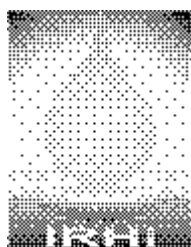


PROGRAMA DE MONITOREO DEL EMBALSE RÍO HONDO

INFORME FINAL

Diciembre 2007





UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CÓRDOBA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SANTIAGO DEL ESTERO

Equipo de Trabajo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO

Dr. Ing. Cesar Luis Bonelli (Director)

Ms. Sc. Ing. Maria Teresita Pilan

Ing. Alfredo Fabian Reuter

Ms. Sc. Francisco José Pecce Azar

Lic. Angel del R Storniolo

David Betancourt (alumno)

Juan Dominguez Ruben (alumno)

Enrique Lascano (Alumno)

Hugo Villalba (Aux. Tecnico)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

Ms. Sc. Ing. Raquel Bazán

Ms. Sc. Ing. Nancy Larrosa

Ms. Ing. Ambiental, Biól. Susana del Olmo

Dra. Biól. Maria de los Ángeles Bistoni

Biól. Matías Bonansea

Ing. Patricia O' Mill (UNC-DiPAS)

Ing. Héctor Muratore

Ing. Fernando Cerminato

Ing. Pablo Bellittieri

Sr. Daniel Glatstein

Sr. Fernando Monarde (UNC-DiPAS)

DIRECCION PROVINCIAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO, (DIPAS, CORDOBA)

Biól. Alejandro Orueta



CAPITULO V

ACTIVIDAD INDUSTRIAL

5.1 ACTIVIDAD INDUSTRIAL

5.1.1 Revisión de Antecedentes – Marco de Situación

5.1.1.1 *Inventario Industrial (RRHH Tucumán 2005) y Comentarios SAyDS (2007)*

El Relevamiento de Industrias (Anexoll) realizado por la Dirección de Recursos Hídricos de Tucumán muestra un total de ciento diez (110) establecimientos emplazados en la provincia homónima. La mayoría de ellos vuelcan sus efluentes mal tratados o sin tratar directa o indirectamente a los tributarios del embalse. En el mencionado inventario se caracterizó a los establecimientos por rubro, indicando el tipo de efluente, tratamiento adoptado, cuerpo receptor, etc. Todos los vertidos conducen a los tributarios del embalse de Río Hondo.

La información incluida en este inventario está desactualizada, ya que data del año 2005, sin embargo se la utiliza e incluye en el presente informe a los fines de sentar una línea de base desde ese momento; teniendo presente que a la fecha la situación no ha mejorado.

Ese registro presenta una clasificación según siete tipos de industrias, con el siguiente detalle:

- ?? Citrícolas (6)
- ?? Empaques (27)
- ?? Frigoríficos (13)
- ?? Industrias (40)
- ?? Ingenios (15)
- ?? Papeleras (1)
- ?? Industrias NO G (no georreferenciada) (8)

Cabe destacar que la información resulta poco clara y presenta errores conceptuales en la clasificación de los establecimientos (e.g. clasifica como Empaques a industrias citrícolas). Así también dentro del grupo de las cuarenta (40) Industrias no es clara la caracterización de los efluentes vertidos ni tampoco se conoce a qué tipo de industrias se refiere.

Es sabido que la actividad industrial tucumana tiene como máximos exponentes a los ingenios azucareros, la producción citrícola y los frigoríficos. Una simplificación de los



datos tomados del inventario industrial se muestra en la Figura 145. Se observa que el 35 % del total de establecimientos corresponde a industrias cítricas y envasado de frutas, le siguen en orden decreciente los ingenios con un 14 % y los frigoríficos con un 12 %.

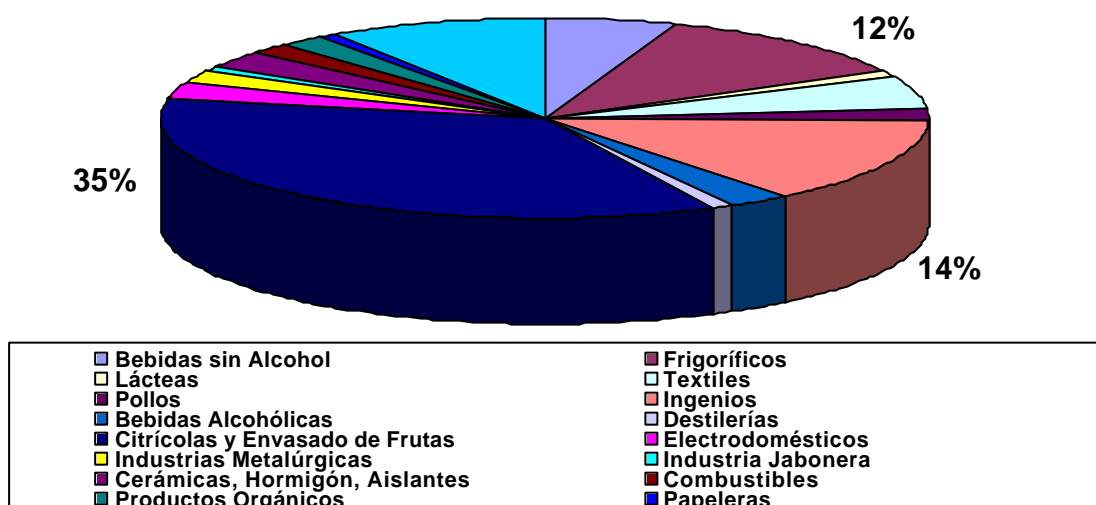


Figura 145: Actividad Industrial Tucumana, año 2005. Fuente: Recursos Hídricos de Tucumán

Es de público conocimiento la reciente implementación del Programa de Reversión Industrial (PRI) financiado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SayDS). A la fecha, no ha sido posible contar con información al respecto, a excepción de una síntesis de la situación actual. Este aporte fue realizado a finales del mes de octubre del corriente (2007) por la Dirección de Residuos Peligrosos de la SayDS y la información se encuentra en una presentación en formato digital, no contándose por ahora con otro tipo de documentación.

En el Anexo III se incluye el plano de ubicación de las industrias de acuerdo a la información publicada en el sitio web de la Dirección de Recursos Hídricos de la Provincia de Tucumán, referidas al Inventario Industrial. En dicho plano se observa principalmente:

1. La distribución espacial y densidad de ocupación del territorio por las industrias prevalece en la región periférica a la capital provincial, y
2. La particularidad del río Salí como cuerpo receptor de los efluentes de las actividades industriales.



De la revisión del Inventario Industrial surge que algunos de estos establecimientos figuran con tratamientos de tipo secundarios y hasta terciarios para sus efluentes. La finalidad de los tratamientos terciarios es la remoción de elementos y/o compuestos químicos tales como fósforo, sulfato y otros. Los tratamientos terciarios son una inversión económica considerable por lo que son, reservados para casos particulares. En la descripción del tratamiento se confunde tratamiento secundario y terciario con segundas y terceras etapa de un mismo tratamiento. Por lo que se sugiere una corrección del Inventario en versiones futuras y una correcta interpretación de la información.

Los antecedentes relacionados al impacto de la actividad industrial sobre la cuenca Salí-Dulce de los últimos 10 años no difieren significativamente. Es común en todos los antecedentes la descripción de la descarga directa de efluentes industriales, sin tratar o mal tratados, a los tributarios de la cuenca. Por otro lado, varias industrias declaran realizar sus descargas en “terrenos” o “lagunas de sacrificio”, que si no poseen una adecuada impermeabilización, los efluentes pueden contaminar las napas poco profundas por infiltración. La Figura 146 resume el cuerpo receptor de los vertidos industriales según la información recopilada del Inventario Industrial de Tucumán. Se muestra que el mayor porcentaje corresponde a descarga directa (37 %), un porcentaje similar es asignado a “no declarado”. En orden decreciente le siguen (desagües cloacales o pozos absorbentes) con un 20 % y lagunas de sacrificio con un 13 %.

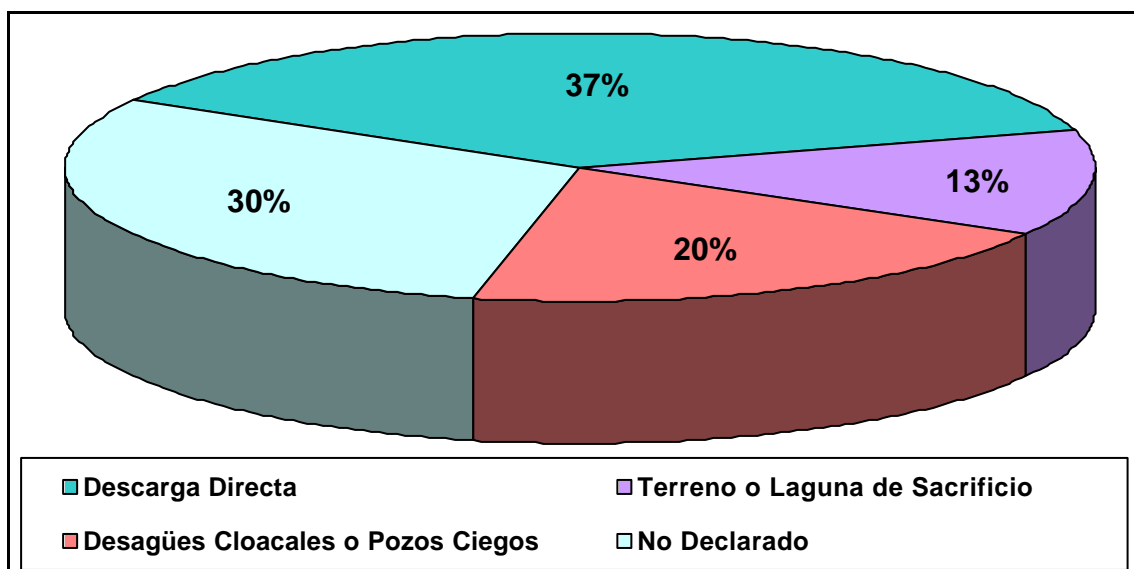


Figura 146: Distribución porcentual del cuerpo receptor de los vertidos industriales.



De las actuaciones realizadas en el marco del PRI en el corriente año por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, se observa que las fuentes más importantes de contaminación orgánica son los ingenios azucareros, las citricolas y los frigoríficos.

Se relevaron un total de 34 establecimientos, entre ellos 9 citricolas, 14 frigoríficos y 11 ingenios (estos últimos aportan la mayor carga orgánica debido a la producción de vinaza).

Del total de los establecimientos inspeccionados se encontró que sólo 2 poseen tratamientos adecuados para la disminución de la carga orgánica; mientras que el resto descarga sus efluentes a los ríos, la red cloacal o a los terrenos de sacrificio, sin tratamiento en su mayoría, o con tratamientos no adecuados (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2007).

La Figura 147 presenta una clasificación de los vertidos industriales más importantes en relación al tratamiento recibido según los datos del relevamiento de la SayDS.

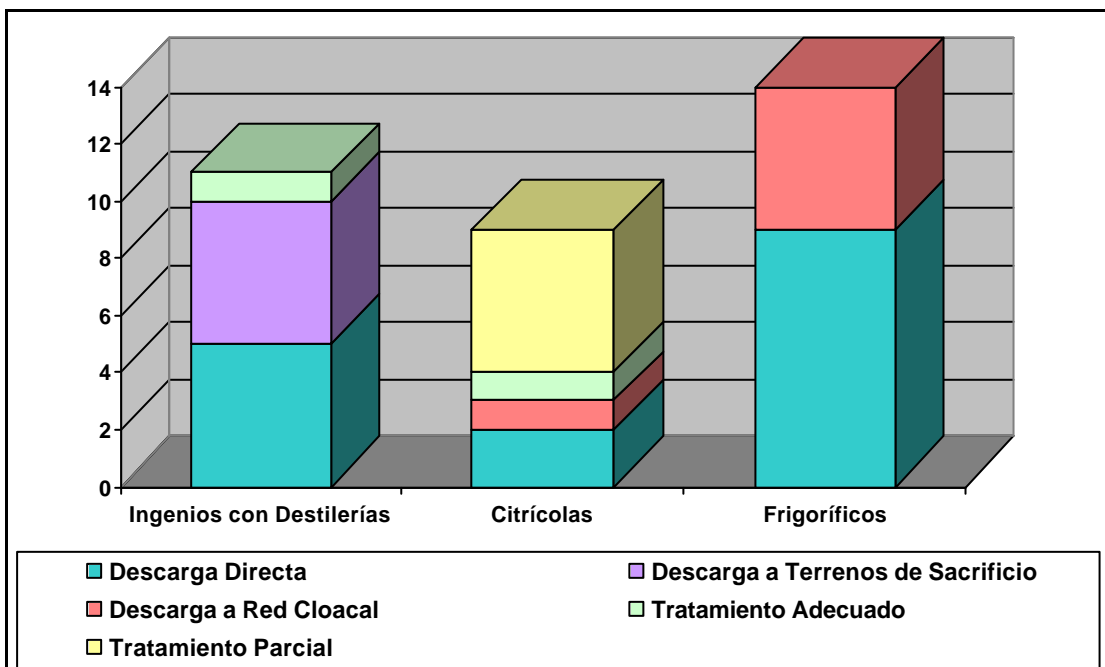


Figura 147: Clasificación de vertidos industriales según el relevamiento de SayDS, 2007.

Se observa que el mayor número de establecimientos con vertido de efluentes industriales sin tratar le corresponden a los frigoríficos e ingenios con destilerías.

5.1.1.2 Acta de Cooperación (1996)

En diciembre del año 1995, dando cumplimiento a objetivos plasmados en el ACTA DE COOPERACIÓN firmada entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente



del Gobierno de Cuba y la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Presidencia de la Nación Argentina, Acosta et al realizaron un diagnóstico con la valoración de la magnitud, características y efectos negativos de los contaminantes que se vierten a la cuenca del río Salí por las diversas industrias, con énfasis en la industria azucarera.

En la Tabla 26 se aprecia la cantidad de residuos biodegradables que se generan en Tucumán en tiempo de zafra, expresada en términos de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO₅).

Tabla 26: Efluentes industriales en tiempo de zafra (expresados en tn de DBO₅/día)					
Industrias	Cachaza	Vinaza	Residuales líquidos de producción de crudo	Carga Total	% de Carga Total
Ingenios:					
Aguilares	4,8	11,0	6,2	22,0	2,8
Bellavista	6,3	31,0	8,2	44,5	5,7
Concepción	25,0	99,0	32,5	156,5	20
Cruz Alta	3,4	-	4,4	7,8	1,0
La Corona	5,9	43,0	7,8	56,7	7,2
Florida	5,2	19,3	6,8	31,3	4,0
Fronterita	8,3	57,0	10,8	71,1	9,1
Providencia	7,3	-	9,5	16,8	2,1
Trinidad	7,8	52,0	10,0	69,8	9,0
Leales	3,4	8,4	4,4	16,2	2,0
Marapa	4,4	25,3	5,7	35,4	4,6
Nuñorco	7,1	-	9,1	16,2	2,0
San Juan	5,9	30,0	7,7	43,0	5,6
Santa Bárbara	5,5	26,0	7,2	38,7	5,0
Santa Rosa	5,1	18,0	6,6	29,7	3,9
Subtotal de ingenios	105,4	420,0	136,9	662,3	84
Papeleras				48,9	6,3
Citrícolas				28,5	3,6
Alimentaria				27,0	3,4
Fábrica de Levadura				13,6	1,7
Mataderos				0,7	0,1
Gaseosas				0,5	0,05
Textileras				0,4	0,05
Cloacales				6,0	0,8
Total Tucumán	105,4	420,3	136,9	787,9	100,0



Acosta *et al.* (1995) concluyeron que “la industria tucumana genera en tiempo de zafra una cantidad de residuales equivalentes a 13,6 millones de habitantes, es decir unas 18 veces más que lo producido por su población”.

En la Tabla 27 se indica la cantidad de de efluentes vertidos en el período en que recesan la industria azucarera y citrícola.

Tabla 27: Cantidad efluentes en el periodo de recesola producción azucarera y citrícola (expresada en ton/día de DBO₅) .		
Industrias	Carga DBO₅ tn/d	%
Papel Tucumán	43.6	(45)
Papelera Leales	5.3	(5,3)
Sub-Total Papeleras	48.9	50.3
Alimenticia (Arcor-Misky)	27.0	28
Fábrica de Levadura	13.6	14
Mataderos	0.7	0.7
Gaseosas	0.5	0.4
Textiles	0.4	0.3
Cloacales	6.0	6.3
Total	97.1	100.0

*Se refleja entre paréntesis el aporte individual de cada papelera.

De la Tabla 27 surge que de junio a noviembre, cuando los caudales de los ríos son aproximadamente 3 veces menores, se genera 8 veces más materia orgánica que en el periodo de noviembre a mayo. Además, se infiere que un 84 % del total de efluentes generados son producidos por la industria azucarera. Lo anterior pone en evidencia el por qué debe conferírsele prioridad a la solución de los problemas ambientales que causa la misma.

5.1.1.3 Estudio Integral de la Conducción y Tratamiento Conjunto de Desagües Industriales y Cloacales de la Cuenca del Embalse Termas de Río Hondo, ENOHS 1999.

Se reproducen en 7 Tablas (de la 28 a la 34) en las cuales se cuantifican los efluentes originados en la provincia de Tucumán discriminando por industria, periodo de funcionamiento y ubicación departamental.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CÓRDOBA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SANTIAGO DEL ESTERO

Tabla 28: Industrias Azucareras

Ingenio	Periodo Funcionamiento	Volumen de Efluentes (m ³ / año)	Produccion de azucar (Tn / año)	Ubicación en Departamento
La Florida	Mayo - Noviembre	4.800.000	60.000	Cruz Alta
Concepción	Mayo - Noviembre	20.000.000	250.000	Cruz Alta
San Juan	Mayo - Noviembre	4.800.000	60.000	Cruz Alta
Cruz Alta	Mayo - Noviembre	3.200.000	40.000	Cruz Alta
Bella Vista	Mayo - Noviembre	4.800.000	60.000	Bella vista
Leales	Mayo - Noviembre	2.400.000	30.000	Leales
Fronterita	Mayo - Noviembre	7.200.000	90.000	Famailla
Ñuñorco	Mayo - Noviembre	6.400.000	80.000	Monteros
Santa Rosa	Mayo - Noviembre	4.800.000	60.000	Monteros
La Providencia	Mayo - Noviembre	7.200.000	90.000	Monteros
La Corona	Mayo - Noviembre	4.800.000	60.000	Chicligasta
La Trinidad	Mayo - Noviembre	7.200.000	90.000	Chicligata
Aguilares	Mayo - Noviembre	3.200.000	40.000	Aguilares
Santa Bárbara	Mayo - Noviembre	7.200.000	90.000	Aguilares
Marapa	Mayo - Noviembre	4.000.000	50.000	Alberdi

Tabla 29: Industrias Cítricas

Citrícola	Periodo Funcionamiento	Volumen de Efluentes (m ³ / año)	Limones Procesados (Tn / año)	Ubicación en Departamento
Trapani	Mayo - Diciembre	960.000	90.000	Tafi Viejo
Citromax	Mayo - Diciembre	720.000	80.000	Tafi Viejo
Cota	Mayo - Diciembre	600.000	60.000	Tafi Viejo
Citrusvil	Mayo - Diciembre	840.000	100.000	Cruz Alta
San Miguel	Mayo - Diciembre	1.080.000	140.000	Capital
Litoral citrus	Mayo - Diciembre	600.000	70.000	Tafi Viejo
Citrus Trade	Mayo - Diciembre	720.000	80.000	Famailla



Frigorífico	Periodo Funcionamiento	Volumen de Efluentes (m³/año)	Faenamiento (Cabezas / año)	Ubicación en Departamento
Fidensa	Anual	13.200	66.000	Cruz Alta
Alto Perú	Anual	4.000	20.000	Cruz Alta
Moderno	Anual	12.200	60.000	Cruz Alta
Tropa	Anual	1.000	50.000	Cruz Alta
Fri Lul	Anual	8.000	40.000	Lules
M-T (La Reducción)	Anual	4.000	20.000	Lules
Calchaqui	Anual	10.000	5.000	Capital
Santa Barba	Anual	8.400	42.000	Lules
Manantial	Anual	4.000	20.000	Lules
Concepción	Anual	1.000	5.000	Chicligasta

Fábrica	Periodo Funcionamiento	Volumen de Efluentes (m³/año)	Producción (m³ / año)	Ubicación en Departamento
Torasso	Anual	7.200	1.200	Lules
Tucumán Refrescos (Coca Cola)	Anual	12.000	2.000	Lules
Embotelladora Noroeste	Anual	10.000	1.660	Lules

Fábrica	Periodo Funcionamiento	Volumen de Afluentes (m³/año)	Producción de Papel (Tn / año)	Ubicación en Departamento
Papel del Tucumán	Anual	17.000.000	90.000	Lules
Leales	Anual	72.000	12.000 (eventual)	Leales



Tabla 33: Industrias Varias

Industria	Periodo Funcionamiento	Volumen de Efluentes (m ³ /año)	Producción	Ubicación en Departamento
Calsa	Anual	1.030.000	66.000	Lules
Misky	Anual	1.720.000	20.000	Lules
Cervecería del Norte	Anual	1.720.000	60.000	Monteros
Minera La Alumbra	Anual	2.160.000	50.000	Cruz Alta
Scania Argentina	Anual	93.600	40.000	Cruz Alta

Tabla 34: Destilerías

Destilería	Periodo Funcionamiento	Volumen de Efluentes (m ³ /año)	Alcoholes Producción (m ³ / año)	Ubicación en Departamento
Aguilares	Marzo - Diciembre	480000	48.000	Aguilares
La Corona	Marzo - Diciembre	720.000	72.000	Chicligasta
Santa Barbara	Marzo - Diciembre	1080000	108.000	Aguilares
Marapa	Marzo - Diciembre	600000	60.000	Alberdi
Bella Vista	Marzo - Diciembre	720000	72.000	Bella vista
La Trinidad	Marzo - Diciembre	1080000	108.000	Chicligasta
Concepción	Marzo - Diciembre	3000000	300.000	Cruz Alta
La Florida	Marzo - Diciembre	720000	72.000	Cruz Alta
San Juan	Marzo - Diciembre	720000	72.000	Cruz Alta
Fronterita	Marzo - Diciembre	1080000	108.000	Famailla
Leales	Marzo - Diciembre	360.000	36.000	Leales
Química Leales	Marzo - Diciembre	360000	36.000	Leales
Santa Rosa	Marzo - Diciembre	720000	72.000	Monteros

5.2.2 Caracterización de los Vertidos

Uno de los objetivos planteados en el presente informe está orientado a determinar los factores de riesgo que presenta la actividad industrial y la descarga de sus efluentes mal tratados o sin tratar a los tributarios del embalse de Río Hondo. Para ello se realiza una evaluación físico química del agua de los tributarios a fin de identificar compuestos potenciales de producir un efecto no deseado sobre la estructura y dinámica del ecosistema.



Para una adecuada interpretación, se presenta un glosario de términos que se utilizarán más adelante: Coo aquí por favor dar el formato general del contenido porque sino queda como un burdo “copiar, pegar”

Agua residual: Es aquella que procede de haber utilizado un agua natural o de la red en un uso determinado (doméstico, industrial, subterráneo y meteorológico) y que cuando desaguan en algún cuerpo receptor se denominan vertidos.

Los vertidos residuales arrastran compuestos con los que las aguas han estado en contacto. Estos compuestos pueden ser:

- ?? *Conservativos*, su concentración en el río depende exactamente de la ley de la dilución del caudal del vertido al río.
- ?? *No Conservativos*, su concentración en el río no está ligada directamente a la del vertido. Son todos los compuestos orgánicos e inorgánicos que pueden alterarse en el río por vía física, química o biológica (amonio, fenoles, materia orgánica).

Tipos de Vertidos Industriales:

- ?? *Continuos*, provienen de procesos en los que existe una entrada y una salida continua de agua (procesos de transporte, lavado, refrigeración...)
- ?? *Discontinuos*, proceden de operaciones intermedias. Son los más contaminados (baños de decapado, baños de curtidos, lejías negras, emulsiones, etc).

Con el tamaño de la industria, algunos vertidos discontinuos pueden convertirse en continuos.

5.2.3 Clasificación de las Industrias según sus Vertidos

Se presenta una clasificación típica de industrias en 5 grupos de acuerdo con los contaminantes específicos que arrastran las aguas residuales.

1.- INDUSTRIAS CON EFLUENTES PRINCIPALMENTE ORGÁNICOS

- Papeleras
- Azucareras
- Mataderos
- Curtidos
- Conservas (vegetales, carnes, pescados, etc.)
- Lecherías y subproductos (leche en polvo, manteca, quesos)



- Fermentación (fabricación de alcoholes y levaduras)
- Preparación de productos alimenticios (aceites y otros)
- Bebidas
- Lavanderías

2.- INDUSTRIAS CON EFLUENTES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

- Refinerías y Petroquímicas
- Coquerías
- Textiles
- Fabricación de productos químicos, varios

3.- INDUSTRIAS CON EFLUENTES PRINCIPALMENTE INORGÁNICOS

- Limpieza y recubrimiento de metales
- Explotaciones mineras y salinas
- Fabricación de productos químicos, inorgánicos

4.- INDUSTRIAS CON EFLUENTES CON MATERIAS EN SUSPENSIÓN

- Lavaderos de mineral y carbón
- Corte y pulido de mármol y otros minerales
- Laminación en caliente y colada continua

5.- INDUSTRIAS CON EFLUENTES DE REFRIGERACIÓN

- Centrales térmicas
- Centrales nucleares

5.2.4 Parámetros de Calidad de Agua en los Vertidos Industriales

Cada actividad industrial aporta una composición de efluente determinada, por lo que es conveniente conocer el origen del vertido industrial para valorar los siguientes aspectos:

1. Carga contaminante
2. Incidencia en el medio receptor

Para establecer las características de las aguas residuales, a continuación se señala de manera orientativa los parámetros que definen su calidad según las industrias listadas (columna derecha de la Tabla 35).



Tabla 35: Parámetro de calidad de agua asociado a cada industria										
Parámetros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Industrias
COLOR			X				X	X		
pH	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
DBO ₅	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
DQO	X	X	X	X	X	X	X	X	x	1. Azucarera
SST	X	X	X	X	X	X	X	X	x	2. Citricotas
A y G			X			X			x	3. Frigoríficos
NITROGENO	X	X	X	X	X		X		x	
FOSFORO	X	X	X	X	X		X		x	4. Bebidas
M P		Trazas				X				5. Destilerías
DETERGENTES	X					X			x	6. Metalmecánica
FENOLES	X							X		
PESTICIDAS	X	X								7. Levaduras
SULFATOS			x				x			8. Papeleras
SULFUROS			X						x	
DIOXINAS								X		9. Lácteas
CLOACAL	X	X	X	X	X	X	X	X	x	

En la Tabla 36, se presentan caudales y la carga contaminante referida a la DBO₅. Esta carga representa la cantidad de DBO₅ que tendrían los vertidos si estos no fueran tratados antes de su descarga. Dichos valores son útiles como indicativos el impacto ambiental de una industria en particular.

Tabla 36: Caudales y carga contaminante referida a DBO ₅		
Industrias	Q	DBO ₅
Azucarera ⁽¹⁾	28,6 (m ³ /unidad)	2.600 (g/unidad)
Citrícolas ⁽²⁾	250 (m ³ /día)	10.000 (g/m ³)
Ingenios (Destilerías) ⁽²⁾	22 (m ³ /día)	60.000 (g/m ³)
Frigoríficos ⁽¹⁾	5,3 (m ³ /unidad)	10.000 (g/unidad)
Levaduras ^{(1) (3)}	150 (m ³ /unidad)	1.125 (g/unidad)
Papeleras	100 (m ³ /unidad)	5.100 (g/unidad)
Lácteas	25 (m ³ /día)	3.000(g/m ³)



⁽¹⁾ Unidad = 1 tonelada de producto terminado

⁽²⁾ Fuente: Diagnóstico de la Contaminación de la Cuenca del Río Salí (1995) y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2007).

⁽³⁾ La OMS entrega estos valores respecto a la estimación global de generación de residuos

5.2 CUANTIFICACIÓN DE LOS APORTES CONTAMINANTES

5.3.1 Población equivalente

El método de la Población Equivalente consiste en estimar una población, en número de habitantes, que aporte una cantidad de DBO₅ igual a la de un vertido determinado. Es un concepto útil ya que su aplicación ofrece una cuantificación numérica del problema que presentan los diferentes vertidos industriales. Resulta práctico para hacer comparaciones primarias, apreciar la incidencia de los vertidos industriales respecto a los cloacales, para visualizar problemas de contaminación en una cuenca, etc.

Generalmente, y es la forma más razonable de hacerlo, la población equivalente se obtiene operando en términos de DBO₅ y solamente tiene sentido esta mecánica, cuando se trata de vertidos con contenido susceptible de ser descompuestos por la acción bacteriana.

Se expresa:

$$P.E. = \frac{V \cdot c}{C}$$

V = Volumen diario del vertido industrial (m³/día)

c = DBO₅ del vertido industrial (mg/L)

C = DBO₅/ hab día = 60 g/día de DBO₅,

5.3.2 Cálculo de la PE de los Vertidos Industriales

En la Tabla 37 se presentan los resultados obtenidos al evaluar la población equivalente. Los resultados son indicativos y se han obtenido teniendo en cuenta lo siguiente:

- Inicialmente se han considerado los valores de efluentes de los estudios del ENOHSa del año 1999 (cita 55 establecimientos).
- Se completó esa información, al tener en cuenta los 110 establecimientos listados en el Inventario Industrial (RRHH Tucumán, 2005)



- Para aquellos establecimientos donde no se tenían datos de efluentes, se tomaron valores indicativos de bibliografía especializada (ver referencias en Tabla 37)
- Se consideró la situación más desfavorable, en la cual los efluentes no son tratados en absoluto. Esto coincide en parte con lo observado durante la presentación de la SayDS en octubre del corriente (2007) que observa el mal estado y deficiente funcionamiento de los sistemas de tratamiento de los establecimientos visitados.
- No se tiene en cuenta la acción depuradora de los cuerpos receptores por considerarla nula durante los periodos críticos.

Tabla 37: Estimación de la Población Equivalente				
Industrias	Q (m³/d)	DBO₅	DBO₅/hab x día	P.E. (habitantes)
Azucareras⁽¹⁾	256.000	2600	60	11.093.333
Citricotas⁽²⁾	15.200	10000	60	2.533.333
Ingenios (inc. Destilerías)	32.300	60000	60	32.300.000
Frigoríficos⁽¹⁾	183	10000	60	30.500
Fábrica de Levaduras⁽¹⁾	2.861	1125	60	53.644
Bebidas no Alcohólicas	81	430	60	581
Papeleras	47.222	5100	60	4.013.870
Lácteas	4.778	3000	60	238.900
Total				50.264.161

Fuentes: ENOHS (1999) – RRHH Tucumán (2005)

(1) H. Rufner, Alemania

(2) Economopoulos A., Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution, World Health Organization, Geneva, 1993

5.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estimación de la Tabla 37 muestra la situación crítica y la potencialidad del riesgo que representa el hecho de no contar con tratamientos de efluentes industriales apropiados.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CÓRDOBA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SANTIAGO DEL ESTERO

Acosta et al. ya había mencionado un valor del orden de los 13 millones de habitantes en el año 1.995, considerando que el efecto contaminante era reducido por los tratamientos en algunos establecimientos.

El cálculo de población equivalente en el presente informe, para el cual se utilizó la información recabada en los organismos mencionados arroja un valor de 50 millones de habitantes aproximadamente.

La ciudad de San Miguel del Tucumán cuenta con una población del orden de los 500.000 habitantes (INDEC 2001) y la provincia toda ronda los 1.300.000 habitantes. Es decir que el vertido industrial es 38,5 veces superior que que le producido por la población de la Porvincia de Tucumán.

Para una mayor precisión es necesario contar con datos actualizados, a fin de confeccionar un nuevo registro de industrias.

Se remarca el hecho de que la metodología de cálculo empleada hace foco en la materia orgánica biodegradable, cuando en realidad se desconoce la caracterización del vertido industrial.

En el marco del PRI se ha prohibido el vertido de vinazas a los ríos, sin embargo, la evidencia muestra que los tiempos de aplicación de estas medidas no se corresponden con las prácticas locales. Por lo que es necesario que aquellos entes públicos que ejercen el poder de policía mantengan un constante y efectivo control sobre los establecimientos, los procesos que los mismos realizan y los tratamientos de depuración de los efluentes previo a sus vertidos.

Ha de hacerse notar que también se ha reportado que algunos establecimientos **si** cuentan con efectivos y eficientes sistemas de tratamiento. Sin embargo son los menos y corresponden a establecimientos de producción de alimentos para exportación y las normas internacionales los obligan a tener esos tratamientos.

En la actualidad el avance tecnológico es tal que existen técnicas de tratamientos que minimizan los efluentes mediante el reuso de los mismos, la degradación anaerobia y la generación de gas metano que puede ser utilizado en el proceso de producción, representando una gran ventaja energética. Sería conveniente orientar a los empresarios industriales en esa dirección apuntando hacia una tecnología limpia. Además, se podrían generar beneficios fiscales para la industria por la incorporación de este tipo de tecnología.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CÓRDOBA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SANTIAGO DEL ESTERO

5.4 BIBLIOGRAFÍA

Acosta *et al* , 1996. ACTA DE COOPERACIÓN Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente del Gobierno de Cuba y la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Presidencia de la Nación Argentina.

Dr. Prof. Aurelio Hernández Muñoz, Depuración de Aguas residuales.

GRUPO TAR E.U.P . INGENIERÍA del AGUA. Universidad de Sevilla.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), 2001. Cátedra de Ingeniería Sanitaria, FCElyA – Universidad Nacional de Rosario, 1999.

Metcalf & Eddy, Inc Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización (tercera edición).

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2007.