía mediante la quema de combustibles fósiles, tales como el carbón y el petróleo.

La situación empeoró con el creciente desarrollo industrial y el exponencial aumento en el uso del automóvil. A pesar de los grandes esfuerzos llevados a cabo para controlar la contaminación del aire, ésta sigue siendo un importante motivo de preocupación ambiental en el mundo.

La atmósfera está constituida por varias capas de aire, las de mayor importancia para la presente investigación son la troposfera y estratosfera. La troposfera es la capa delgada de aire relativamente denso más cercana a la superficie de la tierra, esta contiene el aire que todos los seres vivos necesitan para respirar. La estratosfera es la capa protectora de aire que ayuda a absorber y dispersar la energía solar.

El aire que respiramos está formado por muchos componentes químicos. Los componentes primarios del aire son el nitrógeno (N₂), oxígeno (O₂) y vapor de agua (H₂O). En el aire también se encuentran pequeñas cantidades de muchas otras sustancias, incluidas el dióxido de carbono, argón, neón, helio, hidrógeno y metano.

²³ HACCP: de su sigla en inglés "Hazard Analysis and Critical Control Points". En español significa Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.

Tabla 1 - Principales Componentes del Aire en su estado natural

Componente	Símbolo/ Fórmula	% Volumen	% Peso	Tiempo de Residencia
Nitrógeno	N ₂	78.00	75.60	Continuo (*)
Oxígeno	O ₂	20.90	23.10	Continuo
Argón	Ar	0.93	0.30	Continuo
Dióxido de carbono	CO ₂	0.032	0.05	20
Total		99.862	99.05	(*) Permanece a través del tiempo sin reaccionar

Fuente: I Diplomado de Gestión Ambiental y Defensa de los Recursos Naturales – CAEN, Contaminación Atmosférica, 2009.

3.2.1 Efectos de la contaminación del aire

Las actividades humanas han tenido un efecto perjudicial en la composición del aire. La quema de combustibles fósiles y otras actividades industriales han cambiado su composición debido a la introducción de contaminantes, como el dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas sólidas y líquidas conocidas como material particulado.

La exposición a contaminantes del aire causa efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante, así por ejemplo la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas. A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles.

Lluvia acida

La lluvia ácida se forma cuando los contaminantes del aire, tales como el dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) se transforman en ácidos en la atmósfera. Luego, la precipitación resultante (lluvia, nieve o niebla) deposita los ácidos en mares, ríos, lagos y suelos. Las investigaciones han indicado que la lluvia ácida puede destruir o dañar la fauna silvestre de lagos y arroyos, y también las construcciones hechas por el hombre.

Calentamiento de la atmósfera

La quema de combustibles fósiles emite dióxido de carbono a la atmósfera. Normalmente, el dióxido de carbono no es peligroso ya que es necesario para la fotosíntesis de las plantas, pero la cantidad que se produce es mucho mayor que la requerida por la vegetación.

El dióxido de carbono forma un manto sobre la superficie de la tierra y atrapa el calor reflejado del suelo. Los científicos han pronosticado que en los próximos cincuenta años el calentamiento del planeta podría elevar la temperatura tres a nueve grados más que los promedios actuales. Esto produciría cambios drásticos en el clima de todo el mundo.

3.2.2 Contaminantes del aire

El aire siempre ha tenido cierto grado de contaminación, los fenómenos naturales tales como: la erupción de volcanes, tormentas de viento, descomposición de plantas y animales contaminan el aire, sin embargo, también existen aquéllos generados por la actividad del hombre (antropogénicos). Se puede considerar como contaminante a la sustancia que produce un efecto perjudicial en el ambiente. Estos efectos pueden alterar tanto la salud como el bienestar de las personas.

Hay cientos de contaminantes en el aire que se presentan en forma de partículas y gases. El material particulado está compuesto por pequeñas partículas líquidas o sólidas de polvo, humo, niebla y ceniza volante. Los gases incluyen sustancias como el monóxido de carbono, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles. También se puede clasificar a los

contaminantes como primarios o secundarios. Un contaminante primario es aquél que se emite a la atmósfera directamente de la fuente y mantiene la misma forma química, como por ejemplo, la ceniza de la quema de residuos sólidos de caña de azúcar. Un contaminante secundario es aquel que experimenta un cambio químico cuando llega a la atmósfera. Un ejemplo es el ozono que surge de los vapores orgánicos y óxidos de nitrógeno que emite una estación de gasolina o el escape de los automóviles. Los vapores orgánicos reaccionan con los óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar y producen el ozono, componente primario del *smog fotoquímico*.

Los contaminantes de aire también se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio. Los contaminantes criterio se han identificado como comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objetos de estudios de evaluación publicados en documentos de criterios de calidad del aire. Los contaminantes no criterio actualmente conocidos como contaminantes peligrosos son compuestos cancerígenos y no cancerígenos que pueden causar efectos serios e irreversibles en la salud tales como: asbesto, cloruro de vinilo, benceno, arsénico, berilio, mercurio, radón y radionucleidos diferentes del radón.

Los Contaminantes Criterio

Los contaminantes criterio son: monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono, material particulado y plomo. En los últimos diez años, varios países al definir a las partículas totales en suspensión han especificado a las partículas con 10 micrómetros o menos de diámetro y a las partículas con 2,5 micrómetros o menos de diámetro aerodinámico. Estas partículas son comúnmente referidas como PM_{10} y $PM_{2,5}$, respectivamente. La razón fundamental de esta especificación se debe a que las partículas más pequeñas son más peligrosas para la salud ya que son capaces de alcanzar la zona inferior de los pulmones.

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que en concentraciones altas puede ser letal. En la naturaleza se forma mediante la oxidación del metano. La principal fuente antropogénica es la quema incompleta de combustibles, para que se complete el proceso de combustión es necesario que haya suficiente oxígeno.

Los efectos sobre la salud dependen de la concentración y duración de la exposición. El monóxido de carbono en los seres humanos afecta el suministro de oxígeno en el torrente sanguíneo.

La exposición al monóxido de carbono puede exacerbar las enfermedades del corazón y del pulmón. El peligro es más evidente en nonatos, neonatos, ancianos y en quienes sufren de enfermedades crónicas.

Tabla 2 - Efectos en la salud humana por exposición a monóxido de carbono

Concentración de Carboxihemoglobina en la sangre (%)	Efecto observado
2,3-4,3	Disminución en la capacidad de realizar un ejercicio máximo en un corto tiempo en individuos jóvenes saludables
2,9-4,5	Disminución en la duración de ejercicio, debido a dolor en el pecho (angina), en pacientes con enfermedades al corazón. Disminución del consumo máximo de oxígeno y tiempo para realizar ejercicio, en individuos jóvenes saludables durante ejercicio fuerte.
5-5,5	Disminución en la percepción visual y auditiva. Pérdida de la capacidad sensorial, motora y de vigilancia.
5,0-17,0	Disminución en el consumo máximo de oxígeno durante el ejercicio fuerte, en individuos jóvenes saludables.
7,0-20,0	Dolor de cabeza, decaimiento.
20,0-30,0	Mareo, náusea, debilidad.
30,0	Confusión, colapso durante el ejercicio
40,0	Pérdida de conciencia y muerte si la exposición continúa.

50,0	Muerte.
------	---------

Fuente: www.ucbca.edu.bo/carreras/ingma/actividades/peaton2/peaton2000salud/htm.

Ozono (O₃)

El ozono es considerado como un contaminante criterio y secundario. Se forma mediante una serie compleja de reacciones en la atmósfera, mediante la reacción química del dióxido de nitrógeno (NO₂) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de la luz solar.

Tabla 3 - Efectos en la salud humana por exposición a ozono

Concentración (ppm)	Tiempo de exposición	Efecto observado
0,08-0,15	-	Tos y dolor de cabeza
0,12	1-3 hrs	En individuos sanos, durante el ejercicio: Disminución de FEVI* y CVF**, incremento de la sensibilidad de las vías aéreas, lo cual podría significar un aumento en la respuesta a otros contaminantes.
0,12	2-5 hrs	Disminución de la función pulmonar en niños y adultos, durante ejercicio fuerte.
0,24	1-3 hrs	En individuos sanos, durante el ejercicio: Incremento en la frecuencia respiratoria, disminución de la resistencia de las vías aéreas, disminución de la función pulmonar.

*FEVI: Tasa máxima de flujo expiratorio

**CVF: Capacidad vital forzada.

Fuente: www.ucbca.edu.bo/carreras/ingma/actividades/peaton2/peaton2000salud/htm

La concentración de ozono en una determinada localidad depende de la concentración de NO₂ y COV en el área, la intensidad de la luz solar y las condiciones del clima.

El ozono cuando se encuentra en concentraciones altas en la troposfera o capa inferior de la atmósfera causa efectos nocivos en seres humanos y plantas, siendo estas últimas las más perjudicadas por lo que se le considera un contaminante. Sin embargo el ozono estratosférico (capa de ozono) es beneficioso para los seres vivos, ya que nos protege de la nociva radiación ultravioleta del sol. Cabe señalar que actualmente la capa de ozono se encuentra debilitada especialmente en el hemisferio sur debió al consumo y emisión de sustancias que la agotan tales como los clorofluorocarbonos (CFC).

Óxidos de azufre (SO_x)

Los óxidos de azufre son gases incoloros que se forman al quemar azufre. El dióxido de azufre (SO₂) es el contaminante criterio que indica la concentración de óxidos de azufre en el aire. La fuente primaria de óxidos de azufre es la quema de combustibles fósiles, en particular el carbón.

Tabla 4 - Efectos en la salud humana por exposición a dióxido de azufre.

Concentración en 24 horas (ug/m ³)	Efecto observado
400 - 900	Posible incremento de los síntomas respiratorios (tos, irritación de la garganta y silbidos en el pecho) en personas con asma.
500 - 1700	Incremento de la síntomas respiratorios en personas con asma y posible agravamiento de las personas con enfermedades pulmonares y cardíacas
1700 - 2300	Incremento significativo de los síntomas respiratorios en personas con asma y agravamiento de las personas con enfermedades pulmonares y cardíacas
2300 - 2900	Síntomas respiratorios severos en personas con asma y riesgo serio de agravamiento de las personas con enfermedades pulmonares y cardíacas
> 2900	Cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios en individuos sanos.

Fuente: www.ucbcb.edu.bo/carreras/ingma/actividades/peaton2/peaton2000salud/htm

Se ha encontrado que los óxidos de azufre perjudican el sistema respiratorio, especialmente de las personas que sufren de asma y bronquitis crónica. Los efectos de los óxidos de azufre empeoran cuando el dióxido de azufre se combina con partículas o humedad del aire, ya que permite la formación de lluvia ácida que puede perjudicar la vida acuática, el suelo, materiales de construcción y la vida silvestre.

Material particulado

En la naturaleza, el material particulado se forma por muchos procesos, tales como el viento, polinización de plantas e incendios forestales. Las principales fuentes antropogénicas de pequeñas partículas incluyen la quema de combustibles sólidos como la madera y el carbón, las actividades agrícolas como la fertilización, almacenamiento de granos, la quema de caña de azúcar y la industria de la construcción.

El material particulado tiene efectos en la salud y bienestar del hombre. Puede contribuir a aumentar las enfermedades respiratorias como la bronquitis y exacerbar los efectos de otras enfermedades cardiovasculares. Asimismo, afecta la visibilidad y velocidad de deterioro de muchos materiales hechos por el hombre.

Tabla 5 - Efectos en la salud humana por exposición a material particulado

Concentración (µg/m ³)	Efecto observado	Impacto
200	Disminución capacidad respiratoria	Moderado
250	Aumento de enfermedades respiratorias en ancianos y niños	Moderado
400	Afecta a toda la población	Grave
500	Aumento de mortalidad en adulto mayor y enfermos	Muy grave

Fuente: www.ucbcba.edu.bo/carreras/ingma/actividades/peaton2/peaton2000salud/htm

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Los óxidos de nitrógeno incluyen compuestos como óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El término NO_x se refiere a la combinación de estas dos sustancias.

Los procesos naturales y los realizados por el hombre producen óxidos de nitrógeno. En una escala global, la emisión natural de óxido de nitrógeno es casi 15 veces mayor que la realizada por el hombre. Las fuentes más comunes de óxidos de nitrógeno en la naturaleza son la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, incendios forestales y de pastos, y la actividad volcánica. Las fuentes principales de emisión antropogénica son los escapes de los vehículos y la quema de combustibles fósiles.

Tabla 6 - Efectos en la salud humana por exposición a dióxido de nitrógeno

Concentración (ppm)	Tiempo de exposición	Efecto observado
5	14 hrs.	Individuos normales: Incremento de la resistencia de las vías aéreas, aumento de la hiperreactividad bronquial.
2,5	2 hrs.	Individuos normales: Incremento de la resistencia de las vías aéreas.
1	2 hrs.	Individuos normales: Pequeño cambio en CVP*
0,5-5	3-60 min.	Individuos con bronquitis crónica: Incremento de la resistencia de las vías aéreas
0,5	20 min.	Individuos asmáticos, con 10 min. De ejercicio moderado: Disminución de FEVI**

*FEVI: Tasa máxima de flujo expiratorio

**CVF: Capacidad vital forzada.

Fuente: www.ucbca.edu.bo/carreras/ingma/actividades/peaton2/peaton2000salud/htm

El óxido nítrico es relativamente inofensivo, pero el dióxido de nitrógeno causa efectos en la salud y bienestar. Los óxidos nítricos emitidos en el

aire se convierten en dióxido de nitrógeno mediante reacciones fotoquímicas condicionadas por la luz solar. El dióxido de nitrógeno daña el sistema respiratorio porque penetra las regiones más profundas de los pulmones.

Plomo (Pb)

El plomo es tóxico para los humanos. Su difícil remoción del cuerpo hace que se acumule en varios órganos y pueda dañar el sistema nervioso central. Un gran número de estudios científicos ha documentado los efectos nocivos de la exposición al plomo.

Cabe señalar que desde el 1 de enero del 2005 está prohibida la comercialización de la gasolina con plomo en el Perú. Así lo establece el Decreto Supremo 019-97-MEM, que fijaba esa fecha como tope para que las refinerías dejen de producir la gasolina de 84 octanos con ese aditivo contaminante.

3.2.3 Las fuentes de contaminación del aire ambiental

Las fuentes de contaminación del aire, comúnmente se usan cuatro términos: móvil, estacionaria, puntual y del área. Las fuentes móviles incluyen diversas formas de transporte tales como automóviles, camiones y aviones.

Las fuentes estacionarias son las instalaciones no movibles, tales como plantas de energía y establecimientos industriales. Una fuente puntual se refiere a una fuente en un punto fijo, tal como una chimenea o tanque de almacenamiento que emite contaminantes. Una fuente del área se refiere a una serie de fuentes pequeñas que en conjunto pueden afectar la calidad del aire en una región.

Tabla 7 - Principales Fuentes de Contaminación y Tipos de Contaminantes

Fuentes	Proceso	Contaminantes
		Material particulado, dióxido y

Estacionarias	Combustión	tritóxido de azufre, Monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno
	Procesos Industriales	Material particulado (humos, polvo, nieblas), gases (SO ₂ , SO ₃ , HC, HF, H ₂ S, NO ₃)
	Quema Residuos Sólidos	Material Particulado, Gases (SO ₂ , SO ₃ , NO ₃)
	Otros	Hidrocarburos, material particulado.
Móviles	Combustión	Material Particulado, Monóxido de carbono, hidrocarburos, aldehidos, acidos organicos, oxididos de nitrogeno
Naturales	Geodinámicos (Erupción)	Material Particulado, polvos gaseosos (SO ₂ , SO ₃ , CO, H ₂ S, NO _x , HCT)

Fuente: Contaminación del Aire-CEPIS

Fuentes Móviles de Contaminación del Aire

La principal fuente móvil es el parque automotor (autos, micros, buses, combis) pues produce grandes cantidades de monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Muchas emisiones de los automóviles también contienen plomo y cantidades traza de algunos contaminantes peligrosos.

Fuentes Estacionarias o Fijas

Existen muchas fuentes estacionarias, las industrias como plantas harineras de pescado, fundiciones, refinerías, fábricas, imprentas, lavanderías, emisiones a través de chimeneas de las pollerías, entre otras.

Las fuentes estacionarias producen una amplia variedad de contaminantes, según el tipo de proceso industrial o combustible utilizado, estas pueden emitir contaminantes criterio y contaminantes peligrosos.

El control y reducción de la contaminación puede lograrse a través de la instalación de dispositivos, cambios en los procesos de producción e implementación de técnicas de prevención de la contaminación. En tal sentido el Estado emplea diversos instrumentos para la Gestión de la Calidad del Aire en el país, con la finalidad de prevenir la contaminación y proteger la salud de la población. Para ello cuenta con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LPM) de emisiones atmosféricas.

El ECA, es la medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas no al ambiente en unidades de concentración.

Los LMP, son la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, el bienestar humano y al ambiente en unidades de concentración. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM.

Tabla 8 - Estándares Nacionales de Calidad del Aire (D.S. 074-2001-PCM) – (D.S. N° 003-2008-MINAM)

Contaminante	Periodo	Valor (µg/m3)
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	80
	24 horas	20*
PM - 10	Anual	50
	24 horas	150
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	10000
	1 hora	30000
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual	100
	1 hora	200
Ozono	8 horas	120
PM – 2,5	24 horas	50

Contaminante	Periodo	Valor (µg/m3)
	24 horas	25

*entra en vigencia el 1 de enero del 2014

FUENTE: <http://www.digesa.sld.pe/aire> - <http://www.minam.gob.pe>

Tabla 9 - Principales Contaminantes de la Actividad Industrial Azucarera
(Para la elaboración de azúcar)

Contaminantes potenciales típicos: agua-suelo	Aceites y grasas, DBQO, DQO, Nitrógeno, PH, sólidos en suspensión total, temperatura.
Contaminantes potenciales típicos: aire	Compuestos orgánicos volátiles, NOx, olor, partículas, ruido, SO2

Fuente: Elaboración Propia

3.2.4 Transporte y dispersión de contaminantes en el aire ambiental

Principios del transporte y dispersión

El transporte y dispersión de contaminantes del aire están influenciados por factores como las variaciones globales y regionales del clima y las condiciones topográficas. Entre los factores que afectan la concentración de contaminantes podemos mencionar la radiación solar, la precipitación y la humedad.

La dispersión de contaminantes de una fuente depende de la cantidad de turbulencia en la atmósfera cercana, esta puede ser creada por el movimiento horizontal y vertical de la atmósfera. El movimiento horizontal es lo que comúnmente se llama viento. La velocidad del

viento puede afectar en gran medida la concentración de contaminantes en un área, mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será la concentración de contaminantes.

El movimiento vertical de la atmósfera también afecta el transporte y dispersión de los contaminantes del aire. Generalmente, durante el día el aire cerca de la superficie de la tierra es más caliente y liviano que el aire en la atmósfera superior debido a la absorción de la energía solar. El aire caliente y liviano de la superficie sube y se mezcla con el aire frío y pesado de la atmósfera superior que tiende a bajar, este movimiento constante del aire crea condiciones inestables y dispersa el aire contaminado.

La radiación solar contribuye a la formación de ozono ²⁴ y contaminantes secundarios en el aire. La humedad y la precipitación también pueden favorecer la aparición de contaminantes secundarios peligrosos, tales como las sustancias responsables de la lluvia ácida. La precipitación puede tener un efecto beneficioso porque lava las partículas contaminantes del aire y ayuda a minimizar las partículas provenientes de actividades como la construcción y algunos procesos industriales.

Debido a los factores que determinan el transporte y dispersión de los contaminantes, la contaminación del aire producida en una región puede tener efectos adversos sobre los lagos y bosques de otra región. Las grandes ciudades rodeadas de una topografía compleja, como valles o cadenas montañosas, a menudo experimentan altas concentraciones de contaminantes del aire. Si bien poco puede hacerse para controlar las fuerzas naturales (viento, radiación, humedad, temperatura, etc.) que crean estos problemas, existen técnicas que ayudan a dispersar los contaminantes. La manera más común de dispersar los contaminantes del aire es a través de una chimenea.

²⁴ La formación de ozono se inicia con la fotólisis (ruptura de enlaces químicos por la energía radiante).

Una chimenea contribuye a la dispersión de los contaminantes antes de que lleguen a las poblaciones. Generalmente se diseñan teniendo en cuenta a la comunidad circundante. Mientras más alta sea la chimenea, mayor será la probabilidad de que los contaminantes se dispersen y diluyan antes de afectar a las poblaciones vecinas.

A la emanación visible de una chimenea se le denomina pluma o penacho. La altura de la pluma está determinada por la velocidad y empuje de los gases que salen por la chimenea.

A menudo, se añade energía calórica a los gases para aumentar la altura de la pluma. Las fuerzas naturales hacen que la pluma tenga velocidad vertical, como sucede con el humo de las chimeneas residenciales.

Los contaminantes emitidos a través de las chimeneas pueden transportarse a largas distancias. Generalmente, la concentración de contaminantes disminuye conforme se alejan del punto de descarga y son dispersados por el viento y otras fuerzas naturales. Las variaciones del clima del lugar influyen en la dirección y dispersión general de los contaminantes. El transporte y dispersión de contaminantes pueden estar afectados por factores geográficos y climáticos.

Si bien poco se puede hacer para minimizar los efectos de las fuerzas naturales sobre el dispersión y transporte de contaminantes, la mejor estrategia disponible es prevenir la producción de contaminantes del aire en la fuente.

3.2.5 Principios del muestreo y análisis de calidad del aire

Los componentes de un sistema de monitoreo de la contaminación del aire incluyen: 1) La recolección o muestreo de contaminantes del aire ambiental y de fuentes específicas, 2) el análisis o medición de la concentración de los contaminantes y 3) la notificación y uso de la información recopilada.

El muestreo y análisis del aire ambiental y de la emisión de las fuentes puntuales son importantes por varias razones. Los datos de las concentraciones de los contaminantes del aire se usan para determinar el

cumplimiento de las normas de calidad del aire. También se usan para diagnosticar las condiciones de un área antes de construir una nueva fuente de contaminación, para desarrollar modelos de dispersión de contaminantes, para realizar estudios científicos y para evaluar la exposición humana a contaminantes y el daño al ambiente. Los datos de emisiones de fuentes puntuales se usan para determinar el cumplimiento de los reglamentos de contaminación del aire, la eficacia del control de la contaminación del aire, la eficiencia de producción y para apoyar la investigación científica.

Las instituciones responsables del monitoreo de la calidad del aire generalmente designan los métodos de referencia para el muestreo y análisis de los contaminantes y de las fuentes de emisión. Los métodos especifican procedimientos precisos que se deben seguir para cualquier actividad de monitoreo relacionada con el cumplimiento de la reglamentación.

Monitoreo del aire:

1. Recolección de muestras
2. Análisis de muestras
3. Notificación y uso de la información recopilada

Estos procedimientos orientan el muestreo, análisis, calibración de instrumentos y cálculo de las emisiones. La elección del método específico de análisis depende de un número de factores, siendo los más importantes las características químicas del contaminante y su estado físico –sólido, líquido o gaseoso. Los métodos de referencia se diseñan para determinar la concentración de un contaminante en una muestra. La concentración se expresa en términos de masa por unidad de volumen, usualmente en microgramos por metro cúbico.

Hay algunos principios básicos y terminología asociada al muestreo y análisis del contaminante. La recolección de la muestra puede realizarse mediante técnicas manuales o automáticas. El análisis y medición de los

contaminantes puede hacerse por diversos medios, según las características químicas y físicas del contaminante. Uno de los métodos para la medición del material particulado es emplear principios gravimétricos.

Los contaminantes gaseosos se pueden medir con diversos métodos. Las técnicas más comunes son la espectrofotometría, quimiluminiscencia de fase gaseosa e ionización de llama.

Tabla 10 –Métodos de análisis de contaminantes

Método	Principio	Contaminante
Ionización de llama	Responde en proporción al número de átomos de carbono en la muestra de gas.	COV
Método N 43101-02-71T-1972.	Análisis cuantitativo en reacción según el método de toma de muestras de la Intersociedad de Métodos de Análisis de 1972	CO
Absorción Atómica	La muestra absorbe la radiación, la radiación emitida depende de los átomos presentes.	Plomo
Espectroscopia de Fluorescencia	La muestra excitada puede remitir el exceso de energía excitada.	Ozono
Método de Griess-Saltzman	Se basa en la reacción del NO ₂ con ácido sulfanílico para formar un compuesto de diazonio, que reacciona con α -Naftilamina formando un compuesto azoico que absorbe a 550 nm.	NO ₂
Recolección de Partículas	Gravimetría; la masa del material particulado se determina por el peso.	PM ₁₀
Metodo de West-Gaeke	También llamado método de la pararosanilina. Burbujeo de la muestra a través de una solución de tetracloromercurato de sodio	SO ₂

Fuente: Contaminación del Aire-CEPIS

El resultado final de los procedimientos de muestreo y análisis son los datos cuantitativos. La validez de los datos depende de la exactitud y precisión de los métodos usados para generar datos. Para asegurar la validez, se emplean diversas medidas de control de calidad para cada uno

de los métodos de referencia. La principal medida de control de calidad es la calibración. La calibración comprueba la exactitud de una medición al establecer la relación entre el resultado de un proceso de medición y un estándar de concentración conocida. Cada uno de los métodos de referencia tiene procedimientos precisos de calibración que se deben seguir para asegurar resultados exactos.

3.2.6 Medición de emisiones de contaminantes

La medición de contaminantes de fuentes puntuales se realiza generalmente con fines específicos, por ejemplo, para evaluar el cumplimiento de las normas de emisión, medir la eficacia de las tecnologías de control y para llevar a cabo investigaciones científicas.

Muchas de las mediciones se toman en las chimeneas industriales, sin embargo, las mediciones se pueden tomar en otros lugares.

Para determinar la emisión de contaminantes de una fuente se usan cuatro métodos de referencia, estos nos permiten conocer la ubicación apropiada de la muestra, la velocidad o tasa de flujo del gas, la composición del flujo de gas y el contenido de humedad del flujo de gas. Estos cuatro métodos se usan junto con otros métodos específicos diseñados para medir la concentración de contaminantes como el material particulado y el dióxido de azufre.

El método tren consiste en una sonda de muestreo, un filtro ubicado en una caja calentada, una serie de percutores y equipo auxiliar como una bomba, contador de gas seco y manómetros para medir los cambios de presión. La sonda recoge la muestra que pasa a través de un filtro donde queda atrapado el material particulado. Luego el gas pasa por los percutores sumergidos en hielo para remover la humedad del flujo de gas. El contador de gas mide la tasa de flujo, mientras que la bomba y manómetros se usan para mantener las condiciones isocinéticas durante el período del muestreo.

3.2.8 Inventarios de emisiones

Los inventarios de emisiones son listados detallados de contaminantes emitidos por fuentes específicas en una determinada área. Son herramientas valiosas de planificación y evaluación y ayudan a definir la relación entre las fuentes contaminantes y las comunidades vecinas, contribuyen al desarrollo de estrategias alternativas para el control de la contaminación y proporcionar información concisa sobre contaminantes, fuentes y emisiones.

El desarrollo de un inventario es una tarea tediosa y detallada. Los datos que constituyen el inventario deben ser recopilados y analizados cuidadosamente, se deben seguir lineamientos estrictos de garantía de calidad para asegurar la precisión y validez del inventario.

3.2.9. Control de emisión de contaminantes provenientes de fuentes industriales

Algunas técnicas para controlar la emisión de contaminantes no requieren equipo adicional, mientras que otras requieren control agregado con la finalidad de destruir o capturar los contaminantes. La técnica elegida para controlar la emisión de contaminantes en una determinada fuente depende de muchos factores; el más importante es si el contaminante es un gas o una partícula.

Existen contaminantes en estado gaseoso, líquido y sólido. Los contaminantes en estado gaseoso incluyen a los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles (COV). Muchos contaminantes peligrosos son gases. Los contaminantes en estado líquido y sólido y los llamados material particulado, incluyen el polvo de cemento, humo, cenizas volantes y vapores de metales.

Las técnicas para limitar la emisión de contaminantes del aire sin el uso de control agregado son:

- Cambio de procesos
- Cambio de combustibles

- Buenas prácticas de operación
- Cierre de plantas (en este caso se elimina definitivamente la emisión del contaminantes)

3.3. Manejo ambiental de la calidad del aire

3.3.1 Gestión de la Calidad del Aire

La gestión de la calidad del aire comprende las actividades relacionadas con la protección y mejoramiento de la calidad del aire y requiere el cumplimiento de las siguientes etapas:

- Preparación de los criterios de salud ambiental y el establecimiento de normas de calidad del aire y de normas para la emisión de contaminantes de fuentes específicas
- Desarrollo de estrategias de control e implementación y operación de los mismos

3.3.2 Estrategias de control

Las estrategias de control son las acciones que deben realizarse a fin de disminuir la contaminación del aire y comprenden las siguientes acciones:

- a) Operación de un sistema de monitoreo de la calidad del aire. Se refiere a un sistema continuo de vigilancia de la calidad del aire y de las emisiones. Es necesario para conocer si las fuentes cumplen con las normas y si las estrategias son adecuadas para mantener y mejorar la calidad del aire.
- b) Estimación de los niveles existentes de emisión de las fuentes fijas y móviles, y proyección de los futuros niveles de emisión. Se basa en los inventarios de emisiones de fuentes puntuales y regionales.

- c) Estimación de las condiciones futuras. Las estimaciones se llevan a cabo a través del cálculo de la proyección del crecimiento de la población, industria, transporte, economía y modelos de dispersión.
- d) Determinación del grado de mejoría requerido para cumplir con las normas de calidad del aire. Se compara el nivel actual y futuro de la calidad del aire; la reducción necesaria para cumplir con las normas se estima mediante modelos.
- e) Aplicación de medidas de control para diversos tipos de fuentes. Se basa en la tecnología de control disponible y la adopción de sistemas de registro, licencias, verificación e inspección, entre otros.
- f) Desarrollo de planes de contingencia para episodios de contaminación. Las condiciones meteorológicas adversas pueden provocar situaciones que requieren programas de urgencia.
- g) Negociación con las partes interesadas para la ejecución de acciones en situaciones de urgencia. Se aplica a todas las fuentes para las cuales existen normas de control de emisiones.
- h) Desarrollo de planes a largo plazo para mantener la calidad del aire después de haber cumplido las normas de calidad del aire. Se considera el crecimiento demográfico e industrial, el cálculo de emisiones esperadas, el desarrollo de procedimientos para instalar emisiones autorizadas que satisfagan las demandas futuras y para continuar el cumplimiento de las normas de calidad del aire.
- i) Ejecución de programas para evitar el deterioro significativo de la calidad del aire. Se refiere principalmente a regiones en donde el aire es más limpio de lo establecido en las normas nacionales y a regiones prioritarias en donde la población y el desarrollo industrial son inexistentes o mínimos.
- j) Aplicación de medidas legales y de coerción para los infractores de las normas de emisión.

3.3.3 Enfoques innovadores en la gestión de la calidad del aire

Prevención de la contaminación

La meta principal es prevenir o reducir la contaminación en la fuente. Si no puede reducirse o prevenirse, debe reciclarse de manera ambientalmente segura. Si no existen mecanismos factibles de prevención o reciclaje, las emisiones de contaminantes deben ser tratadas, la disposición de contaminantes debe ser el último recurso.

Un ejemplo del nuevo énfasis en la prevención de la contaminación son los programas para promover el uso eficiente de energía generada por centrales termoeléctricas para el alumbrado, de este modo, se reduce el uso de electricidad y la contaminación del aire debido a su generación.

Mecanismos de Desarrollo Limpio

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kyoto establecido en su artículo 12, que permite a los gobiernos de los países industrializados (también llamados países desarrollados o países del Anexo 1) y a las empresas (personas naturales o jurídicas, entidades públicas o privadas) suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en el primer periodo de compromiso comprendido entre los años 2008 - 2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (también denominados países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kyoto) como una alternativa para adquirir certificados de reducción de emisiones (CER) a menores costos que en sus mercados.

Los MDL permiten una reducción de costos para los países industrializados, al mismo tiempo que éstos se hacen de la misma reducción de emisiones que obtendrían sin los MDL. El MDL permite también la posibilidad de transferir tecnologías limpias a los países en desarrollo. Al invertir los gobiernos o las empresas en estos proyectos MDL reciben CER (uno de los tres tipos de bonos de carbono) los cuales

pueden adquirir a un menor costo que en sus mercados y simultáneamente logran completar las metas de reducciones a las que se han comprometido.

El Perú posee un gran potencial para desarrollar proyectos de reducción de emisiones en diferentes sectores, los cuales pueden aplicar al MDL. Gracias a los ingresos adicionales provenientes de la venta de CERs se puede incrementar la rentabilidad de estos proyectos. La autoridad designada para evaluar los proyectos en base al criterio de desarrollo sostenible del país es el MINAM.

El sector agroindustrial presenta un gran potencial para desarrollar proyectos que califiquen al MDL, entre las principales actividades podemos mencionar:

- Cambio de combustible por incremento de eficiencia energética.
- Modificación del proceso industrial.
- Uso de materia prima con menos contenido de carbón.
- Nuevas fuentes de energía renovable (centrales hidroeléctricas, parques eólicos, biomasa)
- Nuevas Centrales a gas natural a ciclo combinado o paso a ciclo combinado.
- Transformación de residuos orgánicos: compostaje, biodigestión.
- Captura y quema de metano en rellenos sanitarios y lagunas de oxidación. Uso del metano como fuente de energía.
- Reforestación en tierras abandonadas y forestación de áreas nuevas.

3.4. Metodología de evaluación

Recopilación de Información

Determinación de la concentración másica en **aire** de material particulado respirable con diámetro aerodinámico menor que 10μ , en 24 horas.

Cumplimiento del Estándar de Nacional de Calidad del **Aire** D.S. 074-2001-PCM

Material Particulado PM-10

Las estaciones de monitoreo en una red uniforman los criterios para la localización, instrumentación y garantía de la calidad del monitoreo. Existen procedimientos específicos que se deben seguir al realizar el muestreo de cada contaminante criterio. Estos procedimientos detallados son los **métodos de referencia**, los cuales se revisan y actualizan de acuerdo con el avance de la tecnología.

Los métodos de referencia pueden ser manuales o automatizados. Los **manuales** son técnicas específicas que se deben seguir cuando se recolecta y analiza la muestra de un contaminante del aire. Un **método de referencia automatizado** se refiere generalmente a un instrumento aprobado que satisface los requisitos técnicos para la recolección y análisis exactos de un contaminante. Los métodos automatizados se usan principalmente para recolectar y analizar aire de manera permanente.

Imagen 6 – Muestreador HiVol PM₁₀ utilizado en la investigación



La figura presenta un muestreador de alto volumen

El muestreador de aire de alto volumen contiene dispositivos que separan las partículas grandes de las pequeñas y se colocan en el equipo de muestreo de manera que el aire pasa por el dispositivo antes de atravesar el filtro, de esta manera se remueven las partículas que exceden el diámetro especificado.

El filtro colectado es pesado (luego de equilibrar la temperatura) antes y después de su uso para determinar la ganancia neta (masa) del PM 10 recolectado. El volumen del total del aire muestreado se corrige a condiciones normales determinándose a partir del flujo medido y del tiempo de muestreo.

Principio de Operación

Un muestreador de alto volumen con cabezal PM 10 obtiene un volumen conocido de aire a una proporción de flujo constante a través de una entrada tamaño-selectiva y un filtro en exposición. Las partículas son recolectadas en el filtro durante el período especificado por el programa de monitoreo, generalmente de 24 horas. Cada filtro es pesado antes y después del muestreo para determinar el peso neto obtenido de la muestra de PM 10 recolectada.

El volumen total de aire muestreado es determinado de la proporción de flujo volumétrico conocido y el tiempo expuesto. La concentración de PM₁₀ en el aire se mide como la masa total de las partículas acumuladas en el filtro, clasificado según el rango de tamaño, dividido por el volumen de aire de muestra. Esta concentración se expresa como microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$.)

Un muestreador de alto volumen con cabezal PM₁₀ está formado por dos componentes básicos: una entrada diseñada para permitir el ingreso de partículas de diámetro $<10 \mu\text{m}$ y un sistema de control de flujo capaz de mantener una proporción de flujo constante dentro de las especificaciones planteadas en la norma.

Determinación de Gases

Para la determinación de gases en el ambiente en la presente investigación se utilizó el tren de muestreo el cual consiste en un filtro de polvo, frasco

burbujeador para absorción de cada gas específico y un medidor de flujo (tipo orificio, calibrado con una bomba de succión).

Determinación de NO_x

En la presente investigación se usó como método de referencia para el análisis de NO₂, el método ASTM D1607-01 del 2005, Dióxido de Nitrógeno contenido en la atmosfera (Método de Reacción de Griess-Saltzman).

Determinación de SO₂

El método de referencia para el análisis de SO₂, el método ASTM D2914-01 del 2001, Dióxido de Azufre contenido en la atmosfera (Método de Reacción de West-Gaeke) se usó también en este estudio.

Determinación de CO

Finalmente como método de referencia para el análisis de CO se utilizó el método N 43101-02-7IT-1972 de la Intersociedad de Muestro y Análisis de Aire.

Los datos del monitoreo ambiental se usan para diversos propósitos. Se emplean para monitorear el progreso en el cumplimiento de las metas nacionales de calidad del aire y para evaluar la exposición humana, asimismo, para desarrollar y evaluar los modelos de dispersión del aire, ejecutar planes y realizar estudios referidos a la contaminación del aire.

Capítulo IV

Descripción del Área de Estudio

4.1. Introducción

El área de estudio se localiza en el distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, tal como se muestra en el Mapa 1.

El distrito de Laredo tiene una extensión de aproximadamente 33,544 hectáreas que incluyen Laredo pueblo, caseríos y anexos.

La zona agrícola ocupa 6,560 hectáreas (19.6%) de la extensión total del distrito, ubicada en el Sector Medio del Valle de Moche, en la Cuenca Baja del río Moche a orillas del río, la zona urbana ocupa 1,956 hectáreas (5.8%) del territorio, mientras que las zonas donde no existe ninguna actividad (zonas de riesgos, cauce de río y zonas eriazas) ocupan aproximadamente 25,028 hectáreas (74.6%) de la extensión total del territorio (Municipalidad de Laredo 2007).

Esta investigación comprende tanto a la zona cultivada como a la zona urbana del distrito. Dentro del área urbana se encuentra la fábrica de azúcar de caña, propiedad de Agroindustrial Laredo S.A.A. y las infraestructuras asociadas a la misma como accesos, canales, entre otros. Dentro del área rural del distrito se ubican las diferentes zonas de cultivo, en su mayoría correspondientes caña de azúcar.

La descripción comprende tres ambientes: físico, biológico y socioeconómico. Para el ambiente físico se realizaron evaluaciones de topografía, geomorfología, clima y meteorología, calidad de aire, geología, hidrología,

hidrogeología, suelos. En el caso de la descripción biológica se realizaron evaluaciones de zonas de vida, flora y vegetación, fauna terrestre, mientras que los estudios del ambiente socioeconómico apuntaron a un análisis de los aspectos demográficos, de salud, percepción respecto a la actividad agroindustrial.

4.2. Ambiente Físico

4.2.1. Ubicación

Políticamente, el área de estudio se localiza en el distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. Geográficamente está ubicada en el valle Santa Catalina, en las márgenes; derecha e izquierda del río Moche; es uno de los distritos de Trujillo que conforma el área Integrada de la Metrópoli, se encuentra aproximadamente a 9 Km. de la ciudad de Trujillo, su capital departamental, Laredo se encuentra a 89 m.s.n.m. aproximadamente; cuenta con una extensión territorial de 335.44 km². El 6% del total del área distrital es zona urbana y el 94% es territorio rural²⁵.

El punto central de referencia del distrito (cercano al desvío de la ciudad de Laredo hacia la Carretera Industrial, en dirección a Simbal) corresponde a las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 11 - Coordenadas UTM del punto central representativo del distrito de Laredo

Este	Norte	Datum
725,749	9'103,630	WGS 1984 17sur

Fuente: Cartografía 1:100 000 – Instituto Geográfico Nacional

El acceso actual al área de estudio es a través del camino Trujillo – El Porvenir – Laredo o por el camino Trujillo – El Palmo – El Bosque - Laredo. El trayecto involucra 20 minutos desde el centro de Trujillo, siendo aproximadamente 8.5 km por el camino inicial y 10.77 km por el segundo.

El distrito de Laredo tiene los siguientes límites:

- Norte: Distritos de Huanchaco y Simbal, respectivamente.
- Sur : Distrito de Salaverry

²⁵ Municipalidad de Laredo, *Plan de Desarrollo Concertado 2007-2015*, 2007 -Perú

- Este : Distrito de Poroto
- Oeste: Distritos de Moche, Trujillo y el Porvenir, respectivamente.

Administrativamente, está conformado por los siguientes centros:

Centro Administrativo: Laredo ciudad.

Centros Poblados: Barraza, Santo Domingo y Menocucho.

Caseríos: Catuay, Santa Rosa Alta, Jesús María, Quirihuac Bajo, Cerro Blanco, San Carlos, Puente Veneno, Bambas Bajo, Santa Rosa Baja, Caballo Muerto, San Idelfonso, La Merced Alta, La Merced Baja, Puente Fierro – Quirihuac II, Conache, Chacarilla, Galindo y Bello Horizonte.

En el cuadro siguiente se muestran las distancias entre la zona urbana (la ciudad) y los diferentes centros poblados, caseríos y anexos de la zona rural.

Tabla 12 - Distancia de la Zona Urbana a los Diferentes Centros Poblados, Caseríos y Anexos

Lugar	Distancia a la ciudad de Laredo
Centros Poblados	
Barraza	3.3 Km
Santo Domingo	7.2 Km
Menocucho	18.2 Km
Caseríos	
Catuay	19.6 Km
Santa Rosa Alta	15.5 Km
Jesús María	16.8 Km
Quirihuac Bajo	13.73 Km
Cerro Blanco	11.1 Km
San Carlos	3.4 Km
Puente Veneno	1.0 Km
Bambas Bajo	8.0 km
Galindo	6.0 Km
Bello Horizonte	14.5 Km

Lugar	Distancia a la ciudad de Laredo
Santa Rosa Baja	15.0 Km
Caballo Muerto	5.0 Km
San Idelfonso	1.6 Km
La Merced Alta	2.6 Km
La Merced Baja	0.8 Km
Puente Fierro	11.8 Km
Quirihuac II	13.5 Km
Conache	3.6 Km
Chacarilla	6.7 Km
Anexos	
Las Cocas	16.8 Km
Nuevo Barraza	5.0 Km
El Castillo	13.1 Km
Santa Victoria	4.7 Km
El Paredón	3.7 Km

Fuente: Cartografía 1:100 000 – Instituto Geográfico Nacional

4.2.2. Topografía y Geomorfología

El distrito de Laredo está ubicado en la región Costa o Chala; su topografía es ligeramente plana en la parte baja del Valle de Moche o Santa Catalina, con suave pendiente y variedad de accidentes geográficos hacia la parte alta, por donde el río Moche surca el distrito de forma transversal de este a oeste.

Geomorfológicamente la zona de estudio se encuentra ubicada en la vertiente del pacífico y le corresponde la unidad geomorfológica Pampas Costeras, esta se desarrolla a manera de una faja paralela a la costa, desde el nivel del mar hasta una altitud de 200 m y presenta notables ensanchamientos en las porciones correspondientes a los valles. Por el oeste está limitado por pequeñas escarpas que bordean el litoral y hacia el este por las cadenas de cerros bajos de los primeros contrafuertes andinos. Tiene una superficie más o menos llana, en la que destacan algunos cerros y colinas redondeadas.

La zona de Laredo es de forma llana, comprende las terrazas bajas de la costa formada por restos de terrazas marinas, terrazas aluviales y conos de deyección, en la zona destacan algunos cerros aislados que constituyen las estribaciones más occidentales de la cordillera de los Andes.

Las pampas costaneras están constituidas por terrazas aluviales y marinas, abanicos aluviales, dunas y mantos de arena. Entre los principales agentes modeladores del paisaje tenemos al agua y al viento (INGEMMET, 1983).

4.2.3. Clima y meteorología

La clasificación del clima dentro del área de estudio se realizó en base al mapa de Clasificación del Clima del sistema Thornthwaite según el cual Laredo posee un clima árido con una deficiencia de precipitación durante todo el año, nivel de temperatura semi-cálido y de atmósfera húmeda.

Para la caracterización climática del área de estudio, se consideró la información de los registros de temperatura (período 2000-2008) de las estaciones de Laredo y San Idelfonso.

La data meteorológica en este caso es muy escasa, se obtuvo información de la estación meteorológica de Laredo (administrada por la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. y distribuida por el Ministerio de Agricultura) para el período Enero - Diciembre de 2008, para parámetros de velocidad del viento, evaporaciones y horas de sol.

Las estaciones climatológicas de Laredo y San Idelfonso se encuentran en la ciudad de Laredo, la estación climatológica de Quirihuac se encuentra a aproximadamente 14 Km río arriba de la ciudad de Laredo, mientras que la estación meteorológica se encuentra en la ciudad y fue instalada a razón de la implementación del PAMA de la empresa azucarera.

Las estaciones climatológicas registran para temperatura valores mínimos y máximos. Sin embargo, debido a la existencia de registros fragmentados de la estación climatológica de Laredo y a fin de complementar dicha información, se analizaron los datos de la estación de San Idelfonso-Vivero ubicada a 1.6 Km del centro de la ciudad de Laredo a 110 m de altitud. En ese sentido en la descripción de los parámetros climáticos se deberá entender que al mencionarse “estación Laredo” se refiere a datos obtenidos y procesados de la estaciones Laredo y San Idelfonso-Vivero.

Los factores más influyentes que definen el clima en el área de estudio son: su posición altitudinal (aproximadamente a 100 m de altitud en promedio) y latitudinal (entre los 8°4' y 8°5' de latitud sur), además de su posición con respecto al océano. El área de estudio se ubica en la zona de los valles comprendida entre la franja del litoral y aproximadamente a 200 m.s.n.m., en donde las precipitaciones son escasas y de régimen irregular.

Estos factores intervienen de manera determinante en los rasgos climáticos importantes tales como la amplitud térmica diaria y anual y los regímenes eólicos, así como en los niveles existentes de humedad, precipitación y evaporación.

4.4.1.1. Temperatura

De acuerdo con los registros de la estación Laredo, el área de estudio presenta una temperatura que oscila entre los 18.5°C (invierno) y 24°C (en verano) y temperatura anual media de 20.2°C.

Para la zona de Quirihuac (parte alta del distrito) la temperatura oscila entre los 18°C (invierno) y 25°C (en verano) y temperatura anual media de 21°C.

En la estación de Laredo se registran valores extremos de 14,8 °C para la temperatura promedio mínima anual y de 28.5°C para la temperatura promedio máxima anual.

4.4.1.2. Precipitación

Las precipitaciones representativas en el área de estudio y su variación temporal y espacial se calcularon mediante el análisis de registros históricos de las estaciones climatológicas de Laredo, en base al conocimiento de la hidrología regional y la apreciación obtenida en la visita a campo.

La precipitación característica del área de estudio presenta un comportamiento uniforme durante el año, con dos periodos poco diferenciados: la época de lluvias (enero – marzo) y la época de sequía (abril - diciembre). Habiendo alcanzando el año 2008 un máximo de 8.2 mm el mes de enero.

En general en todo el valle del río Moche se registra un promedio anual de 7 mm, entre los meses de febrero y marzo, pero al igual que en toda la costa del país, en tan escasa magnitud que no son significativas para el riego.

4.4.1.3. Humedad relativa

Los datos históricos reportados por la estación meteorológica más antigua (Corpac-Trujillo) reportan que la atmósfera es generalmente húmeda con 78% de humedad relativa, presentando frecuentemente un cielo nublado.

La data reciente correspondiente al periodo de Enero-Abril 2009 (meses de lluvia) reportado por la estación meteorológica de Laredo un promedio de 83.6 %. Por otro lado, la estación de Quirihuac registra para el mismo periodo un promedio de humedad relativa de 82.22 %.

4.4.1.4. Evaporación

En general, en todo el valle Moche la evaporación fluctúa entre los 770 mm y 950 mm por año, (octubre a marzo promedios más altos; y, de julio a agosto, los más bajos).

La información sobre evaporación de la estación meteorológica de Laredo para el periodo Enero-Diciembre 2008, señala que el registro típico de evaporación total durante el año presenta una media de 103.2 mm/mes y un total anual de 1,327.2 mm, alcanzando el valor mínimo en el mes de abril con 7.51 mm y el máximo en febrero 167.86 mm.

4.4.1.5. Velocidad y dirección del viento

Los vientos de la zona de estudio históricamente estuvieron controlados por la estación Corpac, en base a esta información y considerando que el régimen de distribución es muy uniforme tanto en el tiempo como espacialmente, para la cuenca del río Moche, la velocidad del viento oscila entre 0 y 21 Km/h.

Los datos recientes reportados por la estación Laredo para el periodo Enero-Diciembre 2008 poseen como promedio anual 3.83 Km/h, alcanzando el valor máximo de 5.58 Km/h durante el mes de enero y el valor mínimo de 0.47 Km/h en octubre.

Según datos históricos, la dirección predominante del viento es nor-este (NE) variando en algunas ocasiones al nor-oeste (NO).

4.4.1.6. Información Meteorológica tomada durante el trabajo de campo

En la Tabla 13 se muestran los datos promedio registrados durante el trabajo de campo efectuado para la presente investigación.

Tabla 13 - Información Meteorológica registrada durante el trabajo de campo

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura Mínima	°C	17.3
Temperatura Máxima	°C	17.7

Parámetro	Unidad	Valor
Humedad Relativa	%	83.5
Velocidad del Viento	(Km/h)	0.9
Dirección Predominante del Viento	-	NE - NO

Fuente: Elaboración Propia, Registros de los días 9 y 10 de octubre del 2009

4.2.4. Geología

Laredo comprende al cuaternario holoceno – continental. Los depósitos cuaternarios en general yacen sobre las rocas pre-existentes y su mayor distribución se encuentra en la cuenca baja, en el cono de deyección del río Moche y Pampa Costanera; en las cuencas media y alta estos depósitos forman los conos de deyección de los ríos y quebradas de las altiplanicies y montañas; por su origen estos son: eólicos, fluviales, aluviales, marinos, morrénicos y coluviales.

El triasico se halla representado por el grupo Zaña, constituido por derrames y brechas andesitas de color marrón, verde y gris oscuro, con ocasionales intercalaciones de lutitas negras.

Sobre el grupo Zaña se ha supuesto que descansa la formación Chicaza compuesta por una secuencia de 800 a 1660m de lutitas marinas con intercalaciones de calizas, tufos y derrames en su base y de cuarcitas hacia el tope.

En el área que corresponde a Trujillo en el cuadrante de Salaverry, Santa, las condiciones de deposición de las rocas cretáceas han sido diferentes, pues en el cretáceo inferior y posiblemente comienzos del superior, se produjo una intensa actividad volcánica que dio lugar a la acumulación de los derrames y piroclastos andesíticos, dacíticos y riolíticos del volcánico Casma, que alcanza un espesor aproximado de 1600 m.

El cuaternario reciente se halla representado por depósitos aluviales y eólicos que constituyen el relleno del fondo de los valles y la cubierta de las pampas de la costa.

Las rocas intrusitas tienen amplia distribución y se presentan intruyendo a la gruesa serie sedimentaria y volcánica. Se han diferenciado 3 tipos de intrusita: diorita, granodiorita y granito, que en conjunto forman el batolito andino.

En lo estructural las rocas volcánicas y sedimentarias se hallan plegadas y falladas, poniendo en evidencia el intenso tectonismo acaecido durante la orogenias andina. El ascenso epirogenético de la región comenzó en el terciario superior y posiblemente continúe en la actualidad; este levantamiento atestiguado por la altitud actual de la superficie puna y de las terrazas marinas ha originado fallas tensionales de poca magnitud (INGEMMET, 1983).

4.2.5. Suelos

El suelo de Laredo se caracteriza por ser de consistencia pedregosa, arenosa, rocosa; que configura extensiones planas, eriazas y accidentadas.²⁶

En general, según el mapa agrológico del Perú del SCIPA 1960, los suelos de la costa se clasifican en Aluviales, Lithosol desértico, Regosol desértico. Según su origen se clasifican en Marinós, Eólicos, Coluviales y Aluviales, siendo este último el que se presenta en el valle del distrito de Laredo.

Aluviales: se encuentran en los valles del área formando terrazas aluviales abanicos de deyección. Físicamente son de textura ligera a media, profundos o superficiales. Aptos para cultivos propios de la zona.

Marinos: se encuentran en áreas interfluviales (entre valle y valle) comprenden las pampas eriazas que se extienden desde el borde litoral hasta

²⁶ Municipalidad de Laredo, *Plan de Desarrollo Concertado 2007-2015*, 2007 -Perú

los primeros contrafuertes de la cordillera; son suelos profundos, de textura arenosa suelta en la mayoría de veces y cementada por sales en algunos casos. Su topografía es plana con áreas desprovistas de dunas, aptas para el cultivo, y con sectores de abundantes dunas impropias para el laboreo agrícola.

Eolicas: lo constituyen la arena transportada por el viento y depositados en capas de 50 a 90 cm. de espesor, encima de una mezcla de arena, grava, guijarros y piedras subangulares de origen aluvial. Son de aptitud agrícola intermedia entre suelos aluviales, superficiales y los marinos.

Coluviales: están formados por material grueso (grava) mezclados con limo y arcilla que han sufrido poco transporte, se localizan hacia la base de los cerros o en las pampas adyacentes. Son de aptitud agrícola bastante limitada.

Los suelos del distrito de Laredo constituyen el principal recurso económico de la población que permite por un lado el asentamiento de la gran industria azucarera y por otro, el cultivo de productos de pan llevar.

Con respecto a la capacidad de uso mayor de las tierras, se encontraron cinco categorías en el área de estudio, siendo estas: tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrícola alta, tierras para cultivo permanente de calidad agrícola media con limitación por suelo (requieren riego), tierras aptas para pastoreo temporal, tierras de protección (formaciones líticas).

De acuerdo con la clasificación del uso actual de la tierra, en el área de estudio, se han identificado las siguientes categorías; áreas con cultivos agropecuarios, aéreas sin vegetación y matorrales secos de dunas.

4.2.6. Hidrología

El área de estudio pertenece a la cuenca del río Moche, la cual cubre un área aproximada de 2708 km², que comprende como afluentes principales a afluentes principales en orden de magnitud de caudal son: río Shorey, río

Sinsicap o Cumbray, río Mótil, río Chota y río Chanchacap. La cuenca es angosta y alargada, extendiéndose desde el océano Pacífico hasta los Andes.

Posee un área húmeda de aproximadamente 1398 km², su cauce principal una longitud de 102 km con una pendiente del orden del 4%.

El río Moche al nacer en la laguna Grande, lo hace con el mismo nombre, para luego de confluir con una quebrada cambiar a río San Lorenzo, posteriormente recibe las aguas del río Shorey y toma el nombre de Constancia, el cual lo conserva por unos 6 km para finalmente cambiar en forma definitiva a río Moche, el mismo que lo conserva hasta su desembocadura en el mar.

Del análisis de la información del río Moche, se puede decir que presenta características propias de torrente, habiéndose observado que a excepción de los años 1983 y 1998, se ha presentado un caudal de 557 m³/s y un mínimo de cero. Los mayores caudales se presentan durante los meses de Enero a Mayo y la sequía entre Junio y Setiembre.

El abastecimiento de agua para cultivos proviene fundamentalmente del río Moche que cruza el distrito, abasteciendo a las tierras de ambos márgenes a través de canales tanto de origen prehispánico como moderno, estando entre estos: La Mochica, El Moro, Quirihuac y Menocucho; las quebradas El León, San Carlos, Santo Domingo, San Idelfonso, Los Chinos, Alto de Guitarras y Avendaño, las que constituyen un riesgo en épocas de lluvias debido al volumen de agua que acumulan. También, es importante el abastecimiento de agua por la presencia del proyecto Chavimochic que irriga la parte baja del valle.

4.2.7. Hidrogeología

El nivel freático, límite superior de la napa freática, no es estable; generalmente asciende y desciende dentro de los límites de la zona no saturada, en función de la naturaleza del balance hídrico. Desde el punto de

vista geológico, los reservorios acuíferos del área de estudio tienen como basamento a las formaciones rocosas del cretáceo y del terciario, las mismas que afloran en los contornos y que son mostrados en la carta geológica correspondiente; la potencia de estos reservorios supera los 200 m.

Luego del trasvase del proyecto CHAVIMOCHIC, en el valle de Moche, a pesar de que la napa freática en el 70% del valle está fuera del alcance de la atmosfera también está ocurriendo un relativo cambio en la calidad de las aguas subterráneas (FAO, 2007).

4.2.8. Calidad del Aire

Como parte de la línea base ambiental se realizó una determinación de las concentraciones de material particulado en la zona urbana del área de estudio, identificándose relaciones entre la calidad de aire y los principales factores que influirían sobre ésta, tales como las fuentes de emisión existentes, la topografía y las características de los suelos de la zona, así como los parámetros meteorológicos involucrados en los procesos de dispersión.

Las principales fuentes de contaminación en la ciudad de Laredo son las fuentes fijas las cuales podemos citar la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. y la Empresa de Tableros Peruanos S.A.²⁷, las fuentes móviles la constituyen principalmente el creciente parque automotor. Es preciso indicar que el impacto generado por la Empresa Tableros Peruanos es poco notorio, ya que esta se encuentra ubicada en las afueras de la ciudad de Laredo.

El estudio tuvo como marco normativo los lineamientos establecidos por el “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire” (D.S. N° 074-2001-PCM, D.S. N°069-2003-PCM y el D.S. 003-2008-MINAM). Véase Tabla 8, página 51.

²⁷ Empresa peruana dedicada a la fabricación de tableros aglomerados (mapresas).

Monitoreo de PM₁₀

Los parámetros cuantificados fueron: material particulado respirable de diámetro menor a 10 micrómetros (PM₁₀).

El muestreo de PM₁₀ se llevó a cabo el mes de Octubre del 2009, en dos estaciones ubicadas a barlovento y sotavento.

Los equipos utilizados fueron un muestreador HiVol PM₁₀, un tren de muestreo para gases y una estación meteorológica.

Estaciones de calidad de aire para PM₁₀

Las estaciones consideradas para efectuar el monitoreo de calidad del aire se muestran en el Mapa 4. Se tomó una ubicada a barlovento y la otra a sotavento de la chimenea de la caldera de la planta azucarera.

El primer punto se ubicó en la calle Huamachuco, en la azotea de una vivienda a 325 m de la chimenea de la caldera de la planta azucarera, considerándose este punto como a sotavento. A esta estación se le denominó LCA-01.

Tabla 14 - Coordenadas UTM de la Estación LCA-01 (Sotavento)

Nombre	Este	Norte	Altitud (m s.n.m.)
LCA-01	725,127.8	9'104,965.6	108.00

Fuente.- Elaboración Propia

WGS 1984 17S

El segundo punto se ubicó en la azotea del Colegio Jesús y María, a 304 m de la chimenea de la caldera de la planta azucarera considerándose este punto como a barlovento. A esta estación se le denominó LCA-02.

Tabla 15 - Coordenadas UTM de la Estación LCA-02 (Barlovento)

Nombre	Este	Norte	Altitud (m s.n.m.)
LCA-02	724,573.8	9'104,781.6	101.00

Fuente.- Elaboración Propia

WGS 1984 17S

Resultados de PM₁₀

Las concentraciones de PM₁₀ se muestran en la siguiente tabla

Tabla 16 - Resultados de PM₁₀

Estación	Unidad	Valor	ECA
LCA-01	µg/m ³	51.3	150
LCA-02	µg/m ³	29.9	

Fuente: Elaboración Propia, Registros de los días 9 y 10 de octubre del 2009

Los niveles de concentración de material particulado en todos los puntos de muestreo se encuentran por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (ECAs de aire) que es de 150 µg/m³.

Los ECAs están definidos por la normativa peruana como “los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgos a la salud humana”. Por lo tanto, en las zonas estudiadas, la calidad de aire con respecto a las concentraciones de PM₁₀ es aceptable.

En los resultados se observa que el punto con mayor promedio de concentración de PM₁₀ es LCA-01 (estación a sotavento). Esto señala que las fuentes de emisión antropogénicas de material particulado identificadas como las actividades correspondientes a la producción de azúcar y la quema de caña de azúcar, tienen una influencia sobre la calidad de aire.

Como ya se mencionó, todos los valores obtenidos se encuentran dentro de los valores recomendados por los estándares nacionales. Sin embargo, según el trabajo realizado en campo referido a la percepción de la población y a las manifestaciones de malestar por parte de la autoridad municipal, la actividad azucarera constituye un impacto negativo al bienestar de la población debido a las cenizas que se generan durante la quema de la caña de azúcar.

Monitoreo de Gases

Los parámetros cuantificados fueron de concentraciones de: SO₂, CO y NO_x.

Se utilizó un tren de muestreo para la medición de los gases. Ésta fue realizada el mes de octubre del 2009, en dos estaciones ubicadas a barlovento y sotavento.

Estaciones de calidad de aire para gases

Las estaciones consideradas para efectuar el monitoreo de calidad del aire fueron las mismas utilizadas para la toma de muestras de PM₁₀, su ubicación se muestra en el Mapa 4. Se tomó una ubicada a barlovento y la otra a sotavento de la chimenea de la caldera de la planta azucarera.

El primer punto se ubicó en la calle Huamachuco, en la azotea de una vivienda a 325 m de la chimenea de la caldera de la planta azucarera, considerándose este punto como a sotavento. A esta estación se le denominó LCA-01.

Tabla 17 - Coordenadas UTM de la Estación LCA-01 (Sotavento)

Nombre	Este	Norte	Altitud m s.n.m.
LCA-01	725,127.8	9'104,965.6	108.00

Fuente.- *Elaboración Propia*

WGS 1984 17S

El segundo punto se ubicó en la azotea del Colegio Jesús y María, a 304 m de la chimenea de la caldera de la planta azucarera considerándose este punto como a barlovento. A esta estación se le denominó LCA-02.

Tabla 18 - Coordenadas UTM de la Estación LCA-02 (Barlovento)

Nombre	Este	Norte	Altitud m s.n.m.
LCA-02	724,573.8	9'104,781.6	101.00

Fuente.- Elaboración Propia

WGS 1984 17S

Cabe mencionar que el punto LCA-02 (a barlovento) estuvo ubicado muy cerca de la carretera industrial (130m) y de la destilería de la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. (100m), lo cual se debe tomar en cuenta al momento de la interpretación de resultados. Esta ubicación se debió a que las condiciones de seguridad, suministro de energía y accesibilidad así lo determinaron, ya que el punto elegido constituye una de las últimas viviendas ubicadas al sur oeste de la ciudad (Mapa 4).

Resultados de Gases

El muestreo de gases permitió establecer las concentraciones para el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO₂). Además, estos muestreos permitieron comparar los valores obtenidos con los establecidos en la legislación ambiental vigente.

Monóxido de carbono (CO)

Las concentraciones de CO se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 19 - Resultados de CO

Estación	Unidades	Concentración	ECA
LCA-01	µg/m ³	11,737.21	30,000

Estación	Unidades	Concentración	ECA
LCA-02	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	17,647.70	

Fuente: Elaboración Propia, Registros de los días 9 y 10 de octubre del 2009

Las mediciones realizadas indican que las concentraciones obtenidas para ambos puntos se encuentran por debajo de los estándares establecidos por el D.S. N° 074-2001-PCM, que señala como valor de concentración máximo para este parámetro el valor de 30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la concentración durante una hora, el cual no debe de ser excedido más de una vez al año.

Dióxido de nitrógeno (NO_x)

Las concentraciones de NO_x se muestran en la siguiente tabla

Tabla 20 - Resultados de NO_x

Estación	Unidades	Concentración	ECA
LCA-01	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.93	200
LCA-02	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.47	

Fuente: Elaboración Propia, Registros de los días 9 y 10 de octubre del 2009

Estos resultados indican que las concentraciones registradas se encuentran muy por debajo de valores establecidos en el D.S. N° 074-2001-PCM.

Dióxido de azufre (SO_2)

Los resultados obtenidos de SO_2 se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21 - Resultados de SO_2

Estación	Unidades	Concentración	ECA
LCA-01	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.00	80
LCA-02	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.00	

Fuente: Elaboración Propia, Registros de los días 9 y 10 de octubre del 2009

Para el dióxido de azufre, la caracterización permitió comprobar que así como en el caso de los dos gases estudiados anteriormente, los valores de concentración obtenidos en todos los muestreos se encuentran por debajo de los estándares establecidos por el D.S. N° 003-2008-MINAM de 80 µg/m³ para el promedio en 24 horas.

4.3. Ambiente biológico

4.3.1. Zonas de Vida

De acuerdo con el Mapa Ecológico del Perú y la Guía Descriptiva del mismo (ONERN, 1976), el área de estudio presenta dos zonas de vida, el desierto desecado Subtropical y el desierto superarido Premontano Tropical, la primera se encuentra en la parte baja del distrito de Laredo, mientras que la segunda en la parte alta del área de estudio. A continuación se describe en líneas generales cada una de las zonas de vida identificadas.

Desierto desecado Subtropical (dd-S)

Ubicación y Extensión

El desierto desecado-Subtropical, se distribuye en la franja latitudinal Subtropical con una superficie de 33,760 Km². Geográficamente, se extienden a lo largo del litoral comprendiendo planicies y las partes bajas de los valles costeros, desde el nivel del mar hasta 1,800 metros de altura.

Las principales localidades que se ubican en el desierto desecado-Subtropical, se tiene: Trujillo, Chimbote, Casma, Huarney, Huacho, Lima, Cañete, Chincha, Pisco, Ica, Palpa, Nazca entre otras.

Clima

En el desierto desecado-Subtropical (dd-S), donde existen 55 estaciones climatológicas y 4 pluviométricas, la biotemperatura media anual máxima es de 22.2 grados centígrados (Rinconada, Ancash) y la media mínima, de 17.9°C (Huarmey, Ancash) . El promedio máximo de precipitación total por año es de 44.0 milímetros (La Punta, Lima) y el promedio mínimo, de 2.2 milímetros (Santa Isabel, Arequipa).

Según el Diagrama de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 32 y más de 64 veces el valor de la precipitación y, por lo tanto, se ubican en la provincia de humedad: DESECADO

Vegetación

La vegetación no existe o es muy escasa, apareciendo especies halófitas distribuidas en pequeñas manchas verdes dentro del extenso y monótono arenal grisáceo eólico.

Uso Actual y Potencial de la Tierra

Mayormente, el uso agropecuario se ubica en los valles costeros que disponen de riego permanente; en ellos, se ha desarrollado una agricultura amplia y diversificada, incluyendo pastizales, con rendimientos unitarios de los más elevados del país. Potencialmente, en la mayoría de las tierras de esta Zona de Vida, actualmente eriazas, es posible mediante riego, llevar a cabo o fijar una agricultura de carácter permanente y económicamente productiva

Desierto superárido - Premontano Tropical (dS-pt)

Ubicación y Extensión

La Zona de Vida desierto superárido - Premontano Tropical se ubica en la región latitudinal Tropical del país y cubre una superficie de 14,355 Km².

El desierto superárido Premontano Tropical se emplaza entre 4° 20' y 11° 10' de Latitud Sur. Las principales localidades situadas en el desierto superarido-Premontano Tropical son: Talara, Piura, Catacaos, Ferreñafe, Chepén y Sayan.

Clima

En el desierto superarido-Premontano Tropical (ds-PT), donde existen 8 estaciones climatológicas, la biotemperatura media anual máxima es de 24° C (Piura) y la media anual mínima, de 19070C (Andahuasi, Lima), El promedio máxima de precipitación total por año es de 5906 milímetros (La Esperanza, Piura) y el promedio mínimo, de 5,4 milímetros (Andahuasi, Lima), Esta última estación, no obstante ofrecer un dato pluviométrico por debajo del mínimo para esta Zona de Vida (31.250 milímetros), ha sido ubicada dentro de ésta debido a la existencia de una vegetación natural propia de desierto su perarido-Premontano Tropical, que responde a la humedad atmosférica (captación de neblinas), verificado durante el reconocimiento de campo.

Vegetación

Aquí, la vegetación es un tanto más abundante que en las Zonas de Vida del desierto desecado-Premontano Tropical o en el desierto desecado-Subtropical. Aparecen arbustos xerófilos, como gramíneas efímeras, en aquellos lugares un tanto más húmedos propios de las vegas y lechos de los ríos secos o al lado de las riberas de los valles aluviales irrigados; así, se tiene el "algarrobo" "sapote" y "faique" de los géneros (Prosopis, Capparis y Accasia, respectivamente), 'cana bravas" (Gynerium sagitatum),, "pájaro bobo" (Tesaria integrifolio) y "chilca" (Boccharis sp.), entre los más importantes.

Uso Actual y Potencial de la Tierra

La mayor extensión de esta Zona de Vida carece de actividad agrícola y pecuaria salvo en aquellos lugares en los que se dispone de agua de regadío

permanente. Los terrenos con riego acusan un alto valor agrícola debido a las condiciones ecológicas muy favorables para la fijación de un amplio cuadro de cultivos tropicales y subtropicales tanto intensivas como permanentes.

4.3.2. Flora y vegetación

La flora de Laredo corresponde a la vegetación natural de las tierras eriazas, se halla contigua a los valles donde se encuentra ubicado el ingenio azucarero, y está representada por las siguientes especies:

La *Tillandsia sp.*, es una especie xerófica de la familia de las *Bromeliaceae*, la cual es una planta epifítica que forma asociaciones sobre los arenales y suelos poco compactos; conviviendo con esta especie, especialmente en el sector de pampas eriazas, se aprecia a la *Capparis angulata* (sapote), planta íntimamente ligada a la presencia de napas freáticas, relativamente altas.

Como una característica de las áreas salinas, se aprecia como especie predominante la *Distichlis spicata* (grama salada) y la *Heliotropium sp.*, como fijadora de dunas; plantas halófilas o de medio edáfico salino, que se les encuentra sobreviviendo dentro de áreas con afloramiento de agua por efectos de un drenaje deficiente.

En ubicación marginal a las áreas agrícolas, que encuentran aún pequeñas áreas de bosques residuales y/o artificiales de huarango (*Acacia macracantha*) y algarrobo (*Prosopis juliflora*).

4.3.3. Fauna

La fauna silvestre de Laredo está conformada por reptiles como: lagartijas, iguanas, culebras, etc. Aves como: palomas, chiscos, gavilanes, guardacaballos, gallaretas, tordos, chiclones, aguiluchos, cernícalos, putillas, chucluy, huanchacos, llucros, etc.,

Mamíferos como: zorros y zorrillos, venado, vizcacha, ardillas, hurones e insectos diversos. La flora silvestre en Laredo, prospera principalmente a orillas del río Moche donde pueden encontrarse especies como pájaro bobo, totora, caña brava, molle, sauce, hualango, algarrobo, cola de caballo, cardo santo, chivato, carrizo, tental, agañur, entre otros.

4.4. Ambiente Socio-Económico

4.4.1. Características Demográficas

4.4.1.1. Densidad Poblacional

La población total de Laredo según el último censo (2007) es de 32,825. La densidad poblacional aumentó, en el año 1993 fue de 79 Hb/Km² según censo del INEI, para el año 2005 se elevó a 96 Hb/Km² y en el año 2007 disminuyó levemente a 94 Hb/Km². La variación de 1993 a 2005 se debió al resurgimiento de la actividad azucarera en el distrito, lo que atrajo la migración de pobladores de otras zonas.

4.4.1.2. Población por Grupos Etáreos

Según el Censo realizado por el INEI el 2007, la población distrital menor de 4 años representa el 9.18%, la población comprendida entre 5 y 14 años (niñez y adolescencia) ocupa el 18.87%. La población joven comprendida entre 15 y 29 años es aproximadamente el 27.68% y sólo el 41.12% es una población mayor de 30 años. Como se puede apreciar la mayoría de la población es joven, menor a 30 años.

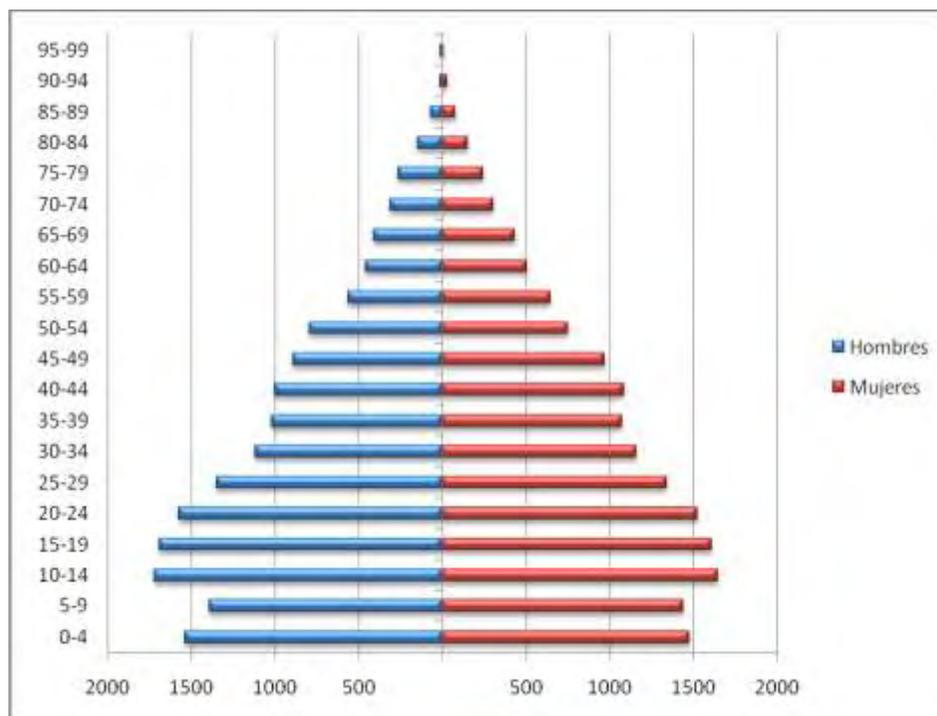
Tabla 22 - Población por grupos etareos

Categoría Intervalo de Años	Laredo	
	Casos	%
0-4	3,012	9.18
5-9	2,827	8.61
10-14	3,369	10.26

Categoría Intervalo de Años	Laredo	
	Casos	%
15-19	3,303	10.06
20-24	3,099	9.44
25-29	2,686	8.18
30-34	2,276	6.93
35-39	2,093	6.38
40-44	2,087	6.36
45-49	1,858	5.66
50-54	1,546	4.71
55-59	1,209	3.68
60-64	966	2.94
65-69	845	2.57
70-74	620	1.89
75-79	508	1.55
80-84	301	0.92
85-89	150	0.46
90-94	47	0.14
95-99	23	0.07
Total	32,825	100.00

Fuente: INEI- 2007

Imagen 7 - Pirámide poblacional del Distrito de Laredo - 2007



Fuente: INEI, 2007, Elaboración: Propia

4.4.1.3. Participación en los niveles de ingreso familiar y pobreza

Según la Pirámide de Estratos Socio Económicos

Según la Pirámide de Estratos Socio Económicos, la población de Laredo clasifica en tres grupos su estrato socio económico. El Grupo D, tiene un rango de ingresos de 600 a 1,200 nuevos soles mensuales, el Grupo E, es menor, situándose en un rango de 300 a 600 nuevos soles y el Grupo F, tiene menores ingresos con un rango mensual de 150 a 300 nuevos soles.

Tabla 23 - Ingreso Mensual Familiar por Estratos

Estrato	Ingreso Familiar S/.
D	600 a 1.200
E	300 a 600
F	150 a 300

Fuente: PLANDEMETRU - 2006

Principales fuentes de ingreso de la población local

La principal actividad en el sector urbano de Laredo es la agroindustria (44.6%), mientras que en el sector rural prevalece la actividad agrícola (25.9%), donde se cultiva principalmente caña de azúcar, frutales, verduras, menestras y variados cultivos de pan llevar. El Comercio ocupa el tercer lugar (18.6%).

Tabla 24 - Indicadores de Trabajo y Empleo

Indicadores De Trabajo y Empleo		Principales Actividades Económicas	
PEA Agrícola y Pecuaria	25.90%	Agricultura	Caña de azúcar, maíz amarillo duro, hortalizas, frutales, fríjol.
PEA Servicios	44.60%	Agroindustria	Maleza, azúcar, azúcar industrial y alcohol.
PEA Agroindustria	3.50%	Industria y Manufactura	Madera prensada, calzado, confección artesanal.
PEA Industria y Manufactura	7.40%	Comercio	Bodegas, mercados de

Indicadores De Trabajo y Empleo		Principales Actividades Económicas	
			abastos
PAE Comercio	18.60%	Servicios	Transporte.
TOTAL	100.00%		

Fuente: INEI-2002

4.4.1.4. Población económicamente activa (PEA)

La Población Económicamente Activa 43.03 % porcentaje del cual 41.10% corresponde a la PEA ocupada y el 1.93 % corresponde a la PEA desocupada. Es preciso resalta que el 56.97 % engloba al sector definido como No PEA es decir personas que no tienen trabajo y tampoco lo están buscando.

Tabla 25 Total PEA

Población Económicamente Activa	
PEA (6 años a mas) Ocupada	41.10 %
PEA (6 años a mas) Desocupada	1.93 %
No PEA	56.97 %

Fuente: INEI 2007

4.4.1.5. Migración

La población de Laredo en sus primeras generaciones fueron migrante de las diferentes provincias del interior de la sierra liberteña especialmente de Otuzco y Santiago de Chuco y de los departamentos vecinos como Cajamarca y Ancash, que en su proceso de traslado a Trujillo, se asentó en Laredo como fuerza de trabajo de la empresa azucarera, dedicados al cultivo de pan llevar en las zonas existentes en ambos márgenes de la cuenca baja del río Moche, en el valle Santa Catalina.

Durante finales del siglo XIX la presencia de descendientes asiáticos (chinos y japoneses), se acentuó debido a la escasez de mano de obra, para las labores agrícolas y de servicios en los grandes enclaves costeros de caña de azúcar, proceso que fue más creciente después del año 1920.

Todos estos migrantes han traído a Laredo sus costumbres y tradiciones religiosas, folclóricas, gastronómicas, entre otras, que prevalecen hasta la fecha.

La emigración aumento en las últimas décadas, en la que se ha producido un considerable exodo de laredinos hacia otros países, provocada principalmente por el alto índice de desocupación juvenil. Esta emigración se da principalmente hacia el Japón, España, Italia, Chile y Argentina²⁸.

4.4.1.6. Definición de las principales actividades económicas

La principal actividad económica del distrito es la agrícola y dentro de ésta la industria azucarera, que con sus 1400 asalariados, sostienen directamente a una población de 7,000 habitantes y dinamizan la economía del distrito. Las demás fuentes de ingresos los constituyen el sector servicios, comercio y manufactura, construcción y artesanía.

Sector Primario

Las principales actividades primarias son las del sector agrícola (cultivos de caña de azúcar, hortalizas, cereales, etc.) y pecuario (crianza de aves, porcinos, etc.). La PEA que se dedica a estas actividades es aproximadamente el 24% del total distrital.

Sector Secundario

Las dos principales actividades son la industria: 17% (agroindustria de la caña de azúcar e industria de aglomerados de la madera) y construcción: 7.92%; las otras actividades menores sostienen un 5.08%; ocupando al 31% de la PEA distrital.

La agroindustria de la caña de azúcar es el principal agente económico pues contribuye con aproximadamente el 23% de las rentas del distrito. Está

• ²⁸ Según datos de la Municipalidad de Laredo, *Plan de Desarrollo Concertado 2007-2015*, 2007 -Perú

ubicada en el sector de transformación y se basa en la industrialización de la caña de azúcar.

Sector Terciario

Ocupa al 45% de la PEA, donde el comercio es la actividad más desarrollada con el 26% del total (Municipalidad de Laredo, 2007).

Producción Agrícola

El distrito de Laredo se caracteriza por ser principalmente agrícola e industrial; del cultivo de la caña de azúcar deriva la industria agroexportadora del azúcar que además permite la producción de alcohol y tableros de madera que mueven la economía distrital en un 70% (Municipalidad de Laredo, 2007).

Limitaciones

La calidad de los suelos viene siendo seriamente afectada, debido a muchos factores entre ellos cabe mencionar el uso indiscriminado de agroquímicos, como la quema de la caña, la falta de rotación de cultivos es decir el monocultivo (caña de azúcar) y la parcelación de la tierra, que significa que el 70% de agricultores son dueños del 30% del total del área agrícola. Estos factores ocasionan que la producción y productividad agrícola se vea afectada, reflejándose en la reducción de los ingresos económicos.

4.4.1.7. Superficie y uso del Suelo

Las tierras dedicadas para el cultivo representan aproximadamente el 27.5% de las tierras aptas para el desarrollo de la actividad agrícola y pecuaria. El otro 72.5 % de esas tierras son propiedad de la empresa Agroindustrial Laredo.

4.4.1.8. La zona agrícola

El distrito de Laredo tiene una extensión de aproximadamente 33,544 hectáreas que incluyen Laredo pueblo, caseríos y anexos.

La zona agrícola ocupa 6,560 hectáreas (19.6%) de la extensión total del distrito, ubicada en el Sector Medio del Valle de Moche, en la Cuenca Baja del río Moche a orillas del río, la zona urbana ocupa 1,956 hectáreas (5.8%) del territorio, mientras que las zonas donde no existe ninguna actividad (zonas de riesgos, cauce de río y zonas eriazas) ocupan aproximadamente 25,028 hectáreas (74.6%) de la extensión total del territorio.

Tabla 26 - Distribución de Suelo del Distrito

Uso del Suelo	Superficie (ha)	%
Zona Agrícola	6560.20	19.56
Zona Urbana	1956.06	5.83
Zonas con otros usos (arqueológico, eriazo, quebradas, etc.)	25027.74	74.61
TOTAL	33544.00	100.00

Fuente: Plan de usos mayores de suelo – PLANDEMETRU.
 Información de la Dirección Regional de Agricultura Campaña 2001-2002

4.4.1.9. Distribución del Suelo Ocupado

En el siguiente se observa que la actividad agrícola, principal actividad económica del distrito ocupa 6 560,20 hectáreas (77%) del total, asimismo las actividades urbanas ocupan 1 818,76 hectáreas (21%) del total, mientras que 137,3 hectáreas (2%) del área total es ocupada por la actividad industrial.

Tabla 27 - Uso de Suelo

USO DE SUELO	SUPERFICIE (HA)	%
ZONA AGRICOLA	6560.20	77.03
ZONA INDUSTRIAL	137.30	1.64
ZONA URBANA	1818.76	21.33
TOTAL	8516.26	100.00

Fuente: Plan de usos mayores de suelo – PLANDEMETRU.
 Información de la Dirección Regional de Agricultura Campaña 2001-2002

a) Suelo dedicado a la agricultura:

El suelo dedicado a la agricultura está ubicado en el Sector Medio del Valle del río Moche, en la Cuenca Baja del río Moche, donde los principales sectores de riego son: Santo Domingo – Conache tiene 1171.28 hectáreas y un total de 1,14.11 hectáreas bajo riego; Wichanza cuenta con 1,142.72 hectáreas, de ellas 1,141.41 hectáreas están bajo riego; Quirihuac tiene 1,035.70 hectáreas y de ellas 959.15 hectáreas están bajo riego y finalmente El Moro, tiene 695.71 hectáreas de ellas están bajo riego 685.35 hectáreas. Sumatoriamente podemos decir que de 7,075.88 hectáreas que cuentan estos sectores de riego, un total de 6,776.02 hectáreas están bajo riego, estando registradas 6776.02 hectáreas.

Tabla 28 - Zonas Agrícolas según sectores de Riego

SECTOR	AREA TOTAL (HA)	B. RIEGO	SUPERFICIE BAJO RIEGO (HA)			TOTAL REGISTRO
			LICENCIA	PERMISO	S. REGIMEN	
Mochica Alta	3030.47	2856.00	2714.90	88.52	52.58	2856.00
Sto. Domingo- Conache	1171.28	1134.11	1077.86	2.2	54.05	1134.11
Wichanza	1142.72	1141.41	1141.41			1141.41
Quirihuac	1035.70	959.15	836.92	111.37	10.86	959.15
El Moro	695.71	685.35	685.35			685.35
TOTAL	7075.88	6776.02	6456.44	202.09	117.49	6776.02

Fuente: Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego Moche- Campaña 2005-2006

b) Suelo dedicado a actividades industriales

La zona industrial ocupa aproximadamente el 1.64% del total del territorio. Las principales industrias son Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. dedicada al cultivo e industrialización de la caña de azúcar, Agrícola Barraza y Tableros Peruanos S.A. dedicada a la elaboración de aglomerados de madera.

c) Suelo constituido como área urbana

Es definida a partir de la Ciudad de Laredo y sus centros poblados periféricos (Barraza, Santo Domingo y Menocucho), organizados en dos áreas: urbana y rural, cada una de ellas con sus características propias. Ambas ocupaciones con sus respectivas viviendas y actividades, ocupan el 21% del territorio distrital.

4.4.1.10. Principales Cultivos

Según la Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego Moche, los principales cultivos que se desarrollan en al Campaña 2005 – 2006, son la caña de azúcar con 4 367.85 has que representa el 43.50% del total del área agrícola bajo riego, mientras que los cultivos de consumo directo fue 5 673.20 que representa el 56.50% del área bajo riego, principalmente cereales (25.90%), frutas (11.63%), verduras (9.73%) y tubérculos (3.76%).

Tabla 29 - Plan de Cultivo Campaña Agrícola 2005-2006

Cultivo	Total (Ha)	%
Verduras	976.78	9.73
Caña De Azúcar	4,367.85	43.50
Palto Común	31.75	0.32
Pasto-Forraje	283.08	2.82
Menestra	109.60	1.09
Tubérculos	377.48	3.76
Frutas	1,167.71	11.63
Maíz	2,600.47	25.90
Otros	126.33	1.26
Total	10,041.05	100.00

Fuente: Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego Moche- Campaña 2005-2006

En el año 2001 la distribución de la producción agrícola de cultivos para consumo directo fue de 21 009,5 TM. Siendo los cereales y las verduras los que sobresalieron con 7 105,5 y 10 078 TM respectivamente.

Tabla 30 - Producción Cultivos Consumo Directo

PRODUCCION	TM	%
Legumbres	143	0.70
Frutas	1699	8.10
Tuberculos	1984	9.40
Verduras	7105.5	33.80
Cereales	10078	48.00
TOTAL	21009.5	100.00

Fuente: Dirección Regional Agraria-Campaña 2001-2002

Cultivo Agroindustrial: Caña de Azúcar

La Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., tiene como actividad principal:

- Cultivo de caña
- Producción
- Comercialización de azúcar y alcohol

a) Producción de Caña

El año 2002, la empresa tuvo una área total cultivada de 2450 has, mientras que el área cosechada fue de 4,786.13 has. El incremento diferencial de 2336.13 toneladas se debería a la entrega de terceros proveedores.

Tabla 31 - Producción de caña de azúcar

Área Total (Ha)	Área Cultivada	Capacidad Instalada	Capacidad Utilizada	%
4250	3793	2000	2450	122.50

Fuente: Asociación peruana de agricultores de azúcar

Según datos del Ministerio de Agricultura, el rendimiento aumentó considerablemente de 89.78 toneladas por Ha. el año 1998 a 113,88 toneladas por Ha el año 2008.

Tabla 32 - Producción de Caña De Azúcar

Años	Toneladas por Ha.
1998	16.70
1999	14.50
2000	14.90
2001	15.80
2002	16.45
2003	16.84
2004	15.24
2005	14.38
2006	15.17
2007	15.68
2008	15.27

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2009

Para el caso del análisis histórico de la evaluación de la producción de Laredo, las siguientes tablas nos la muestran:

Tabla 33 - Caña de Azúcar: Área Verde 2001 - 2008 (Ha.)

Años	Total	Propia	Sembradores
2001	7,014	3,602	3,412
2002	7,063	3,545	3,518
2003	8,339	3,572	4,767
2004	8,320	3,938	4,382
2005	8,787	4,646	4,141
2006	10,003	5,261	4,741
2007	10,891	10,891	4,966
2008	11,680	6,752	4,929

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2009

Tabla 34 - Caña de Azúcar: Área Cosechada 1983 - 2008 (Ha.)

Años	Total	Propia	Sembradores
-------------	--------------	---------------	--------------------

Años	Total	Propia	Sembradores
1983	3,121	2,002	1,119
1984	2,781	1,730	1,051
1985	2,918	1,937	981
1986	2,740	1,639	1,101
1987	2,855	1,893	961
1988	2,604	1,822	782
1989	2,686	1,854	832
1990	3,188	2,329	858
1991	3,114	2,126	987
1992	3,990	2,071	1,920
1993	4,218	1,949	2,268
1994	3,858	1,937	1,921
1995	3,983	2,249	1,734
1996	3,841	1,916	1,925
1997	4,531	2,280	2,251
1998	3,906	2,484	1,422
1999	4,805	2,156	2,649
2000	4,786	2,462	2,325
2001	5,169	2,378	2,791
2002	5,628	2,512	3,116
2003	6,826	2,653	4,172
2004	6,385	2,781	3,605
2005	6,366	3,133	3,233
2006	7,232	3,555	3,677
2007	7,874	3,936	3,938
2008	8,160	4,612	3,548

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2009

Tabla 35 - Caña de Azúcar: Molienda 1983 - 2008 (t)

Años	Total	Propia	Sembradores
1983	396,212	261,131	135,081

Años	Total	Propia	Sembradores
1984	358,077	232,158	125,919
1985	422,890	285,447	137,443
1986	351,969	209,892	142,077
1987	372,451	231,023	141,428
1988	352,132	253,994	98,138
1989	385,003	264,175	120,828
1990	384,663	279,749	104,914
1991	329,758	218,922	110,836
1992	398,038	226,057	171,981
1993	374,613	186,699	187,914
1994	442,511	248,535	193,976
1995	516,537	284,944	231,593
1996	553,631	281,694	271,937
1997	630,461	312,773	317,688
1998	479,258	310,328	168,930
1999	581,498	247,070	334,428
2000	643,814	334,834	308,980
2001	784,590	386,941	397,650
2002	797,306	382,115	415,191
2003	958,441	420,909	537,532
2004	831,711	440,465	391,246
2005	822,363	464,436	357,927
2006	959,767	436,265	523,502
2007	1,058,812	606,908	451,904
2008	1,097,197	668,352	428,845

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2009

Según el Ministerio de Agricultura, el año 2008, Agroindustrial Laredo cosechó el 28.40 % de la cantidad cosechada en la región La Libertad, mientras que Casa Grande cosechó 40.12 % y Cartavio el 31.47 %.

Comercialización del azúcar

La producción de azúcar, se distribuye a nivel nacional: La actividad económica del Perú durante el año 2001 fue muy fluctuante, sin embargo, la industria azucarera peruana produjo un total de 785,267 TM de azúcar, que corresponde a un incremento del 5.25% de la producción obtenida en el año 2000. De ese total el 27.63% (216,927 TM) fueron azúcares blancas domésticas refinadas. La empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. participó con el 11.38% de la producción nacional, porcentaje ligeramente superior a la participación del año 2000.

4.4.1.11. Producción Pecuaria

La actividad pecuaria está representada por la crianza de ganado caprino que significan el 35%, ovinos el 33% y vacunos el 32%; también se desarrolla la crianza de aves, para la producción de carne y huevos.

4.4.2. Salud

La zona urbana de Laredo cuenta con un hospital de ESSALUD, el cual fue cedido por la empresa azucarera a los pobladores, actualmente sólo se atiende a personas de la tercera edad. La mayoría de la población de Laredo acude con mayor frecuencia al Centro Materno Infantil, este establecimiento, se ha convertido en el principal centro de atención para los pobladores laredinos.

En la zona rural existen 2 puestos de salud, uno en el centro poblado de Menocucho y otro en Santo Domingo. El centro de salud de Menocucho, cuenta con escaso personal profesional y equipamiento. El centro de salud ubicado en Santo Domingo, solo cuenta con 01 médico, 01 enfermera y 01 técnica en enfermería. La falta de atención obliga a muchos pobladores de las zonas marginales a trasladarse a la ciudad de Laredo y/o Trujillo en busca de mejores servicios de salud; lo que constituye un alto costo para dichas familias.

Esta situación afecta a las personas de más bajos recursos, siendo los niños los que mas sufren las consecuencias, ya que mayoritariamente presentan

enfermedades diarreicas agudas, infecciones respiratorias, enfermedades dérmicas, parasitarias entre otros, llegando al 35% de desnutrición crónica. Sólo el 37% de la población, tienen acceso a algún establecimiento de salud.

Dentro de las medidas urgentes, es necesaria la ampliación e implementación de la atención del Centro materno infantil y de ESSALUD así como crear y reactivar Centros de Salud en los principales centros poblados capacitando adecuadamente a los profesionales de la salud.

4.4.2.1. Morbilidad Infantil

Las principales causas de la morbilidad infantil están referidas a enfermedades del aparato respiratorio, infecciones intestinales, síntomas y signos mal definidos, enfermedades de la piel, entre otras.

Tabla 36 - Diez primeras causas de morbilidad del niño (0-9 años) - Según Sexo – Distrito de Laredo 2008

Causas	Masculino	Femenino	Total	%
Enfermedades del sistema respiratorio	3,323	3,042	6,365	60.5
Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias	675	622	1,297	12.3
Enfermedades de la piel y el tejido subcutáneo	316	321	637	6.1
Enfermedades del aparato digestivo	189	200	389	3.7
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	161	131	292	2.8
Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos y otros trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad	162	128	290	2.8
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	133	135	268	2.5
Enfermedades del aparato genitourinario	53	102	155	1.5
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	72	72	144	1.4
Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa	81	60	141	1.3
TOTAL	5,165	4,813	9,978	100.0

FUENTE: Oficina de Estadística del C.S.M.I. LAREDO, 2009

4.4.2.2. Morbilidad General

Las principales causas de morbilidad en general en el distrito de Laredo son las enfermedades del sistema respiratorio, enfermedades infecciosas así como del sistema digestivo, entre otras.

Tabla 37 - Las 5 primeras causas de morbilidad general - Distrito de Laredo 2001-2004 y 2008

Orden	2001	2002	2003	2004	2008
1ra	Enfermedades del Sistema Respiratorio	Enfermedades del Sistema Respiratorio	Enfermedades del Sistema Respiratorio	Enfermedades del Sistema Respiratorio	Enfermedades del Sistema Respiratorio
2da	Síntomas y signos mal definidos	Ciertas enfermedades infecciosas parasitarias	Ciertas enfermedades infecciosas parasitarias	Síntomas y signos mal definidos	Ciertas enfermedades infecciosas parasitarias
3era	Ciertas enfermedades infecciosas parasitarias	Enfermedades del Sistema Digestivo	Enfermedades del Sistema Digestivo	Ciertas enfermedades infecciosas parasitarias	Enfermedades del Sistema Digestivo
4ta	Enfermedades de la piel	Enfermedades del Sistema Genitourinario	Enfermedades del Sistema Genitourinario	Enfermedades del Sistema Digestivo	Enfermedades del Sistema Genitourinario
5ta	Traumatismos y envenenamiento	Enfermedades de la piel	Enfermedades de la piel	Enfermedades del Sistema Genitourinario	Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conectivo

FUENTE: Oficina de Estadística del C.S.M.I. LAREDO, 2008

Las enfermedades del sistema respiratorio (34,8%) figura como las mas criticas, enfermedades con síntomas mal definidos (22,0%), ciertas enfermedades infecciosas (17,5%) y otras en menor porcentaje, pero igualmente peligrosas.

Tabla 38 - Diez Primeras Causas de Morbilidad General - Distrito de Laredo 2008

Causa	Masculino	Femenino	Total	%
1. Enfermedades del Sistema Respiratorio	4,307	4825	9,132	44.08

Causa	Masculino	Femenino	Total	%
2. Ciertas enfermedades infecciosas parasitarias	1,049	1692	2,741	13.23
3. Enfermedades del Sistema Digestivo	607	1718	2,325	11.22
4. Enfermedades del Sistema Genitourinario	147	1305	1,452	7.01
5. Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conectivo	404	745	1,149	5.55
6. Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	517	632	1,149	5.55
7. Enfermedades de la piel y el tejido subcutáneo	525	594	1,119	5.40
8. Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	200	460	660	3.19
9. Traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causa externa	343	251	594	2.87
10 .Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos y otros trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad	172	225	397	1.92
TOTAL	8,271	12,447	20,718	100

FUENTE: Oficina de Estadística del C.S.M.I. LAREDO, 2008

4.4.2.3. Mortalidad

Al 2004, las 5 primeras causas de mortalidad en el distrito de Laredo fueron: bronconeumonía, paro cardíaco, traumatismos y envenenamiento, cáncer esófago e hipertensión arterial.

Tabla 39 - Las 5 Primeras Causas De Mortalidad General Distrito de Laredo 2001-2004

Orden	2001	2002	2003	2004
1ra	Enfermedades del Sistema Respiratorio	Enfermedades del Sistema Respiratorio	Enfermedades del Sistema Respiratorio	Bronconeumonía
2da	Neoplasias	Enfermedades del Sistema Circulatorio	Enfermedades del Sistema Circulatorio	Paro cardíaco

Orden	2001	2002	2003	2004
3ra	Enfermedades del Sistema Circulatorio	Neoplasias	Neoplasias	Traumatismos y envenenamiento
4ta	Enfermedades del Aparato digestivo	Traumatismos y envenenamiento	Traumatismos y envenenamiento	Cáncer esófago
5ta	Traumatismos y envenenamiento	Enfermedades infecciosas parasitarias	Enfermedades infecciosas parasitarias	Hipertensión arterial

FUENTE: Oficina de Estadística del C.S.M.I. LAREDO

4.4.3. Educación

4.4.3.1. Nivel educativo

Al año 2006, en el distrito de Laredo existen 20 Centros de Educación Inicial con 1027 alumnos que estudian en 55 aulas acompañados por 66 docentes. Cuenta con 22 Centros de Educación Primaria con 4039 estudiantes en 169 secciones acompañados por 186 docentes. Existen 10 centros de educación secundaria con 2216 estudiantes en 87 secciones con un total de 163 docentes que además son responsables de la educación de adultos que al año 2006 eran 121 estudiantes.

En cuanto al nivel de educación superior existe dos centros de Educación Ocupacional con 46 estudiantes en 4 secciones con un total de 4 docentes. Actualmente tiene un centro Tecnológico con 296 estudiantes, distribuidos en 10 secciones y acompañados de 10 docentes.

La educación universitaria, la realizan en Universidades de la ciudad de Trujillo, existiendo para ello la Universidad Nacional de Trujillo y seis universidades privadas.

Tabla 40 - Condición del Distrito de Laredo por Niveles Educativos

NIVELES	N° Establecimientos		Total Matriculados		Total Secciones		Total Docentes	
	Escolariz.	No escol.	Escolariz.	No escol.	Escolariz.	No escol.	Escolariz.	No escol.

NIVELES	N° Establecimientos		Total Matriculados		Total Secciones		Total Docentes	
	Escolariz.	No escol.	Escolariz.	No escol.	Escolariz.	No escol.	Escolariz.	No escol.
NIVEL INICIAL								
PRONOEI CEI	20		1027		66		55	
NIVEL PRIMARIO								
Primaria Menores	22		4039		169		186	
NIVEL SECUNDARIO								
Sec. Menores	8		2216		77			
Sec. Adultos	2		121		10		150	
NIVEL SUPERIOR								
CEO Comercial	2		46		4		4	
Tecnológico	1		296		10		10	
TOTAL	55		7745		336		405	

Fuente: Ministerio de Educación 2006

4.4.4. La vivienda: características

En el distrito de Laredo existen 8,472 viviendas; de las cuales 8,306 corresponden a casas independientes y edificios. Por otro lado del total de viviendas. 6,062 poseen agua potable en sus viviendas.

Tabla 41 – Tipo de Vivienda

Categorías	Casos	%
Casa Independiente	8,240	97.26
Departamento en edificio	66	0.78
Vivienda en quinta	52	0.61
Vivienda en casa de vecindad	19	0.22
Choza o cabaña	74	0.87
Vivienda improvisada	6	0.07
Local no destinado para hab. humana	4	0.05
Otro tipo particular	1	0.01
Hotel, hostel, hospedaje	2	0.02

Categorías	Casos	%
Cárcel, centro de readapt. social	2	0.02
Aldea Infantil, Orfanato	1	0.01
Otro tipo colectiva	3	0.04
En la calle (persona sin vivienda)	2	0.02
Total	8,472	100.00

Fuente: INEI -2007

Tabla 42 - Abastecimiento de agua en la vivienda

Categorías	Casos	%
Red pública Dentro de la viv. (Agua potable)	6,062	80.90
Red Pública Fuera de la vivienda	539	7.19
Pilón de uso público	194	2.59
Camión-cisterna u otro similar	99	1.32
Pozo	250	3.34
Río, acequia.manantial o similar	81	1.08
Vecino	217	2.90
Otro	51	0.68
Total	7,493	100.00

Fuente: INEI -2007

4.4.5. Percepción de la población respecto de la actividad azucarera.

Percepciones de la población

Se recopiló información a través de encuestas con preguntas dirigidas a una muestra representativa de la población, con el fin de conocer estados de opinión y hechos específicos. Se seleccionaron las preguntas más convenientes, de acuerdo con la naturaleza de la investigación.

La proporción de la población que piensa que la normatividad ambiental es la adecuada es de 13.1 % siendo esta proporción menor a la que piensa que debe mejorarse (43.4 %). En este aspecto es preciso mencionar que el 43.5 % no está informado o no opina.

De la muestra el 70 % precisa que se ha visto afectado por la actividad azucarera haciendo incidencia en la quema de la caña de azúcar. Pero por otro lado el 47.8 % indica que se ha visto beneficiado económicamente directa e

indirectamente con la actividad agroindustrial contra un 43.2 % que indica no se beneficia. En el Anexo 4 se muestra el formato de la encuesta realizada.

Capítulo V

Impactos Ambientales

5.1. Metodología de Evaluación de Impactos Ambientales

Existen una gran variedad de métodos modelos y procedimientos para identificar los principales impactos sobre el ambiente o sobre algunos de sus factores. Es preciso señalar que la mayoría de los métodos fueron elaborados para proyectos específicos, de allí que resulta complicado generalizarlos, sin embargo puede aplicarse a otros proyectos similares.

Clasificación de los principales métodos de identificación:

Sistemas de Redes y Gráficos

- Matriz Causa-Efecto.
- Matriz en Etapas o Cruzadas.
- Matrices Escalonadas.
- Matriz de Moore.
- Lista de Verificación o Lista de Chequeo.
- Lista de Control.
- Diagramas de redes.

Sistemas Cartográficos

- Superposición de Mapas.

Para nuestra investigación utilizaremos el Método Causa-Efecto para identificar los principales impactos ambientales en la actividad azucarera.

MATRIZ CAUSA-EFECTO

Son métodos cualitativos, preliminares y muy valiosos para la identificación y valoración de los principales impactos ambientales. Pueden ser integrados a las diferentes fases del ciclo de un proyecto.

El primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental es la **Matriz de Leopold** (1971). Este método consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los factores ambientales susceptibles a ser afectados y como columnas a las acciones o principales actividades que serán causa de los posibles impactos.

La matriz de Leopold recoge una lista de aproximadamente 100 acciones y 88 elementos ambientales, con lo que el número de interacciones posibles era de 8,800, de todas estas son pocas las realmente importantes, de allí que se recomienda una matriz reducida con las interacciones más relevantes, las cuales pueden ser 50.

Cada cuadrícula de interacción se divide en diagonal, colocando en la parte superior la Magnitud y en la inferior la Intensidad, a cada uno se le asigna un signo positivo o negativo según sea el impacto en una escala del 1 al 10 (asignando el valor 1 a la mínima alteración y 10 a la máxima), pudiéndose ajustar estos valores según sea conveniente.

El sumatorio por filas nos indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por ende, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas nos dará una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio y por lo tanto su agresividad.

La principal desventaja es que no existen criterios únicos de valoración, estos dependen del juicio de grupo multidisciplinario que desarrolla la matriz.

5.2. Impactos Previsibles Identificados

En el presente capítulo se identifican y evalúan los impactos de las actividades contempladas en la actividad agroindustrial sobre los componentes físicos, biológicos, de interés humano y socioeconómico considerados en el estudio de línea base.

Ponderación

La escala utilizada para la ponderación se consideró para una variación de valores del 1 al 3 (asignando el valor 1 a la mínima alteración y 3 a la máxima). Asimismo se asignó 0 a los impactos de las actividades que no tenían relación con el aspecto ambiental.

En la

Tabla 43 se presenta una matriz de causa – efecto donde se describen los aspectos ambientales versus las actividades.

Tabla 43 - Matriz de Causa y Efecto

ACTIVIDADES	Actividades en Campo														Actividades en Planta																
	Preparación del Suelo		Siembra		Riego		Fertilización		Control de Maleza y Plagas		Cosecha (Corte y Quema)		Carguío y Transporte		Preparación de la Caña		Molienda		Clarificación		Filtración		Evaporación		Cristalización			Centrifugación		Quema de Combustible (Bagazo)	
ASPECTOS AMBIENTALES	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
Agua	-1	2	0	2	-3	3	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-46
Atmosfera	-2	2	-1	2	-1	2	-1	1	-1	1	-3	3	-3	2	-2	1	-1	1	-1	2	-1	2	-2	2	-1	2	-2	2	-3	3	-51
Suelo	-1	2	-1	3	-2	3	2	3	1	3	-1	3	-1	2	-1	1	-1	1	-1	2	-1	2	-1	2	-1	2	-1	2	-1	2	-21
Flora	-1	2	-1	2	1	2	-1	1	-1	2	-2	2	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10
Fauna	-1	2	-1	2	-1	1	-1	1	-1	1	-2	2	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
Socioeconómico	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	-1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	-1	2	79
Total	-3		0		-10		7		4		-24		-5		1		0		-2		-2		-4		-2		-4		-17		-61

Fuente: Elaboración Propia

M: Magnitud I: Intensidad



Principal Impacto Positivo



Principales Impactos Negativos

Descripción de Impactos Identificados

Según la matriz de causa y efecto para la actividad agroindustrial en Laredo, se determinó que los impactos atmosféricos (en la calidad del aire), son los más resaltantes. Dentro de las actividades que provocan mayor incidencia sobre este aspecto están las de cosecha y la quema de combustible (bagazo).

En el presente apartado se desarrollará la descripción de los impactos en la calidad del aire.

Impacto ocasionado por la quema de la caña de azúcar: Este impacto está relacionado con la actividad de la cosecha de caña en el campo, como se mencionó en Capítulo III en la descripción de la actividad azucarera (Página 27) los agricultores con el fin de eliminar las malezas, alimañas y residuos vegetales que intervienen y demoran la cosecha, proceden a la quema de la caña. Esta actividad libera particulados que se dispersan rápidamente pero que por sus características físicas precipitan rápidamente ocasionando frecuentemente un impacto en las viviendas y en los pobladores.

Durante el trabajo de campo se reconoció que en lugares de difícil limpieza tales como techos, bordes, azoteas y zócalos la acumulación de residuos de caña quemada, siendo estos indicios claros de que la quema en campo afecta diferentes zonas de la ciudad con una frecuencia, ubicación y variabilidad no constante, determinada principalmente por los factores meteorológicos y de ubicación puntual de la quema en campo.

Impacto ocasionado por la quema de bagazo: La Empresa Agroindustrial Laredo utiliza como combustible para el funcionamiento de sus calderas bagazo, con el cambio de diesel a bagazo las condiciones ambientales del distrito de Laredo mejoró sustancialmente, sin embargo aun se siguen produciendo emisiones de residuos a la atmósfera.

Los monitoreos realizados determinaron que los valores de PM_{10} y gases no exceden los límites propuestos por la normatividad correspondiente a los Estándares de Calidad Ambiental, pero se debe añadir que los resultados determinaron que las actividades del proceso agroindustrial alteran de cierta manera la calidad del aire.

Es preciso indicar que solo el monitoreo constante y en estaciones ubicadas de manera que cubran las posibles variaciones de la dirección del viento (más de 2) podrían determinar en situaciones diferentes a la de la toma de muestras realizada en la presente investigación, si se están excediendo los Estándares de Calidad Ambiental y por tanto si se está afectando a la salud de los pobladores.

Otros impactos: A pesar de que el análisis del resto de aspectos ambientales no está contemplado en la presente investigación, es preciso señalar que el impacto positivo que tienen en general la actividad agroindustria a lo largo de su cadena productiva sobre el aspecto socioeconómico es notorio.

La Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. genera empleo directo (planilla) a 1833 trabajadores²⁹. Lo cual beneficia aproximadamente a 9170 personas (tomando en cuenta que cada trabajador beneficia a 4 personas). Asimismo se debe considerar el empleo indirecto que esta actividad genera (tanto en las actividades de campo y fabrica), tal es así que según cifras del INEI³⁰, el 25 % de la población se dedica a actividades de agricultura y ganadería mientras que el 44.60 % corresponde a la PEA de servicios relacionados con la actividad agroindustrial.

Siendo estos factores influyentes en el manejo de las políticas ambientales de la empresa, la política municipal y el comportamiento de los otros actores involucrados.

²⁹ SUNAT – 2010

³⁰ Véase Tabla 24, Pág. 88

Capítulo VI

Propuesta de Manejo Ambiental

Luego de haber identificado los impactos ambientales por causa de la actividad azucarera, se debe contar con un manejo ambiental que contribuya a minimizar o mitigar estos impactos ambientales identificados. Las mitigaciones propuestas se refieren a aquellas que se implementarán antes del inicio de una operación y planes para cuando la actividad esté en operación.

El Manejo Ambiental que se propone comprende los temas siguientes: 1) Política Ambiental, 2) Medidas de prevención y mitigación de los impactos identificados, 3) Monitoreos Propuestos, 4) Participación Ciudadana, 5) Plan de Contingencia.

6.1 Política Ambiental

En el caso de la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., estudio-caso de esta tesis, la política ambiental propuesta se indica a continuación:

Declaración

Agroindustrial Laredo S.A.A. una empresa dedicada a cultivar y procesar caña de azúcar, asume el compromiso de mejorar continuamente sus procesos, previniendo, reduciendo o eliminado los impactos negativos de sus actividades sobre el ambiente, cumpliendo con la normatividad vigente.

Lineamientos

- Establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos ocasionados por la actividad agroindustrial, tales como emisión de partículas al ambiente ocasionados por la quema de la caña de azúcar y la quema de bagazo.
- Implementar procesos industriales modernos destinados a modificar la práctica de la quema de caña de azúcar de manera que la actividad

azucarera esté en armonía con el ambiente, evitando la emisión de partículas a la atmósfera.

- Promover el desarrollo sostenible del Distrito de Laredo mediante acciones de sensibilización, control y conservación de la calidad ambiental.
- Fortalecer la gestión ambiental del distrito bajo el enfoque de la ecoeficiencia y mejora continua.
- Lograr el control eficaz de las fuentes de contaminación (quema de caña y quema de bagazo como combustible) y determinar las zonas más expuestas a contaminantes e implementar sistemas de alerta y prevención.
- Integrar los mecanismos e instrumentos para el control de la contaminación.

6.2 *Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Identificados*

Las medidas de prevención y mitigación son las acciones que deben realizarse a fin de disminuir la contaminación del aire. Se proponen principalmente las siguientes acciones:

- Adopción de la tecnología de control disponible y de sistemas de registro, licencias, verificación e inspección.
- Implementación de un programa de monitoreo de calidad del aire, es decir la implementación de un sistema continuo de vigilancia de la calidad del aire y las emisiones, siendo éste necesario para conocer si las estrategias tomadas son adecuadas para no solo mantener si no también mejorar la calidad del aire.
- Estimación de los niveles existentes de emisión de las fuentes fijas y móviles, y proyección de los futuros niveles de emisión basados en los inventarios de emisiones de fuentes puntuales y regionales.

- Estimación de las condiciones futuras mediante el cálculo de la proyección del aumento de la demanda de la producción, economía y modelos de dispersión.
- Desarrollo de planes de contingencia para episodios de contaminación, tomando en cuenta las condiciones meteorológicas que puedan provocar situaciones que requieren programas de urgencia.

Específicamente para controlar los principales impactos negativos a la calidad del aire identificado se proponen las siguientes medidas:

6.2.1. Control de las emisiones producidas por la quema de la caña de azúcar en campo

Como se mencionó previamente la quema de la caña de azúcar se produce con una frecuencia, ubicación y variabilidad no constante, además de que la dispersión del material particulado es afectada principalmente por las condiciones meteorológicas. En ese sentido se propone el monitoreo constante de los parámetros meteorológicos.

Asimismo, en base a la información histórica antes registrada de meteorología y datos de cosecha (meses de cosecha, hectáreas, etc.) elaborar modelos matemáticos de dispersión de contaminantes en diferentes escenarios.

Los modelos elaborados y monitoreo meteorológico se pueden integrar espacialmente en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permita relacionar condiciones meteorológicas, lugar, características de la parcela quemada y el modelo matemático correspondiente para el escenario descrito; con un plan de contingencia en una determinada zona del distrito.

Además es necesario crear conciencia sobre los productores de caña en cuanto a que la operación de quema debe ser controlada ya que la emisión de partículas genera un impacto negativo en el bienestar de las personas. Las horas para realizar dicha actividad, deberán ser de preferencia cuando la velocidad del viento sea la adecuada en base a los moldeamientos realizados.

Otra alternativa sería el corte blanco en caña, es decir cosechar sin quemar la caña, ya que no contamina, las hojas y cogollos de la caña cosechada sin quemar sirven para conservar la humedad del suelo, abonos a este y aumentar los microorganismos benéficos de la plantación. También se puede usar como forraje. Tal es el caso de la experiencia en Agroindustria San Jacinto S.A. del distrito de Nepeña, provincia Santa, departamento de Ancash, en donde se ha demostrado que es viable cosechar la caña sin quemarla. El *corte en blanco* aplicado en Julio del 2003 en el campo Cerro Blanco hizo que el rendimiento superara al tradicional de *quema-corte* en 2.18 TM de azúcar por Ha. debido al mayor porcentaje de sacarosa (13.56 vs. 12.39) y mucho menor porcentaje de impureza (2.45 vs 7.08)³¹.

6.2.2. Control de las emisiones gaseosas y material particulado al ambiente producidos por la quema del bagazo

En lo que respecta al control de los gases y particulados producidos por la actividad industrial, se proponen las siguientes medidas:

- Instalar nueva caldera de menor emisión de gases y material particulado.
- Realizar monitoreo de seguimiento y control de emisiones gaseosas y material particulado en calderas.
- Continuar con el uso de bagazo como combustible, ya que este emite menor cantidad de contaminantes.

³¹ Revista AGRONOTICIAS N° 348 – Octubre 2009, Lima – Perú

- Colocar filtros en las chimeneas para que retengan el particulado de las emisiones de combustión³² que se realizan en los hornos y calderas.

Beneficios para el Ambiente:

Las medidas mencionadas dentro de la propuesta de manejo ambiental están orientadas a disminuir la contaminación del aire. Tal es el caso del cambio de combustible fósil al uso de bagazo en la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. realizado a razón de la implementación del PAMA, el año 2002.

En la Tabla 44 se puede apreciar como luego del cambio a bagazo se redujeron las concentraciones de material particulado correspondiente a las emisiones a través de las chimeneas.

Tabla 44 - Comparación entre máxima emisión anual de PM₁₀ versus consumo de diessel – 2001-2006

Parámetro	2001	2002	2003	2004*	2005	2006
Máxima emisión en el año de PM ₁₀ (ug/m3)	1893.3	94.7	97	70	94	87
Diesel (Miles de Galones)	474814.5	764133	63840	0	0	0

*Este año se completó el proceso de cambio de diessel a bagazo como combustible

Fuente: PAMA, Informes de Cumplimiento del PAMA – 2001-2006

Asimismo durante los monitoreos realizados en la investigación realizada el año 2001, en la Universidad Nacional de Trujillo³³ antes del cambio a bagazo,

³² Según el Informe de Supervisión Anual Del Cumplimiento Ambiental Y Social 2006 el material particulado emitido por Agroindustrial Laredo a través de las chimeneas de las calderas (en donde se quema el bagazo) registró en Octubre 2005, 94 ug/m³ y en Agosto del 2006 , 87 ug/m³

³³ Evaluación de los contaminantes atmosféricos en la ciudad de Laredo, emitidos por la empresa Agroindustrial Laredo el año 2001 por Wilfredo Guzmán Pérez, Universidad Nacional de Trujillo – UPG, 2002

para estaciones equivalentes a las utilizadas en la presente investigación³⁴ se pudo evidenciar que los valores obtenidos son mucho más altos que encontrados el 2009.

Tabla 45 - Comparación entre muestreo de calidad del aire de la Tesis UNT 2001 y de la presente investigación – 2001-2006

Estación	2001*	2008**
A1 (2001) y LCA-01 (2008)	150	51.3
A4 (2001) y LCA-02 (2008)	92	29.9

* Setiembre 2001 ** Octubre 2009

Cabe resalta que el cambio de combustible es una de las medidas a implementar en razón de mejorar la calidad del aire, pero los resultados obtenidos evidencian una modificación a las condiciones normales del aire.

6.3 Monitoreos Propuestos

Describe las actividades a realizarse en campo y planta contempladas en un programa de monitoreo. Éste será revisado anualmente en función de los resultados obtenidos, a fin de actualizarlo y presentarlo ante la autoridad competente. Sus objetivos son conocer el efecto real causado por las actividades de la agroindustria; verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas; verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables; detectar de manera temprana efectos imprevistos e indeseados a fin de controlarlos.

El plan de monitoreo incluirá los parámetros a evaluar (precipitación, temperatura, presión, humedad relativa, evapotranspiración, radiación solar,

³⁴ Por su ubicación respecto a la planta, se tomó en consideración las estaciones del año 2001, A1 como equivalente a LCA-01 y A4 como equivalente a LCA-02.

velocidad y dirección del viento, PM_{10} y concentración de gases), estaciones de monitoreo, metodología de monitoreo, frecuencia de monitoreo así como estándares y protocolos a considerar.

Comprenderá los monitoreos de meteorología y calidad del aire.

Los objetivos del plan de monitoreo son:

- Conocer el efecto real causado por la actividad agroindustrial, evaluando los componentes ambientales señalados más adelante.
- Verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Detectar de manera temprana efectos imprevistos e indeseados, a fin de controlarlos definiendo y adoptando medidas y acciones apropiadas y oportunas.

El plan de monitoreo para cada componente, incluirá:

- **Parámetros:** Variables físicas, químicas y biológicas, medidas y registradas para caracterizar el estado y evolución de los componentes ambientales.
- **Estaciones de monitoreo:** Puntos de medición y control establecidos para cada componente ambiental.
- **Metodología:** Metodologías de medición y de análisis de la información para cada variable, incluyendo protocolos.
- **Frecuencia:** periodicidad con que se efectúan las mediciones, toma de muestras y análisis de cada parámetro.
- **Estándares y protocolos:** estándares definidos por normas nacionales vigentes y criterios recomendados por organizaciones internacionales con fines de comparación.

El programa de monitoreo comprende los siguientes componentes ambientales:

- Meteorología
- Calidad del aire

Meteorología

Parámetros

Se consideran los siguientes parámetros:

- Precipitación
- Temperatura (máxima, mínima y promedio)
- Presión barométrica
- Humedad relativa
- Evapotranspiración
- Radiación solar
- Velocidad (máxima y promedio) y dirección del viento.

Estaciones de monitoreo

Agroindustrial Laredo S.A.A. opera y recoge información meteorológica en la estación que posee en planta, ubicada en las instalaciones de la misma. Esta ubicación se mantendrá. Asimismo se recomienda que mensualmente se realicen monitoreos de la meteorología en 4 puntos ubicados en campo mediante la utilización de estaciones meteorológicas portátiles con el fin de realizar un seguimiento y control del comportamiento meteorológico y de las variables que influyen en el proceso de dispersión de contaminantes en aire producidos por la quema en campo de la caña de azúcar.

Metodología

La estación automática del proyecto recopila información meteorológica mediante sensores, la cual es almacenada en un instrumento de

almacenamiento de información (data logger, nombre en inglés), la cual es recogida periódicamente en una computadora personal, para su posterior análisis e interpretación.

Para el caso de las estaciones portátiles el funcionamiento es el mismo solo que la cantidad de datos es menor debido la frecuencia

Frecuencia

Para el caso de la estación automática, se recogen registros horarios de cada variable, mientras que para las estaciones en campo los registros se recogerán de manera horaria pero durante un día por mes.

Estándares y lineamientos

No aplicable.

Calidad de aire

Parámetros

El monitoreo de calidad del aire, considera la determinación de los siguientes parámetros:

- Concentración atmosférica de material particulado, fracción respirable (PM₁₀).
- Concentración de gases SO₂, NO_x y CO
- Parámetros meteorológicos en de los puntos medidos.

Estaciones de monitoreo

Se han establecido de manera preliminar 4 estaciones de monitoreo de calidad de aire. La

Tabla 46 incluye información sobre dichas estaciones y su ubicación se muestra en el Mapa 8.

Tabla 46 - Ubicación de las estaciones propuestas en el programa de monitoreo.

Estación	Este	Norte
LCA-01	725379	9105336
LCA-02	724825	9105152
LCA-03	724725	9105418
LCA-04	725357	9105850

Fuente: *Elaboración Propia* PSAD 1956 17S

Metodología

Para las mediciones de material particulado se utilizará un equipo muestreador de alto volumen (Hi-Vol). Para el caso de los gases se utilizará un tren de muestreo, en ambos casos teniendo como referencia y guía el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire de la DIGESA vigente.

Frecuencia

La concentración de PM_{10} serán monitoreados de manera trimestral teniendo en cuenta los periodos de quema. Las mediciones se harán sobre la base de registros de 24 horas. Para el caso de los gases se realizará igualmente de manera trimestral sobre los registros a las horas correspondientes indicadas en el Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Estándares y lineamientos

D.S. N° 074-2001-PCM, D.S. N° 069-2003-PCM, D.S. N° 003-2008-MINAM
Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Emisiones

Para el caso de las emisiones se continuará con el programa contemplado en el PAMA del año 2000, el cual en la actualidad solo contempla el monitoreo de las emisiones de las chimeneas 4 y 5 que son las que se encuentran en operación al presente.

Tabla 47 – Estaciones y Parámetros de Monitoreo de Efluentes

Estaciones:	Frecuencia del Recojo de Muestras y Análisis	Parámetros Monitoreados
Estación 4 (Chimenea 4)	Semestralmente	Material Particulado
Estación 5 (Chimenea 5)		Óxidos de Nitrógeno(NOx)
		Dióxido de Azufre (SO ₂)
		Monóxido de Carbón (CO)

Fuente: Informe de Supervisión Anual del cumplimiento Social Y ambiental 2004 - Laredo

6.4 Participación Ciudadana

La Participación Ciudadana es un instrumento de gestión ambiental que permite cumplir lo siguiente:

- Mejorar el desempeño ambiental de la empresa, el cual se encuentra vinculado a la competitividad comercial y responsabilidad social.
- Mejorar la percepción de la población respecto a las actividades de la empresa.
- Maximizar beneficios para la empresa, población y Ambiente.
- Introducir cambios en el diseño y ejecución de las operaciones industriales.
- Incorporar información relevante que la población ha suministrado mediante consulta.

Beneficios para la Población

A partir de una estrategia de participación ciudadana, la empresa, el Ambiente y la población, pueden obtener beneficios directos e indirectos, entre los que podemos mencionar los siguientes:

- Establecer mecanismos de comunicación con la empresa.
- Mejor calidad de vida de la población, mediante una adecuada gestión ambiental y responsabilidad social de la empresa.
- Mejor conocimiento del proyecto y actividad empresarial, y su rol en el desarrollo de la región.
- Apoyar la implementación de actividades empresariales más eficientes.
- Disminuir costos, al plantearse actividades empresariales más eficientes.
- Lograr mayor transparencia y responsabilidad en la toma de decisiones.
- Conocer puntos de vista, preocupaciones, valores, prioridades y sugerencias de la comunidad que podrían influir en el buen desarrollo del proyecto o actividad de la empresa, minimizando los conflictos con la población.
- Mejorar relación con la autoridad ambiental competente, debido a progresos conseguidos en el desempeño ambiental empresarial.
- Asumir liderazgo en desarrollo económico sostenible.

Beneficios para el Ambiente

- Mejorar la calidad del aire del área de influencia del emplazamiento industrial.

- Promover equilibrio entre la actividad industrial y el Ambiente.

En la siguiente tabla se enumeran algunos principios orientadores para un mejor desempeño de la participación ciudadana:

- No se ejercita con fórmulas o recetas únicas.
- Debe brindar información idónea, necesaria, suficiente y oportuna.
- Debe ser transparente y las contribuciones de la población deben ser respetadas.
- No significa que terceros tomen decisiones, sino que la comunidad contribuye con información para la toma de decisiones.
- Debe ser eminentemente local.
- Debe ser planificada y documentada.
- No debe ser una formalidad, es esencial para lograr soluciones sostenibles.
- Debe ser proactiva.
- Debe generar responsabilidades compartidas.
- Requiere la apertura de las partes durante el proceso de evaluación.

Objetivos

Identificar y evaluar el grado de percepción y conocimiento sobre:

- Normas ambientales vigentes.
- Cumplimiento de las normas ambientales y otras afines, por parte de la empresa.
- Niveles de comunicación con la empresa.
- Potenciales problemas ambientales que se presentan en la comunidad.

- Opiniones y sugerencias para un adecuado desempeño ambiental.
- Contribución de la empresa en el desarrollo local.

Alcances

- Identificación de grupos sociales de interés involucrados.
- Recopilación de datos relevantes, de fuentes confiables para efectuar cruces de información.
- Identificación de aportes de la empresa a la comunidad.
- Evaluación y análisis de la información e identificación de conflictos y expectativas de la comunidad.

Metodología

- Delimitación del área de influencia local de las actividades de la empresa.
- Identificación de grupos sociales de interés en el área de influencia de la empresa.
- Convocatoria a reunión una vez cada 2 meses, teniendo en cuenta a los principales actores sociales y representantes del área de influencia.
- Ejecución de charla informativa a grupos sociales involucrados trimestralmente.
- Evaluación y análisis de la información anualmente.
- Fortalecimiento de los grupos (trabajadores y pobladores) para que se encuentren capacitados tanto en las medidas preventivas como en el monitoreo ambiental.

6.5 Plan de Contingencia

El Plan de Contingencia que se desarrolla a continuación establece las acciones que deberán seguir la Empresa Agroindustrial Laredo, en caso de emergencias relacionadas con las características de la calidad del aire (incendios, incendios derivados de sismos, niveles de partículas en el aire mayores a los establecido como limite por la normatividad vigente), de modo tal que el personal de la empresa se encuentre en capacidad de responder efectivamente frente a situaciones de emergencia.

El Plan de Contingencias será objeto de revisiones y actualizaciones de acuerdo al desarrollo de las actividades, experiencia de los simulacros efectuados y de las modificaciones o ampliaciones de la planta.

6.5.1 Objetivos

Estar preparados para afrontar organizadamente emergencias contingencias, siniestros y desastres estableciendo los procedimientos para su prevención, respuesta y debido control en caso de presentarse, asumiendo las acciones pertinentes para solucionar la situación problemática y evitar o minimizar los posibles daños al personal, material, maquinaria, equipo, instalaciones, proceso, producto y Ambiente, restituyendo la normalidad con la mayor rapidez con el menor costo y la mayor garantía de seguridad a fin de posibilitar la continuidad en la totalidad de las operaciones de la planta.

6.5.2 Organización

La organización diseñada en el Plan será la encargada de coordinar los recursos humanos y físicos a movilizar en este tipo de emergencias ambientales.

Se establecerá un Comité de Seguridad Ambiental, el cual coordinará las principales acciones y tomará las decisiones básicas a seguir antes, durante y después de una emergencia. Para cumplir con el fin, este deberá estar provisto de todos los sistemas de comunicación y facilidades para el control del siniestro.

El personal que deberá conformar este comité es el siguiente:

Presidente.- la presidencia estará a cargo del Gerente de la planta, quién reportará de lo sucedido al Gerente General.

Secretario.- será el Jefe de Seguridad Industrial de la Planta, quién en ausencia del Presidente asumirá ese puesto. Además, será el jefe de la brigada de incendio y emergencia.

Asesor Ambiental.- estará a cargo del Responsable Ambiental Interno, quien actuará dentro del comité para casos donde exista impacto al Ambiente y como asesor del mismo.

Miembros.- los Jefes de las principales áreas de la planta.

Brigadas de Emergencia/Contingencia.- estarán formadas por grupos de personas encargadas (trabajadores) de acudir inmediatamente al lugar del incidente. Su oportuna y decidida intervención puede salvar muchas vidas humanas, así como, equipos e infraestructura. Se considera necesario para tal fin, la implementación de cuadrillas permanentes de salvataje, debidamente adiestradas y provistas de los implementos suficientes para llevar a cabo sus funciones.

Estas brigadas deben contar con el apoyo del personal médico o paramédico, así como, del personal de seguridad que ayude a dar las facilidades mínimas para que el personal que participa en la mitigación de los incidentes, pueda trabajar sin mayores problemas.

6.5.3 Plan de Acción

Se implementará un sistema de monitoreo, control, vigilancia y alarma que permita activar el procedimiento de emergencia en forma automática. Los equipos de apoyo para este sistema serán instalados en zonas críticas de fácil acceso.

6.5.4 Estrategia de Respuesta para Situaciones de Emergencia

Producido el incidente, el Plan se desarrollará comprendiendo las siguientes etapas:

1º Etapa: Notificación

Toda emergencia deberá comunicarse de inmediato al Gerente de la Planta.

La persona que reciba el aviso deberá obtener del informante los siguientes datos:

- a. Nombre del informante.
- b. Lugar de la emergencia.
- c. Fecha y hora aproximada en que se produjo la emergencia.
- d. Características de la emergencia.
- e. Tipo de emergencia.
- f. Magnitud.
- g. Extensión.
- h. Circunstancias en que se produjo.
- i. Posible (s) causa (s).

Primeras acciones realizadas para el control de la emergencia.

2ª Etapa: Inspección

Recibida la notificación, se apersonará al lugar del evento para ratificar o rectificar lo informado y constatar si la emergencia continúa o si hubiera algún riesgo latente.

Se realizará una evaluación del estado situacional del evento teniendo en cuenta:

- a. El tipo y magnitud de la emergencia.
- b. Riesgo potencial.
- c. Información meteorológica necesaria de acuerdo al tipo de emergencia.
- d. Posibles efectos, considerando la ubicación de las zonas críticas (centros poblados, instalaciones de servicios básicos, áreas de

importancia ecológica y económica) y sus prioridades de protección.

- e. Condiciones del lugar (características meteorológicas y del medio terrestre) que garanticen un desarrollo seguro de las operaciones de respuesta.
- f. Estrategia a adoptar y estimación de los recursos materiales y humanos propios y de organismos de apoyo (Fuerzas Armadas, Defensa Civil, Municipalidad, etc.) a requerir, así como del tiempo de desplazamiento de dichos recursos al lugar de la emergencia.

De estimarse que la magnitud de la emergencia sobrepasa la capacidad de respuesta del Organismo de Coordinación Local, se contactará con el Coordinador Zonal quien será el encargado de activar el Plan General de Contingencia o de elevar las acciones a un nivel mayor.

3º Etapa: Operaciones de Respuesta

Verificadas las condiciones del lugar para la ejecución segura de las acciones del Grupo de Respuesta y que la emergencia pueda ser controlada, con suficiencia, con los recursos disponibles por el Organismo de Coordinación Local y las instituciones de apoyo, se procederá a activar el Plan de Contingencia.

Las operaciones de respuesta deberán tener siempre en cuenta las prioridades siguientes:

- a. Preservar la integridad física de las personas.
- b. Prevenir o minimizar la alteración o daño de áreas que afecten las necesidades básicas o primarias de núcleos poblacionales colindantes.
- c. Prevenir y minimizar las contingencias de áreas de importancia ecológica.

Estas se llevarán a cabo de acuerdo a los procedimientos de trabajo y perfiles de seguridad establecidos, a fin de prevenir accidentes, incendios o explosiones.

4º Etapa: Evaluación del Plan, Daños, y Niveles de Alteración

(a) Evaluación del Plan

Concluidas las operaciones de respuesta se evaluarán los resultados de la puesta en práctica del Plan de Contingencias y se emitirán las recomendaciones que permitan su mejor desarrollo.

(b) Evaluación de Daños

Se elaborará un registro de daños, como parte del Informe Final de la Contingencia. En dicho registro se detallará lo siguiente:

1. Recursos utilizados.
2. Recursos no utilizados.
3. Recursos destruidos.
4. Recursos perdidos.
5. Recursos recuperados.
6. Recursos rehabilitados.
7. Niveles de comunicación.

El Gerente de Producción de la Planta definirá el momento adecuado y a los niveles de competencia en que debe manejarse la información sobre la contingencia; así, decidirá a que dependencias de la empresa y fuera de ella se debe comunicar el evento.

5º Etapa: Resarcimiento de Daños y Perjuicios

La afectación de bienes o propiedades, privadas y/o comunitarias, como consecuencia de la contingencia, pueden derivar en demandas por

resarcimiento de daños y perjuicios, estos aspectos deben contemplarse en el aspecto financiero.

6.5.5 Casos Específicos de Emergencia

A continuación se describen algunos incidentes posibles de presentarse que pudieran afectar la calidad del aire, así como el plan de contingencia a seguir.

1. Incendios

Esta emergencia puede presentarse por efecto de una falla mecánica en los equipos, por maniobras o por actos inseguros que producen la conjunción de fluidos inflamables, combustible y calor. Esta emergencia puede generar el deterioro de los equipos, con la consecuente interrupción de las operaciones de la planta, así como, el riesgo de vidas humanas e impactos al Ambiente.

La emergencia será controlada de la siguiente manera:

- El personal que detecte la emergencia procederá a cerrar las válvulas de suministro de combustibles o a cortar el suministro en la zona siniestrada, de inmediato, según sea el caso. Se combatirá de inmediato el incendio con los medios disponibles, los mismos que estarán en los lugares indicados en el plano de evacuación de la instalación industrial. Esta acción se realizará hasta controlar completamente el incendio. Finalmente se reportará el hecho al Comité de Seguridad.
- Se abrirán los interruptores para aislar eléctricamente las instalaciones afectadas.
- Se dará aviso de inmediato a la brigada contra incendios. De encontrarse ésta muy distante, el personal que se encuentre en el lugar del incendio tomará las acciones correspondientes hasta la llegada de la brigada.
- Se deberá evacuar del área al personal que no participa en el control del incendio.

- De ser necesario, se dará alerta de incendio a la compañía de bomberos de la ciudad y al Jefe de Defensa Civil. Deberá indicarse el tipo, magnitud y hora de inicio del incendio.

2. Incendios derivados de sismos

- El personal deberá interrumpir sus labores y evacuar el área de inmediato, con el fin de evitar accidentes. De ser necesario, según la intensidad del sismo, se cortará el suministro de combustible, y se apagarán los equipos, procediendo a la evacuación inmediata de las instalaciones hacia una zona de concentración identificada en las instalaciones.
- Se auxiliará al personal accidentado, y pasado el siniestro, se evaluarán los daños materiales en las instalaciones, quedando a la espera de instrucciones del Comité de Seguridad Ambiental.

3. Niveles de partículas en el aire mayores a lo establecido como límite por la normatividad vigente

Esta emergencia puede presentarse por efecto de la confluencia de factores meteorológicos y de actividades antropogénicas tales como la quema de caña en campo. Esta emergencia puede contribuir al deterioro de la calidad del aire, causando de esta manera el deterioro del estado sanitario de las viviendas que estuvieran siendo afectadas.

La emergencia será controlada de la siguiente manera:

- El personal que detecte la emergencia procederá a comunicar en paralelo a el capataz de la parcela de caña que está siendo quemada que detenga la actividad antes mencionada, de la misma manera se comunicara con la vivienda o las viviendas afectadas para que adopten las medidas necesarias tales como el permanecer dentro de sus viviendas con ventanas cerradas.

- Durante este período se obtendrá un reporte de la estación meteorológica instalada para estos fines y cuando se detecte que el nivel de concentración de particulados en el aire es el adecuado se procederá a comunicar a los habitantes de las viviendas afectadas.
- Se dará aviso de inmediato a la brigada de limpieza. De encontrarse ésta muy distante, el personal que se encuentre en el lugar tomará las acciones correspondientes hasta la llegada de la brigada.
- Como parte de las acciones de participación ciudadana se capacitará a los pobladores en el uso de mascarillas y de aseo constante de las fosas nasales ante la ocurrencia de estos eventos.

6.5.6 Capacitación de Personal

El Programa de capacitación en el manejo adecuado de los equipos de control de emergencias, deberá incluir a todo el personal de mantenimiento, operaciones, seguridad y transporte.

El Plan deberá incluir los siguientes aspectos en lo relacionado a capacitación:

1. Programa anual de entrenamiento, indicando: tipo de emergencia, posibles lugares, fechas tentativas, acciones a tomar, material a utilizar acorde a la contingencia.
2. Realización de simulacros de los distintos tipos de emergencias, tomando en cuenta los posibles lugares de ocurrencia, las acciones a tomar y los recursos físicos a utilizar.
3. Confeccionar un formato para reportar la secuencia y poder evaluar la práctica del entrenamiento.
4. Incluir la relación de personal que ha recibido entrenamiento para el control de emergencias indicando, dirección y teléfono con la finalidad de ser ubicados en caso de producirse una emergencia.
5. Llevar estadísticas de las emergencias en las cuales se consideren las causas, magnitud, zonas afectadas, frecuencias con fines de

determinar los riesgos para elaborar programas de capacitación y entrenamiento.

6.5.7 Información y Comunicaciones

1. Establecer el área responsable que comunique a la Autoridad Competente dentro del plazo que establezca la ley luego de ocurrido un incidente.
2. Definir al área responsable que proporcione, información oficial a la empresa Auditora para que esta efectúe el informe preliminar. Confeccionar un formato, indicando tipo de incidente, lugar, fecha y hora, causa aparente, daños humanos y materiales, acciones tomadas para mitigar el derrame, y restaurar la zona afectada.

6.5.8 Información Complementaria

A continuación se indica la información mínima, de actualización constante, que se debe adjuntar al Plan.

- Una lista de personas y oficinas que deberán ser alertadas e informadas inmediatamente en caso de ocurrir una emergencia.
- Una lista de acciones, con un orden de prioridad establecido, que deben realizarse en una situación de emergencia.
- La designación de la autoridad, la identificación de la línea de mando y la designación del personal calificado para tareas específicas.
- Redes de comunicación que aseguren la coordinación de esfuerzos y respuestas eficientes.
- El material de referencia mínimo (mapas indicando áreas de relativa sensibilidad o que tienen altas probabilidades de falla,

especificaciones técnicas de equipo a usar en emergencias) y otra información técnica que pudiera ser de utilidad para aquellas personas responsables de las acciones.

- Un inventario del tipo de equipo y material disponible para responder a una emergencia, incluyendo un croquis de ubicación de los mismos.

En detalle se debe incluir en el Plan:

1. Equipamiento

- Incluir relaciones de códigos de los materiales e insumos ubicados en el almacén general, destinados al control de emergencias.
- Establecer un inventario de equipos los cuales deberán estar distribuidos de acuerdo al tipo de emergencias.
- Deberá existir un programa anual de inspección y mantenimiento de equipos de emergencias.

2. Infraestructura

El Plan deberá considerar la información necesaria sobre aquellas instalaciones en operación que forman parte del Plan de Respuesta a las emergencias, tales como:

2.1. Infraestructura Operativa

- Características generales de instalaciones.
- Riesgos potenciales identificados.
- Procedimientos de control en emergencias operativas.

2.2. Infraestructura Contra Incendios

- Plano de edificios, instalaciones y terrenos.

- La ubicación de las válvulas principales de control (equipos de procesos, suministro de agua, suministro de combustible, etc.), válvulas de comprobación, bombas, espacios para mangueras, salidas de agua, los cuales se encuentran debidamente identificados y son de fácil acceso.

2.3. Infraestructura Médica

- Capacidad hospitalaria de la planta.
- Capacidad hospitalaria de localidades cercanas.

6.6 Plan de Cierre Conceptual

6.6.1 Estatus Ambiental Propuesto

Las medidas propuestas en el Plan de Cierre tendrán como objetivo principal el devolver las condiciones originales del entorno, antes del inicio de actividades industriales de la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.

6.6.2 Requerimientos

El Plan de Cierre deberá contemplar lo siguiente:

1. Desarrollo de un Plan de Cierre;
2. Protección y transporte de estructuras sobre y bajo tierra;
3. Manejo y disposición final de materiales contaminados;
4. Limpieza del lugar de manera que proporcione estabilidad de los aspectos ambientales a largo plazo;
5. Reacondicionamiento de zonas perturbadas; y
6. Presentación del Informe de Cierre a la entidad correspondiente.

6.6.3 Procedimiento a seguir

Se desarrollaran los lineamientos básicos para la finalización de actividades o retiro de servicio de las diferentes clases de instalaciones industriales, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de la reglamentación ambiental vigente.

6.6.3.1 Instalaciones

El retiro de instalaciones contempla la preparación de instrucciones técnicas y administrativas necesarias, teniendo en cuenta:

- Planos de construcción y montaje de los diversos componentes de la planta.
- Inventario y registro de maquinarias y equipos de la planta, con el detalle de sus características, así como de estructuras de metal y condiciones de conservación, tanques de almacenamiento, líneas de tuberías, bombas, válvulas, equipos y accesorios.
- Calculo de obras civiles para proceder al retiro, incluyendo las excavaciones requeridas por debajo del nivel del terreno según regulaciones pertinentes.
- Calculo de excavaciones para el retiro de líneas de desagüe, eléctricas y otras enterradas.
- Desmontaje de maquinarias, equipos, etc.
- Retiro de estructuras metálicas, tanques de almacenamiento, línea de tuberías, generadores, alternadores, bombas, válvulas, etc.
- Demolición de obras civiles: paredes, techos, etc. Remoción de cimientos estructurales. Excavaciones, movimiento de tierras, rellenos y nivelaciones.
- Se acondicionarán rellenos sanitarios para la disposición de toda la basura industrial proveniente de la operación

- La cobertura superficial que se encuentre contaminada con derivados de petróleo o alguna sustancia peligrosa será dispuesta en pozas para desechos peligrosos.
- Se deberá mantener un cerco de alambra a fin de controlar el acceso de animales o personas a las estructuras remanentes en el área.

6.6.3.2 Oficinas e Instalaciones

El retiro del servicio de instalaciones será efectuado de acuerdo a los siguientes lineamientos:

- Retiro de materiales de oficina.
- Limpieza y clausura de oficinas.
- Desmontaje de instalaciones y traslado a lugares previstos para este fin.
- Comprobada la existencia de residuos sólidos, basura, aguas servidas u otros, estos deberán ser removidos durante el retiro de servicio. }

6.6.3.3 Restauración del Lugar

Para la restauración del lugar se puede seguir el siguiente procedimiento:

- Identificar áreas con derrames de combustibles, solventes, u otros residuos líquidos producto de la carga y descarga de dichos productos.
- Dimensionar y delinear el área identificada. Se procederá a tomar las medidas del área identificada, la cual servirá para determinar el método de muestreo de suelos.
- Tomar una muestra representativa del área contaminada para su posterior análisis en laboratorio.
- Evaluar el grado de contaminación del área muestreada para determinar la disposición final del material removido a lugares preestablecidos.

- Picar la tierra y recortar el terreno por rebanadas en todo lugar donde se observe la presencia del derrame para luego ser recogidas hacia los camiones de desmonte.
- Rellenar con tierra de características similares a la original, o con tierra de calidad agrícola, para lograr mitigar los impactos de la excavación.
- La última etapa de la fase de abandono o término de actividades es la de reacondicionamiento, que consiste en devolver a la superficie de suelo, la condición original o el uso deseado y aprobado. El trabajo incluye aspectos de: relleno, reconstrucción, reemplazo de suelos, rectificación de la calidad del suelo, descontaminación y protección contra la erosión, tomando en consideración las condiciones climáticas y topográficas.

Capítulo VII

Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

- El principal impacto negativo identificado fue el impacto sobre la calidad del aire por la presencia de material particulado, ocasionado al momento de la quema de caña de azúcar en el área de estudio. La emisión de particulados a la atmósfera por quema se ha incrementado respecto a los años anteriores, debido al incremento de la producción. Esto acarrea molestias en los pobladores.
- Se evaluó los contaminantes atmosféricos, partículas suspendidas menores a 10 micrones (PM_{10}), y las concentraciones de CO , SO_x y NO_x , en dos puntos uno a barlovento y otra a sotavento de la planta agroindustrial, los cuales se encontraban por debajo de los estándares de calidad del aire, pero existiendo una diferencia entre las estaciones medidas, notándose así que las actividades antropogénicas como la producción de azúcar modifican las condiciones normales del aire.
- En Laredo no existe una gestión ambiental integral orientada a mitigar los efectos negativos de los problemas ambientales y prevenirlos en aras del desarrollo sostenible. La atmósfera de Laredo recibe emisiones de gases y partículas, producidas por industrias especialmente la azucarera. Las principales fuentes de contaminación en la ciudad de Laredo son las fuentes fijas las cuales podemos citar la Empresa Agroindustrial Laredo y la Empresa de Tableros Peruanos S.A., las fuentes móviles la constituyen principalmente el creciente parque automotor. El impacto generado por la Empresa Tableros Peruanos es poco notoria, ya que esta se encuentra ubicada en las afueras de la ciudad de Laredo.

7.2 Recomendaciones

- Implementar las medidas de mitigación sugeridas para reducir la contaminación de la quema de caña de azúcar:
 1. Implementación de un Sistema de Control de Emisiones producidas por la quema de la caña de azúcar integrado a un Sistema de Información Geográfica.
 2. Quema a horas en las que la velocidad del viento sea la adecuada, tomando como referencia modelos de dispersión de contaminantes realizados en diferentes situaciones meteorológicas.
 3. Corte en blanco en caña, es decir cosechar sin quemar la caña.

Además se debe tener en cuenta que quienes incurran en esta práctica deben ser sancionados por delitos de contaminación, según los artículos 304 y 305 del código penal el cual tipifica penas sobre los que estén infringiendo normas de protección del ambiente vertiendo residuos gaseosos por encima de los límites establecidos y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en los recursos naturales.

- Poner en marcha el Plan de Manejo Ambiental propuesto en la presente investigación, el mismo que permita mejorar el sistema de control de emisiones gaseosas y material particulado.
- Es necesario que se realice un trabajo integrado entre los diferentes actores que confluyen en la problemática ambiental del Distrito, para que de esta manera orientarlos hacia una normatividad sólida y orientada al desarrollo y mejora de la calidad del vida de los pobladores

de Laredo, el sector privado conviva armoniosamente con la comunidad brindando beneficios económicos sin desmedro de la calidad ambiental.

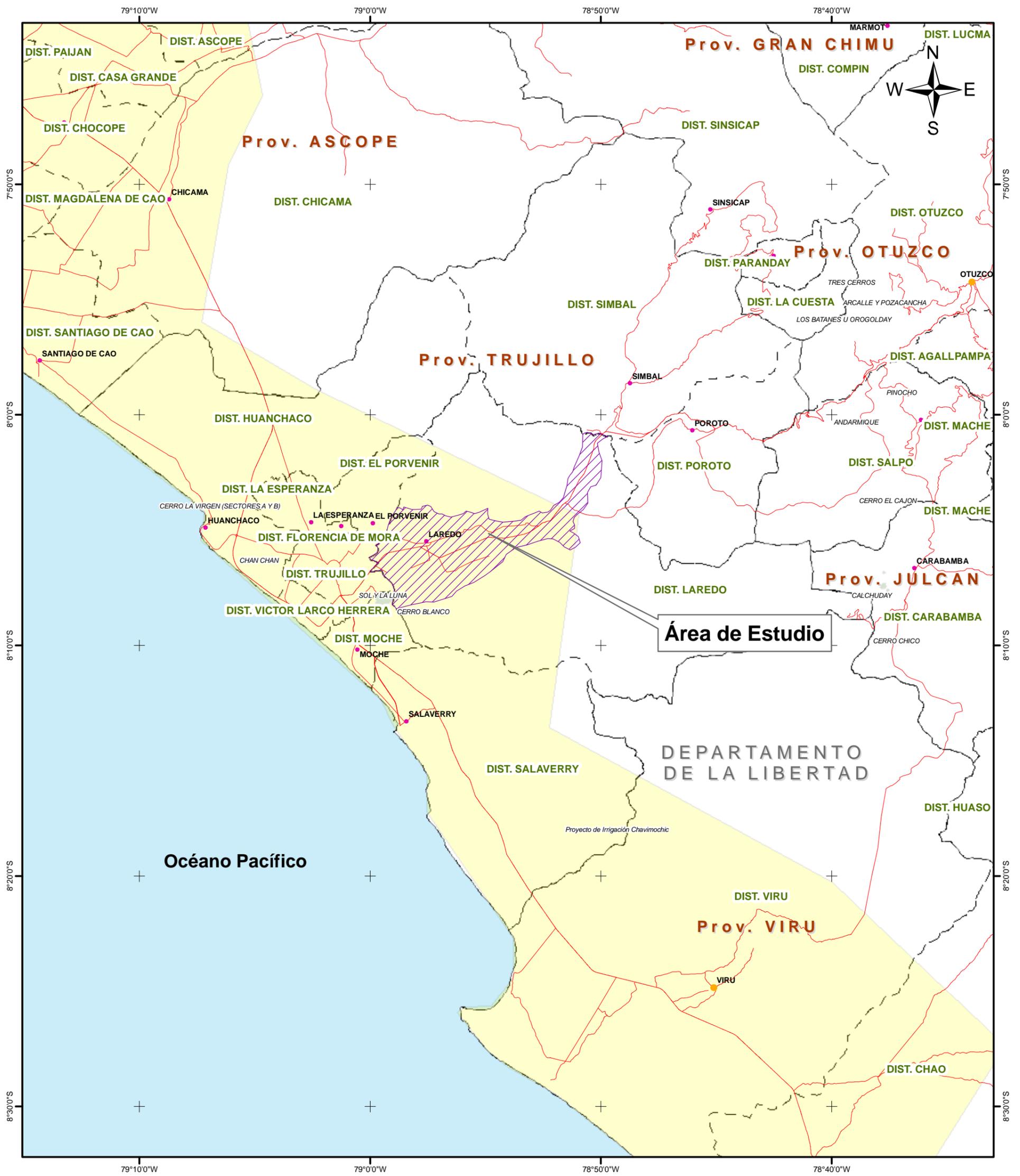
Capítulo VIII

Bibliografía

- Agroindustrial Laredo S.A., *Inicios de la Azucarera Laredo – Historia –*, 2008, Perú.
- Agroindustrial Laredo S.A., *Programa de Adecuación y Manejo Ambiental*, 2000, Perú.
- Bolea, T., *Evaluación del impacto ambiental*. 1984, Ed. MAPFRE. España.
- Chapman, S. & Carter, L. *Producción agrícola*. 2003, Ed. Acribia. España.
- Conesa, V., *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 1999, Ed. Mundi. España.
- DIGESA, *Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire de la Dirección General de Salud Ambiental*, 2005, Perú.
- FAO, *Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – Sistema de Información de los Recursos del Pienso*, 2007.
- Guzmán, W., *Tesis para optar por el grado de Magister: Evaluación de los contaminantes atmosféricos en la ciudad de Laredo, emitidos por la empresa Agroindustrial Laredo el año 2001*, Universidad Nacional de Trujillo, 2002, Perú.
- Heinke, H., *Ingeniería ambiental*. 2004, Ed. Prentice Hall. México.

- INIA, *Programas Nacionales de Investigación de Cultivos: Caña de Azúcar*, 2005, Perú.
- INGEMMET, *Geología de los Cuadrángulos de Salaverry y Otuzco*, 1983, Perú.
- MINAM. *Planes y Acciones para Mejorar la Calidad del Aire*. 2009, Perú.
- MINCETUR, *Perfil del Mercado y Competitividad Exportadora del Etanol*, 2003, Perú.
- Municipalidad de Laredo, *Plan de Desarrollo Concertado 2007-2015*, 2007, Perú.
- Portal Regional Agrario de La Libertad, *Serie Histórica del Azúcar 1983-2008*, 2008, Perú.
- ONERN, *Mapa Ecológico del Perú*, 1976, Perú.
- Sutton, G., *Ecología y formación ambiental*. 1990 Ed. Interamericana. México.
- Vásquez, A., *La Industria Azucarera Peruana*, 1996, Ed. UNALM, Perú
- Vásquez, G., *Ecología y formación ambiental*. 1994, Ed. Mc Graw Hill. Mexico.
- Revista Agro-noticias– *Edición N° 348 de Octubre 2009*, Perú.

MAPAS



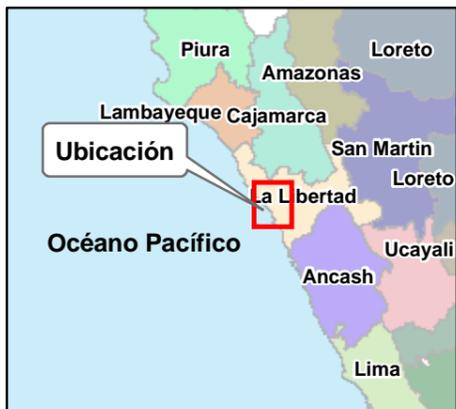
Área de Estudio

DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

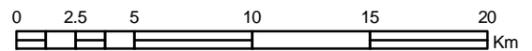
Océano Pacífico

Proyecto de Irrigación Chavimochic

UBICACION



Escala Gráfica



LEYENDA

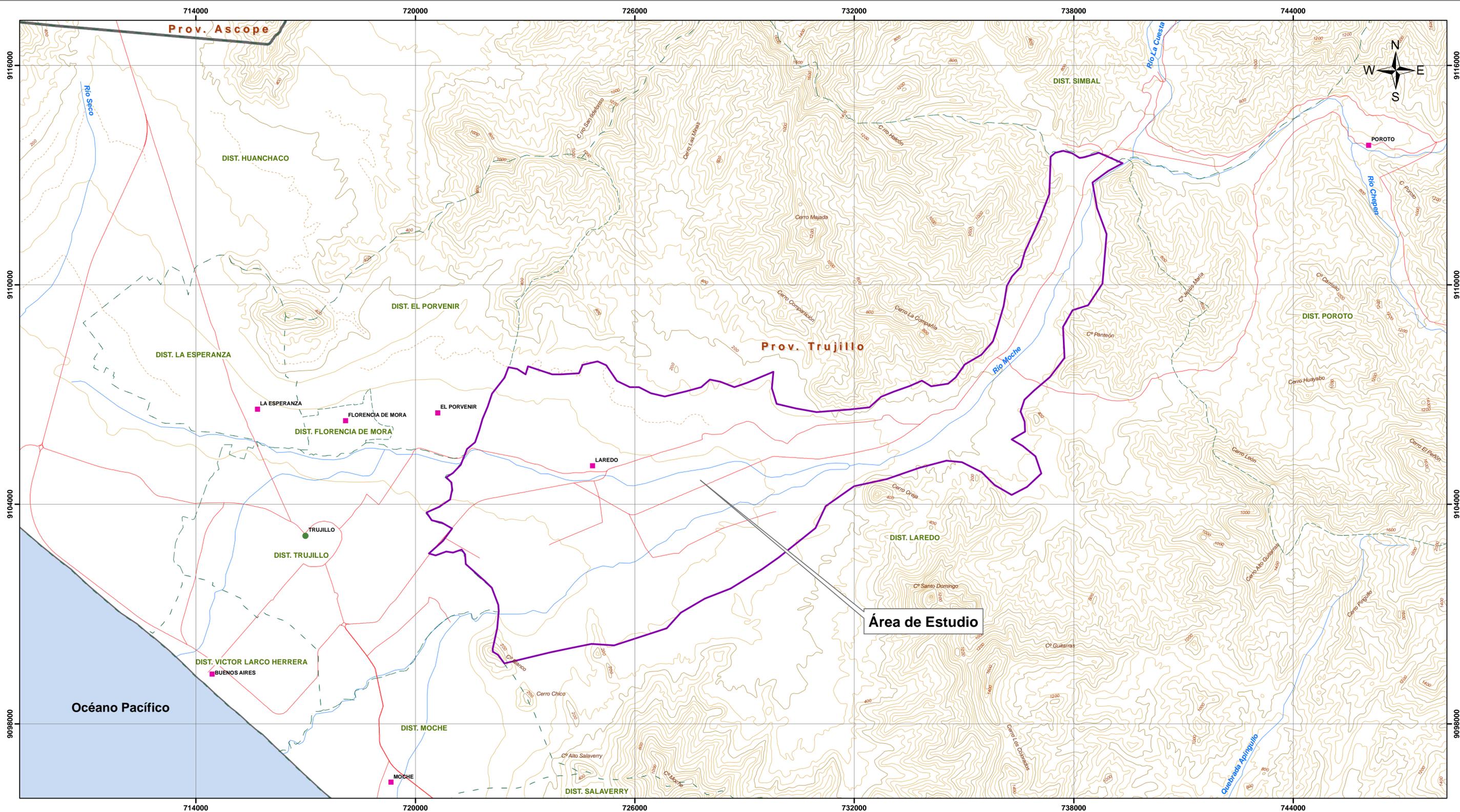
- Área de estudio
- Capital de provincia
- Capital de distrito
- Via
- Proyecto de Irrigación Chavimochic
- Zona Arqueológica
- Limite Distrital
- Limite Provincial
- Oceano Pacífico

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

UBICACIÓN REGIONAL

IMPACTO AMBIENTAL OCASIONADO POR LA QUEMA DE CAÑA DE AZUCAR EN LAREDO - TRUJILLO

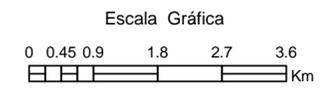
Elaborado:	Bach. Juan P. Carrera	Revisado:	Ing. Silvia Iglesias
Mapa Nro:	01	Sistema:	Geograficas
		Datum:	Sistema Geodesico Mundial 1984
		Fuente:	INEI - MTC
		Escala:	1:300,000



Área de Estudio

LEYENDA

Área de estudio	Curva Principal
Capital de departamento	Curva Secundaria
Capital de distrito	Curva Complementaria
Vía	Limite Distrital
Curso de agua	Limite Provincial



UBICACION

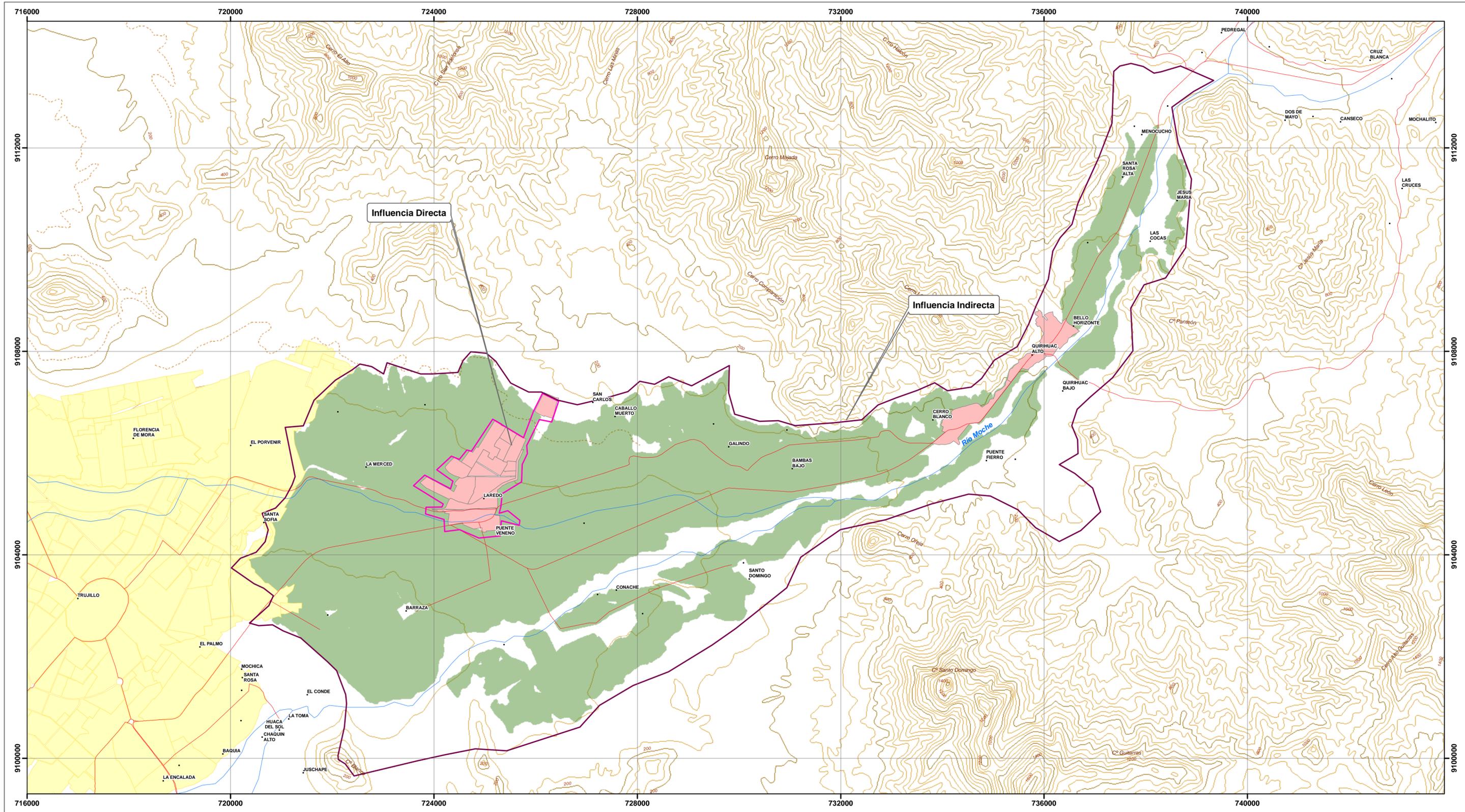


Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

UBICACIÓN LOCAL

IMPACTO AMBIENTAL OCASIONADO POR LA QUEMA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LAREDO - TRUJILLO

Elaborado: Bach. Juan P. Carrera	Revisado: Ing. Silvia Iglesias
Mapa Nro: 02	Sistema: Proyectadas UTM
Fuente: IGN - INEI - MTC	Datum: Sistema Geodésico Mundial de 1984 Zona 17 Sur
	Escala: 1:70,000



- LEYENDA**
- Área de Influencia Directa
 - Área de Influencia Indirecta
 - Cultivos de caña en Laredo
 - Área Urbana - Laredo
 - Trujillo
 - Centro Poblado
 - Via
 - Curso de agua
 - Curva Principal
 - Curva Secundaria
 - Curva Complementaria



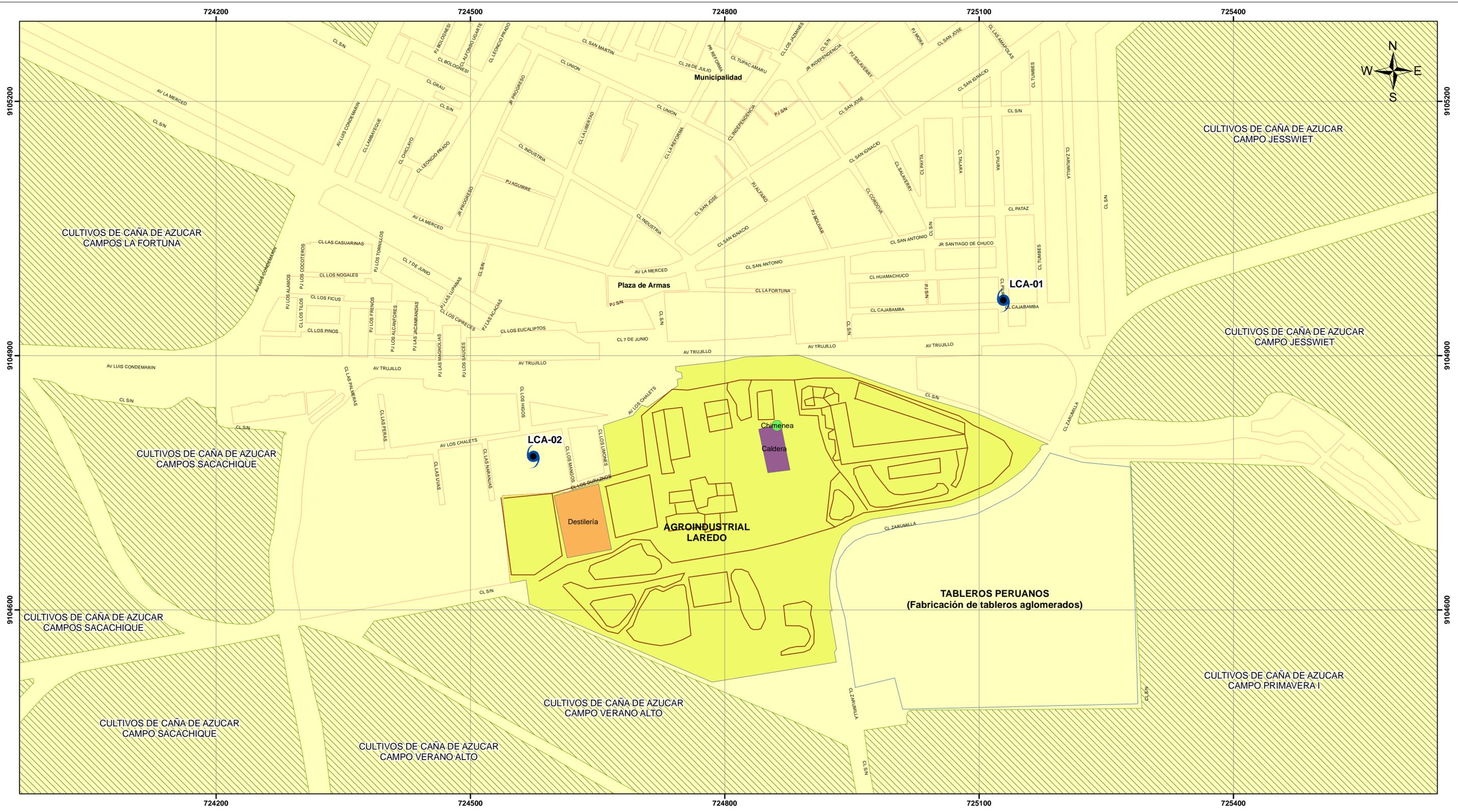
UBICACION



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL
IMPACTO AMBIENTAL OCASIONADO POR LA QUEMA DE
CAÑA DE AZÚCAR EN LAREDO - TRUJILLO

Elaborado: Bach. Juan P. Carrera	Revisado: Ing. Silvia Iglesias
Mapa Nro: 03	Sistema: Proyectado UTM
Fuente: Elaboración Propia - IGN, PETT	Datum: Sistema Geodésico Mundial de 1984 Zona 17 Sur
	Escala: 1:50,000

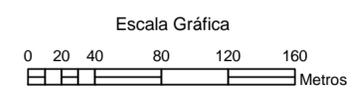


LEYENDA

- Punto de Toma de Muestra - Aire

Componentes de importancia ambiental

- Caldera
- Chimenea
- Destilería
- Predios Urbanos
- Agroindustrial Laredo
- Tableros Peruanos
- Cultivos de caña en Laredo



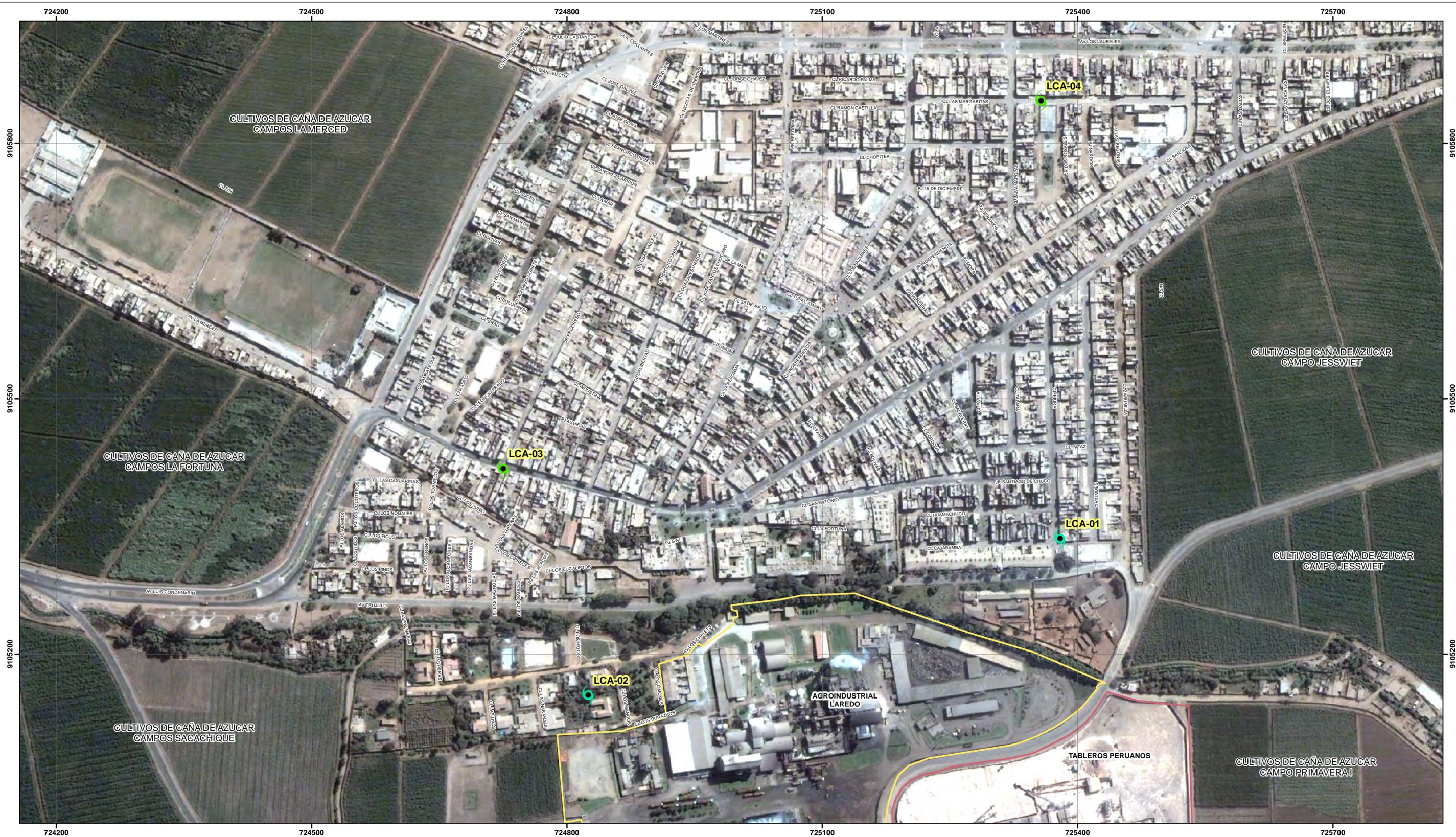
UBICACION EN EL DISTRITO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

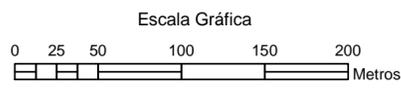
PUNTOS DE TOMA DE MUESTRAS
IMPACTO AMBIENTAL OCASIONADO POR LA QUEMA DE CAÑA DE AZUCAR EN LAREDO - TRUJILLO

Elaborado:	Bach. Juan P. Carrera	Revisado:	Ing. Silvia Iglesias
Mapa Nro:	04	Sistema:	Proyectado UTM
		Datum:	Sistema Geodésico Mundial de 1984 Zona 17 Sur
		Fuente:	Elaboración Propia - Base IGN, PETT
		Escala:	1:3,000



LEYENDA

- Estaciones de Monitoreo Propuestas (Evaluadas)
- Estaciones de Monitoreo Propuestas (Adicionales)
- AGROINDUSTRIAL LAREDO
- TABLEROS PERUANOS



UBICACION EN EL DISTRITO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

PROPUESTA DE PROGRAMA DE MONITOREO
 IMPACTO AMBIENTAL OCASIONADO POR LA QUEMA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LAREDO - TRUJILLO

Elaborado:	Bach. Juan P. Carrera	Revisado:	Ing. Silvia Iglesias
Mapa Nro:	05	Sistema:	Proyectado UTM
Fuente:	Cobertura DG 2008 - de Junio 2006	Datum:	Sistema Geodésico Mundial de 1984 Zona 18 Sur
		Escala:	1:3,000

ANEXOS

ANEXO 1 - CALCULOS DE PM10

Cálculos de concentración de [PM10]

A. Cálculo de concentración de [PM10] en la estación de calidad de Aire LCA-01

Fecha de inicio : 09/10/2009

Fecha de fin : 10/10/2009

Horas Totales de muestreo : 18

Paso 1. Condiciones Ambientales de Observación:

Temperatura ambiental (Ta) Ta = 17.74 °C

Presión atmosférica (Pa) Pa = 752.7 mmHg

Dirección Predominante del Viento NNE



Paso 2: Medida de diferencial de presión con filtro

Encontrándose el sistema estable y listo para operar se midió el diferencial de presión con el filtro (Pf)

$$Pf = 18.5 \text{ inH}_2\text{O}$$

Paso 3: Conversión de pulgadas de columna de agua (inH₂O) a miligramos de mercurio (mmHg).

$$Pf = 18.5 \text{ inH}_2\text{O} \times \frac{\text{mmHg}}{0.5358 \text{ inH}_2\text{O}}$$

$$Pf = 34.53 \text{ mmHg}$$

Paso 4. Calculo de la taza de presión

$$P_o/P_a = 1 - (P_f/P_a)$$

$$P_o/P_a = 1 - (34.53/752.7)$$

$$P_o/P_a = 0.954$$

Paso 5. Determinación de la taza de flujo actual (Qa) en el Look Up Table

Con los valores de P_o/P_a y T_a se halla en el Look Up Table el Q_a o flujo actual

$$P_o/P_a = 0.954$$

$$T_a = 17.74 \text{ }^\circ\text{C}$$

Interpolando en la tabla:

$$Q_a = 1.137 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Paso 6. Determinación de la taza de flujo en condiciones estándares

$$Q_{std} = Q_a \times \frac{P_a \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} \times \frac{298 \text{ K}}{(273 + T_a) \text{ K}}$$

$$Q_{std} = 1.137 \text{ m}^3/\text{min} \times \frac{752.7 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} \times \frac{298 \text{ K}}{(273 + 17.74) \text{ K}}$$

$$Q_{std} = 1.154$$

Paso 7. Volumen de aire muestreado en el tiempo muestreado.

$$Vol_{std} = (1.154 \text{ m}^3/\text{min}) \times (18 \times 60 \text{ min})$$

$$Vol_{std} = 1246.32 \text{ m}^3$$

Paso 8. Resultado de Concentración de Partículas (PM10)

$$[PM10] = \frac{\text{Diferencia de Masa } (W_f - W_i)}{Vol_{std}}$$

$$Vol_{std}$$

$$[PM10] = \frac{63900 \text{ ug}}{1246.32 \text{ m}^3}$$

$$1246.32 \text{ m}^3$$

$$[PM10] = 51.27 \text{ ug/m}^3$$

B. Cálculo de concentración de [PM10] en la estación de calidad de Aire LCA-02

Fecha de inicio 10/10/2009

Fecha de fin 11/10/2009

Horas Totales de muestreo 18

Paso 1: Condiciones Ambientales de Observación:

Temperatura ambiental (Ta)	Ta = 17.30 °C
Presión atmosférica (Pa)	Pa = 754.1 mmHg
Dirección Predominante del Viento	NNE



Paso 2: Medida de diferencial de presión con filtro

Encontrándose el sistema estable y listo para operar se midió el diferencial de presión con el filtro (Pf)

Pf = 18.5 inH₂O

Paso 3: Conversión de pulgadas de columna de agua (inH₂O) a miligramos de mercurio (mmHg).

$$P_f = 18.5 \text{ inH}_2\text{O} \times \frac{\text{mmHg}}{0.5358 \text{ inH}_2\text{O}}$$

$$P_f = 34.53 \text{ mmHg}$$

Paso 4. Calculo de la taza de presión

$$P_o/P_a = 1 - (P_f/P_a)$$

$$P_o/P_a = 1 - (34.53/754.1)$$

$$P_o/P_a = 0.954$$

Paso 5. Determinación de la taza de flujo actual (Qa) en el Look Up Table

Con los valores de P_o/P_a y T_a se halla en el Look Up Table el Q_a o flujo actual

$$P_o/P_a = 0.954$$

$$T_a = 17.30 \text{ }^\circ\text{C}$$

Interpolando en la tabla:

$$Q_a = 1.136 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Paso 6. Determinación de la taza de flujo en condiciones estándares

$$Q_{std} = Q_a \times \frac{P_a \text{ mmHg}}{\text{mmHg}} \times \frac{298 \text{ K}}{\text{K}}$$

$$Q_{std} = 1.136 \text{ m}^3/\text{min} \times \frac{754.1 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} \times \frac{298 \text{ K}}{(273 + 17.30) \text{ K}}$$

$$Q_{std} = 1.157$$

Paso 7. Volumen de aire muestreado en el tiempo muestreado.

$$\text{Vol}_{std} = (1.157 \text{ m}^3/\text{min}) \times (18 \times 60 \text{ min})$$

$$\text{Vol}_{std} = 1249.56 \text{ m}^3$$

Paso 8. Concentración de Partículas (PM10)

$$[\text{PM10}] = \frac{\text{Diferencia de Masa } (W_f - W_i)}{\text{Vol}_{std}}$$

$$[\text{PM10}] = \frac{37400 \text{ ug}}{1249.56 \text{ m}^3}$$

$$[\text{PM10}] = 29.93 \text{ ug/m}^3$$



ENVIROEQUIP S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN-CERTIFICACIÓN

Nombre Compañía:	M&S Especialistas Ambientales S.A.C	Número Serie:	Venturi: P5351- PM10
Fabricante:	THERMO ELECTRON	Procedencia:	Estados Unidos
Modelo:	HI-VOL PM10	Día de Calibración:	25 MAYO 2007
Certificado Calibración:	01.01.0115s	Lugar de Calibración:	Oficinas Enviroequip SAC

REVISIÓN INSTRUMENTO
En Tolerancia: SI
Fuera de Tolerancia:

ENTREGA INSTRUMENTO
Procedimiento Usado: EPA VOLUMETRICO
Calibrado Por: Ivan Cavenago

ESTADO DEL CUMPLIMIENTO DE LA CERTIFICACION CALIBRACION

ENVIROEQUIP S.A. certifica que este instrumento ha sido inspeccionado y calibrado por nuestros técnicos calificados y cumple o excede las especificaciones de calidad para la Norma EPA Método de Referencia Numero RFPS 1287-063, cuyos archivos y registros son mantenidos por TECNOLOGIA XXI y una copia en nuestra compañía en Lima.
Este documento es la Certificación que el Tubo Venturi se encuentra dentro del Cumplimiento de la Norma ASTM EPA RFPS 1287-063 cuyo valor diferencial es $2.530\% < 3\%$

DATOS CALIBRACIÓN

TRAZABILIDAD

Se ha usado el Calibrador Modelo G28A, Numero de Serie 2032, trazable NIST.

Calibrado Por:

Ivan Cavenago
Área Técnica Procesos y Medio Ambiente
ENVIROEQUIP S.A.C.

Aprobado por:

Juan Carlos Mendoza
Jefe Área Técnica
ENVIROEQUIP S.A.C.

OFICINA PRINCIPAL LIMA

Jirón Asunción 230, La Molina, Lima 12
Tel. 348-9444 Fax: 349-1606
enviro@enviroequip.net - www.enviroequip.net

SUCURSAL TALARA

Av. H-42, Talara, Piura
Telefax: (073) 38-1305
gladys.herrera@enviroequip.net

SUCURSAL AREQUIPA

Psje. Cárdenas 115, Arequipa.
Telefax: (054) 25-5913
juan.garrido@enviroequip.net

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE FLUJO DE AIRE

DATOS DEL CALIBRADOR		DATOS METEOROLÓGICOS																										
MARCA : Omega		TEMPERATURA : 20.2 °C																										
MODELO : FMA-A2309		HUMEDAD RELATIVA : 80%																										
SERIE : 10870		PRESION ATMOSFERICA : 995.2 mb																										
DATOS DEL EQUIPO 01																												
MARCA : SKC	SERIE : 31748																											
MODELO : AIRCHECK	CODIGO INTERNO : SKC/03																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:15%;">PATRÓN (LPM)</th> <th style="width:15%;">LECTURA (LPM)</th> <th style="width:15%;">VARIACIÓN (%)</th> <th style="width:15%;">STATUS</th> <th style="width:40%;">OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.02</td> <td>1.0</td> <td>1.961</td> <td>OK</td> <td>Fabricante garantiza +/- 5%</td> </tr> <tr> <td>2.03</td> <td>2.0</td> <td>1.478</td> <td>OK</td> <td>del valor sellado</td> </tr> <tr> <td>3.04</td> <td>3.0</td> <td>1.316</td> <td>OK</td> <td>Medidas con rotámetro</td> </tr> <tr> <td>4.05</td> <td>4.0</td> <td>1.235</td> <td>OK</td> <td>externo</td> </tr> </tbody> </table>				PATRÓN (LPM)	LECTURA (LPM)	VARIACIÓN (%)	STATUS	OBSERVACIONES	1.02	1.0	1.961	OK	Fabricante garantiza +/- 5%	2.03	2.0	1.478	OK	del valor sellado	3.04	3.0	1.316	OK	Medidas con rotámetro	4.05	4.0	1.235	OK	externo
PATRÓN (LPM)	LECTURA (LPM)	VARIACIÓN (%)	STATUS	OBSERVACIONES																								
1.02	1.0	1.961	OK	Fabricante garantiza +/- 5%																								
2.03	2.0	1.478	OK	del valor sellado																								
3.04	3.0	1.316	OK	Medidas con rotámetro																								
4.05	4.0	1.235	OK	externo																								
DATOS DEL EQUIPO 02																												
MARCA : MODELO :	SERIE : CODIGO INTERNO :																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:15%;">PATRÓN (LPM)</th> <th style="width:15%;">LECTURA (LPM)</th> <th style="width:15%;">VARIACIÓN (%)</th> <th style="width:15%;">STATUS</th> <th style="width:40%;">OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				PATRÓN (LPM)	LECTURA (LPM)	VARIACIÓN (%)	STATUS	OBSERVACIONES																				
PATRÓN (LPM)	LECTURA (LPM)	VARIACIÓN (%)	STATUS	OBSERVACIONES																								
DATOS DEL EQUIPO 03																												
MARCA : MODELO :	SERIE : CODIGO INTERNO :																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:15%;">PATRÓN (LPM)</th> <th style="width:15%;">LECTURA (LPM)</th> <th style="width:15%;">VARIACIÓN (%)</th> <th style="width:15%;">STATUS</th> <th style="width:40%;">OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				PATRÓN (LPM)	LECTURA (LPM)	VARIACIÓN (%)	STATUS	OBSERVACIONES																				
PATRÓN (LPM)	LECTURA (LPM)	VARIACIÓN (%)	STATUS	OBSERVACIONES																								
DATOS DEL EQUIPO 04																												
MARCA : MODELO :	SERIE : CODIGO INTERNO :																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:15%;">PATRÓN (LPM)</th> <th style="width:15%;">LECTURA (LPM)</th> <th style="width:15%;">VARIACIÓN (%)</th> <th style="width:15%;">STATUS</th> <th style="width:40%;">OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				PATRÓN (LPM)	LECTURA (LPM)	VARIACIÓN (%)	STATUS	OBSERVACIONES																				
PATRÓN (LPM)	LECTURA (LPM)	VARIACIÓN (%)	STATUS	OBSERVACIONES																								

26-Dic-08
FECHA

H. Rodriguez
RESPONSABLE

Mantto
AREA

Revisión: 00
Fecha de revisión: 26/12/2008



Inspectorate Servicios Perú S.A.C.
 Av. Elmer Faucett 444
 Callao, Perú
 Teléfono: 613-8090 Fax: 6289016

SOLICITUD DE SERVICIOS ANALITICOS N
INFORME DE ENSAYO N°

19568

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL OBJETO DE ENSAYO		DATOS DEL MUESTREO	
Nombre o razón social:	ESPECIALISTAS AMBIENTALES	Producto	AIRE	Fecha	09/10 AL 10/10 Y 10/10 AL 11/10
Facturar a:	ESPECIALISTAS AMBIENTALES SAC	Presentación	FILTROS Y SOLUCIONES	Hora:	8:35 - 8:35 Y 9:15 - 9:15
Dirección:	JOSE PARDO 541 OF. 207	Procedencia	LAREDO - TRUJILLO	Plan/Procedimiento:	P - CLIENTE
RUC:	20140458644			N° Instrucción de Operaciones:	1200-09-LAMA
Teléfono/Fax:				N° Referencia del Cliente:	
Correo electrónico:	JUAN PABLO CARRERA LUQUE				

No.	Identificación de la muestra (según el cliente)	ENSAYOS SOLICITADOS*						Tipo de matriz	Preservación Química						N° Envases
		PM-10	SO2	NOX	CO										
	FILTRO 15590	X													1
	FILTRO 15588	X													1
	L.C.A. 01		X	X	X										3
	L.C.A. 02		X	X	X										3

RECIBIDO
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS
 DIVISION MEDIO AMBIENTE
 13 OCT. 2009 15:15
 INSPECTORATE SERVICIOS PERU SAC

RECIBIDO
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS
 DIVISION MEDIO AMBIENTE
 13 OCT. 2009 12:55
 INSPECTORATE SERVICIOS PERU SAC

* Los métodos de ensayo se indican en el reverso

Documento ofi Documento no Oficial: Tiempo de custodia de las muestras: 1 día 15 días 1 mes 3 meses 6 meses Perecibles

Quando se requiera un documento no oficial de métodos acreditados, dicho documento no estará dentro del marco de la acreditación otorgada por Indecopi-CRT

Condiciones de recepción de la muestra:
 Tiempo de entrega acordado con Gestión Comercial: 7 DIAS
 En cooler o caja técn SI OTRO Con Refrigerante Sin Refrigerante Cumple tiempo vida útil SI NO

Muestras Entregadas por: CO - o UNICE EYSEN VALDIVIESO Fecha/Hora: 13/10/2009 11:39
 Muestras Recibidas por: Fecha/Hora:

CÓDIGO:

SONDEO DE OPINION

Nombres		
Apellidos		
Edad		
Dirección		
Número de Hijos		
Padre		
Madre		

¿Cuántas personas viven con usted?

¿Sufre de algún tipo de alergia? ¿Cuál?

¿Durante que meses se presenta este problema? Cual?

¿Desde qué año vive en Laredo?

¿Ha tenido problemas de conjuntivitis o alguna afección a la vista?

¿A qué se dedica?

¿Qué opina sobre el medio ambiente? ¿Cree que las leyes respecto a este tema en su región se hacen cumplir?

¿Cuál es su ingreso promedio mensual? (En Soles)

¿Ha notado algún cambio desde hace 10 años (o antes) en el Agua, Aire o Suelo?

¿De las personas que viven en su casa cuantos estudian? En colegio?
Universidad? Instituto?

¿Cómo lava su ropa? ¿a mano? ¿en máquina?

¿Cómo seca su ropa? ¿tendiéndola? ¿en máquina?

¿Sufre de algún tipo de dolencia o enfermedad frecuente?

¿Le afecta o le ha afectado alguna vez la quema de la caña de azúcar?

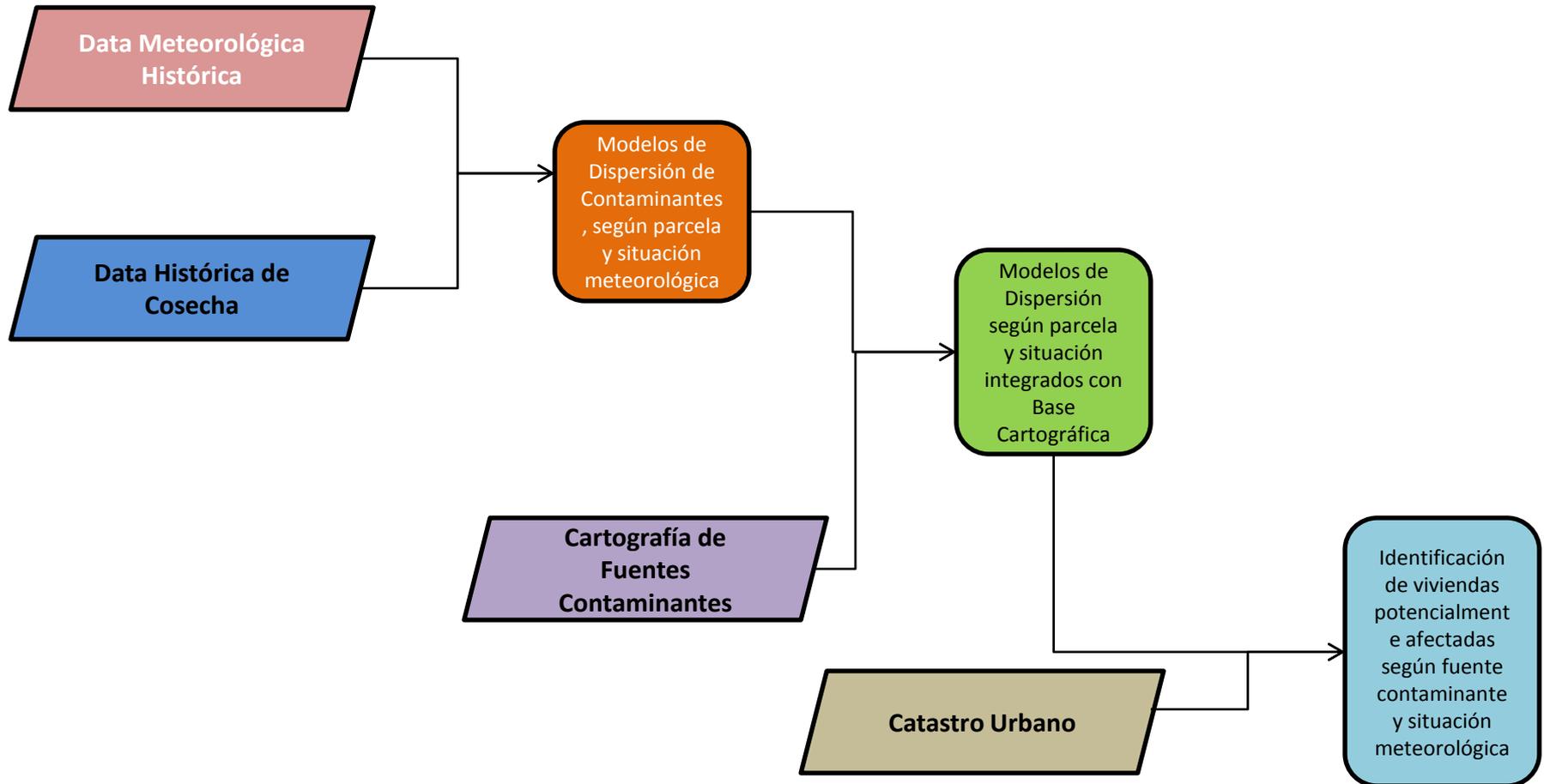
¿Cuándo fue la última vez que sufrió de algún tipo de enfermedad respiratoria?
¿Cuál?

¿Cree usted que la quema de la caña de azúcar está relacionada con sus problemas u enfermedades? ¿Cuáles y cómo? ¿Coinciden estos con la época de quema?

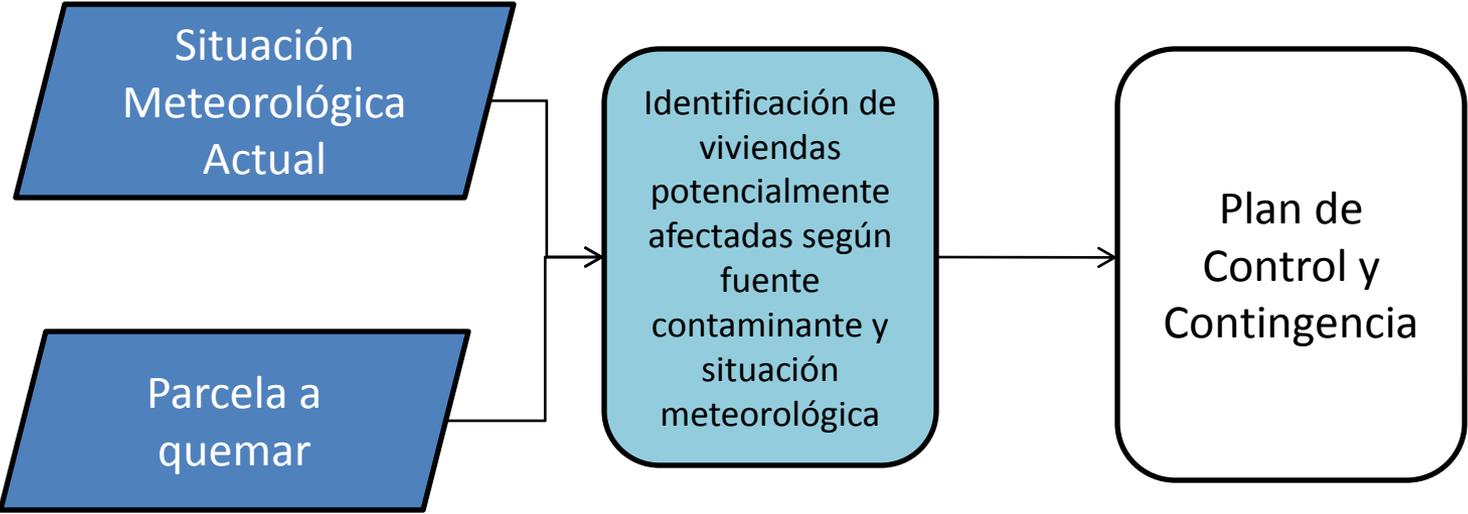
¿Dónde se atendió? ¿En casa? En la posta médica?

¿Qué opina de la industria cañera en Laredo? Ha mejorado? Ha empeorado? Se ha visto beneficiado?

Flujo de trabajo del Sistema de Control de Emisiones producidas por la quema de la caña de azúcar integrado a un Sistema de Información Geográfica.



Flujo de trabajo del Sistema de Control de Emisiones producidas por la quema de la caña de azúcar integrado a un Sistema de Información Geográfica.



Anuncia alcalde de Laredo

Multa por ocasionar 'lluvia de cenizas'

Una sanción que oscila entre 30 y 35 unidades impositivas tributarias (UIT) anunció el alcalde de Laredo, Miguel Chávez, para la empresa azucarera, por considerársela causante de la ceniza que la mañana de ayer había cubierto las calles del distrito.

"Basta una mirada para darnos cuenta de la magnitud del problema", dijo Chávez, frente a la entrada a la municipalidad, cubierta de cenizas.

El burgomaestre indicó que el municipio ya emitió una ordenanza sobre contaminación. "Esta norma sanciona fuertemente a los que contaminan el medio



Miguel Chávez Castro, alcalde de Laredo.

ambiente con productos industriales o residuos de esta actividad", explicó.

"Ya hemos notificado a la empresa. Hasta el momento no recibimos ninguna objeción respecto a esta ordenanza. El plazo que les dimos para arreglar esta situación ya se venció, por lo que tendremos que aplicar la ordenanza", indicó.

Respecto a que la empresa azucarera aduce que son los campesinos de la zona quienes queman caña sin preocuparse por el ambiente, el alcalde indicó que no podían asegurarlo en el presente caso.

Explicó que "en la parte oeste de la ciudad, ningún agricultor tiene caña, todos los agricultores que la siembran están hacia la zona de Wichanzao, Santo Domingo y la parte alta del distrito. Esta área le pertenece a la ex cooperativa".

"Además -acotó- cuando queman los agricultores no llenan las calles de ceniza, pues están en una zona muy alejada".

Chávez señaló que dentro de poco se multará a la empresa.

SAN PACHUZCO

Respecto a la disputa de terrenos del centro poblado Santo Domingo entre ambas instituciones, Chávez indicó que hasta el momento la empresa no había intentado ocupar la zona. Esperamos el fallo sobre la denuncia por usurpación de propiedad que presentamos contra la empresa".

Agregó que los propietarios de Laredo aún no acreditan ser dueños del terreno, lo que hace posible que el municipio se lo otorgue a los moradores de la zona, particularmente los damnificados del fenómeno El Niño.



Las calles de Laredo amanecieron llenas de ceniza la mañana de ayer. Los más afectados fueron los pobladores.

"Esta zona siempre ha sido un cerro, un arenal, que se habilita desde el año pasado para reubicar en la zona a los moradores afectados por el fenómeno de El Niño y ordenar a los vecinos que ya viven en esta zona", agregó.

"En este lapso la empresa no hizo nada y esperó a que todo esté nivelado para ocuparlo, arándolo o sembrando plantas", acotó.

Chávez habló también sobre los continuos intentos de la azucarea por reducir el ancho de las vías que llevan a la sierra para ganar espacio a sus sembríos. "Es un problema que ellos mismos nos generan", acotó.

"Nosotros seguiremos habilitando el área

para reubicar a los damnificados por las lluvias; no conocemos ningún documento que acredite que esta área es de la empresa. Hasta ahora ellos no nos han alcanzado ninguno", explicó.

ENTREGA DE TÍTULOS

De la entrega de títulos, el burgomaestre explicó que durante una asamblea realizada en la urbanización 22 de Febrero se acordó con los moradores que ellos pagarán la escritura pública hecha por un notario.

"Hemos conseguido que cobre menos. El total es 115 soles, pues la escritura valdrá 85 soles, sin incluir IGV, más 15 soles por derecho de registro", explicó.

"Es necesario enfatizar que no se pagará

a la municipalidad, porque los trámites que hacemos son gratuitos, sólo se pagará al notario", subrayó.

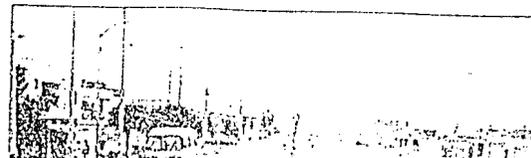
El burgomaestre indicó que es posible que la entrega de títulos se realice los primeros días de mayo.

En lo correspondiente a los títulos del asentamiento humano Víctor Raúl, la autoridad explicó que ya tienen el expediente completo para presentarlo ante el Concejo Provincial y Registros Públicos.

"Hay otros sectores que serán titulados por Cofopri, como la zona que la empresa agroindustrial vendió a sus trabajadores. Entre estas zonas están los centros poblados de Quirihuac, Santo Domingo y Menocucho", concluyó.

Solicitó conversar con su
homólogo de El Porvenir

Alcalde de Florencia de



Abarcará a jóvenes y a padres

Inician nuevamente de Laredo

ANEXO 1 – FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA DE ESTUDIO Y LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.



FOTO 1: Entrada a la ciudad de Laredo, ubicada a 20 Km. de Trujillo (10.10.09).



FOTO 2: La Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A, viene operando desde 1998 por el grupo colombiano Manuelita.(10.10.09)



FOTO 3: Tesista Juan Carrera en Levantando información in situ de la zona de estudio (09.10.09)



FOTO 4: Zona de estudio. Se puede apreciar vegetación Típica del Desierto desecado Subtropical (dd-S) (09.10.10)



FOTO 5: Quema de Caña de Azúcar en Laredo antes de su cosecha (10.10.09)



FOTO 6: Esta practica puede ser sancionada según los Artículos 304 y 305 del Código Penal, referido a los delitos de contaminación. (10.10.09)



FOTO 7: Luego de ser quemada la caña, es transportada a la fábrica para Su proceso industrial.(10.10.09)



FOTO 8: Canal de irrigación con agua de cachaza, la cual contiene nitrógeno y es utilizada para regar los cultivos de caña.(09.10.10)



FOTO 9: Registrando nuestro punto a sotavento LCA-01 (09.10.09)

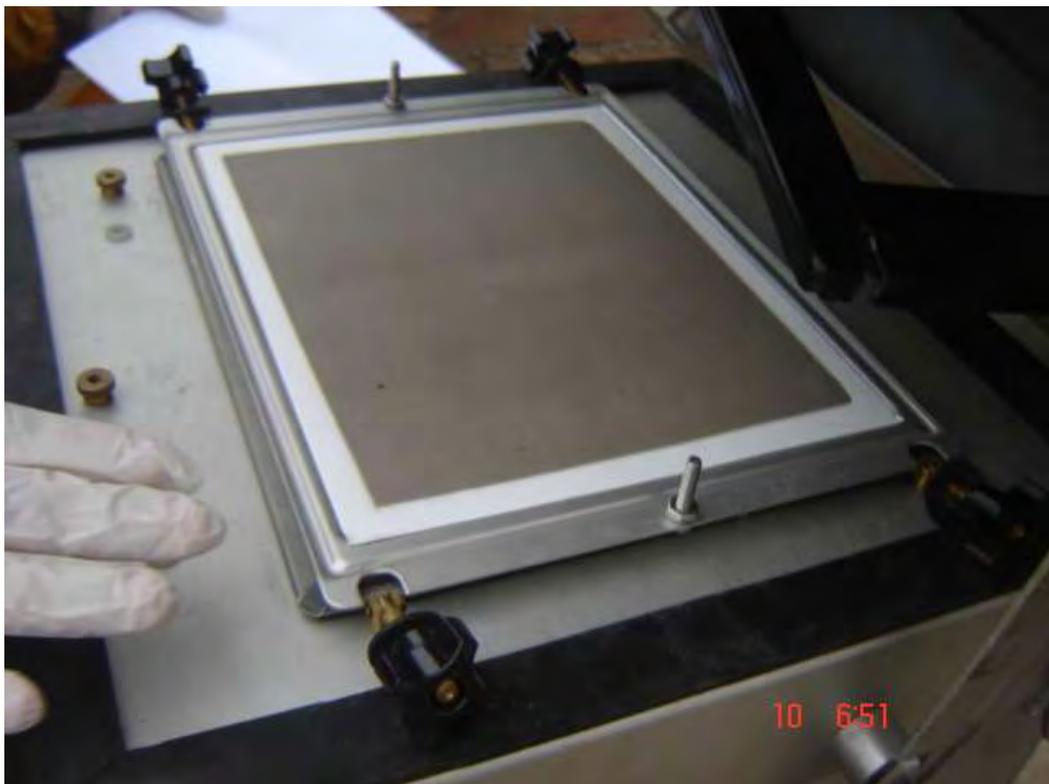


FOTO 12: Retirando el papel filtro del equipo HiVol del punto LCA-01. (10.10.09)



FOTO 11: Colocando papel filtro en el equipo HiVol, para medir PM_{10} en la estación a barlovento LCA-02 (10.10.09)



FOTO 10: Instalando nuestro punto blanco a barlovento LCA-02 (10.10.09)



FOTO 12: Retirando el papel filtro del equipo HiVol del Punto LCA-02. (11.10.09)



FOTO 13: la Contaminación del Aire es una de las principales (11.10.09)



FOTO 14: Techo de una de las viviendas mostrando acumulación de cenizas producto de la quema de la caña de azúcar (10.10.09)



FOTO 15: Lugares de difícil limpieza atrapan como evidencia las cenizas de caña de azúcar (09 y 10 del 10 del 2009)



FOTO 16: Equipo de trabajo que realizaron el reconocimiento de la zona de estudio, Encuestas y el monitoreo de gases y PM_{10} . Del 08.10.09 al 11.10.09.