



IMPACTOS AMBIENTALES DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION DE LA CAPITAL DE CATAMARCA

M. Saracho¹, M. Flores, C. Rodríguez², A Iriarte³
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas
Grupo de Energías Renovables Catamarca, INENCO. – CONICET
Universidad Nacional de Catamarca, Avda. Belgrano 300 C.P. 4700 – Catamarca
E-mail: cdrodriguez@arnet.com.ar

RESUMEN: El manejo deficiente de efluentes cloacales origina grandes problemas ambientales. Las lagunas de estabilización de aguas residuales presentan impactos al medio ambiente, cuya importancia y magnitud deben ser analizadas bajo las condiciones de cada proyecto. El objetivo de este trabajo es determinar los posibles impactos ambientales derivados del sistema de lagunas de estabilización de la ciudad Capital de Catamarca. Se identificaron las alteraciones y riesgos ambientales potenciales sobre los elementos del medio, sus variables más importantes y los efectos de las acciones implementadas en el sistema de tratamiento utilizando una matriz interactiva. En la segunda etapa, se cuantificó los efectos positivos y negativos producidos sobre el medio empleando una matriz cuantitativa. El sistema de tratamiento de efluentes produce el 66,19 % de impactos positivos y el 34,81 % de negativos. El control operativo del mismo, junto a un servicio de vigilancia y monitoreo ambiental podrán mitigar la mayoría de los impactos negativos.

Palabras clave: lagunas de estabilización, efluentes cloacales, impactos ambientales

INTRODUCCION

Los recursos de agua dulce son un componente esencial de la hidrosfera de la Tierra y parte indispensable de todos los ecosistemas terrestres (ONU, 1992) por lo cual es necesario protegerlos. Con el incremento de la población ha aumentado en forma directamente proporcional la demanda del recurso y además los volúmenes existentes de agua dulce se han visto impactados y afectados en su calidad (Garza, 2001).

La recolección, conducción, tratamiento y adecuada disposición final de los líquidos residuales generados en los asentamientos humanos son actividades encaminadas a conservar y proteger el medio ambiente y la salud humana. Estas acciones evitan o disminuyen la contaminación de las aguas, el suelo y el aire y mitigan los impactos negativos que produce los efluentes sobre otras variables del medio natural y socioeconómico (Terry, 2001). El manejo deficiente de los desechos generados por la población y las actividades productivas y de servicios origina grandes problemas ambientales (Garza, 2001).

Las lagunas de estabilización de aguas residuales es una tecnología de tratamiento donde se produce la estabilización natural del efluente mediante fenómenos físicos, químicos y biológicos (Ingallinella y Fernández, 1996). Estos sistemas presentan impactos al medio ambiente, cuya importancia y magnitud deberán ser contemplados bajo las condiciones específicas de cada proyecto, siendo la metodología de Leopold adecuada para la evaluación de los impactos derivados de la construcción, instalación y funcionamiento de sistemas de depuración de aguas residuales por lagunas de estabilización (Irusta y Durante, 2002). El problema consiste en intentar equilibrar los impactos positivos de la depuración de aguas residuales con los impactos potencialmente negativos tales como: riesgos sanitarios a través de factores bióticos, molestias de olores e insectos, impactos visuales y paisajísticos (Kiel, 2003).

La Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, el mayor conglomerado urbano de la provincia, con una población de 141.260 habitantes, cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes cloacales cuya planta trata un caudal de 38.400 m³/d. Dicha planta es un sistema de lagunas de estabilización que consta de seis módulos iguales que funcionan en paralelo. Cada módulo está integrado por una serie de cinco lagunas: una anaeróbica, seguida de una facultativa y tres de maduración (Figura 1). El sistema está ubicado al Sur- Este de la ciudad capital, entre los ríos Del Valle y Santa Cruz, sobre el margen este del río Del Valle, en la localidad de Antapoca, departamento Valle Viejo (Figura 2). El pretratamiento del efluente se realiza en una cámara de rejas de limpieza manual ubicada sobre el margen oeste del río y previo al cruce del mismo.

El efluente de las lagunas es volcado en el río Santa Cruz, previo a su confluencia con el río Del Valle, cuyos cauces permanecen secos la mayor parte del año; razón por la cual no hay posibilidad de dilución y autodepuración del curso de agua, con los consiguientes riesgos de contaminación del agua subterránea, principal fuente de abastecimiento para los distintos usos. Además, para resolver dificultades operativas de la planta, estos efluentes son descargados frecuentemente sin tratamiento alguno en el lecho de dichos ríos. Por otro lado, los residuos sólidos retenidos en el sistema de rejas y extraídos

Parcialmente financiado UNCa, Gob. Catamarca.

¹ Profesional Secretaría Agua y Ambiente, Gob. Catamarca

² Profesional Subsec. Ciencia y Tecnología, Gob. Catamarca

³ Investigador del CONICET

de las lagunas anaeróbicas no son tratados conforme a normas ambientales. Cabe aclarar que el 33% de la población de la ciudad Capital no cuenta con conexión a red cloacal, utiliza pozos absorbentes y el vaciado de las instalaciones lo realizan generadores privados que descargan el contenido de los camiones atmosféricos en depresiones naturales, zanjas, campos o cursos de agua sin ningún tipo de tratamiento con los consiguientes riesgos de contaminación ambiental.

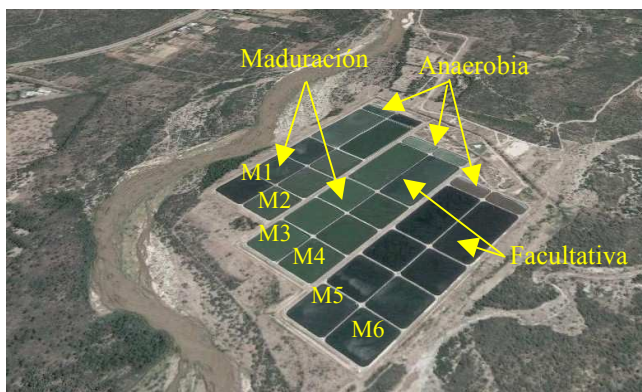


Figura 1. Sistema Modular de lagunas de estabilización de la Capital de Catamarca.

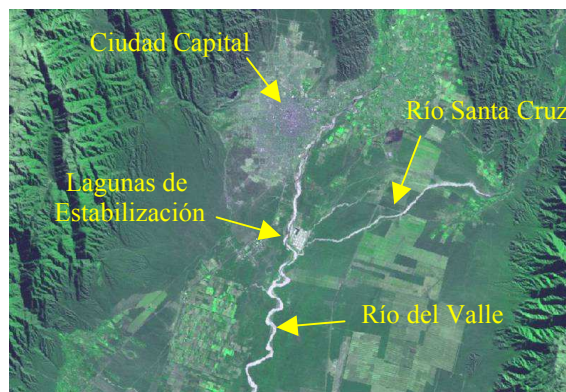


Figura 2. Ubicación de la planta de tratamiento de efluentes cloacales de la Capital de Catamarca

Considerando la necesidad de compatibilizar cualquier acción antrópica con las características ambientales existentes en la zona, este trabajo plantea como objetivo determinar los posibles impactos ambientales derivados del sistema de lagunas de estabilización de los efluentes cloacales de la ciudad Capital de Catamarca.

MATERIALES Y METODOS

Para determinar los potenciales impactos ambientales derivados del sistema de tratamiento de efluentes en estudio: redes de distribución, operación y disposición final, se consideró la evaluación sobre la calidad de base del medio físico y socio-económico-cultural del área de estudio realizado por Saracho (2008), para posteriormente superponer las acciones derivadas de las distintas fases del manejo de los líquidos cloacales, a fin de valorar los impactos sobre dichos medios.

Para esto último, se ejecutaron dos etapas: una identificadora y clasificatoria de las acciones con efectos sobre el medio ambiente y otra de valoración y cuantificación de los impactos. En la primera etapa se procedió, inicialmente, a la identificación de todas las alteraciones y riesgos ambientales probables sobre los distintos elementos del medio, sus variables más importantes y los efectos de las acciones implementadas para el manejo de los líquidos cloacales, independientemente de la magnitud o categoría de estas perturbaciones (Banco Mundial, 1991). En este proceso de identificación de los impactos se utilizó como herramienta de trabajo una matriz interactiva, en la que se cruzan las principales acciones del emprendimiento (en columnas) con las variables que definen los elementos medioambientales sobre las que potencialmente impactaría (filas).

Para obtener una valoración relativa del efecto de cada acción sobre el medio se identificaron los impactos producidos por la naturaleza de la acción (signo), la intensidad del impacto, la probabilidad de ocurrencia, persistencia, periodicidad de ocurrencia, extensión del impacto y recuperación del medio (mitigable, no mitigable) (matrices cualitativas). La definición y valoración de los impactos, se realizó analizando en una Matriz de Impacto las interacciones en términos de la siguiente clasificación (Conesa, 1997):

Extensión: es la magnitud de la interacción, puede ser local o distribuida y se la describe mediante la siguiente escala: A-local=1; G-distribuida=2.

Signo: permite identificar impactos beneficiosos (+) ó adversos (-)

Intensidad del impacto: es el grado de alteración o destrucción que puede generar sobre el ambiente. Escala: 1-Baja, 2-Mediana, 3-Alta

Persistencia: efectos que pueden llegar a permanecer en un medio a lo largo del tiempo. Escala: F-Fugaz=1, T-Temporaria=2, S-Permanente=4

Recuperabilidad del impacto: el medio puede tener diferente capacidad de recuperación frente a la alteración. Escala: B-Mitigable=2, N-No mitigable =4

Probabilidad de ocurrencia: Se evalúa la posibilidad de ocurrencia del impacto sobre el medio. Escala: D-Desconocida =1, I-Improbable=2, P-Posible=3, C-Cierta=4

Periodicidad de ocurrencia: El análisis responde al tiempo en que se produce la acción (continuo, intermitente, periódico) y al impacto que produce en el medio. Escala: E-Discontinuo=1, M-Periódico=2, L-Continuo=4.

Una vez conocida la importancia de los impactos, en la segunda etapa se cuantificaron los efectos positivos y negativos producidos sobre el medio por el manejo de efluentes, utilizando una matriz cuantitativa. La valoración relativa del peso de cada acción sobre el medio ambiente se realizó aplicando el factor de magnitud del impacto, que varía en una escala de 1 a 5; se asignaron los números mayores a las acciones más relevantes. Multiplicando los impactos de ambos signos por el factor de magnitud empleado se obtuvieron los impactos parciales. Los impactos positivos y negativos totales originados por las distintas fases del manejo de los líquidos cloacales se lograron sumando los impactos parciales del mismo signo.

Para la valoración de la importancia de los distintos componentes del ambiente (calidad de base del medio físico), identificación y evaluación de los impactos se consultó a expertos en las áreas involucradas, tales como hidrogeólogos, geólogos, biólogos, sociólogos, ingenieros civiles, químicos, hidráulicos y agrónomos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Entre las características del medio más relevantes señaladas en el estudio de base considerado (Saracho, 2008) se encuentran:

a) Componentes Abióticos

1. Recursos hídricos: En la zona de localización de la planta, el acuífero es semiconfinado con niveles estáticos que oscilan entre 19,53m y 15,82 m. La calidad del agua es apta para consumo humano desde el punto de vista químico, físico y bacteriológico. El cauce de los ríos Del Valle y Santa Cruz permanecen secos la mayor parte del año.
2. Suelo y subsuelo: Las formaciones geológicas presentes en la zona agrupan a sedimentos limo-arenosos con intercalaciones de grava fina siendo el suelo en el área de vuelco moderadamente permeable.
3. Aire: La dirección dominante de los vientos en la zona es de NE a SO, con una intensidad media y máxima anual de 7,9 km/h y 10,7 Km/h respectivamente, registrándose ráfagas máximas de 58 km/h en la dirección NE a 72 km/h en la dirección E en el período agosto setiembre, lo que incrementa la concentración de materia en suspensión en la atmósfera. La temperatura media anual es de 21,2 °C, con una precipitación anual promedio de 450 mm y evaporación media de 6,9 mm/día. En esta zona también está localizada la planta de tratamiento de RSU, con alta incidencia en la contaminación del aire por su deficiente operación (quema de residuos).
4. Paisaje: Desde el punto de vista de la vegetación corresponde a la configuración de chaco árido, empobrecido por la acción antrópica. Desde el punto de vista hidrogeológico el paisaje se caracteriza por ser una planicie surcada por afluentes estacionales del río Del Valle que descargan en éste por cauces rodeados de barrancos de regular profundidad, que tienen un frente de avance hacia el sector NE.

b) Componentes Bióticos

1. Flora: Las especies vegetales se distribuyen en tres estratos bien marcados: arbóreo, arbustivo y herbáceo y un cuarto muscinal, notable solo en épocas lluviosas.
2. Fauna: Está empobrecida en todas las clases, aunque persisten representantes de mamíferos, reptiles, aves y anfibios.

c) Componentes socio-económico

El alto crecimiento demográfico registrado en los últimos años produjo un incremento de los problemas sociales, económicos y ambientales. Las altas tasas de desocupación y subocupación son factores determinantes de bajos niveles de calidad de vida, especialmente en zonas próximas al área de estudio, donde se concentra la población marginal con alto nivel NBI. La actividad industrial se concentra en la zona sur, entre las que se pueden señalar rubros como textiles, alimentos, plásticos, productos mecánicos, maquinas y equipos. Un fuerte condicionante para el crecimiento urbano en su conjunto lo constituye la limitada disponibilidad del recurso hídrico.

Los elementos medioambientales considerados en la matriz cualitativa como susceptibles de ser impactados por el sistema de tratamiento en estudio son los siguientes:

- Aire, por la emisión de compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de tratamiento.
- Agua subterránea: alteración de la calidad por infiltración de las lagunas y modificación del nivel por ubicación del sitio de descarga (cuerpo receptor).
- Agua superficial: modificación de la calidad por operación ineficiente de la planta y del caudal en el sitio de vuelco.
- Suelo: contaminación por agentes patógenos y/o sustancias tóxicas; alteración del uso.
- Flora y Fauna: alteración de las condiciones de habitabilidad de la flora y/o fauna terrestre por la instalación de la planta, modificación del hábitat de la flora y/o fauna por descarga de líquidos cloacales (tratados o no), modificación de las condiciones de habitabilidad de especies de interés sanitario, por ejemplo vectores de enfermedades, por la ubicación de la planta.
- Medio perceptual: alteración del paisaje por ubicación de la planta. Impacto estético adverso, percibido por las poblaciones aledañas.
- Aspectos culturales: Alteración de la calidad de vida de poblaciones cercanas a la planta por la generación de olores ofensivos, vectores, riesgo de salud y seguridad laboral de los operadores de la planta, riesgo de salud de la población en la zona de descarga del efluente, alteración de las condiciones de vida de la población por eliminación del sistema de pozos absorbentes, capacitación del personal sobre medidas de seguridad y optimización del funcionamiento de la planta y concientización de la población sobre las ventajas medioambientales de la reducción del caudal y carga contaminante en el efluente.
- Economía y población: La operación, mantenimiento y control de la planta impactará sobre la economía de la zona por la generación de empleo para los trabajadores locales y requerimiento de insumos. Por el contrario la operación ineficiente producirá olores desagradables, que afectará a la población circundante.

Entre las acciones derivadas del manejo de los efluentes cloacales, que a nuestro criterio potencialmente impactarían sobre los elementos citados se encuentran: tratamiento primario, gestión interna de residuos, control de generadores privados, eliminación del sistema de pozos absorbentes, control de operación de la planta de tratamiento, mantenimiento de las instalaciones (recolección, transporte y operación), descarga de efluentes tratados al río, contingencias de funcionamiento, contingencia por crecidas, reuso del agua, programa de monitoreo, control de vectores, divulgación y capacitación formal e informal, valorización del suelo, mantenimiento de la forestación autóctona, generación de compuestos gaseosos y cambio del régimen fluvial.

La fundamentación de algunas de las valoraciones realizadas se explicita a continuación: En la etapa de operación del sistema se consideró como acciones importantes a tener en cuenta por sus potenciales impactos negativos sobre el medio físico y sobre la salud de los operadores de la planta, el manejo y disposición final de los sólidos retenidos en las rejillas gruesas - por las características del sistema de operación del tratamiento primario (rejillas con limpieza manual) - y la extracción y disposición final de los sólidos flotantes y barros generados en las lagunas anaeróbicas (Figura 3 y Figura 4), foco de generación de malos olores y proliferación de insectos, roedores. Estos desechos además pueden contaminar el suelo y las aguas subterráneas si no son manejados correctamente (Banco Mundial, 1991).



Figura 3. Sólidos flotantes en laguna anaeróbica, Módulo 1.



Figura 4. Disposición de sólidos extraídos de la laguna anaeróbica, Módulo 3.

Es necesario destacar que únicamente los usuarios que poseen red colectora pueden acceder al servicio en forma inmediata. El ingreso del resto de la población al sistema está condicionado a la construcción de redes colectoras secundarias. Superada esta situación, la disminución de usuarios de pozos absorbentes impactará positivamente sobre los recursos hídricos, al reducir la contaminación por percolación desde los mismos y los volúmenes de líquidos y lodos contaminantes provenientes del desagote de dichos pozos, que actualmente son dispuestos superficialmente en diferentes sitios. Igual efecto provocará la implementación de un sistema de control de los generadores privados.

El impacto del saneamiento in-situ sobre el agua subterránea fue detectado en algunas perforaciones destinadas al abastecimiento de agua a la población, donde la concentración de nitratos supera los límites tolerables para consumo humano establecidos por el Código Alimentario Argentino (2007) y los niveles guías de la OMS (1995). La ubicación de dichas perforaciones coincide con las zonas de los asentamientos poblacionales más densos y antiguos de la ciudad Capital y con áreas de descargas de efluentes cloacales (Saracho et al, 2005).

La correcta operación de esta planta de tratamiento de efluentes redundará en protección de la salud de la población, calidad de vida y conservación del medioambiente, pues evitará la incidencia de enfermedades, implicando esto una economía para los servicios municipales, provinciales y nacionales de recuperación de la salud, al mismo tiempo que se minimizará la degradación del medio físico.

También se valoró entre las acciones que causan impacto negativo la descarga del efluente tratado al río (Figura 5) -por la vulnerabilidad del acuífero en esta área (Saracho et al, 2007)- y las contingencias por funcionamiento y crecidas. La descarga de una laguna en un cauce seco produce generalmente el mismo efecto que las lagunas anaeróbicas, ya que las algas que se escapan de la batería mueren, con el consiguiente efecto negativo para el ambiente (Figura 6).



Figura 5. Conducto de descarga del efluente tratado al río Santa Cruz



Figura 6. Efluente del sistema de lagunas de estabilización escurriendo por el lecho del río Del Valle.

El reuso del efluente tratado para riego, bajo estrictas medidas de control (OMS, 1989), aportará beneficios económicos y sociales a la zona por la posibilidad de incrementar la superficie bajo riego y los requerimientos de mano de obra. La disposición final del efluente tratado para regar especies vegetales con importancia en el mercado local y nacional redundará en beneficio económico por la factibilidad de incrementar la actividad agrícola. Además la forestación de las zonas aledañas a la planta permitirá la mejora paisajística de áreas muy degradadas por acción eólica y antrópica.

Por razones de formato no se incluye la matriz cualitativa, solamente el resumen (Tabla 1) donde se muestra que el sistema de tratamiento de efluentes produce el 66,67% de impactos positivos y el 33,33% de impactos negativos. Del total de impactos positivos, el 67,39 % será de duración permanente, con el 78,49 % de probabilidad de ocurrencia cierta. El 60,14 % de los impactos positivos será de extensión local y el 39,86 % distribuida, con una periodicidad de ocurrencia continua de 59,93%.

CALIFICACION PORCENTUAL DE LOS IMPACTOS	SIGNO	PERSISTENCIA	%	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		EXTENSION %		INTENSIDAD %			PERIODOICIDAD %			RECUPERABILIDAD %	
				CIERTA	%	LOCAL	DISTRIBUIDA	BAJA	MEDIA	ALTA	DISCONTINUO	PERIODICO	CONTINUO	MITIGABLE	NO MITIGABLE
POSITIVO: 66,67%	FUGAZ	4,35%	CIERTA	0,00%	60,14%	39,86%	45,65%	28,99%	25,36%	10,95%	32,12%	56,93%	100,00%	0,00%	
			DESCONOCIDA	33,33%											
			IMPROBABLE	0,00%											
			POSIBLE	66,67%											
	TEMPORARIA	28,26%	CIERTA	30,77%											
			DESCONOCIDA	17,95%											
			IMPROBABLE	0,00%											
			POSIBLE	51,28%											
	PERMANENTE	67,39%	CIERTA	78,49%											
			DESCONOCIDA	1,08%											
			IMPROBABLE	0,00%											
			POSIBLE	20,43%											
	NEGATIVO: 33,33%	FUGAZ	17,39%	CIERTA	25,00%	43,48%	56,52%	34,78%	49,28%	15,94%	55,07%	13,04%	31,88%	64,62%	35,38%
				DESCONOCIDA	8,33%										
				IMPROBABLE	0,00%										
				POSIBLE	66,67%										
TEMPORARIA		55,07%	CIERTA	23,68%											
			DESCONOCIDA	0,00%											
			IMPROBABLE	0,00%											
			POSIBLE	76,32%											
PERMANENTE		27,54%	CIERTA	78,95%											
			DESCONOCIDA	0,00%											
			IMPROBABLE	0,00%											
			POSIBLE	21,05%											

Tabla 1: Resumen Matriz Cualitativa

MEDIOS	FACTORES	Tratamiento Primario	Control de Generadores Privados	Gestion Interna de Residuos	Generación de Efluentes Gaseosos	Eliminación del Sistema Pozos Absorbentes	Cambio Régimen Fluvial	Mantenimiento de Instalaciones de la Planta	Control de Operación de la Planta	Descarga Efluentes Tratados al lecho del río	Programa de monitoreo	Contingencia de Funcionamiento	Divulgación y Capacitación Formal e Informal	Mantenimiento de Forestación	Contingencia por Crecidas	Reuso del Agua
AIRE	Calidad de Aire	-18	-11	11	-20	16	-13	14	13	8	12	-9	0	13	0	0
	Materiales en Suspensión	-13	0	15	0	0	0	0	11	0	0	0	0	12	0	0
AGUA	Caudales de Agua Superficial	0	0	0	0	0	15	0	0	-18	0	-11	0	0	-11	16
	Calidad de Agua Superficial	0	7	0	0	-7	-11	17	17	-19	14	-12	0	0	-13	14
	Niveles de Agua Subterránea	0	0	0	0	15	13	0	0	11	0	0	0	0	0	0
	Calidad de Agua Subterránea	-11	7	0	0	17	-11	15	17	-19	14	-14	0	0	-13	17
SUELO	Modificación del uso	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	11
	Contaminación del Suelo	-15	10	12	0	16	0	16	12	-18	12	-11	16	0	-11	-12
BIOLOGIA	Modificación del Hábitat	0	13	13	-14	17	13	0	9	-16	0	-13	0	15	-12	13
	Modificación Cadena Trófica	17	9	14	-21	16	-9	0	9	-17	9	-12	0	13	-13	-12
	Flora nativa	0	0	0	-14	0	15	0	9	14	9	-12	0	15	0	17
	Avifauna	0	0	8	-15	0	14	0	9	0	0	0	0	16	0	14
MEDIO PERCEPTUAL	Elementos Paisajísticos	-17	0	0	0	16	14	0	14	-18	0	-11	0	16	-11	15
ASPECTOS CULTURALES	Calidad de Vida	0	0	0	-12	17	0	16	14	-14	0	-12	12	16	0	10
	Salud y Seguridad Laboral	-13	9	10	-15	17	0	10	15	11	0	-12	12	16	-10	-15
ECONOMIA Y POBLACION	Nivel de Empleo	0	6	6	0	0	0	7	9	0	10	0	6	9	6	10
IP		47	78	89	0	242	84	126	187	44	96	0	86	186	6	200
IN		-122	-11	0	-145	-7	-44	0	0	-170	0	-165	0	0	-139	-39
F M I		3	2	2	3	4	1	4	5	5	4	3	3	3	3	4
IP TOTALES PARCIALES		141	156	178	0	968	84	504	935	220	384	0	258	558	18	800
IN TOTALES PARCIALES		-366	-22	0	-435	-28	-44	0	0	-850	0	-495	0	0	-417	-156
I P T		5550	65,19 %													
I N T		-2964	34,81 %													

Tabla 2: Resumen Matriz Cuantitativa

Respecto a los impactos negativos, el 55,07 % serán de duración temporaria, con un 23,68 % de probabilidad de ocurrencia cierta y un 76,32 % de probabilidad de ocurrencia posible. Además el 43,48 % de los mismos tendrá una extensión local, el 15,94 % una intensidad alta, una periodicidad discontinua el 55,07 %, siendo mitigables el 64,62 % (Tabla 1). De acuerdo con Conesa (1997), aún cuando la importancia del impacto fue cuantificada, la valoración es meramente cualitativa ya que el algoritmo creado para su cálculo es función del grado de manifestación cualitativa de los atributos que en el intervienen.

En la Tabla 2 se muestra un resumen de la Matriz Cuantitativa. Por razones de edición no se consignan en dicha tabla todos los factores del medio y acciones consideradas. Por lo tanto valores de los impactos positivos y negativos parciales que figuran en la misma (IP y IN) no corresponden a la suma de las columnas de dicha matriz.

Del análisis de los resultados obtenidos en la Tabla 2 surge que de los impactos positivos totales (IP= 5550), la mayoría están relacionados con la eliminación del sistema de pozos absorbentes (IP= 968), el control de operación de la planta (IP= 935), reuso del agua (IP= 800), mantenimiento de la forestación autóctona (IP= 558), mantenimiento de las instalaciones de la planta (IP= 504) e implementación de un programa de monitoreo (IP= 384).

Teniendo en cuenta la valoración relativa del efecto de cada acción sobre el medio (suma de las columnas) se destaca que las acciones más agresivas y por lo tanto los probables impactos negativos más importantes son la descarga de efluentes tratados al lecho del río (IN= - 850), las contingencias por funcionamiento (IN= -495) y por crecidas (IN= -417), la generación de olores desagradables por parte de la planta de efluentes cloacales (IN= -435) y tratamiento primario (IN= -366). Estos resultados son coincidentes con los reportados por otros investigadores que utilizan otras metodologías para evaluar los impactos ambientales originados por sistemas de tratamiento de efluentes que cuentan con lagunas de estabilización como tecnología de tratamiento (Irusta y Durante, 2002).

CONCLUSIONES

El sistema de tratamiento de efluentes cloacales de la ciudad Capital de Catamarca produce el 66,19% de impactos positivos al medio ambiente y el 34,81% de impactos negativos siendo mitigables el 64,62% de los mismos.

La cuantificación de los impactos resalta que los impactos positivos en su mayoría están relacionados con la eliminación del sistema de pozos absorbentes, control de operación de la planta, reuso del agua, mantenimiento de la forestación autóctona, instalaciones del sistema e implementación de un programa de monitoreo.

Las acciones más agresivas y por lo tanto los probables impactos negativos más relevantes son la descarga de efluentes tratados al lecho del río (por la vulnerabilidad del acuífero), las contingencias por funcionamiento y crecidas, la generación de olores desagradables por parte de la planta de efluentes cloacales y el tratamiento primario.

La extensión de la red de recolección y transporte de efluentes, para incrementar el porcentaje de usuarios con cobertura de servicio a red cloacal, mantenimiento de las instalaciones y control de operación de la planta de tratamiento de efluentes, complementadas con la implementación de un servicio de vigilancia y monitoreo ambiental que ejecute programas de medidas correctivas, podrán mitigar la mayoría de los impactos negativos. En particular la ejecución de pozos de monitoreo en las proximidades de la planta, atendiendo a la dirección de flujo del agua subterránea permitirá detectar posibles variaciones en la calidad y nivel de la napa freática y adoptar medidas de mitigación.

El reuso del agua residual depurada para riego no solo permitirá mitigar los impactos negativos sobre el recurso hídrico subterráneo preservando la salud de la población, sino atender a los requerimientos productivos de la zona y reservar el escaso recurso disponible de mejor calidad para el abastecimiento de agua a la población.

NOMENCLATURA

IP: impactos positivos
IN: impactos negativos
FMI: factor de magnitud de impacto
IPT: impactos positivos totales
INT: impactos negativos totales.

REFERENCIAS

- Banco Mundial. (1991). Libro de Consulta para Evaluación Ambiental, Trabajo Técnico N° 140. Volumen II. Lineamientos Sectoriales, pp. 230-242. Banco Mundial, Washington D.C.
- Conesa Fernández, V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3° edición, pp 71-130. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- De la Canal y Asociados SRL (2007). Código Alimentario Argentino. Ley 18282/69. Capítulo XII. Bebidas Hídricas, Agua y Aguas Gasificadas. Art. 982. Res. Consejo SPR y RS y SAGP y A, N° 68/2007 y 196/2007.
- Garza V, Villarreal L, Fernández I. (2001). Indicadores para la Evaluación del Impacto al Ambiente y la Salud de las Aguas Residuales Municipales no Tratadas. Revista Salud Pública y Nutrición. 2,1, 56-58.
- Ingallinella A. y Fernández R. (1996). Lagunas de Estabilización. Conceptos Generales. Seminario Taller Sobre “Criterios de Diseño y Evaluación de Lagunas de Estabilización”. AIDIS Argentina. UNR, 1-13.
- Irusta J. y Durante M. (2002). Una Metodología para la Evaluación de Impactos Ambientales de Lagunas de Estabilización. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. AIDIS, pp 2-3, Cancún, Méjico.
- Kieli G. (2003). Ingeniería Ambiental, 1° edición, pp 1142-1143. McGraw- Hill, Madrid.
- OMS (1989). Directrices Sanitarias para el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura.

- OMS (1995). Guías para la calidad del agua potable. Volumen I. Recomendaciones. 2ª edición, Ginebra, pp 180.
- ONU (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Agenda 21. Río de Janeiro.
- Saracho M, Segura L, Moyano P, Rodríguez N. (2005). Variación Espacio-Temporal de la Concentración de Nitratos en el Agua Subterránea de la Ciudad Capital-Provincia de Catamarca. IV Congreso Argentino de Hidrología. Universidad Nacional de Río Cuarto, 1ª edición, pp 129-138. Río Cuarto, Argentina.
- Saracho M, Iriarte A, Rodríguez C, Rodríguez N.(2007). Impacto de las lagunas de estabilización: Influencia sobre el recurso hídrico subterráneo. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente. ASADES, 11, 11, 137-144. ISSN 0329-5184.
- Saracho M (2008). Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. Tesis de Maestría en Conservación y Gestión Ambiental. pp 67-86. UNCa. Catamarca.
- Terryl B. (2001). Manejo de Residuales Líquidos y Evaluación de Impacto Ambiental. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. 39,1, 16-20, La Habana, Cuba.

ABSTRACT: An inadequate management of sewage effluents can cause serious environmental problems. Waste water stabilization ponds show environmental impact which should be analysed according to each project conditions. The objective of this study is to determine the probable environmental problems derived from the stabilization ponds system in the capital city of Catamarca. Changes and potential risks of the environment were identified as well as the most important variables and effects of the actions taken for the treatment system using an interactive matrix. During the second stage, the positive and negative effects on the environment were quantified with a quantitative matrix. The treatment system produced a 66.19% positive impact and a 34.81% negative impact. The operational control of the same as well as an environment monitoring system could relieve the negative impact.

Keywords: Waste stabilization ponds, sewage effluents, environmental impact.