

1-1-2000

## **Evaluación del impacto causado por los vertimientos líquidos industriales al sistema sanitario de la ciudad de Santiago de Los Caballeros, República Dominicana**

Marta Chadid Urzola  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)

---

### **Citación recomendada**

Chadid Urzola, M. (2000). Evaluación del impacto causado por los vertimientos líquidos industriales al sistema sanitario de la ciudad de Santiago de Los Caballeros, República Dominicana. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/1359](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1359)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

EVALUACION DEL IMPACTO CAUSADO POR LOS VERTIMIENTOS LIQUIDOS INDUSTRIALES  
AL SISTEMA SANITARIO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE LOS CABALLEROS, REPUBLICA  
DOMINICANA.

MARTA J. CHADID URZOLA

UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
SANTAFE DE BOGOTA

2000

**EVALUACION DEL IMPACTO CAUSADO POR LOS VERTIMIENTOS LIQUIDOS INDUSTRIALES  
AL SISTEMA SANITARIO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE LOS CABALLEROS, REPUBLICA  
DOMINICANA.**

**MARTA J. CHADID URZOLA**

Proyecto presentado como requisito para la  
obtención del Grado en Ingeniería Ambiental y Sanitarias.

**Dirigido por:**

**RAFAEL HERNÁNDEZ O.**

Ingeniero Ambiental y Sanitario

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
SANTAFE DE BOGOTA**

**2000**

---

NOTA DE ACEPTACION

---

PRESIDENTE DE JURADOS

---

JURADO

---

JURADO

Santafé De Bogotá, agosto 1 del 2000.

*"Ni la Universidad de La Salle, ni el jurado se hacen responsables por las ideas aquí expresadas por el graduando".*

Reglamento Estudiantil art. 95, párrafo 1.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis Padres, a mi Familia, La Universidad de La Salle, a José Díaz y su Familia, a CORAASAN,  
muy especialmente a la Gerencia de Saneamiento, a mis Amigos, a Todas las personas que  
creyeron en mi y me apoyaron en algún momento de mi carrera y a DIOS.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>PAG.</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	1
<b>INTRODUCCION</b>	4
<b>1. OBJETIVOS</b>	6
<b>1.1 Objetivo General</b>	6
<b>1.2 Objetivos Específicos</b>	6
<b>2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION</b>	2
<b>3. PROBLEMA DE INVESTIGACION</b>	11
<b>3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	11
<b>4. MARCO TEORICO</b>	13
<b>4.1 SANTIAGO DE LOS CABALLEROS</b>	13
<b>4.1.1 Aspecto Físico</b>	13
4.1.1.1 Ubicación	13
4.1.1.2 Condiciones Climáticas	14
4.1.1.3 Topografía e Hidrología	15
4.1.1.3.1 Rio Yaque del Norte	16
<b>4.1.2 Aspecto socioeconómico</b>	18

	<b>PAG.</b>
<b>4.1.3 Sistema Sanitario</b>	19
4.1.3.1 Alcantarillado Sanitario	19
4.1.3.2 Planta de Tratamiento Para Aguas Residuales Domésticas	20
<b>4.2 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES</b>	23
<b>4.2.1 Usos del Agua En la Industria</b>	23
<b>4.2.2 Características del Vertimiento</b>	24
4.2.2.1. Lecherías	26
4.2.2.2 Empacadoras de Carne	28
4.2.2.3 Fermentación	31
4.2.2.4 Procesadoras de Frutas y Legumbres	33
4.2.2.5 Textiles	35
4.2.2.6 Curtiembres	37
4.2.2.7 Papeleras	38
4.2.2.8 Acabado de Metales	40
<b>4.2.3 Problemas causados en el Sistema Sanitario</b>	40
<b>4.3 NORMATIZACION PARA VERTIMIENTOS INDUSTRIALES</b>	44
<b>4.3.1 Ley 5852, con las Modificaciones de 1984</b>	44
<b>4.3.2 Código de Aguas para República Dominicana</b>	44
<b>4.3.3 Ley de Aguas De la República Dominicana</b>	45
<b>4.3.4 NORDOM 23:1 -001</b>	45



	<b>PAG.</b>
<b>4.3.5 Anteproyecto de Ley General de Protección Ambiental y Recursos Naturales</b>	47
<b>5. DISEÑO METODOLOGICO</b>	48
<b>5.1 OBTENCION DE LOS DATOS INICIALES</b>	48
<b>5.2 SELECCIÓN DE LAS INDUSTRIAS</b>	49
<b>5.3 VISITA PRELIMINAR</b>	50
<b>5.4 APLICACIÓN DE CUESTIONARIOS</b>	52
<b>5.5 SELECCIÓN DE PARAMETROS</b>	52
<b>5.6 MUESTREO DE LOS VERTIMIENTOS INDUSTRIALES Y ANALISIS DE PARAMETROS</b>	53
<b>5.7 SELECCIÓN DE LA INDUSTRIA CON MAYORES EFECTOS NEGATIVOS</b>	54
<b>6. ANALISIS DE RESULTADOS</b>	55
<b>6.1 LISTADO DE INDUSTRIAS SELECCIONADAS</b>	55
<b>6.2 VISITA PRELIMINAR</b>	59
<b>6.2.1 Visita Embutidora Nueva Era</b>	59
<b>6.2.2 Visita Compañía Baltimore Dominicana</b>	62
<b>6.2.3 Visita Pasteurizadora Cibao C*A</b>	63
<b>6.2.4 Visita Niquelados y Cromados del Cibao</b>	66
<b>6.2.5 Visita Pinturas Tavares C*A</b>	67

	<b>PAG.</b>
<b>6.2.6 Visita Cartonera del Cibao</b>	68
<b>6.2.7 Visita Embutidora Santa Cruz</b>	69
<b>6.2.8 Visita Cofitería Cristal</b>	70
<b>6.2.9 Visita Compañía Embotelladora Dominicana, Planta Santiago</b>	71
<b>6.3 APLICACIÓN DE ENCUESTAS</b>	74
<b>6.4 SELECCIÓN DE PARAMETROS</b>	79
<b>6.5 MONITOREO DE LOS VERTIMIENTOS INDUSTRIALES</b>	80
<b>6.6 COMPARACION Y EVALUACION DE LOS PARAMETROS MONITOREADOS</b>	85
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	95
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	101
<b>APENDICES</b>	103

## LISTADO DE TABLAS

	<b>PAG.</b>
1 Subcuencas hídricas de la Ciudad de Santiago	16
2 Inventario de afluentes y subafluentes del río Yaque del Norte	17
3 Plantas tratamiento aguas residuales domésticas de la Ciudad de Santiago, R.D.	21
4 Características del diseño de la PTAR de la Ciudad de Santiago	22
5 Usos básicos del agua en la industria y unidades en las que se utilizan	24
6 Clasificación y caracterización de residuos líquidos	25
7 Intervalos de DBO5 para algunas industrias típicas	26
8 Composición de los RIL de un matadero con recogida de sangre	29
9 Características de los residuos líquidos industriales de las vinazas	32
10 Variaciones de calidad y cantidad de RIL en una cervecería	33
11 Cantidad y composición del RIL según materia prima	34
12 Características promedio de los desechos crudos de una planta textil.	36
13 Valores del RIL de 6 fábricas en Cuba que procesan cerca de 500 Pieles/día	38

	<b>PAG.</b>
14 Tipos de aguas residuales en el proceso de fabricación de la pasta	39
15 Fuentes de sólidos en una planta integrada	39
16 Componentes no deseables y efectos negativos	41
17 Umbrales de contaminantes que inhiben el proceso de lodos activados	43
18 Requisitos Físicos y Químicos	46
19 Listado de Industrias Seleccionadas según Tipología	55
20 Producción de Alimentos	75
21 Lácteos y derivados, pinturas y elementos metálicos	76
22 Cartoneras y embotelladoras	77
23 Parámetros a Evaluar Según Tipología y los Límites Permitidos	80
24 Resultados muestreo Embutidora Nueva Era	81
25 Resultados monitoreo Productos Santa Cruz	81
26 Resultado muestreo Leche Rica del Cibao	82
27 Resultado muestreo BALDOM	83
28 Resultados muestreo Refrescos Nacionales	84
29 Resultado muestreo Cromados y Niquelados del Cibao	85
30 Confrontación de Datos Obtenidos Durante el Muestreo de los Vertimientos Industriales con las Normas	86
31 Cálculo de la población equivalente en las industrias estudiadas	94

## LISTADO DE FIGURAS

		<b>PAG.</b>
1	Precipitaciones totales anuales estación Santiago - ISA	15
2	Diagrama de Flujo de una Empacadora.	30
3	Diagrama de Flujo Proceso Embutido de Carnes.	60
4	Diagrama de Flujo Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales, Pasteurizadora Cibao	65
5	Diagrama de Flujo Proceso de Fabricación de Empaque	69
6	Diagrama de Flujo en zona de lavado. Proceso de embotellado de refrescos.	71
7	Diagrama de Flujo en zona de jarabe. Proceso de embotellado de refrescos.	73
8	Comparación de los valores de la DBO de todas las Industrias con la Norma	87
9	Comparación de los valores de la DQO de todas las Industrias con la Norma	88
10	Comparación de los valores del pH de todas las Industrias con la Norma	89
11	Comparación de los valores de cromo hexavalente de todas las Industrias con la Norma	90
12	Comparación de los valores de los sólidos sedimentables de todas las Industrias con la Norma	91

## RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo mostrado a continuación se deriva de la pasantía realizada en la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN) en la República Dominicana, desde julio de 1999 hasta febrero del 2000 con la Gerencia de Saneamiento Ambiental.

En el capítulo 1 se plantean los objetivos a lograr para señalar los efectos que las descargas líquidas industriales ocasionan al sistema sanitario de Santiago e identificar la industria con mayor afectación.

Los diferentes trabajos realizados por Italconsult y Juliana Ochoa relacionados con las descargas industriales se enumeran y resumen en el capítulo 2, tomándose como base en la iniciación del estudio y guiando el enfoque y la necesidad del mismo.

Entre los problemas que originan y le dan importancia a la práctica de la evaluación de los efectos ocasionados por los vertimientos industriales, se encuentran: manejo inadecuado de los desechos generados durante los procesos de producción industrial, ausencia de controles por una autoridad competente, falta de apoyo normativo legal sólido, específico y unificado, ausencia de tratamiento previo de los vertimientos líquidos, industrias con conexiones duales, consideradas como las más significativas. Contenidos en el tercer capítulo.

Los conceptos teóricos utilizados para el desarrollo del proyecto se desglosan en el capítulo 4, donde primero se sitúa y describe las características, condiciones del lugar donde se ejecutó la práctica y la conformación del sistema sanitario de la zona urbana de la ciudad de Santiago. En la segunda parte se especifican los usos del agua por parte de las industrias, se caracterizan los vertimientos de los diferentes tipos de industrias y los problemas que los desechos industriales ocasionan a cualquier sistema sanitario. En la tercera parte se enuncian las diferentes normas que enmarcan los objetivos del proyecto, principalmente la NORDOM 23:1-001 la cual establecen los requisitos que deben cumplir las industrias al momento de su descarga.

El proyecto en sí se desarrolla en los capítulos 5 y 6 donde se explica paso a paso las diferentes etapas del estudio y los resultados obtenidos. Para ello fue indispensable:

- I. Recolectar toda la información referente a las industrias de la zona urbana de Santiago con contrato en CORAASAN.
- II. Eligir las industrias que merecen ser estudiadas para futuros monitoreos, teniendo en cuenta que la descarga fuese al alcantarillado sanitario, los consumos promedios mensuales, el producto elaborado indispensable en la determinación de los vertimientos más impactantes para la red, el proceso de tratamiento en las Plantas Municipales y a las fuentes hídricas.
- III. Visitar las industrias seleccionadas para conocer las fases de su proceso, las materias primas e insumos utilizados, los puntos de mayor utilización y vertimiento de agua, recolección, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos, observaciones generales de la industria, identificar los puntos de muestreo, evaluar el contenido y alcance de la encuesta y determinar las industrias a monitorear.

- IV. Aplicar cuestionario elaborado a las industrias visitadas, posterior al recorrido por la planta de producción y demás unidades.
- V. Elaborar un listado con los parámetros a analizar en cada industria. Este, es general para cada tipología, toma como referencia la norma dominicana y se complementó con las observaciones de la visita preliminar y las recomendaciones del personal de laboratorio de aguas residuales CORAASAN.
- VI. Efectuar el muestreo a las industrias consideradas con vertimientos perjudiciales al sistema sanitario. Para ello se seleccionaron seis, la mayoría perteneciente a la tipología de productos alimenticios. La muestra fue puntual y sin aforo de caudal.
- VII. Comparar los resultados del análisis físico - químico de los con las normas NORDOM 23:1-001 a través de tablas y gráficas, logrando detectar en que parámetros cada industria incumple la norma. También se identificaron cuales poseían mayor significancia en los problemas presentados por las redes del alcantarillado y las plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad.



## INTRODUCCION

Aunque desde hace algún tiempo se ha hablado de la contaminación al ambiente debida a los residuos generados por las industrias, el primer enfoque se dirige a la afectación de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, dejándose de lado la problemática ocasionada a las redes de alcantarillado sanitario y a las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas de las ciudades.

Lo cierto es, que en los sitios donde no se cuenta con servicios de alcantarillado las condiciones de la población no son las mejores, observándose un incremento en los problemas de salud de la comunidad y la disminución de su calidad de vida.

Desde siempre el agua a sido el gran aliado de los seres vivos. Refiriéndose a los humanos, los beneficios obtenidos y las aplicaciones practicadas son múltiples: realización de los quehaceres diarios, preparación de alimentos, riego de cultivos, generación de energía, práctica de actividades recreativas, aplicaciones industriales, etc. En este trabajo, se hace énfasis en la utilización del agua por parte de las industrias para llevar a cabo sus procesos de producción; sirviendo en ocasiones como materia prima, medio de transporte, usada en la limpieza, etc. Además se considerará el destino final del agua luego de su aprovechamiento, que en la mayoría de las ocasiones resulta acompañada de otras sustancias que le transfieren el carácter de contaminante.

Lo importante en este estudio fue establecer las diferentes composiciones con las que termina el agua luego de su utilización en la industria y como pueden afectar las tuberías colectoras dependiendo del material de las conducciones, de las sustancias contenidas en las aguas de desecho, de la concentración de las sustancias, etc.

El estudio se realizó con 9 industrias localizadas en la zona urbana de la ciudad Santiago de los Caballeros, en La República Dominicana. Inició con la investigación de todos los datos requeridos para el conocimiento del proceso y las características de las industrias, utilizados en la selección de la muestra representativa deseada. Posteriormente, se trabajó con los cuestionarios aplicados durante la visita previa al monitoreo de las descargas industriales líquidas. De las nueve industrias con las que se inició el estudio, solo seis se consideraron de importancia para practicar el monitoreo.

Luego de la visita a las industrias y con la información colectada, se hizo la programación del monitoreo. Con los resultados obtenidos se logró una caracterización inicial de los vertimientos. Dichos parámetros fueron comparados con la norma que rige las descargas líquidas industriales en la República Dominicana, con el fin de valorar el grado de afectación al sistema sanitario de la ciudad e identificar las industrias cuyos vertimientos estaban ocasionando problemas.

Se determinó además de la industria con mayor afectación, la tipología más contaminante, siendo esto entonces, el fin último del estudio. Es importante la continuidad de los monitoreos, en la búsqueda de resultados más representativos y amplios en el futuro, la implementación del cobro de tarifas basadas en los diferentes parámetros enumerados en este trabajo y la aplicación de multas por contaminación.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General**

Identificar el impacto que los residuos líquidos industriales de la zona urbana de Santiago puedan ocasionar al Sistema Sanitario de la ciudad, como uno de los componentes del Plan Maestro de CORAASAN para la modernización del sistema de alcantarillado y la preservación ambiental del Río Yaque del Norte.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Elaborar una base de datos actualizada de las industrias que descarguen sus residuos líquidos al alcantarillado sanitario de la ciudad de Santiago, donde se establezca la clasificación de las industrias, los respectivos códigos de cada tipología, la ubicación y los caudales promedios de las industrias.

Seleccionar la muestra de industrias con las que se trabajará en la complementación y verificación de la efectividad del cuestionario utilizado por la Gerencia de Saneamiento de CORAASAN, para la visita a industrias.

Identificar y describir los procesos de fabricación en cada una de las industrias, para la selección de los puntos de muestreo y los parámetros físico-químicos a analizar en sus vertimientos.

Realizar el muestreo de los vertimientos líquidos industriales, con el fin de comparar los resultados de los análisis con las normas establecidas en el país para los residuos líquidos industriales.

Determinar las industrias más contaminantes de la ciudad cuyos vertimientos contengan los compuestos más ofensivos para el Sistema de Saneamiento, señalando los diferentes impactos ocasionados.

## 2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

En el año de 1976, Italconsult Lavori<sup>1</sup> realizó un sondeo preliminar de las descargas industriales vertidas al río Yaque del Norte, donde se halló un grupo de unidades productivas posiblemente contaminantes. Con dicho estudio, se preparó un banco de datos muy general de cada industria.

A principios del año 1998, Juliana Ochoa<sup>2</sup> tomando como referencia el estudio realizado por Italconsult, actualizó y organizó las unidades productivas en la ciudad de Santiago preparando además un cuestionario para la recolección de los datos esenciales en la evaluación de los procesos productivos y descargas líquidas de dichas unidades. También elaboró especificaciones y recomendaciones con respecto a la toma de muestras, equipo requerido para ello, técnica de recolección, punto de muestreo, conservación de la muestra, etc.

Con el censo, Ochoa verifica que el incremento de las industrias en el área urbana de Santiago desde el año 76 hasta el año 98 fue de un 108.6%, pasando la cifra de 58 a 121 unidades. Se podría decir que en estos 22 años, se crearon de 2 a 3 industrias por año. Dicha situación, se torna crítica debido a la falta de control por parte de las autoridades competentes y a la ausencia de tratamiento a los residuos líquidos y sólidos generados por las industrias; afectando a los sistemas hídricos, a las redes de alcantarillado y a las plantas de aguas residuales domésticas de la ciudad.

---

<sup>1</sup> Empresa italiana de consultoría, diseño y construcción de obras civiles y sanitarias.

La ausencia de control por parte de las autoridades a las industrias, se debe a la carencia de mecanismos necesarios para la implementación de dichos controles por vía legal y por no haber en la ciudad una institución o entidad específica a la cual se le haya asignado la función de coordinación y control.

La institución que actualmente trabaja en este sentido en el área de Santo Domingo, es el INPRA (Instituto Nacional para la Protección del Medio Ambiente). La entidad inició labores en la ciudad de Santiago a principios del año en curso. La herramienta que utiliza para el control es la norma NORDOM 23: 1-001 (Proyecto de Norma Dominicana de Emergencia, Requisitos para la Prevención y Control de la Contaminación). Esta norma, aunque útil e importante, requiere mayor fuerza legal y complementación técnica para su adecuada y provechosa implementación en todo el país. Contiene los requisitos que deben cumplir los vertimientos, pero no establece acciones que obliguen a su cumplimiento, como por ejemplo: la aplicación de multas, tasas retributivas, tasas compensatorias, etc.

Se hace necesario aclarar que paralelamente a lo mencionado anteriormente se ha elaborado en República Dominicana un anteproyecto de ley ambiental para regular y prevenir la contaminación al medio ambiente y proteger la salud pública, este documento se encuentra en la fase de corrección, debate y aprobación.

---

<sup>2</sup> Ingeniera Civil de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra de Santiago, R.D.

Entonces, para evitar el incremento de la contaminación en las cuencas hídricas y controlar los vertimientos, se hace indispensable determinar en forma específica los parámetros de calidad presente en los efluentes de cada industria, logrando trabajar en consonancia con el anteproyecto de ley en curso y cuyo objetivo es aplicar los lineamientos de la convención de Río de Janeiro de 1992.

### **3 PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Con el desarrollo industrial en la ciudad de Santiago han surgido, entre otros, el problema de la contaminación ambiental en lo que se refiere al agua, aire y suelo. Esta situación se debe al manejo inadecuado de los desechos generados durante los procesos de producción industrial (sólidos, líquidos y gaseosos), a la ausencia de controles por parte de una autoridad competente y a la falta de un apoyo normativo legal sólido, específico y unificado.

Las condiciones del apoyo legal se consideran esenciales en el seguimiento a este sector, teniendo en cuenta la diversidad de productos, tecnologías, procesos, materias primas e insumos, subproductos, residuos, tamaño (número de empleados), etc. de las industrias.

El caso más frecuente de contaminación, si se revisan las industrias existentes en Santiago y se clasifican por tipologías, es la ocasionada por las descargas líquidas a los cuerpos hídricos que fluyen por la ciudad y al Sistema Sanitario operado y manejado por CORAASAN.



La magnitud del daño depende del origen y la concentración de los compuestos químicos contenidos en el vertimiento, la temperatura y la cantidad de carga orgánica al momento de la descarga.

Las condiciones actuales de deterioro en las que se encuentran los arroyos, cañadas, el tramo del río Yaque del Norte que cruza la ciudad de Santiago, los problemas operativos y de mantenimiento en el Sistema Sanitario (deterioro de materiales, taponamiento de tuberías en el sistema de alcantarillado y alteración de los procesos en las Plantas de tratamiento), verifican la afectación negativa causada por los residuos líquidos industriales al medio.

Otro agravante del problema es la ausencia de tratamiento previo de los vertimientos líquidos, por parte de la mayoría de las industrias que los generan, antes de ser descargados al sistema de alcantarillado o a las fuentes hídricas, teniendo estos que soportar toda la carga contaminante resultante de los procesos industriales.

En el caso de las industrias que poseen plantas de tratamiento, la Comisión Nacional de Saneamiento Ambiental (CONASAECO) manifestó que, muchas de ellas deben completar o perfeccionar el proceso. Además existen industrias con conexiones duales por donde desvían los caudales de exceso al río o al alcantarillado sanitario, los cuales conducen finalmente a las plantas de tratamiento. Estas plantas no fueron diseñadas para la recepción de vertimientos con el tipo característico de las industrias.

## 4 MARCO TEORICO

### 4.1 SANTIAGO DE LOS CABALLEROS

República Dominicana con una extensión de 48,734 km<sup>2</sup> se localiza en la isla la Española, ocupando las dos terceras partes del área total de la isla<sup>3</sup> donde también se encuentra el país de Haití (ver Apéndices). La ciudad capital es Santo Domingo, le sigue en importancia y desarrollo la ciudad de Santiago de los Caballeros, eje central del Valle del Cibao (ver Apéndice) y capital de la Provincia de Santiago.

#### 4.1.1 Aspecto Físico

La ciudad de Santiago de los Caballeros presenta las siguientes características, en cuanto a sus condiciones físicas:

##### 4.1.1.1 Ubicación

La ciudad de Santiago se halla al norte de la República Dominicana, en la Región del Cibao, entre las cordilleras central y septentrional. Con un área de 486.75 km<sup>2</sup>, limita al norte con Puerto Plata; al sur con San José de las Matas y Jánico; al este con Moca y al oeste con Esperanza y Mao.

---

<sup>3</sup> Tomado del Atlas Geográfico, El Mundo y la República Dominicana. Editorial SM CONSULTA.

#### 4.1.1.2 Condiciones Climáticas

Santiago cuenta con una temperatura promedio anual de 25.9°C y una precipitación total promedio anual de 980 mm (Ver Figura 1). Las variaciones del clima se pueden dividir en dos épocas; la primera, abarca de noviembre a marzo donde predominan los días frescos (principalmente entre diciembre y enero) y la segunda de abril a octubre, con temperaturas más altas (especialmente de junio a septiembre).

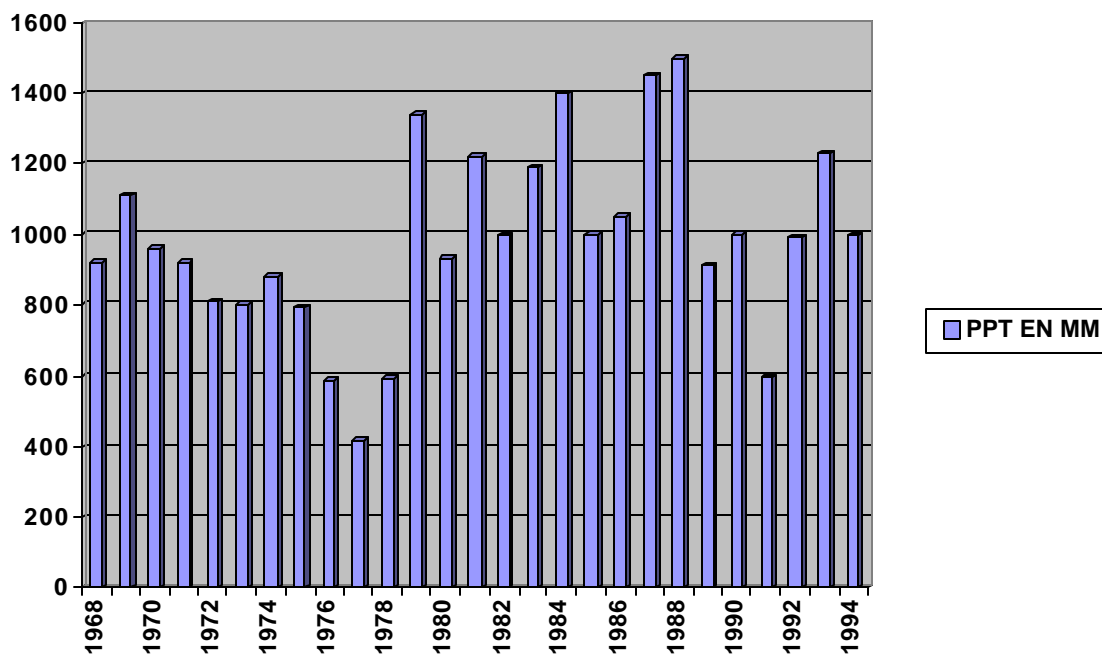
Durante el año se presentan variaciones en la cantidad de lluvia, observándose la mayor precipitación en el mes de mayo caracterizado por fuertes aguaceros, en los meses de septiembre a diciembre las lluvias son más regulares.<sup>4</sup>

La proximidad de Santiago a la línea noroeste (la zona más seca del país), caracterizada por bosques secos y baja precipitación durante todo el año, permite la influencia de todas estas condiciones en el clima y pluviometría de la ciudad.

---

<sup>4</sup> Manejo de Desechos Líquidos en República Dominicana, pág. 42.

Figura 1: Precipitaciones promedioas totales anuales estación SANTIAGO – ISA.<sup>5</sup>



#### 4.1.1.3 Topografía e Hidrología

Por estar ubicada la ciudad de Santiago a las orillas del río Yaque del Norte, es atravesada en todo su territorio por muchos arroyos y cañadas.

Según el Ing. A. Emilio Peralta<sup>6</sup>, Santiago posee 5 subcuencas de las cuales 3, nacen en la Cordillera Septentrional; y 2 en la Central, formando una extensa red hidrográfica. El Ing. Yokoyama, la divide en 4 sectores o subcuencas (Ver Tabla 1).

<sup>5</sup> Fuente Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos INDRHI, Santiago 1995.

**TABLA 1:** Subcuencas hídricas de la ciudad de Santiago.

SUBCUENCA	CARACTERISTICAS
EXTREMO NORTE	Dos arroyos con dirección al oeste
SUDOESTE	Ubicada al otro lado del Yaque del Norte. Es la menos urbanizada. Algunos afluentes desembocan directamente al Río.
SURESTE	Todo el arroyo de Nibaje con sus afluentes.
CENTRO	Cañadas aisladas que no desembocan en otro arroyo. Zona más urbanizada de la ciudad.

Fuente Yutaka Yokoyama. Problemática del Saneamiento en Asentamientos Precarios. Pág. 43.

En cuanto al relieve, Santiago presenta una mezcla de colinas, pequeños valles y llanos. El subsuelo está conformado por arcilla seca y densa, en algunos casos asociado con limo y arenas de tamaños diferentes, según estudios geomorfológicos.

#### 4.1.1.3.1 Río Yaque Del Norte

Es la cuenca hidrográfica de mayor tamaño en República Dominicana (7,053 Km<sup>2</sup>), conformada por las provincias de La Vega (una parte), Santiago, Valverde, Santiago Rodríguez y Monte Cristi; abarcando el 14% del territorio total del país. Se encuentra conformado por el río principal, el Yaque del Norte y sus afluentes; los ríos Jimenoa, Bao, Amina, Mao y Guayabín. En la Tabla 2, se muestra los afluentes y subafluentes del río. El río Yaque del Norte nace en Agüita Fría, cordillera Central. Aguas abajo se encuentran varios represamientos, uno de ellos el de Bao, de donde se abastece el acueducto Cibao Central.

---

<sup>6</sup> Santiago y la Contaminación de la Cuenca del Río Yaque del Norte, 1995.

**Tabla 2:** Inventario de afluentes y subafluentes del río Yaque Del Norte.

<b>RIO YAQUE DEL NORTE</b>	<b>AFLUENTES</b>	<b>SUBAFLUENTES</b>
Desde Jarabacoa hasta La Ciénaga	Jimenoa	Baiguate y Río La Palma
	Los Dajaos de Manabao Los Dajaos de la Guázara Río Grande, Río de la Izquierda Los Guanos	
Desde Jarabacoa hasta Santiago	Bao	Jagua – Guanajuma y Gurabo Jánico Antonzape Bueno Antonzape Malo Río Negro La Laguna Arroyo Malo La Guácara El Baíto
	Yujo	
Desde Santiago hasta Monte Cristy	Amina	Guanajuma Inoa
	Mao	Magua Jicomé Toma Cenoví Cidra
	Guayubín	Yaguajal Río Grande Inaje
	Nibaje Gurabo Santiago. Quinigua Gurabo Santiago. Rodríguez. Cana Chapetón Maguaca	

Fuente: Rodríguez Ramón. El manejo del agua en la cuenca del río Yaque del Norte. Pág. 43.

El río Yaque del Norte y sus afluentes (ver Apéndices) son utilizados para generar aproximadamente 300 millones de kw/h por año, irrigar 1,220,111 tareas<sup>7</sup> de suelos y suministrar agua potable a más de un millón de habitantes. (Ramón Rodríguez, 1995).

Actualmente, la cuenca presenta problemas de deforestación, erosión, salinización de suelos, disminución de caudales (principalmente el río Yaque del Norte), sedimentación de las fuentes hídricas superficiales y contaminación de las mismas por las aguas residuales domésticas e industriales (ciudad de Santiago).

#### **4.1.2 Aspecto Socioeconómico**

La ciudad de Santiago, cuenta actualmente con una población de aproximadamente 500 mil habitantes, además de las personas que se mueven diariamente desde las zonas rurales y pueblos cercanos para desarrollar diferentes labores.

El crecimiento acelerado (El número de habitantes en el año 70 era de 155,240<sup>8</sup>) y desorganizado de la ciudad ha mostrado grandes problemas, ya que se ha entendido el desarrollo como crecimiento físico, sin tener en cuenta los servicios públicos y la infraestructura de las viviendas. Este caos se refleja en la oposición de actividades, existiendo zonas residenciales donde se practican labores de producción; industrias en áreas densamente pobladas con cercanías a las aguas superficiales y la

---

<sup>7</sup> Unidad de superficie equivalente a 629 m<sup>2</sup>

<sup>8</sup>Peralta, Emilio. Santiago y La Contaminación de la Cuenca del Río Yaque del Norte. Pag, 79.

presencia de grandes mercados con productos agrícolas en el centro de la ciudad, lo que dificulta las tareas de saneamiento.

Otro problema de la ciudad, es la ubicación de unas 10,000 familias (Peralta Z., 1995) procedentes en su mayoría de la zona rural y semi-rural, en las riveras de las cañadas.

En cuanto a la economía, se ha pasado de la dependencia a la agro-industria y comercio, especialmente del tabaco, a las empresas de zonas francas industriales. Estas industrias son las actuales responsables de la dinámica económica y social, observada en la ciudad.

#### **4.1.3 Sistema Sanitario**

El sistema Sanitario de la ciudad de Santiago, está conformado por la red de Alcantarillado Sanitario, las Estaciones de Bombeo y las Plantas de Tratamiento para Aguas Residuales (ver Apéndices). El sistema es operado y mantenido por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN), específicamente la Gerencia de Saneamiento Ambiental.

##### **4.1.3.1 Alcantarillado Sanitario**

La cobertura actual del alcantarillado sanitario de la ciudad de Santiago alcanza el 80% del área total urbana, donde el actual sistema de alcantarillado sanitario tiene la capacidad de coleccionar menos de 80,000 m<sup>3</sup>/día.



Teniendo en cuenta que la cantidad de aguas servidas generadas por la población de la ciudad de Santiago es aproximadamente 280,000 m<sup>3</sup>/día<sup>9</sup>, solo el 28.57% del caudal producido recibe la disposición adecuada y el resto van a dar al sistema hídrico de la ciudad sin ningún tipo de tratamiento previo. Por lo tanto, se hace indispensable la pronta ampliación de dicho sistema.

La red de alcantarillado de la ciudad está conformada por 10 colectores principales de los cuales el de mayor tamaño conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento de Rafey, cuatro se dirigen a las plantas del Embrujo, La Lotería, Cienfuegos y Los Salados respectivamente, los otros cinco descargan en las cañadas.

Dentro de las características de las tuberías el material utilizado es el hormigón; el colector cero, emisario final de la Planta Rafey, es un box couvert, los demás colectores y subcolectores son de hormigón simple o pretensado dependiendo del diámetro (mayor que 18"). En los últimos dos años se han utilizando tuberías en PVC. Los diámetros de los conductos varían entre 8 y 70 pulgadas.

#### 4.1.3.2 Plantas De Tratamiento Para Aguas Residuales Domésticas.

Santiago posee siete plantas para el tratamiento de las aguas servidas domésticas, de ellas cinco se encuentran a cargo de CORAASAN y el resto no cuentan con las condiciones y diseño suficiente para entrar en operación, encontrándose actualmente en estado de abandono.

---

<sup>9</sup> Gerencia de Saneamiento Ambiental, CORAASAN 1998.

Las Plantas operadas por La Corporación son: la principal y de mayor tamaño y capacidad de tratamiento, la Planta Tratamiento Aguas Residuales (PTAR) de Rafey; las PTAR periféricas de, Cienfuegos, los Salados, el Embrujo y la Lotería. Los caudales de diseño para el tratamiento y los que manejan en la actualidad las Plantas se presentan en la tabla 3.

**TABLA 3:** Plantas tratamiento aguas residuales domésticas de la ciudad de Santiago, R.D.

NOMBRE PTAR	CAUDAL DE DISEÑO		CAUDAL ACTUAL PROMEDIO	
	l/s	m <sup>3</sup> / día	l/s	m <sup>3</sup> / día
RAFEY	900	77,760	500	43,200
CIENFUEGOS	175	15,120	125	10,800
LOS SALADOS	175	15,120	67	5,788.8
EL EMBRUJO	80	6,912	51	4,406.4
LA LOTERIA	40	3,456	40	3,456
TOTAL	1,370	118,368	783	67,651.2

Fuente: CORAASAN. Gerencia de Saneamiento, 1999.

Las cifras anteriores, se ven afectadas por los trabajos de rehabilitación y reconstrucción que se están llevando a cabo actualmente en las plantas. Dichas actividades han alterado la operación de las mismas y en algunos casos ha sido necesario parar el proceso. Por ejemplo, a finales del 1999 fue necesario detener las plantas de Los Salados y Cienfuegos; el Embrujo permaneció dos años sin funcionar, reiniciando su operación a finales de noviembre del 99; la Lotería, entró en rehabilitación a principios de Febrero del 2000. La planta de Cienfuegos volvió a operar, con mejoras es sus procesos, a principios de mayo del 2000.

En definitiva, se está tratando el 57.15% del caudal total para el cual fueron diseñadas las plantas de tratamiento existentes en la ciudad de Santiago. Si se compara el caudal estimado colectado por la red del alcantarillado sanitario y el caudal total que se calcula es manejado por las plantas de tratamiento, se obtiene que aproximadamente el 84.56% del flujo recogido es tratado, estando en condiciones regulares de operación las cinco plantas.

Los proceso de tratamiento practicado en las plantas de la ciudad son los siguientes: lodos activados con aeración prolongada en Rafey; lodos activados de mezcla completa en el Embrujo, Los Salados y Cienfuegos; por último, la Lotería es un tanque Imhoff<sup>10</sup> (ver apéndice). En la Tabla 4, se muestran los parámetros de diseños que se utilizaron para la construcción y las eficiencias de las plantas con mayor capacidad.

**TABLA 4:** Características del diseño de la PTAR de la ciudad de Santiago, R.D.

PTAR	DBO <sub>5</sub> DE ENTRADA Kg DBO / día	EFICIENCIA % EN DBO
RAFEY	8,700	92
CIENFUEGOS	4,500	90
LOS SALADOS	4,500	90

Fuente: CORAASAN. Manuales de operación plantas de tratamiento aguas residuales de la ciudad de Santiago.

<sup>10</sup> Es una variación del tanque séptico funcionando como sedimentador y digester anaerobio de lodos, en el tratamiento primario de las aguas residuales. Capaz de remover el 60% de los sólidos del agua y del 25 al 40% de la DBO<sub>5</sub>. Las fuentes se referencian en la bibliografía.

## **4.2 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

En general, las aguas residuales industriales son las aguas desechadas por los establecimientos industriales luego de ser utilizadas en diferentes partes de su proceso de producción, las cuáles sufren transformaciones físicas y de calidad. Los contaminantes y el caudal del vertimiento dependen del tipo de industrias, las técnicas y la tecnología aplicada en la elaboración de sus productos.

### **4.2.1 Usos Del Agua en la Industria**

Para las industrias, el agua es esencial tanto en procesos como en aplicaciones, siendo usada en muchas ocasiones como materia prima para la elaboración de los productos.

Según los sectores industriales, la calidad y cantidad del agua por ellos necesitada varía, aunque son pocas las aplicaciones importantes específicas de una sola industria, teniendo como usos básicos; la transferencia de calor, la generación de energía y la aplicación a procesos (ver Tabla 5).

Debido a la diversidad, la gran cantidad de industrias y la variedad de procesos practicados por un mismo tipo de industrias, es bastante complicado resumir para cada una de ellas, sin extenderse, las diferentes aplicaciones que dan al agua, justificándose así, la generalidad con que se ha abarcado el tema.

**TABLA 5:** Usos básicos del agua en la industria y sus aplicaciones.

USOS BASICOS	APLICACIÓN INDUSTRIAL	EJEMPLOS
Transferencia De Calor	Combustión	Calderas en la fabricación de cal para cemento, ácido sulfúrico, amoniaco, azúcar, pulpa de madera, acero, etc.
	Enfriamiento	Industria química, alimentaria, siderúrgica, etc.
Generación De Energía	Electricidad	Refinerías de petróleo, fabricas de papel, siderúrgicas, aserraderos, minera, etc.
	Calor	
Aplicación A Procesos	Transporte	Celulosa y papel, plantas enlatadoras, ingenios azucareros, petróleo, carbón, etc.
	Lavado por: - Dilución - Desplazamiento - Extracción	Galvanoplastia Papel, Textil Refinerías de petróleo, azúcar refinada
	Materia Prima	Soda cáustica, amoniaco, gas para la iluminación, bebidas embotelladas, etc.
	Disolver O Derretir	Minería, petróleo, etc.
	Material Sellante	Prensaestopas de bombas, recipientes almacenadores de gases, etc.
	Otros	Grandes embragues hidráulicos, moderador de neutrones, elaboración de elementos radiactivos, etc.

Fuente: American Society For Testing And Materials. Manual De Aguas Para Usos Industriales, 1997.

#### 4.2.2 Características Del Vertimiento

Como antes se mencionó las características de los vertimientos industriales se derivan del tipo de industria, el tamaño y sus procesos. Generalmente, contienen materia mineral suspendida, coloidal, disuelta y sólidos orgánicos. Pueden presentar acidez o alcalinidad elevada, coloración intensa, materiales tóxicos o bacterias patógenas. En cuanto a los caudales del vertimiento, predominan los punta (mínimos y máximos) y dependen de la continuidad o discontinuidad del proceso. En la tabla 6 se resume, enumera y clasifica los residuos líquidos generados.

**TABLA 6:** Clasificación y caracterización de residuos líquidos<sup>11</sup>.

RESIDUOS	CARACTERISTICA
AGUAS DE PROCESO	Utilizada como disolvente o en transformación de insumos. Contiene materias primas y productos disueltos o suspendidos
CABEZAS	Primer producto de destilación. Pueden ser líquidos o gases.
COLAS	Ultimo producto de la destilación que se obtiene o que no se destila. Pueden ser sólidos, lodos, breas o líquidos.
CATALIZADORES	Substancias que aumentan la velocidad de reacción química. Quedan impregnadas con materias primas o se envenenan con metales.
DISOLVENTES	Líquidos que facilitan la disolución. Cuando se desechan están contaminados con sustancias disueltas en él.
EFLUENTES TRATADOS	Resultan de procesos de tratamiento cuyo destino es separar la corriente de sólidos suspendidos o sustancias disueltas que no permiten su descarga al drenaje.
LIQUIDOS RESIDUALES DEL PROCESO	Soluciones que después de intervenir en la fabricación del producto son desechadas. También resultan de la limpieza de equipos.
LODOS	Se componen de materia particulado arrastrada por el líquido utilizado en el lavado.
LUBRICANTES GASTADOS	Sustancias insolubles en agua y de menor densidad que ella, su consistencia y viscosidad son notables a temperatura ambiente.
SOLUCIONES GASTADAS	Son las soluciones utilizadas en el proceso donde la especie iónica de interés ha disminuido mucho su concentración en dicha solución.

En la Tabla 7, O'Sullivan (1991) relaciona algunas industrias con sus principales contaminantes y valores de DBO<sub>5</sub>.

<sup>11</sup> Fuente: <http://rds.org.mx/INEPUB/pmimr/cap1.htm> 1/09/99

**TABLA 7:** Intervalos De DBO<sub>5</sub> Para Algunas Industrias Típicas.

INDUSTRIA	CONTAMINANTES PRINCIPALES	DBO <sub>5</sub> INTERVALO (MG/L)
Procesado Lácteo	Hidratos De Carbono, Grasas, Proteínas.	1,000 – 2.500
Procesos De Manipulación De Productos Cárnicos	Sólidos Suspendidos, Proteínas	200 – 250
Procesos De Avicultura	Sólidos Suspendidos, Proteínas	100 – 2,400
Procesos De Manipulación Del Tocino	Sólidos Suspendidos, Proteínas	900 – 1,800
Refinado De Azúcar	Sólidos Suspendidos, Hidratos De Carbono	200 – 1,700
Fábrica De Cervezas	Hidratos De Carbono, Proteínas	500 – 1,300
Fábricas De Enlatado De Frutas, Etc.	Sólidos Suspendidos, Hidratos De Carbono	500 – 1,200
Curtido De Piel	Sólidos Suspendidos, Proteínas, Sulfuros	250 – 1,700
Galvanizado	Metales Pesados	Mínimo
Lavanderías	Sólidos Suspendidos, Hidratos De Carbono, Jabones, Grasas	800 – 1,200
Plantas Químicas	Sólidos Suspendidos, Compuestos Extremadamente Ácidos Y Alcalinos.	250 – 1,500

Fuente: Kiely, Gerard. Ingeniería Ambiental. Editorial Mc Graw Hill, 1999.

A continuación se describirá para las diferentes tipologías industriales, la relación del proceso en sí con las características y valores específicos de los vertimientos líquidos generados en cada una.

#### 4.2.2.1 Lecherías

Montalvo clasifica las lecherías en dos tipos de industrias; las que producen leche fresca y las que elaboran productos derivados de la leche, como mantequilla, queso, yoghurt, etc. Las primeras y las

industrias pequeñas emplean leche fresca, que generalmente la reciben en la mañana, por lo tanto sus descargas líquidas son discontinuas debido a que el proceso de producción lo desarrollan a esas horas.

En las que se elabora queso, el suero se convierte en el residuo de mayor grado de contaminación, ocasionando serios problemas a los drenajes debido a su acidez, producida por la fermentación rápida de la leche.

En general, los vertimientos de estas industrias tienen orígenes puntuales en los siguientes sitios: recepción de la leche, las plantas embotelladoras, cremerías, plantas condensadoras y plantas manufactureras de quesos; como resultado de la limpieza de equipos, pisos, latas, botellas, tuberías y de las fugas de tuberías mal ajustadas<sup>12</sup>.

En resumen, los residuos industriales líquidos (RIL) de las lecherías están conformados por: aguas de condensación y de enfriamiento contaminadas; aguas de proceso contaminadas por constituyentes de la leche; residuos de enjuagues, pérdidas y purificación, que contienen soluciones ácidas, alcalinas y desinfectantes; por último, residuos sanitarios<sup>13</sup>.

Los residuos líquidos se caracterizan por poseer DBO elevadas y la descomposición de dichos residuos es rápida. La DBO<sub>5</sub> para el suero, la mantequilla, la leche desnatada y la leche entera, varía de 32,000 a 102,500 ppm y los sólidos orgánicos de 6.4 a 11.7%, según Eldridge.

---

<sup>12</sup> DPTO. DE SANIDAD DE NUEVA YORK. Manual de Tratamiento de Aguas Negras. México, 1997.

<sup>13</sup> MONTALVO, Silvio. Tratamiento Biológico para Aguas Residuales Industriales. Santo Domingo, 1999.



Montalvo recomienda para vertimientos de lecherías al final de la línea del alcantarillado, que el volumen del agua de enfriamiento sea descargada al final del día de trabajo para facilitar la limpieza de las tuberías y proteger los canales de los productos de la fermentación ácida, ya que el RIL se diluye bajando la concentración de los contaminantes.

#### 4.2.2.2 Empacadoras De Carne

Los primeros RIL de esta industria se generan en la limpieza de los animales antes de su matanza y los locales donde permanecen, están compuestos principalmente de excrementos y residuos sólidos. En lo que se refiere a la matanza del animal, la sangre debe ser recogida y no puede ser descargada con las aguas residuales debido a la alta concentración de DBO que posee (145 g/l); aunque esto no quiere decir que no ocurra en algunas industrias. Las características entonces, de un RIL de matadero se muestran en la Tabla 8.

En la etapa del escaldado los residuos son cerdas, pelos, plumas y grasa. Cuando las vísceras se limpian resultan aguas de limpieza contaminadas con mucosas, excrementos y detergentes.

La cantidad de RIL promedio en una planta procesadora de carne puede proceder: del 10 – 15% procesos de salado y viscerado (con alto contenido de cloruros); del 20 – 25% manufactura del embutido cocido; 60 – 70% agua de limpieza (Montalvo, 1999). El diagrama de flujo del proceso de una planta empacadora se observa en la figura 2.

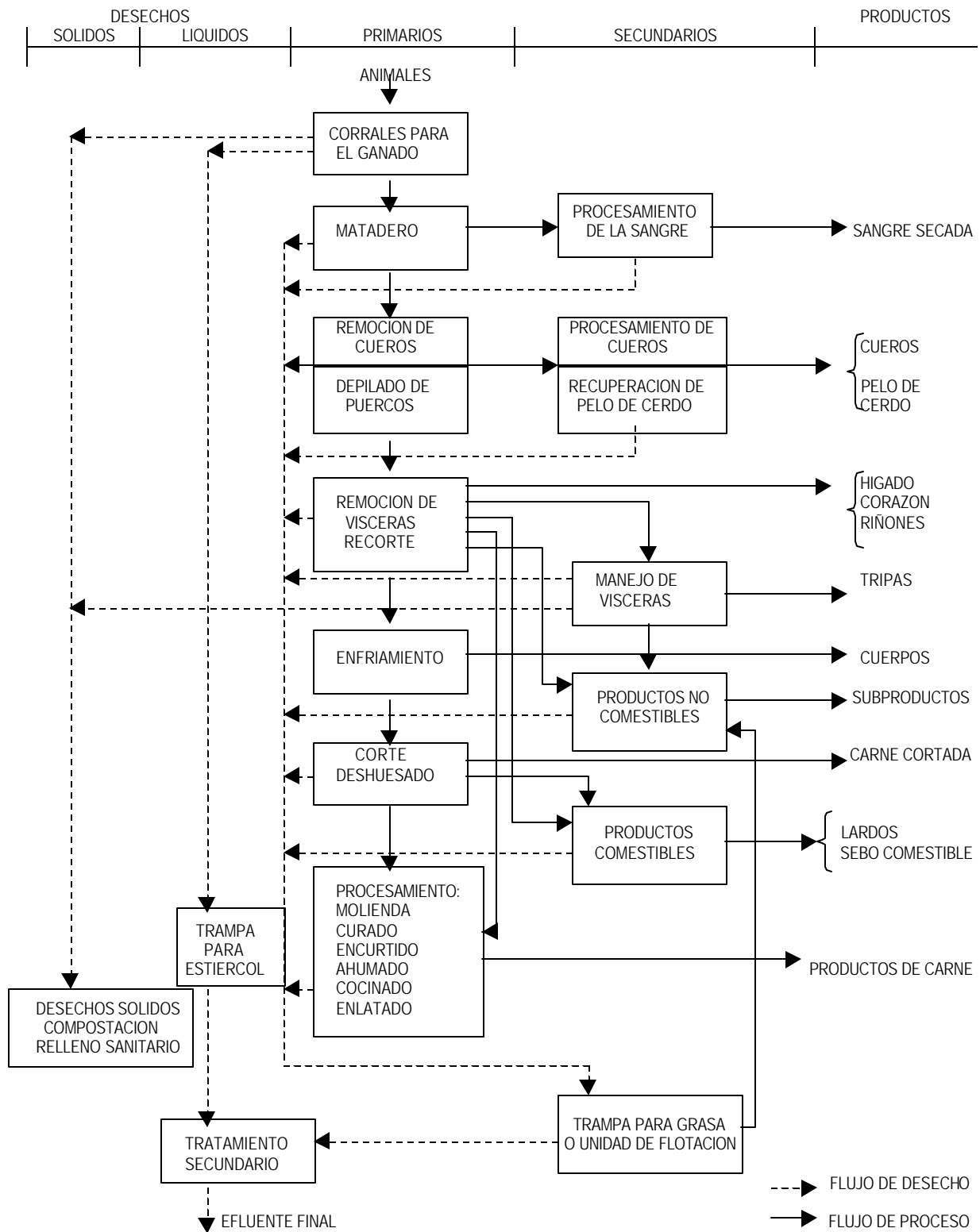
**TABLA 8:** Composición De Los RIL De Un Matadero Con Recogida De Sangre.

PARAMETRO	VALOR
Sólidos Sedimentables (ml/l)	10
pH	7
Sólidos Totales Suspendidos (mg/l)	580
Sólidos Suspendidos Volátiles (mg/l)	498
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	1,206
Sólidos Disueltos Volátiles (mg/l)	934
Grasas (mg/l)	108
Nitrógeno (mg/l)	145
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	838

Fuente: MONTALVO, Silvio. Tratamiento Biológico De Desechos Líquidos Industriales, 1999.

Ya en el procesamiento de la carne se generan aguas con productos residuales y sangre, cuyas principales componentes contaminantes son materiales disueltos en suspensión y DBO. En los estudios realizados por Montalvo, el RIL final de esta industria contiene hasta 1 g/l de cloruros, de 700 a 1,000 mg/l de grasa, 100 a 1,900 mg DBO / l y DBO promedio de 18 kg./ton de producto elaborado. En el caso de aves la composición de los RIL es aproximadamente 2 g/l de DBO y nitrógeno de 500 mg/l, siempre y cuando la sangre sea recolectada.

FIGURA 2: Diagrama De Flujo De Una Empacadora. (Contrato EPA No. 68-01-0031)



Las industrias de este tipo que descarguen a las plantas de tratamiento de la ciudad, deben dar un pretratamiento (igualación, cribado, remoción de grasa) para reducir la carga e igualándola a la de los residuos líquidos domésticos, evitando la perturbación de las operaciones en la planta municipal.<sup>14</sup>

#### 4.2.2.3 Fermentación

En este grupo se incluyen las cervecerías, las destilerías, las fábricas de alcohol y otros productos químicos orgánicos y ciertas ramas de la industria farmacéutica. Una de las principales características es el alto consumo de agua, que pasa a ser parte del producto terminado, en la mayoría de los casos. También se utiliza en el lavado de botellas y envases, para enfriar las compresoras, equipos de refrigeración, y en las calderas.

Los desechos producidos por este grupo de industrias son, en su mayor parte, de alto potencial contaminante, predominando el pH bajo, el alto contenido de sulfatos, la presencia de materia orgánica, las altas temperaturas y el color fuerte. Los rangos varían dependiendo de la industria y se muestran en las Tablas 9 y 10.

En las cervecerías y destilerías el desecho principal es el grano agotado, también llamado flema. Si no es recuperado, la consecuencia inmediata es el valor elevado de DBO, observándose una población equivalente elevada de casi 50,000 por cada 1,000 bushels<sup>15</sup> de grano procesado y una

---

<sup>14</sup> KEMMER Y McCALLION. Manual Del Agua su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones. México, 1989.

<sup>15</sup> Medida inglesa de capacidad para áridos que equivale a 0.22 Om en cebada.

población equivalente media de 625,000 en descargas de 1,000 m<sup>3</sup> / día. La diferencia entre los RIL de ambas industrias radica más que todo en que en las cervecerías la carga orgánica y la temperatura es menor, y el valor de pH es superior, con relación a las destilerías.

**TABLA 9:** Características de los Residuos Líquidos Industriales de las Vinazas (Destilerías).

PARAMETRO	VALOR MEDIO	RANGO
pH	4.4	3.6 – 4.7
T (°C)	-	96 – 106
DQO (mg / L)	70,000	48,000 – 88,000
DBO (mg / L)	35,000	30,000 – 40,000
SV (mg / L)	50,400	40,000 – 63,000
ALCALINIDAD TOTAL (mg / L)	3,400	2,100 - 5,350
Nitrógeno Orgánico (mg / L)	1,200	112 – 4,000
Nitrógeno Amoniacal (mg / L)	24	14 – 1,300
Carbohidratos (mg / L)	16,200	13,660 – 23,900
Acido Acético (mg / L)	2,130	1,750 – 3,000
Acido Propiónico (mg / L)	114	67 – 642
Acido Butírico (mg / L)	340	142 – 900
Etanol (mg / L)	106	100 – 115

Fuente: MONTALVO, Silvio. Tratamiento Biológico De Desechos Líquidos Industriales, 1999.

Como el proceso de producción de las cervecerías es discontinuo, se presentan variaciones en el caudal de los RIL y en sus características con picos cercanos al 30% de la cantidad total del residuo líquido diario en una sola hora (Montalvo, 1999). Un ejemplo de estas variaciones se muestra en la

tabla 10. En el caso de la fabricación de antibióticos, específicamente en la parte del lavado, se han reportado DBO<sub>5</sub> entre 2,000 y 5,000 ppm<sup>16</sup>.

**TABLA 10:** Variaciones De Calidad Y Cantidad De RIL En Una Cervecería.

PARAMETRO	VARIACION
Cantidad de RIL	2.1 a 3.9 m <sup>3</sup> / ton cebada
Sustancias sedimentables (2 Horas)	3 a 13 ml / L
DBO sobrenadante	1.4 a 4.1 Kg / ton cebada
DQO sobrenadante	2.4 a 7 Kg / ton cebada

Fuente: MONTALVO, Silvio. Tratamiento Biológico De Desechos Líquidos Industriales, 1999.

Una de las características que se deben tener en cuenta de dichos RIL al momento de ser descargados sin ningún tipo de tratamiento al sistema sanitario municipal es su valoración como agente potencialmente corrosivo (Montalvo, 1999).

#### 4.2.2.4 Procesadoras De Frutas y Legumbres

Según Montalvo, los RIL de las industrias procesadoras de frutas y legumbres se originan en la limpieza, el transporte, lavado, cocido y blanqueado de los alimentos, además de los procedentes del aseo de equipos y pisos. Las características varían durante el año debido a la estacionalidad de la industria (variación de la materia prima dependiendo del estado de cosecha). Tabla 11.

---

<sup>16</sup> Hilleboe, 1997.

Parte importante del proceso es la preservación donde, dependiendo del método empleado, las características del RIL difieren y la más significativa es la fermentación donde se utilizan salmueras frescas o ácidas, generando volúmenes aproximados a 2 m<sup>3</sup> de residual líquido por tonelada de producto a procesar (Montalvo, 1999).

**TABLA 11:** Cantidad Y Composición Del RIL Según Materia Prima.

PRODUCTO	CANTIDAD DE RIL (m <sup>3</sup> / ton)	CANTIDAD DE CONTAMINACION	
		Kg DBO / ton	Mg DBO / l
Frijoles	14 – 23	4 - 8	140 – 600
Guisantes	30 – 60	8 - 15	300 – 4,700
Maíz Dulce	16 – 27	20 - 30	-
Pepino	15 – 30	4 – 6	-
Tomates	1.8 – 3.6	2.1 – 5.5	180 – 4,000
Zanahoria	20 – 40	20 - 40	520 – 3,030
Ensalada Mixta	50 – 100	8 - 30	-

Fuente: MONTALVO, Silvio. Tratamiento Biológico De Desechos Líquidos Industriales, 1999.

En general, el vertido industrial de las procesadoras de frutas y legumbres puede ser descargado al sistema sanitario, luego de un tratamiento previo y con una tasa de dilución aproximada de 1:20 partes de RIL por partes de agua.

#### 4.2.2.5 Textiles

Para Hilleboe, las características de los desechos originados por la industria varían según se trate de fibras naturales o sintéticas, el grado de contaminación depende de los químicos aplicados en el proceso de tintura, pueden ser demasiado alcalinos o ácidos e intensamente coloreados.

Los sistemas de tintura más utilizados son: con colorantes tina (oxidación con aire, agua y peróxidos, jabonado, aclarado con agua y con agua fría), con colorantes reactivos (lavado con agua fría, agua a 60°C, jabonado, aclarado con agua caliente y con agua fría) y por último con colorantes dispersos (reducción en medio alcalino, aclarado con agua a 60°C, jabonado, aclarado con agua caliente y con agua fría)<sup>17</sup>.

Las características del efluente, según Montalvo, procedente del proceso en que se trabajen fibras naturales presentan DBO aproximada a 900 mg/L, sólidos totales del orden de 3,000 mg/L, pH en el rango de 9 a 10.5, sólidos suspendidos alrededor de 100 mg/L y el Cromo puede tener valores hasta de 4 mg/L. Para las fibras sintéticas los valores de DBO están en los 8 mg/L y el pH varía de 2.5 a 10.

En la tabla 12 se enumeran los valores promedios de los residuos líquidos característicos en una planta textil.

---

<sup>17</sup> MONTALVO, Silvio. Tratamiento Biológico para Aguas Residuales Industriales. Santo Domingo, 1999.



**TABLA 12:** Características Promedio De Los Desechos Crudos De Una Planta Textil<sup>18</sup>.

Variable	Restregado De Lana Y Pelo	Teñido Y Acabado De Lana	Acabado De La Tela Tramada De Algodón Y Material Sintético	Acabado De La Tela De Punto De Algodón Y Material Sintético	Teñido Estampado De Alfombras	Teñido De Materia Prima E Hilo De Algodón Y Sintético
Uso de agua (gal/lb)	4.3	4.0	13.5	18	8.3	18
Producción (tamaño med.) 1,000 lb/día	80	2 – 20 3 – 20	6 – 180 7 – 5	8 – 40 9 – 40	60	60
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	4,740 – 6,220 5,480	150 – 700 300	250 – 850 550	100 – 650 250	144 – 630 340	75 – 340 200
SST (mg/L)	5,000 – 24,500 7,500	45 – 300 130	45 – 475 185	40 – 485 300	75 – 150 120	25 – 75 50
DQO (mg/L)	29,600 – 31,300 30,500	280 – 5,000 1,041	425 – 1,440 850	450 – 1,440 850	570 – 1,360 925	220 – 1,010 524
Aceite y Grasa (mg/L)	5,000 – 5,600 5,340					
Cromo Total (mg/L)	0.05	4	0.04	0.05	NI	0.013
Fenol	1.5	0.5	0.04	0.27	NI	0.12
Sulfuro	0.20	0.1	2.72	0.2	NI	NI
Color (ADMI)	2,000	500 – 1,700	325	40	600	600
pH (unidades)	6 - 9	6 – 11	7 - 11	6 - 9	6 - 9	7 – 12

Fuente: **American Society For Testing And Materials.** Manual De Aguas Para Usos Industriales. Editorial Limusa. Mexico, 1997.

NI: No existe información disponible.

NOTA: Se dan intervalos y valores medios.

<sup>18</sup> Lockwood Green Engineers, Inc. Textile Industry Technology and Coast of Wastewater Control, National Comm. On Water Quality Contract WOSA Co-21,1975.

#### 4.2.2.6 Curtiembres

El tratamiento del cuero se da en dos fases: un tratamiento preliminar en el taller del agua y el curtido. En el primero se preparan las pieles mediante el empapado y lavado de las pieles, la alcalinización y la desalcalinización.

Los vertidos se generan en las diversas fases del proceso y son los siguientes: aguas de lavado de pieles, ricas en amoníaco; desechos de las tinajas de encalado y de las máquinas apelmbradoras; aguas provenientes del lavado del descarnador y escurrido de los pisos; licor tánico gastado y el agua del enjuague de las tinajas; fugas de las tinajas y álcalis y ácidos gastados, originarios de las tinajas de blanqueo (Hilleboe, 1997).

La cantidad de RIL promedio generada en una tenería<sup>19</sup> está entre 1 y 1,5 m<sup>3</sup> por piel procesada, la cual puede variar dependiendo el tamaño de la industria y la tecnología empleada (Montalvo, 1999). Los valores típicos de las aguas residuales se muestran en la tabla 13. En ella no se incluyen, el contenido elevado de cloruros que alcanza los 5 mg/L, los sólidos sedimentables (10 - 12 mg/L), el consumo de dicromato de potasio alrededor de los 750 y 1,250 mg/l, además del contenido de grasa emulsionada. La población equivalente es de aproximadamente en 500 habitantes por tonelada de pieles (Montalvo, 1999).

---

<sup>19</sup> Otra denominación que reciben las curtiembres en República Dominicana.

**TABLA 13:** Valores de RIL de 6 fábricas en Cuba que procesan cerca de 500 pieles/día.

ETAPAS DEL PROCESO	% DE PIELES TRATADAS	DBO (mg/L)	SS (mg/L)	ST (mg/L)	RIL (m <sup>3</sup> /día)
Lavado y breve empaque	100	160	590	1,360	360
Remoción de pelos	40	320	790	790	170
Descarnado	60	540	1,520	1,810	250
Vapuleado	100	90	20	180	100
Curtido (vegetal)	20	20	20	110	20
Curtido (cromo)	80	50	70	290	60
Procesos finales	100	20	20	50	60
Totales	-	1,200	3,030	4,770	1,090

Fuente: MONTALVO, Silvio. Tratamiento Biológico De Desechos Líquidos Industriales, 1999.

#### 4.2.2.7 Papeleras

Esta industria genera gran cantidad de residuos líquidos debido al alto consumo de agua en el proceso de fabricación. Los desechos generados se pueden separar en dos tipos: los provenientes de la manufactura de la pulpa y los derivados de la fabricación del papel. En general, contienen desperdicios del lavado de la pulpa como; fibras, cargas, gomas y colorantes, licor de tratamiento en exceso, materiales extraídos de la pulpa durante el blanqueado, arcilla y relleno en exceso que no haya sido retenido por la hoja, logrando elevar el grado de contaminación en el RIL<sup>20</sup>. En la tabla 14 se muestran los tipos de aguas residuales obtenidas en el proceso de fabricación de la pasta.

<sup>20</sup> KEMMER Y McCALLION. Manual Del Agua su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones. México, 1989.

**TABLA 14:** Tipos de aguas residuales en el proceso de fabricación de la Pasta.

TIPO DE AGUAS	CARACTERISTICAS
Descortezado	El volumen de agua vertida es un 0 – 30 m <sup>3</sup> /ton, DBO entre 1 y 5 (kg./ton).
Coladas	Se originan del agua que contiene la suspensión fibrosa
Lavado de Máquina	Se une con la excedente del circuito secundario para ser depurada y enviada al exterior.
Clarificadas	Si no contienen materias en suspensión pueden ser reutilizadas, pero es difícil debido a imperfecciones en los sistemas de clarificación.
Blanqueo de Pastas	Se genera el mayor volumen de agua contaminada debido a la utilización de cloro, dióxido de cloro e hipoclorito y tratamiento con álcali.

Fuente: MONTALVO, Silvio. Tratamiento Biológico De Desechos Líquidos Industriales, 1999.

Como la mayoría de los residuos son materia orgánica, la DBO resultante es alta, entre las 50 y 150 lb/ton de producto o en el rango de 100 a 300 mg/L; los sólidos suspendidos son aproximadamente el 50% de la DBO (Kemmer y McCallion, 1989). En la tabla 15 se presentan el rango de sólidos disueltos y suspendidos generados en algunas operaciones de la manufactura de pulpa y papel.

**TABLA 15:** Fuentes de Sólidos en una Planta Integrada.

AREA	SOLIDOS SUSPENDIDOS, mg/l	SOLIDOS DISUELTOS, mg/l
Cuarto de madera	500 - 700	700 – 800
Planta de Pulpa (de blanqueo)		
Extracto Cáustico	60 - 80	4,000
Extracto Acido	60 - 80	1,500
Total	200 - 250	1,800
Planta de Recuperación	3,000	3,000
Máquinas de Papel	400 - 700	300 – 400

Fuente: Kemmer Y Mccallion. Manual Del Agua, Su Naturaleza, Tratamiento Y Aplicaciones, 1989.

#### 4.2.2.8 Acabado De Metales

Los residuos en este tipo de industrias resultan de los procesos del bruñido del acero, del hierro y del cobre y los procesos galvanoplásticos. Obteniéndose RIL usualmente ácido, con iones metálicos, cianuros y cromatos (Hilleboe, 1997).

En el bruñido del acero los licores presentan una alta concentración de ácidos y de hierros ferrosos. De la parte del lavado y procesado en el bruñido del cobre, se obtienen aguas residuales con presencia de cobre. La galvanoplastia deriva efluentes extremadamente tóxicos debido a la presencia cianuros y/o cromatos<sup>21</sup>. El volumen de agua residual es pequeño, ya que se utiliza ante todo para el lavado de las piezas, pero es almacenada en tinas y la mayoría es reutilizada durante cierto tiempo.

#### 4.2.3 Problemas Causados En El Sistema Sanitario.

Los residuos industriales pueden afectar enormemente la operación normal del sistema sanitario de una ciudad y sus estructuras, dependiendo del tipo de material que las conforman, si no son tratados previamente a su descarga. Eckenfelder (1989) enumera los componentes no deseables en los vertidos industriales y sus efectos negativos (Tabla 16). A continuación se enumeraran algunos de los daños por ellos causados al sistema y que dependen del tipo de industrias.

---

<sup>21</sup> HILLEBOE. Manual de tratamiento de Aguas Negras. México, 1997.

**TABLA 16:** Componentes no deseables y efectos negativos.

COMPONENTE	EFEECTO
Orgánicos Solubles	Consume OD.
Sólidos en Suspensión	Consume totalmente el OD y libera gases indeseables.
Trazas de Compuestos Orgánicos	Afecta el sabor, olor y toxicidad.
Metales Pesados	Tóxicos.
Color y Turbidez	Afecta a la estética.
Nutrientes (N y P)	Ocasiona Eutrofización.
Sustancias refractarias resistentes a la biodegradación.	Tóxicas a la vida acuática
Aceites y sustancias flotantes	Repulsivo
Sustancias Volátiles	H <sub>2</sub> S y otros COV originan contaminación del aire.

Fuente: Kiely, Gerard. Ingeniería Ambiental. Editorial Mc Graw Hill, 1999.

En general, los residuos líquidos industriales pueden afectar la red de alcantarillado sanitario y las instalaciones de las plantas de tratamiento, incrementar los costos de tratamiento y disposición de los vertidos. Los problemas relevantes, según Metcalf & Eddy, son el control de olores y la corrosión ocasionados por el incremento en las aguas residuales del contenido de sulfuros, atribuido a la reducción de metales en los RIL durante el proceso de pretratamiento. En este caso, ocurre que los sulfuros no tienen elementos metálicos con los cuales reaccionar, formándose el sulfuro de hidrogeno. La emisión en exceso del compuesto acelera el proceso de corrosión, el deterioro de los colectores de hormigón y de las estructuras civiles iniciales de las plantas de tratamiento, e incrementa la emisión de olores.

La presencia de sulfuro de hidrógeno en el agua residual precipita muchos de los elementos necesarios para el crecimiento bacteriano, modificando las condiciones de tratabilidad del agua. Sucede entonces que, el sulfuro de hidrógeno reacciona con los metales presentes en la masa de agua residual, resultando compuestos de sulfuros insolubles causantes del color oscuro de las aguas residuales. La producción de sulfuro de hidrogeno aumenta con la disminución del pH<sup>22</sup>.

Los sólidos contenidos en las descargas industriales también traen consecuencias indeseables al sistema sanitario, como es la obstrucción y taponamiento de las tuberías ocasionadas por la sedimentación de materia orgánica, residuos sólidos, grasas, etc. al mismo tiempo que en las plantas de tratamiento obliga a la utilización de unidades para la separación de ellos de las aguas residuales, como mecanismo de protección a los equipos de bombeo, evitando su daño y/o desgaste.

Los metales pesados, los residuos no metálicos inorgánicos u orgánicos vertidos por algunas industrias a la red de alcantarillado, tienen efectos inhibidores y tóxicos para las bacterias, parte fundamental de las plantas que utilizan el tratamiento biológico. En la tabla 17 aparecen los contaminantes que afectan el proceso de lodos activados.

---

<sup>22</sup> METCALF & EDDY. Ingeniería De Aguas Residuales. Redes De Alcantarillado Y Bombeo, Tomo I. Mexico, 1996.

**TABLA 17:** Umbrales de contaminantes que inhiben el proceso de lodos activados.

CONTAMINANTE	CONCENTRACION, mg/L	
	Eliminación de Materia Carbonosa	Nitrificación
Aluminio	15 – 26	
Amoniaco	480	
Arsénico	0.1	
Borato (boron)	0.01 – 100	
Cadmio	10 – 100	
Calcio	2,500	
Cromo (VI)	1 – 10	0.25
Cromo (III)	50	
Cobre	1	0.005 – 0.5
Cianuro	0.1 – 5	0.34
Hierro	1,000	
Manganeso	10	
Magnesio		50
Mercurio	0.1 – 5	
Níquel	1 – 2.5	0.25
Plata	5	
Azufre		500
Cinc	0.8 – 10	0.08 – 0.5
Fenoles:		
Fenol	200	4 – 10
Cresol		4 – 16
2,4-Dinitrofenol		150

Fuente: METCALF & EDDY, INC. Ingeniería De Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido Y Reutilización. Vol. I, 1996.

Los metales pesados como el cadmio, cromo, níquel, cobre, cinc y plomo, al reaccionar con las enzimas microbiológicas retrasan o inhiben completamente el metabolismo. Estos metales precipitados pueden solubilizarse a través de un cambio de pH, reduciendo la eficiencia de los procesos de tratamiento biológico (Metcalf & Eddy, 1996).



### **4.3 NORMALIZACION PARA VERTIMIENTOS INDUSTRIALES**

Aunque en República Dominicana no existe una norma específica para la recolección, tratamiento y disposición de los residuos industriales, se encuentran reglamentaciones que dirigen el manejo de los vertimientos no solo a las aguas superficiales y subterráneas, sino también a los drenajes artificiales y a las redes de alcantarillado sanitario. Aunque algunas de estas normas parecen muy generales son esenciales en el tratamiento del tema, encontrando: La Ley 5852 del 62 (Modificada en el 84), El Código de Aguas, La Ley de Aguas, entre las más significativas. La más específica es la NORDOM 23:1-001, donde se fijan parámetros de vertimientos para las industrias a los diferentes cursos de agua.

#### **4.3.1 Ley 5852, Con Las Modificaciones De 1984**

Trata "Sobre el dominio de aguas terrestres y distribución de aguas públicas". Reglamenta el dominio de las aguas lluvias, las aguas vivas, manantiales y corrientes, aguas muertas o estancadas; controla la explotación y conservación de las aguas subterráneas; determina los parámetros para la construcción de obras de defensa de las aguas públicas; proporciona los lineamientos para el aprovechamiento de las aguas públicas y la solicitud de permisos.

#### **4.3.2 Código De Aguas Para República Dominicana**

Es el marco de referencia para el conocimiento, uso, aprovechamiento, administración, preservación, control y defensa de las aguas, cauces y obras hidráulicas en la República Dominicana, definido en

el artículo primero de dicho norma. Además, se concibe como la base de la que se derivan las diferentes leyes y reglamentos que normatizan todo lo referente al agua, incluyendo su dominio y las limitaciones que a la propiedad se establezcan en función del interés hidráulico.

#### **4.3.3 Ley De Aguas De La República Dominicana**

En esta ley, se delegan funciones establecidas en el Código del Agua a las diferentes instituciones relacionadas con dicho recurso, su aplicación, importancia, preservación, etc.

#### **4.3.4 Nordom 23:1 – 001**

Es un proyecto de norma, que para su pronta implementación fue aprobado como norma de emergencia durante el proceso de complementación y aprobación. Actualmente es el documento utilizado por el INPRA (Instituto Nacional de Protección Ambiental) en su reciente trabajo con las descargas de aguas residuales en general.

La norma proporciona las definiciones necesarias para la comprensión de todos los procesos y procedimientos a seguir en la valoración de la contaminación de las aguas debido a los vertimientos líquidos, además especifica el campo de aplicación y los parámetros que deben cumplir los vertimientos dependiendo el sitio de descarga y el tratamiento anterior y posterior que se le aplique.

La parte 4 de la norma contiene los requisitos físicos y químicos que deben cumplir las descargas industriales. En la tabla 18 se enumeran los valores máximos establecidos más utilizados.

**TABLA 18:** Requisitos Físicos Y Químicos.

REQUISITOS FISICOS	VALOR MAXIMO
Temperatura	35 °C
Sólidos Sedimentables (1 hora)	1,0 ml / l
Color	200 u. De color <sup>23</sup>
Conductividad	2,000 $\mu$ mhos / cm
Sólidos en Suspensión	1,500 mg / l
Sólidos Totales Disueltos	1,200 mg / l
REQUISITOS QUIMICOS	VALOR MAXIMO
PH	5 - 10
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	1,000 mg / l
Demanda Química de Oxígeno	70 mg / l
Demanda Bioquímica de Oxígeno	50 mg / l
Cromo Hexavalente	0.5 mg / l
Oxígeno Disuelto	5 - 11 mg / l

Fuente: NORDOM 23:1-001, 1991

Dentro de los otros requisitos exigidos y que restringen las descargas se encuentran los siguientes: contenidos de sustancias en descomposición o que en combinación produzcan obstrucciones o corrosión; color intenso; sólidos sedimentables en días, horas o menos, caudales mayores al 40% del caudal mínimo del receptor. En el caso que los vertimientos industriales no cumplan con estos requisitos las compromete en la construcción de una planta de tratamiento y la conducción del efluente a un lugar establecido por la autoridad competente.

En el caso específico de descargas industriales directas o indirectas a los colectores del alcantarillado sanitario, deben cumplir con los requisitos anteriormente mencionados y con los que se enuncian a continuación: No deben contener sólidos sedimentables en 10 minutos o que estos

sean de naturaleza compactable. Los valores de sulfatos en  $\text{SO}_4$ , no deberán sobrepasar los 200 mg / l, si el material del colector contiene cemento. No se permiten sustancias que originen la destrucción del material del colector, aún si el valor es mínimo. Si el colector es de PVC, la temperatura debe ser máximo 20°C. Tampoco se permitirán sustancias que generen gases corrosivos que dañen el material de la conducción.

Dentro de los apéndices de la norma, se especifican los parámetros que se deben tener en cuenta en el estudio de los vertimientos de cada tipología.

#### **4.3.5 Anteproyecto De Ley General De Protección Ambiental Y Recursos Naturales**

El objetivo general es la protección, defensa, conservación, preservación, recuperación, restauración, rehabilitación y mejoramiento de los recursos y bienes del Patrimonio Natural de la República Dominicana.

Entre los artículos que contiene el anteproyecto, se hará referencia al número 180 por considerarse el de mayor aplicación al tema de estudio. Allí se pone como requisito en las construcciones de asentamientos humanos, complejos habitacionales o industriales la instalación de desagües, cañerías y métodos de tratamiento y disposición de aguas residuales.

---

<sup>23</sup> Para las tenerías, fábricas de papel, textilerías, destilerías, tintorerías, el color tendrá un valor máximo de 1,000 u. De color.

## **5 DISEÑO METODOLOGICO**

El estudio de las descargas industriales se dividió en dos etapas. La primera parte del estudio consistió en la recolección de información, actualización de datos, selección de las industrias, visita a diferentes industrias para reconocimiento de procesos y vertimientos, aplicación de encuesta para determinar su alcance, identificación de parámetros para los muestreos y posteriores monitoreos.

La segunda parte abarca el muestreo de las industrias consideradas representativas para el estudio, con el fin de crear antecedentes y bases para un posterior programa de seguimiento y monitoreo de estas industrias, con la posibilidad de aumentar el número de establecimientos a evaluar.

### **5.1 OBTENCION DE LOS DATOS INICIALES**

Para ello, se contó con la colaboración de las oficinas de Informática y Catastro de CORAASAN, facilitando el último listado de industrias que tienen contrato con la Corporación (mayoría de las industrias), en donde aparecen datos importantes para el estudio como; el número de contrato, la codificación, el nombre, dirección, teléfono, el consumo de agua potable en los últimos seis meses y el consumo promedio anual en 1999 (ver apéndices).

Se segregaron las industrias cuyas descargas son realizadas al alcantarillado sanitario de la ciudad de Santiago, teniendo en cuenta su ubicación. Con este listado y la anterior agrupación por

tipologías realizada por la Ingeniera Juliana Ochoa en 1998, se tomó como base el producto final elaborado y se asignó a cada tipología un código de identificación, se actualizaron los datos de las industrias y se confrontaron los valores del caudal promedio anual consumido en el año 97 y 99, según contadores de CORAASAN, de los establecimientos seleccionados.

## **5.2 SELECCION DE LAS INDUSTRIAS**

Por ser Santiago la segunda ciudad más grande y desarrollada en República Dominicana, posee un número considerable de industrias que descargan no sólo en el sistema de alcantarillado, sino también en el río Yaque del Norte y en los arroyos que cruzan la ciudad. El contenido y volumen de estos vertimientos podrían ser un problema para la fuente receptora de dichos efluentes. Si se consideran todas estas industrias en el estudio, se necesitará de mucho tiempo en la realización de la etapa inicial. Considerándose innecesario, ya que se conoce de antemano que muchas de las industrias tienen efluentes cuyas características ocasionan poca o nula afectación para el sistema de redes, plantas de tratamiento de aguas residuales y el medio ambiente.

Por tal razón, fue indispensable analizar el listado de las industrias ya agrupadas eligiendo las que merecían ser estudiadas para futuros monitoreos. En la selección de las industrias se consideró; la descarga al alcantarillado sanitario, porque sobre él tiene autoridad CORAASAN; los consumos promedios mensuales y el producto elaborado. Con lo anterior se identificaron los vertimientos más impactantes para la red, el proceso de tratamiento en las Plantas Municipales y el medio ambiente, específicamente a las fuentes hídricas.

Es importante aclarar que, los vertimientos generados por las industrias dedicadas al curtido de pieles y la destilación son los que, actualmente, en la ciudad de Santiago ocasionan el mayor grado de contaminación, debido a las características de sus efluentes (descrito en el Marco Teórico). Dichas industrias no se incluyeron dentro del grupo seleccionado debido a que sus descargas se efectúan directamente al Río Yaque del Norte o a los arroyos que cruzan por la ciudad, saliéndose del área de manejo de CORAASAN.

Las tipologías seleccionadas fueron 6; producción de alimentos, elementos metálicos, lácteos y derivados, hospitales y centros médicos<sup>24</sup>, embotelladoras y pinturas. El total de industrias pertenecientes a estos grupos son 24, registradas en el sistema de datos de la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santiago.

### **5.3 VISITA PRELIMINAR.**

Se seleccionó con anterioridad una industria representante de cada tipología elegida. En el caso de producción de alimentos se escogieron tres, debido a que los productos finales y el proceso son diferentes. Además, la embutidora Santa Cruz había sido anteriormente visitada por la Gerencia de Saneamiento de CORAASAN de la que resultaron algunas recomendaciones en el manejo de los residuos líquidos, y por lo que se deseaba verificar las condiciones actuales de la industria. Se decidió no visitar a los centros médicos y hospitales debido a inconvenientes en el intento de las inspecciones, convirtiendo los datos logrados en muy poco fiables.

---

<sup>24</sup> Aunque los hospitales y centros médicos no son industrias, se consideraron en el estudio debido a la peligrosidad de sus residuos y el manejo y tratamiento especial a los que deben ser sometidos.

Las visitas se efectuaron con el fin de: conocer las fases de cada proceso; identificar las materias primas e insumos utilizadas; determinar los puntos de mayor utilización y vertimiento de agua; examinar la recolección, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos y sólidos; elaboración de observaciones generales; identificación de punto o puntos de muestreo del efluente vertido al alcantarillado; evaluar el contenido y alcance de la encuesta elaborada. Además de delimitar el campo y alcance del trabajo, porque según el resultado de las visitas se verificarán las industrias a monitorear.

Se visitó la industria Cartonera del Cibao, no incluida en las tipologías seleccionadas, por desconocimiento del producto elaborado y de las características e importancia de sus vertimientos, logrando corroborar mediante la observación la posible magnitud del impacto de sus efluentes al Sistema Sanitario.

Como herramientas para la recolección de la información durante las visitas se utilizó grabadora, lápiz y papel. Se dificultó el uso de cámara fotográfica debido a las restricciones de los establecimientos, pero siempre se contó con la orientación de una persona con manejo y conocimiento de los procesos practicados en la industria. Luego de cada visita se elaboró el informe escrito de la información recolectada las observaciones y anotaciones pertinentes.



#### **5.4 APLICACION DE CUESTIONARIO**

El primer paso fue la revisión del cuestionario elaborado en 1998 por Juliana Ochoa, al cual se le agregaron algunos puntos considerados de importancia para una mejor evaluación de las condiciones de la industria y sus vertimientos al sistema sanitario.

La aplicación del cuestionario a las industrias se efectuaba luego del recorrido por la planta de producción y demás unidades, en colaboración con el jefe de producción o la persona encargada. Con los ítems contenidos en el cuestionario se elaboró una base de datos diferente para cada tipología, donde se almacena la información recolectada luego de la visita, que funciona como historial de inspecciones.

#### **5.5 SELECCION DE PARAMETROS**

Debido a la variedad de materias primas, insumos, maquinaria utilizada y actividades realizadas en cada industria para la elaboración del producto final, se hizo necesario la preparación del listado de los parámetros que se deben analizar en cada industria y que debe ser general para la tipología a la cual pertenece.

Para la elaboración del listado se confrontó la información recolectada durante las visitas (incluyendo las observaciones del caso), los parámetros recomendados por los encargados de los laboratorios de las plantas de tratamiento de aguas residuales de Rafey y Cienfuegos y las disposiciones de la norma NORDOM 23: 1-001.

Con los parámetros de cada tipología y los valores límites permitidos por la norma dominicana se elaboró una tabla comparativa, la que luego del monitoreo de las industrias será útil para la comparación de los datos y la evaluación de la contaminación de los vertimientos líquidos al sistema sanitario de la ciudad de Santiago.

## **5.6 MUESTREO DE LOS VERTIMIENTOS INDUSTRIALES Y ANALISIS DE PARAMETROS**

El muestreo se realizó a las industrias, cuyos vertimientos se consideraron podrían ser los más perjudiciales al sistema sanitario. Las industrias seleccionadas fueron seis: Embudidora Nueva Era, Productos Santa Cruz, Compañía Baltimore Dominicana, Niquelados y Cromados del Cibao, Pasteurizadora del Cibao y Compañía Embotelladora, la mayoría perteneciente a la tipología de productos alimenticios.

Aunque en un principio se había establecido la realización del monitoreo a través de muestras compuestas, se aplicó el muestreo puntual debido a la novedad que esto significaba para las industrias, considerando que estas aún no estaban preparadas para el procedimiento en lo que se refiere a equipos y conservación de las muestras. De igual manera, el muestreo puntual fue importante para formarse una idea de las características de los diferentes efluentes, su capacidad de contaminación o afectación al cuerpo donde es vertido y para comparar los resultados con la norma. En las industrias con algún tipo de pretratamiento se tomó muestra antes y después de la unidad.

El análisis de las muestras fue realizado por el laboratorio de aguas residuales de la planta de tratamiento Rafey en Santiago y el laboratorio de INDOTEC (Instituto Dominicano de Tecnología

Industrial) en Santo Domingo. La toma de muestras se realizó en colaboración con el INPRA zona Centro.

## **5.7 SELECCIÓN DE LA INDUSTRIA CON MAYORES EFECTOS NEGATIVOS.**

Para ello se compararon los resultados obtenidos del análisis físico - químico de los vertimientos presentados por los laboratorios con las normas NORDOM 23:1-001. La comparación se realizó a través de tablas y figuras que visualizaran más fácilmente las diferencias existentes entre ambas, en que parámetros cada industria se encontraba quebrantando la norma y si ese parámetro era significativamente importante en los problemas presentados por las redes del alcantarillado y las plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad.

Para los parámetros más significativos se halló además, el porcentaje que dichos valores se encontraban rebasando la norma. Los seleccionados fueron cinco; DBO, DQO, pH, cromo hexavalente y sólidos sedimentables. Posteriormente, se promediaron los porcentajes excedidos por cada industria, logrando identificar la que quebrantaba la norma en mayor escala.

También se calculó el número de personas que se requieren para generar la cantidad de flujo descargado a la concentración de DBO<sub>5</sub> encontrada en los residuos líquidos para cada vertimiento industrial o población equivalente. Para la determinación del caudal de vertimiento de cada industria se tomó el 70% del consumo promedio en el año 1999 de agua potable, según datos de CORAASAN.

## 6 ANALISIS DE RESULTADOS

### 6.1 LISTADO DE INDUSTRIAS SELECCIONADAS <sup>25</sup>

Las tipologías consideradas como las que podrían tener mayores efectos dañinos al Sistema de Alcantarillado Sanitario y que por lo tanto requerían de una visita de observación preliminar para su posterior monitoreo se enumeran en la tabla 19.

La primera tipología seleccionada fue la de producción de alimentos debido a las concentraciones elevadas de DBO<sub>5</sub>, grasas y gran cantidad de residuos sólidos presentes en los RILES; en casos específicos, acidez del efluente. También se tomó la tipología de elementos metálicos por la presencia de metales pesados (tóxicos) y alta concentración de ácidos en los residuos líquidos. En cuanto a los lácteos y derivados, se debió la elección a las elevadas cargas de DBO<sub>5</sub>, alto contenido de grasas, de soluciones ácidas, alcalinas y desinfectantes. Las embotelladoras por el contenido elevado de DQO, presencia de compuestos ácidos y vertimientos altamente coloreados. Por último las pinturas, escogida principalmente por la presencia de compuestos químicos en sus descargas. Todo lo anterior se dedujo de la información tomada de varias fuentes, presentada y resumida en el marco teórico.

---

<sup>25</sup> CORAASAN. Listado de Clientes Industriales. Santiago de Los Caballeros, 1997 y 1999.

**TABLA 19:** Listado de industrias seleccionadas según tipología.

PRODUCCION ALIMENTOS (TIP. 6)						
Codificación	Industria		Dirección	Teléfono	Q Prom. (1997) m³/mes	Q Prom. (1999) m³/mes
440600302200723	BEEF DOM. C *A		CARRET. LA CIÉNAGA KM 1	575 - 1383	1608	137
720630601121107	EMBUTIDORA		PALMA REAL	580 - 5382	11226	381
011271101038981	EMBUTIDORA	SANTA CRUZ	CARRET. JACAGUA S/N TIERRA ALTA	575-1381	1094	1074
416062301058899	EMBUTIDORA	NUEVA ERA	AUTOP. STGO - NAVARRETE	575-8197	-	1563
51830401002297	CONFITERIA	CRISTAL	AV. IMBERT S/N GURABITO	575 - 1549	1442	-
613300101038391	COMPAÑÍA	BALTIMORE DOM.	ENT.CTE M.TAVAREZ I S/N	575 - 3256	7793	8240
011272301059124	INDUSTRIAL S.A	PIMENTEL	CARRET. JACAGUA S/N TIERRA ALTA	575 - 1381	672	611

ELEMENTOS METALICOS (TIP. 4)						
Codificación	Industria		Dirección	Teléfono	Q Prom.(1997) m³/mes	Q Prom. (1999) m³/mes
410700101022176	COMPAÑÍA	ENV. ANTILLANOS	C 11 S/N INGCO II	575 - 3301	1183	1547
324260101091790	ACERO	DEL CIBAO	CAMINO ACERO DEL CIBAO S/N		1195	816
41141801039064	INDUSTRIA	D F INTERNAT.	ALVAREZ BOGAERT S/N Z FRANCA	575 - 2375	1409	946
061108	NIQUELADOS Y CROMADOS DEL CIBAO		F No 4 JARDINES DEL OESTE	575 - 9695	-	159

LACTEOS Y DERIVADOS (TIP. 7)						
Codificación	Industria		Dirección	Teléfono	Q Prom.(1997) m³/mes	Q Prom. (1999) m³/mes
810010101110001	PASTEURIZADORA	CIBAO C*A	AUTP. DUARTE LAS PAL.	583 - 2311	3069	4139

**HOSPITALES Y C. MEDICOS (TIP. 18)**

Codificación	Industria	Dirección	Teléfono	Q Prom.(1997) m³/mes	Q Prom. (1999) m³/mes
70100501067725	CENTRO MEDICO STGO APOSTOL	S. LARGA ESQ. JACINTO DUMIT S/N	581 - 6666	773	-
140030401205150	CENTRO MEDICO SEMMA	C/PEDRO FCO. BONO * 9 CIUDAD	426 - 1053	1088	-
120580601014818	CLINICA DR. BONILLA	DUARTE * 57	581 - 7880	553	-
130092601044584	CLINICA MATERNO INF.	AV. J P DUARTE * ARTURO BISONO		602	-
140610901005587	JOSE A. CL. COROMINAS	C RESTAURACION 57	580 - 1171	1430	-
140185701025880	CENTRO MEDICO CIBAO	AV. JUAN PABLO DUARTE 64	582 - 6661	1608	-
120580201029856	CLINICA C MED. DR. VALDEZ	SAN LUIS # 46	582 - 6693	5734	-
51810101038883	CLINICA ELENA CRUZ	AV.27 FEBRERO * 6 S/N GURABITO	575 - 8170	793	-
51261102090010	HOSPITAL INF. ARTURO GRULLON	AV.ENRIQUILLO 13	583 - 2383	671	-
140030101058316	HOSPITAL Ma.CABRAL Y BAEZ			-	-

**EMBOTELLADORAS (TIP. 5)**

Codificación	Industria	Dirección	Teléfono	Q Prom.(1997) m³/mes	Q Prom. (1999) m³/mes
410700301005712	COMPAÑÍA EMBOTELLADORA	C 11 S/N INGCO II	575 - 3211	21212	20760

**PINTURAS (TIP. 11)**

Codificación	Industria	Dirección	Teléfono	Q Prom.(1997) m³/mes	Q Prom. (1999) m³/mes
417173801060142	PINTURAS TAVAREZ	AUTOP. STGO - NAVARRETE	575 - 3137	181	152

## **6.2 VISITA PRELIMINAR**

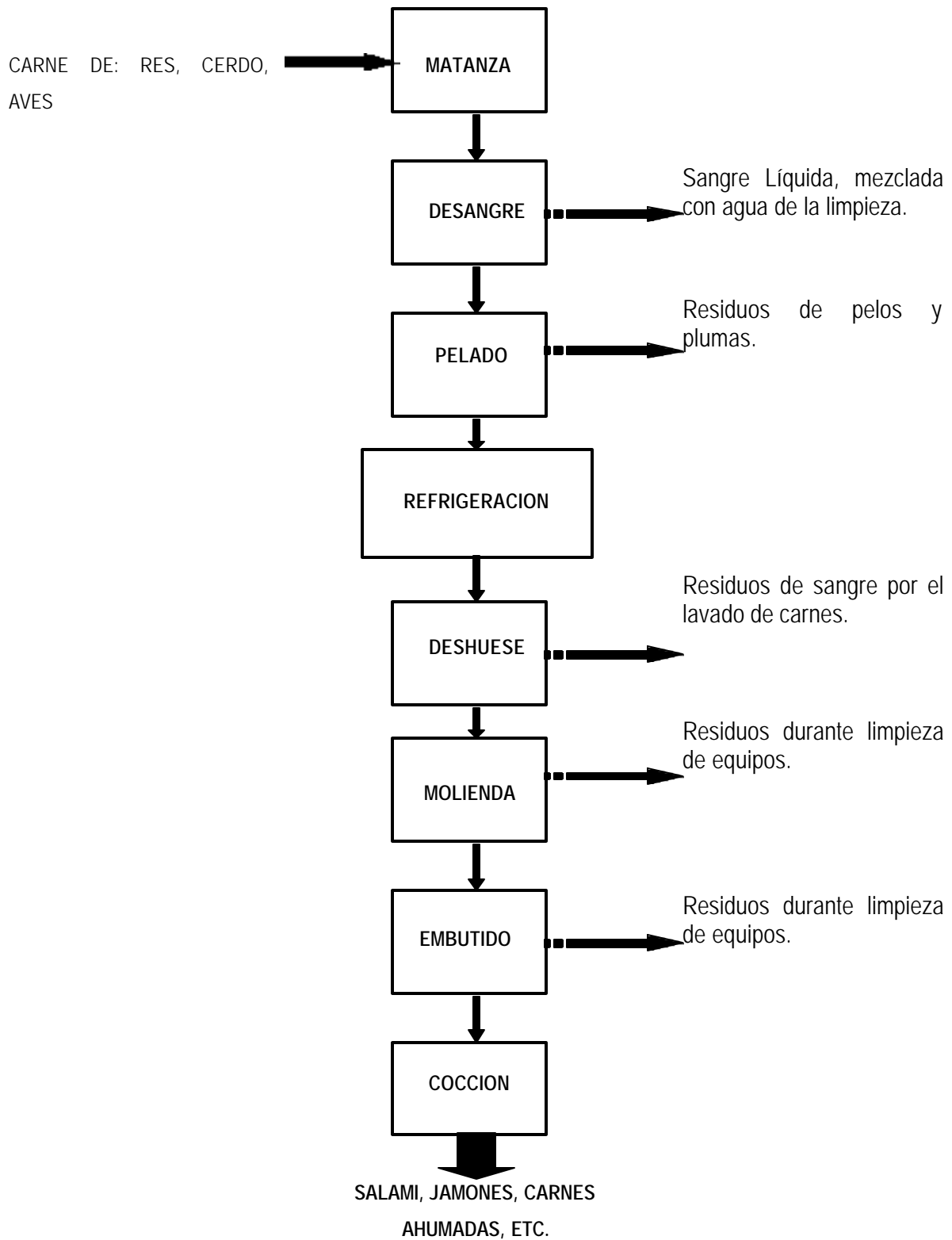
Las observaciones realizadas y la información suministrada por el personal durante la visita preliminar a las industrias anteriormente seleccionadas se describen en el informe elaborado y mostrado a continuación.

### **6.2.1 Visita Embutidora Nueva Era**

La Embutidora Nueva Era, utiliza como materia prima la carne de res, cerdo y aves; los dos primeros sacrificados en la planta de producción, obteniendo como producto final toda la gama de embutidos tales como: salami, jamones, carnes ahumada, etc. Además de las carnes, durante el proceso de elaboración también se utilizan condimentos, sal, proteínas, preservativos, grasas.

El proceso de fabricación de embutidos (Figura 3) se inicia con la matanza de los animales (de 100 a 150 cerdos diariamente y novillos una o dos veces por semana). En esta parte del proceso a los animales se les aplican descargas eléctricas hasta lograr su muerte, pero antes se dejan en reposo por algunas horas. Posteriormente sigue la parte del desangre, aquí los coágulos de sangre son recogidos en recipientes plásticos para luego enviarlos al botadero de basura sin ningún tipo de tratamiento previo, la parte líquida de la sangre va a la tubería del alcantarillado.

FIGURA 3: Diagrama de flujo proceso embutido de carnes





Luego que al animal le han sacado toda la sangre, es pelado utilizando una máquina, los residuos son también enviados al botadero. El cuero de las reses y el cebo de los animales después de separarlos de la carne es vendido a las tenerías y a las fábricas de jabones. Lo siguiente es la refrigeración de los cuerpos por más de doce horas.

El proceso continúa con el deshuese, en donde los cuerpos de los animales son descuartizados, los huesos son retirados de la carne, para la posterior clasificación de estas. En dicha clasificación se divide la carne que va a ser utilizada en el proceso y la otra es vendida. Los huesos también son vendidos.

En la molienda, como su nombre lo indica, se muele la carne, se le agregan los diferentes condimentos y se emulsifica (picar la carne para obtener la mayor cantidad de proteínas). En la última parte del proceso se adicionan otros productos, se embute el material resultante y finalmente se cocina al vapor.

Los distintos productos se elaboran paralelamente, siendo el proceso en sí muy homogéneo, la variación se presenta en la carne utilizada y el tamaño de corte de estas en los molinos. El caudal de consumo es variable, depende de la producción del día. Las fases del proceso donde se utiliza mayor cantidad de agua son la matanza y la limpieza de pisos y equipos.

Las aguas del proceso antes de ser enviadas al colector de aguas residuales pasan a través de unos sedimentadores donde se retiene cierta cantidad de partículas sólidas. Estos son limpiados diariamente y los residuos son enviados al botadero.

## 6.2.2 Visita Compañía Baltimore Dominicana.

Los productos fabricados por la industria son aproximadamente 100, incluyen sazones en polvo, sazones líquidos, salsas para condimentar (China, inglesa...), mayonesa, mostaza, salsa de tomate, gelatina, especias, maicena, etc. La fábrica se encuentra dividida teniendo en cuenta, estas líneas y la elaboración de dichos productos se alternan teniendo en cuenta la demanda.

La mayoría de los procesos no requieren en sí agua, el agua es más utilizada para la limpieza de los equipos y las instalaciones. Los equipos son lavados diariamente después de cada producción y los viernes se efectúa la limpieza profunda de toda la fábrica.

En cada una de las salas de procesos existen una serie de registros que facilitan la inspección de las tuberías y que en cierta forma retienen sólidos. Estos registros son limpiados mensualmente. El agua residual doméstica se mezcla con la del proceso en el registro final.

La fábrica posee una planta de tratamiento primario sin terminar, compuesta por un desarenador convencional y dos sedimentadores pequeños, diseñados para el tratamiento de parte de las aguas del proceso que descarga la industria a una cañada. Actualmente no esta en funcionamiento.

La mayoría de la materia prima viene empacada en sacos de papel, por lo que el volumen de desechos sólidos es muy alto. En la fábrica separan los desechos pero todos igualmente son enviados al botadero.

### 6.2.3 Visita Pasteurizadora Cibao C\*A

La industria ofrece al mercado los siguiente productos: leche, leche achocolatada y jugos; utilizando como materias primas: leche, chocolate, concentrado de naranja. La producción de leche es interdiaria, elaborando mayor cantidad de jugos que de leche.

La mayoría de los vertimientos de esta industria se localizan en el área de mezclado de jugos y el área donde se pasteurizan y se envasan los productos, debido a que en estas zonas ocurre el lavado de los equipos y se vierten los residuos de la producción jugos al culminar con su elaboración.

Durante el día realizan dos tipos de limpieza; la general que es al final del día y se le aplica a todos los equipos y la intermedia, que se hace cuando se va a cambiar de producto. La limpieza intermedia es más corta y habitualmente se realiza con soda cáustica.

Para ahorrar agua y tiempo en la limpieza intermedia y teniendo en cuenta, como antes se mencionaba, que la producción de lácteos es interdiaria, la han organizado de la siguiente forma: inician con la leche blanca para continuar con la achocolatada evitándose la limpieza. Como la elaboración de jugos es diaria; primero hacen los jugos, luego realizan un saneamiento simple y siguen con la leche.

La recolección del agua residual se realiza utilizando tuberías que se unen en registros internos que conducen a dos trampas de grasa. Como el agua de la pasteurización sale con temperaturas

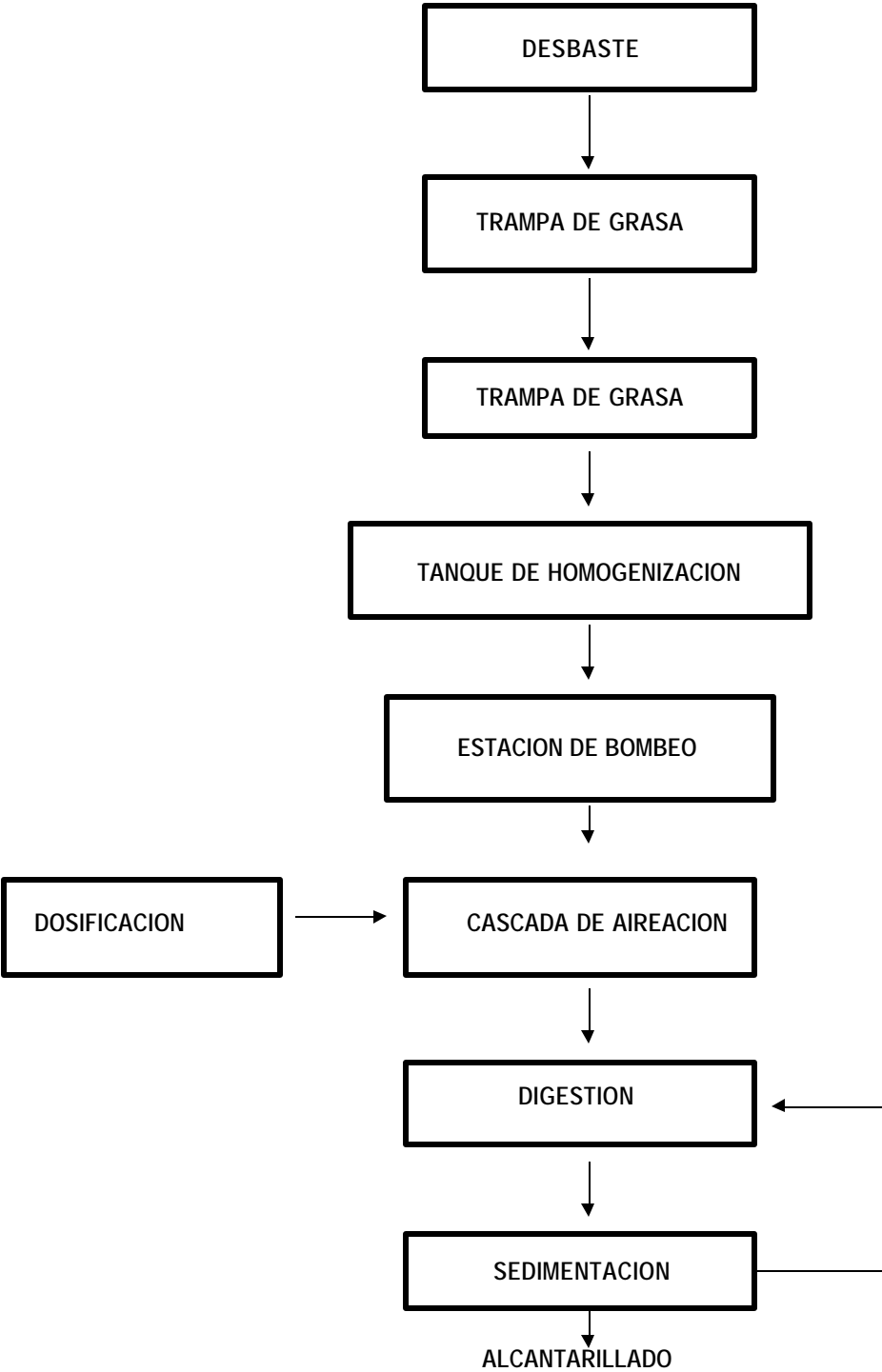
elevadas parte de la grasa se alcanza a diluir, almacenándose en las trampas sólo una porción de estas. Para aumentar la eficiencia de retención de grasa en la industria se tiene una cisterna que recibe el agua a temperatura ambiente y donde se acumula otra cantidad de grasa.

Otro mecanismo utilizado en la industria para facilitar la separación del agua y la grasa es aplicar durante la limpieza de los equipos cuando se produce leche, soda cáustica para saponificar la grasa y eliminar vegetales y proteínas. En la limpieza se usa normalmente una solución cáustica al 2 % recirculada de 15 - 30 minutos con agua caliente, entre 85 a 90 °C, esta se cambia por agua para proceder al enjuague del equipo. Para la eliminación de minerales se adiciona al equipo ácido fosfórico al 1% y luego se desinfecta con yodo. La solución ácida también es recirculada.

La grasa acumulada en la cisterna es retirada cada seis meses al igual que en las trampas de grasas anteriores a ella. De la cisterna se bombea el agua residual a la planta de tratamiento, la bomba es controlada por un sistema de medición de nivel.

La planta de tratamiento (Figura 4) fue diseñada para un caudal de 30.000 gls/día y consta de tres secciones. En la primera parte, el agua tiene entrada ascendente a la planta y es aireada por medio de una cascada, que también actúa como mezcla rápida, ya que en ese punto se le dosifica la enzima. El agua recorre posteriormente una serie de digestores donde se elimina la grasa y por último es recirculada a través de unos tubos perforados que la devuelven a los tanques finales, para continuar hacia el alcantarillado.

FIGURA 4. Diagrama De Flujo Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Industriales,  
Pasteurizadora Cibao.



La función de la enzima es controlar las cepas de microorganismos, reponer y mantener las bacterias que se han eliminado y la digestión de las grasas. La dosificación de la enzima depende del caudal que esté entrando a la planta y del nivel de consumo de grasas por las bacterias, no es continua. Los mayores caudales en la industria se tienen de 3: 30 a 6: 00 de la tarde.

Los parámetros monitoreados en la planta son DBO, pH y sólidos. Para que la planta funcione correctamente los valores de pH deben estar entre 5,7 a 6,5.

#### **6.2.4 Visita Niquelados Y Cromados Del Cibao**

La industria se encarga del recubrimiento de piezas metálicas con níquel o cromo utilizando en el proceso compuestos químicos como: el ácido sulfúrico, sulfato de níquel, cloruro, jabón electrostático.

Para la realización del proceso tiene una serie de tinajas con los diferentes productos químicos en dilución, en ellas introducen las piezas por cierto tiempo dependiendo del químico y del tamaño de las piezas. A la acción mencionada la denominan baños.

El contenido de las tinajas es reusado por cierto tiempo dependiendo el compuesto, por ejemplo; la que contiene el jabón electrostático es cambiado semanalmente, las tinajas con los otros compuestos aproximadamente cada 4 años, en la tinaja del sulfato reponen el químico cuando se baja el nivel.

El piso de la zona de procesos no lo lavan, solo barren los residuos metálicos generados durante el pulimento de las piezas. Las aguas de las tinajas de lavado se mezclan con el agua residual doméstica en el registro final. Este se localiza casi en el centro del predio y se encuentra cubierto por piezas metálicas desechadas.

#### **6.2.5 Visita Pinturas Tavares C\*A**

Esta industria se dedica exclusivamente a la producción de pinturas para autos, el proceso no es específicamente de fabricación, sino que importan las resinas y solventes para luego mezclarlos y empacarlos. Poseen un buen control en el manejo de los químicos utilizados debido al costo y peligrosidad, son materiales combustibles.

La industria no se encuentra conectada a la red de alcantarillado. Para la disposición de sus aguas domésticas poseen dos tanques sépticos, un tanque de clarificado y zanjas de infiltración. La limpieza de los tanques no es muy frecuente, la primera se hizo después de cuatro años de construidos los tanques y para el mantenimiento de estos se aplica en la descarga un producto químico (no especificado).

Tienen plan de emergencia en casos de incendio, formulado en colaboración con los bomberos. Encargándose también de la disposición final de los químicos residuales, los cuales se depositan en tanques para ser almacenados.

### 6.2.6 Visita Cartonera Del Cibao.

La industria se encarga de elaborar empaques para diferentes industrias, por lo tanto su proceso (Figura 5) no incluye la fabricación del cartón. Utilizan para ello cartón plegadizo, tinta y cola.

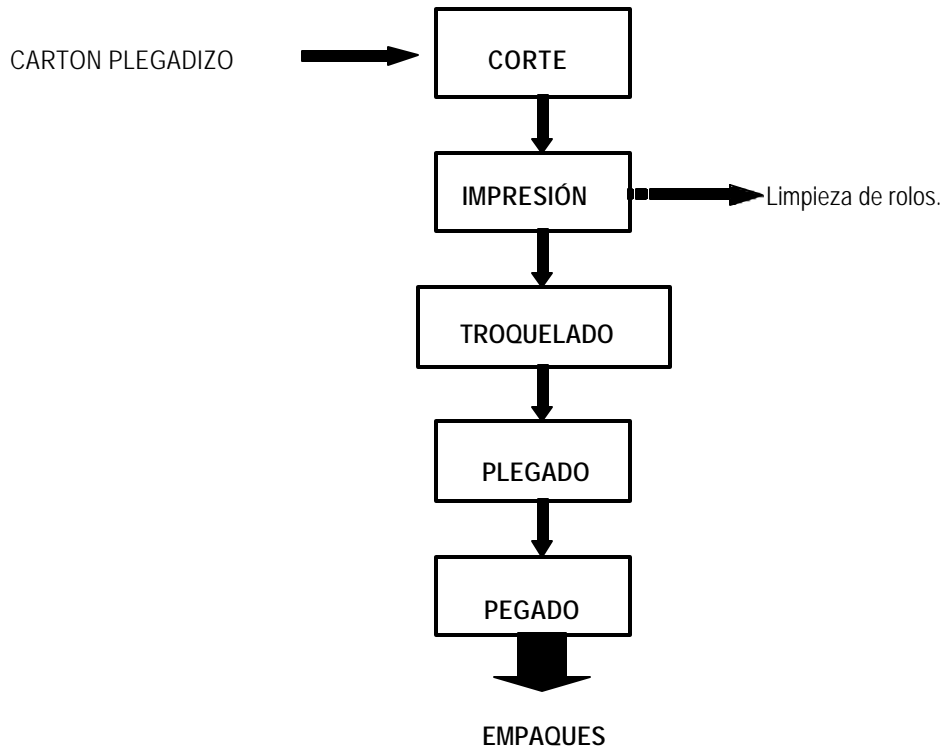
La primera parte es el corte del cartón con una máquina (guillotina), las dimensiones del cartón dependen del tamaño del empaque que se quiera hacer. Esta parte del proceso es en seco. La siguiente fase es la impresión del cartón, la máquina de impresión tiene unas bandejas con agua encargadas de humectar los rodillos de impresión y otra contiene la fuente de impresión, esta es ecológica. Los rodillos son lavados cuando se va a cambiar de impresión y es ahí donde ocurre el mayor vertimiento de agua. Para el lavado utilizan agua, un solvente bien diluido y detergente, la hora de lavado es aproximadamente de 4 a 6 de la tarde, la descarga se realiza en el alcantarillado pluvial.

Se continúa con el troquelado del cartón impreso, consiste en hacerle al cartón los diferentes cortes y pliegues que permitirán armar el empaque. La última parte del proceso es la aplicación de la cola y el pegado de los lados del empaque, obteniendo el producto final.

Los residuos de cartón que no pueden volverse a utilizar por el tamaño, son almacenados y enviados a reciclaje a Santo Domingo. Las aguas domésticas son recogidas por una serie de registros internos y enviada al alcantarillado de aguas residuales.



**FIGURA 5** Diagrama De Flujo Proceso De Fabricación De Empaques.



### 6.2.7 Visita Embutidora Santa Cruz.

La industria produce variedad de embutidos como salami, jamones, etc. El proceso de elaboración (Figura 3) es similar al de Nueva Era, entre las diferencias está que sólo utilizan carne de res y de cerdo.

En la zona de matanza realizan el desangre del animal y el pelado. La sangre tanto líquida como coágulos es totalmente vertida a los canales que conducen a la trampa de grasa. Para el lavado del animal y del piso utilizan agua por medio de mangueras. Todo el pelo de los diferentes animales es

almacenado en el piso y sólo al final del día es recogido y conducido a la basura, por lo tanto en los canales de desagüe llega parte de este residuo. Las canaletas de esta zona desembocan en una trampa de grasa limpiada diariamente y que se encarga de retener la mayor parte de grasas y algunos sólidos. El agua que de allí sale, continua a una serie de registros que recogen además el agua del resto de zonas donde se realizan las otras partes del proceso. Algunos de los registros se encuentran en condiciones regulares, con presencia de roedores y estructuras destruidas.

El lavado de máquinas y pisos lo realizan al final de la jornada, algunos equipos son limpiados cuando se va a cambiar de producto. Todos los residuos sólidos que caen al piso durante la operación y el lavado se conducen al desagüe.

Al final, el agua doméstica se mezcla con la del proceso en un registro que conduce a dos trampas de grasa, las cuales se encuentran funcionando como tanques sépticos sin tapa. El agua decantada pasa posteriormente a un registro sin tapa, aquí el agua presenta un mejor aspecto; menos color, menos sólidos. Por último, continua hacia el alcantarillado sanitario.

#### **6.2.8 Visita Confitería Cristal**

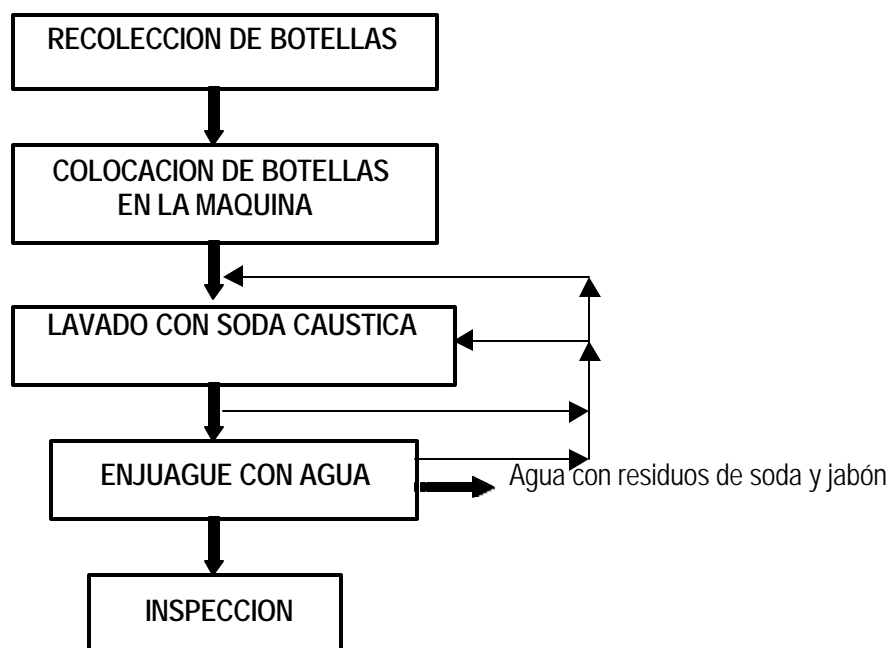
Actualmente, la planta de producción se encuentra parada ya que no elaboran los dulces. La compañía se cambió a comercializadora y distribuidora de dulces, en donde las mentas son hechas en Santo Domingo y los demás son importados.

### 6.2.9 Visita Compañía Embotelladora Dominicana, Planta Santiago.

La industria realiza dos operaciones; el lavado de las botellas usadas, recogidas en los puntos de venta, y la preparación del refresco, que incluye el llenado de los envases.

Para el lavado de las botellas (Figura 6), utilizan una máquina lavadora que consta de tres tanques. En los dos primeros aplican a las botellas soda cáustica y en el último agua, para eliminar todos los residuos. La soda cáustica es recirculada y el agua del enjuague es recogida en una tina que hay debajo de la máquina lavadora, pasa por una serie de filtros y luego es conducida a las tuberías. Otro producto usado en esta operación es el jabón lubricante (Hecho a partir de grasa animal).

**FIGURA 6** Diagrama de flujo en zona de lavado. Proceso de embotellado de refrescos.



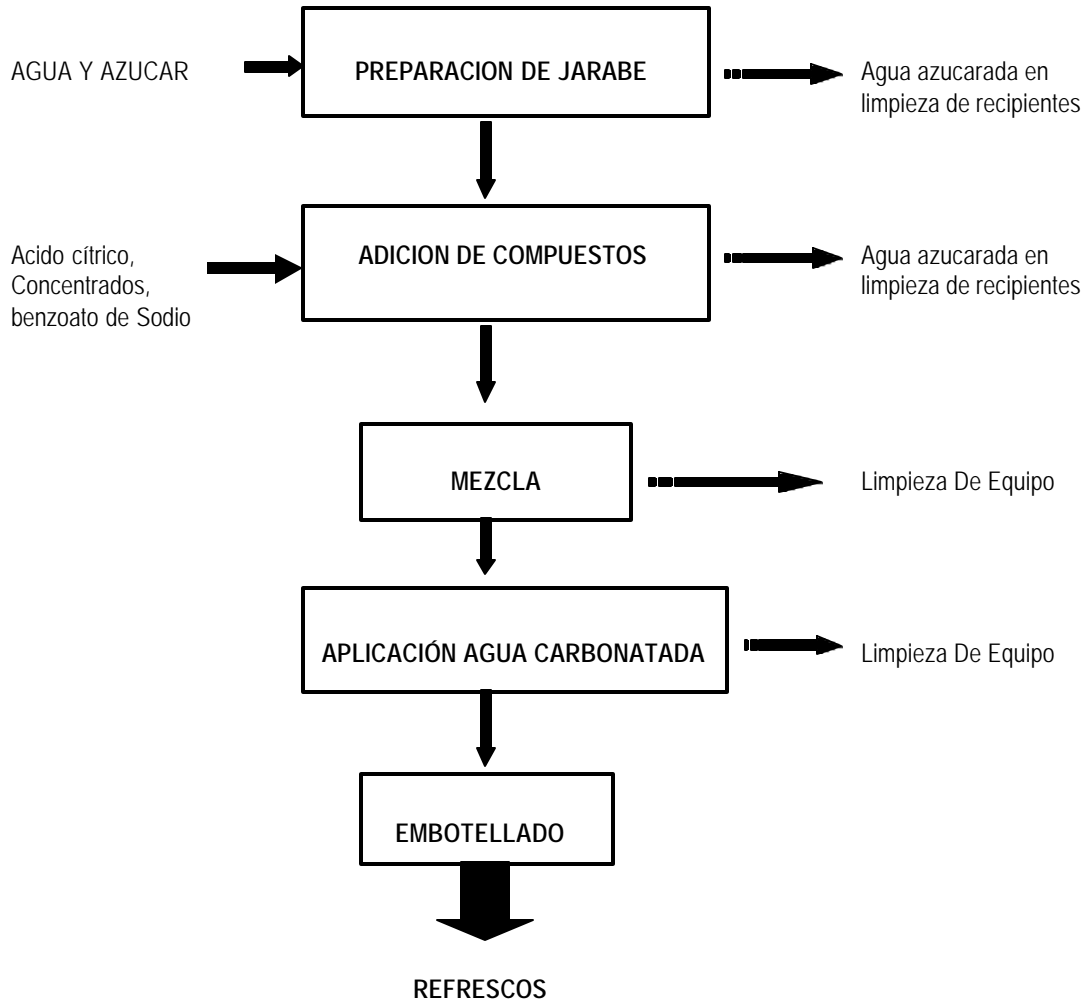
En el área de lavado de botellas tienen registros donde se decantan los residuos sólidos como vidrios, tapas, botellas que se pasan, evitando que sigan por las conducciones de agua residuales. Los registros son limpiados los fines de semana y los vidrios son enviados a una fábrica recicladora. Luego del lavado, las botellas siguen por la máquina de inspección donde se revisa que no estén rotas o sucias.

Las botellas limpias continúan a la máquina llenadora, ahí el agua tratada es ligada con el jarabe (producto elaborado en la sala de jarabe), es donde prácticamente se hace el refresco. Posteriormente, se tapa el envase ya lleno, se coloca en cajas para ser almacenadas en la bodega.

En la elaboración del jarabe (Figura 7) se utiliza agua con azúcar a diferentes concentraciones dependiendo el refresco, concentrados, ácido cítrico y benzoato de sodio. Dicho compuestos son posteriormente mezclados hasta lograr la homogeneidad en el líquido, quedando casi listo para la línea de producción. A continuación, se le aplica el agua carbonatada produciendo así la bebida gaseosa de cualquier sabor. Toda el agua utilizada en esta parte del proceso, tanto en la preparación del jarabe como en la limpieza de los equipos, es tratada con anterioridad.

Con el tratamiento del agua buscan bajar la alcalinidad a menos de 50 mg / L, este proceso es simultaneo al de producción. Se utiliza para tal fin un tanque coagulador, un filtro de arena, un filtro de carbón y por último un pulidor. Entre etapas, tienen tanques con sustancia buffer, que sirve para que aquellas partículas aun sólidas decanten, de manera que se disminuya la carga de sólidos en los filtros.

**FIGURA 7** Diagrama de flujo en zona de jarabe. Proceso de fabricación de refrescos.



En el día se hacen de 3 a 4 sabores de refresco, dependiendo la demanda. Cuando van a cambiar de sabor lavan el equipo de llenado sólo con agua. El agua residual de esta actividad contiene por lo tanto residuos de jarabe. La limpieza general la realizan todos los fines de semana y la máquina lavadora la asean cada 5 meses.

### 6.3 APLICACIÓN DE ENCUESTAS

Los datos obtenidos como resultado de la aplicación de las encuestas durante la visita preliminar a las industrias, se visualizan en las tablas que se muestran a continuación y que pertenecen a la base de datos elaborada para archivar información lograda durante el trabajo de investigación, información que posteriormente ayudará al seguimiento y control de dichas industrias.

Se elaboró entonces, un cuadro para cada tipología y se enumeró cada industria según el orden en que se visitó, antecedido por el número asignado a la tipología (ver apéndice).

**TABLA 20:** Producción De Alimentos. Código 6

CODIGO	6-01	6-02	6-03
FECHA	15/07/99	16/07/99	27/07/99
NOMBRE	Embutidora Nueva Era	Baldom	Embutidora Santa Cruz
TIPO DE INDUSTRIA	Cárnicos	Varios	Cárnicos
PROPIETARIO	C*A Rafael Almonte	Otto Knuppen	Productores Unidos
DIRECCION	Carretera Stgo-Navarrete	Av. Estrella de Sadhalá, Los salados	Carretera a Jacagua
TELEFONO	5756587	5753256	5751381
A.REA TERRENO	3000 m²	-	-
ACOMETIDA - DIAMETRO.	1 de 1"	1 de 2"	2 de --
FUENTE ABASTECIMIENTO	CORAASAN	CORAASAN	CORAASAN
CONTRATO CORAASAN	84917	38391	038981 - 059124
ACOM. A.GUA RESIUAL- DIAMET.	1 de 6"	1 de 6"	1 de 6"
MEDIDOR	Sí	Sí	Sí
VOLUMEN ALMACENAMIENTO	192 m³	Sí	88000 gls
CONTROLES INTERNOS	No	No	No
DIAMETRO COLECTOR DESCAR.	21"	-	-
PLANTA. TRATAMIENTO	No	Sí	No
TIPO	-	Tratamiento. Primario	-
CAPACIDAD	-	400 Gal / Hora	-
AÑO INSTALACION	-	-	-
NUMERO EMPLEADOS.	151	398	150
HORAS LABORABLES DÍA	8	8	8
HORAS LABORABLES MES	160	160	176
HORAS LABORABLES AÑO	16320	16320	2112
CAUDAL PROCESO	-	-	-
CAUDAL ENFRIAMIENTO	1 galón	Sí, no hay datos	Sí
CAUDAL RESIDUAL DOMESTICA	-	-	-
CAUDAL TOTAL. AFORADO	-	-	-
CAUDAL ACTUAL CONSUMIDO	977	6705	1137 - 430
CAUDAL MEDIO ANUAL	1563.58	8801.5	1045.91 - 564
MATERIAS PRIMAS O INSUMOS	Res, Cerdo, pollo, condimentos, sal, preservativos, colorantes	Vegetales, preservativos, Colorantes, sal, agua, etc.	Res, cerdo, condimentos, sal, Preservativos, colorantes
AGUA DOMESTICA CON AGUA PROCESO	Sí, en el registro de salida	Sí, en el registro de salida	Sí
RECIRCULAN AGUA. PROCESO	solo las de enfriamiento	solo la de enfriamiento	Enfriamiento
UBICACION MUESTREO	Registro de salida	Registro de salida	Registro siguiente tanque séptico

**TABLA 21: Lácteos Y Derivados, pinturas, elementos metálicos**

CODIGO	7-01	11-01	4-01
FECHA	20/07/99	26/07/99	21/07/99
NOMBRE	Pasteurizadora del Cibao	Pinturas Tavares	Niquelados y Cromados del Cibao
TIPO DE INDUSTRIA	Lácteos	Pintura para autos	Galvanoplastia
PROPIETARIO	Grupo Rica	Grupo TAVARES PASTEURIZA	Teófilo Tejada
DIRECCION	Autop Duarte Km 4,5	AUTOP Santiago-Navarrete	F N°4 Jard del Oeste
TELEFONO	5832311	5758525 -- 5753137	5759695
A.REA TERRENO	23000 m²	899.91 m² de Construcción	—
ACOMETIDA - DIAMETRO.	1 de 2"	1 de 1/2"	1 de 1/2"
FUENTE ABASTECIMIENTO	CORAASAN	CORAASAN	CORAASAN
CONTRATO CORAASAN	110001	60142	61108
ACOM. A.GUA RESIUAL- DIAMET.	2 de 4"	No Tienen	1 de 4"
MEDIDOR	Sí	Sí	Sí
VOLUMEN ALMACENAMIENTO	130000 gls	5000 GLS	1200 gls
CONTROLES INTERNOS	Sí, dos en dosificación	No	No
DIAMETRO COLECTOR DESCAR.	8"	—	—
PLANTA. TRATAMIENTO	Sí	No	No
TIPO	Tratamiento secundario	—	—
CAPACIDAD	30000 gls	—	—
AÑO INSTALACION	1995	—	—
NUMERO EMPLEADOS.	46 de planta y 21 en oficina	15	26
HORAS LABORABLES DÍA	Oficina 8H, 12H planta (4h sábados)	9	10 H de Lunes a Jueves, Viernes 9 H
HORAS LABORABLES MES	Oficina 160H, Planta 256H	164	236 H
HORAS LABORABLES AÑO	Oficina 1920H, planta 3072H	1920	2832 H
CAUDAL PROCESO	30000 gls	—	700 gls / semana
CAUDAL ENFRIAMIENTO	—	—	No hay
CAUDAL RESIDUAL DOMESTICA	—	—	—
CAUDAL TOTAL. AFORADO	—	—	—
CAUDAL ACTUAL CONSUMIDO	4044	118	148
CAUDAL MEDIO ANUAL	4139.58	138.5	159.16
MATERIAS PRIMAS O INSUMOS	Leche, Concentrado de Naranja, Chocolate	Resinas Y Solventes	Acido Sulfúrico, Sulfato de Níquel, Cloruro, jabón electrolítico
AGUA DOMESTICA CON AGUA PROCESO	No	No	Sí
RECIRCULAN AGUA. PROCESO	No	En Enfriamiento	No
UBICACION MUESTREO	Salida de la Planta De Tratamiento	No se realizara	Registro



**TABLA 22:** Cartonera, embotelladoras.

CODIGO	13-01	5-01
FECHA	26/07/99	10/08/99
NOMBRE	Cartonera del Cibao	Compañía Embotelladora Dominicana, Santiago
TIPO DE INDUSTRIA	Cartonera	Embotelladora de Refrescos
PROPIETARIO	Alberto Yumen	Manolo García Arévalo
DIRECCION	Carret Duarte Km 5	Ensenada Libertad, calle 11
TELEFONO	5828141	5753211
A.REA TERRENO	-	-
ACOMETIDA - DIAMETRO.	1 de 3 / 4"	1 - 4"
FUENTE ABASTECIMIENTO	CORAASAN	CORAASAN
CONTRATO CORAASAN	12649	0.05712
ACOM. A.GUA RESIUAL- DIAMET.	1 de 6"	1 - 6"
MEDIDOR	Sí	SÍ
VOLUMEN ALMACENAMIENTO	7800 gls	152000 gls
CONTROLES INTERNOS	No	No
DIAMETRO COLECTOR DESCAR.	8"	8"
PLANTA. TRATAMIENTO	No	No
TIPO	-	-
CAPACIDAD	-	-
AÑO INSTALACION	-	-
NUMERO EMPLEADOS.	154	170
HORAS LABORABLES DÍA	9	L - V: 16h S: 8h
HORAS LABORABLES MES	160	352 h
HORAS LABORABLES AÑO	1920	4224 h
CAUDAL PROCESO	-	Aprox 4000 gls/ h
CAUDAL ENFRIAMIENTO	-	300 gls / semana
CAUDAL RESIDUAL DOMESTICA	-	-
CAUDAL TOTAL. AFORADO	-	-
CAUDAL ACTUAL CONSUMIDO	465	21028
CAUDAL MEDIO ANUAL	553.91	-
MATERIAS PRIMAS O INSUMOS	Cartón Plegadizo, tinta, cola	Agua, azúcar, ácido cítrico, benzoato de sodio, concentrados, agua carbonatada, soda cáustica.
AGUA DOMESTICA CON AGUA PROCESO	No	Sí
RECIRCULAN AGUA. PROCESO	No	-
UBICACION MUESTREO	Registro final	Registro anterior a la acometida

De las encuestas aplicadas se obtuvieron las siguientes cifras importantes para el estudio: el 87.5% de las industrias no poseen controles internos para verificar el agua consumida, ni para medir las aguas residuales descargadas. El 75% de las industrias no realizan pretratamiento ni tratamiento a sus desechos líquidos. El 62.5% mezclan antes de ser descargadas las aguas residuales domésticas con las residuales del proceso de producción. El 15% de las industrias utiliza el agua como materia prima en su proceso de producción. El 75% usan agua para la limpieza de equipos y pisos, presentándose el caso de industrias que demandan agua tanto para lavado como para la elaboración de sus productos.

#### **6.4 SELECCION DE PARAMETROS**

Los parámetros necesarios en el análisis de las diferentes tipologías e indispensables en la caracterización de sus vertimientos finales, buscando lograr una evaluación exacta y significativa se muestran en la tabla 23. Los requisitos físico - químicos que se deben analizar para cada tipología antes de descargar a la red de alcantarillado se señalan con una X.

**TABLA 23:** Parámetros A Evaluar Según Tipología Y Los Límites Permitidos.

Industrias Parámetros	Lavaderos Lavandería	Mataderos animales	Producción Alimentos	Textiles	Cartón	Elementos Metálicos	Lácteos y Derivados	Parámetros <sup>26</sup> Permitidos
Caudal	X	X	X	X	X	X	X	40% Qi
Temperatura	X	X	X	X	X	X	X	35°C
pH	X	X	X	X	X	X	X	6 - 9,5
Sólidos Sedimentables	X	X	X	X	X	X	X	1 ml / l en 10 minutos
DBO	X	X	X	X	X	X	X	50 mg / l
DQO	X	X	X	X	X	X	X	70 mg / l
Nitrógeno Total	X		X	X	X		X	
Fósforo Total	X		X	X			X	
Cianuros						X		0,05 mg / l
Cromo Hexavalente						X		0,5 mg / l
Color	X	X	X	X	X	X	X	200 u. de color
Olor	X	X	X	X	X		X	
Sólidos Suspendidos	X	X	X	X			X	1500 mg / l
Grasas	X	X	X	X			X	70 mg / l
Detergentes	X	X	X	X	X	X		5 mg / l
Sólidos Totales	X	X	X	X	X		X	2700 mg / l
Sulfatos					X	X		200 mg / l
Oxígeno Disuelto	X	X	X	X		X	X	5 – 11 mg / l

## 6.5 MONITOREO DE LOS VERTIMIENTOS INDUSTRIALES

De las industrias visitadas primeramente se seleccionaron seis para analizar sus vertimientos y fueron: Embutidora Nueva Era, Productos Santa Cruz, Leche Rica Cibao, BALDOM, Refrescos Nacionales y Niquelados y Cromados del Cibao.

<sup>26</sup> DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y SISTEMAS DE CALIDAD. NORDOM 23:1-001. Norma Dominicana de Emergencia. Santo Domingo, 1991.

**TABLA 24:** Resultados muestreo Embutidora Nueva Era

24 -11 - 1999	Embutidora Nueva Era	NORDOM 23:1-001
Ubicación Muestreo	Salida de Producción	
DBO <sub>5</sub> (mg / l)	1140	50
DQO (mg / l)	1760	70
ST (mg / l)	2286	2700
SSed (ml / l / h)	6.5	1.0

Fuente: Laboratorio INDOTEC, 1999

Todos los parámetros analizados a los vertimientos líquidos de la embutidora Nueva Era sobre pasaron los valores establecidos por la norma, esto como consecuencia del manejo inadecuado de los residuos líquidos y sólidos generados durante el proceso de producción, principalmente los de origen orgánico.

**TABLA 25:** Resultados monitoreo Productos Santa Cruz.

01 - 12 - 1999	Productos Santa Cruz		NORDOM 23:1-001
Ubicación Muestreo	Entrada Sedimentador	Salida Sedimentador	
DBO <sub>5</sub> (mg / l)	2775	2775	50
DQO (mg / l)	4240	2720	70
ST (mg / l)	5172	4188	2700
Sol. Sed (ml / l / h)	7,5	14	1,0

Fuente: Laboratorio INDOTEC, 1999

Al igual que la anterior industria, Productos Santa Cruz se encuentra incumpliendo todos los parámetros analizados, pero en mayor escala. Lo anterior se debe, al manejo inadecuado de los residuos líquidos y sólidos del proceso, específicamente en la zona de matanza de los animales. La situación de la industria se ve agravada por la existencia de un tratamiento primario para las aguas servidas, que no muestra resultados favorables. La ineficiencia de las unidades de tratamiento puede ser causada por el mantenimiento inadecuado de estas y/o por un deficiente diseño.

**TABLA 26:** Resultado muestreo Leche Rica Cibao

01 - 12 - 1999	Leche Rica Cibao		NORDOM 23:1-001
Ubicación Muestreo	Entrada Planta Tratamiento.	Salida Planta Tratamiento.	
DBO <sub>5</sub> (mg / l)	183	144	50
DQO (mg / l)	760	520	70
ST (mg / l)	850	624	2700
SSed (ml / l / h)	1.4	0.4	1.0

Fuente: Laboratorio INDOTEC, 1999

Los parámetros excedidos por esta industria fueron DBO y DQO, debido a las cantidades de materia orgánica que procesan y que obtienen como residuos en la parte del lavado de los equipos y del cambio de producto. Además de los compuestos químicos que utilizan para facilitar y mejorar la limpieza de los equipos. La planta de tratamiento, aunque mejora las condiciones del residuo, no trabaja en su máxima eficiencia debido a la carencia de personal capacitado dedicado a su adecuada operación.

**TABLA 27:** Resultado muestreo BALDOM.

07- 04 - 2000	BALDOM		NORDOM 23:1-001
Ubicación Muestreo	Descarga Hacia La Cañada	Descarga hacia Alcantarillado	
DBO <sub>5</sub> (mg / l)	1763	1833	50
DQO (mg / l)	22500	38500	70
TSD (mg / l)	8990	680	1200
pH (und)	3,1	3,82	5 - 10
Color	Pardo	Rojizo	-
SSed (ml / l / h)	5	3	1

Fuente: Laboratorio Planta tratamiento aguas residuales Rafey.

Con relación al RIL descargado a la red del alcantarillado, el único parámetro que la industria no sobre pasa es el de sólidos sedimentables porque no maneja productos que los generen, además por la serie de registros existentes en sus instalaciones que alcanza a retener las pequeñas cantidades producidas. La alta DBO es ocasionada por los productos alimenticios elaborados, pero que llega a la corriente durante el lavado de pisos y equipos. La DQO y el pH es consecuencia de los productos químicos utilizados tanto en la preparación como en la preservación de los productos. Las características de los vertimientos de este establecimiento varía en los diferentes días de la semana por la variedad de productos elaborados y la organización de la producción.

**TABLA 28:** Resultados muestreo Refrescos Nacionales

01 - 06 - 2000	Refrescos Nacionales	NORDOM 23:1-001
Ubicación Muestreo	Descarga Alcantarillado	
DBO <sub>5</sub> (mg / l)	30	50
DQO (mg / l)	3032	70
TSD (mg / l)	162	1200
pH (und)	6.65	5 - 10
Temperatura °C	32	35
Conductividad (μhoms / cm)	212	2,000
Cromo Hexavalente (mg / l)	0	0.5
Sólidos Suspendidos (mg / l)	431	1,500

Fuente: Laboratorio Planta tratamiento aguas residuales Rafey.

La industria Refrescos Nacionales sólo presento inconvenientes con la DQO del efluente, la cual es generada por los compuestos químicos requeridos en su proceso de producción incluyendo los saborizantes y colorantes. Dichos elementos llegan al flujo residual durante la limpieza de equipos, por fugas en las tuberías o por el rompimiento de los envases. Cabe destacar la alta coloración del RIL.

**TABLA 29:** Resultado muestreo Cromados y Niquelados del Cibao.

01 - 06 - 2000	Cromados y Niquelados del Cibao	NORDOM 23:1-001
Ubicación Muestreo	Descarga Alcantarillado	
DBO <sub>5</sub> (mg / l)	19	50
DQO (mg / l)	27	70
TSD (mg / l)	245	1200
pH (und)	5,13	5 - 10
Temperatura °C	31	35
Conductividad (μhoms / cm)	324	2000
Cromo Hexavalente (mg / l)	70	0,5
Sólidos Suspendidos (mg / l)	394	1500

Fuente: Laboratorio Planta tratamiento aguas residuales Rafey.

El RIL de Niquelados y Cromados del Cibao se caracterizó por su bajo caudal, pero con un contenido elevado de cromo hexavalente. Este elemento es un metal pesado tóxico para los seres vivos, principalmente las bacterias utilizadas en el proceso de lodos activados, como fue señalado en el marco teórico.

## 6.6 COMPARACION Y EVALUACION DE LOS PARAMETROS MONITOREADOS.

Para la determinación de la industria más perjudicial para el sistema sanitario y cual es el efecto de mayor importancia se utilizó la tabla 30 y las figuras de la 8 a la 12, donde se tomaron los parámetros significativos analizados en todas las industrias muestreadas. En la tabla no solo se comparan los valores con la norma, sino también se calcula el porcentaje que estos exceden la norma.



**TABLA 30:** Confrontación De los Datos Obtenidos Durante El Muestreo De Los Vertimientos Industriales Con Las Normas

INDUSTRIA	DBO		DQO		pH		Cromo Hexavalente		Sólidos Sedim.		TOTAL
	(mg / l)	% Exced.	(mg / l)	% Exced.	(und)	% Exced.	(mg / l)	% Exced.	(ml / l / h)	% Exced.	% Promedio
NORDOM	50		70		5 - 10		0,5		1		
NUEVA ERA	<u>1140</u>	95.61	<u>1760</u>	96.02	-	0	-	0	<u>6.5</u>	84.61	55.24
SANTA CRUZ	<u>2775</u>	98.20	<u>2720</u>	97.42	-	0	-	0	<u>14</u>	92.85	<b><u>57.69</u></b>
BALDOM	<u>1833</u>	97.27	<u>38500</u>	99.82	<u>3.82</u>	23.6	-	0	<u>3</u>	66.66	57.47
LECHE RICA	<u>114</u>	56.14	<u>520</u>	86.53	-	0	-	0	0.4	0	28.53
REFRESCOS NACINALES	30	0	<u>3032</u>	97.69	6.65	0	-	0	-	0	19.53
NIQUELADOS Y CROMADOS	19	0	27	0	5.13	0	<u>70</u>	99.28	-	0	19.85

FIGURA 8: Comparación de la DBO<sub>5</sub> de todas las industrias con la Norma.

DBO<sub>5</sub> (mg / l)

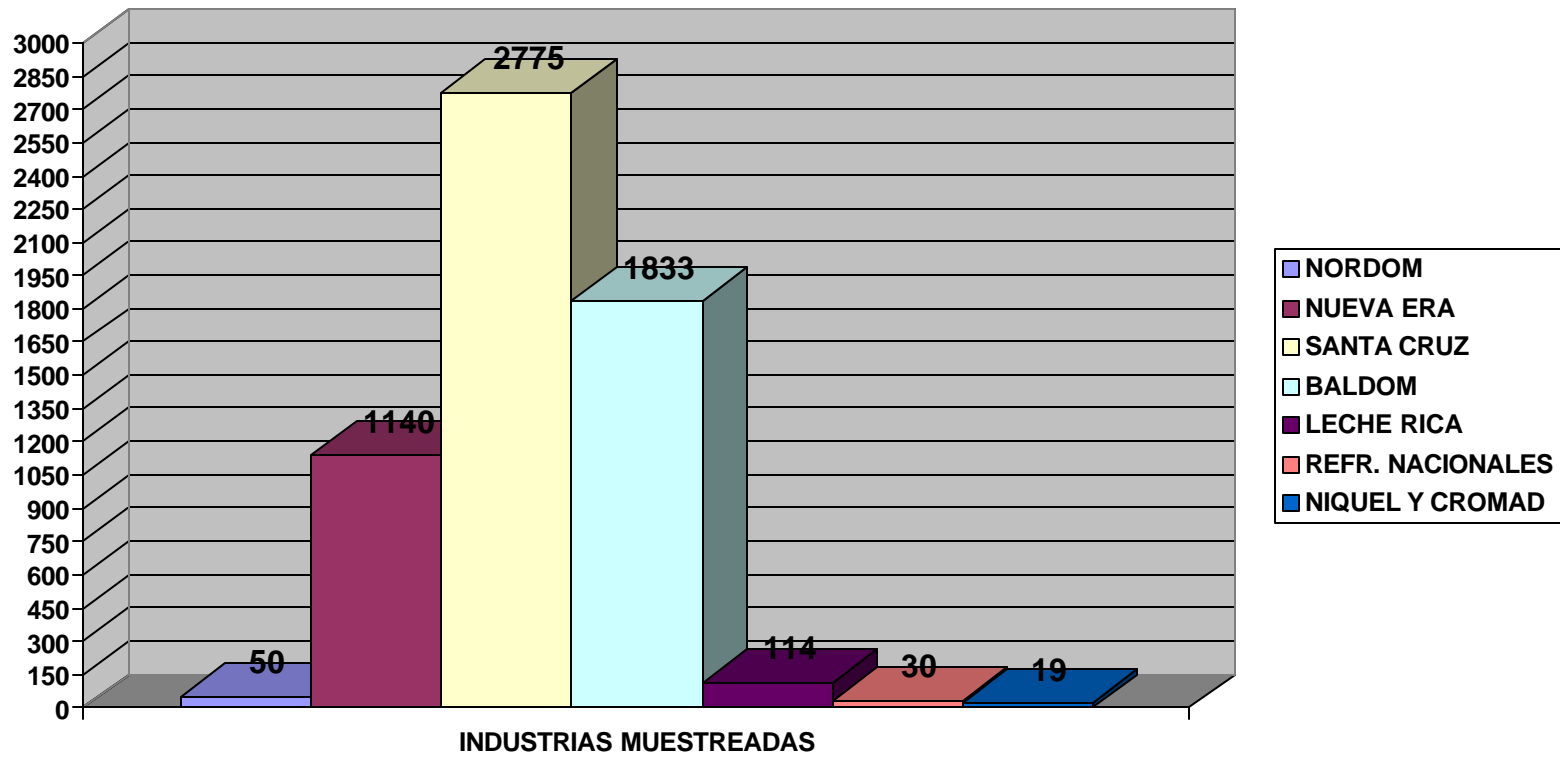


Figura 9: Comparación de los valores de DQO de todas las industrias con la norma.

DQO (mg / l)

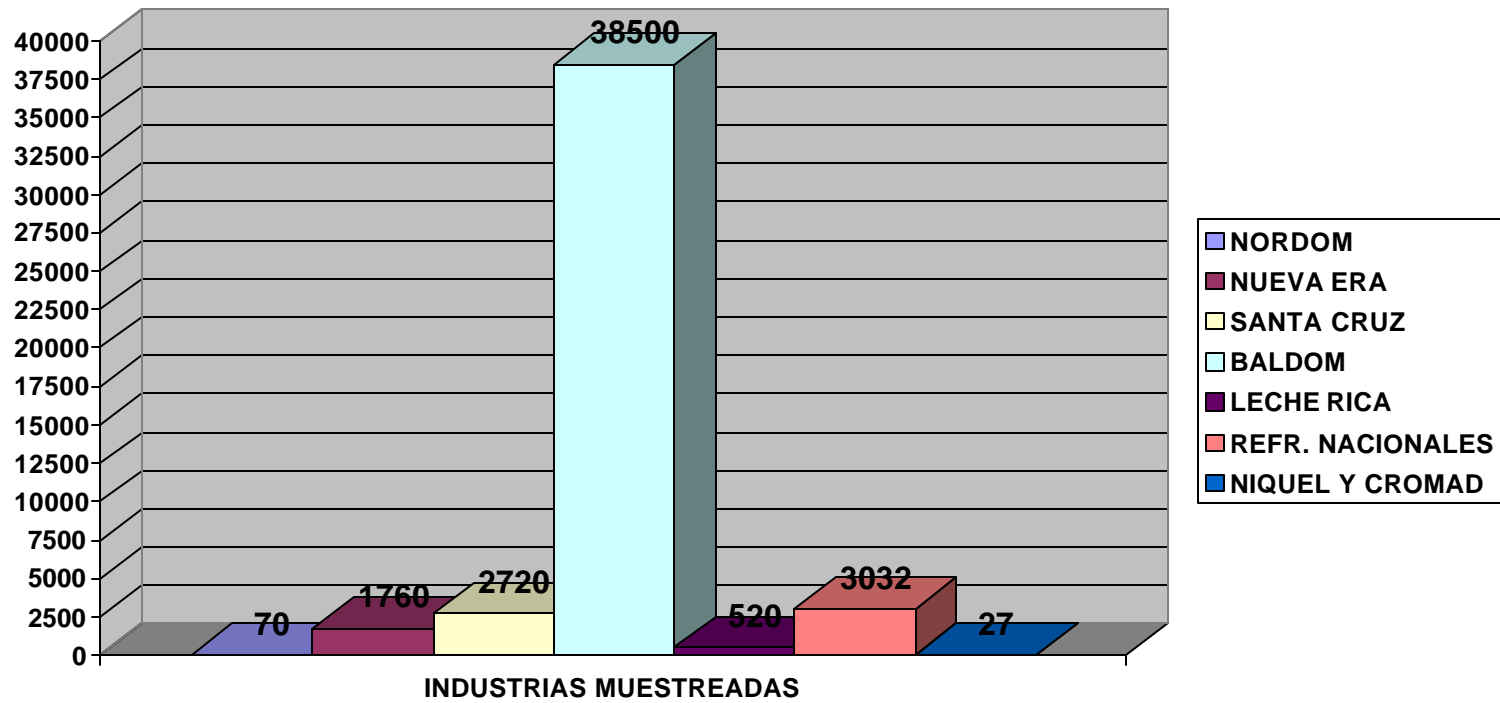
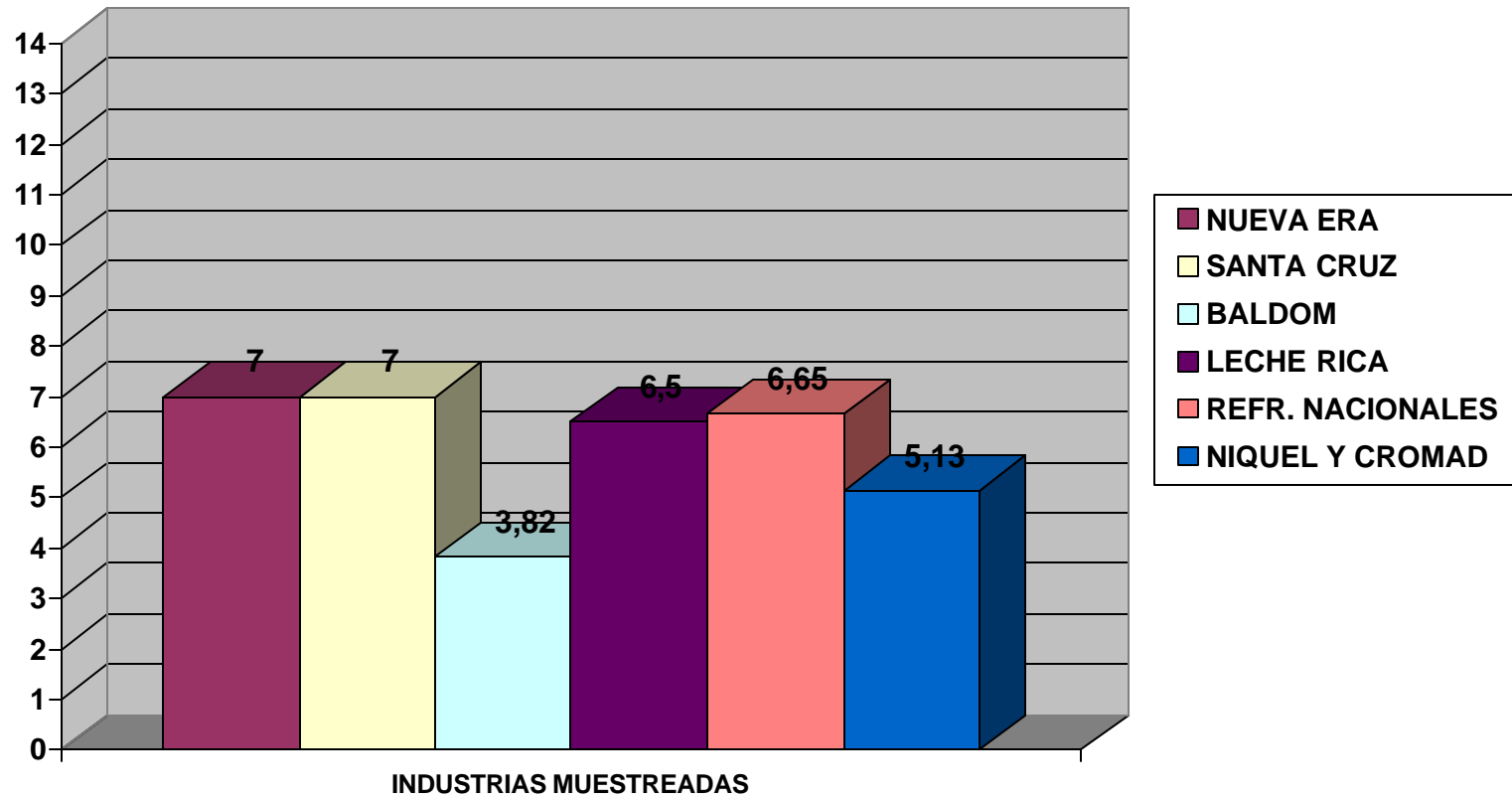


Figura 10: Comparación de los valores de pH de todas las industrias con la norma.

PH (unidades)



\* NORDOM: 5 - 10 UNIDADES.

Figura 11: Comparación de los valores de cromo hexavalente de todas las industrias con la norma.

Cr Hexavalente (mg / l)

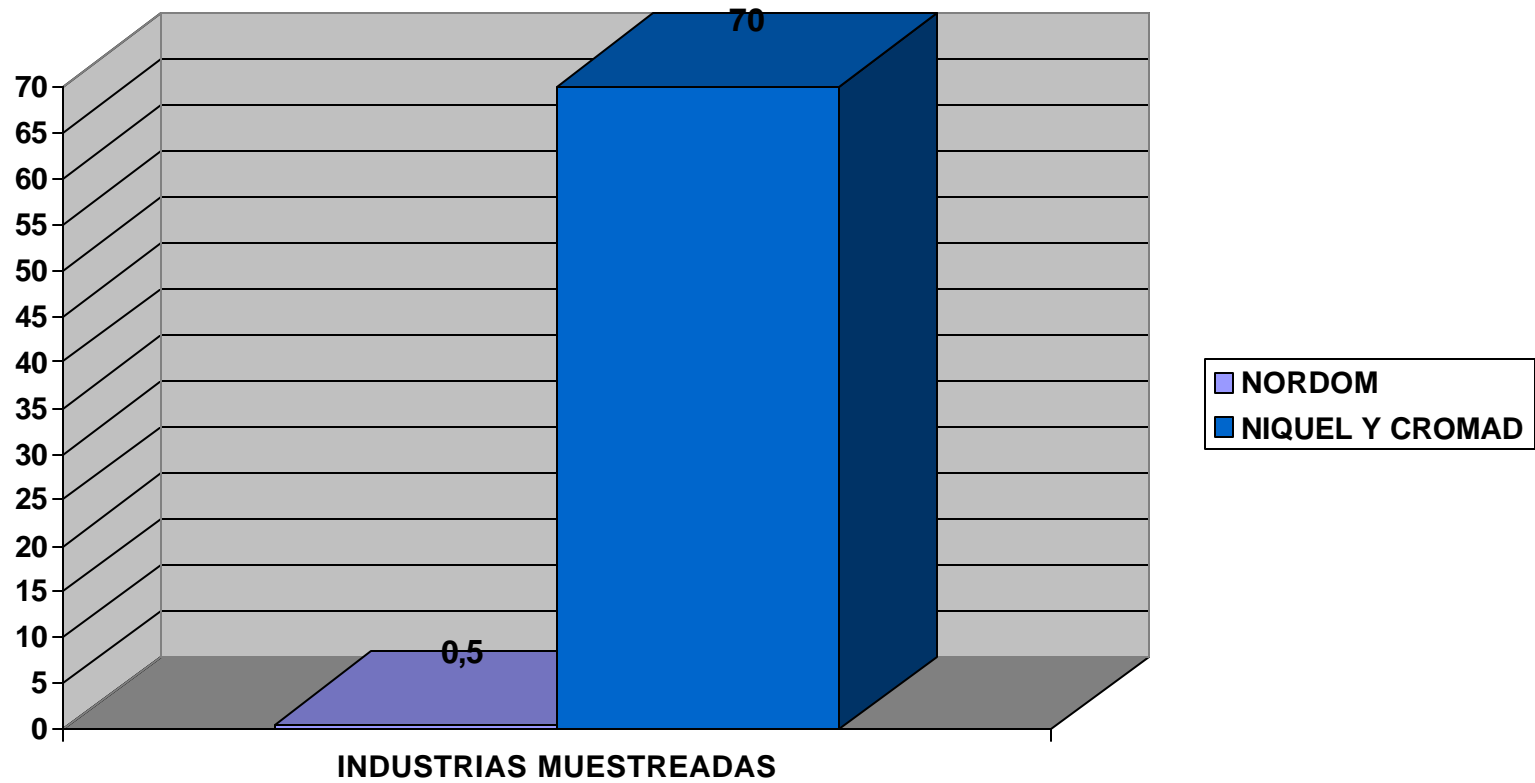
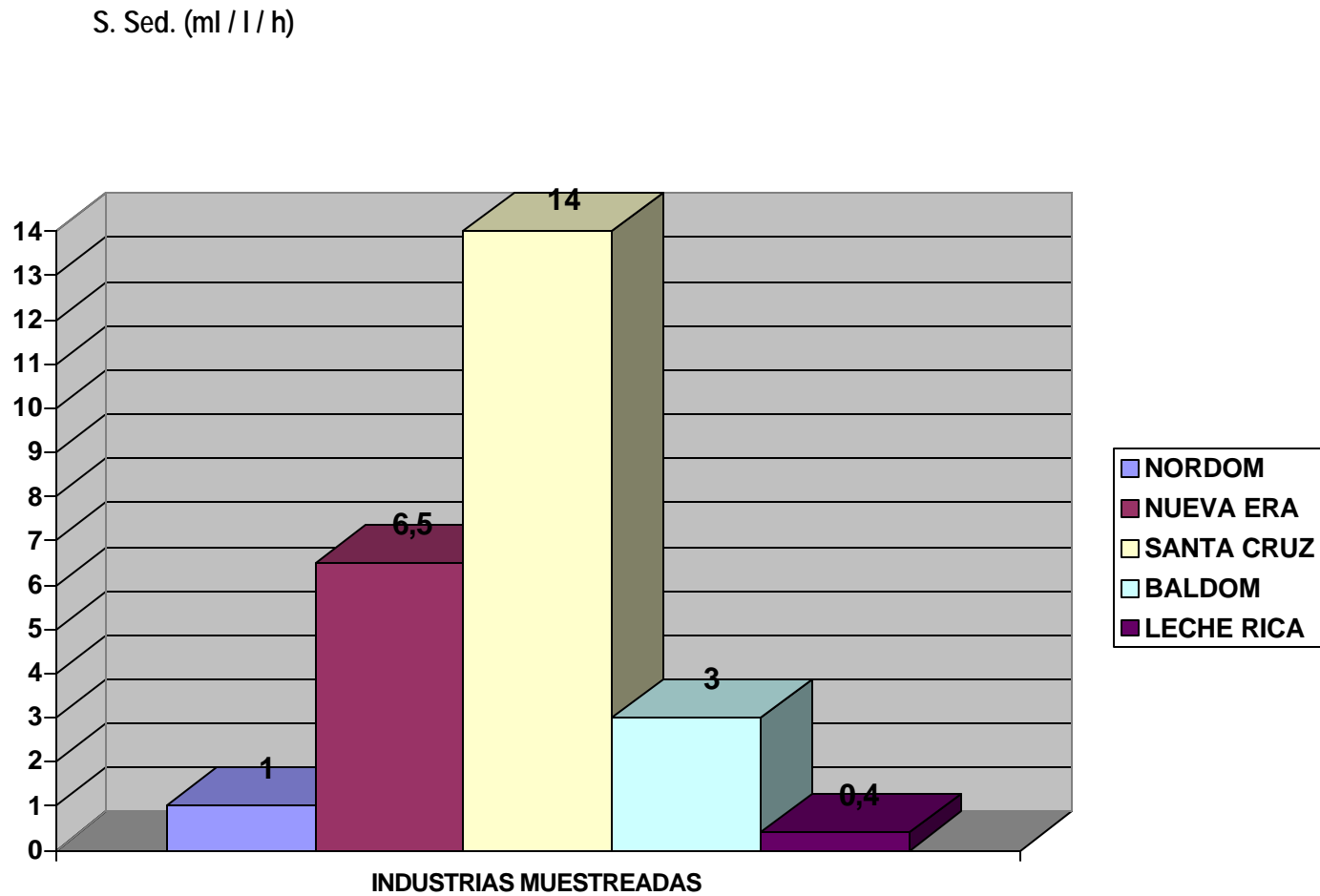


Figura 12: Comparación de los valores de los sólidos sedimentables de todas las industrias con la norma.



De las comparaciones anteriores se observa que casi todas las industrias están afectando negativamente al sistema sanitario de la ciudad de Santiago, R.D. debido a las altas cargas de DBO, DQO y sólidos sedimentables contenidos en los vertimientos principalmente de las industrias alimenticias. Esto conlleva al taponamiento de las tuberías debido a la sedimentación de los sólidos presentes, aumentando los costos en el mantenimiento de las redes y disminuyendo el período de vida de la tubería. Las altas cargas en las plantas de tratamiento elevan los costos de tratamiento, sobre todo en lo que tiene que ver con gastos de energía ya que como se mencionó en el marco teórico las plantas son aeróbicas de lodos activados, es decir a mayor carga de materia orgánica a degradar las bacterias requieren mayor cantidad de oxígeno. También se incluye en esta parte el aumento de trabajo para los equipos de las plantas disminuyendo su vida útil y requiriendo mantenimiento frecuente, por el desgaste de las partes.

La industria Embudidora Santa Cruz fue la que sobrepasó en mayor porcentaje la norma, pero los parámetros superados eran ante todo de origen orgánico. Por lo tanto, la industria considerada más perjudicial para todo el sistema sanitario de la ciudad de Santiago resultó ser BALDOM. Los vertimientos de dicha industria se caracterizaron por las altas concentraciones de DBO y DQO, sólidos sedimentables superiores a los establecidos por la norma y un pH ácido importante en la corrosión de las tuberías de la red de alcantarillado sanitario y desfavorable para las bacterias utilizadas en las plantas de tratamiento para aguas residuales.

Se debe además resaltar la presencia en altas concentraciones de Cromo Hexavalente en la industria de cromados y niquelados. Dicho metal es considerado metal pesado y por lo tanto posee

carácter tóxico, de difícil eliminación a través de procesos biológicos y fatal para las bacterias de las plantas, desestabilizando el proceso y disminuyendo la eficiencia del tratamiento.

Durante el muestreo no se midieron los caudales, lo cual es necesario para llevar un registro de la variación de este parámetro durante el día y obtener el caudal promedio diario, importante en el establecimiento de una tarifa de cobro basada en la población equivalente que incluya la evaluación de los costos del tratamiento y si se planea la construcción de una planta de tratamiento. Para el cálculo de la población equivalente se puede aplicar por ejemplo, la siguiente fórmula<sup>27</sup>:

$$P.E(DBO) = \frac{DBO_{diaria} \text{ kg}}{0,077 \text{ kg}}$$

Donde: P.E; es la población equivalente en función a la DBO, en habitantes.

DBO; es la demanda bioquímica de oxígeno diaria, en Kg.

Como se expresó en el desarrollo metodológico y para tener una noción aproximada de la población equivalente que representa el vertimiento de las industrias monitoreadas, se asume el caudal residual diario como el 70% del agua potable consumida del acueducto CORAASAN por cada uno de los establecimientos, en el año de 1999. Los resultados del cálculo de la población equivalente para las diferentes industrias muestreadas aparecen en la tabla 31, corroborando que la industria Baltimore Dominicana es la de mayor afectación al sistema sanitario de la ciudad mostrado en la cifra elevada de población equivalente y en su alto caudal de descarga.





**TABLA 31:** Cálculo de la población equivalente en las industrias estudiadas.

INDUSTRIA	Qp (1999) m <sup>3</sup> /día	Qr= 70% Qp	DBO mg / l	PE (DBO) hab*día / m <sup>3</sup>	PE (DBO) hab
EMBUTIDORA NUEVA ERA	52.1	36.47	1140	14.81	540
PRODUCTOS SANTA CRUZ	35.8	25.06	2170	28.18	706
BALDOM	274.66	192.26	1833	23.81	4577
NIQUELADOS Y CROMADOS	5.3	3.71	19	0.25	1
LECHE RICA	137.96	96.57	144	1.87	181
REFRESCOS NACIONALES <sup>28</sup>	692	484.4	30	0.39	189

---

<sup>28</sup> El resultado de la población equivalente en esta industria es bastante inexacto ya que el alto consumo de agua se debe a que es usado como materia prima en el proceso.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### CONCLUSIONES

Todas las industrias monitoreadas se encuentran infringiendo los requisitos establecidos por la norma de regulación NORDOM 23:1-001, aunque unas en menor escala y parámetros que otras. Este hecho demuestra la ausencia de controles en estos aspectos y la falta de mecanismos que comprometan a las industrias con el cumplimiento de las leyes y que permita además a las entidades afectadas tomar cartas en el asunto.

La Industria con mayor impacto al sistema sanitario es Baltimore Dominicana, con altos contenidos de materia orgánica y DQO, pH muy bajo y consumos elevado de agua. El efecto más importante al sistema sanitario es el deterioro de los materiales y equipos utilizados, lo que eleva los costos de mantenimiento del sistema en general, e impide su correcto funcionamiento.

De las industrias estudiadas y monitoreadas, las que ocasionan más inconvenientes al sistema son las alimenticias. Aún sabiendo que sus aguas residuales presentan menos inconvenientes en el tratamiento debido a que se componen, en su mayor parte, de materia orgánica biodegradable. Por lo tanto, con la aplicación de un buen plan de manejo integral a dichos vertimientos, se pueden generar beneficios a las industrias y a su entorno.

Es preocupante la ineficiencia de las unidades de tratamiento que poseen las industrias Leche Rica, Productos Santa Cruz y Nueva Era, ya que estas debieron ser diseñadas para cumplir con las normas establecidas, pero los resultados obtenidos durante el muestreo demuestran que no se está logrando. Y, aunque en algunos casos se observa la reducción de algunos parámetros no es suficiente, poniendo en duda la validez de la inversión realizada.

Actualmente, las industrias no visualizan la importancia de poseer un tratamiento eficiente acorde con las exigencias de la ley, debido a la carencia de conciencia ambiental, el incipiente desarrollo del tema en el país, el manejo burocrático de algunas entidades encargadas de velar por la protección del medio ambiente y el cumplimiento de las normas. Además, aún se encuentra en la etapa inicial de puesta en marcha la nueva institución comprometida a facilitar y fiscalizar el cumplimiento de las normas, es decir, el INPRA.

Resulta complicado el diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales domésticas que soporte la variedad de vertimientos generados por las diferentes industrias. Por esta razón, es indispensable que cada industria se concientice de la situación y someta a sus residuos líquidos, previo vertimiento al sistema sanitario o a cualquier cuerpo receptor, al tratamiento adecuado. De esta forma, se previene la afectación del ciclo de utilización y aprovechamiento del agua por parte de los seres vivos.

Los resultados obtenidos luego de este estudio, proporcionan solo una leve idea del impacto que las descargas industriales ocasionan al sistema sanitario de Santiago, debido al número de industrias estudiadas, al corto tiempo de investigación y a la discontinuidad del seguimiento a las industrias.

La variación de los efectos y el grado de afectación que los residuos líquidos industriales ocasionan sobre el sistema sanitario de una ciudad, depende de los tipos de industrias que realicen los vertimientos, el volumen del RIL, la concentración de los contaminantes, el nivel de tratamiento al que los sometan antes de su descarga, los materiales de las líneas del alcantarillado y estructuras de las estaciones depuradoras.

## RECOMENDACIONES

Se hace necesario la continuación del estudio, debido a lo complejo y extenso que resulta el tema tratado y desarrollado en el anterior proyecto. Además, la escasa cantidad de información existente, conlleva a una Corporación como CORAASAN a una valoración equívoca del servicio prestado. Refiriéndose con esto, a que la entidad sólo factura por la recolección del vertimiento, sin tener en cuenta el tratamiento de los residuos líquidos.

Para el diseño e implementación en cada industria de una planta de tratamiento que lleve al RIL a las condiciones adecuadas para su vertimiento al sistema, es necesario la práctica de una auditoria que incluya balance de aguas. A continuación, se le sugiere a cada industria tener las siguientes unidades:

- ◆ Embudidoras Nueva Era y Santa Cruz: recolección de sangre y residuos sólidos resultantes del pelado y descuartice del animal. Medidor de caudal residual. Desbaste. Desgrasador. Tanque homogeneizador. Tratamiento biológico.
- ◆ BALDOM: medidor de caudal. Desbaste. Trampa de grasa. Tanque homogeneizador y equalizador. Tratamiento físico - químico y biológico.

- ◆ Leche Rica: medidor de caudal. Tanque homogeneizador y ecualizador. Optimización del tratamiento físico - químico. Complementación con tratamiento biológico.
- ◆ Refrescos Nacionales: medidor de flujo. Desbaste. Tanque homogeneizador. Tratamiento físico - químico.
- ◆ Niquelados y Cromados del Cibao: medidor de caudal. Recuperación de metales pesados.

Para las industrias que utilicen en su tratamiento proceso biológico se recomienda que combinen los RILES con las residuales domésticas, para facilitar el crecimiento y estabilización del sustrato.

Es importante entonces, hacer partícipes a los industriales de toda la problemática que encierra la inconsciencia ambiental y la prevalencia de los intereses individuales. Dicha labor debe ser llevada a cabo por el INPRA, con la colaboración de la Gerencia de Saneamiento de CORAASAN.

Es recomendable que el Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales identifique en las diferentes estaciones depuradoras de la ciudad de Santiago, las industrias que vierten en ellas sus RILES. Además, detectar cuales son las que ocasionan mayor afectación al proceso, las características de sus aguas, el caudal vertido, etc. La idea es, crear una estrecha relación con dichas industrias para tener mejor control del proceso de tratamiento, de los problemas que generen las descargas, de la solución adecuada para cada situación y, si es necesario, proporcionar asesoría en el manejo de los residuos líquidos de las industrias que lo requieran.

Es indispensable un programa de monitoreo elaborado en conjunto por el Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales y el Laboratorio de Aguas Residuales, donde el muestreo se realice por lo menos una vez cada dos meses al grupo de industrias.

Los encargados del Departamento de Ingeniería y del Mantenimiento de las redes de Aguas Residuales, al momento de la compra de las tuberías, deben conocer las características de las aguas servidas que manejan, para así exigirles a sus proveedores en el material adecuado y con las especificaciones requeridas.

CORAASAN en el cobro de tarifas para descargas industriales al sistema de alcantarillado debe tomar en cuenta la población equivalente del vertimiento, el caudal mensual y las características de los vertimientos. Porque se presenta el caso de industrias como Niquelados y Cromados de Cibao, cuyos residuos líquidos contienen baja carga orgánica pero elementos químicos extremadamente dañinos al sistema en general.

CORASAAN entonces debe establecer una tarifa especial para los vertimientos industriales que aparte de cobrar el servicio de recolección de la descarga y el tratamiento de las aguas residuales, adicione una tasa retributiva a los establecimientos que incumplan con los requerimientos establecidos por la norma y que sobre todo afecten las redes del alcantarillado y las plantas de tratamiento.

En el caso de los hospitales y centros médicos, se debe elaborar una norma que limite y condicione las características de sus vertimientos. Lo anterior, teniendo en cuenta que estos establecimientos

no se encuentran incluidos dentro del grupo de industrias, porque simplemente no lo son, pero se sabe que sus residuos líquidos deben tener un tratamiento especial debido al material que manejan y las consecuencias que pueden traer al personal que labora en la operación y el mantenimiento del sistema sanitario de la ciudad.

Para facilitar el tratamiento de los residuos líquidos industriales y proteger el sistema sanitario de la ciudad, se podría pensar en la construcción de una ciudadela o parque industrial en las afueras de Santiago, que agrupe a las diferentes industrias existentes y repartidas por toda la ciudad.



## BIBLIOGRAFIA

**AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.** Manual De Aguas Para Usos Industriales. Editorial Limusa. Mexico, 1997.

**HILLEBOE, HERMAN E.** Manual De Tratamiento De Aguas Negras. Departamento De Sanidad Del Estado De Nueva York. Editorial Limusa. Nueva York (EUA), 1997

**KEMMER Y MCCALLION, FRANK N Y JOHN.** Manual Del Agua, Su Naturaleza, Tratamiento Y Aplicaciones. Tomo II Y III. Editorial Mcgraw-Hill. Mexico, 1989.

**KIELY, GERARD.** Ingenieria Ambiental. Editorial Mc Graw Hill. Madrid, 1999.

**METCALF & EDDY.** Ingenieria De Aguas Residuales. Redes De Alcantarillado Y Bombeo, Tomo I. Editorial Mc Graw Hill. Mexico, 1996.

**METCALF & EDDY.** Ingenieria De Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido Y Reutilizacion, Volumen I. Editorial Mc Graw Hill. Mexico, 1996.

**OCHOA TORIBIO, JULIANA.** Descargas Industriales (Zona Santiago). Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santiago, 1998.

**PERALTA Z., A. EMILIO.** Santiago Y La Contaminacion De La Cuenca Del Rio Yaque Del Norte. La Cuenca Del Rio Yaque Del Norte Y Santiago. Asociacion Para El Desarrollo. Inc. Santiago, RD. 1995.

**RODRIGUEZ T., RAMON ISIDRO.** El Manejo Del Agua En La Cuenca Del Rio Yaque Del Norte. La Cuenca Del Rio Yaque Del Norte Y Santiago. Asociacion Para El Desarrollo. Inc. Santiago, RD. 1995.

**WINKLER, MICHAEL A.** Tratamiento Biologico De Aguas De Desecho. Editorial Limusa. Mexico, 1998.

**W.W.W.lbw.com.ni/-biomasa/biofilt.htm.** Wetland System. 2000.

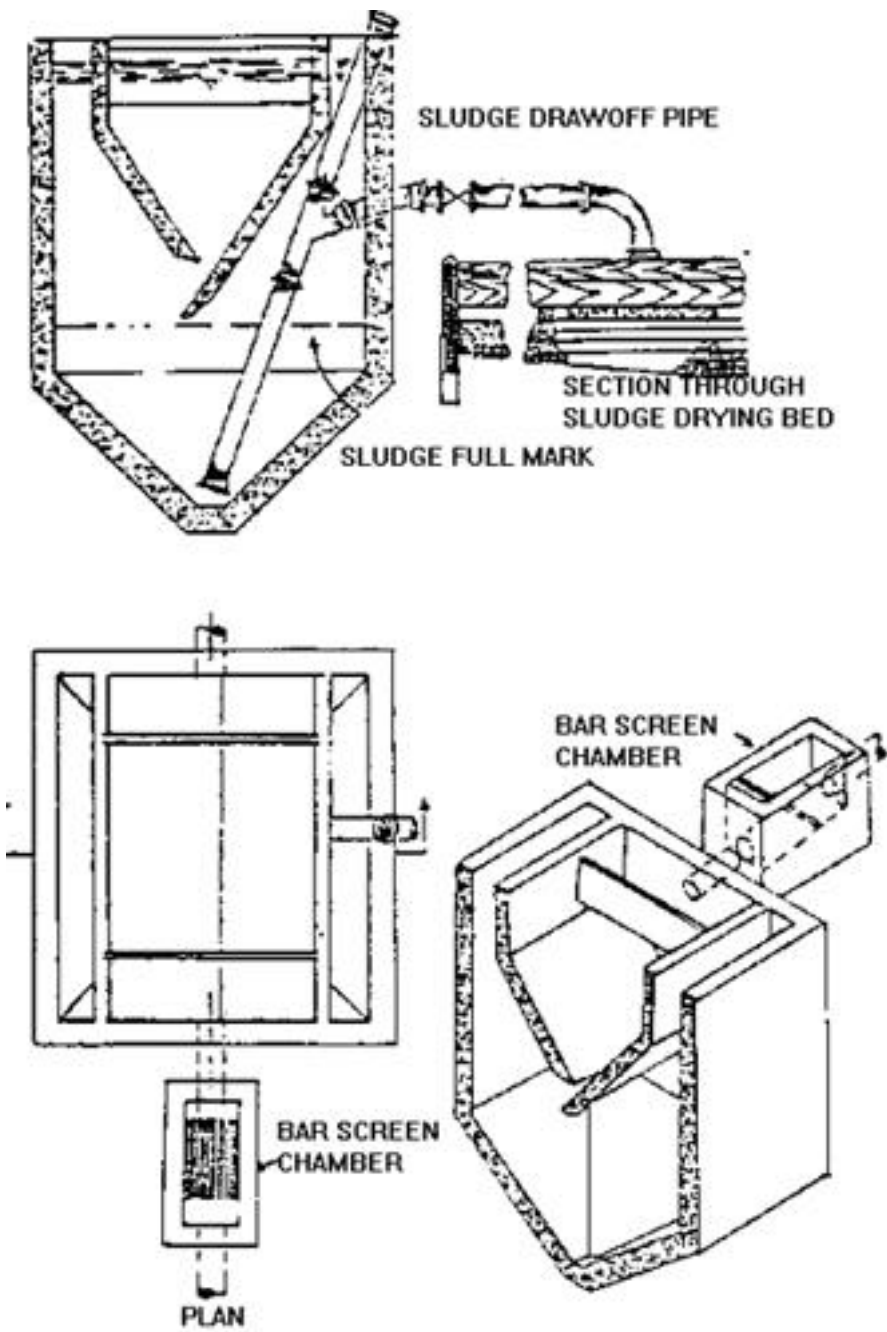
**W.W.W.mapcruzin.com/6tp/A36/Memo.htm.** Fort Ord Project - TAG. 2000.

**W.W.W.vnh.org/Preventive Medicine/Chapter///.08.html.** Department of Navy.wastewater Treatment and Disposal Systems Ashore 7-8. 2000.

**YOKOYAMA, YUTAKA.** Problemática Del Saneamiento En Asentamientos Precarios. Manejo De Los Descargos Líquidos En República Dominicana. Caasd. Santo Domingo, Rd. 1999.

# APENDICES

# APENDICE 1



TANQUE IMHOFF

## APENDICE 2

**CORPORACION ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO**  
**( CORAASAN )**  
**GERENCIA DE SANEAMIENTO**

**DIVISION DE LAS TIPOLOGIAS INDUSTRIALES**

<b>No.</b>	<b>TIPOLOGIA INDUSTRIAL</b>
1	MANUFACTURA TEXTIL
2	ELABORACION TABACO
3	TIPOGRAFIA
4	METAL MECANICA
5	EMBOTELLADORAS
6	PRODUCCION DE ALIMENTOS
7	PRODUCCION DE LACTEOS Y DERIVADOS
8	MATANZA DE ANIMALES
9	DESTILERIAS
10	TENERIAS
11	PINTURAS
12	LAVANDERIAS
13	CARTONAJES
14	PLASTICOS
15	AGREGADOS
16	ESTACIONES DE COMBUSTIBLES
17	LAVADEROS DE VEHICULOS
18	HOSPITALES, CLINICAS Y CENTROS MEDICOS



**CORPORACION ACUEDUCTO ALCANTARILLADO SANITARIO**  
**CORAASAN**  
**GERENCIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL**

<b>LAVADEROS Y LAVANDERIAS ( TIP. : 12 )</b>						
<b>Sector</b>	<b>No.</b>	<b>Codificación</b>	<b>Industria</b>		<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>
19	1	190582201047280	LAVADERO	PASTOR A.NUÑEZ	AV.FRANCO BIDO * 267	580 - 1901
63	2	630373701049987	LAVADERO	MILAGROS ZARZUELA	AV.EST.SADHALA S/N	587 - 3797
5	3	51680801055071	LAVADERO	ENRIQUE A.TOLENTINO	VICENTE T.ROJAS S/N	581 - 0327
1	4	10850301055496	LAVADERO	BENJAMIN GIL R.	AV.27 FEBRERO S/N LAS COLINAS	575 - 2683
63	5	630381301071373	LAVADERO	FERNADO A.NUNEZ	BUENA VISTA *PROYECTO GALLERA	581 - 9078
15	6	150760601085642	LAVADERO	MARIA ANT. TURBI	AV. EST.SADHALA LA LOTERIA	583 - 5341
64	7	640010102101913	LAVADERO	LA JARRA	CARRET.TAMBORIL S/N PONTEZUELA	576 - 0295
4	8	41030301074585	TODO	LAVADO	C A S/N Z.FRANCA	575 - 2372
4	9	41081302209023	WASH	& FINISH	ZONA FRANCA S/N ZONA FRANCA	575-2121
62	10	620376701085439	MANUFACTUREROS	AFILIADOS	CARRET.LUPERON KM 8 Z.FRANCA	971 - 2379

<b>MATADEROS ANIMALES ( TIP. : 8 )</b>						
<b>Sector</b>	<b>No.</b>	<b>Codificación</b>	<b>Industria</b>		<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>
52	1	520313701094130	PROCESADORA	AVICOLAS C*A	CARRETERA DUARTE	583 - 1146
31	2	313430401074990	MATADERO	CHECO C*A	AV. F. AUGUSTO LORA S/N OTRA B.	

**DESTILERIAS ( TIP. : 9 )**

Sector	No.	Codificación	Industria		Dirección	Teléfono
5	1	51270101022918	BODEGA	BERMUDEZ	J.A BERMUDEZ S/N	581 - 1852
2	2	26014401021269	COMPANIA	CERVECERIA	AV.B. COLON KM 2 1/2	581 - 5555
5	3	51260701034774	COMPANIA	J A BERMUDEZ	C 2 S/N REP. BERMUDEZ	581 - 1852
9	4	90200101003098	DESTILERIA	DEL YAQUE	AV. IMBERT * 90 ENS.ROMAN	582 - 2532
81	5	810013601114969	ISIDRO	BORDAS C *A	AUTP. DUARTE S/N CANABACOA	

**PRODUCCION ALIMENTOS ( TIP. : 6 )**

Sector	No.	Codificación	Industria		Dirección	Teléfono
44	1	440600302200723	BEEF DOM. C *A		CARRET. LA CIENEGA KM 1	575 - 1383
72	2	720630601121107	EMBUTIDORA		PALMA REAL	580 - 5382
1	3	11272301059124	EMBUTIDORA	VEGANO		
1	4	11271101038981	EMBUTIDORA	SANTA CRUZ		
41	5	416062301058899	EMBUTIDORA	NUEVA ERA	AUTOP. STGO - NAVARRETE	
2	6	20816801075592	EMBUTIDORA	INDUVECA		
5	7	51830401002297	CONFITERIA	CRISTAL	AV. IMBERT S/N GURABITO	575 - 1549
61	8	613300101038391	COMPANIA	BALTIMORE DOM.	ENT.CTE M.TAVAREZ I S/N	575 - 3256
73	9	730995101123005	GRANJA PORFIRIO	CABRERA	C. DOM PEDRO TAMBORIL	580 - 7682
71	10	711134901120829	INCUBADORA	DEL NORTE	CARRET. LA PEÑA DE TAMBORIL	580 - 5497
43	11	433100301140373	PRODECAR	UTESA	AUTP.STGO - NAVARRETE S/N	
52	12	520045601094131	FELIX B	REYNOSO	CARRET.DUARTE KM 4 1/2 LICEY	583 - 3286
51	13	510652102099531	BOLIVAR	REYNOSO	CARRET. DUARTE S/N LICEY	241 - 5844
1	14	11272301059124	INDUSTRIAL S.A	PIMENTEL	CARRET. JACAGUA S/N TIERRA ALTA	575 - 1381

TABACO ( TIP. : 2 )						
Sector	No.	Codificación	Industria		Dirección	Teléfono
4	1	41148501059664	GENERAL CIGAR	DOMINICANA	C/BAITOA S/N Z.FRANCA	575 - 1040
4	2	41030701047283	INDUSTRIA	E.LEON JNEZ C*A	C/B S/N Z.FRANCA	
8	3	80233001017018	E. LEON	JIMENEZ C *A	CARRET.TAMBORIL S/N V.PROGRESO	241 - 1111
8	4	80233002077430	E. LEON	JIMENEZ C *A	CARRET.TAMBORIL S/N V.PROGRESO	241 - 1111
43	5	435020501204233	PAR. IND.STGO.	NORTE ( PISANO )	AUTP.STGO - NAVARRETE S/N	575 - 8182
4	6	41040102066799	GENERAL CIGAR	DOM	C/VILLA GONZALEZ S/N Z.FRANCA	575 - 3631
4	7	41040201045077	INDUSTRIA	CULBRO TAB PROC	C/VILLA GONZALEZ S/N Z.FRANCA	575 - 4112
4	8	41010902066722	MANUFACTURA DE	TABACO S.A.	C/VILLA GONZALEZ S/N Z.FRANCA	
4	9	41010101038717	TABACALERA	FUENTE Y CIA	C/VILLA GONZALEZ S/N Z.FRANCA	575 - 3084
4	10	41081101200165	TABACALERA	FUENTE	C/NAVARRETE S/N Z.FRANCA	575 - 4739
4	11	41090701071100	TABACALERA IND	DEL NORTE	C/NAVARRETE S/N Z.FRANCA	

AGREGADOS ( TIP. : 15 )						
Sector	No.	Codificación	Industria		Dirección	Teléfono
4	1	40340103066671	AGREGADO DE	HORMIGON	AV.MIRADOR DEL YAQUE S/N	
4	2	40340101018988	INDUSTRIA	HOYO DE LIMA	AV.MIRADOR DEL YAQUE S/N	575 - 4500
41	3	417160101046400	SADOSA		AUTOP. STGO - NAVARRETE	
4	4	40340104209287	INDUSTRIA	HOYO DE LIMA	AV.MIRADOR DEL YAQUE S/N	
16	5	161391401032800	INDUSTRIA	GRANITO MENIC	AUTOPISTA DUARTE KM 3 1/2	582 - 7133

**LACTEOS Y DERIVADOS ( TIP. : 7 )**

Sector	No.	Codificación	Industria	Dirección	Teléfono
9	1	90714001026172	HELADOS NORIS C *A	AV. IMBERT S/N CUESTA COLORADA	575 - 8525
81	2	810010101110001	PASTEURIZADORA CIBAO C*A	AUTP. DUARTE S LAS PAL.	583 - 2311

**TEXTILES ( TIP. : 1 )**

Sector	No.	Codificación	Industria	Dirección	Teléfono
4	1	41120701084464	HILOS A & E DOMINICANA	C/JANICO S/N Z.FRANCA	575 - 2121
4	2	41050601044383	INDUSTRIA I TEXTILES M/G	C/ LA CANELA S/N Z.FRANCA	
4	3	41148201054410	BRENTWOOD CLOTHES INC	C/JACAGUA S/N Z.FRANCA	575 - 3595
4	4	41147401049345	X-CELL FASHIONS INC.	ALVAREZ BOGAERT S/N Z FRANCA	
41	5	410221701039911	AQUILES ROSADO	CALLE F LAS PALMAS	575 - 4646
62	6	620376901102403	ALM COATS TRIM ALIANCE	CARRET. LUPERON S/N GURABO	581 - 9239
4	7	41148201054410	BRENTWOOD CLOTHES INC	C/JACAGUA S/N Z.FRANCA	575 - 3595
4	8	41050401052226	CLARA INTERNATIONAL	C/LAGUNA PRIETA S/N Z. FRANCA	575 - 7775
4	9	41150701054819	C I P HAMBAGS	C/JACAGUA S/N Z. FRANCA	575 - 0009
4	10	41148601062642	CHARROA SA	C/BAITOA S/N Z. FRANCA	575 - 0624
64	11	641307301086652	C Y M INDUSTRIES S A	CARRET. LUPERON S/N GURABO	971 - 7004
4	12	41060301054802	DONJET INDUSTRIA	ALVAREZ BOGAERT S/N Z.FRANCA	575 - 1681
4	13	41010401037926	EMPRESA T Y M	C/LA PALOMA S/N Z.FRANCA	
4	14	41010402209281	EMPRESA T Y M	C/LA PALOMA S/N Z.FRANCA	
4	15	41010401037926	EMPRESA T Y M	C/LA PALOMA S/N Z.FRANCA	
4	16	41060201063961	F M INDUSTRIES S A	C/GUAYABAL S/N Z. FRANCA	575 - 2121
4	17	41060202209282	F M INDUSTRIES S A	C/GUAYABAL S/N Z. FRANCA	575 - 2121
4	18	41010702031637	INDUSTRIA MACAL C * A	C/LA PALOMA S/N Z.FRANCA	575 - 3566

Sector	No.	Codificación	Industria	Dirección	Teléfono
4	19	41050101043128	INDUSTRIA C Y F	C/LAGUNA PRIETA S/N Z.FRANCA	575 - 1923
4	20	41050301045786	INDUSTRIA S E B CORP	C/ LAGUNA PRIETA S/N Z.FRANCA	575 - 2121
4	21	41050801043064	INDUSTRIA INDVEST. INC	ALVAREZ BOGAERT S/N Z. FRANCA	575 - 4105
4	22	41050802209283	INDUSTRIA INDVEST. INC	ALVAREZ BOGAERT S/N Z. FRANCA	
4	23	41051001041787	INDUSTRIA TRANSCONT S. A.	C/GUAYABAL S/N Z. FRANCA	575-2121
4	24	41147201044342	INDUSTRIA ROPAS S. A.	ALVAREZ BOGAERT S/N Z. FRANCA	575-2255
4	25	41148701064309	INDVEST II INC	C/BAITOA S/N Z.FRANCA	575 - 1793
42	26	420600801208630	JOBAR INDUSTRIAL	C/7 S/N ENS. ESPAILLAT	576 - 7888
4	27	41150401049294	L M IV	ALVAREZ BOGAERT S/N Z FRANCA	575 - 2121
4	28	41150901064261	MEYRA MANUFACTURING	C/JACAGUA S/N Z.FRANCA	575 - 1115
4	29	41147701043531	P T X D R INC.	ALVAREZ BOGAERT S/N Z FRANCA	575 - 1542
4	30	41010801054825	SOUTHERN INVESTMENT S A	C/VILLA GONZALEZ S/N Z.FRANCA	
4	31	41110701084516	SOUTHERN INVESTMENT S A	C/VILLA GONZALEZ S/N Z.FRANCA	
4	32	41110401069484	ZEP CARIBBEAN	C/TAMBORIL S/N Z FRANCA	575-4842
4	33	41010601066767	CUSTOM TAILORED S A	C/LA PALOMA S/N Z. FRANCA	575 - 4712
4	34	41010701032517	CUSTOM TAILORED S A	C/LA PALOMA S/N Z. FRANCA	575 - 4712
4	35	41030401057885	MADINA EXPORT S.A.	C/A * 16 Z.FRANCA	575 - 2900
4	36	41148801045901	SEB CORPORATION	C/BAITOA S/N Z.FRANCA	575 - 4080
4	37	41150601044384	INDUSTRIA SEWN PRODUCT	ALVAREZ BOGAERT S/N Z FRANCA	575 - 1925
4	38	41040401061065	A M INDUSTRIES S A	C/VILLA GONZALEZ S/N Z.FRANCA	575 - 2121
4	39	41080401064048	INDUSTRIA JJ II INTER.	C/NAVARRETE S/N Z. FRANCA	575-3503
4	40	41090601084458	MINIKIN TOGS IV L T D	C/NAVARRETE S/N Z.FRANCA	575 - 0627

**TENERIAS ( TIP. : 10 )**

Sector	No.	Codificación	Industria	Dirección	Teléfono
31	1	310180201004693	TENERIA BOJOS C*A	C/JANICO S/N PASTOR	247 - 2121
9	2	90350101022289	INDUSTRIA TEN. BERMUDEZ	ENS. BERMUDEZ	575 - 7000
9	3	90350102084523	ARTICULOS DE PIEL	C 2 S/N ENS. BERMUDEZ	575 - 7000
4	4	41040901043065	INDUSTRIA TAINO LEATHER P	ALVAREZ BOGAERT S/N Z.FRANCA	575 - 8125
41	5	410700201029492	FRANCISCO ESPEJO	C 11 S/N INGCO II MOCASHOES	575 - 3161
41	6	411476010471413	INDUSTRIA CARIBE MILTD	ALVAREZ BOGAERT S/N Z FRANCA	575-4161
4	7	41147301038270	JOE - ANNE DOMINICANA LTD	ALVAREZ BOGAERT S/N Z FRANCA	575 - 1156
4	8	41050201045843	MAURAN ROCHET C * A	C/LAGUNA PRIETA S/N Z.FRANCA	575 - 1033
31	9	310180202081999	PROYECTO NAVE INDUSTRIAL	CARRET.JANICO S/N PASTOR	247 - 2122
4	10	41080601064031	DOMINICAN SHOE II	C/NAVARRETE S/N Z.FRANCA	575 - 1544

**CARTON ( TIP. : 13 )**

Sector	No.	Codificación	Industria	Dirección	Teléfono
8	1	81263201012649	CARTONERA CIBAO C*A	CARRET. DUARTE KM 5 L I	582 - 8141
8	2	81263202209276	CARTONERA CIBAO C*A	CARRET. DUARTE KM 5	582 - 8141
4	3	41030501032295	INDUSTRIA PAPELERA CIBAO	AV. RAFEY S/N Z.FRANCA	575 - 6001

**ELEMENTOS METALICOS ( TIP. : 4 )**

Sector	No.	Codificación	Industria	Dirección	Teléfono
41	1	410700101022176	COMPANIA ENV. ANTILLANOS	C 11 S/N INGCO II	575 - 3301
32	2	324260101091790	ACERO DEL CIBAO	CAMINO ACERO DEL CIBAO S/N	
41	3	41147501039064	INDUSTRIA D F INTERNAT.	ALVAREZ BOGAERT S/N Z FRANCA	575 - 2375

**HOSPITALES Y C. MEDICOS ( TIP. : 18 )**

Sector	No.	Codificación	Industria		Dirección	Teléfono
7	1	70100501067725	CENTRO MEDICO	STGO APOSTOL	S. LARGA ESQ.JACINTO DUMIT S/N	581 - 6666
14	2	140030401205150	CENTRO MEDICO	SEMMA	C/PEDRO FCO. BONO * 9 CIUDAD	426 - 1053
12	3	120580601014818	CLINICA	DR. BONILLA	DUARTE * 57	581 - 7880
13	4	130092601044584	CLINICA	MATERO INF.	AV.J P DUARTE * ARTURO BISONO	
14	5	140610901005587	JOSE A.	CL.COROMINAS	C RESTAURACION 57	580 - 1171
14	6	140185701025880	CENTRO	MEDICO CIBAO	AV.JUAN PABLO DUARTE 64	582 - 6661
12	7	120580201029856	CLINICA	C MED. DR.VALDEZ	SAN LUIS # 46	582 - 6693
5	8	51810101038883	CLINICA	ELENA CRUZ	AV.27 FEBRERO * 6 S/N GURABITO	575 - 8170
5	9	51261102090010	HOSPITAL INF.	ARTURO GRULLON	AV.ENRIQUILLO 13	583 - 2383
14	10	140030101058316	HOSPITAL	Ma.CABRAL Y BAEZ		

**EMBOTELLADORAS ( TIP. : 5 )**

Sector	No.	Codificación	Industria		Dirección	Teléfono
41	1	410700301005712	COMPANIA	EMBOTELLADORA	C 11 S/N INGCO II	575 - 3211
1	2	11702601066002	PROCESADORA	CENTRAL C*A	AV.EST. SADHALA * AV.27 FEBRERO	575 - 1201

**PINTURAS ( TIP. : 11 )**

Sector	No.	Codificación	Industria		Dirección	Teléfono
41	1	417173801060142	PINTURAS TAVAREZ		AUTOP. STGO - NAVARRETE	575 - 8525
81	2	810010101110001	PASTEURIZADORA	CIBAO C*A	AUTP. DUARTE S LAS PAL.	583 - 2311

**CORPORACION DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE SANTIAGO  
( CORAASAN )**

**GERENCIA DE SANEAMIENTO**

**CUESTIONARIO DE LAS INDUSTRIAS**

<b>CODIGO :</b>	<b>FECHA :</b>
<b>NOMBRE :</b>	<b>No. DE EMPLEADOS :</b>
<b>TIPO DE INDUSTRIA:</b>	<b>No. DE HORAS LABORABLES POR DÍA :</b>
<b>PROPIETARIO :</b>	<b>No. DE HORAS LABORABLES POR MES :</b>
<b>DIRECCION :</b>	<b>No. DE HORAS LABORABLES POR AÑO :</b>
<b>TELEFONO :</b>	
<b>AREA DEL TERRENO :</b>	
<b>MTS2 DE CONSTRUCCIÓN :</b>	
<b>No. ACOMETIDAS :</b>	<b>CAUDAL DE PROCESO:</b>
<b>FUENTE DE ABASTECIMIENTO:</b>	<b>CAUDAL DE ENFRIAMIENTO:</b>
<b>No. CONTRATO CORAASAN:</b>	<b>CAUDAL RESIDUAL ORIGEN HUMANO:</b>
<b>No. ACOMETIDAS DE AGUAS RESIDUALES :</b>	<b>CAUDAL TOTAL AFURADO :</b>
<b>DIAMETRO ACOMETIDA AP:</b>	<b>CAUDAL ACTUAL:</b>
<b>MEDIDOR: SI NO</b>	<b>SUSTANCIAS QUIMICAS UTILIZADAS:</b>
<b>VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO:</b>	
<b>CONTROLES INTERNOS (MEDIDORES):</b>	<b>OBSERVACIONES:</b>
<b>DIAMETRO ACOMETIDA AN:</b>	
<b>DIAMETRO COLECTOR DESCARGA:</b>	
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO: SI NO</b>	
<b>TIPO:</b>	
<b>CAPACIDAD: AÑO DE INSTALACION :</b>	

**NOMBRE DEL ENCUESTADOR :**

**NOMBRE DEL ENCUESTADO :**

**CARGO :**