



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO CARACAS
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de Grado de Maestría
**INVESTIGACIÓN TÉCNICO-DOCUMENTAL PARA
OPTIMIZAR LA SELECCIÓN DE LOS PROCESOS DE
ANÁLISIS DE VERTIDOS INDUSTRIALES EN
LABORATORIOS**

Presentado por Lisbeth Chacón González
Para optar por el Título de Magister en Ingeniería Ambiental

Tutor:
Ingeniero Alfredo Gorrochotegui A.

CARACAS, JUNIO 2007

Universidad Católica Andrés Bello
Dirección General de Postgrado
Caracas, Venezuela
Presente.

CARTA DE AUTORIZACIÓN A LA DEFENSA DE TESIS

Por medio de la presente, Yo Ingeniero Alfredo Gorrochotegui A., Titular de la cédula de identidad N° 1.730.092 tutor académico de la Licencia Lisbeth Chacón González en el trabajo de grado *“Investigación técnico documental para optimizar la selección de los procesos de análisis de vertidos industriales en los laboratorios”*, requisito indispensable para optar al título de Magíster en Ingeniería Ambiental, una vez revisado los resultados obtenidos y estando totalmente de acuerdo con el contenido autorizo a la presentación de la defensa de tesis.

Sin otro particular a que hacer referencia.

Att.

Firma del Tutor Académico

Firma Estudiante

Ing. Alfredo Gorrochotegui

Lic. Lisbeth Chacón González

Firma y Sello

Dirección General de Postgrado

*A mi papá,
Quien desde cielo, sé que esta celebrando conmigo este nuevo logro*

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A Dios por darme la vida, la salud y todo lo que tengo hoy en día, por permitirme culminar esta nueva etapa en mi vida y hacerme entender que solo a través de la constancia, perseverancia y esfuerzo es posible el logro.
- ❖ Al Profesor Alfredo, excelente tutor y amigo quien ha tenido una gran paciencia, dedicación y confianza en mi durante la realización de este trabajo.
- ❖ A Douglas Sánchez, por su gran apoyo y ayuda desinteresada, la cual me sirvió de mucho para la culminación exitosa de este proyecto.
- ❖ A mi mamá, por su apoyo incondicional, amor, consejos y palmadas de alientos que permitieron seguir adelante y lograr esta nueva meta profesional.
- ❖ A Luís por impulsarme a seguir adelante en los momentos más difíciles, por estar siempre a mi lado apoyándome y no permitir que dejara esta meta sin concluir.
- ❖ A mis hermanos por estar ahí en todo momento, por su compañía y apoyo.
- ❖ A todos mis compañeros y amigos que siempre estuvieron pendientes y confiaron en que si podría lograrlo.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO CARACAS
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

INVESTIGACIÓN TÉCNICO-DOCUMENTAL PARA OPTIMIZAR LA SELECCIÓN DE LOS PROCESOS DE ANÁLISIS DE VERTIDOS INDUSTRIALES EN LABORATORIOS

Por: Lisbeth Chacón González

RESUMEN

El presente trabajo plantea una nueva propuesta para selección de los perfiles de laboratorio, en el proceso de análisis de los diferentes vertidos industriales en Venezuela. Los resultados obtenidos en la investigación comprenden el análisis y evaluación de encuestas realizadas a los laboratorios ambientales existentes en Venezuela, dedicados al análisis de aguas crudas y vertidos, donde fue ratificado por los analistas y personal entrevistado la importancia y la utilidad de una guía práctica de laboratorios en la selección optima de los ensayos a realizar y la elaboración de una guía práctica de laboratorio, que ofrece al analista la ruta más conveniente para la caracterización de los vertidos, así como la opción más actualizada y eficiente para realizar los ensayos. El resultado de éste trabajo representa una mayor eficiencia y ahorros para nuestros laboratorios de aguas, los que comúnmente tienen dificultades para definir las caracterizaciones de vertidos industriales.

Palabras Clave: vertidos industriales, caracterización en laboratorios, clasificación de vertidos, cuerpos receptores.

INDICE GENERAL

RESUMEN	V
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS GENERALES	5
1.2.1 Objetivos Específicos	5
1.3 JUSTIFICACION	6
1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES.....	7
CAPITULO II: MARCO TEORICO	8
2.1 MARCO HISTÓRICO.....	8
2.2 ANTECEDENTES	11
2.3 VERTIDOS.....	14
2.4 CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN VENEZUELA	15
2.5 AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN INDUSTRIAL.....	18
2.6 CLASIFICACION INDUSTRIAL	20
2.6.1 Descripción de los procesos industriales	21
2.7 COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES:	70
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	74
3.1 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA	74
3.1.1 Definición de Variables.....	74
3.1.2 Compilación de información:	76

3.1.3 Selección de la población:.....	76
3.1.4 Diseño y selección de la muestra:.....	78
3.1.5 Realización de encuestas:	79
3.1.6 Análisis de Resultados:	79
CAPITULO IV: RESULTADOS	80
4.1 SELECCIÓN DE ANÁLISIS A REALIZAR DE ACUERDO AL TIPO DE VERTIDO	80
4.2 GUIA PRÁCTICA DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE VERTIDOS INDUSTRIALES.....	99
4.3 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LABORATORIOS DE ANÁLISIS AMBIENTALES.....	102
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
5.1 CONCLUSIONES:	120
5.2 RECOMENDACIONES	121
GLOSARIO DE TÉRMINOS	122
BIBLIOGRAFIA	127
ANEXO I: Formato de encuesta realizada a los laboratorios	131
ANEXO II: Contaminantes Inorgánicos	134
ANEXO III: Contaminantes Orgánicos	135
ANEXO IV: Contaminantes Halogenados.....	137
ANEXO V: Contaminantes Orgánico - Halogenados	138
ANEXO VI: Listado de laboratorios Ambientales inscritos en el MARNR.....	139
ANEXO VII: Calculo del Margen de error y nivel de confianza	146

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Contaminación de las aguas en Venezuela	15
Tabla N°2: Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas (CIIU)	20
Tabla N°3: Principales constituyentes de las aguas residuales de las industrias de procesamiento de alimentos	28
Tabla N°4: Principales constituyentes de las aguas residuales provenientes de fabricas enlatadoras	32
Tabla N°5 : Principales constituyentes de las aguas residuales provenientes de fabricas de hilado, tejido y acabado de textiles	42
Tabla N°6: Variedades de productos químicos	53
Tabla N°7: Descripción de las características físicas de las aguas residuales	71
Tabla N°8: Descripción de las características químicas - orgánicas de las aguas residuales	72
Tabla N°9: Descripción de las características químicas - inorgánicas de las aguas residuales	72
Tabla N°10: Definición de Variables	75
Tabla N° 11: Miembros Activos en Conindustria.....	77
Tabla N°12: Clasificación de las industrias pertenecientes a Conindustria de acuerdo a (CIIU).....	80
Tabla N°13: Clasificación de los vertidos industriales.....	82
Tabla N°14: Análisis generales recomendados para vertidos orgánicos e inorgánicos	85
Tabla N°15: Principales constituyentes de las aguas residuales	87

Tabla N°16: Toxicología – Contaminantes Prioritarios. Sustancias Inorgánicas	134
Tabla N°17: Toxicología – Contaminantes Prioritarios. Compuestos Orgánicos	135
Tabla N°18: Toxicología – Contaminantes Prioritarios. Compuestos Halogenados	137
Tabla N°19: Toxicología – Contaminantes Prioritarios. Pesticidas, Herbicidas, Insecticidas (Orgánico-Halogenados)	138

INDICE DE ILUSTRACIONES

Gráfico N°1: Laboratorios ambientales Registrados en el Ministerio del Ambiente dedicados al análisis de aguas, suelos y aire. Venezuela 2006.	103
Gráfico N°2: Aspectos Ambientales analizados por los laboratorios encuestados. Venezuela 2006.	104
Gráfico N°3: Composición General del personal técnico de los laboratorios dedicados a análisis ambientales. Venezuela 2006.	105
Gráfico N°4: Tipos de aguas analizadas por los laboratorios ambientales de acuerdo a la clasificación establecida en el Decreto 883. Venezuela 2006	106
Gráfico N°5: Diferentes tipos de aguas mayormente analizadas por los laboratorios ambientales. Venezuela 2006.	107
Gráfico N°6: Diferentes tipos de aguas residuales de origen industrial analizadas por laboratorios ambientales. Venezuela 2006	108
Gráfico N°7: Laboratorios ambientales que realizan un estudio previo para la selección de los tipos de análisis en la caracterización de vertidos. Venezuela 2006	110
Gráfico N°8: Tipos de herramientas utilizadas por los laboratorios ambientales en la selección de ensayos, para la caracterización de vertidos. Venezuela 2006	111
Gráfico N°9: Número de ensayos realizados por día en cada laboratorio ambiental. Venezuela 2006	112
Gráfico N°10: Cuantificación de ensayos erróneos en los laboratorios ambientales por año. Venezuela 2006	113
Gráfico N°11: Influencia del manejo información para selección de ensayos en la disminución del costo final de los análisis	114

Gráfico N°12: Opinión del personal con respecto a la inversión de mucho tiempo en la selección correcta de los análisis	115
Gráfico N°13: Tiempo invertido por los laboratorios ambientales en la selección de los perfiles para la caracterización de los vertidos industriales. Venezuela 2006.	116
Gráfico N°14: Nivel de requerimiento de los laboratorios ambientales de una guía práctica de laboratorios para seleccionar los análisis requeridos por cada vertido. Venezuela 2006.....	117
Gráfico N°15: Beneficio que proporcionaría el uso de una guía práctica en los laboratorios ambientales. Venezuela 2006	118
Gráfico N°16: Certificados obtenidos por los laboratorios ambientales. Venezuela 2006	119

INTRODUCCION

Actualmente la contaminación del agua por la actividad humana es uno de los mayores problemas medioambientales. Si bien es cierto que los vertidos urbanos poseen un volumen superior a los industriales, estos últimos presentan un mayor grado de toxicidad, originando pérdidas de diversidad ecológica en los sistemas acuáticos, alteraciones en las cadenas tróficas e incapacitando a los caudales fluviales para los usos más restrictivos como actividades turísticas y uso humano entre otros.

Es por ello que a partir de la década de los 80 uno de los objetivos más destacado de las Naciones Unidas con respecto al abastecimiento de agua y al saneamiento ambiental ha sido reducir en forma decisiva la incidencia de las enfermedades transmitidas por el agua, incluyendo casos mortales, en los países del tercer mundo. (<http://www.paho.org/spanish/paho/mission.htm>)

Para ello se han realizado diversas Conferencias de gran importancia a nivel mundial en búsqueda de soluciones a los graves problemas que afectan tanto al tercer mundo como a la población en general entre las que podemos mencionar: (Buroz, 1998)

- ❖ Conferencia de Estocolmo reunida en Nairobi, Kenya 1982
- ❖ Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil 1992
- ❖ La Cumbre Mundial de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible en 2002

En búsqueda de soluciones y mejoras a la problemática ambiental principalmente la proveniente de actividades industriales, cada día se hace más necesario el conocimiento a fondo de los diferentes tipos de vertidos líquidos, de manera tal que se determinen los requerimientos de adecuación y tratamiento y se puedan comparar los parámetros evaluados con los niveles permisibles de acuerdo a la normativa legal según sea su uso y disposición.

Todo lo anteriormente mencionado hace imprescindible el análisis constante de aguas de origen industrial, antes de ser esparcidas en los cuerpos de aguas para evitar así uno de los mayores problemas en la Ingeniería Ambiental. En general, estos análisis para la determinación de los contaminantes en los vertidos industriales son muchos, relativamente costosos, y varían de acuerdo al tipo de vertido y al tipo de contaminante presente.

Ante esta situación, se plantea la necesidad de desarrollar una metodología que permita optimizar la selección de los perfiles de laboratorio a ser aplicados a los diferentes vertidos industriales y que incremente la eficiencia y precisión en el proceso.

De acuerdo a la interrogante anteriormente expuesta, se plantea la elaboración de una guía de laboratorios práctica y técnica que permita al usuario realizar análisis de vertidos industriales de una manera rápida y eficiente obteniendo los resultados deseados, previa predeterminación de un perfil óptimo.

El presente trabajo desarrolla una investigación documental desglosada de la siguiente manera: el capítulo I nos muestra los objetivos generales, específicos, la justificación y los alcances de nuestra investigación.

El segundo capítulo abarca el marco teórico de la investigación, incluyendo los antecedentes y marco histórico que preceden a la misma, así como también una explicación amplia de los diferentes procesos industriales existentes en Venezuela, el marco legal que rige a la normativa ambiental nacional y las características y descripción de las aguas residuales.

Por otro lado, el tercer capítulo explica toda la metodología empleada para el desarrollo de la investigación así como también la definición de la población, el criterio muestral y las variables.

Finalmente, los capítulos IV y V nos muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones respectivamente, obtenidos de la identificación de los tipos de procesos industriales y vertidos que potencialmente afectan los cuerpos receptores, así como de las encuestas realizadas al personal de laboratorio dedicados al análisis de aguas.

CAPITULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento desmesurado del deterioro ambiental producto del progreso tecnológico y económico mundial, ha generado la necesidad de desarrollar una visión global que nos permita comprender el ambiente como un sistema y lograr soluciones más acordes con los procesos naturales.

Actualmente la contaminación del agua por la actividad humana es uno de los mayores problemas medioambientales. Aunque es cierto que los vertidos urbanos poseen un volumen superior a los industriales, estos últimos presentan un mayor grado de toxicidad, originando pérdidas de diversidad ecológica en los sistemas acuáticos, alteraciones en las cadenas tróficas e incapacitando a los caudales fluviales para los usos más restrictivos. Este hecho se explica al cuantificar los valores de DBO y DQO, los cuales son tan altos que expresados en términos de Poblaciones Equivalentes (PE) llegan a representar en número de habitantes una equivalencia a valores urbanos. Por tal motivo, en el Decreto N° 883: "Normas para el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua" se prohíbe con carácter general efectuar vertidos directos o indirectos que contaminen las aguas estableciendo un límite permisible. (Decreto N°883: Normas para el control de la calidad de los cuerpos de agua, 1995)

Hay que considerar que los efluentes industriales son portadores de materia orgánica, inorgánica y microbiana, y que una vez en el cuerpo receptor, estas sustancias pueden sedimentar en las proximidades del punto de vertido, y dependiendo de la concentración de oxígeno disuelto en la profundidad del lecho, pueden dar lugar a descomposiciones de importancia al aumentar los valores de DBO y DQO, degradando la zona. Si son sustancias inorgánicas, se pueden ir acumulando y elevar la concentración de metales pesados.

Es por ello que cada día se hace más necesario el conocimiento a fondo de los diferentes tipos de vertidos líquidos, de manera tal que se determinen los requerimientos de adecuación y tratamiento y se puedan comparar los parámetros evaluados con los niveles permisibles de acuerdo a la normativa

legal, según sea su uso y disposición. El conocimiento de toda esta información cobra gran importancia, ya que nos pone en contacto con la naturaleza y fortifica uno de los pilares fundamentales para detener el deterioro del planeta, sin contar con los beneficios económicos que estos presentan.

En este sentido, se hace imprescindible el análisis constante de aguas de origen industrial antes de ser vertidas en los cuerpos de aguas. En general, estos análisis para la determinación de los contaminantes en los vertidos industriales son muchos, relativamente costosos, y varían de acuerdo al tipo de vertido y al tipo de contaminante presente.

Aunando a esto, la normativa Venezuela para el vertido de aguas establecida en el Decreto N°883 nos dice: “todo el proceso de captación, preservación y análisis de las muestras que deben realizar los laboratorios Ambientales, debe seguir el procedimiento establecido en las Normas Venezolanas Covenin o en su defecto en el manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” publicado por la American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation” en su más reciente edición u otro método equivalente aprobado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables” (Decreto N°883: Normas para el control de la calidad de los cuerpos de agua, 1995) (guía para la aplicación del decreto N°883, 1997)

Ante la situación planteada se presenta la siguiente interrogante:

¿Es recomendable la realización de una investigación que permita optimizar el proceso de selección de los diferentes vertidos industriales y que proporcione una caracterización precisa y rápida de las muestras?

Específicamente:

- ❖ ¿Cuáles son los tipos de vertidos industriales existentes en Venezuela de acuerdo a la clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas?
- ❖ ¿Cuáles son los posibles componentes tóxicos y contaminantes presentes en los vertidos industriales existentes en Venezuela?

- ❖ ¿Cuales son los tipos de análisis recomendados para caracterizar a los diferentes vertidos de acuerdo a lo establecido en el Decreto N°883?
- ❖ ¿Están los laboratorios en Venezuela adecuadamente capacitados para optimizar las caracterizaciones de vertidos industriales?
- ❖ ¿Es posible determinar los análisis indicados para cada vertido sin excluir alguno de importancia con el uso de esta guía práctica?
- ❖ ¿Es posible elaborar una Guía Práctica de Procedimiento para Análisis de Vertidos Industriales en Laboratorios?

1.2 OBJETIVOS GENERALES

Realizar una optimización del proceso de selección de los análisis requeridos para la caracterización de los diferentes tipos de vertidos industriales existentes en Venezuela, que garantice una mayor rapidez y precisión en los procedimientos de los laboratorios, generando economías al descartarse ensayos y estudios no requeridos.

1.2.1 Objetivos Específicos

- ❖ Identificar por medio de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas, los diferentes tipos de vertidos existentes en el Parque Industrial de Venezuela.
- ❖ Determinar los diversos componentes tóxicos presentes en los vertidos industriales en Venezuela.
- ❖ Seleccionar los tipos de análisis adecuados para los diferentes vertidos industriales de acuerdo a sus componentes
- ❖ Determinar a través de una encuesta la situación actual de los Laboratorios Nacionales
- ❖ Elaborar una guía práctica de procedimiento para análisis de vertidos industriales en laboratorios

1.3 JUSTIFICACION

La realización de esta investigación viene justificada y orientada a la solución del problema planteado anteriormente.

De acuerdo a lo mencionado en los antecedentes y marco teórico referencial cada día será más necesario encontrar soluciones a los problemas de contaminación presentes a nivel mundial. Es por ello que actualmente cada país presenta sus propias normativas Ambientales y se han fijado límites máximos permisibles de contaminantes al medio (cuerpos de agua, aire y suelo) todo en búsqueda de minimizar la problemática de contaminación.

Para la determinación de estos límites permisible de componentes contaminantes al medio ambiente, específicamente los de carácter líquido proveniente de industrias, se requieren sus análisis antes de ser vertidos a los cuerpos de agua, con la finalidad de determinar su composición, características físico-químicas, microbiológicas, posibles contaminantes y concentración de los mismos. Todo esto con el objeto de buscar soluciones en el caso de exceder las máximos razonables.

Actualmente, los laboratorios dedicados a la ejecución de este trabajo presentan gran cantidad y variedad de análisis a realizar de acuerdo al tipo de industria, lo cual le dificulta la selección adecuada en tiempos cortos del ensayo a realizar. Es por ello que el desarrollo de nuevos métodos que faciliten el trabajo a nivel de laboratorio es de gran utilidad para mejorar la eficiencia en los análisis, al mismo tiempo que eviten elaboraciones de estudios innecesarios que incrementen costos, inversión adicional de tiempo y uso de material de trabajo y equipos inadecuados.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, este trabajo de investigación busca establecer una metodología que permita optimizar la selección de los perfiles de laboratorio a ser aplicados a los diferentes vertidos industriales, que incremente la eficiencia y precisión en el proceso.

Específicamente se plantea la elaboración de una guía técnica y práctica de laboratorios que permita al usuario realizar análisis de vertidos industriales de una manera rápida y eficiente obteniendo los resultados deseados.

1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES

La investigación se centrará en las industrias que generen vertidos basado en el listado de miembros activos de Conindustria y conforme a la Clasificación Industrial Uniforme de las Naciones Unidas, y en los laboratorios dedicados a realizar análisis de aguas (ver anexo N°6). La elaboración de la Guía será de acuerdo a las Normativas tanto Internacionales como Nacionales.

Se aplicarán instrumentos de recolección de data al personal que trabaja en los laboratorios seleccionados (ver anexo N°1). El éxito en esta parte del estudio dependerá directamente de la información suministrada por este personal, así como del carácter confidencial o no que le asignen en la correspondiente industria.

Un posible limitación es la falta de cumplimiento, por parte de las industrias, a la frecuencia establecida por ley para caracterizar sus vertidos, generando así una falta de data técnica para que los laboratorios e investigadores puedan informar adecuadamente sobre este problema.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 MARCO HISTÓRICO

La identificación de los problemas ambientales se remonta a hace más de 20 años con los trabajos de Malthus (1798) sobre la superpoblación. Más recientemente destaca el informe del Club de Roma (Meadows, Randers et al 1972) en el cual se subraya el agotamiento de los recursos por causa de la revolución industrial y el crecimiento poblacional. En general el problema de la superpoblación viene acompañado de una gran falta de insumos para cubrir las necesidades de todos los habitantes (viviendas, alimentación, empleos, educación entre otros) lo que trae como consecuencia una situación de pobreza, en muchos casos extrema, donde la gente lucha por su supervivencia y se apropia de los bienes libres que constituyen el legado ambiental. Las necesidades primarias de alimentación y vivienda y el instinto de conservación son motivaciones esenciales. En tal sentido la reducción de la pobreza se convierte en un objetivo central de la gestión ambiental. (Buroz, 1998)

Por esta razón, para el año 1972 se realiza en Estocolmo la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, la cual centró su atención en la relación entre el ambiente y desarrollo. Como resultado de la misma se proclamó una Declaración de 26 Principios para inspirar y guiar a los pueblos del mundo en la preservación y mejoramiento del medio ambiente humano (Ahmad 1981). Entre los problemas ambientales más preocupantes estaba la descarga de sustancias tóxicas y la liberación de calor (principio 6), la contaminación de mares (principio 7) (Buroz, 1998)

Por otro lado, en el año 1971 se firmó La Convención sobre los Humedales, en Ramsar, Irán, tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos. En la actualidad hay 150 Partes Contratantes en la Convención y 1590 humedales, con una superficie total de 134 millones de hectáreas, designados para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar.(<http://www.ramsar.org/indexsp.htm>)

Diez años después de la Conferencia de Estocolmo la Comunidad Mundial de Estados se reunió en Nairobi, Kenya 1982 y expresó una profunda inquietud por la situación ambiental del mundo. Sin embargo, se reconoció el incremento de la educación, la difusión de información y la capacitación. Además se resaltó la promulgación de la legislación ambiental en la mayoría de los países. Se puede extraer como problemas resaltantes entre otros: las enfermedades relacionadas con condiciones ambientales adversas, la contaminación de mares y aguas interiores, descuido de sustancias peligrosas y su eliminación. (Buroz, 1998)

Para el año 1991 los países de América Latina y El Caribe prepararon como contribución a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo un documento donde consideraban los problemas ambientales globales prioritarios desde su propia óptica. Tales problemas son: riesgo nuclear, calentamiento climático global, drogas, pérdida de biodiversidad, destrucción de la capa de ozono, calentamiento y explotación de recursos naturales en los océanos, uso de recursos de la Antártica y uso del espacio exterior. (Buroz, 1998)

En el año 1992 se celebró Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil. En esos últimos 10 años la humanidad incrementó su conocimiento sobre la problemática ambiental y los países tomaron conciencia de la gravedad de la situación de cara al futuro. Las materias de orden social, la pobreza crítica, la salud, el deterioro del ecosistema y las profundas relaciones entre el desarrollo y el medio, las consecuencias de la ignorancia de gran parte de la humanidad respecto a la capacidad del ambiente para soportar los ingentes cambios que se producen en el mismo, como consecuencia de los actos del hombre y la extracción irracional de recursos, fueron todos temas que se trataron en la conferencia. (Buroz, 1998)

Además de los problemas globales que se han reseñado, el Banco Mundial, en el Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental (1992) señaló algunos otros que por su importancia para los estudios de impacto ambiental (EIA) en Venezuela e Iberoamérica se mencionan a continuación: Vías fluviales

internacionales, tierras silvestres, tierras húmedas, bosques tropicales, tierras áridas y semiáridas, peligros naturales.

Para el año 1999, en Venezuela el MARNR a través de la dirección general de cuencas hidrográficas completó la primera comunicación en el Cambio Climático de Venezuela con la asistencia financiera del Fondo Ambiental Global (GEF) a través del programa de Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD). (Primera comunicación nacional para el cambio climático en Venezuela, 2005)

Por otro lado, del 6 al 9 de septiembre del año 2000 se realizó la Cumbre del Milenio en New York, donde se plantearon 8 objetivos de desarrollo del milenio que abarcan desde la reducción a la mitad la pobreza extrema hasta la detención de la propagación del VIH/SIDA y la consecución de la enseñanza primaria universal para el año 2015, constituyendo un plan convenido por todas las naciones del mundo y todas las instituciones de desarrollo más importantes a nivel mundial. Entre estos objetivos, es importante destacar el 7mo, “garantizar la sostenibilidad del medio ambiente” en el cual se hace énfasis en la reducción del porcentaje de personas que carecen del acceso de agua potable. (Buroz, 1998)

Posteriormente se han realizado gran cantidad de convenios y acuerdos internacionales, entre los que destaca la Cumbre Mundial de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible en 2002, todos en búsquedas de soluciones a los grandes problemas ambientales que actualmente afectan al mundo. (Buroz, 1998)

Actualmente, de la gran cantidad de problemas ambientales que están afectando el mundo destaca el aumento del nivel en la acidez de los océanos determinado por científicos investigadores estadounidenses, Ken Caldeira (miembro del equipo investigador de la Sociedad Real Británica) y Michael Wicett, ambos del Laboratorio Nacional de California. Esta acidez es resultado del aumento en las emisiones de dióxido de carbono, uno de los principales gases responsables del calentamiento global de la Tierra o efecto invernadero.

Recientemente, en marzo del presente año (2006) se celebró en México el Foro Mundial del Agua con la finalidad de lograr mayor conciencia sobre la

problemática del agua y hacer participar a una amplia gama de partes interesadas en un diálogo sobre políticas hídricas. (<http://www.paho.org/spanish/paho/mission.htm>)

Si bien es cierto que en la actualidad la contaminación se ha incrementado significativamente y que en parte muchas de las teorías predichas por investigadores a lo largo de los años se han cumplido, debemos recordar que el medio ambiente es dinámico y que éste de una manera u otra busca de autorregularse para lograr el equilibrio, lo que ha traído como consecuencia que el grado de afectación actual no sea tan grande como se esperaba a comienzos del siglo.

2.2 ANTECEDENTES

Es sabido que los efectos de la contaminación de las aguas, sobrepasan los límites individuales de una industria en particular, llegando hasta un municipio, o una provincia, afectando cuencas hidrográficas, mares y océanos, siendo un dilema de orden nacional, e incluso internacional.

El cambio dañino de la calidad de las aguas naturales evidentemente es responsabilidad de la actividad del hombre y una de las causas, (no la única) es la correspondiente a la actividad industrial. Sin embargo, no solo en los países industrializados sino también en los países que se han iniciado recientemente en el proceso de industrialización, se presentan estos problemas.

A partir de la década de los 80 uno de los objetivos más destacados de las Naciones Unidas con respecto al abastecimiento de agua y el saneamiento ambiental ha sido reducir en forma decisiva la incidencia de las enfermedades transmitidas por el agua, incluyendo casos mortales, en los países del tercer mundo.

Ya desde 1975, existía en Venezuela una clara noción sobre la necesidad de integrar institucionalmente la administración de recursos naturales renovables. La conciencia de la problemática ambiental de la época inmediatamente precedente a la creación del Ministerio del Ambiente y de los Recursos

Naturales Renovables, se sintetiza en la preocupación por la falta de conocimientos exhaustivos de nuestros recursos naturales renovables.

Es por ello que para 1976 se dictó la Ley Orgánica del Ambiente y la Ley Orgánica de la administración Central que creó al MARNR. Posteriormente en 1983 se dictó la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio y en 1992 se dictó la Ley Penal del Ambiente, todas con la finalidad de garantizar la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente.

En general para esta etapa inicial, la materia de contaminación se orientó a determinar el grado de contaminación atmosférica de Caracas y algunas ciudades del país, y a orientar a las municipalidades en el manejo de sus residuos sólidos. La contaminación del agua se trató como una extensión de la cuantificación del recurso aprovechable. En materia forestal se consideraron los incendios como un problema prioritario.

Diez años más tarde, el MARNR seguía preocupado por los problemas similares a los que se plantaron en su creación. La consideración de los problemas se trazaba sobre un universo compensado de prioridades, donde se atendía por igual al agua y a los recursos forestales, a los suelos agrícolas y a la conservación de los recursos, a la evaluación de las especies de fauna y al sistema nacional de áreas protegidas. Además se participaba en la política de fronteras al conservar el cauce del río Arauca, y se trataba de insertar a Venezuela en el concierto de los acuerdos ambientales de carácter global. (Buroz, 1998)

Durante la segunda década, Organizaciones Gubernamentales Ambientales fueron surgiendo de manera espontánea y sin apoyo oficial. Todo esto se origina porque hay preocupación en Venezuela por las consecuencias ambientales que entre otras destacan la contaminación industrial, el manejo del agua para el abastecimiento al medio urbano, la pérdida de la calidad del agua por contaminación, etc.

Para el año 1984, el Instituto Fresenius, en Taunusstein, Alemania y el Instituto de Investigación de Tecnología del Agua, en la escuela de los altos estudios Técnicos de Renania-Westfalia en Aquisgrán, Alemania, realizaron la obra

“Manual de Disposición de Aguas Residuales” donde describen los problemas más relevantes que ocasionan las aguas residuales en ese país y diversas vías de solución, adicionalmente se describen numerosas experiencias en varios países. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En la última década, cada país ha realizado sus propias Leyes Ambientales para impedir el desmejoramiento a nivel ambiental. En el caso de Argentina, el Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, desarrolló un “MANUAL PARA INSPECTORES. Control de Efluentes Industriales”, cuyo objetivo ha sido contribuir con la Metodología de Control de Contaminación Hídrica, especialmente por la contaminación aportada por los efluentes industriales, que sin tratamiento de depuración o tratamientos deficientes y/o insuficientes, vuelcan sus desagües directamente a los cursos superficiales, originando la degradación y contaminación de cauces ocasionando un gran daño al medio ambiente. (Manual para Inspectores, 2005)

Para el año de 1995 en Venezuela, el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales a la luz de la situación de la calidad de agua en las diversas cuencas hidrográficas del país y de los resultados obtenidos hasta el momento en el control de los vertidos o efluentes líquidos, se plantea la conveniencia de dictar un nuevo cuerpo normativo más adecuado a la realidad ambiental y socioeconómica del país y a las exigencias de la dinámica científica y técnica. Es por ello que para el 11 de Octubre de 1995 entra en vigencia el Decreto N°883: “ Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, cuya finalidad básica es establecer las normas para el control de la calidad de los cuerpos de agua y de los vertidos líquidos, estableciendo una clasificación de aguas así como de los niveles de calidad exigibles de acuerdo a los usos que se destinen. (Decreto N°883: Normas para el control de la calidad de los cuerpos de agua, 1995)

Actualmente en Venezuela durante el año 2003 en el Laboratorio Sanitario Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello LABSAM se comenzó el desarrollo de una guía para estudio de vertidos industriales. (Girón, 2002)

2.3 VERTIDOS

De acuerdo al Decreto N°883 un vertido líquido no es mas que una descarga de aguas residuales que se realice directa o indirectamente a los cauces mediante canales, desagües o drenajes de agua, descarga directa sobre el suelo o inyección en el subsuelo, descarga a redes cloacales, descarga al medio marino costero y descargas submarinas.

Por otra parte, las aguas residuales se definen como todos los productos residuales en estado líquido, conjuntamente con la lluvia y las aguas superficiales de escurrimiento e infiltradas. Estas se clasifican de acuerdo a su origen y composición. Cuando se diseñan los sistemas de disposición de aguas residuales, es decir la recolección y el tratamiento de las mismas, debe diferenciarse entre: (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

- ❖ Aguas residuales domésticas que provienen de viviendas, edificios públicos y otras instituciones, incluyendo el agua utilizada para limpieza de calles y control de incendios, así como las provenientes de pequeñas industrias locales conectadas al mismo sistema de alcantarillado.
- ❖ Aguas residuales comerciales que provienen de locales comerciales, como mataderos, pequeñas industrias y otras instalaciones públicas y suelen estar conectadas a un sistema de alcantarillado común.
- ❖ Aguas residuales industriales de todo tipo, producidas por grandes plantas industriales.
- ❖ Aguas residuales agrícolas, provenientes de la cría de ganado y del procesamiento de productos animales y vegetales.
- ❖ Agua de infiltración proveniente de sistemas de drenaje, tuberías de desagüe y del descenso artificial del nivel de las aguas subterráneas, así como de la infiltración de éstas hacia el sistema de alcantarillado a través de tuberías y otras instalaciones defectuosas.
- ❖ Aguas de lluvia, que incluye todas las formas de precipitación: lluvia, nieve granizo y niebla.

- ❖ Aguas superficiales de escorrentía provenientes de aquellos cuerpos de agua que ingresan directamente en el sistema de alcantarillado

Estos diferentes tipos de aguas residuales reciben en conjunto la denominación de aguas residuales municipales y están presentes en los sistemas de alcantarillado de las ciudades. Por lo tanto las aguas residuales municipales consisten principalmente en aguas de origen doméstico y aguas de infiltración; aguas de lluvia, cuyo porcentaje mayor o menor depende de las condiciones locales, y aguas residuales comerciales, industriales y agrícolas.

2.4 CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN VENEZUELA

El diagnóstico de la situación actual de Venezuela con relación al problema de la contaminación de las aguas, por efecto de actividades domésticas e industriales tradicionales se ven en la tabla N°1 que se muestra a continuación:

Tabla N°1: Contaminación de las aguas en Venezuela

Contaminación de aguas Continentales	
Problemas	Regiones
Descarga de aguas residuales industriales	Anzoátegui, Aragua, Bolívar, Carabobo, Distrito Federal, Falcón, Táchira, Miranda, Monagas, Sucre y Trujillo
Descarga de aguas de origen doméstico	Todo el territorio Nacional
Arrastres de agroquímicos	Anzoátegui, Aragua, Barinas, Carabobo, Cojedes, Guárico, Lara, Mérida, Portuguesa, Táchira, Miranda, Monagas, Sucre, Trujillo, Yaracuy y Zulia
Disminución del Cauce de los Ríos y colmatación de embalses por arrastres de sedimentos	Anzoátegui, Guárico, Mérida, Miranda, Monagas, Distrito Federal, Yaracuy
Contaminación de Playas	
Problemas	Regiones
Descarga directa de aguas residuales de origen urbano	Anzoátegui, Zulia, Nueva Esparta, Aragua, Miranda, Distrito Federal, Sucre, Yaracuy, Falcón y Carabobo
Descarga de Efluentes Líquidos de Origen industrial	Anzoátegui, Zulia, Nueva Esparta, Aragua, Miranda, Distrito Federal, Sucre, Yaracuy, Falcón y Carabobo
Derrame de hidrocarburos	Falcón, Carabobo, Zulia y Anzoátegui
Descargas submarinas	Nueva Esparta, Carabobo, Falcón, Sucre y Anzoátegui
Chatarras marinas	Nueva Esparta, Carabobo, Falcón, Sucre y Anzoátegui
Contaminación de aguas por actividad marina	
Problemas	Regiones
Minerales metálicos (oro, hierro, bauxita, etc)	Bolívar, Amazonas
Minerales no metálicos (carbón a cielo abierto, areneras, canteras, arcilleras, etc)	A nivel nacional especialmente la cuenca del Río Tuy y el estado Yaracuy)

Fuente: Principales problemas ambientales en Venezuela (1998). Segunda Edición. Editor FUNDAMBIENTE

Las principales áreas críticas con problema de contaminación de agua se señalan a continuación:

Región del Lago de Maracaibo: tanto el lago como el Golfo de Venezuela presentan una situación conflictiva que se hace cada vez más aguda, especialmente, en lo referente a la contaminación por hidrocarburos y descargas industriales como la del Tablazo. El conjunto de efluentes industriales y urbanos es tan fuerte, que puede alterar negativamente los procesos ecológicos, afectar todas las formas de vida y, con ello, la pesca comercial y los balnearios. Adicionalmente, en la actualidad como consecuencia del arrastre de agroquímicos como fosfatos se ha estimulado el desarrollo de la lemna (lenteja verde de agua) sobre el lago.

Los ríos más afectados en la contaminación en esta región son: el Paraguachón, Táchira, Chama, Motatan, Limón y Catatumbo. Los derrames de hidrocarburos en el golfo de Venezuela perjudican negativamente las playas y la pesca.

Región Centro Occidental (Lara, Yaracuy): los ríos Tocuyo, Yaracuy y Aroa, son los que tienen problemas más graves de contaminación. Se destaca el potencial de contaminación de estos ríos en las playas próximas a sus desembocaduras y la situación de peligrosidad en que se encuentran los criaderos de moluscos, en general, en el área del Golfo Triste.

Región Llanos Centrales y Occidentales (estados Barinas, Portuguesa, Cojedes y parte de Guárico): de los ríos que nacen en la vertiente oriental de los Andes solamente los ríos Torbes y Uribante presentan problemas aislados de contaminación. La situación más grave es la de los ríos Turbio, Sarare y Nirgua, en la cuenca alta de Cojedes. El Río Tirgua o San Carlos tiene dificultades locales, con peligro de convertirse en un problema de grave polución. La cuenca del Río Pao se encuentra en situación crítica, debido al incremento de la población y la transferencia de agua hacia la cuenca del lago de Valencia.

Región Central (Distrito Federal y estados Miranda y Carabobo): presenta actualmente los problemas más graves de contaminación en todos los órdenes.

El Río Tuy desde su nacimiento comienza a recibir poluentes y en su salida al mar contamina todas las playas adyacentes. El Río Guaire recibe aguas servidas desde su nacimiento cerca de los Teques hasta su desembocadura. La Ciudad de Caracas es la que más aporta poluentes a dicho río. Al Río Cabrales también drenan todas las aguas servidas de la ciudad de Valencia. El lago de Valencia tiene particular importancia a nivel regional y nacional y sufre problemas graves de contaminación, pues recibe las descargas urbanas e industriales y presenta un proceso de eutrofización creciente.

Entre los cursos de la vertiente del Mar Caribe se destacan el río Aguas Calientes y la quebrada Tacagua, cuyas aguas contaminadas están causando conflictos con los usos recreacionales y la cría de moluscos en la costa de esta región.

Región Centro Oriental (parte de los Estados Guárico y Sucre y Estado Anzoátegui): en esta región los sectores con mayores problemas de contaminación son los Ríos Unare, Nevera y Manzanares así como los balnearios que se encuentran a la orilla de las principales playas, las cuales se ven afectadas, particularmente, por las descargas de Píritu, Barcelona, Puerto la Cruz y Cumaná.

Región Oriental (parte del estado Sucre y estados Monagas y Delta Amacuro): el Río Guarapiche es el único cuerpo de agua que presenta problemas de contaminación. Sin embargo, se presume que el deterioro ambiental pudiera incrementarse por la expansión industrial que está sufriendo Maturín. De no tomarse las previsiones correspondientes, se estima que el resto de ésta región pudiera presentar problemas ambientales derivados de la apertura petrolera que se está iniciando en estos estados.

Áreas Costeras: todas las zonas costeras del país que se encuentran cerca de ciudades que tienen y han tenido un tipo de desarrollo industrial, están presentando problemas debido a la casi ausencia de tratamiento de aguas servidas, las cuales se descargan directamente al mar. Ciudades como Maracaibo, Cabimas, Coro, Puerto Cabello, la Guaira, Barcelona, Puerto la Cruz, Cumaná y Carúpano, entre otras están vertiendo desechos domésticos e

industriales, que provocan un notable daño a las costas y a la disminución o aniquilamiento del valor potencial de los recursos de aguas costeras.

También las actividades petroleras, petroquímicas y conexas, acarrearán graves problemas de polución, como es el caso de las costas del Lago de Maracaibo, Morón y Punta de Cardón.

Cuenca del Río Orinoco: es la cuenca con más alta capacidad para diluir contaminantes, sin embargo, la presión de actividades humanas está creando en la zona un grave problema originado por el vasto complejo minero industrial que existe en Guayana. Actualmente, se están presentando dificultades con las actividades mineras de oro y diamante, las cuales se están llevando a cabo en las cuencas altas de los ríos que fluyen hacia el Orinoco.

En la margen izquierda, la contaminación comienza a ser aguda en la parte alta y media de la cuenca, es especialmente, en el arco de piedemonte de la Cordillera de la Costa Central y de la Cordillera de los Andes. Allí han comenzado a surgir centros poblados de gran importancia, con cierto desarrollo industrial. Sin embargo, es la actividad agrícola, con el uso de fertilizantes y plaguicidas, la fuente contaminante más importante.

2.5 AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN INDUSTRIAL

En general la industria utiliza el agua como: materia prima, medio de producción (agua de proceso) y / o para propósitos de enfriamiento. Esta agua una vez utilizada es descargada en forma de agua residual.

Los requerimientos de abastecimiento de agua y la producción de aguas residuales dependen de varios factores. La diferencia en la cantidad de aguas residuales que producen las diferentes industrias, en alguna medida sujetas también a considerables fluctuaciones diarias y horarias, tienen las siguientes causas: (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

- ❖ Diferencias según el tipo de industria.

- ❖ Diferentes materiales básicos: la materia prima pura o contaminada, los productos semiacabados en diferentes etapas de procesamiento o preparación producen diferentes cantidades de aguas residuales.
- ❖ El tamaño de la planta.
- ❖ Diferentes procesos de fabricación.
- ❖ Nodo de operación: la uniformidad en la cantidad de aguas residuales y su composición durante el período de un día o el de una semana, se verá afectado por la periodicidad con la que se esté trabajando: en un solo turno o en turnos múltiples.
- ❖ Actividades temporales.
- ❖ Diferencias en el suministro de energía.
- ❖ Condiciones locales, la escasez de agua o tarifas muy elevadas entre otras pueden limitar la descarga de aguas residuales.
- ❖ Uso de sistemas de recirculación dentro de la planta.
- ❖ Variación de la producción.

Todo este proceso industrial genera cambios o alteraciones en el agua tanto cuantitativas como cualitativas, trayendo como consecuencia que el agua residual producida contenga gran variedad de sustancias. Aun dentro de una misma rama industrial, la cantidad de aguas residuales varía por las razones señaladas anteriormente. Por lo tanto la información acerca de la cantidad, composición y calidad de agua residuales deberá considerarse siempre desde una óptica crítica y verificarse localmente a través de muestreos y análisis en laboratorios ambientales.

A continuación se presentará la clasificación de los vertidos industriales referida por la normativa venezolana, una pequeña descripción del proceso y sus contaminantes más importantes en el proceso de descarga a los cuerpos de agua.

2.6 CLASIFICACION INDUSTRIAL

La clasificación de las industrias y por ende vertidos industriales se hará conforme a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas, de acuerdo al tipo de actividades realizadas, según la tabla N°2 que se muestra a continuación:

Tabla N°2: *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas (CIIU)*

División	Agrupación	Grupo	Título
11	111	1110	Producción agropecuaria (bovinos, equino, granjas avícolas, granjas piscícolas y cultivos agrícolas intensivos)
		1111	Explotación porcina
21	210	2100	Explotación de minas de carbón
22	220	2200	Producción de Petróleo Crudo y Gas Natural
23	230	2301	Extracción de mineral de Hierro
		2302	Extracción de minerales no ferrosos
29	290	2901	Extracción de piedra, arcilla y arena
		2902	Extracción de minerales para la fabricación de abonos y elaboración de productos químicos
		2903	Explotación de minas de sal
		2909	Extracción de minerales
31	311	3110	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas
		3111	Matanza de ganado y preparación y conservación de carne
		3112	Fabricación de productos lácteos
		3113	Envasado y conservación de frutas y legumbres
		3114	Elaboración de conservas de pescado, crustáceos y otros productos marinos
		3115	Fabricación de aceites y grasas, vegetales y animales
		3118	Fabrica y refinería de azúcar
	312	3121	Elaboración de productos alimenticios diversos, entre ellos: productos de molinería, pastas alimenticias y productos amiláceos
		3122	Elaboración de alimentos preparados para animales
	313	3131	Destilación rectificación y mezcla de bebidas espirituosas
		3132	Industrias vinícolas
		3133	Fabricación de cerveza
		3134	Industrias de bebidas no alcohólicas y agua gaseosa
	314	3140	Industria del tabaco
32	321	3211	Hilado tejido y acabado de textiles. Fabricación de fibras textiles naturales y sintéticas
	323	3231	Curtidurías y talleres de acabado
		3232	Industria de la preparación y teñido de pieles
34	341	3411	Fabricación de pulpa de madera, cartón y papel
		3419	Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón. Industria de la madera
35	351	3511	Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos
		3512	Fabricación de abonos y plaguicidas
		3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto el vidrio
	352	3521	Fabricación de pinturas, barnices y lacas
		3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos

División	Agrupación	Grupo	Título
		3523	Fabricación de jabones y preparación de productos de limpiezas, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador
		3529	Fabricación de productos químicos no especificados y transformación de materiales y plásticos
	353	3530	Refinación de petróleo
	354	3540	Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón
	355	3559	Fabricación de productos de cauchos no especificados
36	362	3620	Fabricación de vidrio y productos del vidrio
	369	3692	Fabricación de cemento, cal y yeso
37	371	3710	Industrias básicas de hierro y acero
	372	3720	Industrias básicas de metales no ferrosos
38	381	3819	Fabricación de productos metálicos no especificados, exceptuando maquinarias y equipos
	384	3841	Construcciones navales y reparaciones de naves
		3843	Fabricación de vehículos automóviles
41	410	4101	Generación y transmisión de energía eléctrica, industria termoeléctrica
63	632	6320	Hoteles
71	711	7115	Transporte por oleoductos o gasoductos
	712	7123	Servicios relacionados con el transporte por agua (Puertos)
	719	7192	Deposito y almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados
92	920	9200	Servicios de saneamiento similares
94	949	9490	Servicios de diversión y esparcimiento (urbanización y clubes)
95	952	9520	Establecimiento de teñido y prelavado
	959	9592	Laboratorios fotográficos, incluida la fotografía comercial

Fuente: Decreto N°883: Normas para el control de la calidad de los cuerpos de agua. Venezuela 1995

2.6.1 Descripción de los procesos industriales

Una vez establecida la división de los grupos industriales de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas describiremos brevemente el proceso de cada uno de los grupos obtenidos y determinaremos los principales efluentes obtenidos durante el proceso.

Grupo 1110: Producción agropecuaria (bovinos, equino, granjas avícolas, granjas piscícolas y cultivos agrícolas intensivos)

Las aguas residuales agrícolas suelen recolectarse en pozos y, durante ciertas épocas del año se trasladan hacia los campos y prados y se esparcen como fertilizantes.

En general estos efluentes agrícolas poseen una alta concentración de sustancias orgánicas y compuestos de nitrógeno, de fósforo y potasio los cuales fluctúan considerablemente en cantidad. (Secanez, 1999)

Por otro lado, la explotación ganadera actualmente en incremento y el desarrollo de la tecnología (convertida en intensiva), han pasado a la tendencia de la concentración de animales a espacios reducidos, lo que trae como consecuencia gran acumulación de residuos diversos, entre los que destaca la materia orgánica producto de las heces y orinas. (Secanez, 1977)

Grupo 1111: Explotación porcina

En los últimos 30 años las explotaciones ganaderas en general y las porcinas en particular han sufrido una serie de transformaciones que han ido a la par con el desarrollo de la tecnología, pasando de explotaciones familiares a grandes explotaciones intensivas, debido a su mayor rendimiento económico y a la facilidad que supone su mantenimiento. (Secanez, 1977)

Actualmente, en aquellas explotaciones intensivas que no disponen de terrenos suficientes, se tiende a recoger las deyecciones en diferentes tipos de depósitos y mediante tratamientos diversos, eliminándolas o transportándolas hacia lugares en que puedan tener cierta utilidad.

Estas deyecciones tienen un contenido muy grande de materia orgánica formada por lisier (que no es mas que la mezcla de heces ó excretas sólidas y orines) y estiércol (conjunto de lisier unidos a la cama y fermentada la mezcla).

En general podría decirse que los principales componentes presentes en la materia orgánica son entre otros óxidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio, con un pH neutro y fuerte olor. (Secanez, 1999)

Grupo 2100: Explotación de minas de carbón

Una vez extraído el carbón se clasifica según el grosor del grano; luego es separado de la roca estéril y, posteriormente, se desbasta mediante procesos

húmedos o secos, de los cuales los procesos húmedos son los que más se usan. (Kemmer, 1989)

Las aguas provenientes del desbaste húmedo del carbón, tienen un aspecto turbio, casi negro; contienen diferentes cantidades de partículas de carbón y arcilla, en grano fino y polvillo; así como sales disueltas y sustancias orgánicas resistentes a la descomposición. (Manual de Disposición de aguas residuales, 1991)

Las aguas de excavación o de mina son ácidas. Pueden estar contaminadas por sólidos suspendidos y sustancias disueltas de diversos tipos, principalmente cloruro de sodio, pero también cloruro de calcio, magnesio y bario, y algunas veces, los sulfatos respectivos. Las aguas de excavación también contienen diferentes sales metálicas (sulfato de hierro, níquel y magnesio y compuestos de arsénico) la proporción de sulfato de sodio que proviene del cloruro de sodio, esta sujeto a considerables fluctuaciones. (Manual de Disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 2200: Producción de Petróleo Crudo y Gas Natural

El petróleo crudo se extrae a la superficie mediante pozos petroleros perforados en el suelo. Los depósitos de petróleo por lo general se encuentran mezclados con agua salada y gases. Estos componentes se separan por medio de calderas; los gases se preservan entonces hasta ser usados, y el petróleo se recolecta en tanques, drenándose el agua salada en el suelo o se descarga después de haber sido tratada en un cuerpo receptor. (Kemmer, 1989)

En el campo de perforación existen diferentes tipos de aguas residuales: agua salada, lodo proveniente del proceso rotatorio, agua de lluvia, agua de lavado y también agua de los inodoros. Las aguas residuales subterráneas contienen sales de Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Fe^{+++} y alquitrán, CO_2 , SH_2 y ácidos nafténicos o hidrocarburos livianos. (Newmerow, 1995)

Grupo 2301: Extracción de mineral de Hierro

En la industria del mineral de hierro o de la taconita, el hierro está presente como mineral magnetita, $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, que se presta para ser separado por técnicas magnéticas. Para recuperar minerales, ya sea por flotación o magnéticamente, el mineral es molido en condiciones de humedad para mejorar la eficiencia se emplean grandes volúmenes de agua para poner en suspensión el mineral seco. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Durante el proceso de molienda de la roca dura se usan bolas de acero y barras para pulverizar el material. Después de separar el mineral deseable de los desechos, la lechada final se manda a un espesador de desechos, exactamente igual a como se hace en la operación de lavado de carbón. Nuevamente, la lechada de desechos es tratada en el espesador, y el agua clarificada se regresa a la planta de procesamiento para ser reusada. (Kemmer, 1989)

Grupo 2302: Extracción de minerales no ferrosos

Las aguas residuales de las minas contienen principalmente sustancias inorgánicas provenientes de la extracción y beneficio de minerales; siendo similar al caso de las minas de carbón, las canteras de pizarra o las minas de sal. (Kemmer, 1989)

Las aguas de excavación o de mina son ácidas. Pueden estar contaminadas por sólidos suspendidos y sustancias disueltas de diversos tipos, principalmente cloruro de sodio, pero también cloruro de calcio, magnesio y bario, y algunas veces, los sulfatos respectivos. Las aguas de excavación también contienen diferentes sales metálicas (sulfato de hierro, níquel y magnesio y compuestos de arsénico) la proporción de sulfato de sodio que proviene del cloruro de sodio, esta sujeto a considerables fluctuaciones. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 2901: Extracción de piedra, arcilla y arena

Las arenas o árido fino es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o de la trituración de las mismas, y cuyo tamaño es inferior a los 5mm. La explotación de los áridos se realiza casi siempre a cielo abierto.

La concepción y el diseño de las explotaciones así como la técnica operativa empleada varían cuando se trata de extraer rocas masivas o materiales sin consolidar, en vía seca o en vía húmeda. Sin embargo hay ciertas analogías que se pueden citar dentro de los métodos de explotación empleados (Fernández, 2003)

1. Descubierta de las capas no explotables (Cubierta vegetal, estériles y rocas alteradas)
2. Extracción de los materiales sin consolidar, los cuales pueden ser vía seca, y vía húmeda, y a través de una explotación mixta
3. Extracción de materiales consolidados mediante la voladura con explosivos, adoptando grandes medidas de seguridad, para la fragmentación controlada del macizo rocoso y la obtención de un material que se transportará por dumpers o cintas a la planta de tratamiento.
4. Transporte a la planta de tratamiento mediante: a) Transporte continuo que consiste en cintas transportadoras o, más raramente, tuberías (para sólidos en suspensión), b) Transporte discontinuo: camiones y dumpers.
5. Tratamiento de los áridos para obtener productos terminados aptos para el consumo. Las etapas básicas son: trituración, clasificación a través de tamices de diferentes tamaños y el proceso de lavado, desenlodado o desempolvado.

Una vez extraídos los áridos, estos se clasifican por su tamaño. A tal fin se les hace pasar por unos tamices que van reteniendo los granos más gruesos y dejan pasar los más finos.

Las gravas por su parte son fragmentos de rocas con un diámetro inferior a 15cm. Agregado grueso resultante de la desintegración natural y abrasión de rocas o transformación de un conglomerado débilmente cementado.

Al igual que las arenas o áridos finos, las gravas son pequeños fragmentos de rocas, pero de mayor tamaño. En cuanto a la forma, se consideran áridos rodados, los procedentes de ríos y playas

Grupo 2902: Extracción de minerales para la fabricación de abonos y elaboración de productos químicos

Las sales de potasa, amoníaco y nitrógeno se utilizan como fertilizantes inorgánicos. De los tres anteriores únicamente la potasa es extraída de minerales, ya que los fertilizantes de nitrógeno provienen de la síntesis catalítica a elevada presión y alta temperatura. (Kemmer, 1989)

Específicamente las sales potásicas se obtienen como sales brutas en el proceso de lavado, durante la remoción de sustancias minerales naturales. Las sales brutas más importantes son la carnalita y la sal dura y su composición es la siguiente: ((Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

- ❖ Carnalita Bruta (KCl , MgCl_2 , NaCl , $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CaSO_4 , KCl , NaCl)
- ❖ Sal gema (KCl , NaCl , $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

El agua residual más importante en las fábricas de potasa, depende de la sal bruta, siendo sus componentes principales KCl , MgCl_2 .

Grupo 2903: Explotación de minas de sal

Históricamente la explotación de sal se ha realizado en salinas de las zonas costeras y de los manantiales de agua salada (cursos subterráneos que atraviesan depósitos de sal), así como mediante minas.

En las salinas el agua salada de mar o de manantial se conduce por una red de canales o acueductos hasta unas plataformas horizontales construidas en el propio terreno o con madera y piedra si el desnivel del terreno lo requiere,

denominadas granjas, y en las que el agua se reparte en parcelas rectangulares o eras. La evaporación del agua deja lista la sal para su recolección en unos depósitos protegidos de la lluvia o terrazos.

El proceso de extracción se realiza en varias fases: (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

- ❖ En primer lugar se utiliza una máquina perforadora "Yumbo" que hace agujeros en la roca equidistantes unos de otros.
- ❖ El artillero introduce las cargas de dinamita en dichos agujeros que, al estallar, hace que caigan grandes bloques de sal que son reducidos de tamaño por un martillo neumático.
- ❖ Las palas cargadoras se encargan de depositar dichos bloques en los camiones que los trasladan a los molinos donde se muele la sal. previamente se han separado las margas de la sal.
- ❖ Concluidas estas operaciones las cribas separan y clasifican la sal. Parte de ellas se envasa en sacos para su distribución y venta.

La parte restante se utiliza para hacer salmuera (sal con agua) que se comercializa así o se utiliza para llenar las balsas en las que se obtendrá la sal por evaporación, sal sin impurezas y de excelente calidad.

Grupo 2909: Extracción de minerales

En las industrias de metales base, como las de procesamiento de minerales de cobre, plomo – zinc y hierro, es necesario moler el mineral hasta un tamaño tan fino que se produzcan partículas discretas de minerales en metal y cuarzo, feldespatos y otros materiales sin valor. En las industrias del cobre, plomo y zinc, las partículas liberadas ricas en metal normalmente consisten en mineral de sulfuro, que pueden ser llevados después a separación y recuperación por técnicas de flotación de espuma (Kemmer, 1989)

Las aguas residuales en la extracción de minerales contienen principalmente sustancias inorgánicas provenientes de la extracción y beneficio de minerales;

siendo similar al caso de las minas de carbón, las canteras de pizarra o las minas de sal. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Las aguas de excavación o de mina son ácidas. Pueden estar contaminadas por sólidos suspendidos y sustancias disueltas de diversos tipos, principalmente cloruro de sodio, pero también cloruro de calcio, magnesio y bario, y algunas veces, los sulfatos respectivos. Las aguas de excavación también contienen diferentes sales metálicas (sulfato de hierro, níquel y magnesio y compuestos de arsénico) la proporción de sulfato de sodio que proviene del cloruro de sodio, esta sujeto a considerables fluctuaciones. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 3110: Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas

Las aguas residuales de la industria de procesamiento de alimentos son ricas en sustancias orgánicas. Contienen en su mayoría compuestos altamente energéticos como proteínas, péptidos, aminoácidos, azúcar y carbohidratos, grasas animales y vegetales, ácidos orgánicos menores, alcoholes, aldehídos y cetonas, en su forma original o como productos de conversión provenientes de la fermentación. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

La cantidad y calidad de los residuos de la industria de procesamiento de alimentos varía según la rama de manufactura, los procesos de producción y la naturaleza de las materias primas.

La tabla N°3 que se muestra a continuación presenta los residuos de diferentes industrias de procesamiento de alimentos.

Estos procesos serán explicados con más detalle en los siguientes puntos.

Tabla N°3: Principales constituyentes de las aguas residuales de las industrias de procesamiento de alimentos

<i>Rama de Fabricación</i>	<i>Proceso del cual se originan residuos</i>	<i>Tipos de aguas residuales</i>	<i>Constituyentes de las aguas residuales</i>
Leche fresca	Recepción de la leche, unidad de embotellado.	Aguas de refrigeración y condensación	Lactosa y proteínas

Rama de Fabricación	Proceso del cual se originan residuos	Tipos de aguas residuales	Constituyentes de las aguas residuales
	Limpieza de tanques: Tanques, esterilizadores, evaporadores, otras máquinas	Aguas de enjuague y limpieza	
Quesos y productos lácteos	Despumación, batido y fabricación del queso Procesamiento del suero Fabricación de: leche condensada, leche deshidratada, otros subproductos	Aguas de refrigeración y condensación. Aguas de enjuague y purificación Aguas de lavado de mantequilla	
Mataderos	Matanza de ganado, sangrado, desollado, cortado, procesamiento de vísceras, vaciado de panza, limpieza de establos, desinfección de vehículos	Descargas de: sector matanza, sector vísceras, estercolero, establos, etc	Contenido de sangre, vísceras, fragmentos de piel, desinfectante, orina, estiércol
Industria de procesamiento de pescado	Tratamiento preliminar del pescado: lavado, desescamado, fileteado, etc.	Aguas de lavado	Sangre, fragmentos de carne, desinfectantes
Fabricas de conservas de verduras y frutas	Lavado, cortado, soluciones	Aguas de lavado, jugos de frutas o aguas de pelado, agua de limpieza de talleres y máquinas	Principalmente carbohidratos
Fabricas de margarina, grasas comestibles y aceites de cocina	Purificación de grasas y aceites crudos. Destilación al vacío Recuperación de ácidos grasos Endurecimiento de grasas	Ácidos y/o lejías usados, aguas de lavado, aguas de conservación, Aguas de lavados de gases calientes	
Margarina	Punto de recolección de la leche Rociado de la emulsión de grasas lácteas Laminación y amasado	Aguas de enjuague y limpieza Aguas de enjuague fría Aguas de prensa	
Industria azucarera. Refinerías de caña de azúcar	Lavado de la remolacha, eliminación de raíces, cortado, proceso de difusión, prensado, purificación del jugo crudo, evaporación del jugo crudo	Agua de transporte y de lavado, residuos de difusión, aguas de prensado, aguas de cal, aguas del condensador	Hojas, raíces, otras sustancias, tierra, residuos finos de remolacha
Refinerías de azúcar	Recuperación de carbón activado, condensadores de inyección	Lejías utilizadas y aguas de lavado condensados	
Extracción de azúcar de la melaza	Evaporación y destilación de vinaza	Aguas de lavado	
Industria de confitería	Fabricación de mazapán	Residuos con contenido de cianuro	
En todos los casos:	Limpieza, enjuague de talleres, máquinas, aparatos	Aguas de limpieza y enjuague, aguas de refrigeración	

Fuente: Manual de disposición de aguas residuales. Lima. 1991

Grupo 3111: Matanza de ganado y preparación y conservación de carne

Antes de ser beneficiados, los animales son bañados para retirarles del cuerpo el polvo y las excretas. La sangre se recolecta independientemente y no debe descargarse junto con el agua residual. Una vez desangrado, el animal pasa a ser colocado en agua caliente que contiene cerdas, pelos y algunas veces pequeñas cantidades de grasa. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Las vísceras se limpian en la sección de procesamiento respectiva. De allí resultan aguas de limpieza contaminadas con residuos de detergente, excremento y sustancias provenientes de la mucosa. El primer estómago o panza es vaciado en otra sección donde también se lava, lo cual produce aguas residuales.

De lo anterior se concluye que la composición de las aguas residuales incluye sustancias sedimentables, sustancias disueltas, grasas, nitrógeno, óxido fosfórico, potasio y calcio, sangre, aguas de lavado del animal faenado y vísceras, vómito de los animales, alto contenido graso, restos verdes, y residuos sólidos conteniendo restos de animales, cueros, uñas, pelos, entre otros. (Manual para Inspectores, 2005)

Por otro lado se encuentran los efluentes verdes, lo cuales provienen del lavado de pisos de los sectores de corrales y mangas, contienen estiércol y orín de los animales y los rojos los cuales contienen sangre de las salas de necrocía y sacrificio, microorganismos patógenos y desagües del sector faena.

La característica general de todos estos efluentes es alta carga de DOB₅, Sólidos gruesos, Sólidos Suspendidos, bacterias coliformes y bacterias aeróbicas materia orgánica, microorganismos patógenos. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En el proceso de conservación de carnes las operaciones son las siguientes: preparación de partes comestibles, preparación de partes no comestibles, deshuesado y cortado y embutidos.

Las aguas residuales de estas operaciones son básicamente, las procedentes del lavado de las zonas de trabajo y presentan alto contenido de sólidos en suspensión, nitrógeno y fósforo orgánico, procedentes de los restos de sangre de los animales.

Por otro lado de acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de las industrias de conserva de carne son: pH, turbiedad, olor, sulfuros, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, DBO₅, mientras que para los mataderos son: pH, sulfuros, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, DBO₅, demanda de cloro, microorganismos patógenos, bacterias coliformes y aeróbicas.(Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3112: Fabricación de productos lácteos

Existen dos tipos de plantas de productos lácteos: las que producen leche fresca y las que procesan la leche para obtener productos lácteos. En las primeras, la leche sólo se trata para ser consumida de inmediato o para ser distribuida como leche fresca. En las plantas de procesamiento, la leche se convierte en queso, mantequilla, yogourt, etc.

La composición de la leche requerida para los diversos productos se ajusta mezclando la crema con la leche desnatada. En la fabricación de quesos existen cantidades considerables de suero, que de no ser usados, se convertirían en la mayor carga contaminante de las aguas residuales de las plantas de productos lácteos. Sin embargo, a través de la precipitación, evaporación y deshidratación se pueden obtener del suero valiosas materias primas en forma de líquido o polvo, las que pueden seguirse procesando en la industria. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En la fabricación de la mantequilla, aparecen como residuos el suero de manteca y el agua de lavado de la mantequilla, los que también dan lugar a fuertes cargas contaminantes si no se les retiene para procesos posteriores. (Nemerow, 1977)

Los residuos de las plantas de productos lácteos son: aguas de enfriamiento y condensación en su mayor parte no contaminadas, aguas de proceso contaminadas por componentes de la leche, residuos del enjuague, de pérdida y de la purificación, contaminada además por soluciones alcalinas y ácidas y desinfectantes y residuos sanitarios. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Por otro lado de acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de las industrias de lácteos son: pH, turbiedad, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sulfuros, DBO₅, contaminación microbiana. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3113: Envasado y conservación de frutas y legumbres

La composición de las aguas residuales varía considerablemente, según sea la clase de materia prima procesada y la forma de operación. A continuación la tabla N° 4 muestra los tipos de agua residual provenientes de fabricas enlatadoras.

Tabla N°4: Principales constituyentes de las aguas residuales provenientes de fabricas enlatadoras

<i>Etapas de procesamiento</i>	<i>Tipo de agua residual</i>	<i>Sustancias que contiene</i>
Entrega de productos no elaborados	Agua pluvial	Tierra, restos de frutas y hortalizas
Lavado clasificación y transporte de productos no elaborados	Agua de lavado, agua de transporte	Tierra, polvo superficial, restos y jugos vegetales
Preparación y corte		Jugos vegetales, aditivos, restos vegetales
Pelado mecánico, a vapor, con ácido y con lejía	Solución para pelar, vapor condensado, agua de enjuague	Cáscaras, restos de vegetales desprendidos por fricción lejía, ácidos orgánicos
Blanqueado	Agua de blanqueado, vapores, agua de enjuague	Jugos vegetales, restos vegetales, aditivos blanqueadores
Prensado y otros tipos de extracción	Agua de enjuague	Jugos vegetales, sal muera, sal común
Condicionamiento (preparación, envasado, enlatado, embotellado)	Agua de enjuague	Restos vegetales, jugos vegetales, residuos y constituyentes de infusión
Preservación	Agua de refrigeración, condensados	Constituyentes de los productos
Limpieza de la planta y recipientes	Agua de limpieza	Pérdidas de los productos, detergentes
Tratamiento del agua	Agua de enjuague	lodos

Fuente: Manual de disposición de aguas residuales. Lima. 1991

Por otro lado de acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de las industrias de conservas de frutas y legumbres son: pH, sulfuros, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, DBO₅. (Manual para Inspectores, 2005)

Las principales características del desagüe son: Alcalinidad elevada, fácilmente fermentable y rico en glúcidos, el líquido crudo puede aportar valores de 5 a 20 g de DBO₅ / Kg de producto, abundante Fósforo y deficiencia de Nitrógeno. Presencia de Sulfuros y Sólidos Sedimentables, si las partidas de fruta tienen una madurez excesiva, en caso de madurez normal y de fruta en buenas condiciones sanitarias, la cantidad de sólidos disminuye al no producirse desprendimientos de tejidos vegetales que sean arrastrados por el agua. (Sans, 1999)

Grupo 3114: Elaboración de conservas de pescado, crustáceos y otros productos marinos

El pescado enlatado se prepara solo o acompañado de verduras. Por lo tanto en las fábricas enlatadoras de pescado, existen aguas residuales que provienen no solo de la preparación del mismo sino también de la preparación de las hortalizas.

Una vez descargados, los peces por lo general se procesan de inmediato. Se les desescama frotándolos uno contra otro en cilindros con hendiduras y cepillos incorporados, manteniéndolos parcialmente sumergidos en agua. Esto produce gran cantidad de aguas residuales que contienen escamas, restos de carne, aletas, etc. Con otros tratamientos posteriores aparecen productos residuales tales como cabezas, restos de las quijadas, aletas y espinas, las cuales se recolectan con cuidado y se procesan hasta transformarlos en harina de pescado. El agua residual restante contiene múltiples residuos de carne algo de grasa, y debido a la presencia de sustancias orgánicas, tiende a descomponerse rápidamente. En las plantas y tratamiento posterior, como las de ahumado en frío y caliente, no existe agua residual. El aceite de pescado

que resulta del proceso de ahumado se recolecta y utiliza nuevamente. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En el proceso de marinado, el pescado se pone primero a un baño de purga. Este contiene sal común y ácido acético. Luego se agrega peróxido de hidrógeno y ácido acético. El pescado pasa a ser enlatado y se le agregan varios tipos de salsas. Los envases se lavan luego nuevamente. Esto produce un agua residual de desagüe con restos de pescado no disueltos, grasas y sustancias proteínicas. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 3115: Fabricación de aceites y grasas, vegetales y animales

Los aceites y grasas naturales son triglicéridos de ácidos grasos.

La cantidad y la composición de los residuos de las fábricas de aceite están determinadas, principalmente, por la capacidad de producción, las materias primas a procesar y los procesos utilizados.

Además de las aguas de enjuague y limpieza, normales, cabe señalar los siguientes tipos de aguas residuales: aguas de extracción, que contienen residuos de benceno; destilados con ácidos grasos, aceite neutro y grasas no saponificables, provenientes del tratamiento con vapor del aceite; aguas de refrigeración de los procesos de destilación y extracción. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Las aguas residuales normalmente son ácidas y contienen cantidades considerables de sustancias orgánicas fácilmente putrescibles, las que están compuestas de nitrógeno y de una elevada cantidad de aceite residual. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Por otro lado de acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la producción de aceites y grasas son: pH, sulfuros, sólidos sedimentables, DBO₅. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3118: Fábrica y refinería de azúcar

El azúcar se elabora a base de remolacha y de caña de azúcar.

El azúcar elaborada a base de remolacha comienza con el lavado de la remolacha que se recibe; esto genera aguas de transporte y de lavado, las mismas que están contaminadas con arena, arcilla, hojas y jugo de la remolacha dañada. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Luego se eliminan las puntas de la remolacha lavada y se cortan en tiras en máquinas rebanadoras; el jugo se extrae y conduce hacia baterías de difusión con agua caliente. Las tiras de remolacha pasan a ser prensadas. El agua de proceso que resulta contiene una cantidad considerable de azúcar, la cual constituye una fuerte carga contaminante. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En los tanques de sedimentación, se añade cal para sacar los contaminantes del jugo crudo, precipitándolos. El jugo crudo purificado se evapora al vacío para obtener el jarabe y luego pasa a ser enfriado hasta que se cristaliza en forma de azúcar cruda. El agua del condensador es drenada como agua residual o puede también reciclarse. El azúcar cruda es procesada disolviéndola y tratándola con carbón activado. En este proceso se generan residuos de lejías y aguas de lavado, así como condensados de la recristalización posterior. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

El azúcar proveniente de la caña de azúcar, presenta un proceso un poco más largo y complejo, sin embargo, durante todo el proceso las aguas residuales que se generan provienen del proceso de lavado de la caña de azúcar, del agua de enjuague y descargue de los calderos, residuos de soda y ácidos y agua de condensación. (Newmerow, 1977)

De acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de las industrias refinadoras de azúcar son: pH, sulfuros, sólidos sedimentables, DBO₅, carga orgánica. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3121: Elaboración de productos alimenticios diversos, entre ellos: productos de molinería, pastas alimenticias y productos amiláceos

Existen dos tipos de proceso de cocción. El primero es una operación en seco, en las que los únicos vertidos son los de lavado o fregado de suelos y algunos líquidos procedentes de maquinarias especiales. Los depósitos de mezcla y de cocido, así como las planchas, se limpian en seco, los suelos se barren y los restos de producto se recuperan. El vertido tiene una DBO y sólidos en suspensión bajos, siendo los principales contaminantes la harina y algunas grasas. (Newmerow, 1977)

El segundo tipo de operación de cocido al horno (la producción de pasteles, tartas, buñuelos, tortitas y pastas de té) es muy diferente en las características de vertido y funcionamiento. Los depósitos y bandejas tienen que lavarse y untarse de grasa después de cada horneada, lo cual tiene como resultado un fuerte vertido, con valores de DBO de 3.000 a 5.000 p.p.m. los principales contaminantes son grasas, azúcar, harina, restos de frutas y detergentes. (Newmerow, 1977)

Las aguas residuales de la industria de procesamiento de alimentos son ricas en sustancias orgánicas. Contienen en su mayoría compuestos como: azúcar y carbohidratos, grasas vegetales, ácidos orgánicos menores. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 3122: Elaboración de alimentos preparados para animales

La industria de alimentos preparados para animales comprende la elaboración de alimentos concentrados y de mezclas y suplementos alimenticios, dirigidos principalmente a la adecuada nutrición de los animales de granja y las mascotas.

Este sector se abastece de la producción agrícola, especialmente de productos como el maíz, el trigo, el sorgo y la soya, por lo que su evolución depende del comportamiento de cada uno de estos sectores.

Actualmente algunas comidas para animales se producen gracias a un método de procesamiento conocido como extrusión. Ésta consiste básicamente en comprimir los alimentos hasta conseguir una masa semisólida, que después se pasa por una pequeña abertura, que permite obtener una gran variedad de texturas, formas y colores a partir de un ingrediente inicial. Esto permite la conservación de los mismos. La extrusión permite controlar la cantidad de agua contenida en los ingredientes, de la que dependen la aparición de microbios y la consiguiente putrefacción de los alimentos.

Grupo 3131: Destilación rectificación y mezcla de bebidas espirituosas

Las fábricas de fermentación comprenden las fábricas de cervezas, destilerías, fábricas de alcohol, ciertos compuestos químicos orgánicos y parte de la industria farmacéutica, como la producción de antibióticos.

Se utilizan dos tipos principales de materias en bruto para la producción de alcohol o productos alcohólicos: materia del tipo de almidón como cebada, avena, centeno, trigo, maíz, arroz, patatas y otras que contienen azúcares como melazas con alto contenido en azúcar, frutas y azúcar de remolacha.

Los fabricantes de productos destilados prestan un gran interés en la producción del alcohol. El proceso de fabricación de la cerveza y la destilación consiste en: (Newmerow, 1977)

- ❖ Conversión de la malta en un producto finamente dividido en el molino
- ❖ Preparación del mosto mezclando malta con agua caliente y en algunos casos con granos sin tratar
- ❖ Transformación de los almidones en azúcar por acción del lúpulo
- ❖ Drenaje y lavado del agua dulce del mosto a la planta de fermentación
- ❖ Fermentación de los azúcares a alcoholes por levaduras
- ❖ Enfriamiento y limpieza superficial y clarificación del licor fermentado

❖ Almacenamiento en depósitos

Las aguas residuales de una destilería proceden de diferentes fuentes. Las de mayor importancia, son los residuos del condensador del evaporador. Otras aguas residuales menos importantes componen los residuos de destilación y las del lavado de equipos. En general todos los residuos de destilería tienen una reacción ácida y contienen de 2 a 7% de sólidos totales, de los cuales el 91% son volátiles. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 3132: Industrias vinícolas

La producción vinícola, desde la cosecha de las uvas hasta la obtención del vino listo para ser embotellado comprende los siguientes procesos: Recepción de las uvas, descobajado de las uvas, prensado y maceración, extracción preliminar del jugo y prensado, tratamiento del mosto, fermentación alcohólica y maduración. (Newmerow, 1977)

Los niveles máximos de contaminación aparecen en las aguas residuales que provienen de los siguientes procesos: clarificación o separación del mosto, primer trasiego (después de la fermentación) y segundo trasiego (después de la purificación). (Newmerow, 1977)

Estos tres procesos tienen por finalidad separar el mosto o vino de los sólidos. Por lo general esto se realiza primero a través de la sedimentación, produciendo pulpa en el caso del mosto, y luego levadura y residuos de la purificación en los procesos de trasiego.

Los aguas residuales del proceso presentan gran cantidad de DQO, DBO₅, nitrógeno y fósforo y sustancias sedimentables. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 3133: Fabricación de cerveza

La fabricación de cerveza consta de tres procesos: preparación de la malta a partir de la cebada, preparación del mosto de cerveza y fermentación. (Newmerow, 1977)

Para la producción de malta, la cebada tiene que ser limpiada, lavada y clarificada. En este procedimiento quedan polvo, aristas y granos que luego son usados como forraje.

En la cervecería la malta es triturada y mezclada con agua en las cubas de mezcla. Los residuos insolubles, como los granos usados, se separan en la cuba de clarificación y luego en presas de filtrar. Los residuos de granos se comercializan como forraje, si no puede utilizárseles frescos se les seca lo que produce como residuo un agua de condensación ligeramente contaminada. Luego el trabajo pasa al tamiz de lúpulo, donde se remueven los residuos de lúpulo que se lavan varias veces. Estos residuos son molidos y descargados con las aguas residuales. Además de los residuos mencionados, existen aguas de lavado, limpieza y enjuague, provenientes de la limpieza de las máquinas, recipientes, telas de filtro y, especialmente, de las botellas y barriles. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

De acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la producción de cerveza son: pH ácido, sólidos en suspensión, materias nitrogenadas, levadura, residuos de cebada. <http://www.medioambiente.gov.ar/documentos/prodia/contaminacion/manual02.pdf>, Julio 2005

Grupo 3134: Industrias de bebidas no alcohólicas y agua gaseosa

La industria de bebidas no alcohólicas incluye la fabricación de: (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

- ❖ Jugos de frutas que llegan al consumidor en forma concentrada o con agua añadida.
- ❖ Bebidas que contengan jugos de frutas en cuyo caso el contenido del jugo debe ser: por lo menos el 30% para jugos de frutas pomáceas, el 6% para jugos cítricos y por lo menos el 10% para otros jugos o mezclas de jugos.
- ❖ Limonadas, bebidas frías y calientes

❖ Aguas minerales, de manantial y gaseosas.

Los residuos de las plantas donde se elaboran bebidas que contienen jugos de frutas pueden ser muy diferentes, dependiendo de si las plantas obtienen el jugo de la fruta misma o si más bien preparan bebidas a partir de jugos y concentrados que adquieren ya preparados. En el primer caso, al momento de entregar la fruta, predominan condiciones similares a las de las plantas vinícolas, y de igual manera se requieren medidas similares para la retención de fragmentos de frutas, sedimentos y jugos. En agua utilizada para el lavado de las botellas y refrigeración también forman parte del contenido de las aguas residuales productos del proceso. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 3140: Industria del tabaco

El proceso productivo del tabaco comprende cuatro grandes etapas: producción primaria, acopio, primera industrialización y elaboración de productos finales. (<http://www.camdipsalta.gov.ar/INFSALTA/economia/tabaco.htm>)

La Producción Primaria está relacionada con la preparación del suelo, los almácigos, el transplante y desflore, el desbrote, la cosecha, un primer curado y la preclasificación en fardos.

Una vez culminado el proceso de curado se procede al acopio. Los acopiadores (fundamentalmente cooperativas y empresas de cigarrillos) compran y acumulan la producción y realizan la primera etapa del proceso de industrialización.

En el proceso de industrialización, se limpia la hoja, se reclasifica, se despalilla o desnerva (proceso que consiste en separar el palo o nervadura de la hoja) y por último se la vuelve a secar. El secado es determinante para la calidad del tabaco. El calor debe ser controlado, al igual que la humedad, durante todo el proceso, dado que ambos factores (calor y humedad) dan a la hoja características de tersura que permiten desnervarla con la menor rotura posible. Además, si el calor fuera excesivo, quemaría la hoja con lo que pierde

calidad y en consecuencia valor. Culminado este proceso se reclasifica el tabaco, se elabora el blend -mezcla de distintos tipos y calidades de tabaco utilizados para diferenciar los gustos y marcas de cigarrillos- y finalmente es empacado en fardos de 200 kgs.

Grupo 3211: Hilado, tejido y acabado de textiles. Fabricación de fibras textiles naturales y sintéticas

En la elaboración de productos textiles se procesan fibras vegetales, animales y artificiales. Existen dos tipos de fábricas textiles las que producen la materia prima y las que la procesan.

En las plantas de procesamiento, un porcentaje importante de los constituyentes de las aguas residuales son sustancias orgánicas disueltas. Por otro lado, en las plantas de acabado los residuos suelen contener sustancias que son tóxicas o que no se descomponen fácilmente. (Newmerow, 1977) La tabla N°5 muestra los principales constituyentes de las aguas residuales en las diferentes partes del proceso.

Las características del efluente final crudo son las siguientes: Color variable intenso, caudales fluctuantes con picos pronunciados, gran cantidad de fibras, pH entre 8 a 11 cuando existe recuperación de soda cáustica, sino mayor de 12, DBO₅ mayor de 500 mg/l. Temperatura mayor de 35 °C. Posibilidad de presencia de metales y fenoles debido a los colorantes usados. El aporte de efluentes más significativo es el originado en la preparación de la tela, luego el que proviene de las máquinas de teñir, resultando el aporte de caudales de los demás procesos poco significativo con respecto a los anteriores. (Manual para Inspectores, 2005)

De acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la fabricación de textiles son:

Algodón: pH fuertemente alcalino.

Lana: pH fuertemente ácido.

DQO, DBO, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Cr^{6+} , Sulfuros, Grasas, Fenoles, Color, Temperatura.

Tabla N°5 : Principales constituyentes de las aguas residuales provenientes de fabricas de hilado, tejido y acabado de textiles

ORIGEN	TIPO DE EFLUENTE
Hilado y tejeduría	Efluente discontinuo. Desagües: Agua a temperatura de la cámara de climatización. Aguas de lavado de la máquina encoladora, alta concentración de colas y almidones, reducido caudal.
Mercerizado	Efluente continuo: Aguas de enjuague y neutralizado. Generalmente se recupera el baño de soda Cáustica.
Tintura de hilado	Efluente discontinuo y esporádico: Aguas de lavado y teñido (Alta DQO, distintas concentraciones de colorantes, depende del tipo utilizado. Colorea todo el desagüe, pero no es el caudal más importante
Desencolado	Desagüe continuo: Aguas de lavado a Temperatura Hay presencia de enzimas, Ácidos diluidos, de color marrón, muy concentrado. Caudal poco significativo frente al total.
Descrude	Desagüe continuo: alcalino, presencia de sustancias grasas vegetales y fibras, color marrón es el más concentrado de todos. Alta DBO ₅ .
Cocina tintorería	Lavado de tachos, (discontinuo). Poco caudal
Encoladoras	Lavado de tachos de preparación de encolantes(discontinuo).
Blanqueo	Desagüe continuo poco concentrado, contiene hipoclorito de Sodio, agua oxigenada, bisulfito de Sodio.
Teñido de telas	Aguas de teñido y enjuagues, colorantes dispersos y reactivos. Provenientes de las máquinas “fourlard”, “jiggers”, autoclaves, impresión con rodillos, etc.
Apresto	Efluente discontinuo: Lavado de máquinas (resto de almidones).
Cocina de apresto	Efluente esporádico Agua de lavado de recipientes de elaboración
Desmineralizador de agua	Efluente discontinuo: Por regeneración de las resinas con Ácido Sulfúrico y soda Cáustica.
Purgas de calderas	Efluente discontinuo, sales disueltas, temperatura
Purgas de generador de turbina de vapor	Efluente discontinuo, sales disueltas, temperatura
Ablandadores de agua	Efluente discontinuo: regeneración de las resinas de intercambio de los ablandadores con Cloruro de Sodio
Desagües de las salas de climatización	Efluente discontinuo, temperatura
Desagües de laboratorios de ensayos y controles	Efluente discontinuo. Lavados de utensilios con reactivos de laboratorio

Fuente: Manual de disposición de aguas residuales. Lima. 1991

Grupo 3231: Curtidurías y talleres de acabado

Es donde se realiza el curtido del cuero, ó sea la transformación de la piel en un material imputrescible y plegable. El cuero puede llegar a la curtiembre de formas distintas: cuero fresco, cuero salado, cuero lavado y seco.

La primera etapa del proceso incluye el remojo y lavado, depilado o pelambre, descarnado, división y desencalado, las cuales contienen desagües con las siguientes características::

Remojado y lavado: Desagüe concentrado, color amarronado, pH neutro, gran carga orgánica, olor pestilente, tierra y sales. (Cloruro de Sodio).

Depilado o Pelambre: Desagüe muy concentrado con alto pH, gran cantidad de sólidos sedimentables, gran contenido de sulfuros, alta carga orgánica. En el depilado mecánico hay un pequeño desagüe con alto pH y sólidos sedimentables (8 % en volumen).

Descarnado: desagüe proveniente directamente de la lluvia de la trinchadora, contenido graso y restos de tejidos. Pequeño caudal.

Desencalado: Desagüe levemente ácido, intermitente y con sales disueltas.

La segunda etapa del proceso es el curtido e incluye las siguientes fases: piquelado, curtido, reposo y rebajado, neutralización, terminación del cuero, tintado y nutrición. En todos estos procesos se obtienen aguas residuales, las cuales presentan las siguientes características:

Piquelado: aguas residuales con pH del orden de 5 a 6, poco concentrado y con sales disueltas.

Curtido propiamente dicho: Desagüe muy concentrado con restos de cromo trivalente o tanino, (la concentración de Cr depende si se realiza la recuperación del mismo), color verde o marrón (con Cr o tanino). Es de menor volumen que el proveniente del Descrude, pH aproximado a 4.

Reposo y rebajado: Deshecho de virutas de cuero y agua de escurrimiento, restos de cromo trivalente. Escaso volumen.

Neutralización: aguas residuales con escaso volumen, levemente alcalino

Terminación del Cuero: los cueros que se van a pintar con colores claros, requieren un blanqueado previo que se realiza con ácidos muriático y sulfúrico, también con oxálico.

Tintado: Las principales características de las aguas residuales son las siguientes: Anilinas, desagüe coloreado que se diluye frente al resto, poco significativo.

Nutrición: desagüe aceitoso, alto contenido graso, poco volumen

Finalmente la última etapa del proceso es el seco la cual incluye los siguientes procedimientos: túneles de secado, secado al vacío, Palotizado:

De acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la producción de curtiembres son: coloides proteicos, olor, sólidos en suspensión, pH, sulfuros, sólidos sedimentables, sustancias solubles en éter etílico, DBO₅, cromo trivalente y/o tanino, compuestos fenólicos, xilenos.

Grupo 3232: Industria de la preparación y teñido de pieles

Descrito en el punto anterior. La contaminación a cuerpos de agua viene dada principalmente por vertimientos líquidos con alta carga orgánica, sales (sulfuros, sulfatos, carbonatos, óxidos de cromo) y gran cantidad de sólidos sedimentables y en suspensión. (Newmerow, 1977), (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

De acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la producción de curtiembres son: coloides proteicos, olor, sólidos en suspensión, pH, sulfuros, sólidos sedimentables, DBO₅, cromo trivalente y/o tanino, compuestos fenólicos, xilenos. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3411: Fabricación de pulpa de madera, cartón y papel

En el proceso de fabricación de la pulpa de madera los residuos contienen gran cantidad de partículas finas de fibra de madera, y entre otras cosas, resinas, pentosa huminas, vinillina, mentol, ácido acético y ácido fórmico. (Newmerow, 1977)

la celulosa se obtiene con ácido sulfito o con soda alcalina o sulfato. En el proceso con sulfito la pulpa de madera se hierve a presión en grandes digestores de hierro con sulfito de calcio, sulfito de amonio, sulfito de magnesio o sulfito sódico.

Las soluciones utilizadas, junto con las aguas de lavado, forman los licores residuales del sulfito. De las plantas de blanqueo provienen otras aguas residuales que contienen cloro o hipoclorito.

En el proceso de fabricación de la celulosa de sulfato la disgregación de la madera se obtiene con el empleo de soda cáustica y sulfato sódico añadido (1/3 de la soda cáustica), lo que produce celulosa Kraft o de sulfato.

En el proceso de sulfato existen los siguientes residuos: condensados de los digestores, condensados de las cubas de hervido y de los difusores, aguas de enjuague provenientes de los difusores que dependen en gran medida del efecto de arrastre del agua y condensados de vapor provenientes de la evaporación del licor negro. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En la fabricas de producción de papel, las aguas residuales provenientes del blanqueo contienen, además de constituyentes orgánicos más o menos fácilmente putrescibles, cantidades considerables de sustancias inorgánicas, como sulfato de aluminio y bario, tierras arcillas y cargadores (caolín). Los DBO_5 de estas aguas residuales pueden ser muy altos, cuando se ha incluido material usado en el proceso. Adicionalmente puede contener solución de banqueo no gastada totalmente, contaminada con cloro o hipoclorito y H_2O_2 , así como ácido clorhídrico o lejía de soda de la neutralización, agentes reductores no gastados totalmente (ácidos de resina, almidón y otros polisacáridos) y tintes (colorantes térreos, colorantes a base de materia orgánica, anilinas y tintes al sulfuro). (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Además, de los residuos de la fabricación de papel existe una suspensión de fibras y de sustancias denominadas sobrebatido, que consisten en partículas muy finas, agentes de carga y polvo de fibra.

En la producción de cartón de paja existen dos tipos de aguas residuales: las que contienen principalmente licores utilizados y otras sustancias orgánicas disueltas provenientes de la cocción y del lavado de la materia prima y las que contienen material fibroso proveniente del proceso de clasificación y de la máquina de fabricación de cartón, así como de la producción de celulosa. En su contenido general destacan los siguientes componentes: sólidos suspendidos, nitrógeno, sulfato, cloro, cal y DBO₅.

Por otro lado de acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la producción de pulpa de madera, papel y cartón son: (Manual para Inspectores, 2005)

- ❖ Pasta Kraft: licores de cocción (negros), DBO₅, DQO, color, sólidos suspendidos, sulfuros.
- ❖ Pasta al bisulfito: mayor carga orgánica que la anterior
- ❖ Pasta semi- química: ídem
- ❖ Características del efluente total: contaminación insoluble elevada (fibras y fibrillas, arcillas, materias no sedimentables (50 %) biodegradable, biocidas (Hg, cromo, etc.) grasas, color, temperatura.

Grupo 3419: Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón. Industria de la madera

Proceso descrito en el punto anterior

En el proceso de fabricación de tablas de fibra de madera se produce gran cantidad de agua residual, esta fluye de la máquina tamizadora y contiene hasta un 10% de sustancia de madera, con lignina, hemicelulosa, azúcar de reducción o invertida y ácido acético, en forma disuelta o semidisuelta, además de pequeñas cantidades del agente aglomerante de resinas sintéticas. La calidad de los residuos depende principalmente del tipo de madera que se utilizó como materia prima. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 3511: Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos

Las industrias de los productos químicos comprenden o abarca las fábricas o instalaciones más pequeñas que producen productos químicos básicos o materias primas que utilizan otros fabricantes, mientras que la industria de fabricación de materiales esta formada por plantas o instalaciones más grandes, las cuales fabrican productos para la utilización directa del público general. (Newmerow, 1977)

Las plantas químicas producen o procesan ácidos inorgánicos, tales como ácido sulfúrico, nítrico y clorhídrico, o bases como soda cáustica, soda y cloro. En general los productos de estas plantas son utilizados como materias primas para fabricaciones posteriores.

Las operaciones se clasifican en operaciones unitarias (como la evaporación, el secado, la cristalización) y procesos unitarios (como la producción de un monómero, del ácido sulfúrico o de la desintegración catalítica, procesos todos en los que intervienen varias operaciones unitarias).(Sans, 1999)

Los vertidos obtenidos de estos procesos son todos inorgánicos y en general tienden a ser ácidos. Los más importantes son los residuos diluidos provenientes de los ácidos clorhídrico y sulfúrico, y algunas veces del ácido nítrico. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 3512: Fabricación de abonos y plaguicidas

Las sales de potasa, amoníaco y nitrógeno se utilizan como fertilizantes inorgánicos.

Específicamente las sales potásicas se obtienen como sales brutas en el proceso de lavado, durante la remoción de sustancias minerales naturales. Las sales brutas más importantes son la carnalita y la sal dura y su composición es la siguiente: (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

- ❖ Carnalita Bruta (KCl , MgCl_2 , NaCl , $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CaSO_4 , KCl , NaCl , $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).
- ❖ Sal gema (KCl , NaCl , $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).
- ❖ El agua residual más importante en las fábricas de potasa, depende de la sal bruta, siendo sus componentes principales KCl , MgCl_2 .

Entre los fertilizantes de nitrógeno están las sales de amoníaco, los nitratos, los cianuros y los compuestos de urea. El amoníaco se obtiene mediante la síntesis catalítica a elevada presión y alta temperatura. Durante el proceso de formación del amoníaco se generan aguas de lavado y aguas residuales de color negruzco debido a que contienen partículas de ceniza y carbón. Las aguas de proceso que se generan en mayor cantidad son las aguas de refrigeración. El agua contaminada esta conformada solo por las aguas de lavado provenientes de plantas y talleres, las soluciones alcalinas del lavado final del dióxido de carbono y las aguas condensadas de las plantas de evaporación en la fábrica de nitrato de amonio. (Newmerow, 1977)

Las aguas de lavado de gases suelen ser ricas en sulfuros. A diferencia de las aguas de lavado del gas pobre y del vapor, la descarga del lavado del dióxido de carbono en el proceso de obtención del gas de la fabricación del coque, no contiene materia sólida y está prácticamente libre de sustancias extrañas disueltas; con excepción del contenido de dióxido de carbono.

Los fertilizantes que contienen fosfatos se obtienen a través de la descomposición de los fosfatos en bruto (apatita y fosforita) mediante tratamiento con ácido sulfúrico. Las aguas residuales son ácidas debido a pequeño contenido ácido sulfúrico, pero se pueden volver completamente inofensivas neutralizándolas con la adición de cal.

De acuerdo al Manual de Inspectores para Industrias de Argentina, los vertidos provenientes de la producción de insecticidas son una de las principales fuentes de contaminación del agua con Arsénico y ácido cianhídrico, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Fósforo, Fluoruros, Acidez. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3513: Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto el vidrio

Los plásticos pueden fabricarse mediante la acción de productos químicos sobre sustancias de peso molecular elevado, o pueden producirse sintéticamente a partir de materias primas de bajo peso molecular, mediante procesos de condensación y polimerización entre otros. Se descargan aguas residuales tanto de las fábricas que producen materias primas y productos semiacabados como de aquellas que elaboran productos terminados. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En la producción de plásticos a base de celulosa las aguas residuales de lavado que se generan son ácidas. Otras aguas residuales a considerar son los baños de precipitación ácidos ya utilizados y las aguas de enjuague y lavado algo ácidas que contienen hipoclorito o sulfato de sodio. (Newmerow, 1977)

En general, en el proceso de producción como resultado de condensación (combinación de diferentes grupos moleculares acompañados de eliminación de agua o moléculas simples) las aguas residuales producidas son: aguas de condensación, refrigeración y enjuague neutras o ligeramente alcalinas, además produce pequeñas cantidades de agua de purificación alcalinas y las denominadas aguas de reacción, en parte alcalinas y en parte ácidas. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3521: Fabricación de pinturas, barnices y lacas

La gama de productos elaborados es muy amplia, incluyendo pinturas en base agua (látex) y en base a solventes (óleo), barnices, lacas, impermeabilizantes y anticorrosivos, pinturas marinas, automotrices, industriales, etc. A nivel nacional, la industria de pinturas sigue el mismo esquema de procesamiento que se utiliza a nivel mundial, considerando similares etapas de proceso para ambos tipos de pinturas. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

❖ Pinturas en base agua

Las pinturas basadas en agua generalmente están compuestas de agua, pigmentos, extensores de tiempo de secado (sustancias secantes), agentes dispersantes, preservantes, amoníaco o aminas, agentes antiespumantes y una emulsión de resina.

Los residuos líquidos que se generan principalmente en los procesos de fabricación de pinturas en base agua son producto fundamentalmente de la operación de lavado de equipos. Estos residuos presentan generalmente altos niveles de DQO, debido a la presencia de sustancias orgánicas utilizadas como solventes, preservantes y otros (por ejemplo: estirenos, acetonas, xilenos, bencenos, fenoles, etc.) en los productos; además, contienen restos de metales pesados provenientes de los pigmentos utilizados. (Guía para el control y prevención de la contaminación industrial, 1998)

❖ Pinturas en base a solventes

Las pinturas basadas en solventes incluyen un solvente, pigmentos, resinas, sustancias secantes y agentes plastificantes.

Se pueden distinguir las siguientes fuentes de generación de residuos líquidos: (Guía para el control y prevención de la contaminación industrial, 1998)

- i) Lavado de estanques de preparación de pinturas en base solvente. El solvente utilizado para lavado es aguarrás, con un consumo aproximado de 20 lt/ton de pintura producida.
- ii) Lavado de estanques de preparación de pinturas al agua. Este lavado se realiza fundamentalmente con agua,
- iii) Lavado de reactores de fabricación de resinas. Estos se limpian con agua y soda a 100°C. Posteriormente, existe un segundo lavado para enjuague. Normalmente, la solución agotada se lleva a sistemas de decantación, desde donde finalmente se elimina un sólido saturado de aceites y jabones. También es posible lavar estos equipos con solvente, el cual también es recuperado.

Grupo 3522: Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos

La calidad de los residuos provenientes de la producción de fármacos muestra una gran variación, debido a la diversidad de la materia prima básica utilizada.

En general las materias residuales incluyen residuos de extracción de origen natural y sintético, soluciones nutrientes utilizadas, sustancias venenosas específicas y muchos otros productos. (Newmerow, 1977)

En la fabricación de antibióticos se generan las siguientes aguas residuales del proceso: soluciones nutrientes (líquidos de fermentación) contaminados con otros ácidos orgánicos, proteínas y residuos de los agentes de extracción, carbohidratos y sales nutrientes, y lodos de micelión impregnados con diatomita, remanentes de agentes de extracción, como acetona, amil acetato, dicloroetileno, y es posible que estos estén también presentes en las aguas residuales en grandes cantidades (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

De acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la fabricación de productos farmacéuticos a base de compuestos arsenicales son: Arsénico; de la fabricación de productos químicos medicinales orgánicos: disolventes orgánicos, metales pesados, alcohol isopropílico, etanol, mercurio, trazas del producto (vitaminas, tranquilizantes, esteroides, etc.), DBO₅, DQO; de la fabricación de productos químicos medicinales inorgánicos son: selenio, trazas de producto y de la fabricación de antibióticos: disolventes orgánicos y trazas de producto. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3523: Fabricación de jabones y preparación de productos de limpiezas, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador

En la fábrica de jabón las etapas del proceso son: purificación de las grasas primarias, desdoblamiento de las grasas y saponificación. Las aguas residuales se producen en las siguientes partes del proceso: en la purificación de las grasas primarias, en el desdoblamiento de las grasas y en el refinamiento del

glicerol. Estas contienen principalmente: glicerol, aguas negruzcas provenientes del proceso de saponificación, aguas de lavado y aguas provenientes de condensación, enjuague y refrigeración.

Las aguas residuales del proceso de purificación para la posterior elaboración del jabón con ácidos grasos presentan olor desagradable, son algo ácidas, contienen una cantidad de sustancias orgánicas oxidables, varias grasas y sustancias sebosas semejantes al jabón, las que resultan perjudiciales cuando el agua pasa a ser descargada en el sistema público de alcantarillado, pues forman depósitos de grasas a los lados de las alcantarillas. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En el proceso de refinación de las grasas primarias no se producen aguas residuales, mientras que en la purificación de los agentes absorbentes, si generan con gran cantidad de materia suspendida, pequeñas cantidades de grasas y aceite y una clara reacción alcalina.

En el proceso de producción de detergentes sintéticos se generan diferentes aguas residuales con las siguientes características: marcada tendencia a formar espuma, contenido de sustancias emulsionadas, como grasas y aceites, repentinos cambios en la composición y en la reacción debido a descargas en bloques de los residuos de cada fase del proceso productivo. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

De acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la producción de jabones son: pH, sulfuros, sólidos sedimentables, DBO₅, mientras que para la producción de cosméticos (artículos de tocador, shampoo, tinturas, etc) son: pH, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, DBO₅, DQO, nitrógeno amoniacal. Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3529: Fabricación de productos químicos no especificados y transformación de materiales y plásticos

La industria química abarca la producción de gran cantidad de productos químicos, los cuales se encuentran desglosados de acuerdo a su nivel de producción en la tabla N°6:

Tabla N°6: Variedades de productos químicos

Clase de productos químicos	Ejemplos
Productos primarios	Azufre, ácido sulfúrico, cal, carbonato de sodio, amoníaco, ácido clorhídrico, soda cáustica, metano alumbre, cloro, potasa, sal, bórax, ácido fosfórico
Productos intermedios	Ácido acrílico, acrilonitrilo, compuestos cíclicos, compuestos insaturados, aldehídos, cetonas, alcoholes
Productos terminados – para fabricación o mezclado	Polietileno, poliacrilamida, nylon, fosfato de sodio, pigmentos, fertilizantes, explosivos, solventes
Productos especiales – para uso industrial y agrícola	Inhibidores de corrosión, recubrimiento, herbicidas, plaguicidas, aditivos para alimentos, tintas, adhesivos, tintes, limpiadores
Productos para el consumo	Telas, pinturas, drogas, cosméticos, detergentes, preparaciones para inodoro, agentes de esterilización, preparaciones para horneado, productos fotográficos

Fuente: Manual de aguas, México. 1989

Los vertidos de características químicas anormales los producen las plantas que fabrican ácidos, bases, detergentes, almidón de maíz, pólvora y explosivos, insecticidas y fungicidas, fertilizantes, silicona, plásticos, resinas, productos sintéticos y otras sustancias que con frecuencia se utilizan como materias primas para fabricaciones posteriores. Los procesos químicos varían mucho según la naturaleza de la sustancia que se fabrique y se efectúan por reacciones químicas a elevadas temperaturas y presiones, con o sin catalizador y fundentes, separación de un líquido partiendo de un gas, sólidos, otros líquidos, etc. Algunos de los métodos de fabricación consisten en sedimentación, flotación, evaporación y destilación, lavado, filtrado, electrólisis, quemado, separación centrífuga, absorción, cristalización y tamizado.

En los vertidos químicos aparecen ácidos, bases, materias tóxicas y gran DBO, color e inflamabilidad (fósforo) y un bajo contenido de sólidos en suspensión. Con frecuencia los vertidos líquidos necesitan su neutralización, como ocurre

en el caso de la fabricación de siliconas, pólvora sin humo, TNT, insecticidas y herbicidas que por su carácter son ácidos. (Manual de aguas, 1989)

Grupo 3530: Refinación de petróleo

En el proceso de refinación las aguas fluyen de los siguientes puntos: (Manual de disposición de aguas residuales, 1991), (Manual de aguas, 1989)

- ❖ Plantas de extracción de petróleo crudo, que utilizan procesos de desalinización centrífugos o eléctricos y producen un efluente que, por su naturaleza, contiene los constituyentes del petróleo solubles en agua, como fenoles, sales ácidos orgánicos, etc.
- ❖ La planta de destilación, en la cual se utiliza vapor para destilar, genera como fuente un condensado de los productos de descomposición soluble, tales como ácidos grasos, sulfuro de hidrógeno, mercaptano, etc.
- ❖ La planta de craqueo (descomposición térmica) genera un efluente que contiene productos de descomposición soluble, que proviene del tratamiento de presión térmica aplicado a los petróleos crudos o a sus fracciones estos productos son principalmente: ácidos grasos, mercaptanos y sulfuros de hidrógeno.
- ❖ En la refinación del petróleo, kerosén, gasolina, existen aguas de lavados de los tratamientos alcalinos y ácidos usuales, las cuales contienen álcalis y ácidos inorgánicos, tales como ácido sulfúrico y lejía de soda y sustancias orgánicas, especialmente fenoles y ácidos nafténicos
- ❖ La planta unisol, en la que se da un tratamiento adicional a la gasolina para eliminar por completo las sustancias de olor desagradable (en especial el mercaptano), generando así un efluente marcadamente contaminado con mercaptanos y fenoles.
- ❖ En las plantas de procesos y acabado para aceite lubricante, existen aguas residuales que contienen grandes cantidades de petróleo, y entre

otros. solventes tales como: fulfural, acetona, sulfuros de hidrógenos clorados y los productos de su descomposición, así como emulsiones y resinas del petróleo y sustancias similares

- ❖ Las aguas residuales de las plantas de reprocesamiento y otras (especialmente las plantas para productos derivados del petróleo) contienen en su mayoría petróleo y emulsiones de petróleo, además de otras sustancias orgánicas.

De acuerdo a información obtenida en U.S Environmental Protection Agency (EPA) los vertidos provenientes de las refinerías de petróleo son una de las principales fuentes de contaminación del agua con Antimonio. (<http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>)

Según el Manual de Inspectores para Industrias de Argentina, en las industrias de refinación de petróleo, los principales componentes contaminantes de los vertidos industriales provenientes del sobrenadante de los separadores y emulsiones residuales son el cromo hexavalente y el plomo. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3540: Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón

Los componentes más importantes de los gases craqueados son las olefinas (etileno, propileno, butileno, butadieno) y las sustancias aromáticas como benceno. Los productos del craqueo se refrigeran rápidamente y luego son condensados. Durante el proceso también se condensa el vapor, en el cual están disueltos diferentes compuestos orgánicos, fenoles y compuestos de disulfuro de carbono. Todos ellos contaminan las aguas residuales. También se generan aguas residuales en la purificación de las materias primas y en la elaboración de productos puros. La mayor cantidad de las aguas residuales proviene de las aguas de refrigeración. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

De acuerdo al Manual de Inspectores para Industrias de Argentina, en el proceso de coquificación se producen los siguientes vertidos líquidos: Fenol y

Naftaleno, los cuales proceden del fondo del tanque de decantación. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3559: Fabricación de productos de cauchos no especificados

El caucho no es solo una sustancia, esta formado por varias. Los tipos principales de cauchos son: (Newmerow, 1977)

- ❖ Caucho natural, todos los materiales similares a la goma que se producen en la coagulación de la savia del árbol de caucho (latex);
- ❖ Caucho sintético que se obtiene mediante la copolimerización del butadieno y del estireno o del isopreno y del butadieno con pequeñas cantidades de isobutileno para los cauchos no resistentes a la acción del aceite y para los cauchos del tipo de neopreno resistentes a la acción de las grasas y aceites.
- ❖ Residuos de cauchos que es una mezcla de piezas de caucho desechadas y residuos de los procesos de fabricación.
- ❖ Plásticos similares al caucho, entre los que se incluye un grupo de cauchos no rígidos que son termoplásticos y termoestables.

Los vertidos procedentes de la fabricación del caucho tienen una alta DBO, un fuerte sabor y olor; los problemas que presentan varían considerablemente, según el emplazamiento de la fábrica, la materia prima utilizada y el número de productos intermediario. Los vertidos de fabricación del caucho se pueden dividir en cuatro clases generales: (Newmerow, 1977)

Vertidos con productos metálicos: los vertidos pueden tener también restos de zinc y de latón y otros vertidos de la elaboración y fabricación de piezas metálicas

Vertidos de los artículos de caucho: comprende lavado, composición, satinado y curado, seguidos todos estos procesos por la fabricación de toda clase de productos y piezas de caucho. Estos vertidos incluyen un gran

volumen de agua de lavado junto con las impurezas extraídas del caucho en crudo.

Vertidos de caucho reutilizados: la recuperación del caucho ya utilizado, se obtiene mediante el desmenuzamiento de las piezas de caucho y su transporte por una cinta, la cual pasa por debajo de un imán que separa los restos de metales que pudiera haber. El caucho y el tejido molido, una vez libres de partículas de metal, se someten a un fuerte tratamiento a grandes temperaturas durante varias horas, destruyéndose por medio de este tratamiento el tejido y dejando completamente libre el caucho. A continuación el caucho que se ha recuperado se lava, seca, muele, endurece y se refina para volver a utilizarlo

Vertidos de caucho sintéticos: Los vertidos de las fábricas de caucho sintético están formados por todo el caucho coagulado que se escapa, además de los líquidos ácidos y salinos y descargas bruscas ocasionales de materia que no se polimeriza correctamente.

Grupo 3620: Fabricación de vidrio y productos del vidrio

Para la fabricación de vidrio se utilizan principalmente tres componentes: arena, carbonato de sodio y caliza, todos ellos se funden en hornos a altas temperaturas para finalmente vaciarlos en moldes.

Así mismo, en la fabricación de lentes ópticas y otros vidrios especiales, el pulido produce un residuo que contiene detergentes y partículas de hierro finamente divididas procedentes del proceso de pulimentado, así como una considerable cantidad de partículas de vidrio, mucha de las cuales son de tamaño microscópico. Todos estos materiales forman una casi emulsión con las siguientes características: color que va del rojo ladrillo al escarlata, baja DBO, reacción alcalina, sólidos de precipitación difícil, resistencia a la rotura por ácidos y resistencia a la coagulación con el sulfato de aluminio. (Newmerow, 1977)

De acuerdo a información obtenida en U.S Environmental Protection Agency y del Manual de Inspectores para Industrias de Argentina los vertidos provenientes de la producción de vidrio es una principales fuentes de

contaminación del agua con Arsénico (<http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>)

Por otro lado, de acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la fabricación de vidrios y espejos son: acidez, óxidos de plata, polvos (piedra pómez, coridón), cromo, cobre, zinc. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3692: Fabricación de cemento, cal y yeso

El cemento es un polvo molido, compuesto principalmente por silicato de calcio y en menores proporciones por aluminatos de calcio, que mezclados con agua se combina, fragua y se endurece a la temperatura ambiente, al aire o bajo agua.

En las fábricas de cemento se elaboran diferentes tipos de cementos y materiales de construcción mediante la molienda, el mezclado y el calentamiento de materiales que contienen piedra caliza y arcilla. En este caso, las aguas residuales se originan principalmente de la remoción, mediante procedimientos húmedos, del polvo causado por las diferentes fases del proceso, así como de la remoción de los residuos que quedan después del lavado. Estos efluentes contienen solo sustancias orgánicas. (Fernández, 2003)

Actualmente, en las fábricas de cemento se suele usar filtros electrostáticos para remover el polvo, lo cual implica una considerable reducción en la cantidad de aguas residuales.

De acuerdo al “Manual de Inspectores Control de Efluentes Industriales” los principales constituyentes de los vertidos industriales provenientes de la producción de cemento, cal y yeso son: piedra caliza, (carbonato de calcio), sílice, alúmina y hierro, sólidos sedimentables y en suspensión, pH alto. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3710: Industrias básicas de hierro y acero

El 90% de todos los metales fabricados a escala mundial son de hierro y acero.

Los principales minerales de los que se extrae el hierro son:

❖ Hematita (mena roja)	70% de hierro
❖ Magnetita (mena negra)	72.4% de hierro
❖ Siderita (mena café pobre)	48.3% de hierro
❖ Limonita (mena café)	60-65% de hierro

Para la producción de hierro y acero son necesarios cuatro elementos fundamentales: mineral de hierro, coque, piedra caliza y aire. Los tres primeros se extraen de minas y son transportados y preparados antes de que se introduzcan al sistema en el que se producirá el arrabio.

El arrabio es un hierro de poca calidad, su contenido de carbón no está controlado y la cantidad de azufre rebasa los mínimos permitidos en los hierros comerciales. Sin embargo es el producto de un proceso conocido como la fusión primaria del hierro y del cual todos los hierros y aceros comerciales proceden.

A la caliza, el coque y el mineral de hierro se les prepara antes de introducirse al alto horno para que tengan la calidad, el tamaño y la temperatura adecuada, esto se logra por medio del lavado, triturado y cribado de los tres materiales. Luego, se les introducen por la parte superior del horno por medio de vagones que son volteados en una tolva. Con la inyección de aire caliente a 550°C, se reduce el consumo de coque en un 70%. Los sangrados del horno se hacen cada 5 o 6 horas, y por cada tonelada de hierro se produce 1/2 de escoria. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

De acuerdo al Manual de Inspectores para Industrias de Argentina, durante todo el proceso productivo en la fabricación del acero se producen vertidos líquidos con los principales contaminantes: cromo hexavalente, cadmio, plomo,

eventualmente cianuros, naftaleno, compuestos fenólicos, arsénico. (Manual para Inspectores, 2005)

Grupo 3720: Industrias básicas de metales no ferrosos

De todos los metales utilizados para la industria el 20% son no ferrosos, estos en diferentes aleaciones cubren los requerimientos de ingeniería y las propiedades químicas necesarias para fabricar artículos útiles para la industria y la sociedad. Las características fundamentales de las aleaciones no ferrosas son la resistencia a la tensión, corrosión, conductividad eléctrica y maquinabilidad. (Manual para Inspectores, 2005)

La selección de una aleación determinada dependerá de los resultados de diferentes pruebas mecánicas, el volumen de producción, el costo de producción y las propiedades estéticas del producto.

Para la producción de los metales no ferrosos se establecen como base los siguientes procesos: extracción, refinado o concentrado, fusión y afinado. Cada uno de estos procesos se da de diferentes maneras en la producción de los metales no ferrosos, incluso en la producción algunos no se dan todos. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Tanto en el proceso de galvanización en caliente como en el de aluminio ionizado la contaminación a los cuerpos de agua es principalmente por vertimientos de líquidos de enjuague con metales, sustancias tóxicas, ácidos, bases y alto contenido de sólidos. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

De igual manera en el proceso de fabricación de aluminio primario, durante el proceso de reducción el principal componente de los vertidos industriales son los complejos de cianuro.

Grupo 3819: Fabricación de productos metálicos no especificados, exceptuando maquinarias y equipos

En la fabricación de metales y bienes terminados para diferentes ramas industriales como la industria de fabricación de joyas, herramientas y artefactos domésticos, la industria óptica, de instrumentos de precisión y electrotécnica, los metales utilizados son tratados con numerosos y diversos productos químicos con el fin de enfriarlos, eliminar grasas y óxidos, prepararlos para el pintado o barnizado y volver sus superficies lisas y resistentes a la corrosión. Durante su fabricación estos productos son sometidos a las diversas consecuencias de los baños químicos. Normalmente después de cada baño se practica un enjuague con agua, a fin de eliminar los residuos de las sustancias que aun queden sobre la superficie del metal. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En base al grado de concentración de las sustancias dañinas, las aguas residuales pueden subdividirse de la siguiente manera: (Manual para Inspectores, 2005)

- ❖ Aguas residuales que provienen del enjuague del producto y contienen emulsiones (jabón, nafteno, sulfatos nafténicos, detergentes, etc)
- ❖ Concentrados, desechados después de la descomposición de las sustancias activas (ácidos, bases y metales) y del enriquecimiento con sustancias ajenas a los metales básicos
- ❖ Semiconcentrados, estos comprenden los baños de enjuague que se aplican después de los baños químicos. Cuando se alcanza cierto grado de concentración, estos ya no son efectivos para eliminar las sustancias dañinas y por lo general solo se usa parte de ellos para mantener el nivel del licor del baño químico, que se reduce con la evaporación y por la cantidad de solución que es arrastrada fuera del depósito al salir el elemento procesado. Por lo tanto los mismos también deben ser desechados de vez en cuando.

- ❖ Aguas regeneradas provenientes de los intercambios iónicos; por razones técnicas y económicas las plantas de intercambio iónico, especialmente en las grandes fábricas son operadas con un sistema de recirculación para las aguas de enjuague.

Grupo 3841: Construcciones navales y reparaciones de naves

En el proceso de construcción naval los metales utilizados son tratados con numerosos y diversos productos químicos con el fin de enfriarlos, eliminar grasas y óxidos, prepararlos para el pintado o barnizado y volver sus superficies lisas y resistentes a la corrosión. Durante su fabricación, estos productos son sometidos a diversas secuencias de baños químicos. Normalmente después de cada baño, se practica un enjuague con agua, a fin de eliminar los residuos de las sustancias químicas que aún queden sobre la superficie del metal. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

En fabricación se utilizan refrigerantes lubricantes o abrasivos durante el proceso de cortado del metal, especialmente en el torneado, fresado, taladrado, acanalado, aserrado y esmerilado. Estos aditivos son principalmente emulsificantes (como jabones, naftenatos, naftenosulfonatos y otros compuestos aniónicos) y posiblemente también catiónicos (detergentes, resinas, etc) a los que se denomina frecuentemente aceites solubles. A estos aceites solubles se les agrega además, agentes anticorrosivos, como por ejemplo, nitrito, compuestos de cromo o fosfatos. (Newmerow, 1977)

Los aceites solubles pueden ser reciclados durante varios meses. Después de un tiempo, la emulsión usada pasa a ser drenada y reemplazada por emulsión fresca. La emulsión usada forma el agua residual de este proceso.

En general las aguas residuales producto del proceso son muy parecidas a las del grupo 3819

Grupo 3843: Fabricación de vehículos automóviles

Las plantas de estampado y carrocerías y las operaciones de montaje final consumen el 23% del agua y utilizan el 70% de la mano de obra en la industria

de vehículos de motor. En la operación de estampado se producen las piezas más importantes de la carrocería, se corta el metal (normalmente banda o plancha de acero) al tamaño conveniente y luego se le da la forma deseada por estampación en grandes prensas hidráulicas. Normalmente, en la operación de estampado se sueldan entre sí algunas partes de las piezas. De aquí las piezas se envían a los talleres de fabricación de las carrocerías. En la planta de montaje de las carrocerías, se comienza por constituir las en el taller de chapa, partiendo de las piezas metálicas estampadas; luego, en el taller de pintura, reciben los oportunos tratamientos, así como la pintura. En el taller de tapizado y guarnecido se agregan la tapicería y las guarniciones, tanto interiores como exteriores, producidos en las plantas de fabricación de piezas. (Newmerow, 1977)

Las plantas de estampado no producen en sus procesos residuos líquidos apreciables, ya que las cantidades de aguas que usan directamente en ellos son pequeñas. Sin embargo, se utilizan cantidades importantes de aceites, que en muchos casos llegan a los colectores. Como estos aceites tienen su origen en puntos muy diversos del proceso y como su introducción en los colectores es muy heterogénea, la concentración de los mismos en el efluente de la planta puede variar en forma muy amplia.

En las instalaciones de soldadura se utilizan grandes cantidades de agua para refrigeración. Como la recirculación de esta agua constituye una práctica muy extendida, su descarga estará limitada en la mayoría de los casos a la purga del sistema de refrigeración.

En las plantas de montaje las aguas residuales del montaje final o del montaje de la carrocería son todas aguas orgánicas con sólidos en suspensión. Estos sólidos proceden principalmente de las operaciones de pintura y de limpieza con abrasivos. Además pueden hallarse presentes metales pesados, tales como zinc y cromo, que producen de las operaciones de tratamiento del metal (banderizado), así como agua de refrigeración y de la planta de energía, aunque la cantidad de estos últimos residuos, en relación con la descarga total de la planta será considerablemente menor que en las plantas de estampado.

Los procesos que producen los residuos líquidos son esencialmente uniformes en toda la industria, y no hay variación entre plantas grandes y pequeñas. La cantidad que se descarga generalmente es pequeña, pero la demanda bioquímica de oxígeno puede alcanzar niveles muy altos. La contaminación a cuerpos de agua viene dada principalmente por vertidos líquidos con aceites y grasas, solventes. (Newmerow, 1977)

Grupo 4101: Generación y transmisión de energía eléctrica, industria termoeléctrica

Las centrales térmicas para la producción de energía eléctrica, implica la generación de calor a partir del carbón, petróleo u otro combustible, para producción de vapor a base de agua excepcionalmente pura. El vapor se utiliza para accionar turbinas que a su vez están acopladas a los generadores. Después de accionar las turbinas el vapor se condensa y se vuelve a utilizar como agua para alimentación de las calderas. Una parte del vapor se pierde y por lo tanto hay que reponer agua para equilibrar el ciclo. Para enfriar el vapor se utiliza generalmente agua dulce, pero esta agua se calienta debido a su contacto con el vapor y por lo tanto se vierte a la corriente receptora a elevada temperatura. La naturaleza y extensión de los problemas relacionados con el vertido de agua de refrigeración varía según la situación, disponibilidad y tipo de corriente en que pueden descargarse los líquidos.

Adicionalmente al agua procedente de la torre de refrigeración, se presentan 10 clases de vertidos distintos del agua caliente, que deben ser evacuadas de las estaciones de energía: (Newmerow, 1977)

- ❖ Sales calientes y concentradas de la purga de evaporadores y calderas
- ❖ Soluciones químicas ácidas y alcalinas utilizadas en la limpieza del equipo de la central
- ❖ Agua de la purga de torres de enfriamiento con alta concentración de minerales
- ❖ Aguas residuales del lavado de gases de chimenea

- ❖ Soluciones ácidas y cáusticas resultantes de la regeneración de ablandadores de intercambio iónico y de plantas para tratamiento desmineralizador de aguas que se utilizan para acondicionar el agua de alimentación de calderas y evaporadores.
- ❖ Agua alcalina caliente de la purga de plantas ablandadoras químicas
- ❖ Agua ácida del drenaje de almacenamiento de carbón
- ❖ Drenaje de los vertidos de escorias y cenizas
- ❖ Aguas negras
- ❖ Aceites, grasas y desechos diversos sólidos y líquidos

Grupo 6320: Hoteles

Los hoteles en general desarrollan actividades domésticas, por lo que las aguas residuales obtenidas serán las mismas, entre ellas se destacan: (Manual de disposición de aguas residuales, 1991) (Secanez, 1999)

- ❖ Aguas de lavado de las instalaciones (áreas libres e internas) conformada por arenas, partículas orgánicas, partículas de cerámicas, papel, detergentes, sales diversas, espuma, grasas minerales, hidrocarburos, etc.
- ❖ Aguas de cocina: las cuales contienen toda clase de materia orgánica, tierra y arenas procedentes del lavado de frutas y vegetales. Contienen así mismo residuos vegetales y animales, grasas, sales y detergentes.
- ❖ Aguas fecales humanas: se componen normalmente de agua, celulosa, lípidos, proteínas y materia orgánica en general. Cuando son expulsadas las heces, aparece un principio de putrefacción que tiene lugar sobre las proteínas, tanto alimenticias como aquellas provenientes de las secreciones y restos de la mucosa intestinal. Así mismo se presentan descarboxilaciones de aminoácidos que producen lisina, tirosina, aminas, etc. Y desaminaciones con desprendimiento de NH_3^- . Por otro

lado, en la orina están presentes: Na^+ , K^+ , NH_4 , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , SO_4^- , PO_4 , ácido úrico, aminoácidos, entre otros.

Grupo 7115: Transporte por oleoductos o gasoductos

Una vez extraído el petróleo es trasladado a refinerías en muchos casos por oleoductos, de igual manera, algunos productos obtenidos de la refinación son llevados a diversos destinos a través de tuberías.

En muchos casos durante estos procesos se puede generar fugas, que de una u otra forma se unen a los cursos de agua y a los acuíferos produciendo una contaminación no deseable. La escorrentía superficial arrastra los hidrocarburos bien sea del suelo de las vías o bien de los patios de industrias del procesamiento del petróleo o gasolineras, contaminando las aguas continentales. (Secanez, 1999) (Kemmer, 1989)

Por esta razón es de vital importancia la reducción de fugas de petróleo mediante el mantenimiento preventivo de las tuberías de conducción y los equipos.

Grupo 7123: Servicios relacionados con el transporte por agua (Puertos)

En general las actividades desarrolladas en embarcaciones y en puertos son domésticas, por lo que las aguas residuales obtenidas en general serán muy parecidas a las obtenidas en el grupo 6320. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991) (Secanez, 1999)

Adicionalmente, se encuentra el agua proveniente del lastre de los barcos. El lastre se define como una piedra o peso grande que se pone para equilibrar las embarcaciones. En general, se compone del agua y esta llena de piedras, de sedimento, y de millares de especies vivas. Alrededor de 3000 especies marinas viajan diariamente alrededor del mundo. Organismos grandes y pequeños, desde bacterias hasta peces se han documentado en las muestras del agua de lastre de los barcos.

Grupo 7192: Depósito y almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados

En determinadas etapas de proceso de refinación del petróleo algunos productos obtenidos son considerados finales y de gran valor comercial, por lo que deben ser almacenados para su posterior traslado a puntos de venta. El restante continúa la destilación en la torre de fraccionamiento, sigue para la obtención de otros productos finales como lubricantes y parafinas, también de valor comercial.

El proceso de llenado de estos tanques de almacenamiento generalmente es realizado por mangueras a presión, las cuales la mayoría de las veces son equipadas con válvulas automáticas de cierre que actúan cuando el depósito se ha llenado, este procedimiento resulta habitualmente demasiado lento e ineficaz para lo que lo manejan, por lo que puede producir pérdidas por fugas y desbordamiento, derramándose en la tierra y luego de algún tiempo suturándola. Las lluvias posteriores generan una escorrentía superficial que arrastra los hidrocarburos bien sea del suelo de las vías o bien de los patios de industrias del procesado del petróleo o gasolineras, contaminando las aguas continentales. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)(Secanez, 1977)

Adicionalmente, la gasolina se infiltra a través del suelo a una velocidad muy superior a la del agua, y a muy baja concentración produce sabores desagradables y una alta contaminación.

Grupo 9200: Servicios de saneamiento similares

Los servicios de saneamiento en general son aplicados con la finalidad de mejorar la calidad de vida, de salud y las condiciones ambientales, a través del suministro de servicios sostenibles. Apoyar las gestiones destinadas a ampliar el acceso de los pobres a servicios de agua potable y alcantarillado a través de asociaciones con el gobierno, el sector privado y las organizaciones de la comunidad.

Todo esto se realiza a través realización de alcantarillado para recolectar las aguas residuales y realizándole tratamiento a las mismas, mejorando la calidad del agua potable y garantizando el suministro de agua a las poblaciones, entre otras cosas. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)

Grupo 9490: Servicios de diversión y esparcimiento (urbanización y clubes)

Entre los servicios de diversión y esparcimiento destacan: Restaurantes, áreas de campamentos y playas, clubes y centros deportivos entre otros.

En todos los casos las principales instalaciones presentes son: cocina, sanitarios y duchas, por lo que las aguas residuales producto son básicamente domésticas y los principales componentes de las mismas se encuentran descritos en el grupo 6320 correspondiente a hoteles. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)(Secanez, 1999)

Grupo 9520: Establecimiento de teñido y prelavado

En los establecimientos de lavado y prelavado los vertidos son producidos en el lavado de la ropa, que normalmente se colocan en un cilindro de tambor doble junto con agua, jabón y otros agentes para su lavado. El giro o cilindro perforado interior (el cilindro exterior permanece fijo) produce la agitación necesaria para liberar o disolver las impurezas de los tejidos.

Los vertidos se componen de jabones, colorantes, carbonato sódico y detergentes utilizados para quitar las grasas, suciedad y almidón que poseen las ropas sucias. Estos vertidos poseen una gran turbidez y alcalinidad y una materia orgánica rápidamente putrescible con una DBO de 400 a 1000 partes por millón. (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)(Newmeron, 1977)

Grupo 9592: Laboratorios fotográficos, incluida la fotografía comercial

Los vertidos de las operaciones a gran escala de revelado e impresión de películas fotográficas contienen soluciones agotadas de agentes reveladores y de fijado, con tiosulfatos y compuestos de plata. Las soluciones suelen ser alcalinas y contienen varios agentes orgánicos reductores. El tratamiento normal consiste en la recuperación de la plata, efectuado por la misma industria, y posterior tratamiento de los vertidos con revelador en combinación con las aguas residuales urbanas. Estudios en dos plantas fotográficas han demostrado que el efecto del agente revelador sobre el tratamiento de aguas negras es insignificante, siempre y cuando la porción de revelador a aguas negras sea relativamente baja. (Nemerow, 1977) (Treatment data for photographic wastes, 1954)

2.7 COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES:

Las aguas crudas, (sin tratamientos de depuración), contienen sustancias disueltas y en suspensión. Dentro de las sustancias disueltas hay elementos que pueden ser sustancias biodegradables y/o no biodegradables, y compuestos tóxicos. Así como elementos inorgánicos disueltos, (sales, amoníaco, fosfatos, etc.).

En las materias en suspensión también puede haber sustancias orgánicas, y/o microorganismos y/o sustancias inorgánicas en suspensión, (por ejemplo minerales).

Para determinar la calidad del líquido es preciso realizar análisis físico-químicos y biológicos.

Es importante destacar que en los efluentes industriales, pueden haber sustancias en distintas proporciones, las que en sus estados puros, poseen efectos adversos sobre la salud. Estos compuestos químicos son conocidos como contaminantes prioritarios. Los principales, sus procedencias de acuerdo al tipo de industria y sus efectos sobre la salud se listan en las tablas 16-19 de los anexos 2-5 respectivamente.

2.7.1 *Características de las aguas residuales industriales*

Características Físicas: Aspecto, Color, Turbiedad, Olor, Sólidos Totales, Temperatura.

Características Químicas: (Manual de disposición de aguas residuales, 1991)(Metcalf & Heddy, 1995)

- ❖ **Materia Orgánica:** Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Bioquímica Carbonosa de Oxígeno (DBOC), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Carbono Orgánico Total (COT), Demanda Teórica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Nitrógeno Orgánico, Compuestos Tóxicos Orgánicos.

❖ **Características Inorgánicas:** pH, Acidez, Alcalinidad, Dureza, Conductividad, Salinidad, Sulfuros, Compuestos Tóxicos Inorgánicos, Metales Pesados, Gases

❖ **Características Biológicas:** Tipos de microorganismos presentes

2.7.1.1 Descripción de las características físico – Químicas de las aguas residuales

Tabla N°7: Descripción de las características físicas de las aguas residuales

Parámetro	Descripción
Aspecto:	Se refiere a la descripción de su característica más apreciable a simple vista, por ejemplo agua residual turbia, presencia de sólidos disueltos, presencia de sustancias flotantes, etc.
Color	Indica generalmente la presencia ya sea de sustancias disueltas y/o coloidales y/o suspendidas (color aparente). Cuando se elimina la turbiedad del agua por centrifugación o filtración se obtiene el color real. Da un aspecto desagradable al agua residual.
Olor	Se debe generalmente a la presencia de sustancias inorgánicas y/u orgánicas en suspensión o disolución, que poseen olor en sí mismas o de sustancias que pueden generar emisiones de gases, y/o a organismos microscópicos. Es causa de rechazo y de sospecha de contaminación. El olor característico de un agua séptica, se debe al desprendimiento de sulfuro de hidrógeno que se genera a partir de la reducción de sulfatos y sulfitos por la acción de microorganismos anaeróbicos.
Sólidos Sedimentables	Son aquellos Sólidos Suspendidos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono Imhoff), en un tiempo fijado por ejemplo en 10 minutos o en 2 horas. Constituyen una medida aproximada de la cantidad de lodo que se obtendrá en el proceso de decantación.
Sólidos Totales	Son los materiales suspendidos y disueltos en un agua. Se obtienen después de someter al agua a un proceso de evaporación a temperaturas comprendidas entre 103 y 105 °C. La porción filtrable representa a los Sólidos Coloidales Totales Disueltos y la no-filtrable son los Sólidos Totales en Suspensión. A su vez ambas categorías pueden ser divididas en función de su volatilidad, a 550 °C $\pm$ 50 °C, a esta temperatura se oxida la fracción orgánica y desaparece como gas, quedando en forma de cenizas la fracción inorgánica. La primera porción que se evapora corresponde a los Sólidos Volátiles (componentes orgánicos) y la segunda porción son los Sólidos Fijos (componentes inorgánicos). Los Sólidos Volátiles Suspendidos, son importantes para determinar la estabilidad biológica de los barros activados.
Temperatura	Un líquido caliente que vuelca a un curso receptor, puede aumentar la temperatura del entorno e incidir en la solubilidad del oxígeno disuelto en él, a mayor temperatura disminuye la solubilidad del oxígeno, influye también en las velocidades de las reacciones químicas, en la vida de la flora y la fauna acuática, en los usos del agua. Incide en los procesos biológicos. La temperatura óptima para el desarrollo bacteriano se encuentra comprendida en el rango de 25 a 35 °C, estos procesos se inhiben cuando se llega a los 50 °C. A los 15 °C las Bacterias productoras de metano cesan su actividad.
Turbiedad	La provoca la presencia de sustancias en suspensión y/o material coloidal, estos materiales dispersan o absorben la luz impidiendo su transmisión.

Fuente: (Manual para Inspectores, 2005)

Tabla N°8: Descripción de las características químicas - orgánicas de las aguas residuales

Parámetro	Descripción
Carbono Orgánico Total (COT)	Especialmente indicado para pequeñas concentraciones de materia orgánica, la que se mide por la cantidad de anhídrido carbónico que se genera al oxidar en condiciones especiales a la materia orgánica. Este valor puede expresar cantidades menores de materia orgánica, pues algunos compuestos orgánicos pueden no oxidarse.
Compuestos Tóxicos Orgánicos	Entre ellos los contaminantes prioritarios: Disolventes, (acetona, benceno, fenilbenceno, etc.), compuestos halogenados, pesticidas, herbicidas, insecticidas.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	Expresa la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación bioquímica, de los compuestos orgánicos degradables existentes en el líquido residual. Fijando ciertas condiciones de tiempo y temperatura, por ej. en 5 días y a 20 ° C.
Materia Orgánica	Pueden ser Sólidos Sedimentables o Suspendidos o Disueltos provenientes de vegetales, animales o compuestos de síntesis de productos químicos orgánicos, degradables por la acción de microorganismos o no biodegradables. Son principalmente proteínas, compuestos del carbono y nitrógeno, grasas, aceites, hidrocarburos, hidratos de carbono, agentes tenso activos, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles y no volátiles y otras estructuras más complejas.
Materiales Flotables (Aceites, Grasas)	Lo constituyen las partículas de grasas y/o las películas de aceites o líquidos (hidrocarburos con metales pesados y PCBs) que pueden dispersarse sobre una extensa superficie. Otorgan un aspecto estético desagradable y disminuyen el paso de la luz hacia la fase acuosa.
Nitrógeno Total, Orgánico y Amoniacal, Nitritos, Nitratos	Se determina para ver la evolución de los Tratamientos biológicos
Otras determinaciones	Para valores de materia orgánica menores de 1 mg/l, se emplean otras determinaciones entre ellas: Cromatografía de gases y Espectroscopia de masa.

Fuente: (Manual para Inspectores, 2005)

Tabla N°9: Descripción de las características químicas - inorgánicas de las aguas residuales

Parámetro	Descripción
Acidez:	Se debe a la presencia de ciertos ácidos minerales y/u orgánicos, o a la hidrólisis sufrida por la existencia de sales de ácidos fuertes y bases débiles. Puede causar acción corrosiva en las instalaciones, por la acción del catión hidrógeno.
Alcalinidad	Son aguas que contienen disueltos en ellas algunos de los siguientes iones: carbonatos ácidos, carbonatos e hidróxidos. Cuando la alcalinidad se debe a la presencia de hidróxidos se habla de aguas cáusticas.
Compuestos Tóxicos Inorgánicos	Entre ellos se encuentran algunos metales pesados (bario, cadmio, cobre, mercurio, plata), arsénico, boro, potasio, amonio, cianuros, cromatos, fluoruros, etc.
Conductividad	Es la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y de la temperatura. Las aguas residuales con sales, bases y ácidos pueden tener coeficientes de conductividad más altos que las aguas residuales con compuestos orgánicos que no se disocian, que es casi nulo.
Dureza	Se debe a la presencia de iones Ca ⁺⁺ y Mg ⁺⁺ , que pueden estar combinados con los siguientes aniones: carbonatos ácidos, cloruros,

Parámetro	Descripción
	nitratos, sulfatos. El hierro y el aluminio también originan dureza, pero en general es muy pequeña en comparación con la dureza debida a los carbonatos. Produce depósitos salinos.
Gases	Los más comunes en las aguas residuales son: Gases del aire (Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de Carbono), los de la descomposición de materia orgánica (Sulfuro de Hidrógeno, Amoníaco, Metano), los provenientes por efecto de la desinfección (Ozono, Cloro), los de procesos de combustión (NO_x , SO_x).
Metales pesados	La presencia en trazas de algunos metales pesados es necesaria para el desarrollo de ciertos microorganismos, en cambio otros son perjudiciales (contaminantes prioritarios), pero en ambos casos un valor excesivo interfiere en los procesos biológicos.
pH	Es una medida de la concentración del ión hidrógeno en el agua. Es importante su determinación por la influencia que tiene en el desarrollo de la vida acuática. Se expresa la concentración de este ión como pH, y se define como el logaritmo decimal cambiado de signo de la concentración de ión hidrógeno.
Salinidad	Representa la cantidad de sales disueltas en una solución. No tiene unidad de medida y para su determinación se utilizan métodos indirectos que incluyen la medida de otra propiedad física como por ejemplo la Conductividad
Sulfuros	Se forman por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica y por la reducción de sulfatos y sulfitos minerales presentes en las aguas residuales. El sulfuro de hidrógeno es el gas generado de mayor importancia.

Fuente: (Manual para Inspectores, 2005)

2.8. Clasificación de los métodos cuantitativos para el análisis de aguas residuales:

El análisis cuantitativo informa sobre la cantidad de una especie química (el analito) que está contenido en una cantidad determinada de sustancia. Generalmente se expresan en términos relativos, como tanto por ciento, tanto por mil, partes por millón, o quizás partes por billón de la muestra.

Los métodos cuantitativos se pueden subdividir en varios grupos, basados en la naturaleza de la medida final del análisis.. En el análisis gravimétrico la medida final implica la determinación de una masa. Del mismo modo, el análisis volumétrico consiste en medir el volumen de una solución que contenga suficiente reactivo para reaccionar completamente con el analito. Los métodos electroanalíticos están basados en la medida de magnitudes eléctricas como voltios, amperios, ohmios y culombios. Los métodos espectroscópicos se basan en la medida de la interacción de la radiación electromagnética (rayos X, ultravioleta, visible, infrarrojo y radiación de radio) (Metcalf & Heddy, 1995)

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA

El desarrollo del proyecto de investigación abarcó 6 aspectos los cuales serán explicados a continuación:

3.1.1 Definición de Variables

El primer paso realizado en la investigación una vez planteado el problema fue la definición de variables que se definen como el aspecto o dimensión de un individuo que puede modificarse o ser modificado, alterarse, cambiarse o transformarse.

En nuestro caso tenemos dos variables de gran importancia en el planteamiento del problema: Vertidos y Análisis, las cuales definimos en el contexto de investigación.

Luego se enumeraron sus dimensiones, es decir, las características individuales que debieron ser contrastadas para resolver el problema. Por último, se enumeraron los indicadores que permitieron medir dichas variables.

La tabla N°10 muestra las variables estudiadas en esta investigación y sus dimensiones e indicadores respectivos.

Tabla N°10: Definición de Variables

Definición nominal	Definición real	Definición operacional	Indicadores
Variable N°1: Vertidos: es la descarga de aguas residuales que se realiza directa o indirectamente a los cauces mediante canales, desagües o drenajes de agua, descarga directa sobre el suelo o inyección en el subsuelo, descarga a redes cloacales, descargas al medio marino-costero y descargas submarinas	Tipos	Orgánicos e inorgánicos	
	Lugar de donde proviene	Industriales y domésticos	
	Tipo de constituyente de los componentes	Tóxicos y no tóxicos	
	Tipo de contaminante químico (máx. permisibles en descargas a redes cloacales)	Aceites minerales e hidrocarburos Aceite y grasas Alfil Mercurio Aluminio total Arsénico total Bario total Cadmio total Cianuro total Cloruros (ríos, lagos y embalses) Cobre total Cobalto total Cromo total Demanda bioquímica de oxígeno (dbo) Demanda química de oxígeno (dco) Detergentes Dispersantes Fenoles y sus derivados Fósforo total Hierro total Manganeso total Mercurio total Níquel Nitrógeno total pH Plata total Plomo total Selenio Sólidos flotantes Sólidos suspendidos Sólidos totales Sulfatos Sulfuros Vanadio Zinc	Máx 20 mg/l Máx 150 mg/l No detectable Máx 5 mg/l Máx 0.5 mg/l Máx 5 mg/l Máx 0.2 mg/l Máx 0.2 mg/l Máx 1000 mg/l Máx 1.0 mg/l Máx 0.5 mg/l Máx 2.0 mg/l Máx 350 mg/l Máx 900 mg/l Máx 8.0 mg/l Máx 8.0 mg/l Máx 0.5 mg/l Máx 10 mg/l Máx 25 mg/l Máx 10 mg/l Máx 0.01mg/l Máx 2.0 mg/l Máx 40 mg/l Máx 6-9 Máx 0.1 mg/l Máx 0.5 mg/l Máx 0.2 mg/l Ausentes Máx 400 mg/l Máx 1600 mg/l Máx 400 mg/l Máx 2.0 mg/l Máx 5.0 mg/l Máx 10 mg/l
Variable N°2: Análisis: ensayos realizados a diversas muestras para determinar con precisión la existencia de algún componente	Tipos	Análisis químicos, físicos y microbiológicos	
	Objetivos	Determinación de la calidad del agua, componentes presentes, cantidad de componentes presentes en función de un patrón standard	

Definición nominal	Definición real	Definición operacional	Indicadores
	Formas	Pruebas en puntos de muestreos	Temperatura, prueba de sensibilidad in situ, densidad, ph, conductividad eléctrica, potencial redox, etc
		Análisis de laboratorio	Determinación de todos los contaminantes químicos mencionados arriba
		Prueba de toxicidad en peces	
		Normas	Astm, iso

Fuente: Guía para la aplicación del Decreto N°883 relativo a Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Caracas 1997. MARNR

3.1.2 Compilación de información:

Una vez definidas las variables y basándonos en ellas se procedió a recopilar toda a la documentación teórica correspondiente a:

- ❖ Los vertidos, sus tipos, composición y características,
- ❖ Los tipos de industrias existentes en Venezuela y sus de efluentes generados.
- ❖ La legislación ambiental venezolana, los límites máximos permisibles en la descarga de vertidos a cuerpos de aguas
- ❖ Los ensayos más utilizados para realizar análisis a los diferentes vertidos, de acuerdo al tipo de contaminante presente
- ❖ Se determinó cuales laboratorios a nivel nacional realizan análisis de vertidos.

3.1.3 Selección de la población:

Una vez determinado a través de la investigación documental todos los tipos de industrias existentes en Venezuela y los laboratorios ambientales, se procedió a la selección de la población, que no es más que un conjunto de unidades para las que se desea obtener cierta información, estas unidades pueden ser

personas, familias, viviendas, escuelas, organizaciones, etc. La información vendrá dictada por los objetivos de la de la investigación.

Para este estudio se definieron dos poblaciones:

1. Conformada por todas las industrias venezolanas pequeñas, medias y grandes que pertenezcan a Conindustria. (Ver Tabla N°11)
2. Conformada por todos los laboratorios ambientales de análisis de agua que adicionalmente realicen perfiles a los diferentes vertidos industriales y se encuentren registrados en el MARNR. (Ver anexo N°6)

Se seleccionó como población las industrias pertenecientes a Conindustria (Confederación Venezolana de Industriales) ya que ésta es la máxima organización gremial del sector industrial venezolano, en cuyo seno están agrupadas más de cincuenta cámaras y asociaciones de industriales venezolanos, sectoriales y regionales, lo cual permite una representación del 90% de la producción industrial nacional.

Dada la gran cantidad de industrias incluidas en la Confederación, se tomó para facilidades de estudio únicamente los miembros activos y aquellas industrias que generan vertidos líquidos a cuerpos de aguas con posible grado de contaminación, los cuales se muestran en la tabla N° 11.

Tabla N° 11: Miembros Activos en Conindustria

MIEMBRO	DESCRIPCIÓN
AFAQUIMA	Asociación de fabricantes de productos químicos agropecuarios
AIAG	Asociación de industriales de artes gráficas
AIMM	Asociación de industriales metalúrgicos y minería de Venezuela
ANAFAC	Asociación nacional de fabricantes de cauchos
ANBER	Asociación nacional de bebidas refrescantes
ANIFEL	Asociación venezolana de industriales de bienes destinados a la industria de la electrificación
APROPACA	Asociación venezolana de productores de pulpa, papel y cantón
ASOGRASAS	Asociación de industriales de aceites y grasas vegetales comestibles
ASOINBOSQUES	Asociación venezolana de industriales de bosques manejados
ASOQUIM	Asociación venezolana de la industria química y petroquímica
ASOTRIGO	Asociación de molinos de trigo
ATV	Asociación textil venezolana
AVIAL	Asociación venezolana de la industria del aluminio
AVIPLA	Asociación venezolana de industrias plásticas
CAFAME	Cámara venezolana de fabricantes de productos médicos quirúrgicos y afines
CANAMEGA	Cámara nacional de medicamentos genéricos

MIEMBRO	DESCRIPCIÓN
CAVECAL	Cámara venezolana del calzado y componentes
CAVEDIV	Cámara venezolana de la industria del vestido
CAVEFACE	Cámara venezolana de fabricantes de cerveza
CAVEFAJ	Cámara venezolana de fabricantes de juguetes, deportes y recreación
CAVEGO	Cámara venezolana de la goma
CAVEINCA	Cámara venezolana de la industria de cosméticos y afines
CAVEINEL	Cámara venezolana de la industria eléctrica
CAVEME	Cámara venezolana del medicamento
CAVENPESCA	Cámara venezolana de la industria enlatadora de la pesca
CAVENVASE	Cámara venezolana del envase
CAVEO	Cámara venezolana de la industria educativa y materiales de oficina
CAVIDEA	Cámara venezolana de la industria de alimentos
CAVILAC	Cámara venezolana de industrias lácteas
CIFAR	Cámara de la industria farmacéutica
CINVICRE	Cámara de la industria del vidrio, cerámica y refractarios
CIVA	Cámara de la industria venezolana automotriz
CIVEA	Cámara de industriales de especies alcohólicas
	Cámara venezolana de curtidores y afines
FAVENPA	cámara de fabricantes venezolanos de productos automotores
UPAVE	Unión productores de azúcar de Venezuela
VENAZUCAR	Asociación venezolana de productores y refinadores de azúcar
VENMAIZ	Asociación venezolana de industriales de harina de maíz
CAVEDATOS	Cámara venezolana de empresas de tecnologías de la información

Fuente: <http://www.conindustria.org/>

3.1.4 Diseño y selección de la muestra:

Una vez definida la población, se procedió al diseño de la muestra, que no es más que la selección de unidades concretas de dicha población entre los integrantes del universo, la cual es representativa de todos los miembros de la población comprendida en el marco del muestreo elegido.

Se decidió que para ambos casos la selección sería probabilística ya que su fundamento basado en la aleatoriedad permite obtener una muestra completamente representativa.

Para el caso de la población de industrias (Tabla N°10) se utilizó un muestreo aleatorio estratificado, el cual consiste en la clasificación de las unidades de población (contenidas en el marco de muestreo escogido), en un número reducido de grupos o estratos, en razón de su similitud, Con ello se persigue que cada estrato tenga representación en la muestra final. Se seleccionó este tipo de muestreo dado que ya la población se encuentra dividida en estratos.

La condición primordial en la selección de esta muestra fue obtener la mayor diversidad posible, dado que el objeto de la investigación es determinar la mayor diversidad de industrias que generen vertidos en Venezuela y los tipos de contaminante provenientes de dichos procesos.

En el caso de la población de los laboratorios (anexo N°6) se realizó un muestreo aleatorio simple, el cual consiste la selección de la muestra colocando la población en un listado y realizando la selección aleatoriamente, tratando de incluir la mayor cantidad de laboratorios posibles y de que éstos estuviesen ubicados en diversas áreas de Venezuela. No hubo preferencia por zonas cercanas ya que la toma de data a realizar ó encuesta a los analistas del laboratorio, fue hecha telefónicamente.

3.1.5 Realización de encuestas:

Una vez seleccionada la muestra de la población de laboratorios a considerar en el estudio, se procedió a la realización de encuestas (cédulas) a personas encargadas de realizar los análisis en los laboratorios, con la finalidad de determinar, entre otras cosas, la metodología empleada, tiempo empleado en la selección de los perfiles a realizar en cada muestreo, y el nivel de necesidad del uso de una guía práctica de laboratorio que le permita un práctico y fácil acceso a los ensayos requeridos para el análisis de determinados vertidos. La encuesta modelo se encuentra ubicada en el Anexo I.

3.1.6 Análisis de Resultados:

Una vez obtenidos los resultados de la encuesta se procedió a su análisis.

Finalmente se elaboró de la guía práctica de laboratorios para vertidos industriales en Venezuela en una hoja de cálculos de Excel para un fácil manejo de los usuarios, se plantearon las conclusiones y recomendaciones respectivas.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 SELECCIÓN DE ANÁLISIS A REALIZAR DE ACUERDO AL TIPO DE VERTIDO

Una vez determinada la población que conforma el grupo de industrias en el capítulo III tabla N°6, procederemos a determinar que tipo de vertidos industriales producen cada uno de ellos, de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas (CIIU).

Tabla N°12: Clasificación de las industrias pertenecientes a Conindustria de acuerdo a (CIIU)

MIEMBRO	GRUPO CIIU	ACTIVIDAD
AFAQUIMA - Asociación de fabricantes de productos químicos agropecuarios	3512	Fabricación de abonos y plaguicidas
AIAG - Asociación de industriales de artes gráficas	3411 / 3419	Fabricación de productos de pulpa, papel y cartón
AIMM - Asociación de industriales metalúrgicos y minería de Venezuela	2301 / 2302 2901 / 2902 2903 / 2909	Extracción de minerales
ANAFAC -Asociación nacional de fabricantes de cauchos	3559	Fabricación de productos de cauchos no especificado
ANBER -Asociación nacional de bebidas refrescantes	3134	Industrias de bebidas no alcohólicas y agua gaseosa
ANIFEL - Asociación venezolana de industriales de bienes destinados a la industria de la electrificación	4101	Generación y transmisión de energía eléctrica, industria termoeléctrica
APROPACA - Asociación venezolana de productores de pulpa, papel y cartón	3411	Fabricación de pulpa de madera papel y cartón
ASOGRASAS - Asociación de industriales de aceites y grasas vegetales comestibles	3115	Fabricación de aceites y grasas, vegetales y animales
ASOINBOSQUES - Asociación venezolana de industriales de bosques manejados	9490	Servicios de diversión y esparcimiento
ASOQUIM - Asociación venezolana de la industria química y petroquímica	3511 / 3512 3513 / 3521 3522 / 3523 3529 / 3530 3540 / 3559	Industrias químicas de diversas áreas (ver tabla N°2)
ASOTRIGO -Asociación de molinos de trigo	3121	Elaboración de productos alimenticios diversos, entre ellos: productos de molinería, pastas alimenticias y productos amiláceos
ATV - Asociación textil venezolana	3211	Hilado tejido y acabado de textiles. Fabricación de fibras textiles naturales y sintéticas
AVIAL - Asociación venezolana de la industria del aluminio	3720	Industrias básicas de metales no ferrosos

MIEMBRO	GRUPO CIIU	ACTIVIDAD
AVIPLA - Asociación venezolana de industrias plásticas	3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto el vidrio
CAFAME - Cámara venezolana de fabricantes de productos médicos quirúrgicos y afines	3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos
CANAMEGA - Cámara nacional de medicamentos genéricos	3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos
CAVECAL - Cámara venezolana del calzado y componentes	3232	Industrias de la preparación y teñido de pieles
CAVEDIV - Cámara venezolana de la industria del vestido	3211	Hilado tejido y acabado de textiles. Fabricación de fibras textiles naturales y sintéticas
CAVEFACE - Cámara venezolana de fabricantes de cerveza	3133	Fabricación de cerveza
CAVEFAJ - Cámara venezolana de fabricantes de juguetes, deportes y recreación	9490	Servicios de diversión y esparcimiento
CAVEGO - Cámara venezolana de la goma	3559	Fabricación de productos de caucho no especificados
CAVEINCA - Cámara venezolana de la industria de cosméticos y afines	3523	Fabrica de jabones y preparación de productos de limpieza, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador
CAVEINEL - Cámara venezolana de la industria eléctrica	4101	Generación y transmisión de energía eléctrica, industria termoelectrónica
CAVEME - Cámara venezolana del medicamento	3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos
CAVENPESCA - Cámara venezolana de la industria enlatadora de la pesca	3114	Elaboración de conservas de pescado, crustáceos y otros productos marinos
CAVENVASE - Cámara venezolana del envase	3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto el vidrio
CAVEO - Cámara venezolana de la industria educativa y materiales de oficina	3419	Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón
CAVIDEA - Cámara venezolana de la industria de alimentos	3110	Fabricación de productos alimenticios excepto bebidas
CAVILAC - Cámara venezolana de industrias lácteas	3112	Fabricación de productos lácteos
CIFAR - Cámara de la industria farmacéutica	3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos
CINVICRE - Cámara de la industria del vidrio, cerámica y refractarios	3620	Fabricación del vidrio y productos del vidrio
CIVA - Cámara de la industria venezolana automotriz	3843	Fabricación de vehículos automóviles
CIVEA - Cámara de industriales de especies alcohólicas	3131 / 3132 3133	Fabricación de bebidas alcohólicas
Cámara venezolana de curtidores y afines	3231	Curtidurías y talleres de acabado
FAVENPA - Cámara de fabricantes venezolanos de productos automotores	3843	Fabricación de vehículos automóviles
UPAVE - Unión productores de azúcar de Venezuela	3118	Fabrica y refinería de azúcar
VENAZUCAR - Asociación venezolana de productores y refinadores de azúcar	3118	Fabrica y refinería de azúcar
VENMAIZ - Asociación venezolana de industriales de harina de maíz	3121	Elaboración de productos alimenticios diversos, entre ellos: productos de

MIEMBRO	GRUPO CIU	ACTIVIDAD
		molinería, pastas alimenticias y productos amiláceos
CAVEDATOS - Cámara venezolana de empresas de tecnologías de la información		No aplica

Fuente: <http://www.conindustria.org/> y Guía para la aplicación del Decreto N°883 relativo a Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Caracas 1997. MARNR

Una vez establecido los tipos de vertidos correspondientes a cada unidad de población industrial procederemos a definir su composición.

En primer lugar procederemos a clasificarlos de acuerdo a su nivel de toxicidad, basándonos en lo establecido por el Decreto N°883 Capítulo II Sección II artículo 9°. Adicionalmente, se establecerá si los vertidos son orgánicos, inorgánicos, básicos o ácidos según sea el caso.

Tabla N°13: Clasificación de los vertidos industriales

Grupo CIU	Industria	clasificación
1110	Producción agropecuaria (bovinos, equino, granjas avícolas, granjas piscícolas y cultivos agrícolas intensivos)	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH neutro
1111	Explotación porcina	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH neutro
2100	Explotación de minas de carbón	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
2200	Producción de Petróleo Crudo y Gas Natural	Vertidos orgánicos Grupo I: Tóxico pH básico
2301	Extracción de mineral de Hierro	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
2302	Extracción de minerales no ferrosos	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
2901	Extracción de piedra, arcilla y arena	Vertidos inorgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
2902	Extracción de minerales para la fabricación de abonos y elaboración de productos químicos	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
2903	Explotación de minas de sal	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
2909	Extracción de minerales	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
3110	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ligeramente ácido

Grupo CIU	Industria	clasificación
3111	Matanza de ganado y preparación y conservación de carne	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ligeramente básico
3112	Fabricación de productos lácteos	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido y básico
3113	Envasado y conservación de frutas y legumbres	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH básico
3114	Elaboración de conservas de pescado, crustáceos y otros productos marinos	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ligeramente ácido
3115	Fabricación de aceites y grasas, vegetales y animales	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
3118	Fabrica y refinería de azúcar	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
3121	Elaboración de productos alimenticios diversos, entre ellos: productos de molinería, pastas alimenticias y productos amiláceos	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ligeramente ácido
3122	Elaboración de alimentos preparados para animales	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH neutro
3131	Destilación rectificación y mezcla de bebidas espirituosas	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
3132	Industrias vinícolas	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
3133	Fabricación de cerveza	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
3134	Industrias de bebidas no alcohólicas y agua gaseosa	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
3140	Industria del tabaco	Vertidos orgánicos e inorgánicos Grupo II: No Tóxico pH neutro
3211	Hilado tejido y acabado de textiles. Fabricación de fibras textiles naturales y sintéticas	Vertidos inorgánicos / orgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido (lana) pH básico (algodón)
3231	Curtidurías y talleres de acabado	Vertidos inorgánicos/ orgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido o básico dependiendo del origen agua residual
3232	Industria de la preparación y teñido de pieles	Vertidos inorgánicos/ orgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
3411	Fabricación de pulpa de madera, cartón y papel	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
3419	Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón. Industria de la madera	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido

Grupo CIIU	Industria	clasificación
3511	Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido ó básico
3512	Fabricación de abonos y plaguicidas	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto el vidrio	Vertidos orgánicos / inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido y básico
3521	Fabricación de pinturas, barnices y lacas	Vertidos inorgánicos / orgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	Vertidos orgánicos / inorgánicos Grupo II: No Tóxico pH variable
3523	Fabricación de jabones y preparación de productos de limpiezas, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH variable
3529	Fabricación de productos químicos no especificados y transformación de materiales y plásticos	Vertidos orgánicos / inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido y básico
3530	Refinación de petróleo	Vertidos orgánicos / inorgánicos Grupo I: Tóxico pH variable, principalmente ácido
3540	Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH ácido
3559	Fabricación de productos de cauchos no especificados	Vertidos orgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
3620	Fabricación de vidrio y productos del vidrio	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido
3692	Fabricación de cemento, cal y yeso	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH básico
3710	Industrias básicas de hierro y acero	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH variable
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido y básico
3819	Fabricación de productos metálicos no especificados, exceptuando maquinarias y equipos	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido y básico
3841	Construcciones navales y reparaciones de naves	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácidos y básicos
3843	Fabricación de vehículos automóviles	Vertidos inorgánicos / orgánicos Grupo I: Tóxico pH neutro
4101	Generación y transmisión de energía eléctrica, industria termoeléctrica	Vertidos inorgánicos Grupo I: Tóxico pH ácido y básico
6320	Hoteles	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH variable

Grupo CIU	Industria	clasificación
7115	Transporte por oleoductos o gasoductos	Vertidos orgánicos Grupo I: Tóxico pH básico
7123	Servicios relacionados con el transporte por agua (Puertos)	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH variable
7192	Deposito y almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados	Vertidos orgánicos / inorgánicos Grupo I: Tóxico pH variable, principalmente ácido
9200	Servicios de saneamiento y similares	Vertidos inorgánicos / inorgánicos Grupo II: No Tóxico pH variable
9490	Servicios de diversión y esparcimiento (urbanización y clubes)	Vertidos orgánicos Grupo II: No Tóxico pH variable
9520	Establecimiento de teñido y prelavado	Vertidos orgánicos / inorgánicos Grupo I: Tóxico pH básico
9592	Laboratorios fotográficos, incluida la fotografía comercial	Vertidos orgánicos Grupo I: Tóxico pH básico

Una vez establecida la clasificación básica de los vertidos industriales, procederemos a definir los análisis generales recomendados para todos los vertidos orgánicos e inorgánicos tomados de las normas Venezolanas COVENIN o en su defecto en el manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” publicado por la American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, en su más reciente edición, u otro método equivalente aprobado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 883 en su párrafo tercero

Tabla N°14: *Análisis generales recomendados para vertidos orgánicos e inorgánicos*

Tipo de Vertido	Análisis recomendados	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Orgánico	Apariencia	AWWA 2110
	Turbidez	AWWA 2130
	Color	AWWA 2120
	Olor	AWWA 2150
	Sólidos	AWWA 2540
	pH	AWWA 4500
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	AWWA 5210
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	AWWA 5220
	Carbono Orgánico Total (COT)	AWWA 5310
	Aceites y grasas	AWWA 5520
Inorgánico	Apariencia	AWWA 2110

Tipo de Vertido	Análisis recomendados	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
	Turbidez	AWWA 2130
	Color	AWWA 2120
	Olor	AWWA 2150
	Sólidos	AWWA 2540
	pH	AWWA 4500
	Acidez	AWWA 2310
	Alcalinidad	AWWA 2320
	Dureza	AWWA 2340
	Conductividad	AWWA 2510
	Sólidos	AWWA 2540

Fuente: Metcalf & Heddy, (1995) y Standard methods for the examination of water and wastewater (1999)

La tabla anterior nos muestra los diferentes análisis recomendados para la caracterización general de los vertidos, sin embargo requerimos un análisis más profundo del efluente, el cual se determinará de acuerdo a cada uno de los constituyentes específicos de los vertidos.

Por esta razón en la sección 2.6.1 se definieron diferentes procesos industriales de acuerdo a la clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas (CIIU). A lo largo de esta descripción se determinaron los principales constituyentes de las aguas residuales generadas en los procesos.

A partir de la información obtenida en la sección 2.6.1 se elaboró la tabla N°15, la cual nos muestra los diferentes constituyentes de los vertidos generados en los procesos industriales, así como los principales análisis recomendados para la caracterización de los mismos.

Para la selección de los análisis se tomó como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater en su más reciente edición, por ser una bibliografía aceptada por el Ministerio del Ambiente.

Tabla N°15: Principales constituyentes de las aguas residuales

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
1110	Producción agropecuaria (bovinos, equino, granjas avícolas, granjas piscícolas y cultivos agrícolas intensivos)	materia orgánica (producto de las heces fecales y orinas) y compuestos de nitrógeno, de fósforo y potasio	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 9225 AWWA 4500 – N AWWA 4500 – P AWWA 3500 – K
1111	Explotación porcina	Materia orgánica (producto de las heces y orinas) óxidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio, pH neutro y fuerte olor	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 9225 AWWA 4500 – N AWWA 4500 – P AWWA 3500 – K
2100	Explotación de minas de carbón	Aguas turbias casi negras con partículas de carbón y arcilla (sólidos en suspensión, sustancias orgánicas, sustancias disueltas como cloruro de sodio, de calcio, magnesio y bario y sus sulfatos respectivos y sales metálicas como sulfato de hierro, níquel, magnesio y compuestos de arsénico)	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 4500 Cl ⁻ AWWA 3500 As AWWA 3500 Fe AWWA 3500 Mg AWWA 3500 NC
2200	Producción de Petróleo Crudo y Gas Natural	Agua salada, lodo proveniente del proceso rotatorio y aguas subterráneas que contienen Na ⁺ , K ⁺ , Ca ⁺⁺ , Fe ⁺⁺ y alquitrán, CO ₂ , SH ₂ y ácidos nafténicos o hidrocarburos livianos	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2520 AWWA 2540 AWWA 2340 AWWA 4500 CO ₂ AWWA 3500 S ⁼ AWWA 5530 AWWA 6440

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
2301	Extracción de mineral de Hierro	Agua de lavado con partículas en suspensión de mineral de hierro, cloruro de sodio, calcio, magnesio y bario y sus sulfatos respectivos	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 4500 Cl ⁻ AWWA 3500 Fe
2302	Extracción de minerales no ferrosos	sustancias disueltas como cloruro de sodio, de calcio, magnesio y bario y sus sulfatos respectivos y sales metálicas como sulfato de níquel, magnesio y compuestos de arsénico	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2340 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 4500 Cl ⁻ AWWA 3500 As AWWA 3500 Ba AWWA 3500 Ni
2901	Extracción de piedra, arcilla y arena	Aguas de lavado con gran cantidad de sólidos en suspensión, disueltos y sedimentados. Sales como cloruro de sodio, de calcio, magnesio y bario y sus sulfatos respectivos y sales metálicas como sulfato de níquel, magnesio	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 4500 Cl ⁻ AWWA 3500 As AWWA 3500 Ba AWWA 3500 Ni
2902	Extracción de minerales para la fabricación de abonos y elaboración de productos químicos	Aguas residuales cuyos principales componentes son KCl y MgCl ₂ . Adicionalmente en menor cantidad pueden estar presentes las siguientes sales: NaCl, MgSO ₄ , H ₂ O, CaSO ₄ , NaCl,	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2520 AWWA 2510 AWWA 2340 AWWA 2540 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 4500 Cl ⁻ AWWA 3500 K AWWA 3500 Mg
2903	Explotación de minas de sal	Agua concentrada con sales de NaCl	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 4500 Cl ⁻ AWWA 2510 AWWA 2520

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
2909	Extracción de minerales	Sustancias orgánicas provenientes de la extracción y beneficio de minerales	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2520 AWWA 2540 AWWA 2530
3110	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas	Muy rica en sustancias orgánicas, en su mayoría compuestos altamente energéticos como proteínas, péptidos, aminoácidos, azúcar y carbohidratos, grasas animales y vegetales, ácidos orgánicos menores, alcoholes, aldehídos y cetonas, en su forma original o como productos de conversión provenientes de la fermentación	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5520 AWWA 5560
3111	Matanza de ganado y preparación y conservación de carne	pH, Sulfuros, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, materia orgánica, residuos de detergentes, grasas, nitrógeno, óxido fosfórico, potasio y calcio, sangre, bacterias, microorganismos residuos sólidos conteniendo restos de animales, cueros, uñas, pelos, etc.	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5540 AWWA 2540 AWWA 4500 S ⁼ AWWA 4500 N AWWA 3500 P AWWA 3500 Ca AWWA 3500 K AWWA 5520
3112	Fabricación de productos lácteos	pH, Turbiedad, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Sulfuros, materia orgánica, soluciones alcalinas y ácidas, desinfectantes y residuos sanitarios Contaminación Microbiana. Aguas de enfriamiento no contaminadas	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 4500 H ⁺ AWWA 4500 S ⁼ AWWA 5540
3113	Envasado y conservación de frutas y legumbres	Alcalinidad elevada, Sulfuros, fácilmente fermentables y rico en glúcidos, abundante materia orgánica y fósforo y deficiencia de nitrógeno	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2320 AWWA 4500 S ⁼ AWWA 4500 P
3114	Elaboración de conservas de pescado, crustáceos y otros productos marinos	Sólidos disueltos, materia orgánica, grasa, sustancias proteínicas	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 5520

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
3115	Fabricación de aceites y grasas, vegetales y animales	Aguas normalmente ácidas con residuos de benceno, destilados con ácido grasos, aceite neutro y grasas no saponificables, nitrógeno, sulfuros, sólidos sedimentables	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5520 AWWA 2540 AWWA 5530 AWWA 4500 N AWWA 4500 H ⁺ AWWA 4500 S ⁼
3118	Fabrica y refinería de azúcar	pH, Sulfuros, Sólidos Sedimentables, DBO ₅ , Carga Orgánica, aguas de lavado contaminadas con arena, arcilla, jugo de remolacha, hojas, etc	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 2530 AWWA 4500 S ⁼ AWWA 4500 H ⁺
3121	Elaboración de productos alimenticios diversos, entre ellos: productos de molinería, pastas alimenticias y productos amiláceos	Aguas ácidas con gran cantidad de materia orgánica, sólidos sedimentables y solubles y sulfuros, harinas y grasas, ácidos orgánicos menores	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 2530 AWWA 4500 S ⁼ AWWA 4500 H ⁺
3122	Elaboración de alimentos preparados para animales	Aguas con bajo nivel de sólidos en suspensión, contenido de grasas, alto contenido de materia orgánica	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5520 AWWA 2540
3131	Destilación rectificación y mezcla de bebidas espirituosas	Residuos del condensador de vapor, residuos de destilación. Todos los residuos son ácidos, presentan sólidos totales	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 2530 AWWA 4500 H ⁺
3132	Industrias vinícolas	Melazas o Vinazas muy Concentradas, Sólidos en Suspensión, pH ácido, Sólidos Sedimentables, gran contenido de materia orgánica.	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 2530 AWWA 4500 H ⁺
3133	Fabricación de cerveza	pH ácido, Sólidos en Suspensión, Materias Nitrogenadas, Levadura, residuos de cebada y gran cantidad de materia orgánica	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 2530 AWWA 4500 H ⁺ AWWA 4500 N

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
3134	Industrias de bebidas no alcohólicas y agua gaseosa	Sólidos en suspensión, materia orgánica conformada por fragmentos de frutas, sedimentos y jugos, aguas de lavado y refrigeración	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 2530
3140	Industria del tabaco	El proceso en general es realizado en seco y se trata de evitar la humedad por lo que las descargas de aguas residuales son menores	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14
3211	Hilado tejido y acabado de textiles. Fabricación de fibras textiles naturales y sintéticas	pH fuertemente alcalino. (algodón) pH fuertemente ácido (lana) materia orgánica, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos, Cr^{6+} , Grasas, Fenoles, Color, Temperatura, químicos (hidróxidos, peróxidos, acetatos), sulfuros, sustancias orgánicas disueltas, detergentes	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 4500 S^- AWWA 4500 H^+ AWWA 3500 Cr AWWA 5530 AWWA 2320 AWWA 2550 AWWA 5520
3231	Curtidurías y talleres de acabado	Coloides Proteicos, Olor, Sulfuros, Xilenos, color, materia orgánica, pH variable, sólidos disueltos y sedimentables, contenido graso, Cromo, anilinas, sales disueltas	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 4500 S^- AWWA 4500 H^+ AWWA 3500 Cr AWWA 5530 AWWA 5520
3232	Industria de la preparación y teñido de pieles	Coloides Proteicos, Olor, Sulfuros, Xilenos, color, materia orgánica, pH variable, sólidos disueltos y sedimentables, contenido graso, Cromo trivalente, anilinas, sales disueltas	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 4500 S^- AWWA 4500 H^+ AWWA 3500 Cr AWWA 5520

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
3411	Fabricación de pulpa de madera, cartón y papel	Alto contenido de materia orgánica y sustancias inorgánicas como sulfato de aluminio y bario, Cloro, H_2O_2 , sólidos suspendidos, nitrógeno, cloro, tintes, colorantes, resinas, almidón	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 4500 $SO_4^{=}$ AWWA 3500 Al AWWA 3500 Ba AWWA 4500 Cl^- AWWA 4500 N
3419	Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón. Industria de la madera	Alto contenido de materia orgánica y sustancias inorgánicas como sulfato de aluminio y bario, Cloro, H_2O_2 , sólidos suspendidos, nitrógeno, cloro, tintes, colorantes, resinas, almidón	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2540 AWWA 4500 $SO_4^{=}$ AWWA 4500 Cl AWWA 4500 N AWWA 3500 Al AWWA 3500 Ba
3511	Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos	Contenido inorgánico, generalmente ácidos, principalmente contiene ácido clorhídrico y sulfúrico y ácido nítrico	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2310 AWWA 4500 Cl^- AWWA 4500 $S^{=}$ AWWA 4500 N^-
3512	Fabricación de abonos y plaguicidas	Los principales componentes de las aguas residuales son KCl, $MgCl_2$, color, ácido clorhídrico, sulfúrico y nítrico, partículas en suspensión y disueltas, pH variable, sulfuro, dióxido de carbono, arsénico, fósforos y fluoruros	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 2310 AWWA 4500 $S^{=}$ AWWA 4500 H^+ AWWA 3500 Cl^- AWWA 4500 N AWWA 4500 CO_2 AWWA 4500 P AWWA 4500 F^- AWWA 3500 As AWWA 3500 K AWWA 3500 Mg

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto el vidrio	Hipoclorito y sulfato de sodio, pH variable, formamida dimetflica	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 4500 H ⁺ AWWA 3500 Cl ⁻
3521	Fabricación de pinturas, barnices y lacas	Altos niveles de DQO, por sustancias orgánicas utilizadas como solventes, preservantes y otros (por ejemplo: estirenos, acetato de N-butilo, tolueno, alcohol, acetonas, xilenos, bencenos, fenoles, etc.) restos de metales pesados provenientes de los pigmentos utilizados, sólidos en suspensión, aceites y grasas	Análisis inorgánicos y orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5530 AWWA 2540 AWWA 5520 AWWA 5320
3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	Soluciones nutrientes (líquidos de fermentación) contaminados con otros ácidos orgánicos, proteínas, residuos, carbohidratos, sales, remanentes de agentes de extracción como: acetona, amilacetona, dicloroetileno, metales pesados, disolventes orgánicos.	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5320 AWWA 5530 Análisis específicos de acuerdo al tipo de medicamento
3523	Fabricación de jabones y preparación de productos de limpiezas, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador	pH, Sólidos Sedimentables., Sólidos Suspendidos, materia orgánica, Nitrógeno Amoniacal, color, grasas y sustancias sebosas, materia en suspensión, agentes blanqueadores (peroxisulfito, hipoclorito, peróxido de sodio, etc)	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 4500 SO ₃ ⁼ AWWA 4500 NH ₃ AWWA 3500 Cl AWWA 5540 AWWA 5520
3529	Fabricación de productos químicos no especificados y transformación de materiales y plásticos	Color, variación en el pH, inflamabilidad, materias tóxicas	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 8000 AWWA H ⁺

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
3530	Refinación de petróleo	Materia orgánica, ácidos grasos, ácidos orgánicos, ácido sulfúrico, mercaptanos, fenoles, petróleo, emulsiones de petróleo, cromo, sales, ácidos naftenicos, Cromo y Plomo	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5540 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 4500 H ⁺ AWWA 3500 Cr AWWA 5530 AWWA 5520 AWWA 3500 Pb
3540	Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón	Fenoles, ácidos orgánicos, compuestos de disulfuro de carbono, nafteno.	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5530 AWWA S ⁼
3559	Fabricación de productos de cauchos no especificados	Alto contenido de materia orgánica, olor, sabor, sólidos en suspensión, líquidos ácidos y salinos, algunas cargas de polímeros, cauchos coagulados y en algunos casos Zinc y latón	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 3500 Zn AWWA 4500 H ⁺ AWWA 6440
3620	Fabricación de vidrio y productos del vidrio	Acidez, Óxidos de Plata, Polvos (Piedra Pómez, Coridón), Cromo, Cobre, Zinc, Arsénico, sólidos de precipitación fácil, color	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 4500 H ⁺ AWWA 3500 Cr AWWA 3500 Ag AWWA 3500 Zn AWWA 3500 As AWWA 3500 Cu

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
3692	Fabricación de cemento, cal y yeso	Piedra Caliza, (Carbonato de Calcio), Sílice, Alúmina e Hierro. Sólidos Sedimentables y en suspensión, pH alto	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2340 AWWA 2540 AWWA 2530 AWWA 4500 SiO ₂ AWWA 4500 H ⁺ AWWA 3500 Ca AWWA 3500 Fe AWWA 3500 Al
3710	Industrias básicas de hierro y acero	Cromo hexavalente, cadmio, plomo, eventualmente cianuros, naftenos, compuestos fenólicos, arsénico	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5530 AWWA 4500 CN AWWA 3500 Cr AWWA 3500 Cd AWWA 3500 Pb AWWA 3500 As
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	Líquidos de enjuague con metales, sustancias tóxicas, ácidos, bases y alto contenido de sólidos, complejos de cianuro para el proceso de fabricación de aluminio	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 4500 H ⁺ AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 2320 AWWA 2310 AWWA 4500 CN ⁻
3819	Fabricación de productos metálicos no especificados, exceptuando maquinarias y equipos	Detergentes, naftenos, sulfatos nafténicos, concentrados de ácidos, bases y metales, aguas de enjuague	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 5540 AWWA 4500 H ⁺ AWWA 3500 Cr ⁻ AWWA 3110

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
3841	Construcciones navales y reparaciones de naves	Detergentes, naftenos, sulfatos nafténicos, concentrados de ácidos, bases y metales, aguas de enjuague	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 5540 AWWA 4500 H ⁺ AWWA 3110 AWWA 5530
3843	Fabricación de vehículos automóviles	Materia orgánica, aceites, sólidos en suspensión, metales pesados como cromo y zinc.	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 3500 Cr AWWA 3500 Zn AWWA 5520
4101	Generación y transmisión de energía eléctrica, industria termoeléctrica	PH, sales, gran concentración de minerales, temperatura, sólidos en suspensión, aceites, grasas, aguas domésticas, desechos sólidos y líquidos	Análisis inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2530 AWWA 2540 AWWA 5520 AWWA 3110 AWWA 2520 AWWA 2550
6320	Hoteles	Materia orgánica, grasas, sales, detergentes, aguas negras o cloacales (Na, K, NH ₄ , Ca, Mg, Cl, SO ₄ , PO ₄ , ácido úrico, aminoácidos, NH ₃)	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2520 AWWA 5540 AWWA 2520 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 3500 Na AWWA 3500 K AWWA 4500 NH ₃ AWWA 3500 Ca AWWA 3500 Mg AWWA 4500 Cl AWWA 4500 P
7115	Transporte por oleoductos o gasoductos	Materia orgánica, petróleo	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5520

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
7123	Servicios relacionados con el transporte por agua (Puertos)	Materia orgánica, grasas, sales, detergentes, aguas negras o cloacales (Na, K, NH ₄ , Ca, Mg, Cl, SO ₄ , PO ₄ , ácido úrico, aminoácidos, NH ₃), agua de mar con microorganismos, bacterias, peces, etc	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2520 AWWA 5540 AWWA 5520 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 3500 Na AWWA 3500 K AWWA 4500 NH ₃ AWWA 3500 Ca AWWA 3500 Mg AWWA 4500 Cl AWWA 4500 P
7192	Deposito y almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados	Materia orgánica, naftenos, fenoles, gasolina, etc	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5520 AWWA 5530
9200	Servicios de saneamiento similares		Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14
9490	Servicios de diversión y esparcimiento (urbanización y clubes)	Materia orgánica, grasas, sales, detergentes, aguas negras o cloacales	Análisis orgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 2520 AWWA 5540 AWWA 5520 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 3500 Na AWWA 3500 K AWWA 4500 NH ₃ AWWA 3500 Ca AWWA 3500 Mg AWWA 4500 Cl AWWA 4500 P

Grupo	Industria	Efluentes líquidos constituyentes	Análisis recomendados
9520	Establecimiento de teñido y prelavado	Jabones, colorantes, carbonato sódico y detergentes, turbiedad, materia orgánica, alcalinidad	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5540 AWWA 2320 AWWA 3500 Na AWWA 2340 AWWA 2130
9592	Laboratorios fotográficos, incluida la fotografía comercial	Agentes reveladores y de fijado, con tiosulfatos y compuestos de plata	Análisis orgánicos e inorgánicos generales. Ver tabla N°14 AWWA 5320 AWWA 4500 SO ₄ ⁼ AWWA 3500 Ag

Fuente: Standard methods for the examination of water and wastewater (1999); <http://awwa.org>

4.2 GUIA PRÁCTICA DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE VERTIDOS INDUSTRIALES

Para realizar una selección más sencilla, acertada y dinámica de los análisis requeridos para caracterizar los vertidos, se desarrolló un indicador de vertidos. Una base de datos interactiva en Excel que relaciona la información del tipo de agua de desecho por actividad industrial con los parámetros y el análisis recomendado para su caracterización, Tablas 10 y 12-15.

Para acceder directamente a la misma hacer clic en el link que se encuentra a continuación: [Identificador de vertidos.xls](#)

A continuación se muestra una vista preliminar del archivo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Identificador de Vertidos									
2	<i>Elaborado por: Lisbeth Chacón</i>									
3										
4										
5	Información General									
6										
7	ACTIVIDAD					GRUPO CII*				
8			Hoteles					9490		
9			Transporte por oleoductos o gasoductos							
10			Servicios relacionados con el transporte por agua (Puertos)							
11			Deposito y almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados							
12			Servicios de saneamiento y similares							
13			Servicios de diversión y esparcimiento (urbanización y clubes)							
14	MIEMBRO									
15			Establecimiento de tejido y prelavado					Asociación venezolana de industriales de bosques manejados		
16			Laboratorios fotográficos, incluida la fotografía comercial							
17			CAVEFAJ					Cámara venezolana de fabricantes de juguetes, deportes y recreación		
18	Descripción Preliminar del Vertido									
19										
20	TIPO DE VERTIDO		Orgánico		TOXICIDAD		Grupo II: No Tóxico		pH	
21									Variable	
22	Análisis Generales Recomendados									
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

Como se puede observar en la figura anterior el identificador de vertidos está dividido en 4 secciones básicas, que permiten al usuario apreciar de una manera más rápida, clara y precisa los resultados.

La primera sección denominada información general nos muestra la actividad de la cual proviene el vertido, el grupo CIIU asignado de acuerdo al tipo de actividad desarrollada por la industria y estrato de población al que pertenece (miembros de Coindustria).

Al pulsar el cursor sobre el recuadro actividad, el usuario encontrará una lista desplegable que le permitirá seleccionar el tipo de vertido a analizar. Una vez seleccionada la opción deseada aparecerán en cada una de las áreas los resultados asignados a este tipo de vertido.

En la segunda sección se da una descripción general de vertido, mostrando su tipo, nivel de toxicidad y pH probable. Finalmente, en la tercera y cuarta sección se muestran los análisis generales y específicos recomendados para la caracterización de los vertidos, respectivamente.

En caso que el usuario no cuente con la base de datos en Excel, puede acceder a esta información haciendo uso de las tablas de resultados obtenidas en este trabajo de investigación en el siguiente orden:

Paso N°1 Establecer en que grupo o asociación industrial se encuentra agrupado la industria a caracterizar de acuerdo a la **Tabla N° 10:** Miembros Activos en Conindustria

Paso N°2 Usando el nombre del tipo de agrupación industrial obtenido en la tabla N°10 (paso N°1) proceder a seleccionar en la **Tabla N°12:** “clasificación de las industrias pertenecientes a Conindustria de acuerdo a (CIIU)” el N° CIIU correspondiente

Paso N°3 En la tabla N°13 utilizando el N° CIIU obtenido anteriormente (paso N°2), determinar características generales del fluido como:

a) Orgánico o inorgánico

b) Tóxico o no tóxico

c) pH probable

Paso N°4 Identificar en la tabla N°14 y 15 utilizando el N° CIU obtenido en el paso 2 los principales constituyentes de las aguas residuales y los perfiles recomendados

4.3 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LABORATORIOS DE ANÁLISIS AMBIENTALES

Con la finalidad de determinar: carga de trabajo en los laboratorios, variedad y cantidad de vertidos industriales a caracterizar, metodología de trabajo y nivel de requerimiento en los laboratorios ambientales de una guía práctica que les permita determinar de una manera rápida y eficiente los análisis recomendados en la caracterización de vertidos industriales, se practicó una encuesta entre laboratorios dedicados a análisis ambientales.

De los 51 laboratorios ambientales actualmente registrados en el Ministerio del Ambiente (ver Anexo N°6), se seleccionaron un total de 21 laboratorios utilizando el método aleatorio, tal y como fue descrito en capítulo 3. La cantidad de laboratorios requerida para el análisis fue determinada en el anexo 7, basándonos en el nivel de confianza deseado en los resultados. Este total seleccionado para un obtener un nivel de confianza del 95%, no permite obtener un error no mayor al 21%.

La encuesta modelo se encuentra ubicada en el anexo 1 y la distribución de los laboratorios encuestados a nivel nacional fue la siguiente:

- ❖ 5 laboratorios ubicados en Caracas
- ❖ 1 laboratorio ubicado en el Estado Aragua
- ❖ 5 laboratorios ubicados en Valencia Estado Carabobo
- ❖ 2 laboratorios ubicados en el estado Falcón
- ❖ 3 laboratorios ubicados en Maracaibo estado Zulia
- ❖ 1 laboratorio ubicado en el estado Trujillo
- ❖ 4 laboratorios ubicados en el estado Anzoátegui

Al observar la muestra seleccionada para realizar la encuesta podemos constatar que existe una amplia distribución de laboratorios a nivel nacional, sin embargo es importante destacar que no se obtuvo en la muestra ningún laboratorio

representativo de la zona sur de Venezuela. Ante esta situación verificamos la presencia de laboratorios en los estados de esta zona y pudimos ratificar que de la población actual de laboratorios adscrita al MARN solo existe un laboratorio en el sur de Venezuela, ubicado en el estado Bolívar. En consecuencia, dado que la selección fue aleatoria las probabilidades de ser seleccionado este laboratorio fueron mínimas.

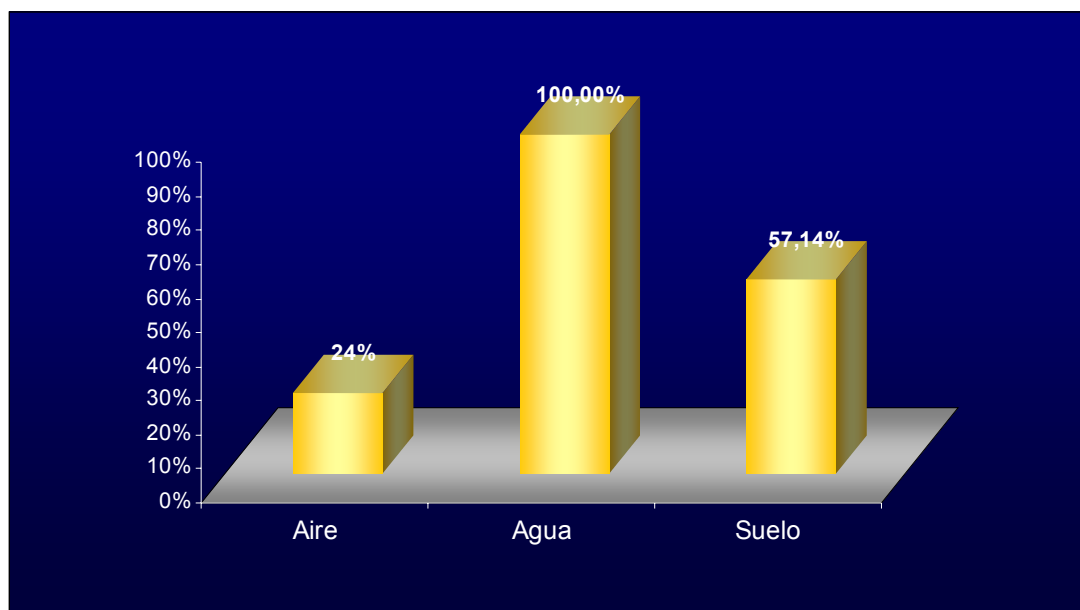
Por otro lado, tomando en consideración que los laboratorios a encuestar se encuentra en diferentes regiones del país separados por una gran distancia, se hizo imposible realizar una visita a cada laboratorio, por lo que la encuesta fue realizada telefónicamente, entrevistándose principalmente jefes de laboratorios, encargados y en su defecto a los analistas.

La primera pregunta se realizó con la finalidad de determinar si los laboratorios ambientales encuestados se dedican únicamente al análisis de aguas o también abarcan el análisis de otros aspectos ambientales, como los son suelo y aire.

El gráfico N°1 muestra los resultados obtenidos a la primera pregunta. De aquí obtenemos que el 100% de los laboratorios realizan análisis de aguas, mientras que un 24% analizan la calidad del aire, y un 57,14% practica análisis al suelo adicionalmente. Ver gráfico N°1

Gráfico N°1:

Laboratorios ambientales Registrados en el Ministerio del Ambiente dedicados al análisis de aguas, suelos y aire. Venezuela 2006.

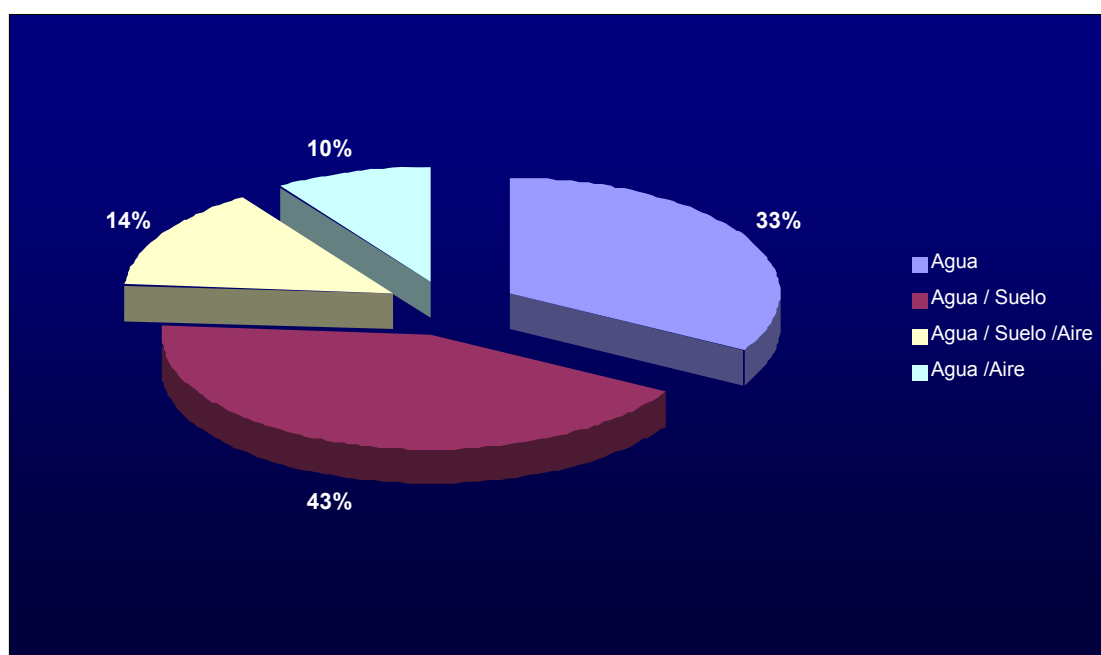


De acuerdo al resultado anterior podemos deducir que algunos laboratorios realizan varios análisis simultáneamente. Por esta razón los resultados fueron reagrupados nuevamente y a partir de ellos se obtuvo la gráfica N°2, la cual nos muestra otra óptica de los resultados obtenidos. Así, de esta manera los resultados se pueden expresar de la siguiente manera: un 10% de los laboratorios se dedica al análisis de agua y aire simultáneamente, un 14% se dedica al análisis de agua, aire y suelo, un 43% se dedica al análisis de agua y suelo, mientras que un 33% del total solo analiza aguas. (Ver gráfico 2)

Al observar los gráficos 1 y 2 se puede concluir rápidamente que el 100% de los laboratorios encuestados realiza análisis de aguas, a pesar de que en muchos casos no se dedican en 100% solo a esta actividad, realizando análisis a otros aspectos ambientales como aire y suelo.

Gráfico N°2:

Aspectos Ambientales analizados por los laboratorios encuestados. Venezuela 2006.



En segundo lugar, se quiso determinar la composición del personal que trabaja en los laboratorios ambientales, de acuerdo al nivel educativo estándar. Esto con la finalidad de determinar el grado de instrucción exigido en los laboratorios tanto para

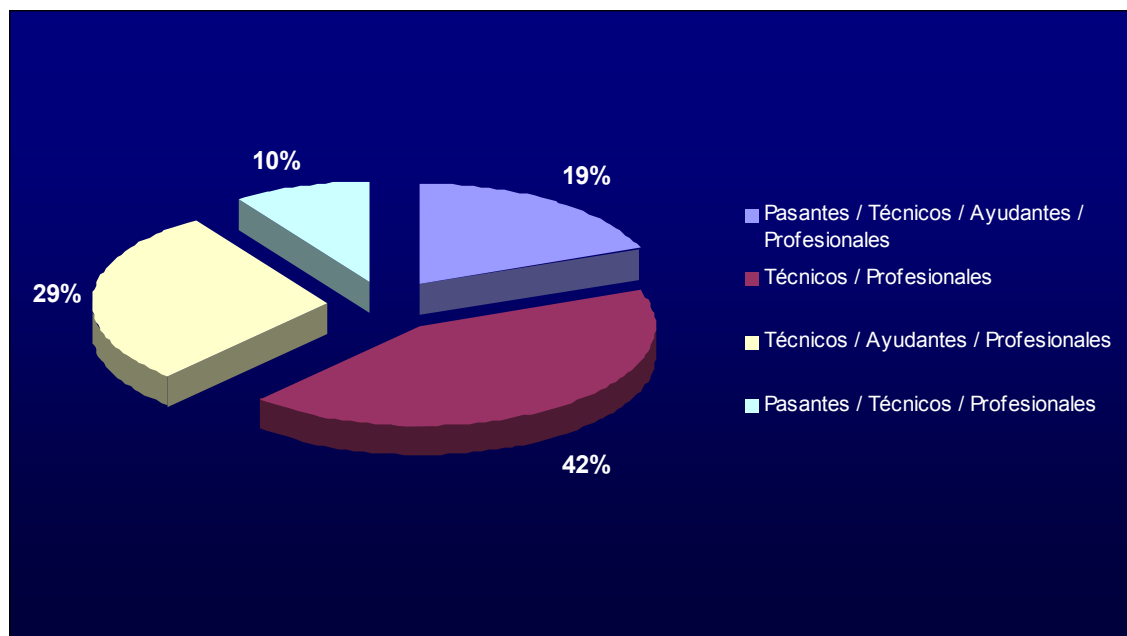
la realización de los análisis como para la selección de los ensayos requeridos de acuerdo al tipo muestra.

De esta manera se obtuvo que el 42% de los laboratorios está compuesto únicamente por técnicos y profesionales, un 29% de los laboratorios además de técnicos y profesionales cuentan con ayudantes, un 10% presenta técnicos, profesionales y pasantes y un 19% presenta pasantes, técnicos, profesionales y ayudantes. (Ver gráfico N°3)

Al analizar el gráfico N°3 es importante destacar, que el 100% de los laboratorios encuestados cuenta con técnicos y profesionales para el desarrollo de sus actividades de análisis, resultado completamente esperado dado que para este tipo de procedimiento (selección y realización de análisis a muestras) se requiere la presencia de personal altamente calificado, sin el cual sería imposible obtener resultados con un alto nivel de calidad y confiabilidad.

Gráfico N°3:

Composición General del personal técnico de los laboratorios dedicados a análisis ambientales. Venezuela 2006.



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

Una vez determinada la composición del personal y los diferentes aspectos ambientales analizados por los laboratorios, se procedió a realizar preguntas enfocadas únicamente en los análisis y métodos utilizados por los analistas en la

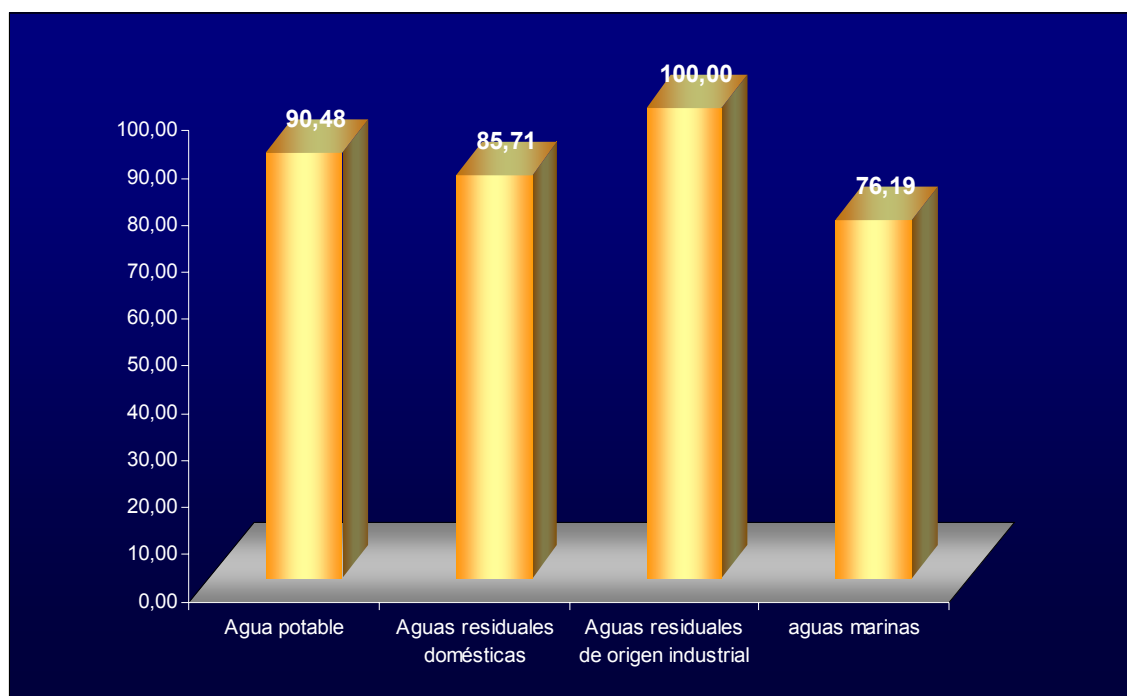
caracterizaciones de las aguas, tomando en cuenta que nuestro estudio está dirigido al análisis de aguas residuales, y que el 100% de los laboratorios encuestados realiza análisis de aguas.

Este sentido, se realizó una tercera pregunta, con la finalidad de determinar que tipo de aguas analizan los laboratorios de acuerdo a la clasificación establecida en el Decreto 883, capítulo II. El gráfico N°4 nos muestra los resultados obtenidos en la encuesta. .

De esta manera obtuvimos que del 100% de los laboratorios encuestados un 90,48% realiza análisis de agua potable, un 85,71% aguas residuales domésticas, un 100% aguas residuales de origen industrial y un 76,19 % practica análisis a aguas marinas y de ríos.

Gráfico N°4:

Tipos de aguas analizadas por los laboratorios ambientales de acuerdo a la clasificación establecida en el Decreto 883. Venezuela 2006



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

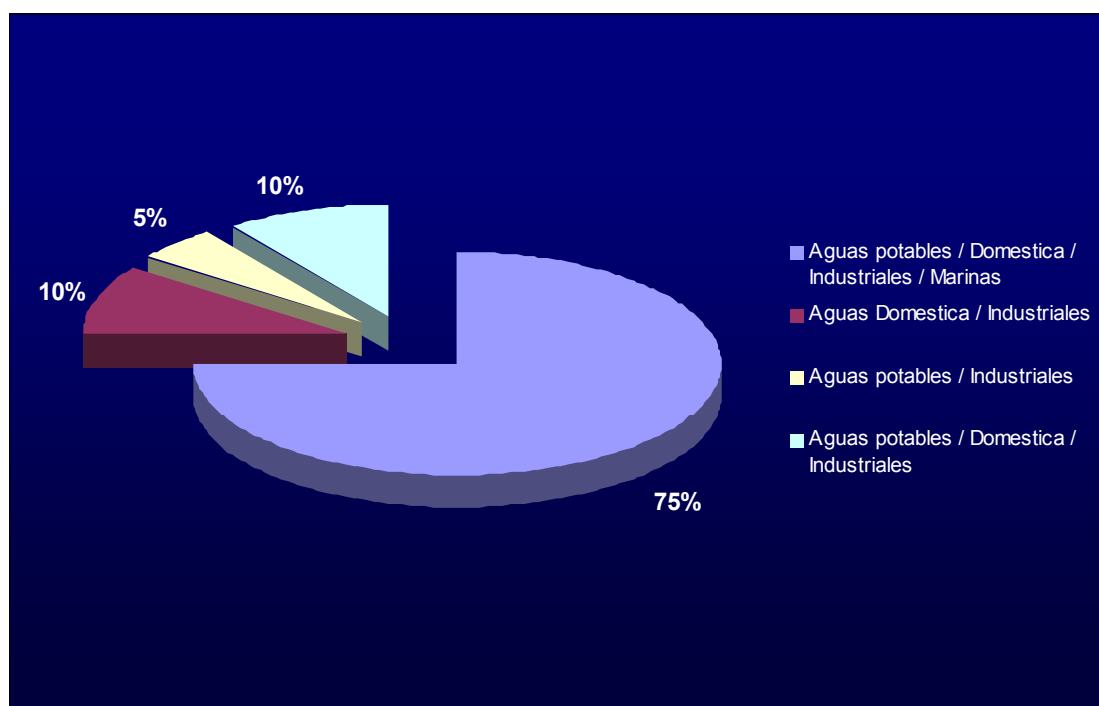
De acuerdo a los resultados mostrados en el gráfico anterior podemos inferir que los laboratorios analizan varios tipos de aguas simultáneamente. Por esta razón se

desglosó el resultado de acuerdo a los tipos de análisis que realiza cada laboratorio obteniendo el gráfico que se muestra a continuación. (Ver gráfico N°5)

Al observar el gráfico N°5 tenemos que del 100% de los laboratorios encuestados un 79% realiza análisis tanto a aguas potables como residuales domésticas, industriales y aguas marinas, un 10% analiza vertidos domésticos e industriales, otro 10% aguas potables, vertidos domésticos e industriales y un 5% aguas potables e industriales. Lo que nos indica claramente que en general los laboratorios tienden a realizar análisis de toda clase de aguas, siendo muy pocos los casos en los que se especializan sólo dos o tres tipos únicamente. Adicionalmente, estos resultados nos evidencian claramente que estos laboratorios en general deben realizar una gran cantidad y variedad de análisis diariamente.

Gráfico N°5:

Diferentes tipos de aguas mayormente analizadas por los laboratorios ambientales. Venezuela 2006.



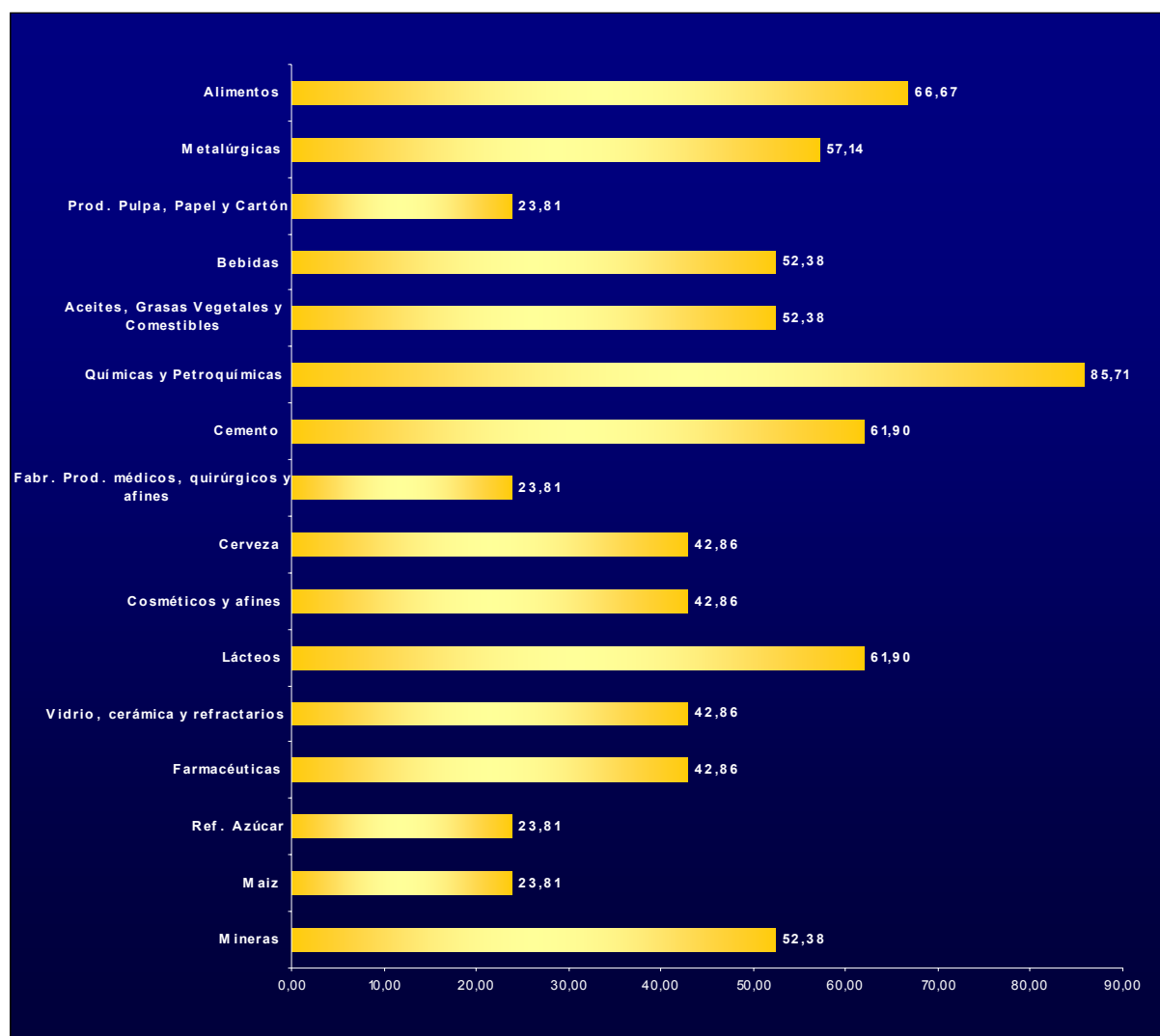
Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

Es importante destacar, que de los resultados anteriores (Gráficos N°4 y 5) se obtiene que el total de los laboratorios encuestados realizan análisis de vertidos industriales, que justamente es lo que requerimos para el estudio.

Dado que el 100% de los laboratorios analizan aguas industriales, se procedió a realizar la pregunta N°4 con la finalidad de conocer que tipos de aguas residuales de origen industrial son analizadas por los laboratorios y con que frecuencia.

Gráfico N°6:

Diferentes tipos de aguas residuales de origen industrial analizadas por laboratorios ambientales. Venezuela 2006



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

De esta manera, los resultados obtenidos se representaron en el gráfico N°6. De aquí se puede concluir rápidamente que el porcentaje de aguas residuales mayormente analizadas por los laboratorios, corresponde a las provenientes de las industrias químicas y petroquímicas con un 85,71%, lo cual es bastante lógico tomando en cuenta que Venezuela es un país petrolero y la economía nacional se encuentra basada en el desarrollo de la industria química y petroquímica.

Adicionalmente podemos observar que las aguas residuales menos analizadas por los laboratorios ambientales son las provenientes de las industrias de: maíz, refinadoras de azúcar, fabricantes de productos médicos, quirúrgicos y afines y las industrias de pulpa, papel y cartón, todas con un 23,81% del total de los encuestados. Esto puede deberse principalmente a que actualmente en Venezuela no tenemos una cantidad significativa de industrias en este ramo en comparación con la cantidad de industrias químicas y petroquímicas. Sin embargo, existe la posibilidad de que no todas las empresas de esta área realicen análisis a sus aguas tal como lo establece el Decreto 883, razón por la cual el porcentaje de análisis es menor al esperado.

Observando el gráfico anterior podemos deducir que los laboratorios realizan gran variedad y cantidad de análisis como consecuencia de los diferentes tipos de aguas y vertidos industriales recibidos para caracterizar, por lo que para obtener los resultados deseados con una alta calidad, cada laboratorio debe tener una metodología establecida que le permita tener control absoluto en sus resultados

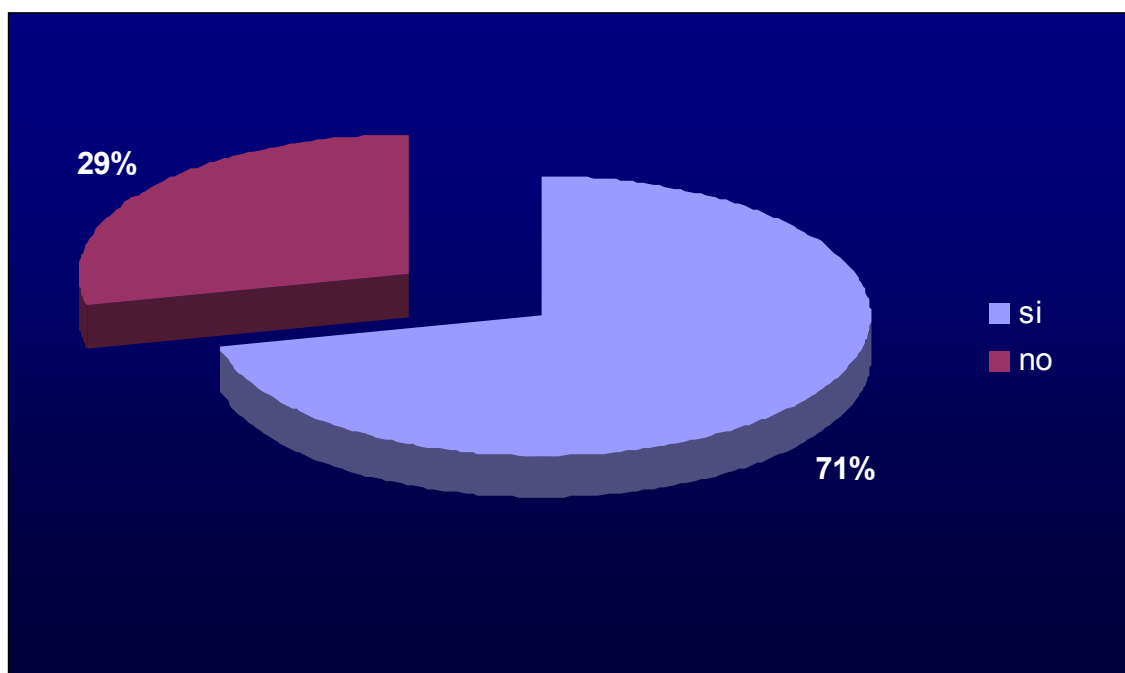
En este sentido, se realizó la pregunta N° 5, la cual tuvo como finalidad determinar si el laboratorio utiliza alguna metodología para la selección de los perfiles que permita caracterizar los vertidos o si estos son realizados de acuerdo a las exigencias del cliente o por métodos preestablecidos con anterioridad.

De acuerdo a lo anterior, el gráfico N°7 muestra los resultados obtenidos en la encuesta. De ahí se obtuvo que un 71% de los laboratorios encuestados requieren hacer un “análisis previo” para la selección de los ensayos a realizar, mientras que el 29% restante realiza los análisis de acuerdo a las exigencias del cliente o basándose en los máximos permisibles del Decreto N°883.

Como era de esperarse, los laboratorios en general deben hacer un estudio previo para la selección de los análisis a efectuar dada la variedad de vertidos existentes en el parque industrial de Venezuela y en consecuencia la variedad de los componentes que pueda poseer cada vertido. Todo esto representaría para el analista en forma directa una gran gama de posibles ensayos realizar.

Gráfico N°7:

Laboratorios ambientales que realizan un estudio previo para la selección de los tipos de análisis en la caracterización de vertidos. Venezuela 2006



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

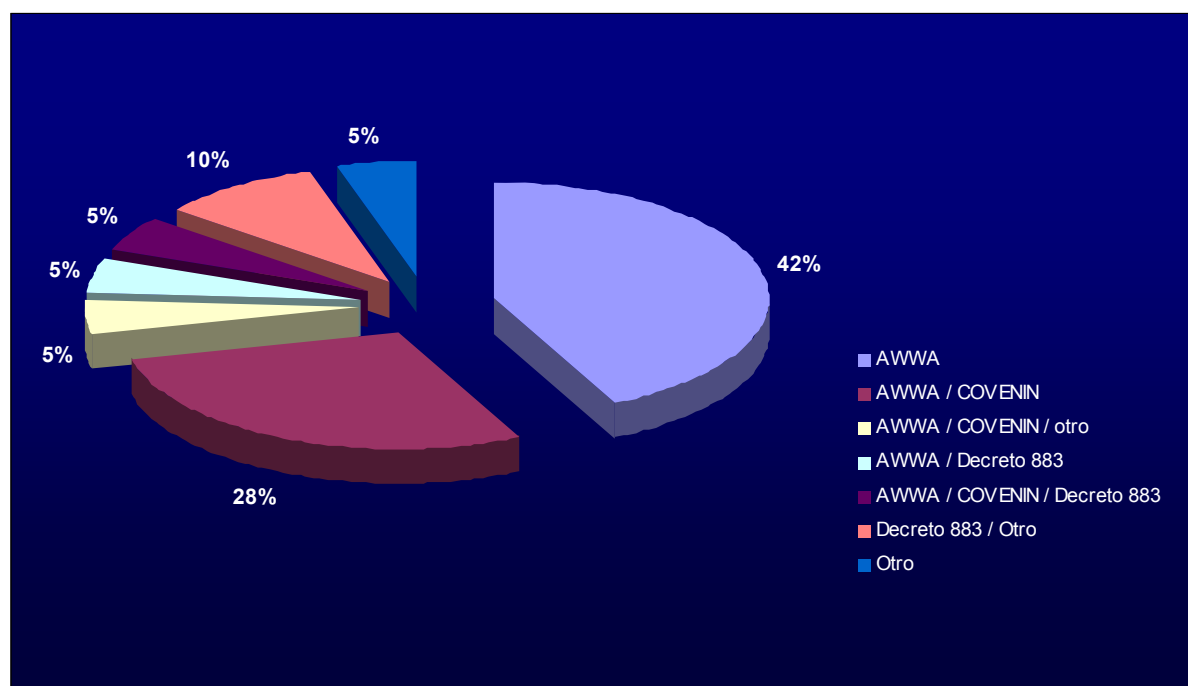
Basándonos en el hecho de que gran parte de los laboratorios requieren y en general realizan un estudio previo para la selección de los análisis efectuamos la pregunta N°6 (ver anexo N°1) con la finalidad de determinar cuales son las herramientas preferenciales utilizadas por los laboratorios para la selección de los perfiles.

El gráfico N° 8 nos muestra los resultados obtenidos a esta pregunta. Al analizar el gráfico se observa que el 85% de los laboratorios utiliza el Standard Methods AWWA para la selección de los perfiles a realizar adicionalmente a otras herramientas como las normas COVENIN.

En general se observa que la tendencia de un gran porcentaje de los laboratorios es la de utilizar un método estándar aprobado internacionalmente (AWWA) o en su defecto nacionalmente (COVENIN), lo cual le garantiza una mayor calidad, confiabilidad y precisión en sus resultados,

Gráfico N°8:

Tipos de herramientas utilizadas por los laboratorios ambientales en la selección de ensayos, para la caracterización de vertidos. Venezuela 2006



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

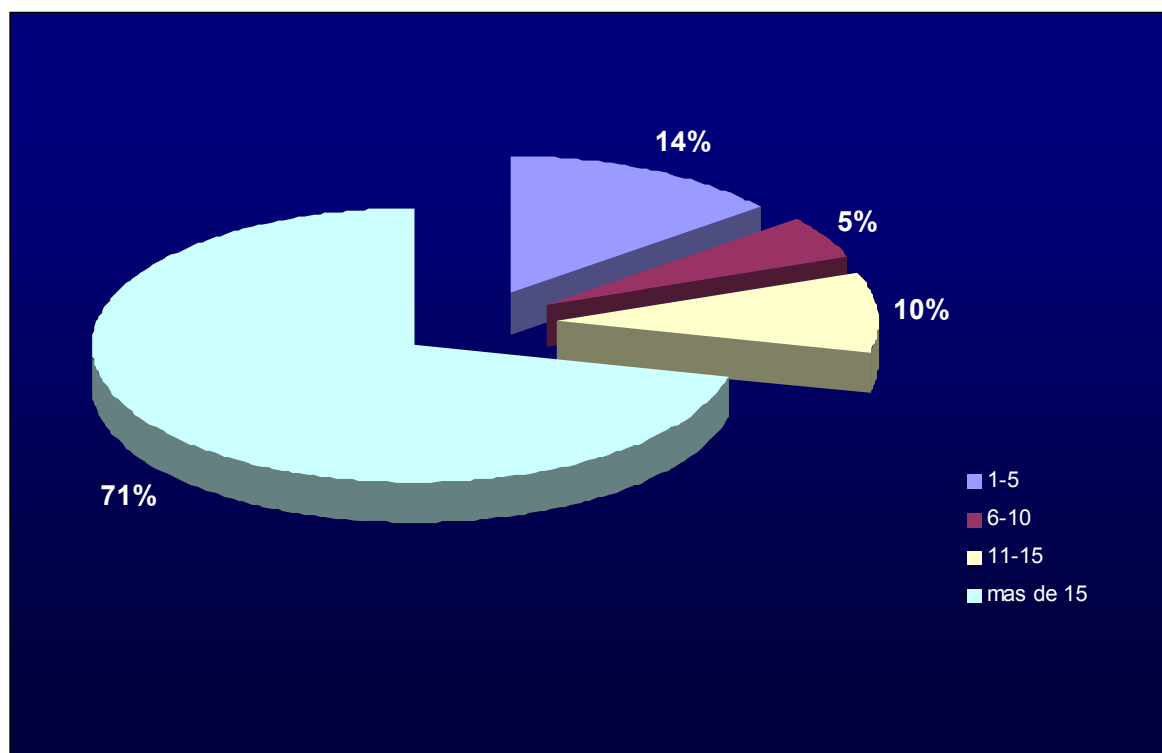
Una vez establecidas las herramientas y métodos utilizados por los laboratorios para el análisis de las muestras, se quiso definir la cantidad de muestras analizadas por día por laboratorio, con la finalidad de establecer si existe alguna relación entre el tiempo utilizado para seleccionar los ensayos y el número de muestras analizadas por día.

El gráfico N°9 nos muestra el resultado obtenido con respecto al porcentaje de muestras analizadas por días en los diferentes laboratorios encuestados. De ahí se obtiene que el 71% de los laboratorios examinen más de 15 muestras por día.

Sin embargo, es importante señalar que de acuerdo a información suministrada por los analistas encuestados, el número de muestras analizadas por día depende de varios factores como: tiempo de duración de cada ensayo, disponibilidad de reactivo y equipos entre otras cosas principalmente, además del tiempo requerido para definir los ensayos a realizar. Todo lo anterior hace que este número de muestras analizadas pueda variar significativamente

Gráfico N°9:

Número de ensayos realizados por día en cada laboratorio ambiental. Venezuela 2006



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

Por otro lado, tomando en cuenta que existe una gran variedad de análisis y métodos posibles de selección al momento de caracterizar un vertido, se presenta una gran probabilidad de cometer errores al momento de elegir el análisis deseado. Por esta razón se realizó la pregunta N°8, con la finalidad de establecer que tan grande es la frecuencia de cometer errores al momento de seleccionar algunos de los ensayos a realizar para caracterizar determinado vertido.

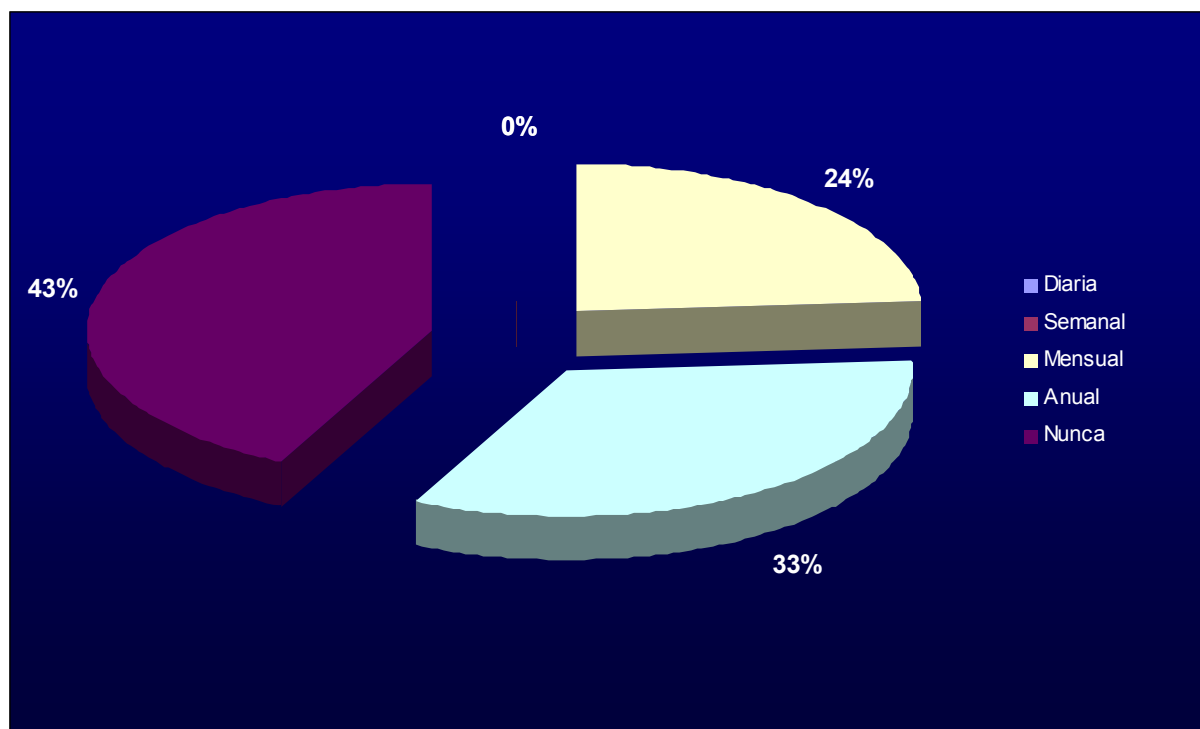
El gráfico que se muestra a continuación (Gráfico N°10) la frecuencia de errores cometidos por los laboratorios en la selección de los ensayos a realizar. Al analizar le gráfico tenemos que el 24% de los laboratorios encuestados presenta errores mensuales, mientras que el 33% solo comete errores anuales y un 43% no los comete nunca.

El resultado puede ser un poco sorpresivo y hasta inesperado al mostrarnos que casi un 50% de los laboratorios nunca cometen errores al momento de seleccionar los ensayos a realizar, mientras que un porcentaje menor llegar a cometer muy

pocos errores anuales. Todo esto tomando en cuenta que podría existir una gran probabilidad de cometer errores de selección de ensayos dada la gran variedad de vertidos y cantidad de ensayos posibles a seleccionar para la caracterización de los vertidos.

Gráfico N°10:

Cuantificación de ensayos erróneos en los laboratorios ambientales por año. Venezuela 2006.



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

Esto se debe a que en general, éstos análisis son requeridos por las mismas empresas con frecuencia varias veces al año, debido a exigencias oficiales del Ministerio del Ambiente, por lo que la frecuencia en los análisis elimina significativamente la posibilidad de errores trayendo como consecuencia que el porcentaje obtenido en los resultados del gráfico anterior sea mucho menor de lo esperado.

Sin embargo, se puede observar que un pequeño porcentaje de los laboratorios en general tiende a cometer errores mensuales al momento de seleccionar sus análisis, lo que nos permite considerar la necesidad de apoyo adicional que les permita disminuir este porcentaje, que al final se traduce en pérdidas.

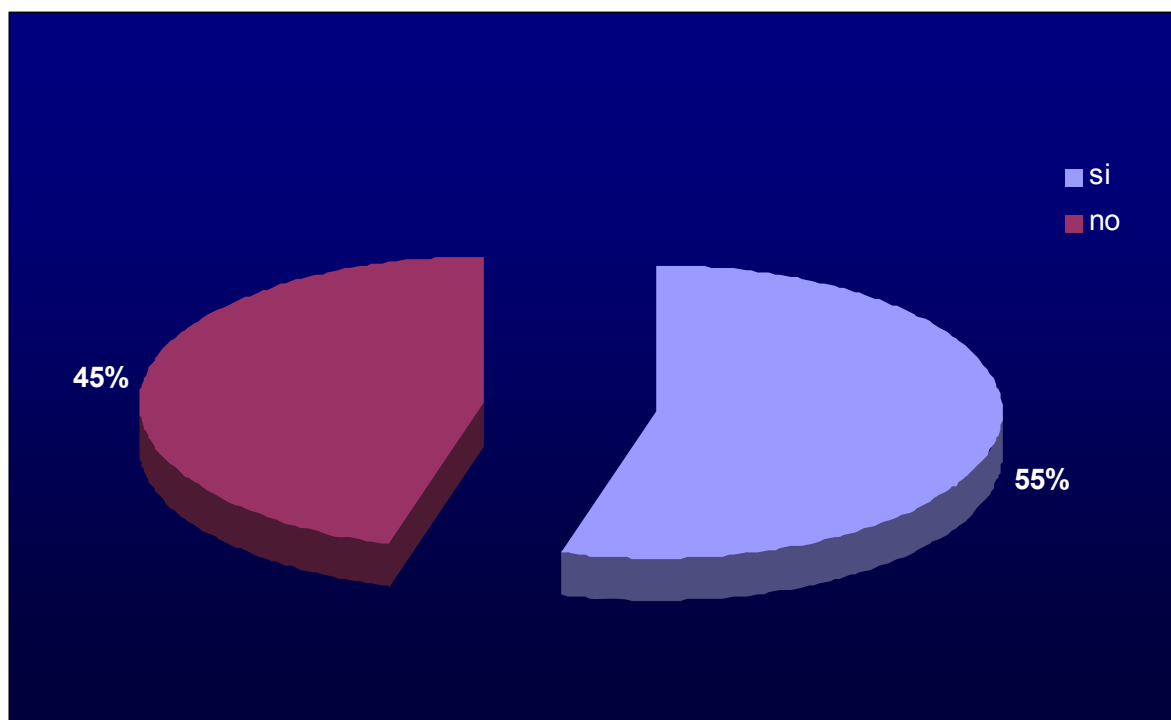
A pesar de que gran cantidad de encuestados mostraron (con sus respuestas a las preguntas anteriores) tener un completo dominio del tipo y cantidad de análisis a realizar por cada vertido, se les pregunto si ellos consideraban sería de gran ayuda en la disminución de costos finales tener información precisa sobre la selección de ensayos.

En éste sentido, los resultados obtenidos a esta pregunta fueron reflejados el gráfico N°11, el cual muestra una opinión bastante equitativa por parte de los analistas de los laboratorios encuestados con respecto al incremento o no de los costos finales al realizar una selección precisa de los análisis.

De esta manera, del 100% de los encuestados un 55% estuvo de acuerdo en que se disminuiría el costo final, mientras que el 45% restante considera que hay factores adicionales involucrados en el costo de los análisis como la cantidad de reactivos a utilizar, el número de repeticiones requeridas por cada muestra, entre otras, por lo que consideran que a pesar de ser una razón valedera que incrementa costo, no es la más importante.

Gráfico N°11:

Influencia del manejo información para selección de ensayos en la disminución del costo final de los análisis



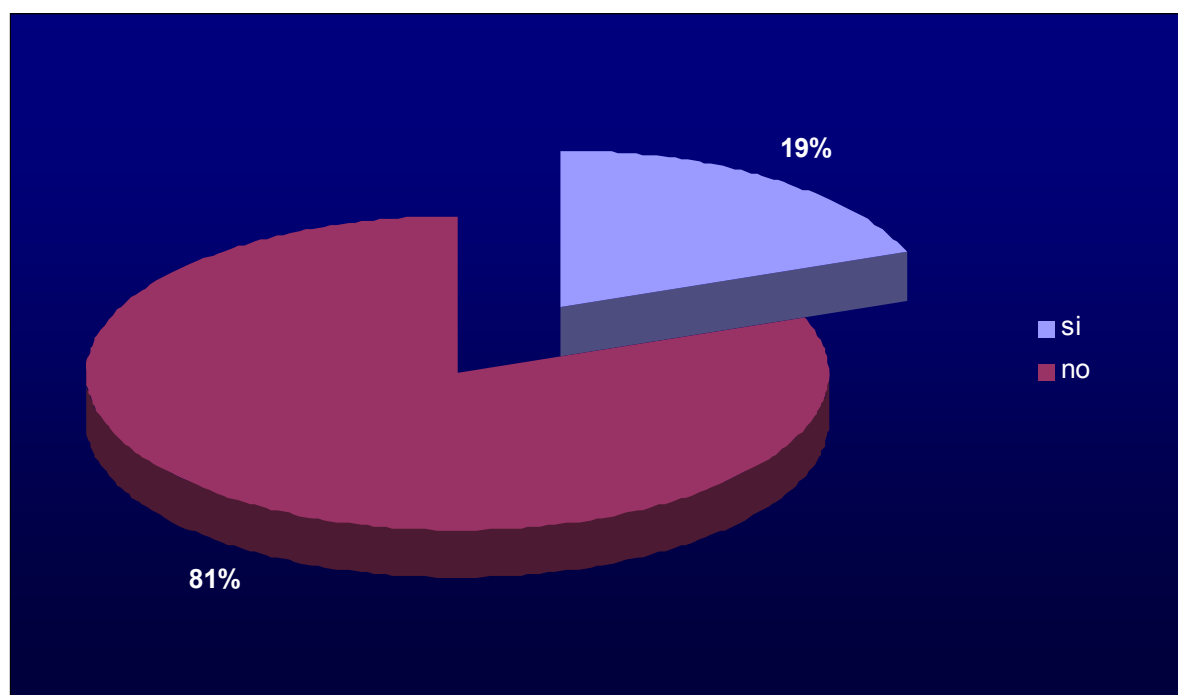
Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

Por otro lado, con la finalidad de saber si los laboratorios invierten mucho tiempo en la selección correcta de los análisis a ejecutar se realizaron las preguntas 10 y 11 (Ver anexo N°1)

El gráfico N°12 representa los resultados obtenidos a la pregunta N°10 referente a la opinión de los encuestados sobre el tiempo requerido para la selección correcta de los análisis a realizar. En este sentido, el 81% de los laboratorios consideran que no se requiere mucho tiempo, ya que como se explicó anteriormente, con frecuencia realizan los mismos análisis a las industrias, varias veces al año, por lo que es de su conocimiento el tipo de ensayo a practicar. Sin embargo un 19% considera que si invierte un tiempo significativo en la selección de los análisis a realizar.

Gráfico N°12:

Opinión del personal con respecto a la inversión de mucho tiempo en la selección correcta de los análisis



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

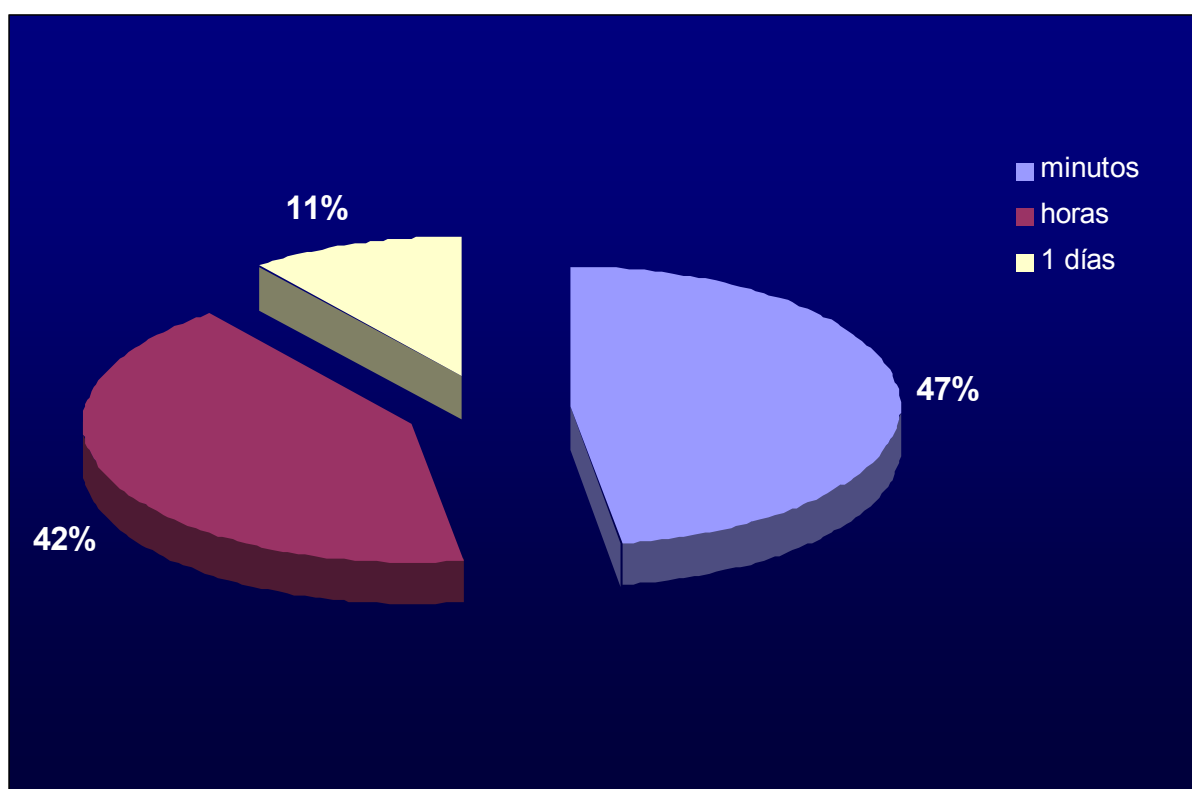
Para corroborar con mayor precisión cuanto tiempo es invertido por los laboratorios en esta selección de los ensayos, se realizó la pregunta N°11. De manera, en el gráfico N°13 se muestran los resultados obtenidos. Aquí podemos observar claramente que el tiempo invertido para la selección de análisis es muy variado. Un 47% de los laboratorios encuestados tarda unos pocos minutos en la selección de

los perfiles requeridos, lo cual concuerda completamente con lo esperado, de acuerdo al análisis realizado en la pregunta anterior.

Sin embargo, de manera contradictoria a los resultados obtenidos en la pregunta anterior un 42% de los encuestados tiende a demorarse unas cuantas horas en la selección de los perfiles, mientras que un 11% de los laboratorios tarda un día, lo cual demuestra que a pesar de que los laboratorios dicen invertir muy poco tiempo en la selección de sus ensayos por conocer las empresas y analizar su vertidos con cierta frecuencia al año, siempre requieren un tiempo prudencial de estudio para la selección de los perfiles a caracterizar.

Gráfico N°13:

Tiempo invertido por los laboratorios ambientales en la selección de los perfiles para la caracterización de los vertidos industriales. Venezuela 2006.



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

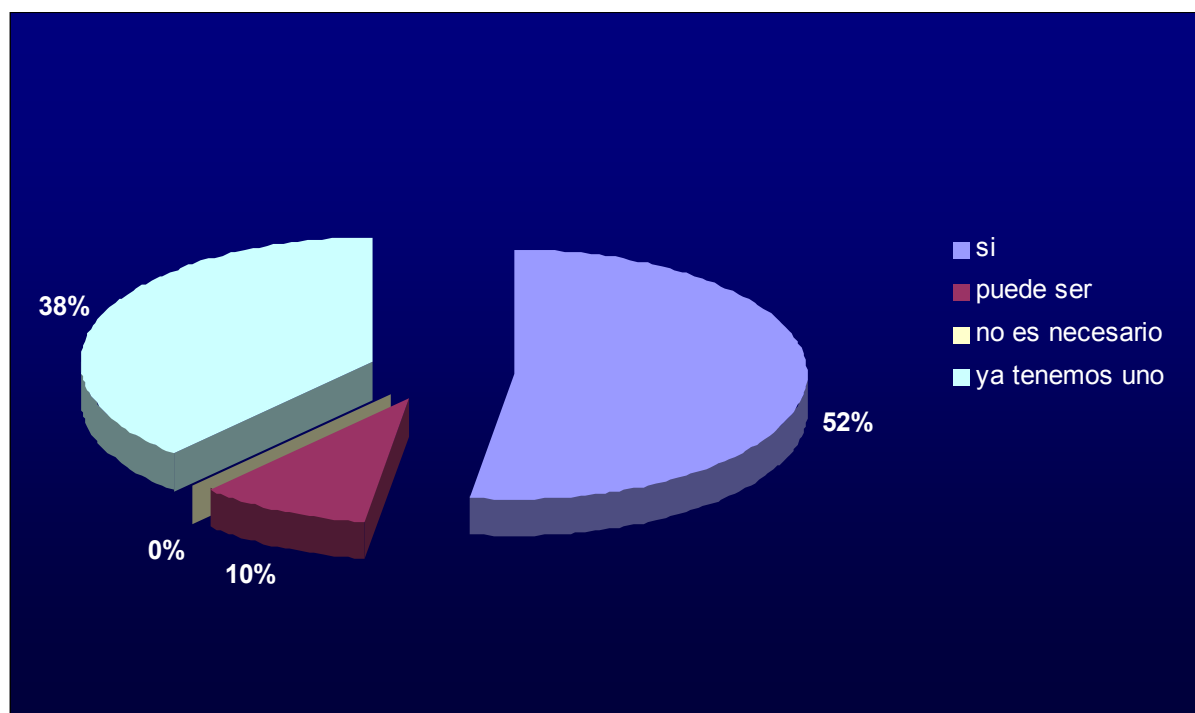
Una vez determinado el tiempo requerido para seleccionar los tipos de análisis a realizar, se le preguntó al encuestado si les gustaría tener un manual de laboratorio que le indique los ensayos adecuados a realizar de acuerdo al tipo de vertido a caracterizar. Los resultados obtenidos a esta pregunta se reflejan en el gráfico N°14. de aquí tenemos que un 52% de los encuestados dio una respuesta afirmativa,

mientras que un 38% reportó ya tener uno propio y un 10% se mostró abierto a la posibilidad. En ningún caso hubo un rechazo a la idea o necesidad de tener el una guía práctica de laboratorios, lo cual está claramente evidenciado en el hecho de que un 38% ya ha elaborado su propio manual.

Es importante destacar que más de la mitad de los encuestados muestran un gran deseo de tener una guía práctica de laboratorios que le permita obtener los principales perfiles requeridos en la caracterización de vertidos.

Gráfico N°14:

Nivel de requerimiento de los laboratorios ambientales de una guía práctica de laboratorios para seleccionar los análisis requeridos por cada vertido. Venezuela 2006



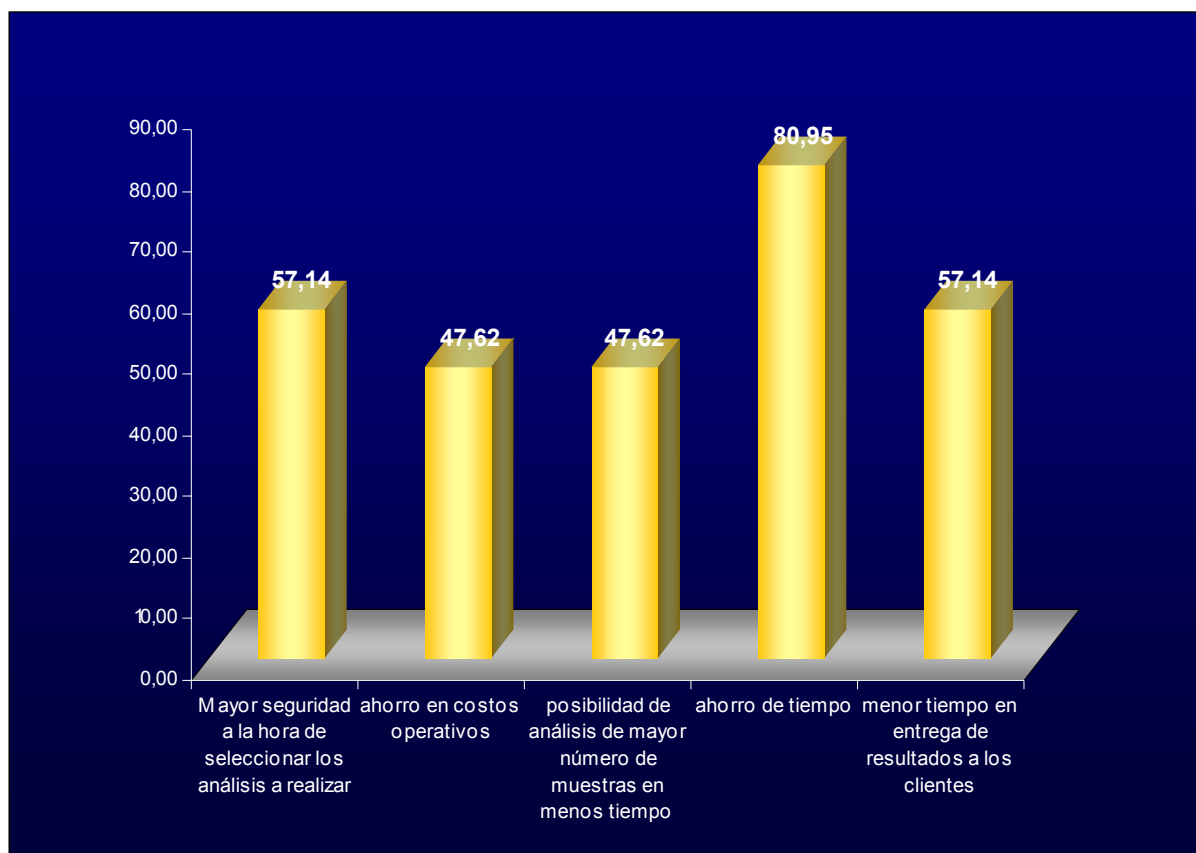
Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

Un vez determinado el requerimiento por parte de los laboratorios de una guía práctica, se le preguntó al encuestado que beneficio creía le podría proporcionar el tener ésta guía práctica. El gráfico N°15 muestra los resultados obtenidos a esta pregunta y se refleja que en general la opinión de los encuestados , siendo el mayor beneficio para ellos el ahorro del tiempo, sin embargo, los beneficios restantes mostrados a continuación también fueron opciones seleccionadas por los encuestados pero en menor proporción:

- ❖ Mayor seguridad a la hora de seleccionar los análisis a realizar
- ❖ Ahorro en costos operativos
- ❖ Posibilidad de análisis de mayor número de muestras en menos tiempo
- ❖ Menor tiempo en entrega de resultados a los clientes

Gráfico N°15:

Beneficio que proporcionaría el uso de una guía práctica en los laboratorios ambientales. Venezuela 2006



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerio del Ambiente. 2006

Finalmente, con la finalidad de tener una información general de los laboratorios se le pregunto al encuestado si tenían algún tipo de certificación y si periódicamente recibían inspecciones o auditorías de parte de las autoridades.

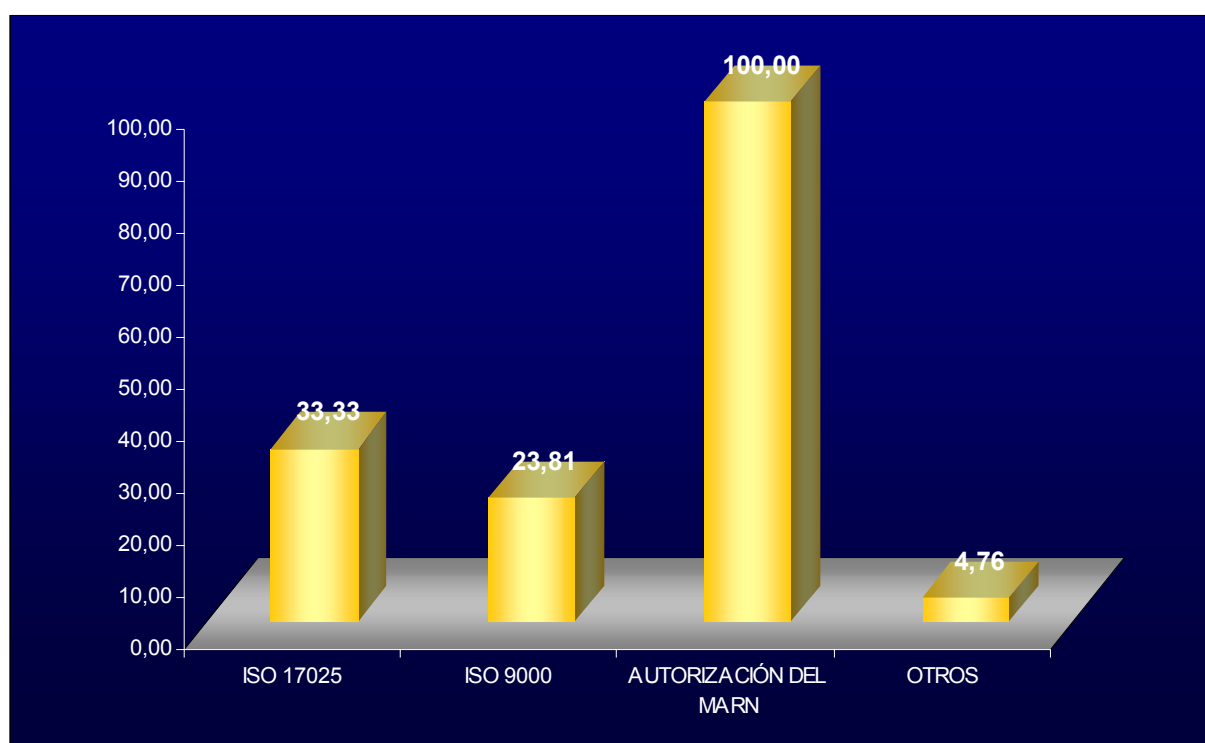
El gráfico N°16 muestra que un 100% de los laboratorios encuestados actualmente presenta permisología por parte del Ministerio del Ambiente para la realización de sus actividades y de igual manera son supervisados por las autoridades

0correspondientes. Lo cual es completamente esperado tomando en cuenta que el listado de laboratorios fue obtenido directamente del MARN.

Por otro lado, se puede observar que sólo un 33% actualmente se encuentra tramitando la certificación ISO 17025 mientras que un 23% está tramitando el ISO 9000.

Gráfico N°16:

Certificados obtenidos por los laboratorios ambientales. Venezuela 2006



Fuente: Cálculos propios. Encuesta realizadas a los laboratorios Ambientales registrados en el Ministerios del Ambiente. 2006

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES:

A través de presente estudio de investigación se pueden concluir que actualmente Venezuela presenta una gran variedad y cantidad de industrias, las cuales se irán incrementando significativamente con el paso de los años, al igual que los efluentes generados durante todos sus procesos.

El incremento significativo en los tipos de efluentes y cantidad de los mismos incidirá directamente en carga, complejidad y dificultad de trabajo a realizar por los laboratorios ambientales, quienes realizan análisis constantes a estos efluentes para determinar sus niveles de contaminación.

En este sentido, la presencia de la “guía práctica de laboratorios” servirá de herramienta para determinar de una manera rápida y eficiente los tipos de análisis requeridos en la caracterización de los vertidos de acuerdo al tipo de efluente.

Esta herramienta de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta de nuestra investigación le proporcionaría al usuario un ahorro significativo de tiempo, una mayor seguridad a la hora de seleccionar los análisis a realizar, un ahorro en costos operativos, una posibilidad de analizar un mayor número de muestras en menos tiempo y la posibilidad de entregar los resultados de los análisis en menor tiempo.

Adicionalmente se consideró de acuerdo a la encuesta que la guía sería ampliamente aceptada por los laboratorios ya que más del 50% de los laboratorios actualmente tienen la necesidad de una guía de laboratorios con estas características que les ayude a determinar la selección de los perfiles requeridos en la caracterización de vertidos, sin contar con que se determinó que dada la utilidad de este instrumento ya un 38% laboratorios han elaborado su propia herramienta.

Es importante destacar que en la actualidad el 100% de los laboratorios encuestados analiza vertidos industriales por lo la guía práctica podría ser una herramienta de gran utilidad facilitándoles la selección de los análisis requeridos para la caracterización de vertidos y generando ahorro de tiempo y costos.

5.2 RECOMENDACIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos a esta investigación recomendamos:

- ❖ La aplicación de la guía para la preselección de los perfiles de ensayos a fin de generar disminución de costos y tiempo.
- ❖ La presentación de los resultados de laboratorio acompañados de la selección previa lograda con la guía práctica.
- ❖ El uso de la guía práctica en conjunto con el sistema en Excel diseñado para una más rápida obtención de los resultados.
- ❖ Actualizar la base de datos “identificador de vertidos” en caso de ser necesario.
- ❖ Incorporar laboratorios dedicados a la realización de análisis ambientales en la zona sur del país, ya que en la actualidad solo se cuenta con uno
- ❖ Que los laboratorios legalicen su acreditación ISO 17025, ya que en la actualidad sólo un 33% de éstos se encuentra en trámites. El cumplimiento de esta normativa garantizará a los compradores, a los usuarios y a los consumidores, que la calidad y la seguridad de sus ensayos y servicios, es evaluada por organismos competentes y perfectamente cualificados

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Agua ácida: Agua que contiene una cantidad de sustancias ácidas que hacen al pH estar por debajo de 7,0.

Agua blanda: Cualquier agua que no contiene grandes concentraciones de minerales disueltos como calcio y magnesio.

Agua contaminada: La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.

Agua desmineralizada: Agua que es tratada contra contaminante, minerales y está libre de sal

Agua de percolación: Agua que pasa a través de la roca o del suelo bajo la fuerza de la gravedad.

Agua dura: Agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve malamente en las aguas duras.

Agua envasada: Agua que se vende en los envases de plásticos para ser bebida y/o para uso doméstico.

Agua potable: Agua que es segura para beber y para cocinar.

Agua producto: Agua que ha sido pasada a través de una planta de tratamiento de aguas residuales y está lista para ser entregada a los consumidores.

Agua salobre: Agua que no está contenida en la categoría de agua salada, ni en la categoría de agua dulce. Esta agua está contenida entre las dos anteriores.

Agua segura: Agua que no contiene bacterias peligrosas, metales tóxicos, o productos químicos, y es considerada segura para beber.

Agua subterránea: Agua que puede ser encontrada en la zona satura del suelo; zona que consiste principalmente en agua. Se mueve lentamente desde lugares con

alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión, como los ríos y lagos.

Agua superficial: Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

Agua ultra pura: Una manera de trabajo especializado que demanda la creación de un agua ultra pura. Un número de técnicas son usadas, entre otras; filtración por membrana, intercambio iónico, filtros submicroscópicos, ultra violeta y sistemas de ozono. El agua producto es extremadamente pura y no contiene mucha concentración de sal, componentes orgánicos o pirogénicos, oxígeno, sólidos en suspensión y bacterias.

Aguas brutas: Entrada antes de cualquier tratamiento o uso.

Aguas grises: Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, cuarto de baño, aguas de los fregaderos, y lavaderos.

Aguas hipoanóxicas: Aguas con una concentración de oxígeno disuelto menor que 2mg/L, el nivel generalmente aceptado como mínimo requerido para la vida y la reproducción de organismos acuáticos.

Aguas negras: Aguas que contiene los residuos de seres humanos, de animales o de alimentos.

Aguas receptoras: Un río, un lago, un océano, una corriente de agua u otro curso de agua, dentro del cual se descargan aguas residuales o efluentes tratados.

Aguas residuales: Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

Aguas residuales brutas: Aguas residuales sin tratar y sus contenidos.

Aguas residuales municipales: Residuos líquidos, originados por una comunidad. Posiblemente han sido formadas por aguas residuales domésticas o descargas industriales.

Aguas Servidas: Aguas utilizadas o residuales provenientes de una comunidad, industria, granja u otro establecimiento, con contenido de materiales disueltos y suspendidos.

Análisis de muestras: Diferentes Exámenes o ensayos realizados para determinar con precisión la composición de sus componentes

Analito: es el componente (elemento, compuesto o ión) de interés analítico de una muestra

Calidad de un cuerpo de agua: Caracterización física, química y biológica de aguas naturales para determinar su composición y utilidad al hombre y demás seres vivos.

Carga másica de un efluente: Cantidad total de contaminante descargado por unidad de tiempo

Caudal de diseño de control: Caudal específico seleccionado en un curso de agua (río o estuario) para servir de base al diseño de control de la contaminación del mismo y, por lo tanto, de control de los vertidos o efluentes líquidos contaminantes que a él sean descargados. La estipulación del caudal de diseño de control fija las condiciones hidrológicas para las cuales se aplican las normas de calidad de agua y la capacidad de asimilación de contaminantes del curso del agua del receptor, a los fines de control de vertidos o efluentes

Clinker: es un producto de cemento intermedio que se obtiene mezclando arcilla, caliza y óxido de hierro en un horno a 1,450 grados centígrados. Se utiliza aproximadamente una tonelada de clinker por cada 1.1 toneladas de cemento gris

Conductividad: La cantidad de electricidad que un agua puede conducir. Esta expresada en magnitudes químicas.

Contaminación de las aguas: Acción o efecto de introducir elementos, compuestos o formas de energía capaces de modificar las condiciones del cuerpo de agua superficial o subterráneo, de manera que se altere su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica para el desarrollo de la vida acuática y ribereña.

DBO (Demanda Biológica de Oxígeno): La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.

DBO₅: La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.

DQO (Demanda Química de Oxígeno): Cantidad de oxígeno (medido en mg/L) que es consumido en la oxidación de materia orgánica y materia inorgánica oxidable, bajo condiciones de prueba. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al BOD, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados.

Descarga Submarina: Descarga de aguas servidas, crudas o tratadas, desde la costa hasta un punto final de descarga en el fondo de un sector marino-costero, mediante una tubería o conducto.

Efluente: La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua, a un tanque de oxidación, a un tanque para un proceso de depuración biológica del agua, etc. Este es el agua producto dada por el sistema.

Lixiviación: El proceso por el cual constituyentes solubles son disueltos y filtrado a través del suelo por la precolación del fluido.

Lixiviado: Agua que contiene sustancias sólidas, por tanto esta contiene ciertas sustancias en solución después de percolar a través de un filtro o el suelo.

No potable: Agua que es insegura o desagradable para beber debido a su contenido en contaminantes, minerales o agentes infecciosos.

Perfil de laboratorio: Son los diferentes ensayos que deben realizarse a una muestra para determinar su caracterización

pH: El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por la concentración de iones presentes. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la

cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.

Productos químicos inorgánicos: Sustancias químicas de origen mineral, no formada básicamente por átomos de carbón.

Salinidad: La presencia de minerales solubles en el agua.

Sólidos disueltos: Materiales sólidos que se disuelven totalmente en agua y pueden ser eliminados por filtración.

Sólidos sedimentables: Producto sedimentables y son eliminados en ese camino. Aquellos sólidos suspendidos en las aguas residuales que se depositan después de un cierto periodo de tiempo.

Sólidos suspendidos: Partículas sólidas orgánicas o inorgánicas que se mantienen en suspensión en una solución.

Sólidos totales: Todos los sólidos en el agua residual o aguas de deshecho, incluyendo sólidos suspendidos y sólidos filtrables.

Solubilidad: La cantidad de masa de un compuesto que puede disolverse por unidad de volumen de agua.

ST Sólidos totales: El peso de todos los sólidos presentes en el agua por unidad de volumen. Esto es usualmente determinado por evaporación. El peso total concierne tanto a materia suspendida y disuelta orgánica e inorgánica.

Turbidez: Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida.

Vertido líquido: Descarga de aguas residuales que se realiza de forma directa o indirecta a los cauces mediante canales, desagües o drenajes de agua, descarga directa sobre el suelo o inyección en el subsuelo, descarga a redes cloacales, descargas al medio marino-costero y descargas submarinas

BIBLIOGRAFIA

- APHA, AWWA, WPCF. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. (1992) Preparado y publicado conjuntamente por: American Public Health Association APHA, American Water Works Association AWWA, Water Pollution Control Federation WPCF. Ediciones Díaz de Santos, S.A. 17 Edition.
- Buroz Castelo, Eduardo. (1998). La Gestión Ambiental. Marco de Referencia para las Evaluaciones de Impacto Ambiental. Fundación Polar. 376 pgs
- Comisión Nacional del Medio Ambiente – Región Metropolitana. Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. Industria Elaboradora de Pinturas. Agosto 1998. Santiago de Chile.
- Comisión Nacional de Normas Técnicas Sub-Comisión de Aguas. Decreto N°883: Normas para el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua (Versión Final Ministerio del Ambiente Y de los Recursos Naturales.) 1995
- Fernández Guilarte, Magdyn; Jannour Kalach, Geny. Evaluación y diseño del control de vertidos líquidos para la extracción de piedras y arenas utilizados en la elaboración del concreto: Caso mina de araguita, estado Miranda. Trabajo especial de grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas- Venezuela, septiembre 2003.
- Girón R, Railed R. (2002) Guía para el estudio de vertidos líquidos industriales. Informe de pasantía, no publicado, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Guía para la aplicación del Decreto N°883 relativo a Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Caracas 1997. MARNR
- Guía para la Calidad del Agua Potable (1985). Organización Panamericana de la Salud. 136 pgs

Kemmer, Frank N.; Callion, John Mc.; (1989) Manual de Aguas. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. México. Tomos I, II y III.. Mc GRaw – Hill. Nalco Chemical Company.

Manual de disposición de aguas residuales. (1991) Lima.GZH Cooperación Técnica República Federal de Alemania: Programa de Salud Ambiental, Tomo I y II. CEPIS, OPS.

Manual para Inspectores. Control de Efluentes Industriales. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Argentina. Recuperado en Julio 2005

[.http://www.medioambiente.gov.ar/documentos/prodia/contaminacion/manual02.pdf,](http://www.medioambiente.gov.ar/documentos/prodia/contaminacion/manual02.pdf)

Nemerow, Nelson L. ; Blume, Hermann. (1977) Aguas Residuales Industriales. Teorias, Aplicaciones y Tratamientos. Ediciones – Rosario, 17 Madrid -5. Primera Edición Española.

Metcalf & Heddy, Inc. (1995) Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Tercera Edición. Volumen I. Mc – Hill.

Principales Problemas Ambientales en Venezuela. (1998) Segunda Edición. Editor FUNDAMBIENTE.

Primera Comunicación Nacional en el Cambio Climático de Venezuela. Caracas (2005). MARNR. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo. Fondo Mundial para el Medio Ambiente.

Salas, Henry J.; Leomax Dos Santos, José; Lobos, José E. Manual de evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales. (Diciembre 1988) (Versión actualizada, enero 2001) CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS)

Sans Forfria, Ramón; Ribas, Joan de Pablo. (1999) Ingeniería Ambiental. Contaminación y Tratamiento. Colombia. Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.

Secanez Calvo, M. (1977) La Contaminación Agraria. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de agricultura.

Seoanez Calvo, Mariano y equipo de colaboradores. (1999). Ingeniería del Medio Ambiente Aplicada al Medio Natural Continental. Madrid, Barcelona y México. 2 Edición. Colección Ingeniería del Medio Ambiente. Ediciones: Mundi - Prens

Standard Methods for The Examination of water and wastewater (1999) 20th Edition. Edited by: S. Clesceri, Leonore; E. Greenberg, Arnold; D. Ealon, Andrew

Treatment data for Photographic Wastes (1954). Public work 85, 104

<http://www.awwa.org/>. Recuperado en Julio 2005

<http://www.camdipsalta.gov.ar/INFSALTA/economia/tabaco.htm>. Recuperado en Julio 2005

<http://www.cepis.ops-oms.org/>. Recuperado en Julio 2005

<http://www.conindustria.org/>. Recuperado en Julio 2005

<http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>. Recuperado en Julio 2005

<http://www.lennotech.com/espanol/glosario-agua.htm>. Recuperado en Julio 2005

<http://lnweb18.worldbank.org/essd/envext.nsf/51ByDocName/PollutionPreventionandAbatementHandbookIndustrySectorGuidelines>.
Recuperado en Julio 2005

<http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm>. Recuperado en Julio 2005

<http://www.osha.gov/SLTC/index.html>. Recuperado en Julio 2005

<http://www.paho.org/spanish/paho/mission.htm>. Recuperado en Julio 2005

<http://www.ramsar.org/indexsp.htm>. Recuperado en Julio 2005

ANEXOS

ANEXO I: Formato de encuesta realizada a los laboratorios

Nombre de la empresa:

Nombre del encuestado:

1. El análisis ambiental que realiza esta empresa esta dirigido a:

Agua	_____
Suelo	_____
Aire	_____
Todos los anteriores	_____
Otro (Especifique)	_____

2. Podría señalar la composición de su personal

	Nº de personas
Técnicos	_____
Ayudantes	_____
Profesionales	_____
Otros (especifique)	_____

3. Al realizar análisis de agua específicamente que tipo de aguas analizan

Agua potable	_____
Aguas residuales domésticas	_____
Aguas residuales de origen industrial	_____
Aguas marinas	_____
Otras (especifique)	_____

4. Normalmente cuál es el tipo de aguas residuales que analizan y con que frecuencia

Tipo de industrias	diaria	Semanal	Mensual	anual	Nunca
Industrias mineras	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias de maíz	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias refinadoras de azúcar	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias farmacéuticas	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias de vidrio, cerámica y refractarios	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias lácteas	_____	_____	_____	_____	_____
Industria de cosméticos y afines	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias productoras de cerveza	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias fabricantes de productos médicos, quirúrgicos y afines	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias productoras de cemento	_____	_____	_____	_____	_____
Industrias químicas y petroquímicas	_____	_____	_____	_____	_____

Tipo de industrias	<u>diaria</u>	<u>Semanal</u>	<u>Mensual</u>	<u>anual</u>	<u>Nunca</u>
Industrias de aceites, grasas vegetales y comestibles	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
Industrias de bebidas	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
Industrias productoras de pulpa, papel y cartón	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
Industrias metalúrgicas	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
Industrias de alimentos	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>

5. En general, efectúan ustedes un estudio previo para seleccionar los tipos de análisis de caracterización de vertidos

Sí
 No

6. Cuáles son sus herramientas para seleccionar los perfiles de ensayos a realizar:

Normas COVENIN
 Standard Methods de la AWWA (Edición última)
 Decreto # 883 y Resolución MINSAS # 356
 OTROS

7. Podría cuantificar el Número de Ensayos/Muestra analizadas por día?

1-5
 6-10
 11-15
 Más de 15

8. Que tan frecuente es la selección de ensayos erróneos para la caracterización de ciertos vertidos

Diaria
 Semanal
 Mensual
 Anual

9. Piensa usted que de tener la información precisa para la selección de ensayos podría disminuir los costos finales de análisis

Si
 No

10. Considera usted que se invierte mucho tiempo en la selección correcta de los análisis a realizar

Si
 No

11. En general, antes de comenzar los análisis a las muestras, cuánto tiempo invierten en la selección de los perfiles adecuados

Minutos	_____
Media Hora	_____
Varias Horas	_____
Un día	_____
Varios Días	_____

12. Le gustaría tener un manual de laboratorios que le indique los ensayos adecuados a realizar de acuerdo al tipo de vertido a caracterizar

Si, definitivamente	_____
Puede ser	_____
No es necesario	_____
Ya tenemos uno	_____

13. Cree usted que este manual le proporcionaría cuáles de los siguientes beneficios:

Mayor seguridad a la hora de seleccionar los análisis a realizar	_____
Ahorro en costos operativos	_____
Posibilidad de análisis de mayor número de muestras en menos tiempo	_____
Ahorro de Tiempo	_____
Menor tiempo en entrega de resultados a los clientes	_____

14. Está su laboratorio certificado

ISO 17025	_____
ISO 9000	_____
Otra (Especifique)	_____

15. Recibe su laboratorio inspecciones o auditorias por parte de autoridades?

Si	_____
No	_____

ANEXO II: Contaminantes Inorgánicos

Tabla N°16: Toxicología – Contaminantes Prioritarios. Sustancias Inorgánicas

SUSTANCIA	TIPO DE INDUSTRIA	EFFECTOS
Arsénico	Industria del vidrio, Insecticidas, Síntesis química aditivos para la aleación de metales (Cobre y Plomo) en sondas, mallas, cables.	Mutagénico, Cancerígeno, Lesiones cutáneas. A largo plazo: efectos cardiovasculares, hepatorenales, neurológicos, Teratogénicos,
Bario	Aleaciones en tuberías de aspiración, desoxidante para el Cobre, lubricante para rotores aniónicos en tubos de rayos X, aleaciones para bujías Inflamable.	A largo plazo: bloqueo nervioso y aumento de la presión sanguínea.
Cadmio y Sus Compuestos	Fábrica de Acumuladores, Industria Electrónica (pilas)., Industria Metalúrgica., Fabricación de Polímeros. Cables de transmisión de Potencia. Fosforescencia para la televisión. Pigmentos cerámicos, Litografía, Fotografía.	Carcinógenos, Mutagénicos. Los compuestos solubles son altamente Tóxicos. A largo plazo: se concentra en el hígado, páncreas, riñones y tiroides.
Cromo	Cromado, antioxidante, aceros al Cromo, pigmentos, curtidos de cueros, tinturas, litografía, producción de Antraceno, Antraquinona.	Cr 3+ oligoelemento esencial Cr6+ efectos en piel, tracto respiratorio, daño hepático, a los riñones, Mutagénico. Cancerígeno y corrosivo para tejidos
Mercurio	Electrodos, fabricación de Soda Cáustica- y de Hipoclorito de Sodio. Catalizadores químicos. Pinturas antifúngicas, amalgamas, recubrimiento de espejos.	Mutagénicos Teratogénicos altamente Tóxico por adsorción cutánea y por inhalación. A largo plazo: Tóxico para el Sistema Nervioso Central.
Níquel	Electrólisis, Aceros inoxidables. Aceros especiales, acumuladores, pinturas, catalizadores Nutriente esencial.	Efectos Carcinogénicos, Dermatitis de contacto, Asma.
Plomo	Fabrica de baterías, Aditivos Alquil -Pb., Industria eléctrica, Industria química, Pinturas caños de Plomo, Aditivos para gasolina.	Intoxicación saturnina. Tóxico por ingestión, o inhalación. A largo plazo: daños al cerebro y a los riñones. Defectos de nacimiento.
Selenio	Electrónica (células fotoeléctricas), Semiconductores, Colorante para vidrios, Anticorrosivo para metalurgia, Catalizadores para caucho, Fotografía, industria Farmacéutica.	Convulsiones, lesiones de piel (manchas rojas) y páncreas, teratogénesis, daño hepático

Fuente: Manual de disposición de aguas residuales, (1991); <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm>;
<http://www.osha.gov/SLTC/index.html>

ANEXO III: Contaminantes Orgánicos

Tabla N°17: Toxicología – Contaminantes Prioritarios. Compuestos Orgánicos

SUSTANCIA	TIPO DE INDUSTRIA	EFFECTOS
Acetato De N-Butilo	Disolvente en las industrias: (Plástica, Pintura y Barnices, etc.). Agente de extracción. Síntesis orgánica, Perfumerías, etc. Se hidroliza fácilmente y forma ác. Acético y alcohol Butílico, el Ácido liberado provoca corrosión. Reacciona con oxidantes. Líquido inflamable, forma con el aire mezclas explosivas.	Los vapores son irritantes para mucosas oculares y vías respiratorias, puede provocar lesiones cutáneas-
Acetona	Disolvente en las industrias: (Pintura y Barnices, etc.). Agente de extracción. Síntesis orgánica, Fabricación de gases comprimidos. Inflamable, puede provocar mezclas explosivas con el aire.	Los vapores son irritantes para mucosas oculares y vías respiratorias, puede provocar lesiones cutáneas
Ácido Cianhidrico	Fabricación de Insecticidas, derivados Acrílicos, Cianuros metálicos, FerroCianuros, etc. En estado puro es estable, líquido Inflamable, puede formar mezclas explosivas con el aire.	Tóxico, es un veneno, impide la fijación de oxígeno en los tejidos, provocando la muerte por paro cardio-respiratorio
Acroleina (Aldehído Acrílico)	Síntesis Orgánica (Plastificantes, metionina, etc.) Inflamable y Explosivo en mezclas con el aire, reacciona fuertemente con productos Ácidos, básicos u oxidantes.	Provoca intoxicaciones agudas. Fuertemente irritante.
Alcohol Isopropílico	Disolvente en las industrias de pinturas y barnices. Síntesis Orgánicas (fabricación de Acetona y Acetato de Isopropilo), industria de perfumes y productos farmacéuticos, deshidratación de diversas sustancias (azúcar, almidón, gelatina), secado de films fotográficos, Galvanoplastia, etc. Producto estable a temperatura ordinaria, frente a oxidantes enérgicos reacciona en forma exotérmica provocando riesgo de explosión. Inflamable.	Irritante para las mucosas oculares y respiratorias, en alta concentración posee efectos narcóticos sobre el sistema nervioso central.
Benceno	Disolvente, Síntesis Orgánica, Fabricación de Fenol, Ciclohexano (para la fabricación de nylon), Dodecibenceno (detergentes), Estireno, derivados Clorados, Nitrobenceno (materias colorantes), etc. Líquido Inflamable, puede formar mezclas explosivas con el aire.	Es el más peligroso de todos los disolventes, altera la formación de eucocitos, puede ocasionar Leucemia. Carcinógeno.
Ciclohexano	Disolvente de aceites, grasas, caucho, resinas pinturas, tintas heliográficas, etc. Inflamable, forma mezclas explosivas con el aire	Tóxico, es menos nocivo que el Benceno
Difenilo (Fenilbenceno)	Síntesis Orgánica, fabricación de derivados Clorados, nitrados y aminados. Refinado de aceites	El vapor y los polvos son irritantes sobre las mucosas conjuntivales y respiratorias.

SUSTANCIA	TIPO DE INDUSTRIA	EFFECTOS
	lubricantes. Preparación de fluido dieléctrico y de fluidos de intercambiadores de calor, complementario del teñido de fibras de poliéster. A temperatura ordinaria es un producto volátil, es poco inflamable. En forma de polvo da mezclas explosivas con el aire.	
Etil Benceno	Disolvente. Producto intermedio en la fabricación de estireno.	Inflamable, riesgo de incendio, Tóxico por ingestión, inhalación y adsorción cutánea.
Tolueno	Gasolina de aviación y de alto octanaje, disolvente para pinturas y recubrimientos, diluyente y fluidificante de materiales con nitrocelulosa, fabricación de productos químicos: benceno, fenol, caprolactama, sulfonatos de tolueno (detergentes),	Inflamable, riesgo de incendio, Tóxico por ingestión, inhalación y adsorción cutánea.

Fuente: Manual de disposición de aguas residuales, (1991); <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm>;
<http://www.osha.gov/SLTC/index.html>

ANEXO IV: Contaminantes Halogenados

Tabla N°18: Toxicología – Contaminantes Prioritarios. Compuestos Halogenados

SUSTANCIA	TIPO DE INDUSTRIA	EFFECTOS
Clorobenceno	Diluyente y Disolvente en industria de pinturas y barnices. Desengrasante de la industria textil y metalúrgica, fabricación de fungicidas y bactericidas, etc.	: Inflamable, Reacción violenta con oxidantes. Narcótico potente, menos tóxico que el Benceno.
Cloroetano	Cloruro de polivinilo y copolímeros, síntesis orgánica, adhesivos para plásticos.	Extremadamente tóxico e inestable. Carcinógeno.
Diclorometano	Eliminación de pinturas, desengrasante, procesamiento de plásticos, impulsor de aerosoles, disolvente de acetato de celulosa	Tóxico, carcinógeno, narcótico.
Dicloropropano	Decapado de pinturas y barnices. Desgrasado de metales, desmanchado en tintorería, extracción de aceites, grasa, ceras. Diluyente y disolvente de pinturas y barnices, estabilización de Tetraetilo de Plomo, desinfección de suelos, Síntesis Orgánica. Reacción violenta con oxidantes.	Inflamable forma mezclas explosivas con el aire. Tóxico por inhalación, causa depresión del sistema nervioso central, puede provocar trastornos hepáticos y renales.
Tetracloroetano	Disolvente para el lavado en seco, agente desengrasador, secador de metales y otros sólidos. Fabricación de fluorocarbonos.	: Irritante para piel y ojos

Fuente: Manual de disposición de aguas residuales, (1991); <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm>;
<http://www.osha.gov/SLTC/index.html>

ANEXO V: Contaminantes Orgánico - Halogenados

Tabla N°19: Toxicología – Contaminantes Prioritarios. Pesticidas, Herbicidas, Insecticidas (Orgánico-Halogenados)

SUSTANCIA	TIPO DE INDUSTRIA	EFFECTOS
Endrina	Insecticida-fumigante	Tóxico por inhalación y adsorción cutánea. Carcinógeno
1,2-Dibromoetano	Fabricación de compuestos alquilados de Plomo en fluidos antidetonantes. Fabricación de insecticidas. Industria de colorantes, productos farmacéuticos, Síntesis Orgánica, extracción de aceites, Grasas, ceras. En condiciones normales de utilización no es explosivo ni inflamable, pero en contacto con ciertos productos puede reaccionar en forma explosiva (ej. Con Amoniaco líquido).	: Es Tóxico por inhalación. En contacto con la piel produce dermatitis de gravedad variable, quemaduras.
1-2- Diclorobenceno	Diluyente y Disolvente en industria de pinturas y barnices. Desengrasante en la industria textil y metalúrgica. Fabricación de productos dieléctricos, extracción de Grasas, fabricación de fungicidas o insecticidas, industria de colorantes, fabricación de productos farmacéuticos, Síntesis Orgánica.	Reacción violenta con oxidantes, formación de productos Clorados. Tóxico Inflamable. Los vapores son irritantes para las mucosas oculares, y las vías respiratorias superiores. Efectos narcotizantes. A largo plazo, el contacto con la piel puede provocar dermatosis.
1-2 Dicloroetano	Decapado de pinturas y barnices, desgrasado de metales, desgrasado de pieles, extracción de aceites, Grasas, ceras, diluyente y disolvente de la industria de pinturas y barnices, fabricación de fibras plásticas (Cloruro de Polivinilo, Poliestireno, desparafinado de aceites, estabilización de Tetraetilo de Plomo, Síntesis Orgánica Reacción enérgica con oxidantes, Inflamable, se descompone emitiendo productos Tóxicos.	Tóxico por inhalación, en contacto prolongado con el líquido produce dermatitis eccematiforme, en caso de ingestión evoluciona en varias fases pudiendo llegar al coma final con signos hepáticos, pulmonares y renales.
1-2 Dicloroetileno	Desengrasante de piezas metálicas, descafeinado de café extracción de aceites, grasa, ceras, colorantes perfumes y numerosos productos orgánicos. Inflamable de 1ª categoría puede formar mezclas explosivas con el aire.	Es el más peligroso de los derivados Clorados del etileno. Tóxico por ingestión, irritante de tejidos y mucosas, ataca centros nerviosos.
Lindano:	Pesticida	Tóxico por inhalación, ingestión y adsorción cutánea.
Metoxicloro	Insecticida	Tóxico
Silvex:	Herbicida, regulador del crecimiento de plantas.	Tóxico. Su uso está restringido
Toxafeno:	Insecticida y fumigante	Tóxico por inhalación, ingestión y adsorción cutánea

Fuente: Manual de disposición de aguas residuales, (1991); <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm>;

ANEXO VI: Listado de laboratorios Ambientales inscritos en el MARNR

NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE Nº REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	OTECNAGUA Av. Minerva, Qta. Francy, Nº 28, Urb. Las Acacias, Caracas. (02) 693-67-18 0414 2040693 Fax. 0212 6934957 Ing. Luisa Arismendi Senior. 01-014 29/06/2006 Mercurio, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, CN, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Aluminio, Plata, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE Nº REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	INCOQUIM Edif. Torre Boleita, piso 10, Local 10-B, Av. Rómulo Gallegos, Boleita, Caracas. (02) 235- 31-55 y 235-13-11, Fax. (02) 235-31-55. Lic. José Gregorio Contreras. 01-004 29-06-2006 DQO, PT, Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, CN, Pb, Fe, Cu, Mn, Zn, fuera del rango aceptable. Desincorporado Temporalmente
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE Nº REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	BROLAB, S.R.L. Edif. José Jesús, Piso 5, Apto. 5-B, 3Av., Las Delicias de Sabana Grande, Caracas. (0212) 7621912 7631940 0416 6218550 04141171903 Fax. (0212) 762-29-12. Dra. Olgamar Franceschi Lic. Antonio Salinas. 01-023 29-06-2006 Todos los parámetros evaluados, en el rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, CN, Det. Aniónicos, Fe, Cr, Mn.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE Nº REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	ENVIROTEC, C.A. Urb. La Urbina, Calle 11-1, Parcela BS-29, Edif.. Ind. IMI, P2, Distt Sucre, Caracas (0212) 2444879 2444880 Fax. 2394424 Ing. Rogelio Martínez Ing. Ibón de Guarnizo 01-060 29-06-2006 Mercurio, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, CN, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, Ag, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE Nº REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	VENEAGUA, C.A. Av. Libertador, Multicentro Empr. del Este Torre Miranda, Núcleo B, Ofc. 131 y 132, Chacao, Caracas 0212 2760800 2646858 Ing. Carlina López 01-064 13-10-05 DBO, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, NT, PT, Cloruros, Sulfatos, Fenoles, Sólidos Totales
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE Nº REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CENPROACA, C.A. Av. Universidad, Nº 96, El Limón, Maracay, Edo. Aragua. (0243) 283-06-15. Fax. (0243) 283-46-56. Lic. Orlando Lárez. Ing. Marlene Capote. 02-012 27-04-2006 NT, Aceites y Grasas, Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Fluoruro, Cianuros, Cd, Pb, Fe, Cu, Cromo, Mn, Niquel, Zn, Aluminio, Boro.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE Nº REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	TECNI ALIMENTOS, C.A. Locales 7 y 8, C.C.M., Sector la Morita, Carretera Turmero, Turmero, Edo, Aragua. (0243) 269-04-40, 269-33-25 Fax. (0243) 269-09-55 Dra. Carín Soulavy. 02-004 27-04-2006 DBO, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, NT, PT, Cl, Fluoruros, Cianuros, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, B,

NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	DISEÑOS AMBIENTALES (DISA) Urb. El Trigo, Av. Pocater, Qta. Los Corales, N° 88-20 Valencia, Edo. Carabobo. (0241) 842-14-35. Fax. (0241) 842-80-28. Ing. Rafael Dautant Ing. Humberto Martínez. 02-006 24-11-05 PT, F, Det. Aniónicos, Zn, Al., fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, Cloruros, Sulfatos, Fenoles, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, CN, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	TORO Y ASOCIADOS CONSULTORES, C.A. Av. Este- Oeste L-2, Parc. L-54, Urb. Indust. Castillito, G-B, Valencia, Edo. Carabobo (0241) 871 61 41, 871 51 80, 871 60 65, Cel. 014-3401789, Fax. (0241) 871 54 68. Ing. Franz del Gallego. 02-011 29-06-2006 Todos los parámetros evaluados, en el rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, CN, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Al.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO TOXICOLÓGICO DEL AMBIENTE Urb. Los Naranjos, Av. 98, N° 137-44, Parc. 31, Valencia, Edo. Carabobo. (0241) 822 01 55, Fax. (0241) 825 56 20. Fax. 0241 8244350 Lic. César Ordáz. 02-015 29-06-2006 Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cloruros, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, CN, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zinc, Al.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	HIDROLAB TORO CONSULTORES. Av. Montes de Oca, N° 93-63, Valencia, Edo. Carabobo. (0241) 831 28 74 831 26 30 835 55 64 Fax. (0241) 831-28-74. Ing. Miguel Mura. 02-038 29-06-2006 Todos los parámetros evaluados, en el rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, Det. Aniónicos, CN, F, Cd, Pb, Hierro, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, Ag, Hg, Ba, B,
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	TECOTECNIC. Av. Paez, C.C. Guacara, P.B., Local L76, Guacara, Edo. Carabobo. (0245) 565 11 74 Ing. Manuel Pérez Rodríguez. 02-044. 24-11-05 PT, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, Cl, SO ₄ , Sólidos Totales, Aceites y Grasas.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO INDUSTRIAL ANMIPROQUIM Zona Ind. Mun., Av. Henry Ford, C.C. Paseo Las Ind., 2 ^{da} Etapa, P1-137, Valencia, Edo Carabobo 0241 8642121 0416 7319209 Ing. Francisco Superlano 02-054 24-11-05 Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Sólidos Totales, Aceites y Grasas, Hierro, Mn.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CIPRAM, C.A. LABORATORIO INDUSTRIAL. Av. Moyetones, Zona Ind. III, Centro Nueva Segovia, P.B. Barquisimeto, Edo. Lara. (051) 69-07-87 Cel. (014) 50-08-48 Fax. (051) 69-09-15. Ing. América de Décima. 03-028 28-10-04 Fósforo total, Cloruros, Sulfatos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, Fe, Cr, Zn,

NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	SERVIAMBCA, CORO. Calle Arismendi, N°12-83, entre Panamá y Perú, Punto Fijo, Edo. Falcón (0269) 247-25-79, Fax. (0269)246-61-30, MSC. José M. Prieto. 04-003 29-06-2006 DBO, Cl, Fluoruros, Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, NT, PT, SO ₄ , Fenol, A y G, Sólidos Totales, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Aluminio, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CORE LOBORATORIO INTERNACIONAL Calle 25 (via El Moján), Km. 3, Maracaibo, Edo. Zulia. (0261) 757-54-88 757-29-22 757-94-23 757-46-11 Fax. (0261) 757-86-84. Ing. Magdalena Molina 05-001 27-04-2006 CN, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, F, Aceites y Grasas, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zinc, Aluminio, Ag, Hg, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	OCCILAB. Av. 13-A, entre calles 69 y 69-A, N° 69-35, Maracaibo, Edo. Zulia. (0261) 797-79-57, Fax. (0261) 798-70-98. Lic. Lucía Caballero. 05-033 29-06-2006 NT, Cloruro, SO ₄ ., fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, PT, Fenol, Sólidos Totales, CN, F, Aceites y Grasas, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Ag, Al, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	WIDE TEC LABORATORY C.A. Zona Industrial, Primera Etapa, Av. 59, Entre 140 y 146, Maracaibo, Edo. Zulia. 0261 7361313 7362991 7362838 Fax. 0261 7363451 Ing. Doris Parada. 05-039 27-04-2006 CN, Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, Fenoles, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Cd, Pb, Fe, Ni, Cu, Cr, Mn, Zn, Ag, Hg, Al, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	TRUJILLO. Redoma Eje Vial Trujillo- Valera, Urb. El Prado, C.C. Mirabal, Local 3-A, Trujillo. (0272) 672-16-30. Lic. Luis Alirio Méndez. 07-001 27-04-2006 DBO, DQO, NT, Cl, Fenoles, Aceites y Grasas, F, Det. Aniónicos, Mn, fuera del rango aceptable. (Desincorporado temporalmente).
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	GLOBAL ENVIRONMENTAL SERVICES, C.A. (GESCA) Av. Loeffling, Sector Toro Muerto, Colegio de Periodistas, L-4, Puerto Ordaz, Estado Bolívar 0286 9622508 9627904 Ing. Zidy Bastardo 11-005 29-06-2006 Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, PT, Cl, SO ₄ , Fenoles, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, CN, Fluoruro, Hierro, Cromo. Aluminio,
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	HIDROIL S.R.L. Calle Sucre, N° 94, Caicara de Maturín, Edo. Monagas. (092) 31-15-31. 0414 766-55-24 Lic. Aníbal Gutiérrez 12-001 27-04-2006 DBO, DQO, NT, Cloruros, SO ₄ , Fenol, F, Cianuros, Cd, Pb, fuera del rango aceptable. Desincorporado Temporalmente

NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	INTERLAB. DIVISION DE CONTROL AMBIENTAL. Av. Urbaneja, C.C. Classic Center, Local 8, PB, Lecherias, Edo. Anzoátegui (0281) 286-01-58. 014 9807389 Fax. (0281) 286-38-76 Lic. Rosalda Petti de Ferrer Ing. Viginia Calvo 13-013 29-06-2006 Boro, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, CN, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, Hg, Ag, Ba,
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	TRAC-BM. Calle las Peñas, Urb. El Peñonal, Qta. Trac. Laboratorios, E6, Lecherias, Edo. Anzoátegui. (0281) 287 05 05 287 14 84 286 97 54 Fax. 287 20 16 Dr. Manuel Correa, Lourdes Abreu 13-056 27-04-2006 DBO, PT, Fenol, Ni, Todos los parámetros en el rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, NT, Cl, SO ₄ , Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Zn, Aluminio, Hg, Ba, B
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO AMBIENTAL Y BIOQUIMICO, C.A. (AMBIOLAB). Av. Bolívar, Edf. Gabriela, N° 307, Nivel Mezzanina, Local B, Puerto La Cruz, Edo. Anzoátegui. (0281) 267 50 56 Lic. Henry García Sojo 13-015 24-11-05 Fluoruro, Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, CN, Cd, Pb, Fe, Cobre, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, Ag, Mercurio, Ba, Boro
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO OXIALQUILADOS VENEZOLANOS, C.A. (OXI-LAB). Zona Industrial Los Montones, 3ª Etapa al lado de Super "S" Barcelona, Edo. Anzoátegui (0281) 277 33 33 377 34 44 Fax. 277 32 77 Ing. Belkys Arcia 13-017 13-10-05 Todos los parámetros en el rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, CN, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, Ag, Ba, B
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT	ECOLOGIA DE PLANTAS ACUATICAS. Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, U.C.V., Caracas. (02) 605-12-29, 605-22-02 al 09, 012 7247851 Fax.(02) 605-12-29 Dra. Elizabeth Gordon. 01-027 29-06-2006 DBO, CN, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Det. Aniónicos
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT	PLANTA EXPERIMENTAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS (PETA- UCV). Facultad de Ingeniería UCV Frente al Edf. LAGOVEN, Los Chaguaramos, Caracas. (0212) 605-32-61. 605-31-02 Fax. (0212) 692-84-67 María E. Rincones C. 01-008 27-04-2006 Sin participación.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	FUNDACION INSTITUTO DE INGENIERIA. Urb. Monte Elena II, Carretera Nacional Hoyo de la Puerta, Baruta, Edo Miranda. (0212) 943-21-22, 903-46.10 Fax. (0212) 903-47-85, 903-47-87 Cel 016-22-10-90. Dr. José Rus Lic. María Teresa Carranza. 01-044 29-06-2006 Aceites y Grasas, Det. Aniónicos, Cr, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, F, CN, Cd, Pb, Fe, Cu, Mn, Níquel, Zn, Al, Ag, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT	LABORATORIOS UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Baruta, Edo. Miranda. (0212) 906-38-77, 906-37-11, Fax. (0212) 906-37-12. Prof. Haymara Alvarez 01-058 24-11-05 Sulfatos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl.

NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO DE DESECHOS PELIGROSOS U.S.B. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Baruta, Edo. Miranda. (0212) 906-38-76, 906-38-77, Fax. (0212) 906-38-76. Cel. 0416 31-61-24 Prof. Rafael López. 01-034 29-06-2006 fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, PT, Cl, SO ₄ , Fenoles, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zinc.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CENTRO DE QUIMICA ANALITICA Piso 2, Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos, Caracas. (02) 605-22-45 Prof. Miguel Murillo 01-062 24-11-05 No retiró muestras patrón Desincorporado temporalmente
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	FUNDACION TECNOLOGICA DE SEGURIDAD INTEGRAL (FUNSEIN). Zona Ind. Municipal Norte, Cond. Ind. Jiménez Márquez, Calle 92, N°10, Valencia. (0241) 834-67-58 834-68-29 833-39-62 Fax. (0241) 832-32-91. Ing. Beatriz Terán. 02-050 27-04-2006 DBO, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, A Y G, F, Cd, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, Ag, Hg, Ba, fuera del rango aceptable. Desincorporado temporalmente
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	FUNDACION C.I.E.P.E. Zona Ind. San Agustín Rivero, Av. Principal La Independencia, San Felipe, Edo. Yaracuy. (0254) 231-33-92, 231-28-22, 231-98-11 Fax. (0254) 231-38-07 231 93 22 Farm. Eumelia Gómez. 03-001 27-04-2006 DBO, Aceites y Grasas, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, F, CN, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Aluminio, Ag, Hg, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL LISANDRO ALVARADO Prolong. Av. La Salle, Antigua Escuela Ferroviaria, Barquisimeto, Edo. Lara. (0251) 259-21-12, 259-21-13, 259-21-14 Fax. (0251) 241-36-55 Lic. Luis La Rosa. 03-032 27-04-2006 CN, Det. Aniónicos, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Cd, Pb, Fe, Cobre, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, Plata.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL FRANCISCO DE MIRANDA Complejo Docente "Los Perozo", Piso 2, Ala Norte, Coro, Edo. Falcón. (068) 52-86-43, 52-53-22, 52-53-23, 52-53-27 Cel. 014 9680113 Dr. Ivan Leal Granadillo. 04-007 27-04-2006 DQO, NT, CN, Ni, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cobre, Cr, Mn, Zn, Al.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	AGUAS DE HIDROFALCON C.A. Galpón de Hidrofalcón, Zona Industrial Coro, Edo. Falcón (0268) 252-72-43, Fax. 252-72-43 Lic. Hipólita Castejón 04-009 29-06-2006 NT, Al, Ag, B, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos totales, Aceites y Grasas, Cd, Pb, Fe, Cu, Mn, Ni, Zn

NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL AGUA (LUZ). Ciudad Universitaria, Lagunas de Oxidación (LUZ), Maracaibo, Edo. Zulia. (0261) 759 7182 7597195 7597187 Fax. (0261)7597182 Ing. Carmen Cardenas Ing. Luisa Saules 05-025 24-11-05 CN, Aluminio, Fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Ag, Hg, Ba, Boro, Biocidas.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CICASI Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas. Km. 15, Carretera La Cañada, Maracaibo, Edo. Zulia. (0261) 791-3769, 791-50-71, 791-09-52, 791-37-69. Dr. Carlos Alciaturi, Ing. Leida Sebhiant. 05-028 27-04-2006 Cl, Hg, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Cianuro, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zinc, Aluminio, Plata, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	ICLAM Calle 134 entre Av. 17 y 25C, N°17 300, Plaza Las Banderas, Maracaibo, Edo. Zulia. (0261) 2007208 30 72 00 Fax. (061) 64-37-09 64-72-34 Ing. Jesús Castillo, Ing. Zulay Rivas. 05-036 29-06-2006 Pb, Ni, Zn, Ag, Hg, Boro, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, Fluoruros, CN, Det. Aniónicos, Cd, Fe, Cu, Cr, Mn, Aluminio, Ba.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CENTRO DE INVESTIGACIONES LACTEAS RAFAEL RANGEL (CILARR). Final av. 5, Betijoque, Edo. Trujillo. (0271) 6632414 6620696 Lic. María Isabel Romero 07-003 29-06-2006 No retiró muestras patrón Desincorporado temporalmente
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL (LAQUIAM) Villa Universitaria, NURR-ULA, Edif. A, Piso 3, Trujillo, Edo. Trujillo. (0271) 2241390 0272 6711951 Lic. Hector Caraballo 07-005 27-04-2006 DBO, DQO, PT, Cl, SO ₄ , Sólidos Totales, AyG, F, Det. Aniónicos, Cd, Cr, Zn, Al, fuera del rango aceptable. (Desincorporado temporalmente).
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD (UNELLEZ) Carretera Vía Manrique, Km. 4, San Carlos, Edo. Cojedes. (0258) 433-27-57, 433-14-12, 0414 58-56-65 Fax. (0258) 433-12-84 T.S.U. Naudys Vivas 08-002 29-06-2006 Sin participación
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	UNELLEZ PORTUGUESA Carretera Nac. Guanare-Bicucuy, Sec. Mesa de Cavacas, Guanare, Edo. Portuguesa 0257 2568006 al 08, 4154411 Fax. 0257 2568130 2568139 Prof. Nadedjha Quenza de Basile 09-001 27-04-2006 DBO, Fenol, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Det. Aniónicos, Fe, Cu, Mn, Zn, Al, Boro.

NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	FUNDACION LA SALLE DE CIENCIAS NATURALES. Carrera Alonso de Herrera, UD-104, El Roble, San Félix, Edo. Bolívar. (0286) 931-12-81, 31-12-81 Fax. (0286) 931-10-45. Dra. Carmen Urquía Ravelo 11-002 29-06-2006 Todos los parámetros evaluados en el rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, F, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Al, Hg,
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS DE ORIENTE, (CITO) Zona Ind. Los Montones, Cruce AC, Edif. CITO, Barcelona, Edo. Anzoátegui. (0281) 277-01-07, 277-05-11, 277-03-85. Fax. (0281) 277-46-05. Ing. Melchor Rodríguez. 13-005 27-04-2006 DBO, SO ₄ , Sólidos Totales, Cu, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, NT, PT, Cl, Fenol, Aceites y Grasas, F, CN, Det. Aniónicos, Cd, Pb, Hierro, Cr, Mn, Ni, Zn, Aluminio, Plata, Ba, B.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO REGIONAL DE SERVICIOS ANALITICOS (LARSA) La Hechicera, Edif. A, Universidad de los Andes, Fac. de Ciencias, Mérida 0274 240139 22401364 2160382 Fax. 0274 2401286 Profa. Xiomara Romero de Navarro 16-001 27-04-2006 NT, Pb, Cr, Ni, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, Det. Aniónicos, F, Cd, Hierro, Cu, Mn, Zn, Al, Ag, Ba, B,
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO AGUAS DE MERIDA Av. Las Américas, C.C. El Rodeo, piso 2, Mérida, Edo. Mérida. 0274 2446936 2401364 2401392 Ing. Ismenia G. De Maldonado. 16-003 27-04-2006 DBO, DQO, NT, PT, Cr, fuera del rango aceptable. Desincorporado temporalmente
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	I.U.T., DEPARTAMENTO DE QUIMICA APLICADA. I.U.T., Carret. Cumaná- Cumanacoa, Lab. Ambiental, Km. 4, Cumaná, Edo. Sucre. (0293) 467-21-86 467-21-38 67-21-36 Fax. (093) 67-21-53 Prof. Argelia Gutiérrez. 17-006 27-04-2006 DBO, NT, Mn, Zn, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DQO, PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Ni.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA Av. Universidad, Cerro Colorado, Universidad de Oriente, Cumaná, Estado Sucre 0243 4302119 4302141 Prof. Gregorio José Martínez 17-007 27-04-2006 PT, Cl, SO ₄ , Fenol, Hg, fuera del rango aceptable Color, Temp., pH, DBO, DQO, NT, Sólidos Totales, A y G, Cd, Pb, Fe, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn.
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES (CRIA). Universidad de Oriente, Nucleo Nueva Esparta, Guatamare, Estado Nueva Esparta. (0295) 265-65-46 265-65-08 Prof. José Luis Fuentes. 18-001 27-04-2006 PT, Sólidos Totales, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, DQO, Cloruros, Aceites y Grasas, Cd, Fe, Cu, Cr, Ni..
NOMBRE DIRECCION TELEFONOS RESPONSABLE N° REGISTRO ULTIMO CHEQUEO RESULTADO PARAMETROS AUT.	LABORATORIO DE OCEANOGRAFIA QUIMICA (EDIMAR). Fundación la Salle de Ciencias Naturales (Campus Margarita), Punta de Piedra Estado Nueva Esparta. (0295) 2398236 Lic. Luisa Rodríguez 18-004 29-06-2006 Cloruros, Sólidos Totales, fuera del rango aceptable. Color, Temp., pH, DBO, Fósforo Total, Fe, Cu.

ANEXO VII: Calculo del Margen de error y nivel de confianza

Se aplicó el “Muestreo Aleatorio Simple (mas)”, el cual consiste en un método de selección de n unidades sacadas de N , de tal manera que de cada una de las muestras n C_n tienen la misma oportunidad de ser escogidas.”

En el Muestreo Aleatorio Simple el hecho de que, por definición, todas las posibles muestras tienen la misma probabilidad de ser obtenidas, implica que de todos los elementos del Universo Estadístico tienen igual probabilidad de ser seleccionados.

Para nuestro interés, el Universo del estudio es aquel conformado por “Los Laboratorios Ambientales dirigidos al Análisis de Agua, Suelos y Aire”.

Definiremos seguidamente el parámetro de interés y su principal estimador, para lograr obtener un intervalo de confianza que contenga el verdadero valor que deseamos estimar.

PARÁMETRO DE INTERÉS: Proporción de laboratorios que están de acuerdo con tener un manual de laboratorio.

Se obtiene mediante la fórmula: $P_{(mas)} = \sum Y_i / N = A / N$.

Donde Y_i toma valores ceros y unos.

$$Y_i = \begin{cases} 1, & \text{si el laboratorio } i \text{ está de acuerdo con tener un manual de laboratorio.} \\ 0, & \text{si no.} \end{cases}$$

$$P_{(mas)} = \sum Y_i / N = 11 / 51 = 0,215686 \rightarrow \text{Proporción de laboratorios de acuerdo}$$

ESTIMADOR DEL PARÁMETRO: Se obtiene a través de la fórmula;

$$P^*_{(mas)} = \sum Y_i / n = 11 / 21 = 0,523809 \rightarrow \text{Proporción Estimada.}$$

De donde tenemos que:

$$P^* = 0,523809$$

$$Q^* = 1 - P^* = 0,476190$$

Posteriormente procedemos a obtener **LA VARIANZA** del parámetro por medio de la fórmula en términos de Muestreo Aleatorio Simple (mas).

$$\text{Var}^{\wedge}(\hat{P}) = (N-n / N) * (\hat{P}\hat{Q} / n-1) = 0,108979$$

EL ERROR ESTÁNDAR DEL ESTIMADOR DE LA PROPORCIÓN:

$$e^{\wedge}(\hat{P}_{(mas)}) = \sqrt{\text{Var}^{\wedge}(\hat{P})} = \sqrt{(0,01187655)} = 0,108979$$

NIVEL DE CONFIANZA:

Por lo general, se trabajan las estimaciones con un 95% de confianza, este será nuestro nivel de confianza, el cual nos dará a continuación un intervalo de confianza que contenga el verdadero valor del parámetro.

$$I.C^{95\%}(\hat{P}_{(mas)}) = \hat{P}_{(mas)} \pm Z_{\alpha/2} * e^{\wedge}(\hat{P}_{(mas)}) = (0,523809) \pm (1,96)*(0.108979)$$

$$I.C^{95\%}(\hat{P}_{(mas)}) = (0,523809) \pm (0,213598) = [0,310210; 0,737407]$$

Con un 95% de confianza puede esperarse que el verdadero valor de la proporción de laboratorios que están de acuerdo con tener un manual de laboratorios se encuentra comprendido entre 0,31 y 0,73, sobre el total del universo, que contiene a las 51 laboratorios.

MARGEN DE ERROR:

Para obtener un margen de error indicado, usaremos la expresión:

$$\text{ema}(\hat{P}_{(mas)}) = (Z_{\alpha/2} * e^{\wedge}(\hat{P}_{(mas)}))$$

ema: error máximo admisible, se refiere al nivel de precisión requerido para la estimación de una muestra.

En este caso;

$$\text{ema}(\hat{P}_{(mas)}) = (Z_{\alpha/2} * e^{\wedge}(\hat{P}_{(mas)})) = (1.96)*(0,108979)$$

$$\text{ema} (\hat{P}_{(\text{mas})}) = 0,213608$$

Bajo el error máximo admisible, observaremos qué tamaño de muestra es necesario para estimar la proporción de laboratorios que están de acuerdo con tener un manual de laboratorio con un ema de 0,213608

Calculamos “n” como:

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \cdot \hat{P} \cdot \hat{Q}}{\text{ema} (\hat{P})^2} = \frac{(1,96)^2 \cdot (0,5238) \cdot (0,47619)}{(0,213608)^2}$$

$$n = 0,9582038 / 0.045628 = 21,0017 \approx 21 \text{ Laboratorios.}$$

CONCLUSION ACERCA DEL ESTUDIO:

Por lo tanto la muestra de $n = 21$ laboratorios, es la muestra necesaria para la estimación de la proporción de laboratorios que están de acuerdo con tener un manual de laboratorios, debido a que el “n” tomado ($n=21$) representa por completo a la muestra necesaria para la estimación. Lo que genera una estimación aceptable dentro de los estándares permitidos para la selección de una muestra.

De esta manera, el estudio realizado en los 21 laboratorios presenta un error de 0,2136; en otras palabras, el nivel de precisión de la estimación es considerablemente alto, lo que permitirá que se arrojen excelentes resultados en la estimación muestral.