

Proyecto

“Planta potabilizadora de agua de río con utilización de fotocátalisis heterogénea para desinfección primaria”

Docentes:

Polito, Oscar.

Fullone, Carlos

Integrantes:

Sanjuan Araceli

Sosa Suárez M. Luisina

Fecha: 14/12/2018



Índice	Página
Resumen	4
Capítulo I: Presentación del proyecto	5
1. Introducción	6
2. Objetivo	6
3. Alcance	6
4. Agua	7
5. Características del Río Paraná	8
Capítulo II: Estudio de mercado	11
1. Demanda y oferta	12
1.1. Demanda	12
1.2. Oferta	16
2. Diagrama de Bloques	19
3. Análisis F.O.D.A	20
Capítulo III: Tamaño y localización	21
1. Macrolocalización	22
2. Microlocalización	22
Capítulo IV: Estudio técnico	24
1. Proceso de potabilización de agua cruda del Río Paraná	25
2. Cálculo del caudal de operación	25
3. Captación	26
4. Coagulación y floculación	27
5. Decantación	32
6. Proceso de Filtración	41
7. Desinfección Primaria con POA	43
8. Desinfección secundaria	50
9. Neutralización	61
10. Almacenamiento de agua	64
11. Proceso de tratamiento de lodos en las ETAPs	66
Capítulo V: Corrientes y Balance de masa	69
1. Composición del agua de río	70
2. Corriente de Coagulante	77
3. Corriente de Catalizador	78
4. Corriente de Cloro	79
5. Corriente de Cal	80
6. Balance de materia	81
7. Composición de la corriente de salida	86
Capítulo VI: Diseño de equipos.	89
1. Torre de toma	90
I. Cálculo del canal de entrada.	93
II. Cálculo del área del canal	94
III. Dimensionamiento de rejilla	94
IV. Cálculo de las pérdidas menores	96
2. Bomba	97
3. Decantador Horizontal Rectangular	103
4. Filtro lento de arena	107
5. Tanque de almacenamiento grande	110
6. Tanque agitado	112



7. Reactor fotocatalítico	114
8. Tolva	123
9. Cinta transportadora	127
10. Decantador cónico	129
11. Centrifuga	131
Capítulo VII: Automatización del reactor	132
1. Introducción	133
2. Tipo de sensor: Piranómetro	133
3. PLC	137
4. Programación	141
5. Conclusión	142
Capítulo IX: Balance de energía	144
1. Marco teórico	145
2. Balance de energía	145
Capítulo VIII: Estudio legislativo y organización de la empresa	148
1. Marco legal internacional	149
2. Marco legal nacional	150
3. Marco legal provincial	150
4. Marco legal municipal	150
5. Justificación legal	150
6. Organización de la empresa	151
Capítulo X: Evaluación económica	154
1. Inversiones	155
1.1. Inversión en activo fijo	155
1.2. Inversión en rubros asimilables	158
1.3. Inversión en capital de trabajo	159
2. Costos	161
2.1. Costos directos de producción (Costos Variables)	161
2.2. Costos fijos	162
3. Diagrama del punto de equilibrio	164
4. Evaluación económica	165
4.1. Indicadores económicos	169
4.1.1. Valor Actual Neto (VAN)	169
4.1.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)	170
4.1.3. Período de recuperación (rp)	171
Capítulo XI: Evaluación de impacto ambiental	172
1. Introducción	173
2. Categorización según su nivel de complejidad ambiental (NCA)	173
3. Medio ambiente físico	176
4. Descripción del proyecto	187
5. Metodologías de análisis de los impactos	199
5.1. Matriz de Leopold	203
5.2. Programa de mantenimiento	204
5.3. Posibles medidas de mitigación a aplicar a fin de disminuir la magnitud del impacto de las acciones	205
5.4. Casos específicos de emergencias	206
5.5. Capacitación del personal	208
5.6. Información y comunicaciones	208



6. Conclusión	208
Conclusión General	209
Anexo I: Tablas y correlaciones	210
Anexo II: Folletería	214
Anexo III: Leyes y normas	222
Anexo IV: Planos	258
Anexo V: Hojas de especificación	264
Anexo VI: Bibliografía	276



Resumen y Justificación

El proyecto consiste en la construcción de una planta potabilizadora de agua de río con utilización de fotocatalisis heterogénea para desinfección primaria en la localidad de General Obligado, Provincia de Santa Fe con el fin de brindar a dicha localidad un correcto servicio de agua potable, teniendo en cuenta que el agua potable constituye una necesidad primaria que aún se halla insatisfecha en varios lugares de Argentina.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el acceso de agua potable y saneamiento como un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de los demás derechos humanos.

Se desarrolla la etapa de diseño, análisis de factibilidad, evaluación económica y evaluación de impacto ambiental de la planta. La planta deberá abastecer una comunidad carente de agua potable.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que los efluentes de la planta serán comercializados. Los lodos provenientes de la ETAP se venderán como materia prima para la producción de ladrillos. Mientras que, el dióxido de titanio, utilizado para la desinfección primaria, se comercializara como pigmento para pinturas.

En base al estudio económico realizado, se concluye que la inversión inicial para el presente proyecto ronda los 2 millones y medio de dólares, lo cual incluye tanto costos directos (equipos, instalaciones, instrumentos, etc.), como los gastos indirectos (ingeniería, diseños, gastos de campo, entre otros).

Operando al 100% de la capacidad instalada se prevén costos totales de 213.101 USD anuales con un ingreso anual por ventas de 427.452 USD. Los gastos anuales comprenden los costos fijos por un valor de 123.700 USD y costos variables por un valor de alrededor de 89.401 USD.



CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.



1. Introducción

El agua potable es esencial e imprescindible para que la vida misma sea posible, es mucho más que un bien, que un recurso, que una mercancía, el agua potable es concretamente un derecho humano de primer orden.

Los esfuerzos del hombre por mejorar el medio ambiente en el que habita y elevar su calidad de vida, dependen entonces, de la disponibilidad de agua, existiendo una estrecha correlación esencial entre la calidad del agua y la salud pública, entre la posibilidad de acceder al agua y el nivel de higiene y entre la abundancia del agua y el crecimiento económico y turístico.

Las medidas dirigidas a ampliar y mejorar los sistemas públicos de prestación del servicio de agua potable, contribuyen a una reducción de la morbi mortalidad, relacionada con las enfermedades entéricas, porque dichas enfermedades, están asociadas directa o indirectamente con el abastecimiento de aguas deficientes o provisión escasa de agua.

Actualmente, 1.400 millones de personas no tienen acceso al agua potable, y casi 4.000 millones carecen de un saneamiento adecuado. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80% de las enfermedades se transmiten a través de agua contaminada.

El acceso al agua potable es una cuestión importante en materia de salud y desarrollo en los ámbitos nacional, regional y local. En algunas regiones, se ha comprobado que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento pueden ser rentables desde un punto de vista económico, ya que la disminución de los efectos adversos para la salud y la consiguiente reducción de los costos de asistencia sanitaria son superiores al costo de las intervenciones. Dicha afirmación es válida para diversos tipos de inversiones, desde las grandes infraestructuras de abastecimiento de agua al tratamiento del agua en los hogares. La experiencia ha demostrado asimismo que las medidas destinadas a mejorar el acceso al agua potable favorecen en particular a los pobres, tanto de zonas rurales como urbanas, y pueden ser un componente eficaz de las estrategias de mitigación de la pobreza.

2. Objetivo

Diseñar una planta potabilizadora de agua de río que utilice energía alternativa en alguna etapa del proceso de potabilización.

El proyecto tiene como fin solventar una carencia social, teniendo en cuenta que el agua potable constituye una necesidad primaria que aún se halla insatisfecha en varios lugares de Argentina.

3. Alcance

Comprende la etapa de diseño, análisis de factibilidad, impacto ambiental y evaluación económica de la planta. La planta deberá abastecer una comunidad carente de agua potable.



4. Agua

Definición de agua potable

Se denomina agua potable o agua para el consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

Requisitos para ser considerada potable

De acuerdo a lo establecido por la Organización Mundial de la salud (OMS), el agua tiene que cumplir con los siguientes requisitos para ser potable:

- No debe contener sustancias nocivas para la salud, es decir, carecer de contaminantes biológicos (microbios y/o gérmenes patógenos), químicos tóxicos (orgánicos o inorgánicos), y radiactivos.
- Poseer una proporción determinada de gases y de sales inorgánicas disueltas.
- Debe ser incolora o translúcida, inodora y de sabor agradable.

Información nutricional del agua potable

Cantidad por 100 ml

Calorías	0
Lípidos	0 g
Ácido Graso Saturado	0 g
Ácido Graso Poliinsaturado	0 g
Ácido Graso Monoinsaturado	0 g
Colesterol	0 mg
Glúcido	0 g
Sólido	4 mg
Fibra Alimentaria	0 g
Azúcar	0 g
Proteína	0 g
Vitamina A	0 IU
Vitamina C	0 mg
Calcio	3 mg
Hierro	0 mg
Vitamina D	0 IU
Vitamina B6	0 mg
Vitamina B sub 12	0 µg
Magnesio	1 mg



5. Características del Río Paraná.

El río Paraná es uno de los ríos más importantes de América del Sur que atraviesa la mitad sur del continente y forma parte de la extensa cuenca del Plata, la que recoge las aguas de los ríos Paraná, Paraguay, Uruguay, sus afluentes y diversos humedales.

Fluye hacia el sureste, marcando el límite del estado de Mato Grosso del Sur con los de São Paulo y Paraná hasta la ciudad de Salto del Guairá, desde donde demarca la frontera entre Brasil y Paraguay en una extensión de 190 km hasta la Triple Frontera entre Paraguay, Argentina y Brasil.

Desde ese punto, en la confluencia con el río Iguazú, pasa a ser límite entre Paraguay y Argentina. Aquí el río describe una amplia curva que lo desvía hacia el oeste, hasta su confluencia con el río Paraguay, donde gira bruscamente hacia el sur siguiendo la trayectoria del río Paraguay.

El río Paraná a partir de este punto lleva este nombre ya que es el río Paraguay el que marca la trayectoria y es el de mayor caudal internándose completamente en territorio argentino hasta su desembocadura en el Río de la Plata.

En este trayecto final, el río sirve de límite natural entre varias provincias, ya que a su margen derecho quedan las provincias de Chaco, Santa Fe y Buenos Aires, mientras que a la izquierda, se encuentran las de Misiones, Corrientes y Entre Ríos.

Es la segunda cuenca más extensa de Suramérica, moviliza un caudal colosal de 16.000 metros cúbicos por segundo.

Al Paraná se lo clasifica como río aluvial, porque transporta en su caudal sedimentos, tanto por arrastre como suspendidos en el agua.





Régimen fluvial

Las variaciones de caudal del río dependen de las precipitaciones. El Paraná atraviesa zonas con distintos tipos y variedades climáticas. El curso superior presenta una creciente anual durante el verano, mientras que los cursos medio e inferior ven modificado su régimen por los aportes del río.

Características climáticas

La condición climática es absolutamente homogénea a través de la provincia de Santa Fe, puesto que no hay obstáculos para cambiar las masas de aire; su clima es subtropical en la región Norte de la transición acumulativa o de Pampeana húmeda en el sur. No hay estaciones secas.

El río Paraná es en términos generales el principal colector de las grandes precipitaciones que caen dentro de las regiones tropicales y subtropicales de la cuenca tributaria.

Geomorfología

Localizado en el corazón de la base del Plata, es parte de los llanos de la Mesopotámica con las alturas que se extienden a partir de 28 metros en el sudoeste a 220 metros en el noreste.

Ubicación geográfica y administrativa

Cuenca hidrográfica → Cuenca del Plata

Nacimiento → Ríos Grande y Paranaíba

Desembocadura → Río de la Plata

Dimensiones

Longitud: 3940 km

Superficie de la cuenca: 2.582.672 km²

Caudal medio: 17.300 m³/s

Altitud Nacimiento: 1148 m

Desembocadura: 0 m

Caudal medio

11 500 m³/s en Apipé,

15 240 m³/s en Corrientes,

15 000 m³/s en Rosario.

Al desembocar en el Río de la Plata (considerando todos los brazos de su delta), su caudal da una media de 17 000 m³/s.

Los datos obtenidos en las siguientes tablas corresponden al punto de monitoreo del Río Paraná que se realizó en la Provincia de Corrientes, en las coordenadas 27° 15' y 34° 40' de latitud sur y 55° 40' y 59° 37' longitud oeste.



Se anexan normas y calidad de agua a nivel nacional y provincia (Anexo III)

ALCALINIDAD mg/L				SULFATO mg/L			
Año	Máximo	Mínimo	Promedio	Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1982	28	18	22	1982	-	-	-
1983	25	15	20	1983	-	-	-
1984	34	16	21	1984	-	-	-
1985	30	20	21	1985	-	-	-
1986	40	18	22	1986	-	-	-
1987	34	18	22	1987	7,50	1,00	2,71
1988	35	19	25	1988	9,00	1,00	3,20
1989	22	16	19	1989	7,50	2,00	3,72
1990	26	16	19	1990	4,50	1,00	2,30
1991	25	19	20	1991	6,00	1,00	2,47
1992	31	17	20	1992	7,00	1,00	2,00
Década	40	15	21	Década	9,00	1,00	2,60

Tabla 2.- Alcalinidad variación 11 años

Tabla 3.- Sulfato variación 6 años

DUREZA mg/L				CALCIO mg/L			
Año	Máximo	Mínimo	Promedio	Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1982	-	-	-	1982	-	-	-
1983	-	-	-	1983	-	-	-
1984	-	-	-	1984	-	-	-
1985	-	-	-	1985	-	-	-
1986	-	-	-	1986	-	-	-
1987	28,00	15,00	19,04	1987	6,40	1,60	3,23
1988	36,00	18,00	22,56	1988	11,20	2,40	4,74
1989	24,00	18,00	20,67	1989	6,40	3,20	4,09
1990	36,00	14,00	19,73	1990	5,60	2,40	3,69
1991	28,00	16,00	20,08	1991	8,00	2,40	4,23
1992	34,00	18,00	20,34	1992	8,00	3,00	4,11
Década	36,00	14,00	20,42	Década	11,20	1,60	4,03

Tabla 4.- Dureza variación 6 años

Tabla 5.- Calcio variación 6 años

CLORURO mg/L			
Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1982	-	-	-
1983	-	-	-
1984	4	2	2
1985	7	1	3
1986	14	2	4
1987	8	2	3
1988	7	2	4
1989	5	2	4
1990	4	1	2
1991	5	2	3
1992	6	2	3
Década	14	1	3

Tabla 6.- Cloruro variación 8 años



CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO.



1. Demanda y oferta

Para recaudar información sobre la oferta y la demanda tuvimos en cuenta otras plantas potabilizadoras que utilizan energías alternativas (por cierto escasas en Argentina y el mundo) y también otras plantas potabilizadoras convencionales, ya que estas también representan una competencia.

Además, analizamos las posibles fuentes captación de agua y la calidad final que deberá tener el agua al salir de nuestra planta, ya que será consumida de manera directa por la comunidad.

1.1. DEMANDA

¿Quién consume?

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana.

El agua promueve o desincentiva el crecimiento económico y el desarrollo social de una región. También afecta los patrones de vida y cultura regionales, por lo que se la reconoce como un agente preponderante en el desarrollo de las comunidades. En este sentido, es un factor indispensable en el proceso de desarrollo regional o nacional.

El aumento del consumo de agua se ha multiplicado por seis en un siglo, mientras que la población ha crecido tres veces. Según datos obrantes en la Organización de las Naciones Unidas (ONU), actualmente 80 países del mundo sufren debido a la falta de agua. En 25 países de Oriente Medio y del norte de África, la escasez crónica del líquido vital produce luchas y conflictos permanentes. Es probable que la causa principal de los conflictos en el futuro ya no sean el petróleo y la conquista de nuevos territorios, sino el agua dulce.

¿Cuánto se consume?

- Mínimo requerido según la OMS: 55 litros al día por persona.
- Consumo óptimo: 100 litros al día por persona.
- Gasto real: 400 litros al día por persona.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que a la fecha la cobertura mundial de población con acceso a agua segura de fuentes mejoradas, en el orden del 83 %.

Es importante remarcar que el concepto de agua segura de fuentes mejoradas no se restringe al de agua potable de red, sino que abarca a sistemas alternativos de suministro como provisión con cisternas, bombeo de agua de pozos particulares, etc.



¿Se seguirá consumiendo?

La demanda de agua en todo el mundo aumentará hasta el año 2030 en un 40 por ciento.

Consumo de agua potable por habitante

Alrededor del 20% de la población sudamericana carece de acceso al agua potable y el 30% no dispone de servicios sanitarios. En total son entre 60 y 100 millones de personas que, en su mayoría, viven en el campo o en villas miseria de las ciudades.

Las enfermedades causadas por la insalubridad del agua, como el cólera y el tífus, constituyen uno de los principales flagelos de salud en la región.

Es insuficiente la inversión en mantenimiento y rehabilitación de las infraestructuras para racionalizar los recursos.

La privatización de los servicios de distribución y tratamiento de efluentes exige redefinir el papel del Estado.

Es necesario dar subsidios para facilitar el acceso al suministro de las familias pobres, como en Chile.

La energía hidroeléctrica, que representa el 50% del total de la energía producida por la región, aún está lejos de alcanzar su potencial.

No se toman medidas de prevención ante las inundaciones y otros desastres naturales.

El apresurado despeje de tierras para la agricultura u otros proyectos económicos amenaza a los ecosistemas naturales

El 60% de la población vive en las cuencas de ríos cuyas aguas son compartidas por dos o más países. Esto obliga a una gestión transnacional de los recursos.

La contaminación del agua resulta de legislaciones inadecuadas y de la falta de inversiones para tratar residuos.

Alrededor de 25 millones de argentinos no tienen acceso a servicios de saneamiento del agua (alcantarillado y cloacas) y 9 millones de ellos ni siquiera consumen agua potable. Así lo revela un informe presentado en el primer Foro Mundial del Agua, organizado por el Consejo Mundial del Agua (Banco Mundial) en La Haya, Holanda.

Los datos del Samtac, que fueron recabados el año último, indican que el 18% de la población urbana de la Argentina y el 97% de la rural carecen de agua potable. Un 38% de los habitantes de las ciudades sí la tienen, pero no están conectados a las tuberías. Lo mismo le pasa al 83 % de los argentinos que viven en el campo.

Existe en Argentina una amenaza creciente a la sostenibilidad de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas por la alteración antrópica del uso del suelo en su cuenca de aporte. Las prácticas agrícolas no conservacionistas, la deforestación, el uso de agroquímicos y los cambios en el uso del suelo, particularmente la urbanización, perturban el balance hídrico y las condiciones de calidad de las fuentes.

Ejemplo de estos fenómenos son:



- El incremento en la cantidad de sólidos en suspensión por mayor erosión hídrica debido a procesos de deforestación, sobrepastoreo o mal manejo de las tierras arables, como se verifica en Misiones, en algunas áreas de la cuenca del río Bermejo y otras zonas del país.
- La presencia de plaguicidas en cursos superficiales, como se ha detectado en aguas del río Uruguay y del río Negro.
- La contaminación de reservorios superficiales como el Embalse de Río Hondo, en Santiago del Estero, o los Lagos San Roque y Los Molinos en Córdoba, por aguas servidas sin tratar, provenientes de asentamientos urbanos e industriales ribereños o situados en la cuenca de aporte.
- La contaminación de acuíferos por disposición de líquidos cloacales en pozos ciegos, como ocurre con el “Puelche” en la provincia de Buenos Aires, o el desarrollo urbano industrial intensivo, como sucede en el cordón urbano industrial que bordea a los ríos Paraná y de la Plata desde Rosario hasta La Plata, donde sus afluentes en estado muy grave de contaminación, como el Matanza-Riachuelo y el Reconquista, en la zona del Gran Buenos Aires, constituyen la expresión más elocuente. Contribuyen a esta situación graves deficiencias en el manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos y tóxicos industriales, particularmente en las periferias urbanas.

En la Capital Federal y el conglomerado urbano de Buenos Aires, hubo que sacar de servicio más de 500 pozos de abastecimiento de agua potable a la población por problemas de calidad debidos a una explotación irracional del acuífero (elevados contenidos de nitratos por pozos ubicados en zonas urbanas, salinización por sobreexplotación y contaminación industrial). El suministro fue reemplazado por el aporte de agua desde el río de La Plata.

En zonas rurales de varias provincias, se ha detectado aguas destinadas al abastecimiento de la población con contenidos naturales de arsénico que exceden notablemente las normas de agua potable.

La necesidad de incrementar la disponibilidad del recurso hídrico regulando su variabilidad estacional, de atenuar crecidas y de generar energía eléctrica, impulsó desde principios del siglo XX la construcción de embalses y aprovechamientos de propósito múltiple.

En la mayor parte de las zonas urbanizadas y habitadas por menos de 50.000 personas, se recurre como fuente al agua subterránea. El problema que suele presentarse en una gran parte de nuestro país es la presencia de arsénico y flúor – existentes en la naturaleza- o sales como, por ejemplo, nitratos, provenientes de la percolación del agua freática.



Demanda específica en Santa Fe

Miércoles 22 de julio de 2015 - 2:44 PM



redacción **santa fe**



ECONOMÍA SOCIAL

LOCALES

NACIONALES

UNIÓN

COLÓN

CULTURA

Comunas del norte le piden agua potable a Chaco



Cansados de no encontrar respuestas en el gobierno provincial, presidentes comunales del departamento 9 de Julio recurrieron a funcionarios chaqueños para obtener, de una vez por todas, agua potable. La vecina provincia, mediante un convenio, se comprometió a extender un acueducto en construcción para que miles de santafesinos puedan acceder al servicio.

Por Sebastián De Marco

Se abre una esperanza para los habitantes del extremo noroeste de la provincia. Después de décadas de no encontrar respuestas en los sucesivos gobiernos santafesinos, tienen la posibilidad de consumir agua potable. La presidenta de la Comuna de Gato Colorado, en conjunto con otros jefes comunales del departamento 9 de Julio, recurrió a las autoridades chaqueñas para solicitarles que el acueducto que están construyendo se extienda algunos kilómetros hacia suelo santafesino. El gobierno de Jorge Capitanich analizó el pedido y se mostró predisposto a brindar el acceso al agua para esas localidades.

"Recurrimos a Chaco porque el acueducto que está haciendo esa provincia llega hasta Santa Sylvina y vimos la posibilidad de que nos llegue a nosotros. Geográficamente estamos cerca del límite. Tenemos una buena relación comercial con Santa Sylvina y Villa Ángela (localidades chaqueñas) que tienen lo que muchas veces necesitamos. Ante una emergencia de salud, por ejemplo, vamos a Villa Ángela porque ellos tienen un hospital de complejidad. Son muy solidarios con nosotros", dijo a Código 3000 Mirta Barea, presidenta comunal de Gato Colorado.

A las promesas incumplidas de acercar los acueductos al norte provincial se le sumaron los años de sequía, por lo que en la actualidad los pueblos de la zona dependen de camiones cisternas para poder consumir agua. "Antes extraíamos el agua desde un pozo profundo, pero ahora no hay nivel para hacer eso. Entonces el Gobierno de Santa Fe nos provee 2 tanques semanales que traen desde Reconquista. Cada 7 días tenemos 60 mil litros que los ponemos en un depósito y se lleva a la planta de ósmosis de la comuna para que después las familias busquen 20 ó 30 litros por día para consumo humano. Está racionado. Los que pueden van a Chaco a comprar agua", explicó Barea.



Gregoria Pérez de Denis (conocida también como El Nochero) es otra de las localidades santafesinas que accederían a la posibilidad de solucionar su problema si se realiza la obra con la provincia de Chaco. Su presidente comunal, Fernando Díaz, dialogó con el programa Al Sexto Día de Radio Nacional Santa Fe y contó que "para poder consumir agua nosotros esperamos que la provincia nos mande un camión cisterna para 3.000 personas. Tenemos gente que controla qué cantidad de habitantes hay en cada domicilio y cuánta agua consumen para poder racionarla correctamente. A esta altura de la vida tenemos que estar mirando para arriba, pendiente de si llueve o no porque tenemos que rogar a la provincia que nos acerque este elemento vital".

El convenio

Luego de la reunión de los jefes comunales santafesinos con las autoridades de la vecina provincia se rubricó un acuerdo (ver recuadro) denominado "Acueducto Santa Silvyna- Gato Colorado". El convenio fue firmado por Gustavo Martínez, presidente del Servicio de Agua y Mantenimiento Empresa del Estado Provincial (SAMEEP) de Chaco, y el tesorero de la Comuna de Gato Colorado, Ernesto Defagot.

En el artículo 1, la provincia de Chaco se compromete, a través de la empresa prestadora del servicio, a extender el acueducto por poco más de 23 kilómetros dentro del territorio santafesino para abastecer, en principio, a Gato Colorado. Luego, en el artículo 3, expresa que "la provincia de Santa Fe o la comuna de Gato Colorado se comprometen a gestionar y tramitar la búsqueda de los recursos necesarios de financiamiento u obtención de las partidas presupuestarias correspondientes para la materialización y construcción completa del sistema hidráulico del acueducto e instalaciones de conexión".

En ese sentido, Mirta Barea contó que ya hicieron "las presentaciones ante el gobierno provincial y no tuvimos respuesta. Sale alrededor de 40 millones de pesos. No sabemos si la provincia pondrá dinero o si tramitarán esto ante el gobierno nacional. Incluso las autoridades chaqueñas dijeron que si Santa Fe no pone los fondos irán ellos a la Nación a tramitar el dinero para la obra".

Otro punto llamativo es que en el artículo 4 queda expreso que la vecina provincia se ofrece para diagramar el trabajo: "el SAMEEP (Servicio de Agua y Mantenimiento Empresa del Estado Provincial) se compromete a prestar colaboración técnica de personal capacitado propio para la ejecución del proyecto ejecutivo de la obra (...)".

Se abre una posibilidad sin precedentes para localidades santafesinas históricamente postergadas, aunque paradójicamente de la mano de un gobierno de otra provincia. "Le estamos acercando la solución al gobierno santafesino, es la opción que tenemos para resolver nuestros problemas. Chaco está respondiendo, la provincia de Santa Fe está indiferente. Sería fundamental para el desarrollo del norte santafesino", concluyó la presidenta comunal de Gato Colorado.

Por su parte, la autoridad máxima de Gregoria Pérez de Denis, Fernando Díaz, fue más allá: "Es una locura. La bronca más grande que tiene el habitante del norte del departamento 9 de Julio es escuchar algo que por suerte ahora se paró y es el Puerto de la Música de Rosario donde se iba a gastar una fortuna, mientras nosotros seguimos padeciendo la falta de agua. Ante esta desesperación y la falta de respuestas con una mirada esquiva hacia el norte tuvimos que salir de la provincia y, ante una gestión del presidente comunal de Villa Minetti, Fabio Blanco, con las autoridades chaqueñas se dio una audiencia en la que planteamos que ante la ausencia permanente del gobierno de Santa Fe tenemos que salir a buscar soluciones en otras provincias.

1.2. OFERTA

En la Argentina la oferta del recurso hídrico se puede expresar como un caudal medio anual de aproximadamente 26.000 m³/s. Aunque esta cifra puede aparecer como cuantitativamente generosa, es necesario puntualizar que la distribución espacial es muy heterogénea. El 85% del agua superficial del país corresponde a los territorios argentinos de la cuenca del río de la Plata, con sus ríos Paraguay, Uruguay y Paraná, entre sus cursos de agua principales, y con



la mayor concentración de su población y actividad productiva. En el otro extremo se sitúan las provincias áridas y semiáridas, con cuencas de escasa pluviosidad y menos del 1% del total del agua superficial.

El Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas realizado en 2010 registra un total de 40.117.096 habitantes, por lo que la oferta media anual de agua superficial por habitante se puede expresar como un caudal de alrededor de 20.400 m³/habitante/año, muy superior al umbral de estrés hídrico de 1.000 m³/habitante/año.

La distribución es muy desigual, con alrededor del 90% de la población viviendo en centros urbanos de más de 10.000 habitantes.

La prestación de los servicios de agua potable y saneamiento se realiza a través de una amplia gama de alternativas de gestión, que incluyen:

- La empresa pública AySA en la Capital Federal y 17 partidos del conurbano bonaerense (atendiendo a más de 25% de la población).
- Catorce empresas públicas provinciales con un grado variable de autonomía otorgada en los instrumentos de creación de las Empresas (no todas atienden a una provincia entera).
- Empresas públicas municipales, o municipios que prestan servicios directamente (atendiendo a 20% de la población).
- Trescientas cuatro empresas privadas bajo contratos de concesión con un gobierno provincial o municipal (2008).
- Más de 2.000 cooperativas (atendiendo a 11% de la población)
- Treinta y asociaciones vecinales.
- Empresas privadas En 2008 quedaron pocas concesiones privadas en el país. Entre ellos son las concesiones de Salta, Corrientes, Formosa y Mendoza.

Las cooperativas

Hay una fuerte presencia de las cooperativas de servicio, que son por lo menos unas 2.000 lo que convierte al país en el de más cooperativas de agua y saneamiento de América Latina. Estas cooperativas típicamente prestan servicios múltiples, incluso la venta de electricidad, telefonía, manejo de desechos sólidos, negocios de venta de productos de consumo y otros. Las cooperativas de agua y saneamiento se crearon durante las décadas de los 60 y los 70 y en 2001 estaban responsables del suministro de agua en la mayoría de las localidades de menos de 50.000 habitantes, prestando servicios a más de 4 millones de habitantes o un 11% de la población. En 2001 cerca de 2.000 cooperativas crearon la Federación de Cooperativas de Agua Potable de la Provincia de Buenos Aires (FEDECAP). Muchas veces las cooperativas responden de manera muy flexible a la demanda de los usuarios. Por ejemplo, ofrecen múltiples formas e intereses de pago y, en áreas donde el agua está contaminado por el arsénico, tratan el agua en plantas pequeñas de ósmosis



inversa para distribuir una cuota familiar en bidones para alimentación, dejando el agua de la red para los otros usos.

En la provincia de Córdoba, distribuye el agua "Aguas cordobesas S.A", que tiene dos plantas; la planta de Suquía produce abastece al 70% de la población de la ciudad y el otro 30% lo abastece la planta Los Molinos.

ABSA

91 localidades de la Provincia de Buenos Aires.

3.7 millones de usuarios.

16.100 Km de redes a lo largo de toda la concesión.

16 Plantas Potabilizadoras.

73 Plantas Depuradoras.

950 Perforaciones en servicio.

La empresa tiene a su cargo las tareas de captación, potabilización, transporte y distribución de agua potable, y también la colección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

Los números de la potabilización

- Se producen y distribuyen 140 millones de m³ de agua por año.
- Las plantas tratan aproximadamente 7 m³ de agua por segundo.
- En solo 2 seg. Se produce el agua que una persona necesita en un mes.
- Todo el proceso de potabilización se completa en aproximadamente 7 horas.

El Precio del agua

Los organismos internacionales recomiendan que el gasto en servicios de agua y saneamiento no supere un determinado porcentaje del ingreso del hogar, el cual no debe exceder del 3 %.

Factores que afectan el costo del agua potable

Los factores que afectan el costo del agua potable son varios, entre los principales se encuentran:

- Necesidad de tratar el agua para transformarla en agua potable;
- Necesidad de transportar el agua desde la fuente hasta el punto de consumo;
- Necesidad de almacenar el agua en los períodos en que esta abunda para usarla en los periodos de escasez.

Antecedentes de plantas ya establecidas:

En la provincia de Formosa, se localizó una planta que utiliza energías alternativas que para el abastecimiento de aproximadamente 340.000 habitantes producía 1,7m³/seg de agua potable con un costo total de \$38.152.528 a razón de \$15 por hogar por mes.

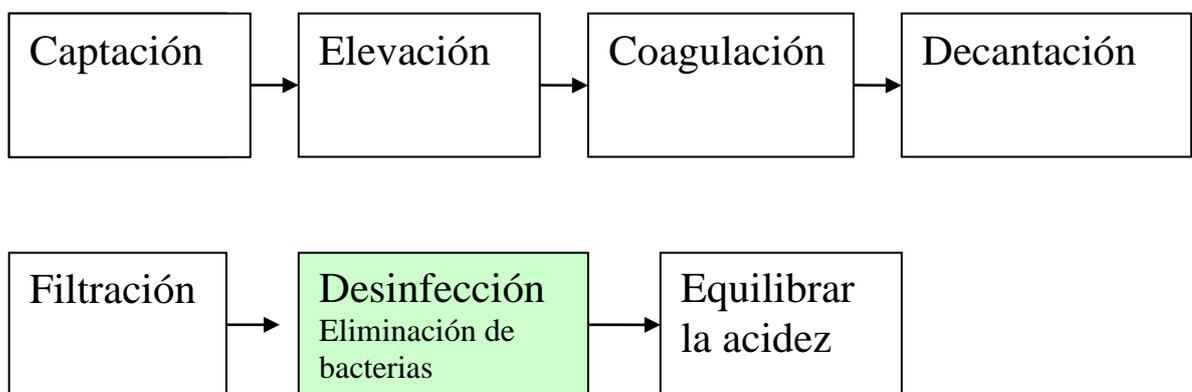


Canales de comercialización:

Este proyecto no abarca canales de comercialización. Al ser un proyecto con fines sociales nuestro cliente será el Estado, gobernaciones o intendencias. En este caso, nuestro cliente será la gobernación de Santa Fe.

Se confirma que la tecnología a utilizar es similar, puesto que las plantas potabilizadoras estudiadas previamente utilizan la adoptada en este proyecto; un antecedente de ello es una planta ubicada en la provincia de Formosa.

2. Diagrama de Bloques



El proceso de Desinfección puede ser realizado según dos métodos:

- Método convencional: Cloración
- Método alternativo: Fotocatálisis solar



3. Análisis F.O.D.A

Análisis F.O.D.A		
	Positivos	Negativos
Factores Internos	Equipo de trabajo con experiencia y conocimiento sobre potabilización	Residuos sólidos urbanos
	Tecnologías modernas y adecuadas	
	Eficiente control de calidad	
Factores Externos	El marco legal apoya el proyecto	Posibles sequías en la región
	Proyecto buen visto por la sociedad	Trabas en las importaciones
	Se cuenta con el apoyo de la gobernación de Santa Fé	El departamento no cuenta con suficiente mano de obra calificada
	Acceso a la información	

Observando los factores internos positivos de éste análisis se pueden identificar fortalezas para poder mantenerlas, practicarlas e incrementarlas; los factores internos negativos dan cuenta de las debilidades, lo que permite analizarlas en detalle para poder suplirlas o minimizarlas. En los factores externos positivos se reconocen las oportunidades que potencialmente se pueden aprovechar y finalmente los aspectos externos negativos se identifican las amenazas, lo que permite elaborar una gestión adecuada de manera de poder hacerles frente en el momento en que se presenten.

Estrategias a implementar		
Matriz F.O.D.A	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	Apoyar el equipos de trabajo para su buen desempeño y continuo crecimiento	Generar un plan de gestión ambiental.
	Capacitar personal del departamento para trabajar en la planta	
	Promover junto con la gobernación un plan de concientización de consumo responsable del agua.	Monitorear el tamaño de la población por la posibilidad de futuras ampliaciones.



CAPÍTULO III: TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN.



1. MACROLOCALIZACIÓN

La zona seleccionada para instalar la planta proyecto es la provincia de Santa Fe.

Esta decisión se sustenta en la intención del Gobierno de Santa Fe, como parte del *Plan Estratégico Provincial* de implementar un programa de trabajo para mejorar en el corto y mediano plazo la situación del servicio de agua potable en las localidades más comprometidas.

La meta es mejorar las instalaciones existentes, instalar nuevas plantas potabilizadoras, ampliar redes de distribución, y reforzar la distribución de agua en camiones y bidones en períodos críticos de intensa sequía.

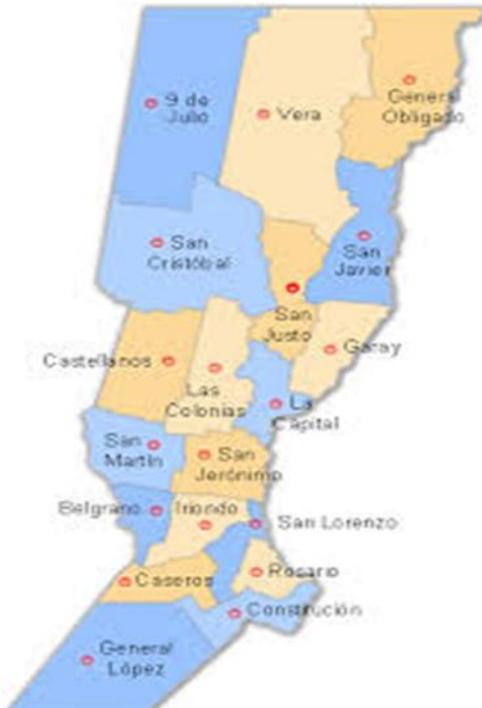
Mapa político de Santa Fe

Mapa de densidad poblacional de Santa Fe



2. MICROLOCALIZACIÓN

La microlocalización es el partido de General Obligado.



El sitio fue seleccionado por el método cualitativo por puntos, para el que se ponderaron factores tales como:
 Cercanía a la fuente de captación
 Cercanía a vías de transporte
 Disponibilidad de energía eléctrica
 Población a abastecer (perteneciente a dicho partido)

Factores	Peso
Clima	0.1
Proximidad Rutas	0.3
Energía eléctrica	0.15
Proximidad al Río	0.3
Proximidad a las ciudades (MO)	0.15
Sumatoria	1

Factores	Alternativa A	Alternativa B
Clima	4	4
Proximidad Rutas	9	5
Energía eléctrica	8	0
Proximidad al Río	6	9
Proximidad a las ciudades (MO)	6	4

RESULTADOS

Como resultado obtenemos que la Alternativa A es la más conveniente.



CAPÍTULO IV: ESTUDIO TÉCNICO.

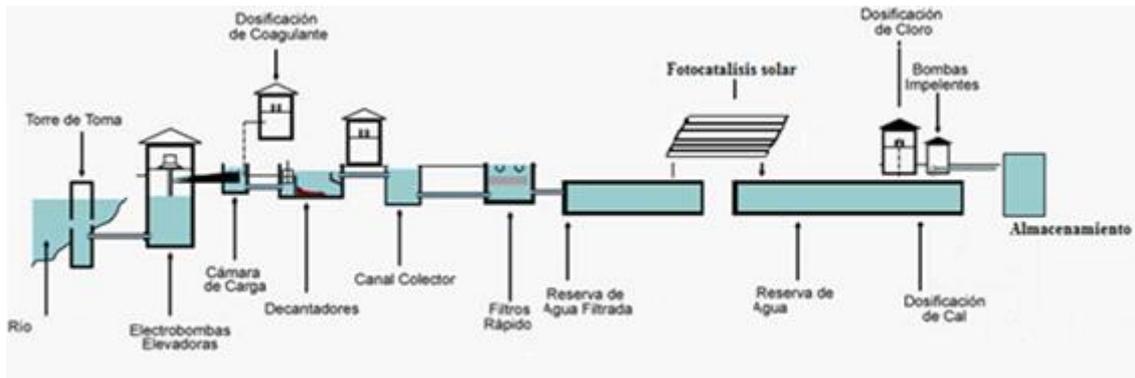


1. PROCESO DE POTABILIZACIÓN DE AGUA CRUDA DEL RÍO PARANÁ

El proceso de potabilización de agua cruda consiste básicamente en la eliminación de turbiedad, de impurezas de distinto tipo y agentes patógenos para obtener agua potable apta para el consumo humano. Este proceso se cumple en una serie de pasos que comienzan en la captación de agua cruda y concluyen en el almacenamiento del agua potable.

En la figura se puede observar una descripción breve del proceso de potabilización a desarrollar, desde la toma del Río Paraná hasta el almacenamiento previo a la distribución domiciliaria:

DIAGRAMA DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN



2. CÁLCULO DEL CAUDAL DE OPERACIÓN

El caudal de operación se calculó sobre la base de la población de la localidad de Gato Colorado y observando el crecimiento de la misma en los últimos 10 años, según datos del INDEC. Luego, se ha proyectado esa tasa de crecimiento a 30 años y se ha tenido en cuenta la cantidad de horas por día que operaría la planta en el mes más favorable y en el menos favorable.

POBLACIÓN EN 2001	1522
POBLACIÓN SEGÚN SENSO 2010	1412
DECRECIMIENTO EN DIEZ AÑOS	7,23%
CRECIMIENTO ANUAL	0.0723%
POBLACION ESTIMADA AL 2030	1192



El cálculo del caudal basado en un consumo de 200 litros por día para cada habitante es entonces:

$$200 \frac{\text{LITROS}}{\text{HABITANTE X DÍA}} \times 1192 \text{ HABITANTES} = 238400 \frac{\text{LITROS}}{\text{DÍA}} = 9,93 \frac{\text{M}^3}{\text{HORA}}$$
$$= 9930 \frac{\text{LITROS}}{\text{HORA}}$$

Caudal mes menos favorable

$$\frac{238400 \frac{\text{LITROS}}{\text{DÍA}}}{5,14 \frac{\text{HORAS}}{\text{DÍA}}} = 46381,32 \frac{\text{LITROS}}{\text{HORA}} = 46,38 \frac{\text{M}^3}{\text{HORA}}$$

Caudal mes más favorable

$$\frac{238400 \frac{\text{LITROS}}{\text{DÍA}}}{7,02 \frac{\text{HORAS}}{\text{DÍA}}} = 303960,11 \frac{\text{LITROS}}{\text{DÍA}} = 33,96 \frac{\text{M}^3}{\text{HORA}}$$

3. CAPTACIÓN

Desripado y desarenado en sistema de toma de agua cruda del Río Paraná.

En esta etapa se traen piedras, arena, ripio y se evita que los elementos que flotan ingresen a las bombas.

Esto se logra en primer lugar, tomando el agua desde una cierta profundidad, por medio de un conducto con una cierta inclinación respecto del fondo del río (toma directa, ver el esquema).

El cribado del agua se hace pasándola a través de barras estrechamente espaciadas, rejillas o planchas perforadas. El cribado no cambia la calidad química o bacteriológica del agua. Sirve para retener material grueso y materia suspendida de mayor tamaño que las aberturas de las cribas.

Aun cuando el material de cribado pueda formar una capa, de filtro de depósitos, el cribado es aún de naturaleza puramente mecánica

En ingeniería de abastecimiento de agua, se usan cribas para propósitos diferentes:

Retiro de materia flotante y materia suspendida de gran tamaño que, de lo contrario, podría atorar las tuberías, malograr las bombas y otro equipo mecánico o interferir con la operación satisfactoria del proceso de tratamiento. Las cribas fijas se usan para este propósito y se limpian en el sitio, manual o mecánicamente.



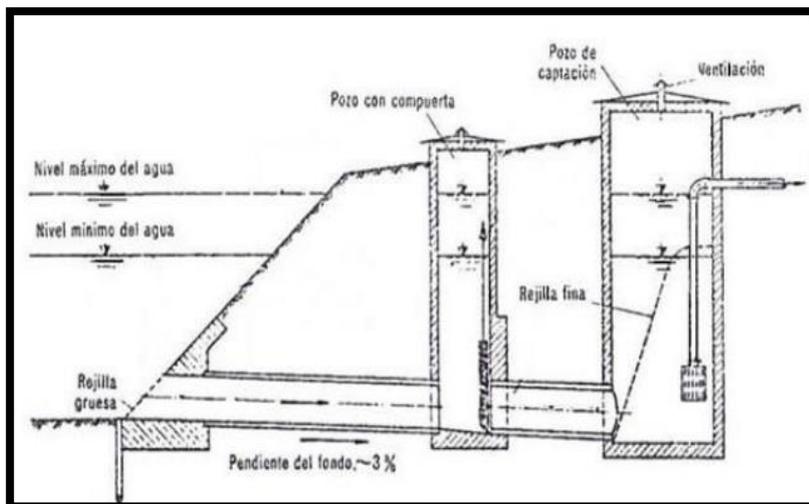
Clarificación del agua mediante el retiro de materia suspendida incluso de tamaño pequeño, para aligerar la carga en los subsecuentes procesos de tratamiento, en particular se les usa para evitar que los filtros se atoren con demasiada rapidez.

Por lo general las cribas de barra, o rejilla, consisten en fajas de acero o barras con un espaciamiento de 0.5 a 5 cm. Si la cantidad de material que se espera cribar es pequeña, las barras son colocadas de modo muy empujado en un ángulo de 60-75° con la horizontal, y la limpieza se hace manualmente usando rastrillos.

Si se retiene cantidades mayores, la limpieza manual aún es factible.

Para facilitar el trabajo de limpieza se debe colocar las barras en un ángulo de 30-45° con la horizontal

El agua debe fluir hacia la criba de barras (rejilla) a una velocidad bastante baja, 0.1-0.2 m/seg. Una vez que el agua ha pasado por la rejilla, la velocidad de flujo debe ser por lo menos de 0.3-0.5 m/seg para evitar el asentamiento de materia suspendida.



Una vez que se ha hecho el cribado del agua, ésta llega a la estación de bombeo, donde es conducida por gravedad a través de un acueducto hacia la estación elevadora. Aquí un conjunto de bombas impulsan el agua cruda a través de un acueducto hasta la planta potabilizadora.

4. COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

La turbiedad y el color del agua son principalmente causados por partículas muy pequeñas, llamadas partículas coloidales. Estas partículas permanecen en suspensión en el agua por tiempo prolongado. Por otro lado, aunque su concentración es muy estable, no presentan la tendencia de aproximarse unas a otras.



Para eliminar estas partículas se recurre a los procesos de coagulación y floculación.

La coagulación es un proceso de desestabilización química de los coloides que se produce al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

La floculación tiene por objetivo favorecer, con la ayuda de la mezcla lenta, el contacto entre las partículas desestabilizadas. Estas partículas se aglutinan para formar un floc que puede ser fácilmente eliminado por los procedimientos de decantación y filtración.

Es muy importante que los procedimientos de coagulación y floculación sean utilizados correctamente, ya que la producción de un floc muy pequeño o muy ligero produce una decantación insuficiente; mientras que el agua que llega a los filtros contiene una gran cantidad de partículas de floc que rápidamente ensucian los filtros y hacen que necesiten lavados frecuentes.

Por otro lado, cuando el floc es frágil, este se rompe en pequeñas partículas que pueden atravesar el filtro y alterar la calidad del agua producida.

Las aguas superficiales pueden contener una gran variedad de materias, el tamaño de las partículas de estas materias y su naturaleza determinan los tipos de tratamiento dentro de las plantas de agua.

Las partículas de tamaño muy grande como el detritus orgánico, algas protozoarios, grava, arena, entre otras del tamaño de 10 micrómetros a 10 mm o más, pueden ser eliminadas por tratamientos de separación física:

10 a 100 mm son separados por medio de los sistemas de rejillas.

0.2 a 10 mm pueden ser separados por desarenación, sedimentación, decantación y flotación.

0.01 a 0.1 mm son separados por filtración (macro y microtamizado).

Las partículas muy finas son una parte de las materias solubles y de las materias coloidales como: proteínas, virus; moléculas y los iones pueden ser separados por adsorción o intercambio de iones.

Partículas en suspensión

Las partículas en suspensión de una fuente de agua superficial provienen de la erosión de suelos, de la disolución de sustancias minerales y de la descomposición de sustancias orgánicas. A este aporte natural se debe adicionar las descargas de desagües domésticos, industriales y agrícolas. En general la turbiedad del agua es causada por las partículas de materias inorgánicas, en tanto que el color se debe a las partículas de materias orgánicas e hidróxidos de metales (hierro por ejemplo).



La tabla siguiente indica los tiempos de decantación de las diferentes partículas en función de sus dimensiones; densidad y de la temperatura del agua.

Tipo de Partículas	Diámetro (mm)	Tiempo de Caída	
		Densidad 2.65	Densidad 1.1
Grava	10	0.013 s.	0.2 s.
Arena Gruesa	1.0	1.266 s.	20.9 s.
Arena fina	0.1	126.66 s.	34.83 min.
Lodo fino	0.01	3.52 h.	58 h.
Bacterias	0.001	14.65 d.	249.1 d.
Coloides	0.0001	4.12 a.	66.59 d.

Se observa fácilmente que a la misma densidad, las partículas más pequeñas tienen un tiempo de caída mayor, esto imposibilita la decantación sin la adición de un factor externo.

Los coloides son suspensiones estables, por lo que es imposible su sedimentación natural, son sustancias responsables de la turbiedad y del color del agua.

Afinidad de las Partículas Coloidales por el Agua

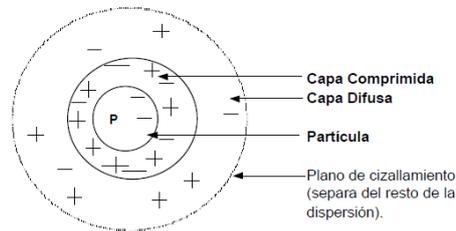
Las partículas coloidales se caracterizan por ser hidrofílicas (tienen afinidad por el agua) e hidrófobas (es decir que rechazan al agua), las primeras se dispersan espontáneamente dentro del agua y son rodeadas de moléculas de agua que previenen todo contacto posterior entre estas partículas; las partículas hidrofóbicas no son rodeadas de moléculas de agua, su dispersión dentro del agua no es espontánea por lo que requieren de la ayuda de medios químicos y físicos.

Las partículas hidrófobas son en general partículas de materias inorgánicas mientras que las hidrofílicas son materias orgánicas.

La carga eléctrica y la capa de agua que rodean las partículas hidrófilas tienden a desplazar las partículas unas de otras y, en consecuencia las estabiliza dentro de la solución.

Carga Eléctrica y Doble Capa.

Dentro del Agua Superficial, las partículas coloidales, son las causantes de la turbiedad y del color por lo que el tratamiento del agua está orientado a la remoción de estas partículas; estas poseen normalmente una carga eléctrica negativa situada sobre su superficie. Estas cargas llamadas cargas primarias, atraen los iones positivos del agua, los cuales se adhieren fuertemente a las partículas y atraen a su alrededor iones negativos acompañados de una débil cantidad de iones positivos



Los iones que se adhieren fuertemente a la partícula y se desplazan con ella, forman la capa adherida o comprimida, mientras que los iones que se adhieren débilmente constituyen la capa difusa, por lo tanto hay un gradiente o potencial electrostático entre la superficie de la partícula y la solución, llamado Potencial Zeta.

Factores de Estabilidad e Inestabilidad.

Las partículas coloidales están sometidas a dos grandes de fuerzas:

- Fuerzas de atracción de Van der Waals: Son fuerzas de atracción producidas por el movimiento continuo de las partículas.
- Fuerzas de repulsión electrostáticas: Son fuerzas que impiden la aglomeración de las partículas cuando estas se acercan unas a otras.

Agentes químicos que se utilizan

Las sustancias químicas que se adicionan anulan las cargas eléctricas de la superficie del coloide permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos.

La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos.

El proceso de coagulación mal realizado también puede conducir a una degradación rápida de la calidad del agua y representa gastos de operación no justificadas. Por lo tanto se considera que la dosis del coagulante condiciona el funcionamiento de las unidades de decantación y que es imposible de realizar una clarificación, si la cantidad de coagulante está mal ajustada.

Las partículas coloidales desestabilizadas, se pueden atrapar dentro de un floc, cuando se adiciona una cantidad suficiente de coagulantes, habitualmente son:



-Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$

Dosis recomendada: 10 a 150 g/m³ de agua

-Cloruro Férrico $FeCl_3$,

Dosis recomendada: 5 a 150 g/ m³ de agua

-Aluminato de Sodio $NaAlO_2$

Dosis recomendada: 5 a 50 g/ m³ de agua

-Mezclas de los compuestos anteriores

La coagulación se logra gracias a la adsorción de un ion de signo contrario por parte de los coloides, tales como iones Al y Fe. La efectividad crece cuanto mayor es su valencia, razón por la cual se usan metales trivalentes.

Para mejorar la coagulación, se recurre al uso de coadyuvantes o floculantes, tales como polímeros orgánicos de cadena larga o sílice activada.

Para hallar el valor óptimo de coagulación, se debe realizar un ensayo más o menos periódico del agua, usando distintas concentraciones de varios productos y modificando el pH, hasta encontrar la sedimentación total en el menor tiempo.

Para ello se utilizan aparatos de laboratorio equipados con hasta 10 vasos de precipitados, de manera de realizar un ensayo en blanco y nueve pruebas de producto, que poseen agitadores individuales y elementos que varían las velocidades.

Posteriormente, tras la adición de un coagulante, entra en juego la segunda fase de formación de partículas sedimentables, siempre a partir de partículas desestabilizadas de tamaño coloidal, la cual se conoce por "floculación".

En esta etapa, se le añade floculante al agua bruta, con el objetivo de aumentar el volumen y la cohesión del flóculo y facilitar de esta forma su sedimentación.

Como se explicaba antes, el coagulante introducido da lugar a la formación del flóculo, pero lo normal es que una vez realizada la coagulación de las partículas coloidales, estas tendrán una gran superficie en relación a su tamaño reducido, es decir, tienen poco peso, por lo que será complicada su sedimentación.

El objetivo es aumentar volumen, peso y sobre todo cohesión de las partículas coloidales mediante una agregación de partículas.

Por tanto, para favorecer un nuevo engrosamiento del flóculo, se adiciona un floculante, por ejemplo, almidón modificado, que favorece esta operación, recuperando los flóculos, apareciendo ahora más pesados y voluminosos, incrementándose de esa manera la eficacia de las operaciones de sedimentación, clarificación y filtración.



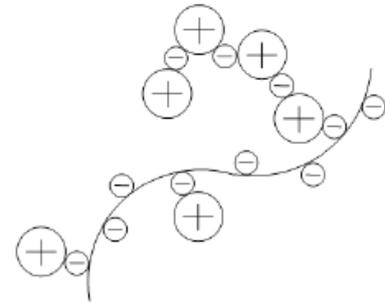
PARTÍCULAS COLOIDALES



COAGULACIÓN



FLOCULACIÓN



Tecnología de la coagulación

La tecnología de la coagulación comprende cuatro operaciones:

Agregado del coagulante: Se recurre al uso de dosificadores gravimétricos por paso y el agua a tratar es la que disuelve el coagulante o bien, dosificadores volumétricos, donde el producto está en estado líquido y es agregado por una bomba dosificadora.

Mezclado: Se realiza a una velocidad de 10 cm/s durante 5 a 7 minutos.

Formación del floc: Se realiza a una velocidad menor y durante 20 a 25 min.

Acondicionamiento del floc: Se hace a muy baja velocidad durante una hora y media aproximadamente.

Para la realización del proceso de coagulación y floculación se proyectan la ejecución de 2 cámaras de agitación mecánica con un tiempo de retención total de 30 min.

5. DECANTACIÓN

Muchas plantas tienen una etapa de sedimentación donde el agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. Los tanques son lo suficientemente grandes, tal que los sólidos fecales pueden situarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden levantarse hacia la superficie y desnatarse. El propósito principal de la etapa primaria es producir un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y unos fangos o lodos que pueden ser tratados separadamente. Los tanques primarios de asentamiento se equipan generalmente con raspadores conducidos mecánicamente que llevan continuamente los fangos recogidos hacia una tolva en la base del tanque donde, mediante una bomba, se pueden llevar hacia otras etapas del tratamiento.



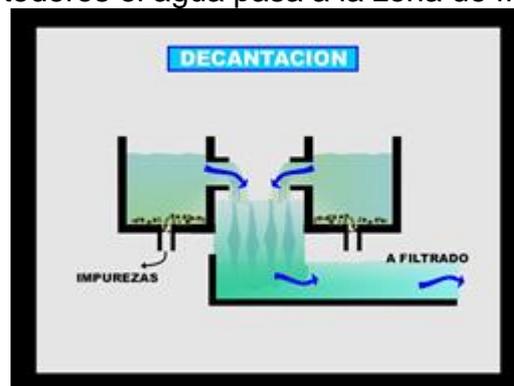
Presedimentación:

Esta etapa se realiza en piletas preparadas para retener los sólidos sedimentables (arenas) que por ser más pesados caen al fondo. En su interior las piletas pueden contener placas o seditubos para tener un mayor contacto con estas partículas y aumentar el rendimiento de las unidades.

Sedimentación:

La sedimentación se realiza en decantadores o piletas de capacidad variable, según la Planta Potabilizadora. Allí se produce la decantación de los floc, que precipitan al fondo del decantador formando barro. Normalmente la retención de velocidad del agua que se produce en esta zona es de 40 minutos a una hora.

Los decantadores o sedimentadores en su tramo final poseen vertederos en los cuales se capta la capa superior del agua, que contiene menor turbiedad. Por medio de estos vertederos el agua pasa a la zona de filtración.



Si la concentración del flóculo es pequeña, estos en su caída y sedimentación, no se comportan como una partícula granular independiente, sino que, debido al coagulante empleado su sedimentación está afectada en parte por la naturaleza de éste, considerándose por tanto, como una "sedimentación difusa". Cuando la concentración es más elevada (del orden de 0,5 gr/l), la sedimentación de los flóculos en conjunto se ve frenada, distinguiéndose más fácilmente la separación entre la masa de flóculos y el líquido. A este tipo de sedimentación lo denominamos "sedimentación en bloque o pistón".

Las partículas en suspensión en un líquido en reposo están sometidas a dos fuerzas contrarias:

- El peso de la partícula
- Las fuerzas de arrastre que la desplazan en el líquido

La velocidad de caída (V) de una partícula en equilibrio, depende o está ligada a la densidad de la partícula (ρ_p) y del líquido (ρ_l) y del diámetro (d) de la partícula y viene dada por la expresión:



$$V^2 = \frac{4}{3} \cdot \frac{\rho_p - \rho_l}{C \cdot \rho_l} \cdot g \cdot d$$

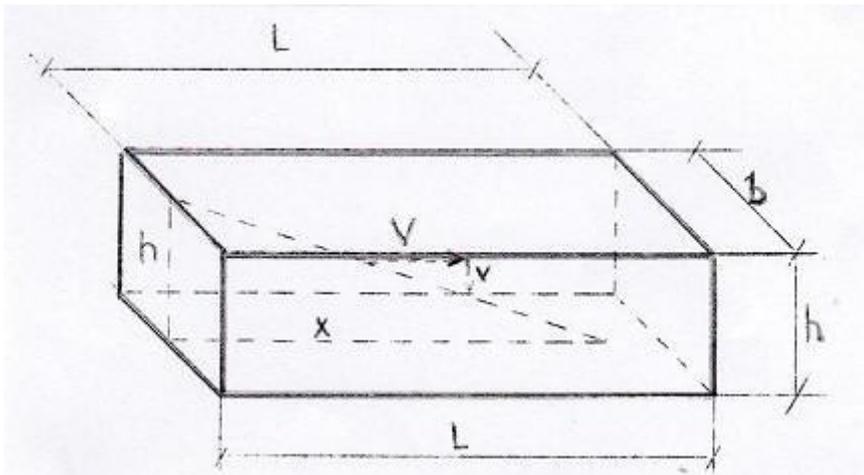
C, es el coeficiente de arrastre que a su vez está expresado en función del N° de Reynolds por C . a . Re^{-n}

En un régimen laminar a = 24 y n = 1, según la fórmula de Stokes.

Decantación de flujo horizontal

Un decantador de flujo horizontal no es otra cosa que una galería horizontal, siendo la forma más simple un paralelepípedo rectangular (en la figura siguiente, de longitud L, anchura b y altura h, la superficie en planta S = L b).

Si en esta galería hacemos circular lentamente un caudal Q de agua a decantar, con flóculos previamente formados y suponemos una velocidad horizontal del agua (V), lo más uniforme posible en toda la sección transversal de la galería, tendremos que: $V = Q / h b$.



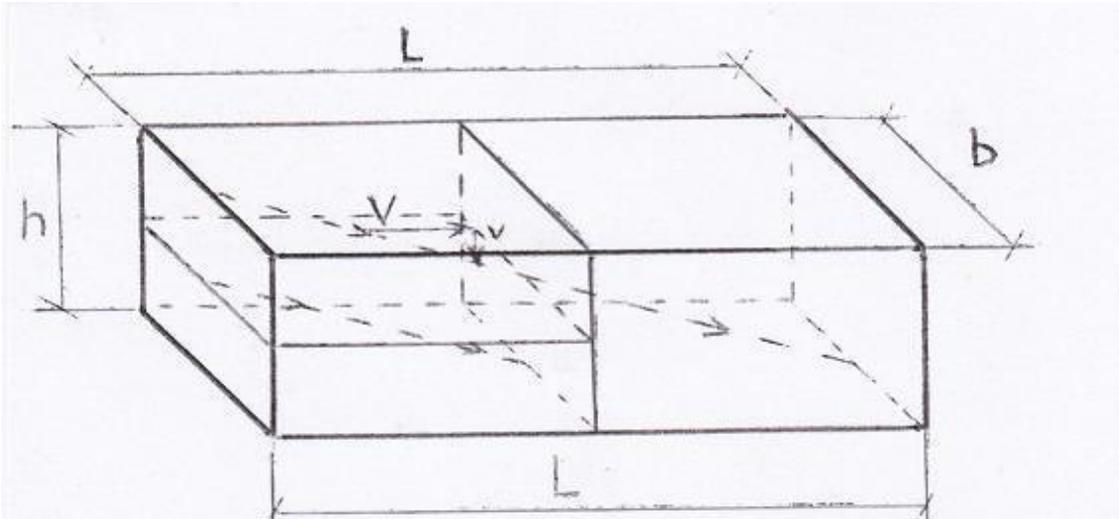
Con objeto de facilitar el estudio de sedimentación en los tanques de flujo continuo, se introducirán ciertas suposiciones simplificadas como las siguientes:

- La sedimentación ocurre tal como lo haría en un recipiente con líquido en reposo y de la misma profundidad.
- El flujo es estable y entrando en la zona de sedimentación, la concentración de las partículas en suspensión de cada tamaño es uniforme en toda la sección transversal perpendicular al flujo.
- La velocidad horizontal del agua es constante lo mismo que la velocidad de sedimentación de cada partícula, por lo que la trayectoria de las partículas en el decantador es una línea recta.



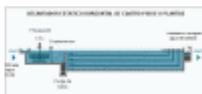
d) La velocidad horizontal del agua en el decantador será inferior a la velocidad de arrastre de los lodos, considerando por tanto que las partículas que alcancen el fondo quedaran allí retenidas.

Observamos que no influye la altura h o profundidad del decantador. Esto lleva a considerar la estructura de decantadores horizontales separados por placas horizontales o pisos lo cual significa una economía en la construcción en contraposición con la construcción de decantadores horizontales uno al lado del otro. En el esquema siguiente representamos un decantador horizontal con estos compartimentos superpuestos y sencillamente puede observarse sin ningún cálculo por qué este esquema es más económico.



Es decir que puede decirse que la colocación de esta placa intermedia permite doblar el caudal, atrapando las partículas de flóculos a la misma distancia de la entrada al decantador. Dos placas intermedias multiplicarían teóricamente por tres su capacidad de decantación y así sucesivamente

Los decantadores de flujo horizontal están dentro del tipo de decantadores, conocidos como estáticos, siendo muy empleados los decantadores rectangulares horizontales. En estos decantadores, está claramente separada la zona de coagulación y floculación de la sedimentación y no hay masa de lodos en el sentido de movimiento de los dos tipos anteriores. Los lodos depositados en el fondo de estos decantadores, son arrastrados por un sistema de rasquetas a las zonas de evacuación, o bien se extraen directamente a través de un sistema de fosas de recogida repartido por toda la superficie del fondo del decantador. El agua es decantada por canaletas o vertederos situados en el extremo opuesto a la entrada del agua floculada.



Decantadores estáticos horizontales con sistema de extracción de lodos

Los decantadores estáticos pueden ser también de flujo vertical en decantadores cónico-cilíndricos



DECANTADORES



Decantadores de recirculación de fagos y vista interior de uno de estos decantadores vacío

Fundamentalmente, las instalaciones de decantación están formadas por decantadores de recirculación de fangos, o separación dinámica, decantadores de lecho o manto pulsante de fangos y decantadores estáticos. En el primero, la floculación y sedimentación tiene lugar en una misma unidad o aparato.

Decantadores de manto de lodos

En estos decantadores, para que el agua coagulada, agua con partículas coloidales desestabilizadas, puedan flocular y sedimentar es necesario ponerlas en contacto unas con otras. En este tipo de unidades la posibilidad de encuentro o aglomeración de estas partículas es función de su concentración en el agua bruta. El contacto entre las partículas se consigue por medio de una agitación lenta. Para conseguir que los fangos se separen del líquido se emplean distintas alternativas o tipos de decantadores:

- 1) Decantadores de separación dinámica;



- 2) Decantadores de manto de lodos pulsantes;



- 3) Decantadores de agitación simple.

Decantadores de separación dinámica o de recirculación

Estas unidades utilizan una turbina que gira a alta velocidad colocada en el centro del tanque, la cual impulsa el flujo hacia abajo, de forma que las



partículas que descienden empujadas por la energía mecánica de la turbina choquen con las que ascienden con el flujo del tanque.

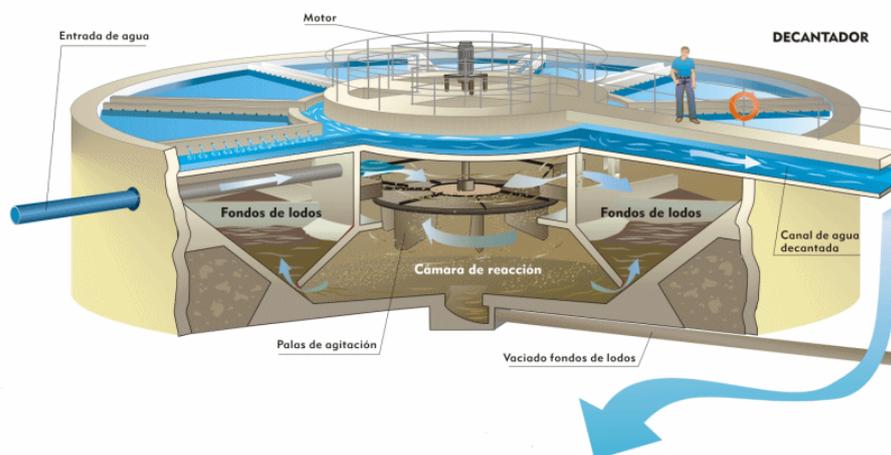
Estos tanques presentan cuatro zonas: una de mezcla y reacción (mezcla primaria), otra de mezcla lenta y floculación (mezcla secundaria), otra de manto de lodos y otra de agua clarificada, que comprende hasta las canaletas de salida.

El agua bruta es introducida en la mezcla primaria y en la zona de reacción, donde une con las sustancias químicas en presencia de sólidos formados durante reacciones previas. La presencia de estos sólidos acelera las reacciones, la mezcla primaria es llevada luego a la secundaria, donde continúa el contacto con la suspensión para luego descargar exterior e interiormente, es decir, recirculando y llevando hacia los concentradores una parte de dichos sólidos.

El agua clarificada pasa a las canaletas de recolección de agua decantada. En los decantadores de recirculación, los lodos que se separan del agua clara en la zona de decantación, son recirculados gracias a la agitación de una turbina a la zona de mezcla (campana central), donde se encuentran con el agua bruta y coagulante, que está entrando de forma continua. El exceso de lodos, cada vez más concentrados, va precipitándose hacia el fondo del decantador, de forma troncocónica, y a través de unas rasquetas móviles, se introducen en las fosas de purga. El agua clarificada, es decantada a través de una serie de canaletas o vertederos distribuidos superficialmente. La agitación o mezcla del reactivo con el agua a tratar debe ser lo suficientemente lenta para impedir la rotura del flóculo ya formado y vuelva a originarse una nueva suspensión coloidal.

Durante el periodo inicial de operación en estos decantadores, la extracción de lodos deberá ser mínima o ninguna. Para empezar a extraer el lodo, se debe hacer un muestreo de, cuando esta sea del orden de 10%, podrá iniciarse la extracción, ya sea manual automáticamente mediante un sistema en el que se programan los intervalos de purga y parada.

A medida que pasa el tiempo, y los lodos se acumulan sobre el fondo del decantador se va formando un lecho de lodos, siendo el momento ahora de comenzar la recirculación.



Decantadores de recirculación de lodos (con señalización de equipos)



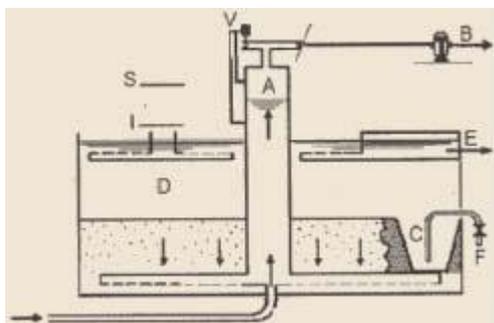
Decantadores de manto de lodos pulsantes

En los decantadores de lecho de fango, no hay recirculación de fango, sino que existe una masa de lodos en la parte inferior del decantador, sometida a expansión de abajo hacia arriba por la impulsión del agua bruta coagulada. Los lodos a extraer se van depositando en unas fosas o concentradores y el agua clarificada es decantada, igualmente, mediante canaletas o vertederos superficiales.

En el decantador de lecho de fangos con pulsación, el agua entra a la zona de decantación a través del lecho de fangos, de forma intermitente mediante pulsaciones conseguidas por el vacío creado en una campana central. Debido a este vacío, el nivel del agua en la campana se eleva y al alcanzar un cierto nivel; de acuerdo con una secuencia predeterminada, un dispositivo apropiado, pone la campana en comunicación con la atmósfera, con lo que el agua entrará en la zona de decantación. Los lodos van depositándose en unas arquetas de concentración, de donde son extraídos periódicamente.

La descarga del agua de la campana de vacío a las tuberías de distribución se produce cuando el agua alcanza un nivel determinado (entre 0,6 y 0,80 metros). Este nivel de agua se regula de forma que mediante el adecuado mecanismo electromecánico se permita la apertura de las válvulas de descarga a la atmósfera. Las descargas de agua de la campana realizadas en forma intermitente producen una agitación en el interior del decantador que permite el contacto entre las partículas coaguladas, aumentando así el tamaño y volumen de estas, para formar una masa de lodos llamada "manto de lodos". La altura que usualmente debe alcanzar el manto de lodos es de 1,5 metros, y debe coincidir con el nivel del vertedero de los concentradores de lodos. La eficiencia del decantador de lodos es función del grado de compactación del manto de lodos y del porcentaje de concentración de lodos.

El exceso de lodos formado pasa a los concentradores de lodos, para ser eliminados por medio de las válvulas de purgas que pueden ser accionadas en forma manual o automática.

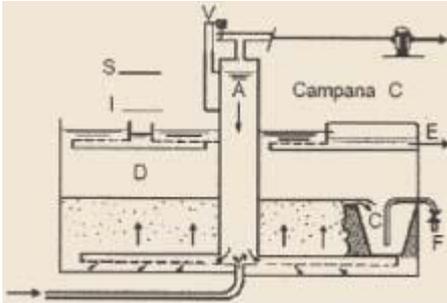


Primer tiempo

- La válvula de aire V, de comunicación de la campana con la atmósfera, se encuentra cerrada.



- El agua asciende en la campana A.
- El agua entra, a caudal reducido, en el decantador D.
- El fango se concentra en el lecho de fango y en el concentrador C.



Segundo tiempo

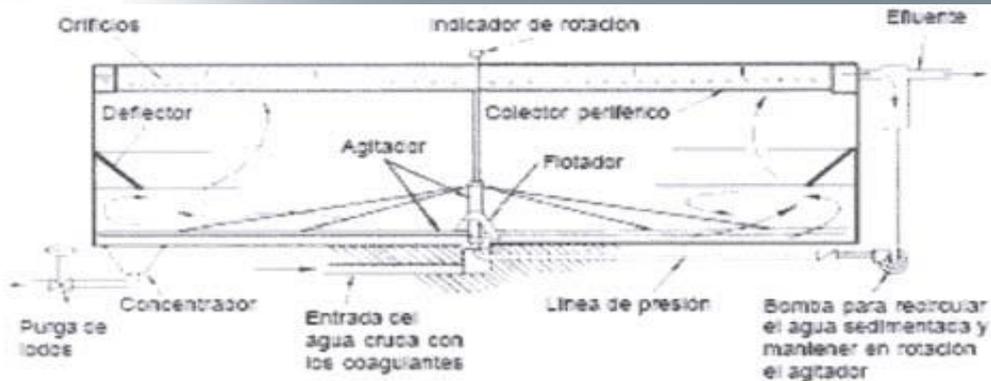
- Cuando el agua alcanza en la campana el nivel del electrodo superior S, se abre la válvula de comunicación con la atmósfera.
- El agua de la campana A penetra en el lecho de fango, consiguiendo su expansión.
- El exceso de fangos penetra en el concentrador C.
- El agua decantada es evacuada por E.
- Cuando el agua alcanza el nivel del electrodo inferior (I) en la campana A, se cierra la válvula V.
- La masa de fango es evacuada del concentrador C por la válvula de extracción automática F.

Decantadores de agitación simple

Suelen ser tanques circulares en los que el agua entra por la parte inferior y están provistos de un agitador mecánico que gira lentamente en el fondo con el fin de mantener las partículas coaguladas en suspensión y recoge los lodos en un concentrador del cual son extraídos periódicamente.

Presentan cuatro zonas: de reacción, de floculación, de recolección de lodos y de agua clarificada.

Es de suma importancia la regulación de la velocidad de agitación para conseguir una óptima floculación, en función de la turbiedad del agua bruta y de la dosis de coagulante empleado. Si se observa la presencia de grandes cantidades de flóculos en la superficie, se deberá disminuir la velocidad de agitación.



Finalmente, mencionaremos los decantadores lamelares, basados en el efecto del plano inclinado, logrado al introducir una serie de placas inclinadas, con lo cual se consigue la máxima superficie de decantación así como la menor reducción del tamaño y coste en comparación con un decantador de gravedad. Las partículas que se encuentran entre las placas lamelares están sometidas a la fuerza del arrastre por parte del fluido y a la gravedad, el vector resultante de ambas fuerzas hace caer a las partículas sobre las placas inclinadas y van resbalando hacia la parte inferior de recogida, generalmente se aplica a los decantadores estáticos, mejorándose el rendimiento de la sedimentación. En general las partículas sometidas a esta sedimentación suelen ser flóculos de baja densidad lo que requiere que las placas inclinadas estén colocadas con un ángulo de 60° , de esta forma las partículas resbalan y descienden al fondo del decantador de donde serán evacuadas. El volumen o capacidad de la zona de recogida de lodos debe ser el suficiente para evitar turbulencias que podrían arrastrar hacia la superficie parte de estos lodos.



Es de gran importancia en todos los decantadores, el reparto del agua bruta y la recogida del agua decantada así como la operación de purga o extracción de lodos, con objeto de ir renovando la formación continua de éstos y evitar concentraciones excesivas e incluso putrefacciones de los lodos. Los períodos de purga son intermitentes y dependen fundamentalmente de la carga original



del agua bruta y de la correspondiente dosificación de reactivos.

LODOS

En el tratamiento del agua destinada al consumo humano, las sustancias en suspensión y algunas otras disueltas, en esta agua, junto a los residuos de los coagulantes y otros reactivos empleados en el tratamiento, son separadas, quedando un residuo de distinta naturaleza, que en un tratamiento convencional pueden ser las siguientes:

- Residuos de la coagulación/floculación generados principalmente en los decantadores y en los filtros.
- Residuos de posibles procesos de ablandamiento.
- Residuos de la eliminación de hierro, manganeso y del empleo de permanganato potásico.
- Residuos de carbón activo (sí se emplea carbón en polvo en el proceso de potabilización).

Todos estos residuos son retenidos en los decantadores y filtros.

6. PROCESO DE FILTRACIÓN

La filtración es una operación unitaria donde se consigue la separación de los sólidos que se encuentran suspendidos en un medio fluido haciendo pasar la suspensión a través de un medio poroso, el cual va a retener las partículas sólidas dejando pasar el fluido

Los filtros son equipos en los que se lleva a cabo la operación de separación sólido - fluido denominada filtración.

Esta operación consiste en una separación física donde no existe transferencia de materia sino que lo que se da es una separación entre distintos estados de agregación.

El medio filtrante es la barrera que retiene los sólidos y deja pasar el líquido, puede ser un tamiz, una tela, un tejido de fibras, fieltro, membranas poliméricas o un lecho de sólidos. El líquido que atraviesa el medio filtrante se denomina filtrado.

El proceso de filtración presenta diversas características que se han de tener en cuenta para clasificar el proceso y seleccionar el equipo adecuado.

Los distintos criterios de clasificación que se siguen son de acuerdo:

- La fuerza impulsora de la filtración. (Gravitatoria, centrifuga o presión)

El mecanismo de filtración

Filtración por torta:

Si la proporción de sólidos es muy elevada, las partículas quedan retenidas en la superficie del medio filtrante estableciéndose gradualmente una torta de espesor creciente sobre el medio filtrante, con lo que en realidad la filtración se va a realizar a través de la torta. Por tanto la mayor parte de partículas se recogen en la torta filtrante y posteriormente ésta se separa del medio.



Filtración en lecho profundo:

La proporción de partículas sólidas es muy pequeña y con frecuencia su diámetro es menor que el de los poros del medio filtrante por lo que las partículas penetran hasta una profundidad considerable antes de ser atrapadas

- El ciclo de operación (continuo o por lotes)
- La naturaleza de los sólidos

Torta compresible: Si los sólidos son deformables.

Torta incompresible: Si éstos son rígidos.

- Método de filtración por Arena

El filtro de arena es un método de tratamiento de los efluentes ecológicos, relativamente sencillo y poco costoso. Su principio consiste en hacer percolar el agua a través de un bloque de arena.

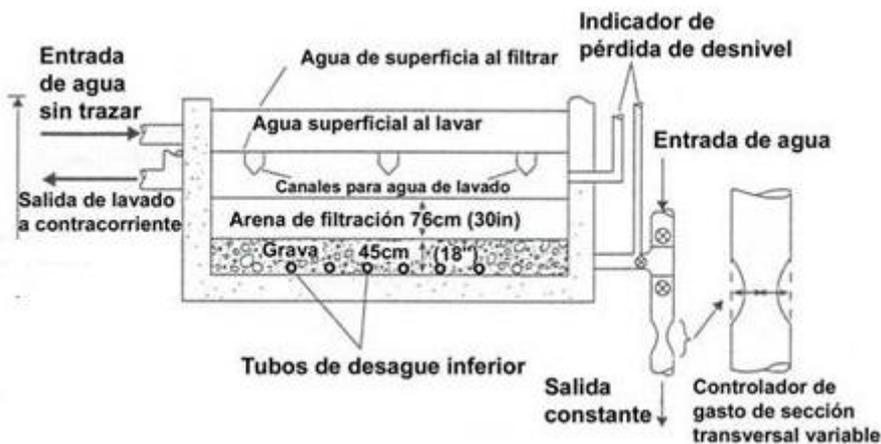
Esquemáticamente, los granos de arena forman una capa atravesada por el agua y que detiene por simple efecto de tamizado las partículas de tamaño superior al de los espacios existentes entre dichos granos. Si a lo largo de su avance tocan un grano, las partículas más pequeñas también quedarán retenidas sobre la superficie de estos por el efecto pared. La capacidad de frenado del filtro será tanto mayor cuanto menor sea el diámetro de sus granos y más largo sea el tiempo de permanencia de las partículas.

Hay tres tipos de filtración por arena:

- Los filtros de arena rápidos. Deben limpiarse con frecuencia debido a su alisado, que invierte la dirección del agua.
- Los filtros de arena semirrápidos.
- Los filtros de arena lentos.

Los dos primeros requieren del uso de bombas y productos químicos (principio de floculación). Se utiliza un floculante que, por un principio químico, atrapa los materiales en suspensión y las partículas, formando grandes copos que se depositarán por sedimentación (lo cual significa que las partículas en suspensión detienen su movimiento y se depositan).

A diferencia de otros métodos de filtración por arena, los filtros de arena lentos emplean procesos biológicos para limpiar el agua y son sistemas no presurizados. Pueden tratar el agua y reducir la presencia de microorganismos (bacterias, virus, microbios, etc.) sin necesidad de productos químicos. No precisan electricidad para funcionar.



El gran inconveniente que poseen los filtros de arena lenta es que no son admisibles para aguas con NTU de turbiedad mayor a 20
En nuestro caso el proceso de filtración que utilizaremos consistirá en el Filtrado de arena lento.

7. DESINFECCION PRIMARIA CON POA

El cloro es el producto químico más comúnmente utilizado para la desinfección de agua debido a su capacidad para inactivar bacterias y virus. Sin embargo, la presencia de impurezas orgánicas en el agua puede generar subproductos no deseados, tales como halometanos y otros compuestos cancerígenos; por estas razones se está estudiando la factibilidad de aplicar en ciertos casos tecnologías alternativas de desinfección de agua. Entre ellas se encuentra el uso de radiación ultravioleta de 254 nm, mediante lámparas. El proceso de fotocatalisis mediante TiO_2 , utilizando luz solar con longitudes de onda desde 290 hasta 400 nm, es mucho menos activo como germicida.

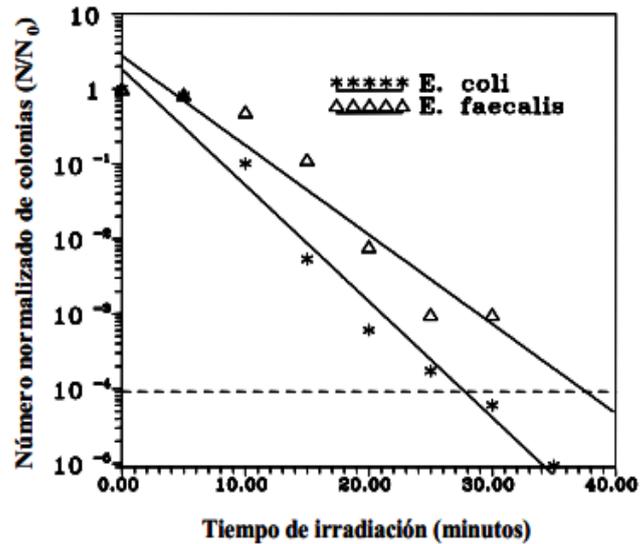


Figura 16. Dos ejemplos de aniquilación de bacterias en agua mediante fotocátalisis, utilizando TiO_2 , luz y tecnología solar.

Los POA (procesos de oxidación avanzada) pueden definirse como procesos que implican la formación de radicales hidroxilo (OH) de potencial de oxidación (2.8 V) mucho mayor que el de otros oxidantes tradicionales. Estos radicales son capaces de oxidar compuestos orgánicos, principalmente por abstracción de hidrógeno o por adición electrofílica a dobles enlaces. En el caso de microorganismos, estos radicales atacan la doble capa bilipídica que conforma la pared externa de la célula, generando reacciones de peroxidación lipídica letales para el microorganismo. Los POA abarcan procesos como ozono/luz UV, H_2O_2 /luz UV, ultrasonido, fotocátalisis heterogénea y homogénea, y los tratamientos electroquímicos. Una de las razones que ha hecho que los POA sean objeto de un creciente interés es la posibilidad de utilizar energía solar como fuente de fotones, con el consiguiente ahorro energético y ventajas medioambientales. Un amplio rango de aplicaciones ha sido reportado para diferentes compuestos usando estos sistemas. A continuación se presenta una breve descripción de los sistemas más utilizados.

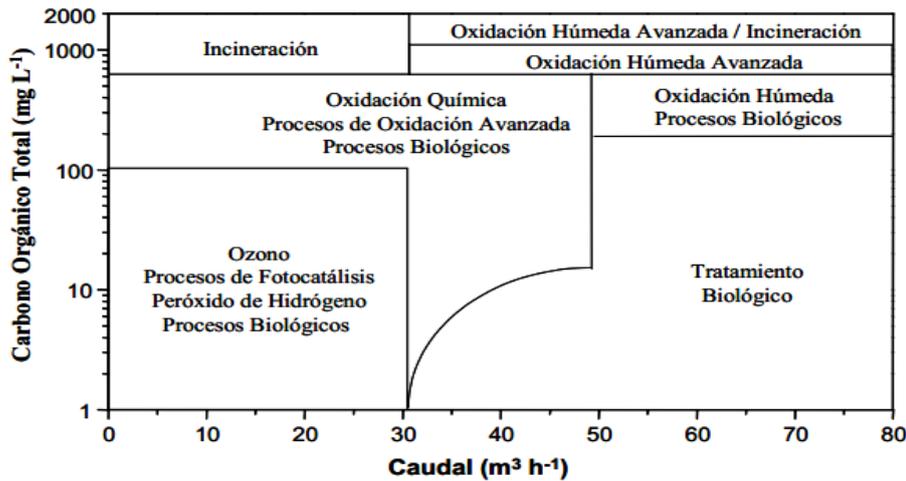
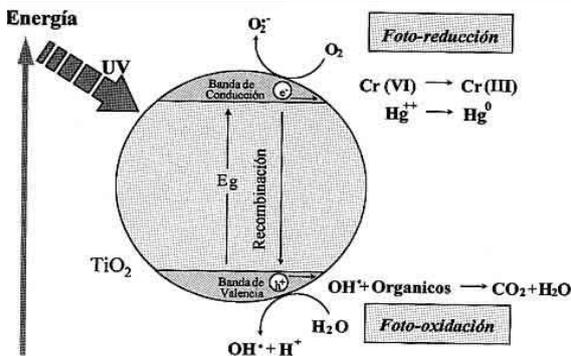


Figura 2. Diagrama de las distintas tecnologías existentes para el tratamiento de agua, en función de la carga orgánica existente y del volumen a tratar.

Fotocatálisis homogénea, sistemas Fenton/foto-Fenton

La reacción de Fenton (solución de agua oxigenada y sales ferrosas) es conocida por su capacidad para degradar compuestos orgánicos presentes en el agua. Su acción se basa en la generación in situ de radicales OH, los cuales oxidan los contaminantes orgánicos. Sin embargo, la eficiencia de la reacción es baja. Un proceso mucho más eficiente consiste en generar radicales libres OH por absorción de radiación solar de una solución de sales férricas y peróxido de hidrógeno (reacción de foto-Fenton). Ciertos complejos de hierro se han usado en el sistema foto-Fenton, ya que absorben radiación hasta una longitud de onda de 500 nm. En consecuencia, la utilización de estos complejos tiene la ventaja de aprovechar tanto la radiación solar ultravioleta como parte de la visible para la destrucción de los contaminantes. Se ha demostrado que la reacción de foto-Fenton puede acelerar la destrucción de herbicidas, fenoles y muchos otros contaminantes aromáticos y alifáticos halogenados.

Fotocatálisis heterogénea sobre TiO₂



Esta tecnología se basa en la utilización de un material semiconductor como catalizador, el cual es activado por la luz para generar reacciones redox que pueden modificar químicamente los contaminantes, convirtiéndolos en sustancias más biodegradables, o en muchos casos logrando la completa



mineralización de los mismos. El semiconductor más utilizado es la forma cristalina anatasa del dióxido de titanio (TiO_2), ya que además de ser el más activo para la fotocatalisis es un material relativamente barato, química y biológicamente inerte y resistente a la fotocorrosión. El mecanismo fotocatalítico más aceptado para explicar la destrucción de contaminantes orgánicos en soluciones acuosas consiste en iluminar la anatasa TiO_2 con luz de longitud de onda inferior a 385 nm; un electrón de la banda de valencia es promovido hacia la banda de conducción, dejando un "hueco" positivo en la primera. Este hueco reacciona con agua o iones hidróxido, produciendo el radical $\cdot\text{OH}$, que se encarga de oxidar la materia orgánica (R) o las bacterias presentes en el agua. También puede haber una reacción directa entre el hueco y la materia orgánica; esto sucede únicamente si los sustratos orgánicos pueden adsorberse fácilmente sobre la superficie del semiconductor. Por otro lado, los electrones pueden generar radicales OH al reaccionar con peróxido de hidrógeno, o reaccionar con oxígeno molecular para generar el radical superóxido (O_2^-), que también puede colaborar en la oxidación de materia orgánica o de bacterias.

Fotocatálisis homogénea vs Fotocatálisis Heterogénea

Catálisis Homogénea	Catálisis Heterogénea
Baja actividad; dado que el número de centros activos por unidad de volumen de reactor es relativamente bajo Operaciones a Temperaturas medias; para preservar la función del catalizador Dificultades en la separación del catalizador, del medio de reacción misma fase	Elevada actividad; ya que el número de centros activos que puede exponerse a los reactivos por unidad de volumen de reactor es más elevado Temperatura de operación no está limitada, por las características del disolvente; lo que permite incrementar la velocidad de reacción. Facilidad de separación de productos y catalizador; ya que las fases son diferentes

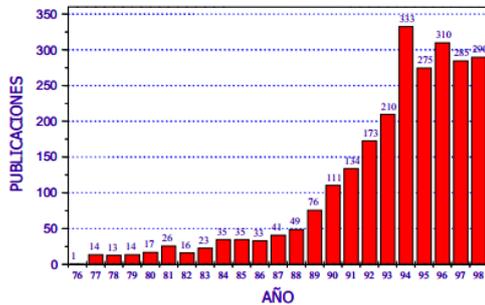
Selección de Fotocatálisis Heterogénea

Por diversas razones, el proceso de tratamiento y/o purificación de aguas mediante fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio como catalizador es, hoy por hoy, una de las aplicaciones fotoquímicas que más interés ha despertado entre la comunidad científica internacional. Por un lado, la fotocatalisis heterogénea, a diferencia de la mayoría de los procesos fotoquímicos, no es selectiva y puede emplearse para tratar mezclas complejas de contaminantes. Por otro lado, la posibilidad de la utilización de la radiación solar como fuente primaria de energía, le otorga un importante y significativo valor medioambiental; el proceso, constituye un claro ejemplo de tecnología sostenible.

Además, la combinación de un POA, como tratamiento preliminar, seguido de un proceso biológico, resulta muy prometedora desde el punto de vista económico



En la siguiente figura se muestra el crecimiento del número de referencias y patentes relacionadas con eliminación fotocatalítica heterogénea de compuestos tóxicos y nocivos tanto en agua como en aire, entre 1976 y 1998.



Dispositivo utilizado:

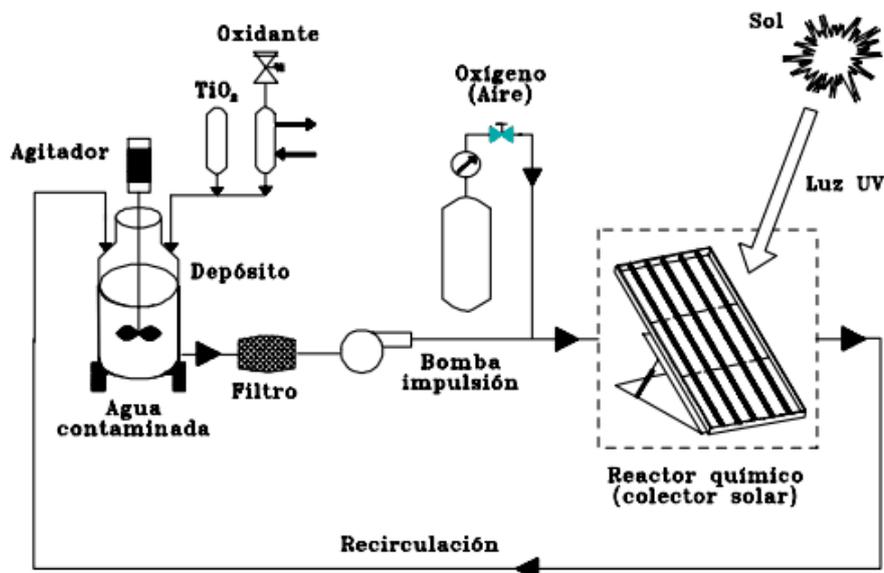


Figura 23. Esquema típico de un sistema de fotocátalisis para el tratamiento de contaminantes en agua.

La Figura 23 muestra un esquema típico de un sistema de detoxificación solar en el estado actual de la tecnología. En primer lugar, cuenta con un filtro que se encarga de eliminar cualquier tipo de partícula que pudiera acumularse sobre la superficie del catalizador o en las paredes del reactor, restando eficiencia al sistema. El contactor gas-líquido asegura la presencia del suficiente oxígeno disuelto en el agua para permitir la completa oxidación de todos los contaminantes orgánicos. El gas puede ser oxígeno puro, aire u otro oxidante y ha de ser añadido o introducido en el sistema en forma continua porque el nivel de saturación de oxígeno disuelto en el agua normalmente no es suficiente para llevar a cabo el proceso de oxidación y, una vez consumido, éste se detiene. El modo de operación puede ser en continuo con una única pasada a través del sistema, o bien con algún porcentaje de realimentación o recirculación, dependiendo de los contaminantes presentes y los requerimientos de concentración a la salida del sistema. En caso de ser necesario, se puede añadir al agua una pequeña cantidad de óxido cálcico (CaO) antes del proceso de descarga, para neutralizar los ácidos simples que



se hayan podido producir en el reactor, así como algún otro aditivo en función del uso posterior que se le vaya a dar al agua. Finalmente, en el concentrador solar o reactor tiene lugar el proceso fotocatalítico; en él se proporcionan los fotones con energía suficiente para que la reacción tenga lugar. El proceso consiste en llenar completamente mediante gravedad un pequeño depósito para recirculación y el conjunto del circuito hidráulico y los colectores solares con el agua a tratar proveniente de un depósito de almacenamiento. Cuando el sistema está lleno, se recircula el agua continuamente a través del reactor solar, que supone el 75% del volumen total del circuito de tratamiento, hasta que se alcanza la destrucción deseada. El catalizador (TiO_2) y los aditivos químicos necesarios se preparan por separado en pequeños depósitos y se introducen de forma progresiva en el circuito de tratamiento mediante una pequeña bomba, para garantizar una homogenización completa del catalizador. Una vez que se obtiene la destrucción deseada, el agua se transfiere al tanque de separación del catalizador, y el circuito de tratamiento se llena otra vez con otra carga de agua contaminada, comenzando nuevamente el proceso de tratamiento.

Con respecto a su modelización se debe tener en cuenta lo siguiente:
Intensidad de la radiación:

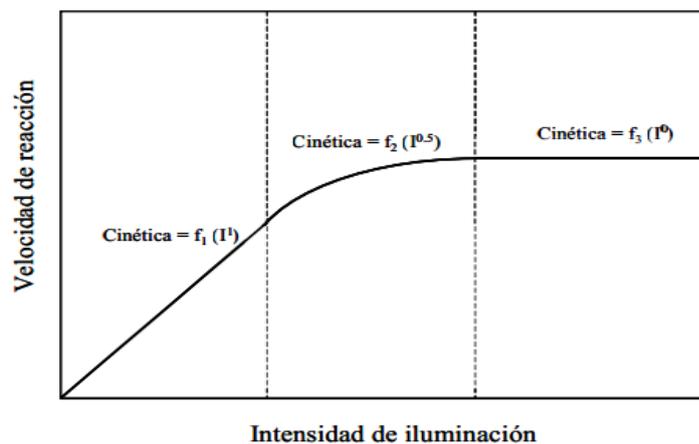


Figura 6. Dependencia de la velocidad de reacción con la intensidad de iluminación.

La Figura muestra esquemáticamente la influencia de la intensidad de la radiación sobre la velocidad de reacción. El cambio de un orden parcial de 1 a 0,5 significa que la recombinación de e^- y h^+ comienza a limitar el aprovechamiento de los fotones disponibles, y el cambio a un orden cero indica que el sustrato no puede generar más pares aun cuando aumente la intensidad de la radiación. Estos resultados son especialmente relevantes para el diseño de los colectores cuando se usa radiación solar. Los colectores de canal parabólico, usados inicialmente para el tratamiento de agua, han sido reemplazados por sistemas de bajo flujo radiactivo; la eficiencia de estos últimos sistemas de colección solar está basada en el alto porcentaje de fotones UV de la componente difusa del espectro solar y en la baja dependencia del proceso fotocatalítico con la intensidad de la radiación

Es importante notar que aproximadamente un 50% de los fotones UV disponibles en la radiación solar se encuentran en la componente difusa. Esto implica que las tecnologías de bajo flujo radiactivo pueden ser capaces de duplicar la cantidad de fotones UV incidentes en el fotorreactor.

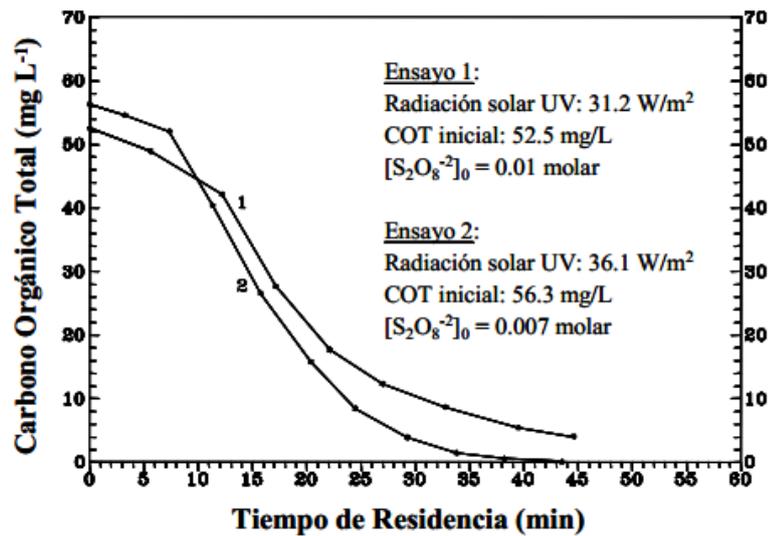


Figura 10. Degradación fotocatalítica, con tecnología solar, de aguas residuales con fenoles procedentes de una planta producción de resinas (CIEMAT).

Superficie necesaria

Existen varios factores importantes a la hora de diseñar un reactor fotocatalítico dado que la necesidad de utilizar un catalizador sólido complica el proceso al añadir otra fase al sistema. En este tipo de reactores es evidente que, además de tener que conseguir un buen contacto entre los reactivos y el catalizador (elevada área superficial de catalizador por unidad de volumen del reactor), es igualmente necesario lograr una exposición eficiente del catalizador a la luz útil para el proceso (distribución óptima de luz dentro del reactor).

Estos primeros sistemas experimentales (la Figura 3 muestra uno de ellos) utilizaron colectores cilindro parabólicos, inicialmente diseñados para aplicaciones térmicas, que fueron modificados simplemente reemplazando el tubo receptor por un tubo de Pírex a lo largo del cual fluía el agua contaminada. Desde entonces diferentes conceptos con una amplia variedad de diseños han sido propuestos y desarrollados en todo el mundo, en un continuo esfuerzo por aumentar la eficiencia y reducir los costes de los sistemas fotocatalítico para la descontaminación y el tratamiento de aguas y gases.

La superficie necesaria tiene por objeto dirigir y reflejar la luz útil hacia el reactor para conseguir un máximo aprovechamiento de ésta y evitar pérdidas innecesarias, debiendo estar compuesta por un material que sea altamente efectivo para la reflexión de la radiación ultravioleta.

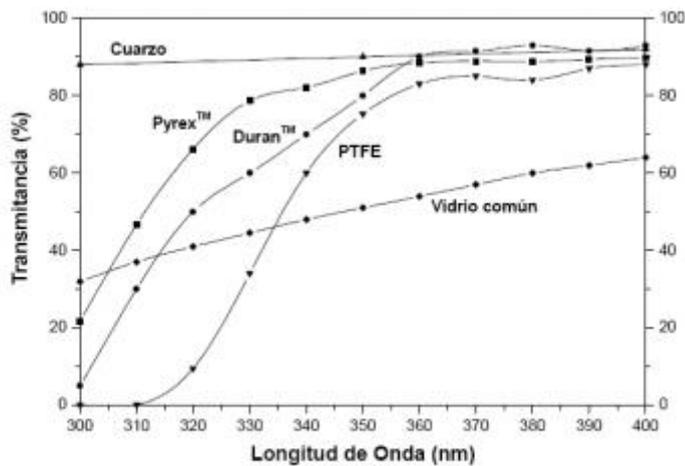


Figura 10. Transmitancia de diferentes materiales [31].

Entre las diferentes configuraciones que puede adoptar el reactor la forma más usual es la tubular debida a la sencillez de manejo del fluido. En estos casos uno de los parámetros más importantes es el diámetro del reactor ya que se ha de garantizar una adecuada relación entre la distribución de iluminación, la concentración de catalizador y la eficiencia del proceso fotocatalítico.

Los valores prácticos para fotoreactores tubulares van a estar normalmente entre 25 y 50 mm; diámetros menores van a suponer unas elevadas pérdidas de carga y valores mayores un excesivo volumen sin iluminar, con la consiguiente reducción de la eficiencia general del proceso.

En el caso de lo un reactor como el que se va a utilizar al no concentrar la radiación su eficiencia no se ve reducida por factores asociados a la reflexión, concentración y seguimiento solar. Los costes de construcción pueden ser menores al ser sus componentes más simples, lo que también se puede traducir en un mantenimiento más sencillo y reducido. Además, los sistemas sin concentración requieren estructuras más económicas y de instalación sencilla y, finalmente, la superficie requerida para su instalación es más reducida porque al ser estáticos las sombras que proyectan son menores que las que proyectan los sistemas con seguimiento solar para la misma superficie de colector.

Se suele cometer el error de comparar este tipo de reactores catalíticos con el Método SODIS el cual cumple la función similar pero con la gran diferencia que no posee ningún tipo de catalizador para la degradación biológica.

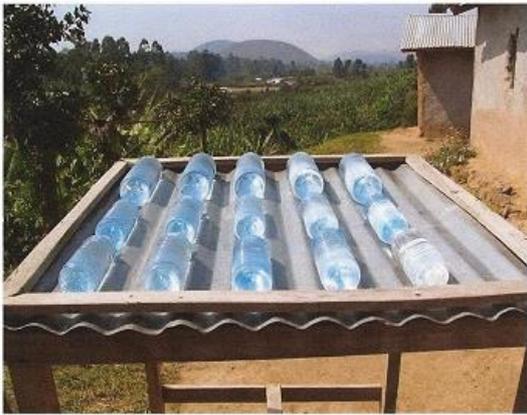
El Método SODIS comparado con el reactor fotocatalítico posee lo siguiente:

- Se requiere suficiente radiación solar, en tiempos prolongados de exposición.
- No cambia la calidad química del agua.
- No puede usar grandes volúmenes.
- El aprovechamiento de la energía solar en el proceso de desinfección se potencia con la aplicación del dióxido de titanio.



- El uso de dióxido de titanio inmovilizado permite reutilizar fácilmente el catalizador, lo que representa una ventaja de esta tecnología alternativa.

El tratamiento con TiO_2 supera al tratamiento SODIS en su capacidad de inactivación de coliformes, ya que no se observa recrecimiento.



Metodo SODIS



Fotoreactor catalítico

El tanque de almacenamiento posterior (agua tratada por el reactor) será de:
Considerando:

238400 l/día

$238.4 \text{ m}^3 * 5 = 1192 \text{ m}^3$ volumen del tanque posterior

El tanque de almacenamiento anterior será de:

$238.4 \text{ m}^3 * 2 = 476.8 \text{ m}^3$ volumen de tanque anterior.

Agua a tratar en los días donde la radiación es mayor.

8. DESINFECCIÓN SECUNDARIA

Es ampliamente conocido el hecho de que las grandes epidemias de la humanidad han venido por la vía de la contaminación del agua. Aunque en la actualidad han sido prácticamente dominados estos problemas, no quiere decir que hayan desaparecido los peligros que las diferentes contaminaciones del agua pueden originar.

Es este el principal motivo que impulsa a aplicar continuamente los procesos técnicos más actuales y el empleo de nuevos productos para conseguir, mediante el tratamiento adecuado, un agua de calidad sanitaria óptima, teniendo en cuenta que el agua, en sus diferentes fuentes de captación, está cada vez más deteriorada

La selección de un desinfectante y los pasos a seguir antes de su elección, dependen de una serie de condiciones propias de cada sistema de abastecimiento, pero siempre habrá que buscar o tender hacia tres finalidades:



- 1) Proporcionar agua libre de patógenos.
- 2) Evitar la producción de subproductos de la desinfección.
- 3) Mantener una calidad bacteriológica en la red de abastecimiento, evitando los recrecimientos bacterianos.

Tabla de los distintos productos empleados en desinfección/ oxidación

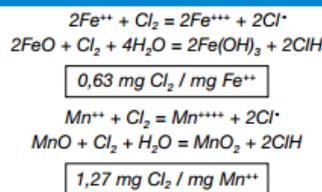
PRODUCTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CLORO	<ul style="list-style-type: none">- Es el método más utilizado y conocido.- Oxida fácilmente al hierro, sulfuros y algo más limitado al manganeso.- Mejora generalmente la reducción del color, olor y sabor.- Es muy efectivo como biocida.- Proporciona un residual en el sistema de abastecimiento.- Mejora los procesos de coagulación y filtración.- Elimina el amonio, previa transformación en cloramina.	<ul style="list-style-type: none">- Forma subproductos halogenados, tanto con precursores procedentes del agua bruta como en la propia red.- En algunos casos. puede provocar problemas de olor y sabor, dependiendo fundamentalmente de la calidad del agua.- Requiere instalaciones para neutralizar las fugas de gas.- El cloro gas es peligroso y corrosivo.- En el caso de emplear uno de sus principales derivados como es el hipoclorito sódico, este se degrada en el tiempo y al estar sometido a la luz.- Es menos efectivo a pH alto
DIÓXIDO DE CLORO	<ul style="list-style-type: none">- Oxida con facilidad al hierro, manganeso y sulfuros.- No genera subproductos halogenados (si está bien generado).- Es más efectivo que el cloro y las cloraminas para inactivación de virus, Cryptosporidium y Giardia.- Mejora los procesos de coagulación y filtración.- Elimina bien muchos de los olores y sabores procedentes de algas y compuestos fenólicos.- Su efectividad está poco influenciada por el pH.- Proporciona un residual en el sistema de abastecimiento.	<ul style="list-style-type: none">- Forma subproductos como cloritos y cloratos.- El gas es explosivo en una concentración del 10% en el aire.- La generación no apropiada, como exceso de cloro, puede formar subproductos halogenados.- No reacciona con el amoníaco, no eliminándolo por tanto del agua bruta.- Tiene que ser generado in situ.



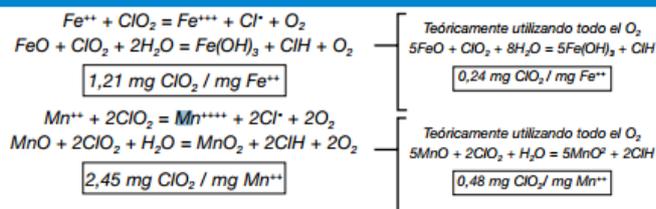
PRODUCTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CLORAMINAS	<ul style="list-style-type: none"> - No forman, como hace el cloro, subproductos clorados. - Son más estables como residual, especialmente la monocloramina, y de mayor duración en el tiempo que el cloro y el dióxido de cloro. - No reaccionan con la mayor parte de compuestos orgánicos que suelen causar olores y sabores. - Protegen la red en abastecimientos extensos contra recrecimientos bacterianos. - Son fáciles de preparar. 	<ul style="list-style-type: none"> - No oxidan al hierro, manganeso y sulfuros. - Tienen menor poder de desinfección que el cloro, dióxido de cloro u ozono. - El exceso de amoníaco puede originar en la red problemas de nitrificación. - Las monocloramina es menos efectiva como desinfectante a pH alto. - Tienen que ser, generalmente, generadas in situ. - Puede originar algunos subproductos como ácido dicloroacético y cloruro de cianogeno.
OZONO	<ul style="list-style-type: none"> - Oxida al hierro, manganeso y sulfuros. - Es más efectivo que el dióxido de cloro y cloraminas en la inactivación de virus, Cryptosporidium y Giardia. - Elimina y controla los problemas de olor, sabor y color. - No forma subproductos halogenados, a no ser que haya presencia de bromuros. - Requiere una concentración y tiempo de contacto menor para su labor de desinfección. - Su efectividad no está influida por el pH. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede producir subproductos, como bromatos, aldehídos y ácidos. - Requiere gran cantidad de energía en su generación, así como equipos más costosos. - Es muy corrosivo y tóxico. Puede formar óxido nítrico y ácido nítrico que causaran corrosiones en los equipos. - No proporciona residual en la red. - Desaparece con rapidez del agua, especialmente a altos pH y temperatura. - Tiene que ser generado in situ.

Algunas Reacciones:

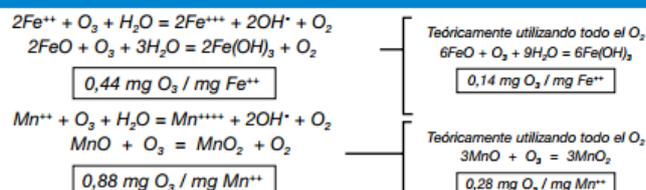
CLORO



DIÓXIDO DE CLORO



OZONO





Selección del desinfectante

Residual o secundario

Desinfectante secundario es el desinfectante que se emplea en algunos sistemas de tratamiento y abastecimiento con el objetivo principal de mantener un desinfectante residual a lo largo del sistema de distribución, el empleo de uno u otro desinfectante secundario depende del desinfectante primario utilizado.

En la selección del desinfectante secundario hay que considerar tres parámetros, que pueden estar realmente o potencialmente presentes en el agua que sale de la planta:

1) Concentración de carbono orgánico asimilable (COA):

Generalmente se produce cuando el contenido de carbono orgánico total del agua es elevado y ésta ha sido tratada con un fuerte oxidante empleado como desinfectante principal, como puede ser el caso del ozono. En estos casos, es aconsejable la filtración biológica del agua o filtración con carbono activo en grano antes de salir de la planta de tratamiento.

2) Formación potencial de subproductos de la desinfección:

Son los subproductos que se pueden formar en la red de distribución si se emplea cloro.

3) Tiempo de retención en el sistema de distribución:

En los sistemas de distribución extensos pueden ser necesarias estaciones suplementarias de desinfección para mantener una concentración deseada del desinfectante residual a menos que se utilicen desinfectantes suficientemente estables como las cloraminas. Aceptando el mantenimiento de un desinfectante residual, se debe minimizar este residual y los subproductos formados para lo cual es necesario y fundamental:

- 1) Tratar el agua para reducir la materia orgánica natural (MON) que sirve como precursor de los subproductos de la desinfección.
- 2) Tratar el agua para mejorar la estabilidad del desinfectante residual, ya que cuanto más estabilidad del residual, menos desinfectante será necesario.
- 3) Hacer una cuidadosa elección del oxidante/ desinfectante, siguiendo los criterios de máxima estabilidad, máximo control del biofilm, mínima toxicidad directa y mínima formación de subproductos.

Cloración

El cloro es una opción de tratamiento de bajo costo que se utiliza para mejorar el sabor y la claridad del agua a la vez que se eliminan muchos microorganismos como bacterias y virus. Sin embargo, el proceso tiene sus limitaciones. Giardia y Criptosporidium son usualmente resistentes al cloro a menos que éste se use en dosis más elevadas que aquéllas preferidas



usualmente para el tratamiento. La presencia de estos parásitos puede requerir el tratamiento previo del agua fuente.

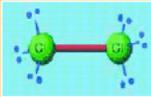
El cloro elimina además sustancias como el manganeso, hierro y ácido sulfhídrico, el cual puede alterar el sabor del agua.

La cloración se puede lograr con diferentes productos. El cloro se almacena como líquido en recipientes presurizados y se inyecta como gas directamente en el agua fuente. Este proceso debe ser regulado e implementado cuidadosamente, debido a que el gas de cloro es un tóxico peligroso, incluso letal.

El tratamiento con cloro tiene algunos efectos residuales. Entre los más notorios se encuentra el sabor desagradable en el agua tratada. Pero otros efectos posteriores pueden ser más significativos. Quedan cantidades residuales de cloro en los suministros de agua tratada. Este contenido químico continúa protegiendo al agua tratada contra la reinfeción, y puede ser beneficioso para el agua sujeta a largos períodos de almacenamiento para la lenta distribución en áreas extensas.

Infortunadamente, demasiado cloro residual puede producir también subproductos químicos, algunos de los cuales pueden ser carcinógenos. Sin embargo, estos riesgos para la salud usualmente se consideran menores, comparados con los efectos de los patógenos en el agua sin tratamiento.

Es relativamente sencillo y de bajo costo fabricar cloro, y transportarlo como hipoclorito de sodio o de calcio. Además, se requiere de muy poco entrenamiento para usarlo. Estas características lo han vuelto popular como tratamiento en el punto de uso incluso en zonas empobrecidas a pesar de sus limitaciones para eliminar parásitos. En combinación con prácticas seguras de almacenamiento y de manejo del agua y los alimentos, el uso de la cloración ha producido descensos significativos en enfermedades diarreicas en muchos lugares.

Número atómico		
17		
Cl	Símbolo atómico	
Cloro	Nombre del elemento	
35,453	Peso atómico	
[Ne] 3s ² 3p ⁵		
Configuración electrónica		
Color: Amarillo verdoso.		
Olor: Sofocante.		
Peso atómico: 35,457.		
Peso molecular: 70,914.		
Número atómico: 17.		
Densidad del gas respecto del aire: 2,49.		
Un litro de cloro gas (0°C, 1 atm) pesa: 3,214 g.		
Un kg de cloro gas (0°C, 1 atm) ocupa: 311 l.		
Un volumen de cloro líquido al vaporizarse origina: 457,6 volúmenes de gas.		
Temperatura de ebullición (1 atm): - 34,1°C.		
Temperatura de congelación (1 atm): - 101,0°C.		
Viscosidad del gas a 20°C: 0,013 centipoises.		
Viscosidad del líquido a 20°C: 0,34 centipoises.		
Calor específico:		
Gas (a 1 atm, 0°C-100°C):		
Cp: 0,124 kcal/kg.°C.		
Cv: 0.092 kcal/ka.°C.		



Factores que influyen en la cloración

Entre los principales factores que influyen en el proceso de desinfección y tratamiento del agua con cloro, figuran los siguientes

- Naturaleza, concentración y distribución de los organismos que se van a destruir, y de los productos resultantes de su reacción con el agua, así como de las sustancias disueltas o en suspensión presentes en el agua.
- Tipo y concentración del desinfectante empleado.
- Naturaleza y temperatura del agua objeto del tratamiento.
- Tiempo de contacto entre el cloro y el agua.
- pH del agua.
- Mezcla y dispersión a través de toda la masa de agua.

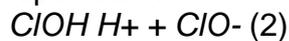
Las bacterias y virus pueden quedar protegidos de la acción del cloro por los sólidos suspendidos en el agua; de aquí que la eficacia de la cloración se vea aumentada mediante la subsiguiente filtración.

Reacciones del cloro en el agua

Considerando sólo las reacciones de equilibrio que tienen lugar al reaccionar el cloro con el agua, que son reacciones de hidrólisis, se originan ácidos hipocloroso y clorhídrico:



El ácido clorhídrico es neutralizado por la alcalinidad del agua y el ácido hipocloroso se ioniza, descomponiéndose en iones hidrógeno e iones hipoclorito:



La eliminación de bacterias y otros microorganismos, disminuye por tanto al aumentar el pH, así por ejemplo, en el rango de pH 7 a 8, la velocidad de destrucción disminuye unas 5 veces al pasar de pH 7 a pH 8, por lo que para mantener el mismo ritmo de destrucción de bacterias, la concentración de cloro debe mantenerse 5 veces más alta. El hecho de que la concentración de ClOH disminuya al aumentar el pH no supone que disminuya el contenido de cloro libre, sino que la velocidad de reacción es menor.

Ph del río Parana es 7,22.

Cloro (0,25 mg/l durante 60 minutos)

Equipos e instalaciones de cloración

El cloro que se emplea en las instalaciones de cloración, en estaciones de tratamiento, suele suministrarlo la industria en botellones de 50 kg y tanques o bidones de 1.000 kg, en los cuales el cloro está a presión en fase líquida en equilibrio con la parte gaseosa. Estos bidones tienen dos tomas: la parte superior, por la que se puede extraer el cloro gas directamente (las posibilidades de vaporización de un contenedor son del orden de 1,5 % y por hora de su contenido) y la parte inferior, por la que se extraerá el cloro líquido cuando el consumo es más elevado, requiriendo en este caso la instalación el empleo de evaporadores que, en realidad, son unas cubas de acero en cuyo interior se encuentran en equilibrio el cloro líquido y el cloro gas y por el exterior



están rodeadas por una cuba de agua calentada por resistencias eléctricas, con los correspondientes mecanismos de regulación.

El cloro gas que sale del evaporador pasa a un filtro para que queden retenidas las pequeñas impurezas que puedan acompañar al cloro y no lleguen a la válvula reguladora ni a los cloradores. Esta válvula se encarga de reducir adecuadamente la presión del gas a la salida del evaporador, para conseguir que el cloro se mantenga en forma gaseosa en el resto de la instalación e impedir una relicuación del cloro y que llegue en estado líquido al clorador, lo que provocaría su deterioro.

Los cloradores o clorómetros, a donde llega el cloro gas que sale de los evaporadores (o directamente procedente de los contenedores en el caso de pequeñas instalaciones, que no requieren evaporador), regulan la cantidad de cloro a dosificar.

El principio de funcionamiento de los cloradores se basa en la transmisión del vacío creado por la circulación de agua a través de un inyector a una válvula diferencial, que mantiene una presión diferencial constante en un regulador de caudal, con válvula de orificio de sección variable, para regular el caudal. Por su parte, el cloro a presión llega a una válvula reguladora

de presión, hasta quedar a una presión inferior a la atmosférica y, de aquí, a un rotámetro para medir el caudal. El cloro pasa a la válvula de presión diferencial y a continuación al inyector, donde se mezcla con una corriente de agua auxiliar, obteniéndose un agua fuertemente concentrada (entre 1 y 3 gr/l) que es la que se envía al agua objeto de la cloración. El clorador descrito, completado con los correspondientes manómetros y válvulas de seguridad y drenaje, así como el esquema completo de una instalación de cloración clásica, se representan en las figuras 1 y 2 y el esquema de extracción de cloro líquido con empleo de evaporador en la figura 3.

Un clorador más simple para instalar generalmente sobre el propio contenedor de cloro, que en este caso suele ser en la parte superior de una botella, lo constituye un regulador similar al descrito y que consta fundamentalmente de una válvula de entrada de cloro gas, una cámara con una membrana o diafragma, que es desplazada por el vacío al que se la somete, de forma que actúa sobre un muelle y eje con obturador, para abrir o cerrar el paso del gas y un tubo rotámetro para medir el caudal de gas mediante la adecuada válvula de regulación. En el esquema de la figura 1, se observan estos cloradores. Cuando el conjunto regulador se somete al vacío creado por el eyector, el diafragma se moverá hacia la izquierda en el esquema), comprimiendo el muelle y desplazando a su vez el eje obturador de la válvula de entrada, de forma que abre el paso de gas hacia el clorador.

Si se interrumpe el vacío, la válvula de entrada se volverá a cerrar por la acción del muelle.

En las figuras 4 y 5 se muestran los detalles de estos reguladores mientras que las 6 y 7 representan instalaciones para dosificación de cloro gas y para dosificación de cloro líquido respectivamente.



Figura 1
Esquema funcional de un clorador

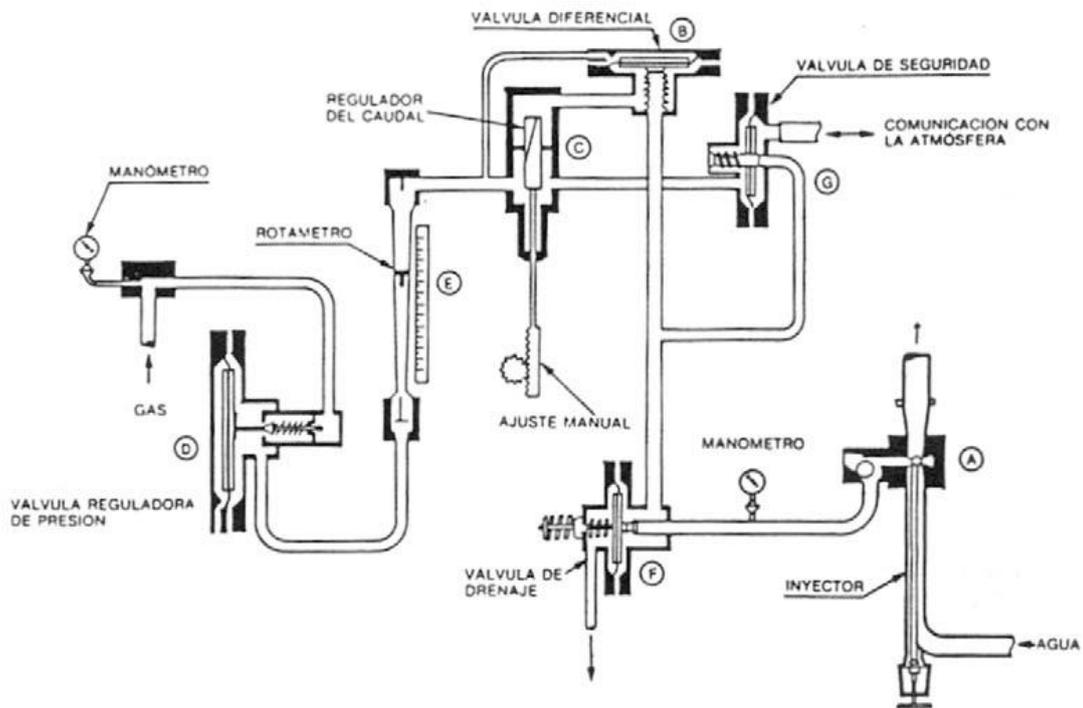
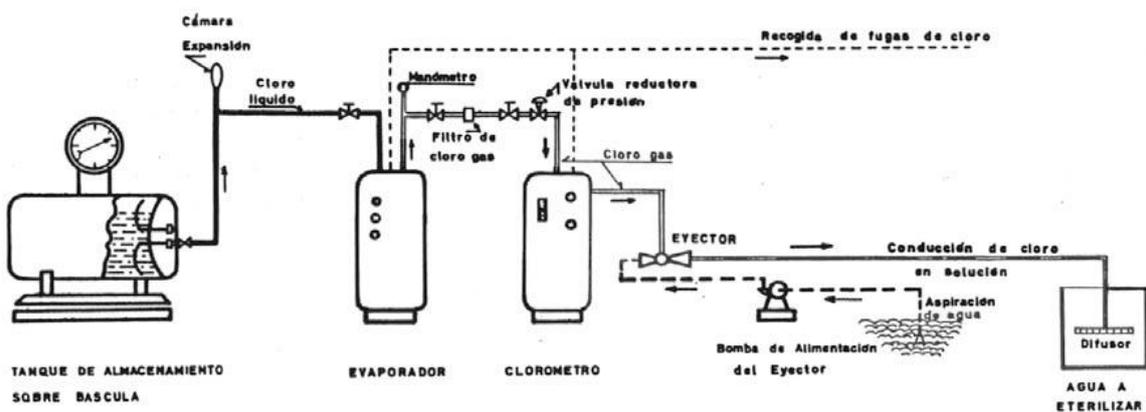
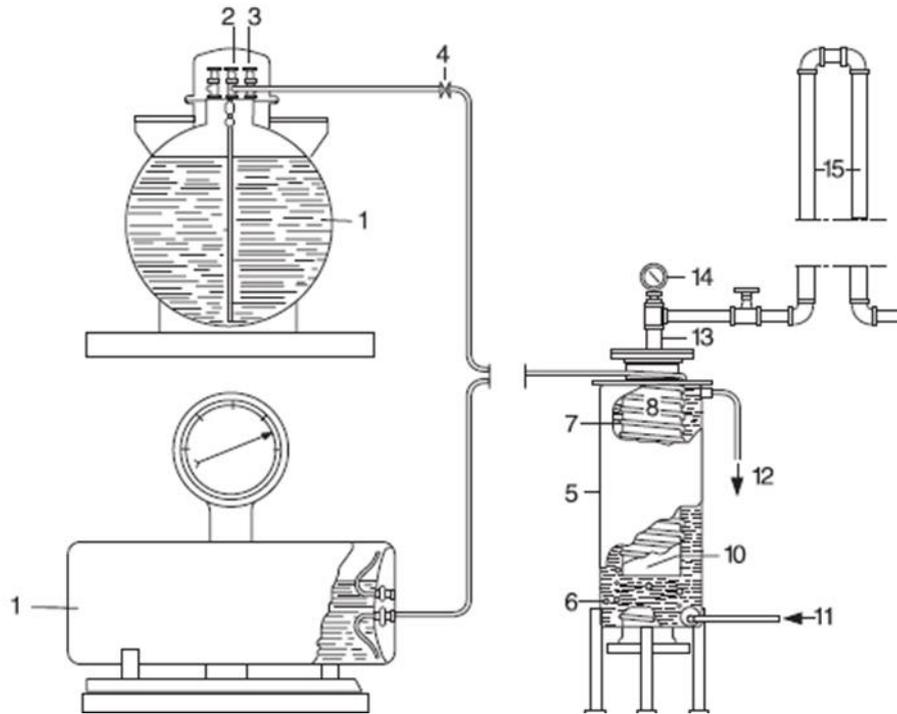


Figura 2.
Esquema de una instalación de cloración



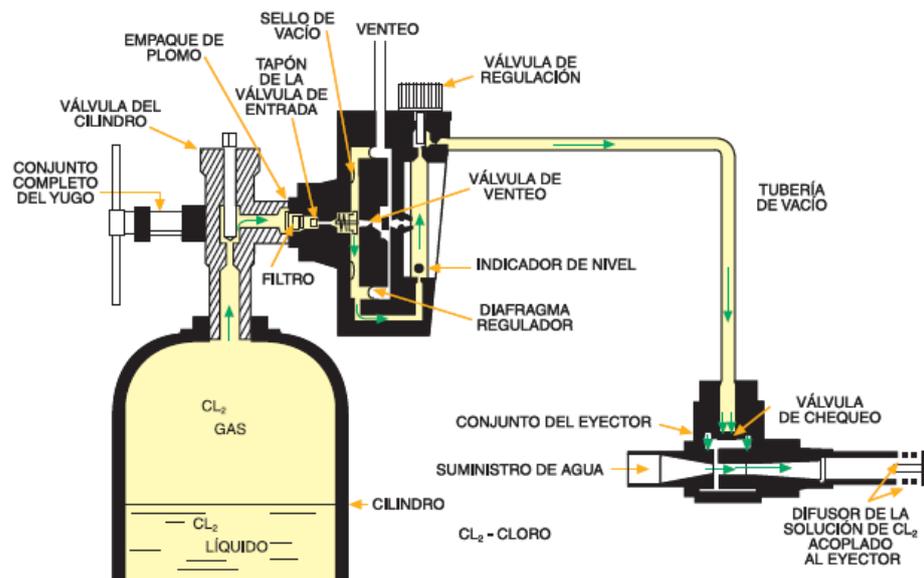


- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Recipiente a vaciar | 9. Cloro líquido |
| 2. Válvula de cloro líquido | 10. Cloro gas |
| 3. Válvula de cloro gas | 11. Entrada de agua caliente |
| 4. Válvula de corte | 12. Salida de agua sobrante |
| 5. Evaporador | 13. Salida de gas |
| 6. Agua caliente | 14. Manómetro |
| 7. Serpentin de cloro líquido | 15. Columna barométrica |
| 8. Cuerpo central con el cloro líquido | |

Figura 3
Instalación con
evaporador de
cloro líquido



Cabinas para dosificación de cloro y dióxido de cloro



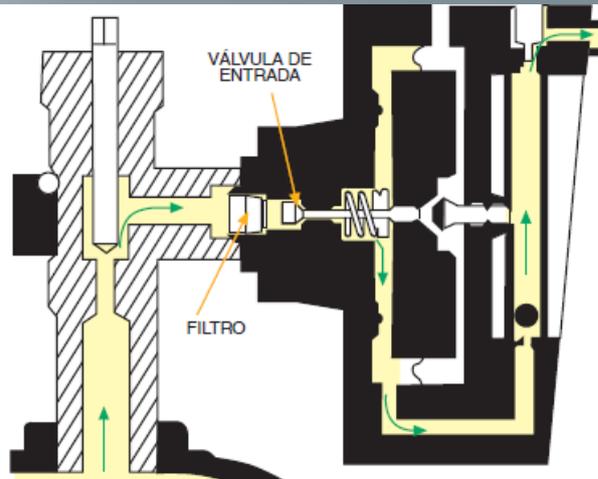


Figura 5.
Detalle del
clorador
sobre botella

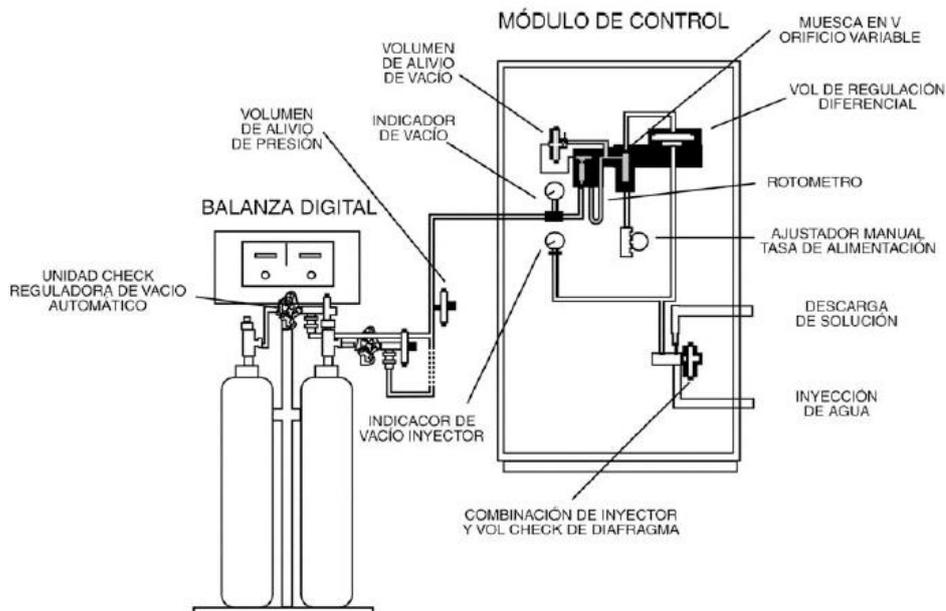


Figura 6.
Esquema de
extracción de
cloro gas

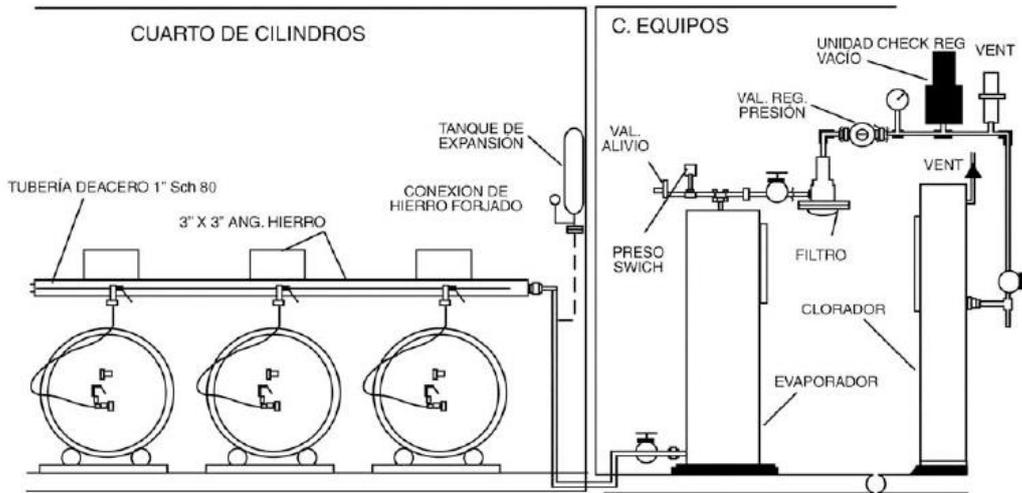


Figura 7. Esquema de extracción de cloro líquido

La técnica de la cloración residual libre supone la aplicación de cloro al agua para conseguir que ya sea directamente o bien después de la destrucción del amoníaco, quede un cloro residual libre, tanto a la salida de la planta como en la red de abastecimiento.

Cantidad admisible 1 mg/l

La técnica de la cloración residual combinada implica la reacción del cloro con el amoníaco natural o añadido (sin llegar a la destrucción de éste) y mantener este cloro residual combinado en la red.

Cantidad admisible 2 mg/l

9. NEUTRALIZACIÓN

Dado que el agua ha sido coagulada su pH será inferior a 7, por lo tanto un tratamiento aconsejable es la Neutralización.

La neutralización se lleva a cabo haciendo pasar el agua que se quiere potabilizar por un filtro de neutralización constituido con CO_3Ca o bien por agregado directo de éste producto u otros como $\text{Na}(\text{OH})$, CO_3Na_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ entre otros.

En la práctica, en la corrección final del pH, la parte de magnesio de la mezcla tiene menor solubilidad que la del calcio. Inicialmente, se presenta en el agua como turbidez. La parte de calcio se solubiliza y actúa hasta alcanzar el pH deseado (7,2-7,3). La turbidez de magnesio (de solubilidad retardada), al solubilizarse en la tubería, vuelve a producir el pH.

Como la velocidad de la reacción de neutralización es lenta, existen productos en base a CO_3Ca que aumentan dicha velocidad. Los filtros trabajan a presión y con 1 m³ del producto neutralizante se pueden tratar de 3 a 10 m³ de agua dependiendo del contenido de CO_2 .

La descarbonatación con cal, que produce un pH elevado, favorece la eliminación del hierro y manganeso. El hierro y manganeso deben eliminarse por diversas razones:

Causas de corrosión o de obstrucción de las tuberías,



Aspecto del agua,
Sabor metálico.

Alcalinidad Total

Se refiere a la capacidad del agua para neutralizar los ácidos, se determinan los mg/L de carbonato de calcio (CaCO₃) presentes en la muestra de agua. Internacionalmente es aceptada una alcalinidad mínima de 20 mg/L de CaCO₃ ya que con una alcalinidad menor, el agua es propensa tanto a la acidificación como a la contaminación. El consumo de agua con alcalinidad elevada no es necesariamente perjudicial para el ser humano sin embargo, el agua tiene mal sabor y podría causar deshidratación. Además, el agua con una alcalinidad alta está relacionada con la dureza del agua, valores elevados del pH y exceso de sólidos disueltos.

Los compuestos que más contribuyen a la alcalinidad son los bicarbonatos, puesto que se forman fácilmente por la acción del dióxido de carbono atmosférico sobre los materiales constitutivos de los suelos en presencia de agua, a través de la siguiente reacción:



Es decir que las aguas adquieren su alcalinidad por medio de la disolución de minerales básicos carbonatados, los que además aportan al medio sus cationes mayoritarios, como Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺.

(Consumo promedio mensual de cal: 1.255 t. para 7.596.267).

ALCALINIDAD mg/L			
Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1982	28	18	22
1983	25	15	20
1984	34	16	21
1985	30	20	21
1986	40	18	22
1987	34	18	22
1988	35	19	25
1989	22	16	19
1990	26	16	19
1991	25	19	20
1992	31	17	20
Década	40	15	21

Tabla 2.- Alcalinidad variación 11 años



Década				
Alcalinidad	Cloruro	Dureza	Calcio	Sulfato
21	3	20,4	4	2,60

Tabla 7.- Río Paraná. Característica General

Normas de calidad y límites permisibles del agua potable

La necesidad de proveer agua potable a la población de manera tal que no produzcan problemas de salud impulsa la generación de normas de calidad.

Las normas de calidad son adoptadas por distintos organismos gubernamentales de la República Argentina, tanto nacionales como provinciales. En el caso de la Provincia de Santa Fe, el Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ENRESS), mediante la promulgación de resoluciones que tratan de la calidad de agua que se debe brindar a las poblaciones, se establecen parámetros a controlar mediante los análisis y ensayos correspondientes y también los Límites obligatorios y Límites Recomendados, para cada uno de ellos.

Se denomina *Límite Obligatorio* a aquel que no debe superarse en ningún momento y de ser así se deberá desechar la fuente de provisión, en cambio el *Límite Recomendado*, es al que deben acercarse los operadores de provisión de agua potable en un tiempo razonable y al que deben comprometerse de mantener.

A continuación se brindan una serie de tablas con los distintos parámetros que deben tenerse en cuenta para establecer la calidad de agua potable.

A-Parámetros organolépticos

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
1	Color	mg/l escala Pt/Co	20	1
2	Turbiedad	UNT	2	0,5
3	Olor	Nº de dilución	2 - 12°C 3 - 25°C	1
4	Sabor	Nº de dilución	2 - 12°C 3 - 25°C	0



B- Parámetros Físico-químicos

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
5	pH	Unidades de pH	pHs +/- 0,5	pHs +/- 0,2
6	Residuos Secos	mg/l luego de secado a 180°C	1500	1000
7	Alcalinidad Total	mg/l CaCO ₃	-	30 < alcalinidad < 200
8	Dureza total	mg/l CaCO ₃	100 < dureza < 500	-
9	Cloruros	mg/l Cl	400	250
10	Sulfatos	mg/l SO ₄	400	200
11	Calcio	mg/l Ca	250	100
12	Magnesio	mg/l Mg	50	30
13	Hierro Total	mg/l Fe	0,2	0,1
14	Manganeso	mg/l mN	0,1	0,05
15	Cobre	mg/l Cu	1,0	-
16	Zinc	mg/l Zn	0,5	-
17	Aluminio	mg/l Al	0,2	0,1
18	Sodio	mg/l Na	200	100
19	Bario	mg/l Ba	1,0	0,1
20	Amonio	mg/l NH ₄	0,5	0,05
21	Nitrógeno (excluido el N en forma de nitritos y nitratos)	mg/l N	1	-
22	Oxidabilidad (permanganato de potasio)	mg/l O ₂	5	2
23	Sulfuro de Hidrógeno	µg/l S	no detectable organolépticamente	-
24	Detergentes aniónicos	mg/l	0,2	-
25	Cloro activo	mg/l Cl	1,2	0,2 < 0,1 < 0,5
26	Fósforo	mg/l P ₂ O ₅	5,0	0,4

C- Sustancias Tóxicas inorgánicas

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
27	Arsénico	µg/l AS	100	50
28	Cadmio	µg/l Cd	5	-
29	Cromo Total	µg/l Cr	50	-
30	Cianuros	µg/l Cn	100	50
31	Mercurio	µg/l Hg	1	-
32	Niquel	µg/l Ni	50	-
32	Plomo	µg/l Pb	50	-
33	Antimonio	µg/l Sb	10	-
34	Plata	µg/l Ag	50	-
35	Selenio	µg/l Se	10	-
36	Nitratos	mg/l NO ₃	45(1)	25
37	Nitritos	mg/l NO ₂	0,1	-
38	Fluoruros	mg/l F	1,5	-(2)

10. ALMACENAMIENTO DE AGUA

El agua tratada en la Planta Potabilizadora se almacena en cisternas y/o tanques, desde donde es distribuida por red a los domicilios.



Tanques de fibra de vidrio con características especiales para el almacenamiento de grandes volúmenes de agua. Poseen un recubrimiento interno especial para la perdurabilidad del agua potabilizada, son resistentes a la corrosión, desgaste, intemperie, sismo resistentes y de larga vida útil.

Tanques cilíndricos

La capacidad oscila entre 7 y 4.000 m³, dependiendo del diámetro (que varía entre 3 m y 30,5 m) y la altura (desde 1,25 m hasta 12 m). Para conseguir la capacidad deseada en un espacio limitado se pueden construir varios depósitos alineados o agrupados conectados entre sí.



**Tanques para Almacenamiento
de Agua Potable**



11. PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS EN LAS ETAPs

Descarga de residuos de ETAP's en las corrientes naturales de agua, llega a plantear problemas importantes, ya que, si bien estos residuos son principalmente inorgánicos, van formando depósitos o "bancos de fangos" en los tramos lentos del cauce, a la vez que aumentan la turbiedad y el color de las aguas receptoras, más aún si se está empleando carbón, disminuyendo la actividad fotosintética de las plantas acuáticas.

PROCESO DE TRATAMIENTO

Mezcla

Los lodos que se originan en las estaciones de tratamiento, se recogen a través de las purgas de los decantadores, donde generalmente precipitan por gravedad, o en el lavado de los filtros.

Dado que estos lodos se extraen de forma intermitente y las concentraciones son bastante diferentes, es aconsejable enviarlos a un depósito de mezcla y almacenamiento, donde se homogeneice la concentración y a la vez se disponga de un volumen tal, que permita el funcionamiento continuado de la planta de fangos.

Hay que tener en cuenta que si las concentraciones (expresadas en % de materia seca) que llegan a las fases de espesamiento de la planta de fangos son muy variables, el rendimiento de esta se verá muy afectado, siendo por tanto muy favorable la mezcla previa en el depósito de homogeneización de las aguas de lavado de filtros y purgas de decantadores, programando ambos caudales a fin de obtener una concentración de la mezcla lo más constante posible. Aun cuando solamente se envíe a la planta de lodos las purgas de decantadores (sería el caso de recuperar el lavado de filtros en la propia estación de tratamiento de agua potable) es igualmente aconsejable su paso por el depósito de homogeneización.

Espesamiento

Los fangos originados en las estaciones de tratamiento, pueden considerarse como fangos poco concentrados, también se conocen, dadas sus características como "fangos de hidróxidos" (el hidróxido de aluminio es uno de sus componentes principales). Los procedentes de las purgas de decantadores pueden contener un valor promedio de materia seca del orden del 0.5% (5 gr/litro). Este valor es orientativo, ya que depende de varios factores, como son en primer lugar las características del agua bruta (turbiedad, color, materia orgánica, metales como hierro y manganeso, etc.), dosis de coagulante y otros reactivos empleados, características y tipo de decantadores y ritmo de purgas.

Los procedentes del agua de lavado de filtros son menos concentrados aún, del orden de 0.2 a 0.3 gr/l.

El espesamiento de los fangos tiene lugar generalmente en decantadores, ya sea por gravedad o por flotación.

El espesamiento por gravedad suele realizarse en decantadores estáticos circulares o rectangulares provistos de rasquetas que arrastran el fango



precipitado hacia las arquetas de recogida y el agua decantada clarificada se extrae por los vertederos situados en la parte superior. A veces, los decantadores por gravedad, pueden disponer de lamelas que al aumentar la superficie de decantación permiten reducir el volumen del decantador, obteniendo los mismos o mejores resultados en el espesamiento.

El espesamiento por flotación, aprovecha la flotabilidad de las partículas (flóculos) cuando se les adhieren pequeñas burbujas de aire. Para la adherencia de estas burbujas de aire, basta con presurizar directamente la mezcla de fangos con aire, a una presión de 6 bares y descomprimir después a la entrada del flotador o también se puede presurizar directamente agua clarificada que se inyecta después en el propio fango. El fango flotado y espesado es retirado de la superficie mediante frascetas superficiales.

La concentración del fango en materia seca tras esta fase de espesamiento suele estar en el entorno del 3 - 4 % (30 - 40 gr/l).

La concentración del lodo en materia insoluble, dependerá tanto de la instalación de procedencia (purga de decantadores, lavado de filtros) y tipo de estas. En el caso de decantadores, estos pueden ser fundamentalmente, estáticos, lamelares, de recirculación de fangos, y pulsación de fangos. En el caso de los filtros, la variación en el tipo de estos afecta menos a las características de los lodos procedentes de su lavado.

Respecto a las características químicas de los lodos, hay que tener presente que la composición química, por precisa que sea, no nos da una suficiente indicación de las características físico-químicas de los sólidos en suspensión, así por ejemplo la granulometría o tamaño de las partículas, superficie, carga electrostática y las fuerzas de capilaridad que retienen el agua, son factores importantes para determinar el tratamiento a aplicar a un lodo. Son muy útiles, por tanto, la realización de una serie de test de caracterización de estas propiedades, como son los test de decantabilidad, de resistencia a la filtración y de compresibilidad.

Deshidratación

El fango espesado como acaba de señalarse, contiene aún un porcentaje pequeño de materia seca (4%), lo que hace necesario una mayor concentración y manejar de esta forma menores volúmenes, para ello se recurre a la deshidratación mecánica (el secado por evaporación en eras de secado presenta inconvenientes, tanto en espacio como medioambientales).

La extracción del agua retenida por capilaridad en el lodo no es posible con una simple decantación, ya sea por gravedad o por flotación. Para conseguir grados de sequedad del orden del 20 por ciento o mayores, hay que someter el lodo a una filtración o a una centrifugación, y generalmente para aumentar el rendimiento de estos tratamientos se hace necesario utilizar determinados reactivos como cal o polielectrolitos.

Existe un procedimiento, no muy extendido aún, de deshidratación del fango que lo lleva a una deshidratación completa, que es el secado térmico, es un procedimiento costoso dado el consumo de energía empleada, pero en la valoración económica de este procedimiento habría que tener muy en cuenta el menor volumen generado y por tanto el consiguiente ahorro en transporte y



vertido, basta con tener presente que la cantidad de materia obtenida en un secado térmico completo, quedaría reducida a una quinta parte de la obtenida por centrifugación. En general, los gastos de transporte suponen una partida importante en los costes totales de explotación, (cercanos a 1/3 del total). Por otra parte en un sistema de secado térmico, que a su vez deje reducido el lodo a un fino material seco, sería posible, en algunos casos, emplearlo en la industria cerámica, a este respecto se han llevado a cabo experiencias en diversos lugares con resultados bastante prometedores.

Los sistemas de filtración más empleados son los filtros prensa y los filtros banda.

Centrifugación

La centrifugación, en definitiva es una decantación que tiene lugar en un decantador cilíndrico que gira a gran velocidad, esta rotación origina un campo centrífugo equivalente a varios miles de veces la fuerza de la gravedad precipitándose por tanto el lodo deshidratado en las paredes interiores del cilindro giratorio.

Las centrifugas industriales convencionales están formadas por un cuerpo cilíndrico rotatorio o rotor en cuyo interior gira en el mismo sentido y también a gran velocidad, aunque algo menor que el rotor, un tornillo helicoidal que va arrastrando hacia el exterior los sólidos que se han ido acumulando en las paredes interiores del rotor. La entrada del fango al rotor de la centrifuga tiene lugar por un tubo central. El tornillo helicoidal arrastra el fango retirado de las paredes internas del rotor hacia el exterior por un extremo, mientras que el agua clarificada sale por el extremo opuesto.

El destino final de este tipo de lodos por ahora suele ser a vertedero controlado, como relleno de terrenos y canteras ya explotadas en determinadas zonas, o incluso compostaje junto con el fango de depuración de agua residual. Algunos fangos dado su elevado contenido en arcilla podrían emplearse en la fabricación de determinados productos cerámicos, tales como ladrillos, bases para baldosas y azulejos, etc., siempre que el contenido en materia orgánica sea bajo.

En cualquier caso estos fangos no están caracterizados como residuo tóxico o peligroso, por lo que generalmente pueden considerarse como vertido inerte de cara a su destino final en los vertederos controlados o para el relleno de terrenos.

El mayor coste en la gestión de estos lodos, es su retirada y vertido.

El agua clarificada de todo el proceso de tratamiento de fangos puede ser recuperada y enviada al tratamiento en la ETAP.



CAPÍTULO V: CORRIENTES Y BALANCE DE MASA.



1. Composición del agua de río

Objetivos del tratamiento: Eliminar componentes indeseables

1. partículas de turbiedad
2. microorganismos
3. materia orgánica
4. color

TURBIEDAD: principalmente partículas de arcilla

MATERIA ORGÁNICA: Ácidos húmicos y fúlvicos (Macromoléculas orgánicas de alto peso molecular). Sustancias con funciones fenoles, aminas, y grupos carboxílicos y aromáticos

COLOR: productos de degradación vegetal, sustancias disueltas, variaciones: del amarillo al marrón

Planta Potabilizadora

Fuente: Río Paraná

Cuadro 1
Evaluación de diferentes grupos tróficos en el tramo medio del río Paraná

Recuentos de bacterias viables	\bar{x}	rango	CV
<i>Oligotróficas</i> (ufc.ml ⁻¹)			
Total**	25760	4400-88000	84.0
Epipsámicas**	16490	400-53500	103.0
Libres**	8290	1300-17400	88.6
Mesófilas (Total, a 35°C)	26660	1930-79400	72.5
Psicotróficas (Total, a 3°C)	1030	70-6300	135.0
Esporos**	311	29-1080	83.0
Esporos mesófilos (35°C)	271	70-680	63.1
<i>Mesotróficas</i> (ufc.ml ⁻¹)			
Total**	28900	10600-52500	41.0
Epipsámicas**	17121	1400-40700	67.2
Libres**	9860	2400-20000	46.5
Mesófilas (Total, 35°C)	26900	8600-50000	45.2
Psicotróficas (Total, 3°C)	940	300-2800	77.2
Esporos**	428	110-1190	77.6
Esporos mesófilos (35°C)	326	90-510	89.0
<i>Hipertróficas</i> (ufc.ml ⁻¹)			
Total** ≤ 48 hs	2662	350-10360	82.0
Total** > 48 hs	6205	820-18500	76.0
Epipsámicas**	3248	300-11400	104.0
Libres**	2004	394-9800	114.0
Mesófilas ≤ 48 hs (35°C)	2285	140-8533	100.0
Mesófilas > 48 hs (35°C)	3619	200-11400	98.6
Psicotróficas (3°C)	397	100-900	68.0
Esporos**	206	30-330	81.5
Esporos mesófilos (35°C)	190	80-370	53.7
Coliformes totales (35°C)	310	70-1700	100.1
Coliformes fecales (45°C)	80	17-490	95.5



Cuadro 2
Niveles de significación de los coeficientes de correlación entre las bacterias mesotróficas y algunos parámetros ambientales

	Seston	Nivel hidrom.	Disco Secchi	Conductividad	Temperatura	Oxígeno	DQO	DBO	Nitratos	Fosfatos	R ² (%)
TOTALES	3	-2	-2	0	-2	0	0	0	0	0	55
EPIPSAMICAS	3	0	-3	2	0	0	0	0	0	0	69
LIBRES	-3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	69
MESOFILAS (35°C)	-2	0	0	-1	2	0	0	0	0	0	67
PSICROTROFICAS (3°C)	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	44

0 = no significativo ($p > 0,05$). Las correlaciones significativas se indican por: 1 = $p < 0,05$; 2 = $p < 0,01$; 3 = $p < 0,001$. R² = coeficiente de determinación múltiple. DQO = Demanda química de oxígeno; DBO = Demanda bioquímica de oxígeno.

Cuadro 3
Efecto de la aparición de la "onda roja" sobre las unidades formadoras de colonias (ufc) y otros parámetros ambientales, en comparación con muestreos anteriores y posteriores a su paso

	ANTES 24 jul.	DURANTE 9 agosto	DESPUES 30 agosto	Aumentos (%)
Oligotrofas (ufc.10 ³ .l ⁻¹)	11,2	33,0	20,2	295
Mesotrofas (ufc.10 ³ .l ⁻¹)	10,4	40,4	10,6	388
Sólidos susp.(mg.l ⁻¹)	65,6	139,9	59,5	213
Nitratos (µg. l ⁻¹)	0,7	3,5	1,9	500
	11 set.	27 set.	11 octubre	
Oligotrofas(ufc.10 ³ .l ⁻¹)	13,0	36,0	9,6	278
Mesotrofas (ufc.10 ³ .l ⁻¹)	13,8	28,6	5,0	207
Sólidos susp.(mg.l ⁻¹)	47,7	88,0	67,0	184
Nitratos (µg.l ⁻¹)	1,1	2,4	1,3	218



Cuadro 4
Porcentajes promedio de unidades formadoras de colonias pigmentadas
según los diferentes grupos tróficos en el río Paraná medio

	\bar{X}	RANGO	C V	1	2	3	4
<u>Oligotróficas</u>							
Totales	2,8	0 - 8	78	10	23	52	8
epipsámicas	1,6	0 - 7,5	142	10	11	23	9
libres	4,4	0 - 27	159	2	31	44	5
Mesófilas (35°C)	2,6	0 - 10	103	0	20	43	5
Psicrotróficas (3°C)	6,6	0 - 40	165	0	16	42,5	5
Esporos	3,1	0 - 14	78	4	7,5	27	11
Esporos (35°C)	0,9	0 - 3	165	0	0	33	0
<u>Mesotróficas</u>							
Totales	10,5	5 - 19	37	2	65	33	1,5
epipsámicas	3,2	0 - 9	103	0	13	6	1,5
libres	12	2 - 21	43	1	59	37	4
Mesófilas (35 °C)	7,8	3 - 16	47	7	61	32	0
Psicrotróficas(3°C)	28,5	18 - 50	43,5	17	60	5	5
Esporos	4,5	0 - 12	99	18	20	28,5	0
Esporos (35°C)	1,5	0 - 4	123	0	0	40	0
<u>Eutróficas</u>							
Totales	30,3	13 - 65	69	7	76	17,5	0,1
<u>Hipertróficas</u>							
Totales	17,5	3 - 30	62	4	80	11	5
epipsámicas	3,3	0 - 8	100	5	10	0	0,5
libres	17	11 - 20	59	5,5	72	6	0
Mesófilas	9,8	0 - 18	82	0	63	11	26
Psicrotróficas (3°C)	26,1	3 - 62	67	20	66	24	2
Esporos (35°C)	2,3	0 - 6	128	25	25	0	0



Caudal (m ³ /s)			
Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1980	28972,94	13653,58	20245,55
1981	25323,18	9607,00	18292,06
1982	44209,97	12609,91	24730,59
1983	58837,44	22362,32	39789,41
1984	28452,20	14184,08	19358,90
1985	26872,03	11619,40	18635,57
1986	20936,85	10824,10	15349,16
1987	38360,95	12690,70	24005,60
1988	24560,45	10118,76	16453,73
1989	33397,52	10038,10	21691,97
1990	44468,79	24798,78	35850,78
1991	19345,18	17987,77	18666,47
1992	53090,73	34962,50	42675,02
1993	31285,52	16827,86	22001,93
1994	26239,76	13401,13	16934,75
1995	33386,70	13893,17	20655,30
1996	27036,00	13077,81	18011,12
1997	38774,03	17754,92	27796,32
1998	51324,29	18934,72	30949,01
1999	24327,00	12466,10	19341,59
2000	18935,70	11425,30	15575,73
2001	22714,05	10842,39	15887,62
2002	23550,89	11911,44	17361,10
2003	24178,29	13251,00	16276,06
2004	19082,32	13167,05	15464,12
2005	24177,23	13805,04	17737,20
2006	18575,19	13029,81	15725,91
2007	27840,34	14369,81	19036,93
2008	21045,21	14838,16	17009,91
Promedio	30320,72	14774,23	21431,36

Tabla 2: valores de pH, turbiedad y cloruros

Sitio de extracción	pH			Turbiedad (NTU)			Cloruros (mg/L)		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
1	7,40	6,95	7,17	38,0	9,6	23,8	6,7	5,02	5,95
2	7,37	6,93	7,23	86,0	18,0	45,8	14,0	3,00	7,67
3	7,62	6,80	7,21	36,0	17,0	26,5	4,19	2,51	3,35
4	8,00	7,00	7,50	34,0	17,0	25,5	2,51	2,51	2,51
5	7,32	6,95	7,17	86,0	19,0	42,3	23,00	2,00	10,30
6	7,73	7,10	7,32	92,0	17,0	38,2	13,00	2,00	5,14
7	7,10	6,87	6,98	22,0	15,0	19,3	5,00	3,00	4,00
8	7,39	6,81	7,11	92,0	24,0	47,0	10,00	3,00	6,00
9	7,78	7,16	7,47	40,0	16,0	30,0	3,30	1,67	2,51
10	7,63	7,30	7,46	76,0	18,0	47,0	5,86	2,51	4,18
11	7,80	7,26	7,53	32,0	18,0	25,0	3,35	1,67	2,51

(El promedio es sobre el total de determinaciones)



Tabla 3: valores de conductividad, alcalinidad y N-NO₂

Sitio de extracción	Conductividad (µS/cm)			Alcalinidad (mg/L)			N-NO ₂ (mg/L)		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
1	115,84	42,7	85,05	32,5	13,5	23,0	0,025	0,025	0,025
2	780,80	57,09	192,47	38,6	24,1	33,2	0,105	0,032	0,056
3	119,04	52,22	85,63	29,3	25,1	27,2	0,035	0,035	0,035
4	97,15	53,63	75,39	26,2	24,1	25,2	< 0,025	< 0,025	< 0,025
5	103,68	51,84	71,50	47,3	28,0	34,8	< 0,025	< 0,025	< 0,025
6	110,98	53,76	69,97	35,7	22,0	29,1	0,027	< 0,025	< 0,025
7	69,65	51,33	60,19	28,0	28,0	28,0	< 0,025	< 0,025	< 0,025
8	76,80	54,15	65,20	32,8	30,9	32,1	< 0,025	< 0,025	< 0,025
9	96,64	40,00	64,02	37,7	24,1	30,9	0,030	0,030	0,030
10	157,31	63,36	110,33	57,9	24,1	41,0	0,255	0,025	0,255
11	87,94	54,91	71,42	24,1	23,1	23,6	0,030	0,030	0,030

(El promedio es sobre el total de determinaciones)

Tabla 4: valores de N-NO₃ y N-NH₄

Sitio de extracción	N-NO ₃ (mg/L)			N-NH ₄ (mg/L)		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
1	0,28	0,28	0,28	0,36	0,36	0,36
2	0,16	0,15	0,16	0,46	0,16	0,30
3	0,10	0,10	0,10	0,65	0,65	0,65
4	0,29	0,29	0,29	< 0,07	< 0,07	< 0,07
5	0,21	0,12	0,16	0,21	< 0,07	0,10
6	0,20	0,13	0,16	0,12	< 0,07	< 0,07
7	0,21	0,14	0,16	< 0,07	< 0,07	< 0,07
8	0,23	0,14	0,17	0,52	< 0,07	0,21
9	0,21	0,21	0,21	< 0,07	< 0,07	< 0,07
10	0,32	0,32	0,32	-	-	-
11	0,14	0,14	0,14	< 0,07	< 0,07	< 0,07

Tabla 5: DBO₅

Sitio de extracción	DBO ₅ (mg/L)	
	Agosto	Octubre
1	0,1	1,36
2	2,47	2,59
3	0,2	0,2
4	0,45	0,45
6	1,81	0,33
9	1,11	0,46
10	1,83	1,83
11	0,8	1,25

Tabla 6: DBO₅

Sitio de extracción	DBO ₅ (mg/L)		
	Abril	Mayo	Julio
2	0,2	0,2	-
5	1,29	0,47	0,47
6	1,53	0,33	1,41
7	1,53	0,3	0,95
8	0,36	1,36	0,24



Sólidos disueltos

Teniendo en cuenta la distribución heterogénea de la carga suspendida en la sección Corrientes - Resistencia del río, los muestreos se diseñaron contemplando dicha asimetría. Las extracciones se llevaron a cabo en dos sitios fijos de la mencionada sección transversal denominada en adelante Estación Margen Derecha (EMD) y Estación Margen Izquierda (EMI)

Tabla 1. Concentración y tamaño de sólidos suspendidos del río Paraná en Corrientes (Periodo enero 2001-2002)

Fecha	Nivel río Paraná (m)	Concentración EMI (mg L ⁻¹)				Concentración EMD (mg L ⁻¹)			
		>3µm	3,0 - 0,45µm	0,45 - 0,2µm	TOTAL	>3µm	3,0 - 0,45µm	0,45 - 0,2µm	TOTAL
Enero 24	4,23	10,30	6,70	0,20	17,20	495,40	9,90	0,92	506,22
Febrero 6	4,52	9,50	7,30	0,15	16,95	412,80	12,90	0,44	426,14
Febrero 20	4,72	128,60	3,60	0,12	132,32	819,00	8,80	0,25	828,05
Marzo 6	5,84	72,70	6,00	0,22	78,92	703,40	11,60	0,50	715,50
Marzo 20	3,92	253,20	9,20	0,20	262,60	645,30	11,60	0,70	657,60
Abril 3	3,61	298,20	12,20	0,10	310,50	702,40	41,00	0,29	743,69
Abril 17	3,56	107,40	33,30	0,13	140,83	410,80	68,80	0,49	480,09
Mayo 2	3,74	41,50	2,70	0,20	44,40	490,70	22,80	0,28	513,78
Mayo 15	3,12	24,90	9,40	0,30	34,60	101,00	13,40	0,67	115,07
Mayo 29	2,52	15,60	5,10	0,10	20,80	152,00	8,80	0,11	160,91
Junio 12	2,67	9,30	4,40	0,83	14,53	117,20	7,00	0,11	124,31
Junio 26	2,06	16,70	3,70	0,42	20,82	99,40	12,90	0,18	112,48
Julio 10	2,46	11,40	3,00	0,50	14,90	51,80	10,30	0,01	62,11
Julio 24	2,20	9,30	1,60	0,67	11,57	51,00	3,60	0,56	55,16
Agosto 6	2,34	4,60	1,60	0,72	6,92	42,30	3,90	0,52	46,72
Agosto 14	1,80	6,35	3,50	0,36	10,21	60,50	4,20	0,39	65,09
Agosto 21	1,57	6,50	1,50	0,27	8,27	51,00	3,00	0,54	54,54
Septiembre 4	1,45	7,60	2,40	0,10	10,10	72,60	3,40	0,12	76,12
Septiembre 17	1,78	5,20	1,40	0,10	6,70	45,40	2,20	0,11	47,71
Octubre 2	1,90	29,80	2,20	0,08	32,08	83,60	6,00	0,09	89,69
Octubre 16	3,70	9,40	6,20	0,73	16,33	31,80	9,00	0,94	41,74
Octubre 30	2,69	9,60	2,00	0,88	12,48	50,80	3,50	0,40	54,70
Noviembre 13	1,89	9,00	2,80	0,75	12,55	104,90	10,20	0,55	115,65
Noviembre 27	2,28	8,60	2,40	0,95	11,95	84,60	3,20	1,00	88,80
Diciembre 12	2,40	6,00	1,00	0,90	7,90	69,40	2,20	0,67	72,27
Diciembre 26	2,25	6,90	1,80	0,30	9,00	290,10	6,80	0,45	297,35
Enero 8	2,12	5,70	0,20	0,40	6,30	364,50	1,70	0,33	366,53
Enero 22	2,58	4,00	1,50	0,40	5,90	268,60	3,40	0,42	272,42

Promedio: 237

EMI: 45.63 mg/l

EMD: 256.8 mg/l

Máximo 828.05 mg/l

Mínimo 5.90 mg/l

Bacterias:

Se determinan en conjunto con la DBO, no es necesario calcular colonia por colonia



DBO

2 mg-----1 l

Parámetros Característicos:

- Turbiedad: < 92 NTU
- Amonio: 0.1-1.5 mg/L
- Alcalinidad: 57,9 – 13,5 mg/L.
- Conductividad: 170-350 us/cm
- Oxidabilidad: 0.10-2.59 mg/L
- Cloruros: 1.67 -23 mg/L
- N-NO₂: 0.025-0.255 mg/L
- N-NO₃: 0.10-0.32 mg/L
- N-NH₄: 0.07-0.65 mg/L
- Sulfato: 20mg/L
- Dureza: 32 mgCO₃Ca/L
- Arsénico: 0.01 mg/L

Total: 138,225 mg/l = $2,68 \cdot 10^{-3}$ mol/l

Se tomara el valor máximo, para que la planta esté preparada para trabajar en las peores condiciones.

Total contaminantes: 397.025 mg/L
Agua: Densidad del agua: $1 \cdot 10^6$ mg/l

Se utiliza el caudal necesario de agua de producción necesario para abastecer a la población en el mes menos favorable (debido a las pocas horas de sol) :
46381.32 L

$$\frac{397,025 \text{ mg de contaminante}}{1l} * 46381,3l = 18414543,573 \text{ mg de contaminante}$$

$$\frac{1 * 10^6 \text{ mg}}{1l \text{ de agua pura}} * 46381,32 l = 46381320000 \text{ mg} = 46381,32 \text{ kg de agua pura}$$

Como el agua de toma no es pura ya que tiene impurezas:
 $46381320000 + 18414543.573 = 46399734543.6$ mg (peso del agua de toma) =
46399,735 kg

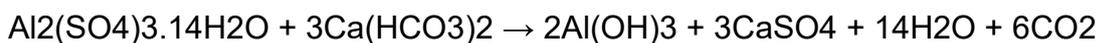
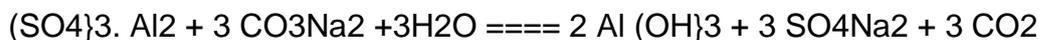
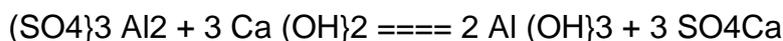
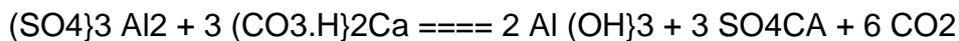


2. Corriente de coagulante

Sulfato de alúmina $Al_2(SO_4)_3$: Efectivo en Ph 6-8, dosis recomendada de 10-150 g/m³

Estado de agregación	Sólido
Apariencia	Cristales blancos
Densidad	2,672 Kg/ m ³
Masa molar	342,150g/mol
Punto de fusión	K (-273,15 °C)
Punto de ebullición	K (-273,15 °C)
Solubilidad en agua	87 g/100 ml de agua

Al reaccionar los iones Al^{+++} con los iones hidroxilo, consecuencia de la alcalinidad del agua (bicarbonatos) o por la cal apagada o sosa añadida si era insuficiente, se formará hidróxido de aluminio:



Ensayo realizado por la UNAL(Universidad Nacional de Colombia):

Se realiza el ensayo de jarras como se describe en el manual de laboratorio, para el coagulante seleccionado. La dosis óptima corresponde a aquella que produzca la menor turbiedad final.

Este ensayo se hizo con el coagulante que en el ensayo anterior produjo agua con las mejores características de turbiedad, alcalinidad y pH.

Los resultados de dosis óptima con PASS se muestran en la tabla siguiente:

Características del agua cruda:

Alcalinidad = 19.9 ppm $CaCO_3$

pH = 7.01

Ti = 54 NTU



Resultados obtenidos para el ensayo de Dosis Óptima de coagulación con el coagulante PASS

	Dosis de Coagulante (ppm)					
	48	50	52	54	56	58
T_r	4,79	4,28	1,02	1,81	2,23	3,54
% Remoción	91,13	92,07	98,11	96,65	95,87	93,44
Alcalinidad	16,20	16,10	16,10	16,10	16,11	16,12
pH	7,16	7,06	7,06	7,06	7,06	7,06

Teniendo en cuenta el ensayo realizado para el agua con características similares al agua del Río Paraná, se determina que se utilizaran 58 ppm de coagulante.

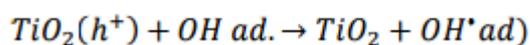
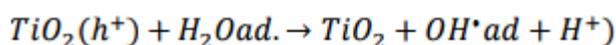
La corriente de entrada de coagulante es de:

$$F = 58 \frac{mg}{l} * 9930 \frac{l}{h} = 575940 \frac{mg}{h} = 575,94 \frac{g}{h}$$

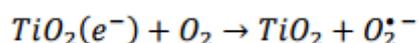
3. Corriente de Catalizador

En presencia de especies redox adsorbidas en la partícula del semiconductor y bajo iluminación, se producen de manera simultánea reacciones de oxidación y de reducción en la superficie del semiconductor; los huecos fotogenerados dan lugar a las reacciones de foto-oxidación, mientras los electrones de la banda de conducción dan lugar a las reacciones de foto-reducción.

Los huecos, después de migrar a la superficie, reaccionan con sustancias adsorbidas, en particular con agua o con iones OH⁻, generando radicales OH[•].



En aplicaciones ambientales, los procesos fotocatalíticos se llevan a cabo normalmente en ambientes aeróbicos, con lo cual el oxígeno adsorbido es la principal especie aceptora de electrones.



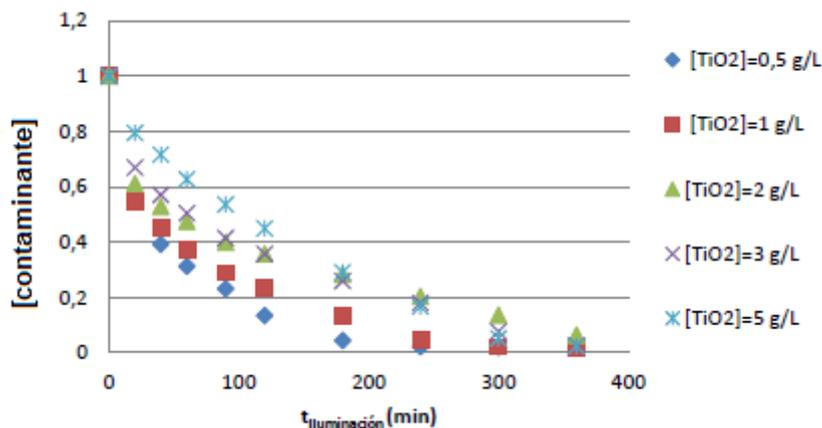


Cabe mencionar, que la cantidad de catalizador que mejora la degradación del efluente, depende de la óptica del reactor, la naturaleza de la especie a tratar, y la disponibilidad de fotones en el sistema. Con niveles muy altos de catalizador, se puede lograr el efecto contrario al deseado, puesto que al pegarse a las paredes del tubo, impide que los fotones lleguen hacia el interior dificultando la fotocatalisis. La cinética de degradación de compuestos sigue la ecuación de Langmuir-Hinshelwood

$$(dC/dt)_{inicial} = -kKC/(1 + KC)$$

En la que k es la constante de reacción; K es la constante de adsorción del compuesto y C la concentración inicial del mismo. Para disoluciones diluidas $KC \ll 1$, la reacción presenta una cinética de reacción de pseudoprimer orden. Para concentraciones elevadas, $KC \gg 1$, la velocidad de reacción es máxima y presenta una cinética de orden cero.

Se utiliza 1g/l teniendo en cuenta la cinética de reacción uno a uno, la radiación e incidencia necesaria.



4. Corriente de Cloro

Lo que se utiliza habitualmente son 3,45 mg/l (AYSA) , teniendo en cuenta que en el proceso el reactor con recirculación (y en serie) el cual tiene una eficiencia del 45% aproximadamente la cantidad de cloro a utilizar es de :

Corriente de cloro: $3,45 \text{ mg/l} * 0,55 = 0,8625 \text{ mg/l} * 9930 \text{ l/h} = 8564,63 \text{ mg/h} = 8,56 \text{ g/h}$

Teniendo en cuenta que se establece que la concentración de cloro combinado residual no debe superar 2 mg/l y el cloro libre residual no debe superar 1 mg/l, es un valor altamente aceptable.



5. Corriente de Cal

Producto Usado	Consumo de producto por gr/CO2 litro	Aumento de Dureza por gr/CO2 en ppm
Cal	0,84 gr de Ca (OH) ₂	1,1
Soda Cáustica	0,91 " " Na (OH)	0
Carb. de sodio	2,4 " " CO ₃ Na ₂	0
Mármol	2,3 " " CO ₃ Ca	2,2
Ox. de magnesio	0,45 " " Mg O	1,1
Neutralite	1,6 a 2,0	1,2 a 2,0

Ph q quiero - Ph que tengo = delta PH

$$14 - \text{dltaph} = \text{deltaPOH}$$

$$\text{deltaPOH} = -\log C(\text{OH}) \rightarrow C(\text{OH}) \rightarrow C(\text{cal})$$

El PH requerido por la OMS es 7, pero luego de la zona de coagulación el PH es 5 por lo tanto debe agregarse cal:

$$\text{PHr} = 7$$

$$\text{PHc} = 5$$

$$\text{POH} = 14 - 7 = 7$$

(inicial)

$$\text{POH} = 14 - 5 = 9$$

$$7 = -\log [\text{OH}]$$

$$9 = -\log [\text{OH}]$$

$$[\text{OH}] = 0,1$$

$$[\text{OH}] = 1 \cdot 10^{-9}$$

$$\Delta[\text{OH}] = 0,099$$

$$2 \text{ mol OH} \text{ ----- } 74 \text{ g Ca(OH)}_2$$

$$0,099 \text{ mol OH} \text{ ---- } X$$

$$0,099 \text{ mol/l} * 74 \text{ g/2mol} = 3,663 \frac{\text{g}}{\text{l}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 3,663 \text{ kg/m}^3$$

$$3,663 \text{ kg/m}^3 * 46,38 \text{ m}^3/\text{h} = 169,89 \text{ kg/h}$$

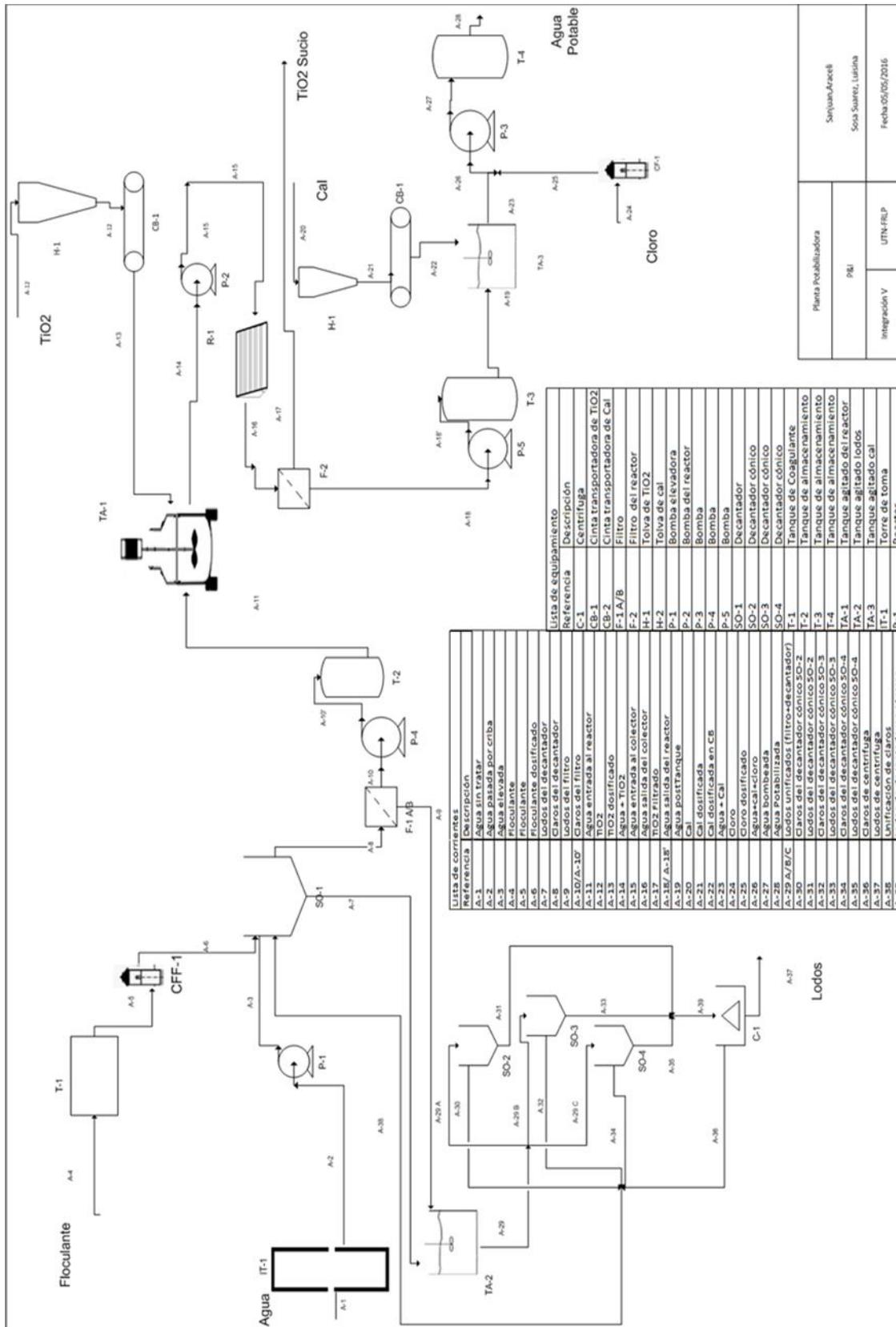
$$\text{Ca(OH)}_2 \text{ (pura)} \text{ --} \rightarrow \text{Cal Quiminet}$$

$$84 \text{ kg OH} \text{ -----} \rightarrow 100 \text{ kg Cal}$$

$$169,89 \text{ kg OH} \text{ --} \rightarrow X = 212,36 \text{ kg Cal} = 0,06 \text{ kg/s}$$



6. Balance de materia
PFD



Referencia	Descripción
A-1	Agua sin tratar
A-2	Agua pasada por criba
A-3	Agua a losa
A-4	Floculante
A-5	Floculante dosificado
A-6	Lodos del decantador
A-7	Claros del decantador
A-8	Lodos del filtro
A-9/A-10	Claros del filtro
A-11	Agua entrada al reactor
A-12	TIO2
A-13	Agua + TIO2
A-14	Agua entrada al colector
A-15	Agua salida del colector
A-16	TIO2 filtrado
A-17/A-18	Agua salida del reactor
A-19	Agua positanque
A-20	Cal
A-21	Cal dosificada
A-22	Cal dosificada en CB
A-23	Agua + Cal
A-24	Cloro dosificado
A-25	Agua-calcloro
A-26	Agua bombeada
A-27	Agua bombada
A-28	Agua Potabilizada
A-29 A/B/C	Lodos unificados (filtro-decantador)
A-30	Claros del decantador cónico SO-2
A-31	Lodos del decantador cónico SO-2
A-32	Claros del decantador cónico SO-3
A-33	Lodos del decantador cónico SO-3
A-34	Claros del decantador cónico SO-4
A-35	Lodos del decantador cónico SO-4
A-36	Claros de centrifuga
A-37	Lodos de centrifuga
A-38	Unificación de claros
A-39	Lodos de decantadores cónicos

Referencia	Descripción
C-1	Centrifuga
CB-1	Cinta transportadora de TIO2
CB-2	Cinta transportadora de Cal
F-1 A/B	Filtro
F-2	Filtro del reactor
H-1	Tolva de TIO2
H-2	Tolva de cal
P-1	Bomba elevadora
P-2	Bomba del reactor
P-3	Bomba
P-4	Bomba
P-5	Bomba
SO-1	Decantador cónico
SO-2	Decantador cónico
SO-3	Decantador cónico
SO-4	Decantador cónico
T-1	Tanque de Coagulación
T-2	Tanque de almacenamiento
T-3	Tanque de almacenamiento
T-4	Tanque de almacenamiento
TA-1	Tanque agitado del reactor
TA-2	Tanque agitado lodos
TA-3	Tanque agitado cal
TA-4	Torre de toma
R-1	Reactor

Planta Potabilizadora	Senyuan, Arceñi
PII	Sosa Suarez, Lusina
Integración V	UTN-FRP
	Fecha: 05/05/2016



Balance de materia, marco teórico:

El balance de materia se puede enunciar de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} \text{Velocidad de acumulación} \\ \text{de materia en el volumen} \\ \text{materia de control} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Velocidad de entrada} \\ \text{de materia} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Velocidad} \\ \text{de salida} \end{array}$$

La aplicación de un balance macroscópico de materia total, en el volumen de control, se puede expresar matemáticamente como:

$$\frac{\partial m_{tot}}{\partial t} = \dot{C}O_1 - \dot{C}O_2 \quad \text{Ec.1}$$

Donde

m_{tot} = cantidad de materia contenida en el volumen de control

$\dot{C}O_1$ = caudal másico que ingresa al volumen de control

$\dot{C}O_2$ = caudal másico que egresa de volumen de control

$$\frac{\partial m_{tot}}{\partial t} = \sum_i \dot{C}O_i - \sum_j \dot{C}O_j \quad \text{Ec.2}$$

i entrada j salida

Restricciones:

-Áreas de entrada y salida perpendiculares al vector velocidad y fijas respecto de ejes coordenados

-Densidad uniforme en las áreas de entrada y salida

El caudal másico que ingresa a través del área de entrada se puede expresar de la siguiente manera:

$$\dot{C}O_1 = \rho_1 \langle v_1 \rangle S_1 \quad \text{Ec.3}$$

De la misma manera se define el caudal que egresa a través del área de salida. Considerando que el caudal volumétrico Q es el volumen de fluido que atraviesa cierta sección en una unidad de tiempo, se puede expresar como:

$$Q = \langle v \rangle S \quad \text{Ec.4}$$

Reemplazando las Ec. 4 y 3 en la Ec. 2 se obtiene:

$$\frac{\partial m_{tot}}{\partial t} = \rho_1 Q_1 - \rho_2 Q_2 \quad \text{Ec. 5}$$

Para sistemas en estado estacionario no existe variación de la masa total respecto del tiempo, es decir:

$$\frac{\partial m_{tot}}{\partial t} = 0 \quad \text{Ec. 6}$$

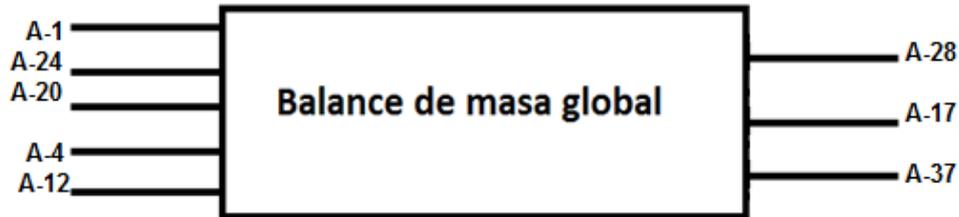


Lista de corrientes	
Referencia	Descripción
A-1	Agua sin tratar
A-2	Agua pasada por criba
A-3	Agua elevada
A-4	Coagulante
A-5	Coagulante
A-6	Coagulante dosificado
A-7	Lodos del decantador
A-8	Claros del decantador
A-9	Lodos del filtro
A-10/A-10'	Claros del filtro
A-11	Agua entrada al reactor
A-12	TiO ₂
A-13	TiO ₂ dosificado
A-14	Agua + TiO ₂
A-15	Agua entrada al colector
A-16	Agua salida del colector
A-17	TiO ₂ Filtrado
A-18/ A-18'	Agua salida del reactor
A-19	Agua postTanque
A-20	Cal
A-21	Cal dosificada
A-22	Cal dosificada en CB
A-23	Agua + Cal
A-24	Cloro
A-25	Cloro dosificado
A-26	Agua+cal+cloro
A-27	Agua bombeada
A-28	Agua Potabilizada
A-29 A/B/C	Lodos unificados (filtro+decantador)
A-30	Claros del decantador cónico SO-2
A-31	Lodos del decantador cónico SO-2
A-32	Claros del decantador cónico SO-3
A-33	Lodos del decantador cónico SO-3
A-34	Claros del decantador cónico SO-4
A-35	Lodos del decantador cónico SO-4
A-36	Claros de centrifuga
A-37	Lodos de centrifuga
A-38	Unificación de claros
A-39	Lodos de decantadores cónicos



Balance de materia total

(Kg/h)



$$A-1 + A-24 + A-20 + A-4 + A-12 = A-28 + A-17 + A-37$$

$$146399,73 + 8,58 \cdot 10^{-3} + 202,35 + 0,576 + 46 = 46589,67 + 47,96 + (8,263 + 2,78)$$

Cantidad de sólidos en el decantador y el filtro:

$$\Delta \text{Sólidos} = \text{Concentración de sólidos en la corriente de entrada} - \text{Concentración de sólidos en la corriente de salida} = 0,257 - 0,02 = 0,237 \text{ kg/m}^3$$

Eficiencia del decantador 75%

Cantidad de solidos que salen por el decantador:

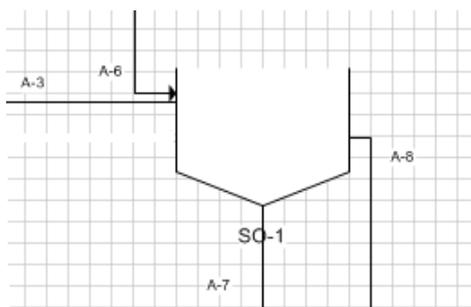
$$0,237 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,75 = 0,178 \text{ kg/m}^3 \cdot 46,38 \text{ m}^3/\text{h} = 8,26 \text{ kg/h}$$

Cantidad de solidos que salen del filtro:

$$0,237 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,25 = 0,06 \text{ kg/m}^3 \cdot 46,38 \text{ m}^3/\text{h} = 2,78 \text{ kg/h}$$

Balance de masa por equipos:

Decantador:





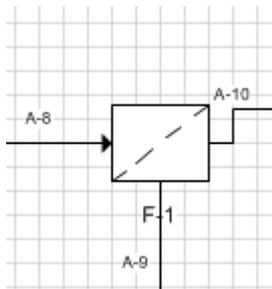
Al no tener en cuenta el reciclo que proviene de la planta de tratamiento de lodos, A-38 no se tiene en cuenta. Además $A-3 = A-1$, ya que no hay cambios de masa en los equipos previos.

$$A-6 + A-3 = A-8 + A-7$$

$$0,576 + 46399,73 = A-8 + 8,263$$

$$A-8 = 46392,04$$

Filtro 1 A/B:



$$A-8 = A-10 + A-9$$

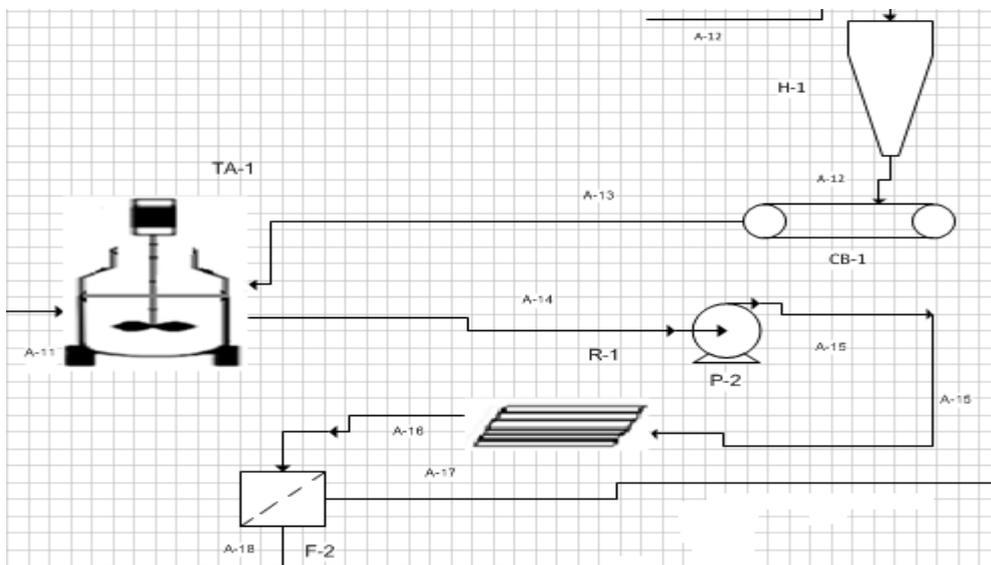
$$46392,05 = 2,78 + A-10$$

$$A-10 = 46389,26$$

Tanque de alimentación previo al reactor:

$$A-10 = A-11$$

Reactor:





Colector:

$$A-15 = A-16$$

Tanque agitado y dosificador:

$$A-11 + A-13 = A-15$$

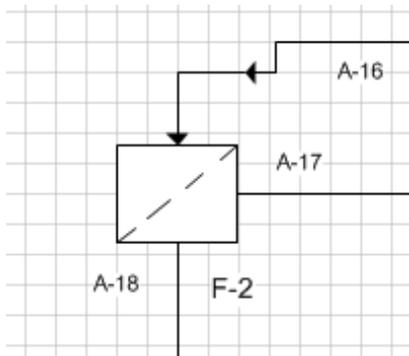
Teniendo en cuenta los últimos tres balances:

$$A-16 = A-11 + A-13$$

$$A-16 = 46389,27 + 46$$

$$A-16 = 46435,26$$

Filtro 2:



$$A-16 = A-18 + A-17$$

$$46435,27 - 47,96 = A-18$$

$$46387,31 = A-18$$

Dosificación de cal y cloro:

$$A-28 = A-18 + A-24 + A-20$$

$$A-28 = 46589,67$$

7. Composición de la corriente de entrada y salida

N- NH₄:

$$X_{m-1} = 0,65 \frac{mg}{l} * \frac{0,000001 kg}{1 mg} * \frac{1000 l}{1 m^3} = 6,5 * 10^{-4} kg/m^3 * 46,38 m^3/h = 0,03 kg/h$$

$$X_{m-28} = 0,03 * 0,55 = 0,017 kg/h = 0,36 mg/l < 0,5 mg/l$$



Cloruros:

$$X_{C-1} = 23 \text{ mg/l} * \frac{0,000001 \text{ kg}}{1 \text{ mg}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 0,023 \text{ kg/m}^3 * 46,38 \text{ m}^3/\text{h} = 1,067 \text{ kg/h}$$

$$X_{C-28} = 1,067 * 0,55 = 0,59 \text{ kg/h} = 12,65 \text{ mg/l} < 200 \text{ mg/l}$$

N-NO₂:

$$X_{NO2-1} = 0,255 \text{ mg/l} * \frac{0,000001 \text{ kg}}{1 \text{ mg}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 2,55 * 10^{-4} \text{ kg/m}^3 * 46,38 \text{ m}^3/\text{h} = 0,012 \text{ kg/h}$$

$$X_{NO2-28} = 0,012 \text{ kg/h} * 0,55 = 6,51 * 10^{-3} \text{ kg/h}$$

N-NO₃:

$$X_{NO3-1} = 0,32 \text{ mg/l} * \frac{0,000001 \text{ kg}}{1 \text{ mg}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 3,2 * 10^{-4} \text{ kg/m}^3 * 46,38 \text{ m}^3/\text{h} = 0,015 \text{ kg/h}$$

$$X_{NO3-28} = 0,015 \text{ kg/h} * 0,55 = 8,16 * 10^{-3} \text{ kg/h}$$

Sulfato:

$$X_{S-1} = 20 \text{ mg/l} = 0,93 \text{ kg/h}$$

$$X_{S-28} = 0,93 * 0,55 = 0,51 \text{ kg/h} = 11 \text{ mg/l} < 200 \text{ mg/l}$$

Arsénico:

$$X_{R-1} = 0,01 \text{ mg/l} = 4,64 * 10^{-4} \text{ kg/h}$$

$$X_{R-28} = 4,64 * 10^{-4} \text{ kg/h} * 0,25 * 0,55 = 6,38 * 10^{-5} \text{ kg/h} = 1,38 * 10^{-3} \text{ mg/l} < 0,05 \text{ mg/l}$$

Nº corriente	Fluido	Caudal[kg/h]
A-1	Agua	46399,73
	Amonio [mg/l]	1.5
	Cloruros [mg/l]	23
	N-NO ₂ [mg/l]	0.255
	N-NO ₃ [mg/l]	0.32
	N-NH ₄ [mg/l]	0.65
	Sulfato [mg/l]	20
	CO ₃ Ca [mg/l]	32
	Arsénico [mg/l]	0.01
	Solidos totales [mg/l]	237
	DBO [mg/l]	2



Nº corriente	Fluido	Caudal[kg/h]
A-28	Agua Tratada	46389,148
	Amonio [mg/l]	0,2
	Cloruros [mg/l]	12,65
	N-NO2 [mg/l]	0,132
	N-NO3 [mg/l]	0,176
	N-NH4 [mg/l]	0,36
	Sulfato [mg/l]	11
	CO3Ca [mg/l]	17,6
	Arsénico [mg/l]	$1,38 \cdot 10^{-3}$
	Solidos totales [mg/l]	0,02
	Cloro [mg/l]	0,8625
	Cal [mg/l]	$3,6 \cdot 10^4$

Nº corriente	Fluido	Caudal[kg/h]
A-37	Lodos Tratados	11,043
	Solidos totales [mg/l]	236,98
	(SO4)3 Al2 [mg/l]	58
	CO3Ca [mg/l]	14,4

Nº corriente	Fluido	Caudal[kg/h]
A-17	TiO2 Sucio	47,96
	Amonio [mg/l]	1,3
	Cloruros [mg/l]	10,35
	N-NO2 [mg/l]	0,132
	N-NO3 [mg/l]	0,144
	N-NH4 [mg/l]	0,29
	Sulfato [mg/l]	9
	Arsénico [mg/l]	$8,25 \cdot 10^{-3}$
	DBO [mg/l]	2
	TiO2	1



CAPÍTULO VI: DISEÑO DE EQUIPOS.



1- Torre de toma

Canal de entrada y rejilla

El primer paso en el tratamiento del agua potable consiste en la separación de los sólidos gruesos, este proceso se enmarca dentro del proceso unitario de transferencia de sólidos, y se denomina desbaste o cribado; el procedimiento más habitual se basa en hacer pasar el agua bruta a través de rejillas de barras. Las rejillas de barras suelen tener aberturas libres entre barras de 15 mm o mayores. Las rejillas de barras se van a limpiar manual.

Velocidad del flujo en la rejilla

La velocidad efectiva del flujo a través de la rejilla debe ser inferior a 0.19 m/s, con el fin de evitar el arrastre de materiales flotantes.

Canal de entrada

Para el dimensionamiento de las rejillas de limpieza es necesario diseñar el canal por el cual será conducida el agua hacia el proceso de tratamiento, para posteriormente compararlo con parámetros de velocidad y abertura de barras sugeridos.

Aplico la ecuación de Manning

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = ARh^{2/3}$$

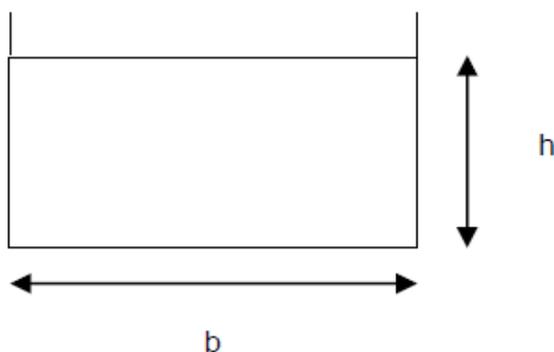
Donde

Q: Caudal máximo diario

S: Pendiente del canal (adimensional)

A: Área el canal, m²

Rh: Radio hidráulico, m



$$Rh = \frac{bh}{(b + 2h)}$$



Dimensionamiento de las rejillas

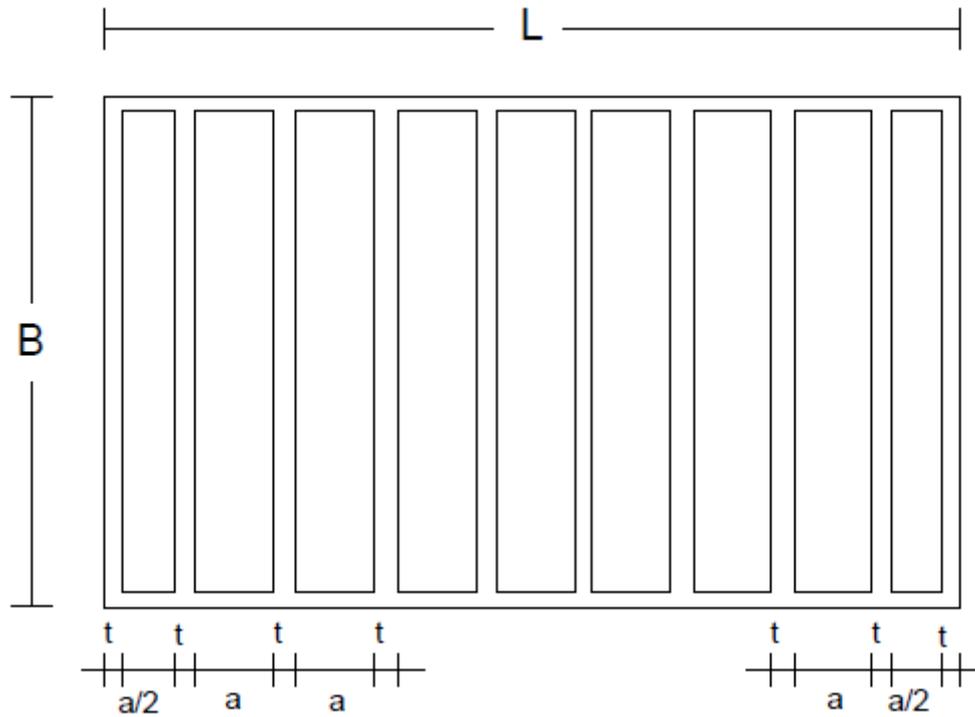


Figura. Rejilla con barras paralelas

Donde

a = Espaciamiento libre entre barrotes, dado por norma

t = Espesor de los barrotes

N = Número de barras

L = Longitud de la rejilla

b = Ancho de la rejilla

AN = Área neta (área necesaria para desaguar un caudal Q con una velocidad de 0,17 m/seg).

AT = Área total

e = Porcentaje útil de la rejilla



$$A_N = N * a * b$$

$$A_t = N * a * b + N * t * b = b * L$$

$$N(a + t) = L$$

$$e = \frac{A_N}{A_t} = \frac{N * a * b}{N * b(a + t)} = \frac{a}{a + t}$$

$$A_N = eA_t = \frac{a}{a + t} A_t$$

Despejando en función de la longitud de rejilla, L

$$A_N = \frac{a}{a + t} * b * L = e * b * L$$

Despejo L

$$L = \frac{A_N}{e * b}$$

Procedimiento de cálculo:

- Se supone L y se calcula b
- Cálculo del número de barras

$$N = \frac{L}{a + t}$$



Para el cálculo de las pérdidas a través de la rejilla se aplica la fórmula de Kirschmer dada en el cálculo de pérdidas de rejillas Romero Rojas, 2008

$$H = \beta \left(\frac{t}{a} \right)^{4/3} h_v * \text{sen} \theta$$

Donde

H: Pérdida de energía, m

β : factor de forma de las barras

β : 2.42 para barras rectangulares de caras rectas

β : 1.67 para barras rectangulares con cara semicircular aguas arriba y abajo

β : 1.83 para barras rectangulares con cara semicircular aguas arriba

β : 1.79 para barras circulares

t: ancho máximo de la sección transversal de las barras, en la dirección del flujo

a: separación entre barras

H_v : altura o energía de velocidad de flujo de aproximación, m

θ : Angulo de la rejilla con la horizontal

Datos iniciales

Caudal: $Q = 0.013 \text{ m}^3/\text{s}$

Pendiente del caudal: $S = 0.001$

Coef. De rugosidad de Manning: $n = 0.014$

I. Cálculo del canal de entrada

Empleando el criterio de sección rectangular óptima tenemos que $b = 2h$ por lo tanto tenemos que:

$$Rh = \frac{bh}{(b + 2h)}$$

$$Qn = \frac{(b * h)}{\left(\frac{bh}{(b + 2h)} \right)^{2/3}} * S^{1/2}$$



$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = AR^{2/3} = b * h \left(\frac{bh}{b+2h} \right)^{2/3}$$

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = b * h \left(\frac{bh}{b+2h} \right)^{2/3} = 2h^2 \left(\frac{2h^2}{4h} \right)^{2/3} = 2h^2 \left(\frac{h}{2} \right)^{2/3} = h^{8/3}$$

$$h = \left(\frac{Qn}{S^{1/2}} \right)^{(3/8)}$$

h: nivel de agua en el canal de entrada

Reemplazando

$$h = \left(\frac{(0,013 \frac{m^3}{seg}) * (0,014)}{(0,001)^{1/2}} \right)^{3/8} = 0,15 \text{ m}$$

Por seguridad aumentamos 30% de h; con lo cual **h= 0,195m**
Por lo tanto **b= 2*h= 2*0,195= 0, 39 m**

II. Cálculo del Área del canal

Por lo tanto el área es

$$A = b * h = 0, 39 * 0,195 = 0,076 \text{ m}^2$$

Se determina la velocidad del flujo

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,013 m^3/seg}{0,076 m^2} = 0,17 m/s$$

III. Dimensionamiento de rejilla

Se adoptaron barras de 1/2" (1,27cm), con una separación entre ellos de 3 cm.
Por otra parte, la velocidad entre barras es igual a 0,17 m/s, que es la velocidad de aproximada e el canal.



Datos de diseño:

Parámetro	Valor	Unidad
C	0.9	
a espaciamento libre	3	cm
t espesor barrotos	1.27	cm
V	0,17	m/s
L rejilla = Lcanal – 0,1 m	0,29	m
Angulo °	45	

a) Cálculo del área neta

$$An \frac{Q}{C * v} = \frac{0,013m^3}{(0,9) * (\frac{0,17m}{s})} = 0,085 m^2$$

b) Cálculo del área de rejilla

Se supone una longitud de rejilla similar al ancho del canal menos 0,1 m de lado y lado de la rejilla para instalar unas pestañas de agarre de la rejilla en el canal, por lo tanto la longitud de la rejilla será **0,39-0,1= 0,29 m**. Reemplazo y calculo B

$$L_{rejilla} = L_{canal} - 0,1m = 0,29m$$

$$B = \frac{An * (a + t)}{a * Lr} = \frac{0,076m^2(0,03m + 0,0127m)}{(0,03 * 0,29)} = 0,37 m$$

Donde

An: Área neta

A: separación de barras

T: Diámetro de barras

B: ancho de rejilla

Lr: Longitud rejilla

Se adopta 0,37 m de ancho de la rejilla. Recalculando

$$An = \frac{a}{a + t} * b * Lr = \frac{0,03 m}{0,03m + 0,0127m} * 0,92 * 0,29 = 0,076 m^2$$

c) Calculo del número de barras

$$N = \frac{An}{a * B} = \frac{0,076m^2}{(0,03 * 0,37)} = 6,85$$

Se adoptan 7 barras, separados entre sí 0,03m.



IV. Cálculo de las pérdidas menores

Para el cálculo de las pérdidas a través de la rejilla se aplica la fórmula de Kirschmer dada en el cálculo de pérdidas de rejilla. Teniendo en cuenta que se trabajará con barras circulares, de 1/2", y con un ángulo de 45°, aplicamos la fórmula.

$$H = \frac{Kv^2}{2g}$$

$$K = \beta \left(\frac{t}{a} \right)^{\frac{4}{3}} * \text{sen} (45^\circ) = 0,4$$

$$H = \frac{0,4 * \left(\frac{0,17m}{s} \right)^2}{2 * 9,81m^2/s} = 0,000589 m$$

Condición; $H < 0.15 m$.

Fuente: (López Cualla, 2008)



2. Bomba

Datos:

$$Z_1 = 3\text{ m}$$

$$\text{Sen } 45^\circ = Z_1 / l = 3 / l \Rightarrow l = 4,24 \text{ m}$$

$$L = L_0 + l = 1974,24 \text{ m}$$

$$Q = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T = 18^\circ\text{C}$$

$$\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$P_v = 15,487 \text{ mmHg} = 0,0211 \text{ kg/cm}^2 \cdot 10 = 0,211 \text{ MCA}$$

$$Q = A \cdot v$$

$$Q / v = A$$

$$A = (0,013 \text{ m}^3/\text{s}) / (0,5 \text{ m/s})$$

$$A = 0,026 \text{ m}^2$$

$$A = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$D = 0,182 \text{ m} = 7,09 \text{ plg}$$

Se aproxima a las 6 plg ya que no existen cañerías de 7 plg

Altura Aspiración

$$H_a = \frac{P_1}{\rho} + Z_1 \cdot g + \frac{V_1^2}{g} - \sum H_{fa}$$

$$P_1 = P_{\text{atm}}$$

$$V_1^2 / g = 0$$

$$\sum H_{fa} :$$

$$\text{Válvulas esclusa } e_v = 0,2$$

$$\text{Dos codos de } 45^\circ \quad e_v = (0,75) \cdot 2 = 1,5$$

$$\text{Contracción brusca } e_v = 0,45 \cdot (1 - \beta) = 0,45$$



Cañería 1974, 24 m

0,22 ----- 100m

4,34 = e_v ----- 1974,24 m

$$\sum H_{fa} = \frac{1}{2} * (0,45 + 0,75 + 2 + 0,2 + 4,34) = 0,81 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$H_a = (1001299,91 \text{ Pa}) / (998,2 \text{ kg/m}^3) - 3\text{m} * 9,8 \text{ m/s}^2 - 0,81 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$H_a = 71,27 \text{ m}^2/\text{s}^2 / 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{7,27 \text{ MCL}}$$
 (metros de columna de liquido)

Altura de descarga:

$$H_b = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 * g + \frac{V_2^2}{g} - \sum H_{fb}$$

$$\frac{V_2^2}{g} = 0 ; Z_2 * g = 0$$

$$P_2 = P_{atm}$$

$$\sum H_{fb} :$$

$$2 \text{ Válvulas exclusiva } e_v = 2 * (0,2) = 0,4$$

$$\text{Expansión brusca } e_v = (1 - \beta)^2 = 1$$

$$\text{Un codo de } 45^\circ e_v = 0,75$$

Longitud de cañería 3m aproximadamente

0,22 ----- 100m

$$6,6 * 10^{-3} = e_v \text{ ----- } 3\text{m}$$

$$\sum H_{fb} = \frac{1}{2} (0,5)^2 (0,4 + 1 + 0,75 + 6,6 * 10^{-3}) = 0,27 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$H_b = (101299,91 \text{ Pa}) / (998,2 \text{ kg/m}^3) + 0,27 \text{ m}^2/\text{s}^2 = (\mathbf{101,75 \text{ m}^2/\text{s}^2}) / 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{10,37 \text{ MCA}}$$

Altura total: H_t

$$H_t = H_b - H_a = 10,37 \text{ m} - 7,37\text{m} = 3,1 \text{ m}$$

$$H_t = 10,17 \text{ ft}$$

Altura neta positiva de aspiración:

$$\text{NPSH}_{\text{disponible}} = H_a - P_v = 7,27 - 0,211 = \mathbf{7,06 \text{ MCA}}$$



Potencia útil del fluido:

$$N_u = H * Q * \rho = 7,06 \text{ MCA} * 0,013 \text{ m}^3/\text{s} * 998,2 \text{ m/s}^2 = 91,62 \text{ Kg M /s} = 0,89 \text{ KW}$$

Datos Fabricante:

$$NPSH_{req} = 0,98$$

$$\text{Vel nominal} = 1450 \text{ rpm}$$

$$\text{Rto global} = 61,73 \% = 0,6173$$

Entonces:

$$NPSH_d > NPSH_{req}$$

$$7,06 > 0,98$$

No hay cavitación

Potencia al eje de la bomba

$$N = N_u / \text{Rto global} = 0,89 / 0,6173 = 1,44 \text{ KW}$$

Rendimiento Hidraulico

$$\text{Rto hidraulico} = 1 - (0,8 / Q^{1,4})$$

$$\text{Rto hidraulico} = 79 \%$$

Número específico de revoluciones:

$$N_s = (\text{vel nom} * Q^{1/2}) / H^{0,75}$$

$$N_s = 1450 * 204^{1/2} / 10,17^{0,75}$$

$$N_s = 3636,57$$

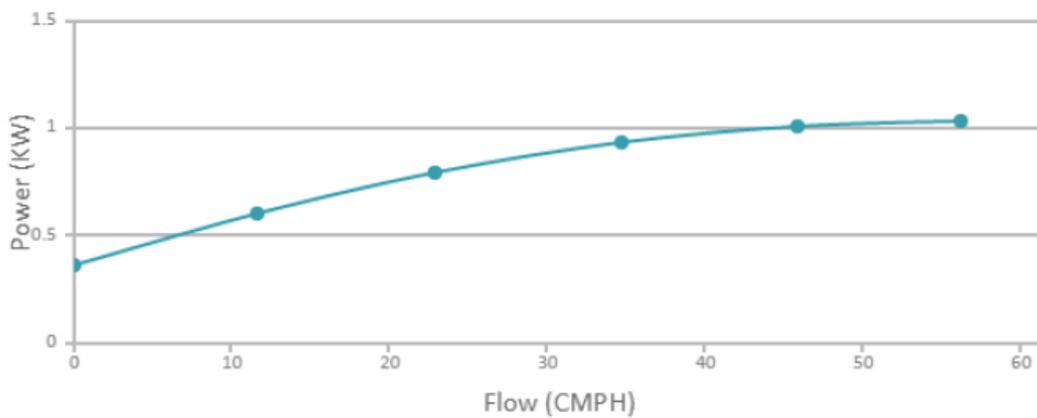
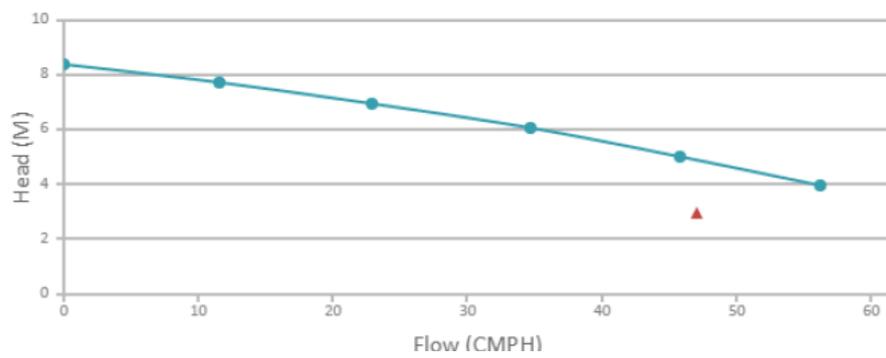


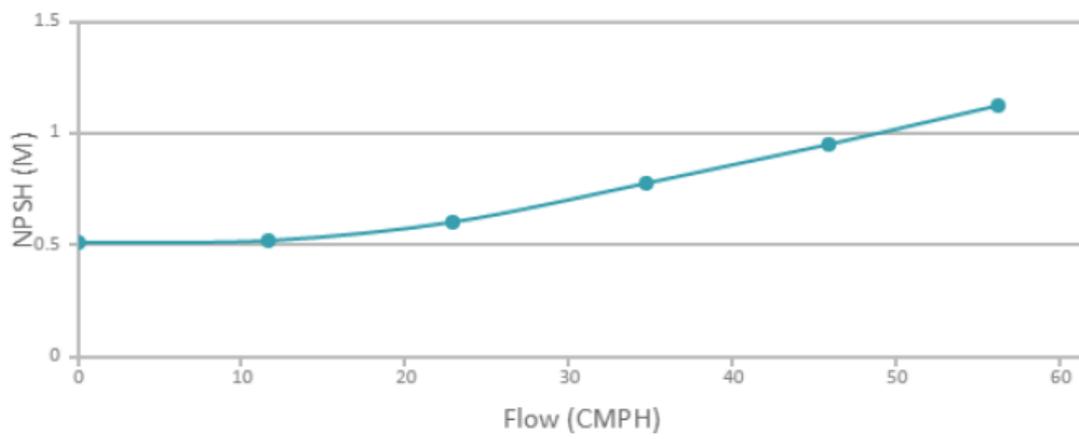
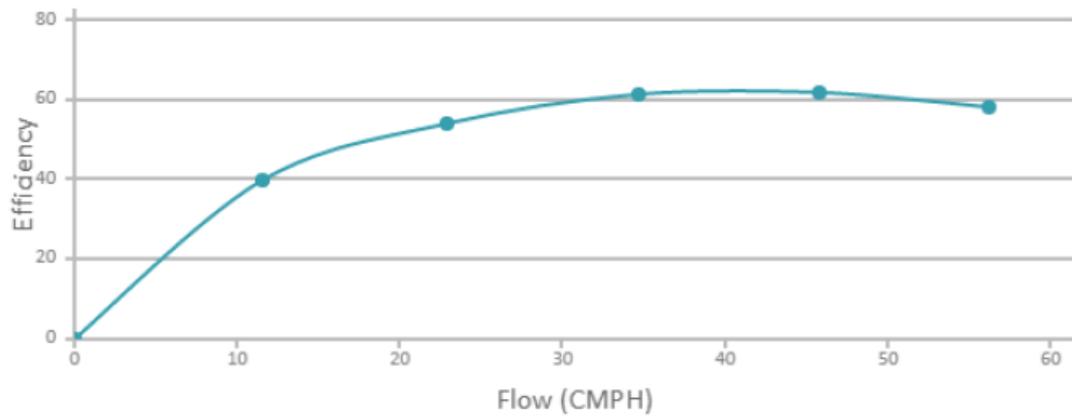
Model	Diameter [in]	Discharge [in]	Head [M]	Power [KW]	Efficiency	NOL Power [KW]	NPSHR [M]	Impeller Type	Speed [RPM]
UC438	6.000	3.00	4.93	1.02	61.73	1.04	0.98	CLOSED	1450

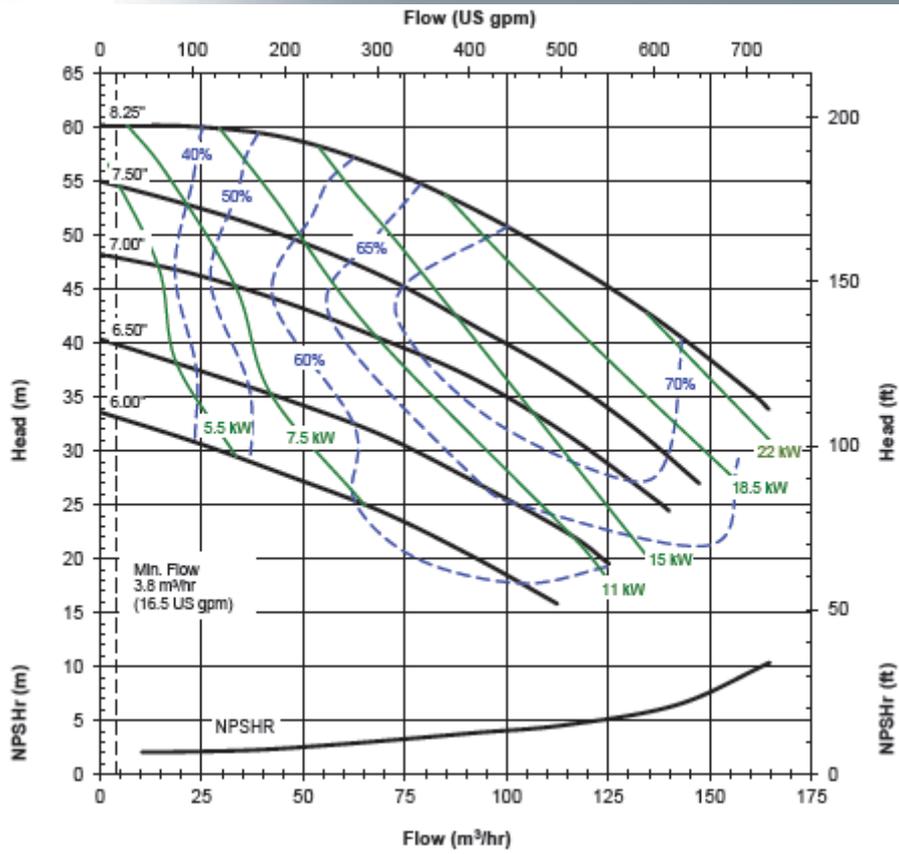
Curve Data:

Model: UC438

Diameter: 6 Inches (CLOSED) | Discharge: 3 Inches | Speed: 1450 RPM | Viscosity: 1 Centipoise | Trimmed Diameter: 6 | Specific Gravity: 1

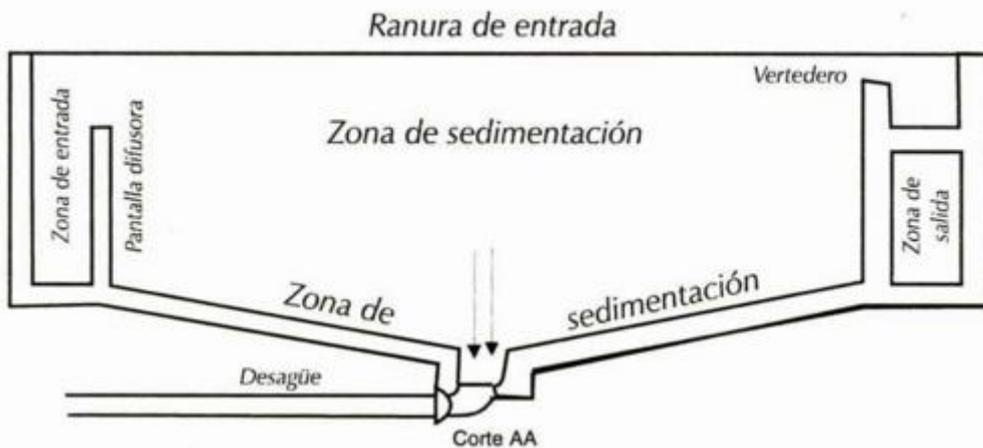
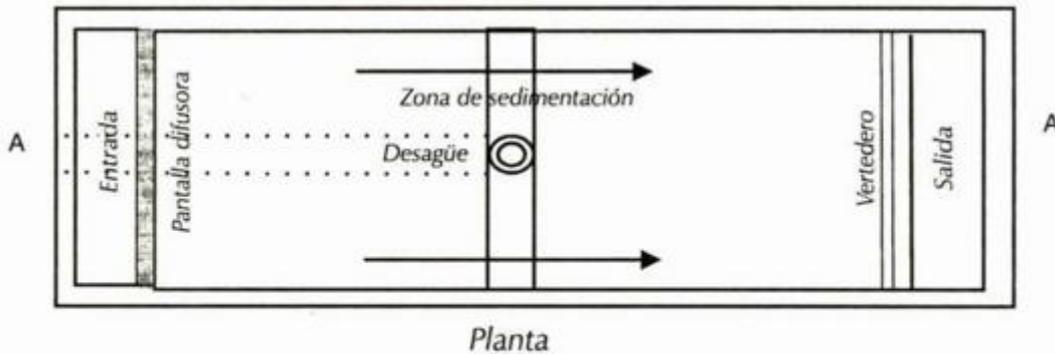








3. Decantador Horizontal Rectangular :



Datos:

$$Q = 46,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t = t_{\text{residencia}} = 1,5 \text{ h}$$

$$V_h \text{ SO}_4\text{Al}_2 = 0,015 \text{ m/s} = 5,4 \text{ m/h}$$

$$V_{sc} = 2,28 \text{ m/h}$$

Cálculo

$$t = V/Q$$

$$V = Q \cdot t = 46,38 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,5 \text{ h} = \mathbf{69,57 \text{ m}^3}$$



Método 1:

$$A_v = Q/V_h$$

$$A_v = \frac{46,38 m^3}{5,4 m/h} = \underline{8,6 m^2}$$

$$h = V_{sc} * t = 2,28 m/h * 1,5 h = 3,42 m$$

Se le suma 10% por la pendiente en el fondo de la unidad

$$H = h + 0,1 h = \underline{3,76 m}$$

$$A_v = a * h$$

$$a = \frac{8,6 m^2}{3,76 m} = 2,23 m$$

$$L/H = V_h / V_{sc}$$

$$L_1 = \frac{V_h}{V_{sc}} * h = \frac{5,4 m/h}{2,28 m/h} 8,9 m$$

Método 2:

$$A_{\text{sedimentador}} = Q / V_{sc} = \frac{46,38 m^3/h}{2,28 m/h} = 20,34 m^2$$

$$h = V_{sc} * t = 2,28 m/h * 1,5 h = 3,42 m$$

Se le suma 10% por la pendiente en el fondo de la unidad

$$H = h + 0,1 h = \underline{3,76 m}$$

Cálculo del ancho :

$$V_h = \frac{Q}{B * H}$$

$$B = \frac{Q}{V_h * H} = \frac{46,38 m^3/h}{5,4 \frac{m}{h} * 3,76 m} \quad (B=a)$$

$$\underline{B = 2,28 m}$$

L₁ : Longitud del sedimentador



$$L_1 = \frac{A_{sedim}}{B} = \frac{20,34m^2}{2,28m} = 8,9 \text{ m}$$

L₂: La distancia entre la entrada y la pantalla difusora

$$L_2 = 0,7 \text{ m}$$

$$L = L_1 + L_2 = 8,9 \text{ m} + 0,7 \text{ m} = \underline{9,6 \text{ m}}$$

Altura de agua sobre vertedero:

$$H_2 = \left(\frac{Q}{1,84 * L}\right)^{2/3} = \underline{1,8 \text{ m}}$$

Pantalla difusora:

Velocidad de paso entre orificios: $v_0 = 0,1 \text{ m/s} = 360 \text{ m/h}$

Área total de orificios:

$$A_0 = Q / v_0$$

$$A_0 = \frac{46,38m^3/h}{360 \text{ m/h}} = \underline{0,13 \text{ m}^2}$$

Diámetro del orificio: $d_0 = 0,075\text{m}$

Área del orificio: $a_0 = \pi * r^2 = \underline{4,4 * 10^{-3} \text{ m}^2}$

Número de orificios:

$$n = A_0 / a_0$$

$$\underline{n = 30}$$

Altura de la pantalla difusora:

$$h_p = h - \frac{2}{5} * h = 3,42 \text{ m} - \frac{2}{5} * 3,42 \text{ m} = \underline{2,05 \text{ m}}$$

Pérdida de carga en la salida:

$$H_s = \frac{Q^2}{9,79 * d^4}$$

d: diámetro orificio

$$d = \left(\frac{Q^2}{9,79 * h}\right)^{0,25}$$

$$d = \left(\frac{0,013m^3/s^2}{9,79 * 3,76}\right)^{0,25}$$



$$d = 0,05\text{m}$$

$$h_s = \frac{0,013 \text{ m}^3/\text{s}^2}{9,79 * 0,05\text{m}^4}$$

$$h = 2,76\text{m}$$

Pérdida de carga orificio compuerta:

$$h_c = C * \frac{v^2}{2 * g}$$

C: Coeficiente de derrame (0,99)

$$v = Q / A_{\text{orificio}} = 6,63 \text{ m}^2$$

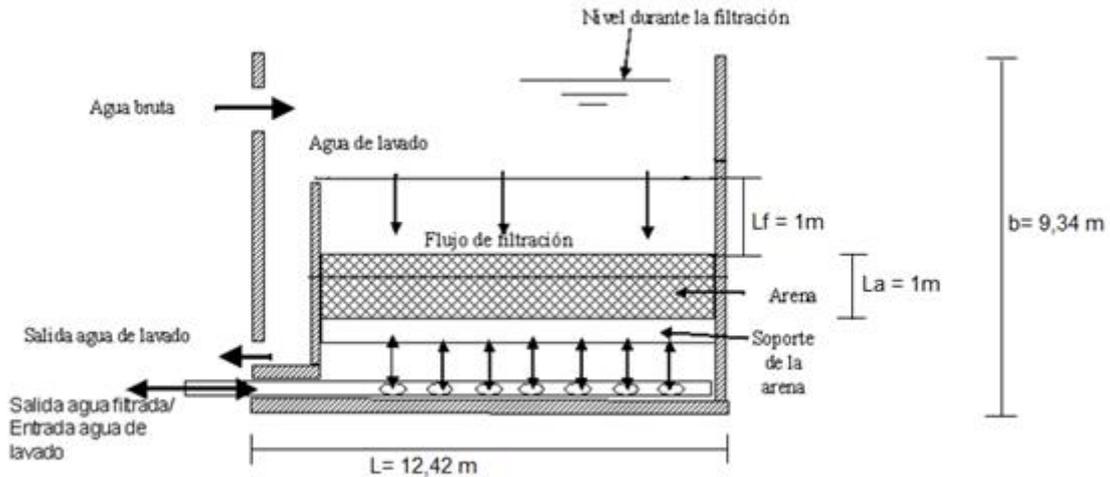
$$A_{\text{orificio}} = \pi * r^2 = 1,96 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$h_c = 0,99 * \frac{(Q/A_o)^2}{2 * g} = 2,24 \text{ m}$$

Se debe tener en cuenta que en el mes menos favorable (5,14hs heliofania) el decantador trabajara 7,7 hs, ya que el decantador está diseñado para $t_{\text{ret}} = 1,5$ hs y un caudal de 46,38 m³/h



4. Filtro lento de arena:



Datos

Granos de arena duros

Vertedero de salida al mismo nivel o 0,10m encima de la superficie del lecho filtrante.

$h_{\text{drenaje}} = 0,2\text{m}$

$h_{\text{arena}} = 1\text{m}$

$v_{\text{filtración}} = 0,2 \text{ m/h}$

$h_{\text{lecho}} = 0,2\text{m}$

$L_a = h_{\text{aguasobrelecho}} = 1\text{m}$

Número de unidades: $N = 2$

Caudal de diseño: $Q_d = 46,38 \text{ m}^3/\text{h}$

DIMENSIONAMIENTO:

I) Área superficial (A_s):

$$A_s = \frac{Q_d}{N \cdot v} = \frac{46,38 \text{ m}^3/\text{h}}{2 \cdot 0,2 \text{ m/h}} = 115,95 \text{ m}^2$$

II) Coeficiente mínimo de costo (K) :



$$K = \frac{2 \cdot N}{N+1} = \frac{2 \cdot 2}{2+1}$$

$$K = 1,33$$

III) Longitud de unidad:

$$L = (A_s \cdot K)^{1/2} = (115,95 \text{ m}^2 \cdot 1,33)^{1/2}$$

$$L = 12,43 \text{ m}$$

IV) Ancho de la unidad:

$$b = \left(\frac{A_s}{K}\right)^{1/2}$$
$$b = \left(\frac{115,95 \text{ m}^2}{1,33}\right)^{1/2}$$

$$b = 9,34 \text{ m}$$

V) Velocidad de filtración real (V_R):

$$V_R = \frac{Qd}{2 \cdot L \cdot B}$$
$$V_R = \frac{46,38 \text{ m}^3/\text{h}}{2 \cdot 12,43 \text{ m} \cdot 9,34 \text{ m}}$$

$$V_R = 0,1997 \text{ m/h}$$

$$V_R = 5,55 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

VI) Pérdidas de carga del lecho filtrante:

Ecuación de Rose:

$$h = 1,067 \cdot C_D \cdot \frac{1}{\alpha^4} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{g}$$

L_a : Espesor de la capa del medio filtrante (1m)

d : Diámetro de la partícula que conforma el medio (0,25m)

α : Porosidad (0,3m)

$$C_D = \frac{24}{NRe} + \frac{3}{\sqrt{NRe}} \cdot 0,34$$
$$NRe = \frac{d \cdot \rho \cdot v}{\mu}$$

Cálculo:

$$NRe = \frac{2,55 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot 5,55 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}}{1,009 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \quad (\text{con viscosidad cinemática})$$

$$NRe = 0,014$$



$$C_D = \frac{24}{0,014} + \frac{3}{\sqrt{0,014}} * 0,34$$

$$C_D = 1739,9$$

$$h = 1,067 * 1739,9 * \frac{1}{0,34^4} * \frac{1m}{2,510^{-4}m} * \frac{(5,5510^{-5} m/s)^2}{9,8 m/s^2}$$

$$h = 0,29 m$$

VII) Pérdida de carga:

Pérdida de carga: entrada al filtro

$$N_{\text{orificio}} = 4$$

Dimensiones de un orificio: $L_{\text{orificio}} = 0,45 m$

$$a_{\text{orificio}} = 0,25 m$$

$$\text{Caudal de un orificio: } Q_{\text{orificio}} = \frac{Q_{\text{filtro}}}{N_{\text{orificio}}} = 11,6 m^3/h$$

$$A_{\text{orificio}} = L * a = 0,1125 m^2$$

$$V_{\text{orificio}} = \frac{Q_{\text{orificio}}}{A_{\text{orificio}}}$$

$$V_{\text{orificio}} = 0,029 m/s$$

Coefficiente de velocidad: $C_v = 0,99$

$$\text{Coefficiente de pérdida: } K = \frac{1}{C_v^2} - 1 = 0,02$$

Pérdida de carga en un orificio:

$$h_{\text{orificio}} = K * \frac{v_{\text{orificio}}^2}{2 * g} = 8,6 * 10^{-7} m = 8,6 * 10^{-5} cm$$

$$h_o * N = 3,44 * 10^{-4} cm$$

Pérdida de carga a la salida de la cámara:

$$h_{\text{cámara}} = K * \frac{v_{\text{cámara}}^2}{2 * g}$$

K: coeficiente de pérdida por salida (0,5)

Diámetro de la cámara: 0,58m

$$\text{Área de la cámara: } \frac{\pi * d_{\text{cámara}}^2}{4} = 0,221 m^2$$

$$\text{Velocidad del agua en la cámara: } v_{\text{cámara}} = \frac{Q_{\text{orificio}}}{A_{\text{cámara}}}$$

$$v_{\text{cámara}} = 210,22 m^3/h = 0,056 m/s$$

$$h_{\text{cámara}} = 8,7 * 10^{-5} m$$

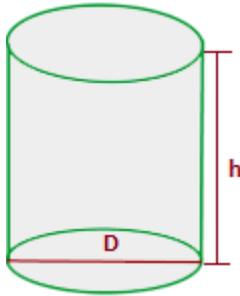
Pérdida de carga total:

$$H = h + h_o + h_c = 0,29m + 8,6 * 10^{-5} m + 8,7 * 10^{-7} m$$

$$H = 0,29 m$$



5. Tanque de almacenamiento Grande



$$V = 1192 \text{ m}^3$$

$$V = \pi r^2 h$$

Teniendo en cuenta la bibliografía tomamos un $D = 10 \text{ m}$

$$r = 5 \text{ m}$$

$$V / \pi r^2 = h$$

$$h = 15,18 \text{ m}$$

Por seguridad se llena el 80 %

$$80 \% \text{ ---- } 15,18 \text{ m}$$

$$100\% \text{ -----} x = 18,98 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad H = 18,98 \text{ m}$$

Espesor :

$$t = \frac{0,0005 * D * (H - 30,48) * G}{1476 * E}$$

t_T = espesor total (cm)

γ = peso específico del fluido a contener

H = altura del fluido en el tanque (cm)

D = diámetro interno del tanque (cm)

E = eficiencia de soldadura según tipo de soldadura. Para junta soldada a tope en doble V y no examinada, toma valor de 0.6.



$$h = 15,18 \text{ m} = 1518 \text{ cm}$$

$$D = 10 \text{ m} = 1000 \text{ cm}$$

$$t = \frac{0,0005 \cdot 1000 \cdot (1518 - 30,48) \cdot 1}{1476 \cdot 0,6}$$

$$t = 0,84 \text{ cm} = 0,33 \text{ plg}$$

$$t_{\text{corrosión}} = 3 \text{ mm}$$

$$t_{\text{r}} = 8,4 \text{ mm} + 3 \text{ mm} = 11,4 \text{ mm} = \mathbf{0,45 \text{ plg}}$$

La chapa que se debe utilizar es de ½ plg (Ferrosud S.A)

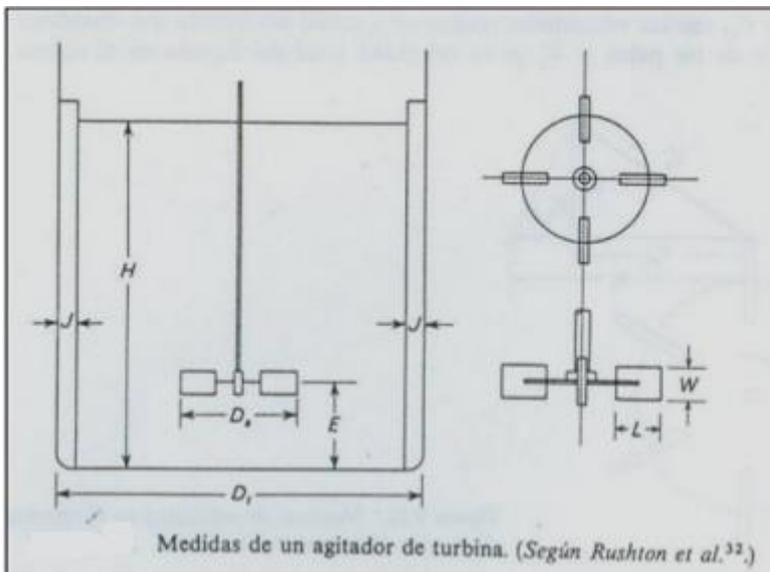
Se debe recubrir el acero con un revestimiento de plástico reforzado con fibra de vidrio.

Pérdida de carga:

$$P = \rho \cdot g \cdot H = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15,18 \text{ m} = \mathbf{148764 \text{ Pa}}$$



6. Tanque agitado:



$$Q = 0,773 \text{ m}^3/\text{min}$$

(Reacciona rápidamente, por ellos con dos min de retención es suficiente como para simplemente homogeneizar)

$$V = 2 \text{ m}^3 = 2000 \text{ lts}$$

$$D/h = 2$$

$$V = \pi * r * h = \pi * (D^2/4) * 2D = \pi * (D^3/2)$$

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{2 * 2000}{\pi}}$$

$$D_t = 1,08 \text{ m}$$

$$h = 2,17 \text{ m}$$

$$C = \frac{1}{3} * D_t = 0,36 \text{ m}$$

$$D_a = \frac{1}{3} * D_t = 0,36 \text{ m}$$

$$W = \frac{1}{5} * D_a = 0,108 \text{ m}$$

$$D_d = \frac{2}{3} * D_a = 0,36 \text{ m}$$

$$L = \frac{1}{4} * D_a = 0,135 \text{ m}$$

$$J = \frac{1}{12} * D_t = 0,09 \text{ m}$$



C: Distancia fondo del tanque hasta el rodete

D_a : Diámetro del agitador

W: Ancho de las paletas

D_d : Diámetro del rodete

L: Diámetro de paletas

J: Ancho de las placas deflectoras

$$Re = \frac{D_a^2 * N * \rho}{\mu}$$

Re: Número de Reynolds

N: Revoluciones por segundo

D_a : Diámetro del agitador (m)

N = 115 rpm = 1,917 rps

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$\mu = 0,89 * 10^{-3} \text{ kg/m s}$

$$Re = \frac{1,917 \text{ rps} * 0,36 \text{ m}^2 * 1000 \text{ kg/m}^3}{0,89 * 10^{-3}}$$

Re = 279149,66 = $2,8 * 10^5$

Potencia:

De gráfico con Re y un impulsor de turbina 6 palas con 4 placas deflectoras, se saca el número de potencia N_p . (Anexo I, Figura 1). $N_p = 7$

$$N_p = \frac{P}{\rho * N^3 * D_a^5} = 7$$

$P = N_p * N^3 * D_a^5 * \rho = 7 * (1,917 \text{ rps})^3 * (0,36 \text{ m})^5 * 1000 \text{ kg/m}^3$

$$P = 298,18 \text{ W} * \frac{1 \text{ HP}}{745,69 \text{ W}} = 0,4 \text{ HP}$$

Se debe considerar que:

Eficiencia del motor = 0,7

Pérdidas por fricción = 35%

$$P = \frac{0,4 \text{ HP} * 1,35}{0,7} = 0,77 \text{ HP}$$



7. Reactor fotocatalítico

De acuerdo con la tesis publicada en 2012 por la universidad de Cartagena llamada “*Aplicación de la fotocatalisis heterogénea solar para la degradación de residuos farmacéuticos en efluentes líquidos*”, el reactor fotocatalítico fue construido y evaluado de la siguiente manera:

El panel principal consta de 10 tubos dispuestos en 5 hileras colocados sobre los colectores parabólicos compuestos.

El diámetro seleccionado de los tubos de vidrio fue de 32 mm y el espesor de los tubos 1,4 mm.

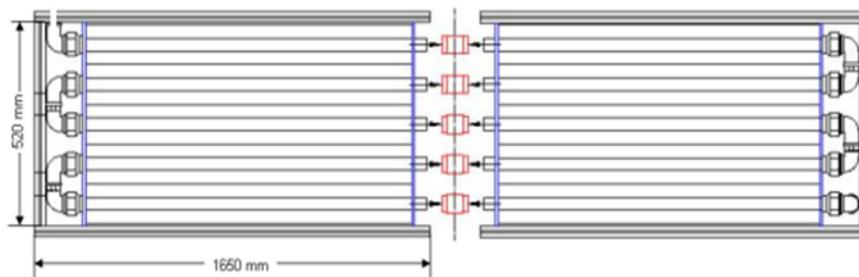
Los tubos fueron cortados de su longitud original de 1,5 m a 1,2 m. Adicionalmente, el reactor posee un tanque de recirculación-alimentación de 20 L de capacidad donde la suspensión se satura de oxígeno del aire mezclado con la corriente líquida de retorno. El reactor se halla inclinado a 30°.

El diámetro de los tubos se encuentra dentro de las consideraciones prácticas de diseño reportadas por la literatura, que sugiere diámetros que se encuentren entre los 25 y 50 mm.

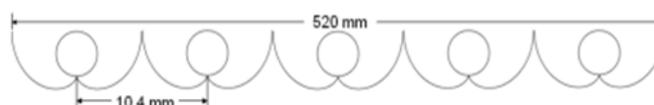
En este caso, consideraron el vidrio Duran para la construcción del reactor mencionado, los cuales poseen una buena transmitancia a esas longitudes de onda.

Conclusión obtenida en la investigación, en la cual basamos nuestros cálculos:

La aplicación de fotocatalisis heterogénea el Acetaminofén produjo la degradación del 48.85% por su estructura poco compleja y para la Dicloxacilina se alcanzaron porcentajes de degradación de 45.82%, es decir que la eficiencia promedio del reactor se aproxima al 45%.



(a)





Estudio comparativo

Para poder realizar el estudio comparativo entre los dispositivos experimentales existentes con nuestro dispositivo teórico es necesario conocer los siguientes factores relevantes:

Radiación solar incidente por día en el mes de julio (mes menos favorable) y enero (mes más favorable),

Cantidad de horas de sol por día (heliofania) en el mes menos favorable y en el más favorable.

Consumo poblacional de agua,

Eficiencia del reactor.

Datos de radiación solar recolectados por la estación experimental agropecuaria de Santa Fe durante el mes de julio de 2014, fuente: www.inta.gob.ar

MES DE JULIO DE 2014								
DIA	1	2	3	4	5	6	7	
Radiación en MJ/m ² día	11,1	6,7	11,8	5,5	3,3	3,3	5,9	
DIA	8	9	10	11	12	13	14	15
Radiación en MJ/m ² día	8,3	10,1	3,9	6,2	8,7	12,5	9,8	12,8
DIA	16	17	18	19	20	21	22	23
Radiación en MJ/m ² día	12,9	12,5	6,2	3,9	11,6	10,8	13,3	12,8
DIA	24	25	26	27	28	29	30	31
Radiación en MJ/m ² día	13,3	12,8	3,6	13	11,4	7,2	11,6	5,7

VALOR MÍNIMO REGISTRADO: 3,3

VALOR MÁXIMO REGISTRADO: 13,3



Datos de radiación solar recolectados por la estación experimental agropecuaria de Santa Fe durante el mes de julio de 2015, fuente: inta.gov.ar

MES DE JULIO DE 2015								
DIA	1	2	3	4	5	6	7	
Radiación en MJ/m2 día	10,1	11,8	12	3,2	8,7	12	12,4	
DIA	8	9	10	11	12	13	14	15
Radiación en MJ/m2 día	9,2	12,5	11,4	3,3	9,8	5	8,8	7,2
DIA	16	17	18	19	20	21	22	23
Radiación en MJ/m2 día	5,6	11,4	11,9	13	13,2	12,3	13	5,7
DIA	24	25	26	27	28	29	30	31
Radiación en MJ/m2 día	13,6	3,6	12,4	11,8	7,2	8,5	3,7	3,8

VALOR MÍNIMO REGISTRADO: 3,3
VALOR MÁXIMO REGISTRADO: 13,6

Datos de radiación solar recolectados por la estación experimental agropecuaria de Santa Fe durante el mes de enero de 2014 y 2015, fuente: inta.gov.ar

MES DE ENERO DE 2014								
DIA	1	2	3	4	5	6	7	
Radiación en MJ/m2 día	29,2	29,7	29,4	15,2	14,9	20,3	26,6	
DIA	8	9	10	11	12	13	14	15
Radiación en MJ/m2 día	9	25,1	26,5	24,5	24,2	27,6	22,7	28,5
DIA	16	17	18	19	20	21	22	23
Radiación en MJ/m2 día	19,7	20,2	30	28	24,3	26,7	27,3	27,7
DIA	24	25	26	27	28	29	30	31
Radiación en MJ/m2 día	22	27,8	28	27,2	19,1	25,1	24,1	18,8

VALOR MÍNIMO REGISTRADO: 18,8
VALOR MÁXIMO REGISTRADO: 29,

MES DE ENERO DE 2015								
DIA	1	2	3	4	5	6	7	
Radiación en MJ/m2 día	19,9	8	28,2	30,6	31,1	30,6	27,6	
DIA	8	9	10	11	12	13	14	15
Radiación en MJ/m2 día	24,6	25,8	19	29,1	29,8	29,1	29	27,5
DIA	16	17	18	19	20	21	22	23
Radiación en MJ/m2 día	28,4	29,3	21,8	19,4	27,5	29,1	23,3	25,8
DIA	24	25	26	27	28	29	30	31
Radiación en MJ/m2 día	9,4	23,3	27,8	9,6	28,8	18,9	26,7	26,2

VALOR MÍNIMO REGISTRADO: 8
VALOR MÁXIMO REGISTRADO: 31,1



Heliofania (horas de luz)
mes Enero Fuente
www.inta.gob.ar

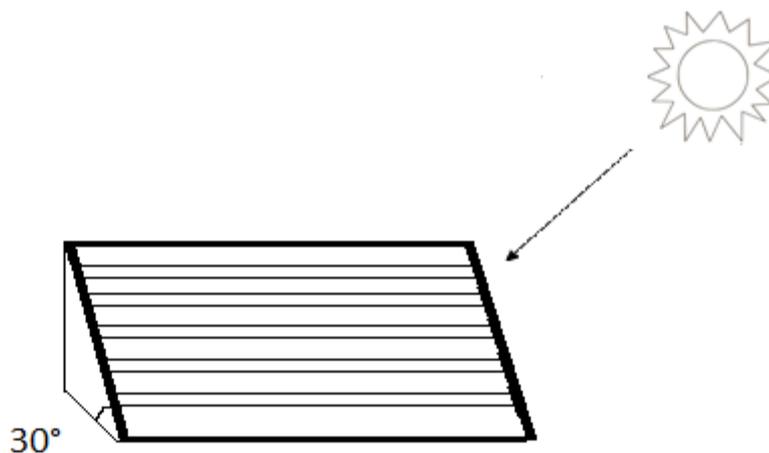
Año	Mínima	Máxima	Promedio
2010	1,3	12,8	7,05
2011	1,7	12,9	7,3
2012	0,4	12,8	6,6
2013	0,5	12,7	6,6
2014	2,3	12,5	7,4
2015	1,3	13	7,15

Horas de sol esperada
en un día 7,02

Heliofania (horas de luz)
mes Julio. Fuente
www.inta.gob.ar

Año	Mínima	Máxima	Promedio
2010	3,7	9,5	6,6
2011	0,2	8,8	4,5
2012	0,5	9	4,75
2013	1,3	9	5,15
2014	0,2	9,9	5,05
2015	0,2	9,4	4,8

Horas de sol esperada
en un día 5,14



Datos del modelo (Universidad de Cartagena):

Radiación: 0.03828 Kwh/m²

Área: 0.858 m²

Caudal: 0.0799 m³/h = 1.33 l/min

Eficiencia: 45%



Datos del prototipo:

Caudal: 46.38 m³/h
Heliofania máxima: 5.14 hs

	Datos prototipo	
Año	Radiación mín.	Radiación máx.
2014	3,3 MJ/m ² = 0.9167KWH/m ²	13,3 MJ/m ² = 3.69 KWH/m ²
2015	3,3 MJ/m ²	13,6 MJ/m ² = 3.78 KWH/m ²

Cálculos:

Modelo (Universidad de Cartagena)

R_n: radiación necesaria R_n= R_p

Q_r: caudal del reactor Q_r= Q_p

Q_m: caudal del modelo

R_m: radiación del modelo

E_p: energía del prototipo

E_m: energía del modelo

F_p: fuerza del prototipo

F_m: fuerza del modelo

L_p: longitud del prototipo

L_m: longitud del modelo

ρ_p: densidad del prototipo

ρ_m: densidad del modelo

t_m: tiempo del modelo

t_p: tiempo del prototipo

$$\frac{R_p}{R_m} = \frac{E_p}{E_m} = \frac{F_p * L_p}{F_m * L_m} = \frac{\rho_p * Q_p * L_p^2 * t_m^2}{\rho_m * Q_m * L_m^2 * t_p^2}$$

R_m= 0,03828 Kwh= 137808 J

Q_p=46,38 $\frac{m^3}{h}$

Q_m=0,0799 $\frac{m^3}{h}$

ρ_p= 1010 $\frac{kg}{m^3}$

ρ_m=1020 $\frac{kg}{m^3}$

L_m= 1,5 m

L_p= 6,5 m (estimado)

t_m= 7 min= 0,106 h



$$t_p = 29,32 \text{ min} = 0,49 \text{ h}$$

$$\frac{R_p}{137808 \text{ J}} = \frac{1010 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 46,38 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * (6,5\text{m})^2 * (0,106\text{h})^2}{1020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,0799 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * (1,5\text{m})^2 * (0,49\text{h})^2}$$

$$R_p = 68328000 \text{ J} = 18,98 \text{ KWh}$$

Prototipo

Para la radiación mínima del mes de julio del año 2014 = 2015:

$$\text{Área} = \frac{R_n}{I_p}$$

R_n: Radiación necesaria.

I_p: radiación mínima del prototipo por metro cuadrado

$$\text{Área} = \frac{18,98 \text{ KWh} * 1 \text{ m}^2}{0,9167 \text{ KWh}} = 20,70 \text{ m}^2$$

El área obtenida es de 20,70 m²

Para la radiación máxima del mes de julio del año 2014 = 2015:

$$13,3 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} = 3,69 \frac{\text{KWh}}{\text{m}^2} * 20,70 \text{ m}^2 = 76,38 \text{ KWh}$$

$$Q_{\text{m}á\text{x};j} = \frac{R_{\text{m}á\text{x};j} * Q_m}{R_m}$$

Q_{máx;j}: caudal que puede tratarse con la máxima radiación del mes de julio.

R_{máx;j}: Radiación máxima del mes de julio.

Q_m: caudal del modelo.

R_m: radiación del modelo.

$$Q_{\text{m}á\text{x};j} = \frac{76,38 \text{ KWh} * 0,0799 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0,03828 \text{ KWh}} = 186,63 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

El caudal que puede tratarse con la máxima radiación del mes de julio de 2015 es de 186,63 m³/h, por lo que se podrían almacenar aproximadamente 140,27 m³/h (equivalente a 3 días de operación y 14 días con respecto al caudal de consumo).

Considerando el mes de enero, mes de máxima radiación y con mayor heliofania determinaremos el caudal a procesar por el reactor, considerando



que el exceso se puede almacenar para los días nublados o de escasa radiación:

Heliofanía máxima: 7,02 hs.

$$\text{Radiación} : 29,7 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} = 8,25 \frac{\text{KWh}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Caudal: } 33,96 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{ (considerando las 7,02 hs. de heliofanía)}$$

$$8,25 \frac{\text{KWh}}{\text{m}^2} \times 20,70 \text{ m}^2 = 170,78 \text{ KWh}$$

$$Q_{\text{máx}; e} = \frac{R_{\text{máx}; e} * Q_m}{R_m}$$

$Q_{\text{máx}; e}$: caudal que puede tratarse con la máxima radiación del mes de enero.

$R_{\text{máx}; e}$: Radiación máxima del mes de enero.

Q_m : caudal del modelo.

R_m : radiación del modelo

$$Q_{\text{máx}; e} = \frac{170,78 \text{ KWh} \times 0,0799 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0,0327 \text{ KWh}} = 417,28 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

El máximo caudal que el reactor puede procesar teniendo en cuenta la máxima radiación y la máxima cantidad de horas de sol en el mes de Enero es 417.28 m³/h, por lo que se podrían almacenar aproximadamente 383.32 m³/h (equivalente a 11.28 días de con respecto al caudal de operación y 38 días respecto al caudal de consumo).

Velocidad de Reacción

La velocidad de reacción superficial de oxidación puede ser escrita en términos de Langmuir- Hinshelwood:

$$r = \frac{K * K_{ads} * C}{1 + k_{ads} * C}$$

K_{ads} : Coeficiente de adsorción (L/mg)

K : Constante cinética (mg/ L*min)

C : Concentración de contaminación (mg/L)



Tabla Parámetros del modelo de Langmuir-Hinshelwood obtenidos mediante la aproximación a pseudo-primer orden.

[TiO ₂] (g/L)	[DBS] ₀ (mg/L)	K _{ads} (L/mg)	k (mg/(L·min))	r ²	σ
0,5	50	0,512	0,694	0,699	0,544
	100				0,837
	200				0,355
1	50	0,441	2,15	0,479	0,751
	100				0,957
	200				0,896
2	50	0,096	0,954	0,987	0,245
	100				0,811
	200				0,553

$$K = 2,15 \frac{mg}{l \cdot min}$$

$$K_{ads} = 0,441 \frac{l}{mg}$$

$$C = 200,43 \frac{l}{mg}$$

$$r = 2,15 \frac{mg}{l \cdot min} * \frac{0,441 \frac{l}{mg} * 200,43 \frac{mg}{l}}{1 + 0,441 \frac{l}{mg} * 200,53 \frac{mg}{l}}$$

$$r = 2,13 \frac{mg}{l \cdot min}$$

Volumen del reactor

$$\beta = \frac{V_r}{V_t}$$

β = 0,42 según bibliografía (experimentalmente)

β es directamente proporcional al porcentaje de degradación del contaminante.

V_r: volumen de reacción

V_t: Volumen total del reactor

$$0,42 = \frac{46,38 m^3}{V_t}$$

$$V_t = 110,43 m^3$$

Tiempo de residencia

$$t = \frac{-1}{K_{ads} * K} * \ln \frac{C_f}{C_o} - \frac{1}{K} (C_f - C_o)$$

t: tiempo de residencia

C_f: concentración del contaminante a la salida del reactor. (mg/l)

C_o: concentración del contaminante a la entrada del reactor. (mg/l)

K_{ads}: Coeficiente de adsorción (L/mg)

K: Constante cinética (mg/ L*min)



$$t = \frac{-1}{0,44 \frac{l}{mg} * 2,15 \frac{mg}{l * min}} * \ln \frac{138,225 \frac{mg}{l}}{200,43 \frac{mg}{l}} - \frac{1}{2,15 \frac{mg}{l * min}} * (138,225 \frac{mg}{l} - 200,43 \frac{mg}{l})$$

$$t = 29,32 \text{ min}$$

Pérdida de Carga

$$\Delta P = \left(\frac{4 f d X L d}{3 D d} - 2 x K d \right) x \frac{\Delta v^2}{2}$$

v: velocidad del fluido dentro del reactor.

fd: factor de fricción.

Ld: longitud del reactor.

Dd: Diámetro de los tubos del reactor.

Kd: recuperación de momento (0,5)

h: altura del reactor.

Nt: número de tubos.

$$v = \frac{\text{caudal}}{\text{área}} = \frac{46,38 \text{ m}^3/h}{20,70 \text{ m}^2} = 2,24 \frac{m}{h} = 6,22 * 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$Dd = 50 \text{ mm}$$

$$A = Ld \times h$$

$$L = 2h$$

$$A = 2 h^2$$

$$\frac{20,70}{2} \text{ m}^2 = h^2$$

$$h = 3,22 \text{ m} = 3220 \text{ mm}$$

$$Ld = 2 \times 3,22 \text{ m} = 6,44 \text{ m} = 6440 \text{ mm}$$

$$nt = \frac{h}{Dd} = \frac{3220 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} = 65 \text{ tubos}$$

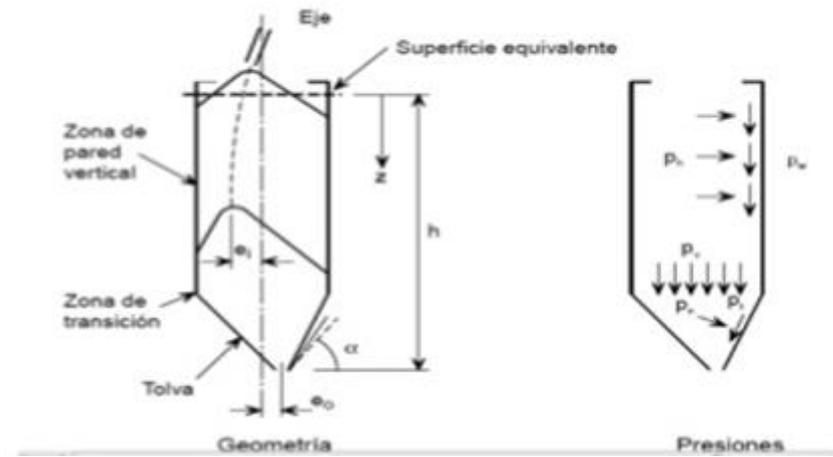
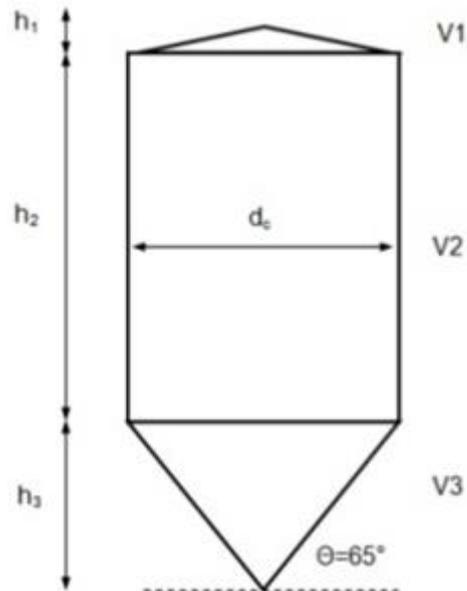
$$fd = 9 * 10^{-1} \quad (\text{Bibliografía})$$

$$\Delta P = \left(\frac{4 \times 9 * 10^{-1} \times 6440}{3 \times 50} - 2 \times 0,5 \right) \frac{1010 \frac{kg}{m^3} \times (6,22 * 10^{-1})^2}{2}$$

$$\Delta P = 300002,55 \frac{kg}{ms^2}$$



8. Tolva:



Cantidad de cal: $212,36 \text{ kg/h} = 5096,64 \text{ kg/día}$

Capacidad total: $C_t = 499,47 \text{ KN}$ (para 10 días)

$\gamma = 2210 \text{ kg/m}^3$

Ángulo de fricción del material $\alpha_1 = 40^\circ$

Ángulo de fricción sobre el acero $\alpha_2 = 25^\circ$

$T_0 = 25^\circ \text{C}$



Ángulo de cono $\beta = 40^\circ$

Ángulo de techo $\theta = 100^\circ$

$$V_t = \frac{Ct}{\gamma} = \frac{499,2 \text{ KN}}{21,66 \text{ KN/m}^3} = 23,05 \text{ m}^3$$

$d_c = 2,45 \text{ m}$

$e_1 = 3$

$$V_{\text{libre}} = 0,1 * 23,05 \text{ m}^3 = 2,31 \text{ m}^3$$

$$h = e_1 * d_c = 7,35 \text{ m}$$

$$h_1 = \frac{d_c * \tan 20^\circ}{2} = 0,44 \text{ m}$$

Altura del techo

$$h_3 = \frac{d_c * \tan 65^\circ}{2} = 2,62 \text{ m}$$

Altura del cono

$$h_2 = h - h_1 - h_3 = 4,29 \text{ m}$$

Altura del cilindro

$$V_1 = \frac{\pi * \tan 20^\circ * d_c^3}{24} = 0,7 \text{ m}^3$$

Volumen del techo

$$V_2 = \frac{\pi * d_c^2 * h_2}{4} = 20,22 \text{ m}^3$$

Volumen del cilindro

$$V_3 = \frac{\pi * \tan 65^\circ * d_c^3}{24} = 4,13 \text{ m}^3$$

Volumen del cono

$$V_{\text{calculado}} = V_1 + V_2 + V_3 = 25,04 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{libre}} + V_t = 25,36 \text{ m}^3$$

Datos:

Coefficiente de rozamiento contra las paredes: $\mu = 0,44$

Relación entre la presión horizontal y vertical: $K_s = 0,55$

Propiedades del acero ASTM A36:

$\sigma_f = 240 \text{ N/mm}^2$ Tensión de ruptura o resistencia a la fluencia

$E = 210 \text{ KN/mm}^2$ Modulo de elasticidad



Presión por llenado:

$$P_v = \frac{\gamma \cdot A}{0,9 \cdot U \cdot K_s \cdot \mu} * \left[1 - e^{-\frac{h K_s \mu U}{A}} \right]$$

$$A = \pi * \left(\frac{d_c}{2}\right)^2 = 4,71 \text{ m}^2$$

$$U = \pi * d_c = 7,7 \text{ m}$$

$$P_v = 60,86 \text{ KN/m}^2$$

Teniendo en cuenta que: $K_{s1} = 0,9 \cdot K_s = 0,495$

$$\mu_1 = 0,9 \cdot \mu = 0,36$$

$$P_{v\text{m}\acute{a}x1} = \frac{\gamma \cdot A}{U \cdot K_{s1} \cdot \mu_1} * \left[1 - e^{-\frac{h K_{s1} \mu_1 U}{A}} \right]$$

$$P_{v\text{m}\acute{a}x1} = 65,61 \text{ KN/m}^2$$

Presión Horizontal:

$$\mu_2 = 1,15 \mu = 0,46$$

$$K_{s2} = 0,9 K_s = 0,495$$

$$P_{v\text{m}\acute{a}x2} = \frac{\gamma \cdot A}{U \cdot K_{s2} \cdot \mu_2} * \left[1 - e^{-\frac{h K_{s2} \mu_2 U}{A}} \right]$$

$$P_{v\text{m}\acute{a}x2} = 54,42 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{h\text{m}\acute{a}x} = K_{s2} * P_{v\text{m}\acute{a}x2} = 26,94 \text{ KN/m}^2$$

Presión de fricción en la pared (P_w):

$$\mu_3 = 1,15 \mu = 0,46$$

$$K_{s3} = 1,15 K_s = 0,632$$

$$P_{v\text{m}\acute{a}x3} = \frac{\gamma \cdot A}{U \cdot K_{s3} \cdot \mu_3} * \left[1 - e^{-\frac{h K_{s3} \mu_3 U}{A}} \right]$$

$$P_{v\text{m}\acute{a}x3} = 44,18 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{w\text{m}\acute{a}x} = \mu_3 * K_{s3} * P_{v\text{m}\acute{a}x3} = 12,85 \text{ KN/m}^2$$

Carga debido a descarga:

$$C_h = 1,3 \quad \text{Coeficiente amplificador de la carga horizontal}$$

$$P_{he} = C_h * P_{h\text{m}\acute{a}x} = 38,92 \text{ KN/m}^2$$

Rozamiento contra paredes:

$$C_w = 1,1 \quad \text{Coeficiente amplificador debido a la presión contra la pared}$$

$$P_{we} = C_w P_{w\text{m}\acute{a}x} = 14,14 \text{ KN/m}^2$$



Presión total

$$P_T = P_{\text{llenado}} + P_v + P_h + P_w + P_{\text{desacarga}} + P_{\text{fpared}}$$

$$P_T = 219,32 \text{ KN/m}^2 = 219,32 \text{ N/mm}^2$$

Espesor de la pared:

Factor de seguridad: $Y_Q = 1,5$

Fuerza de tracción periférica por unidad de longitud: t_h

$$t_h = Y_Q * P_{he} * d_c/2 = 403 \text{ N/mm}^2$$

$$t = \frac{t_h}{\sigma_f} = 1,7 \text{ mm}$$

$$t_{\text{corrosión}} = 3 \text{ mm}$$

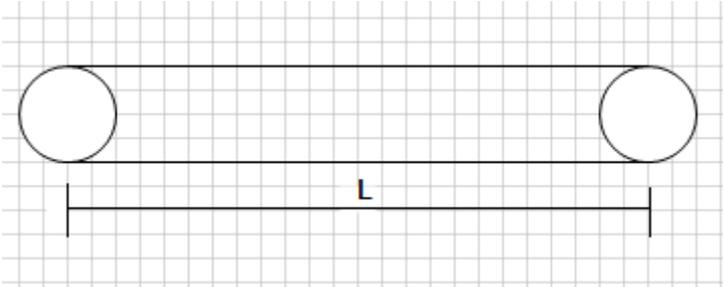
$$t_{\text{total}} = 4,7 \text{ mm}$$

Chapa 3/16 plg: 4,76 mm (SIDEMENT)

Los valores concuerdan con los expresados en la tabla 2 del anexo I.



9. Cinta Transportadora



Teniendo en cuenta la cantidad de cal a dosificar las cintas de este tipo tienen una velocidad de 1 m/s (para máx. 25kg/m)

Potencia de la cinta vacía:

$$HP_v = \frac{f \cdot (L + L_0) \cdot (0,06 W v)}{270}$$

f: factor de fricción = 0,05

L: longitud de la línea de transporte (2 m)

L₀: es una cte (30,5m)

W: peso de todas las partes móviles de la línea (kg/m)

v: velocidad de la línea (m/min) => v = 60m/s

$$HP_v = \frac{0,05 \cdot (2 + 30,45) \cdot (0,06 \cdot 25 \cdot 60)}{270} = 0,54 \text{ HP}$$

Potencia para mover la cinta con carga horizontal

$$HP = \frac{f \cdot (L + L_0) \cdot T}{270}$$

T: capacidad del sistema de transporte (THP)

T = 212,36 kg/h = 0,21 THP

$$HP = \frac{0,05 \cdot (2 + 30,5) \cdot 0,21}{270} = 1,26 \cdot 10^{-7} \text{ HP}$$

HP_T = HP_v + HP

HP_T = 0,543 HP



Proveedor AXMANN

La cinta transportadora 40.34 es dentro de nuestro programa de producción de las transportadoras más pequeñas. A pesar de su andamiaje de 34 mm de altura, posee un diseño estable, robusto y es por esto una transportadora para cargas universales, por ejemplo: cartones, paquetes, objetos/partes individuales etc.

Datos técnicos

Rango de carga	0 N/m – 200 N/m (0 kg/m – 20 kg/m) (0 Lb/ft – 13 Lb/ft)
Velocidad (V)	0.05 m/s – 1 m/s (0.16 ft/s – 3.3 ft/s)
Ancho de la línea (EL)	50 mm – 600 mm (2" – 23.4")
Largo de la cinta transportadora (CL)	500 mm – 6000 mm (19.7" – 19.7 ft)
Propulsor	Motor (con engranaje) reductor de 3 fases, 0.12 kW, 400 V / 50 Hz
Cintas	Bandas transportadoras de 2 capas, hechas de PVC o PU, planas. (Disponible gran surtido en diferentes tipos de cintas)
Deslizamiento de la cinta	Láminas deslizables hechas de acero.
Andamiaje	Aluminio extruído-anonizado (contra corrosión) Al-34.
Carriles laterales	acero, 40 mm (1.6") de altura (otras versiones disponibles)
Propulsor/ Tambor de inversión	Versión de acero, Ø 40 mm (1.6"), convexo.
Sitios de tensión.	Sitios de tensión automáticamente en el tambor de inversión.
Rango de temperatura	De -5°C a +50°C Temperatura ambiente. (23°F to 122°F)



10. Decantador Cónico:

Corrientes de entrada al decantador:

Fango de filtros: 2,78 kg/h

Fangos del decantador: 8,26 kg/h

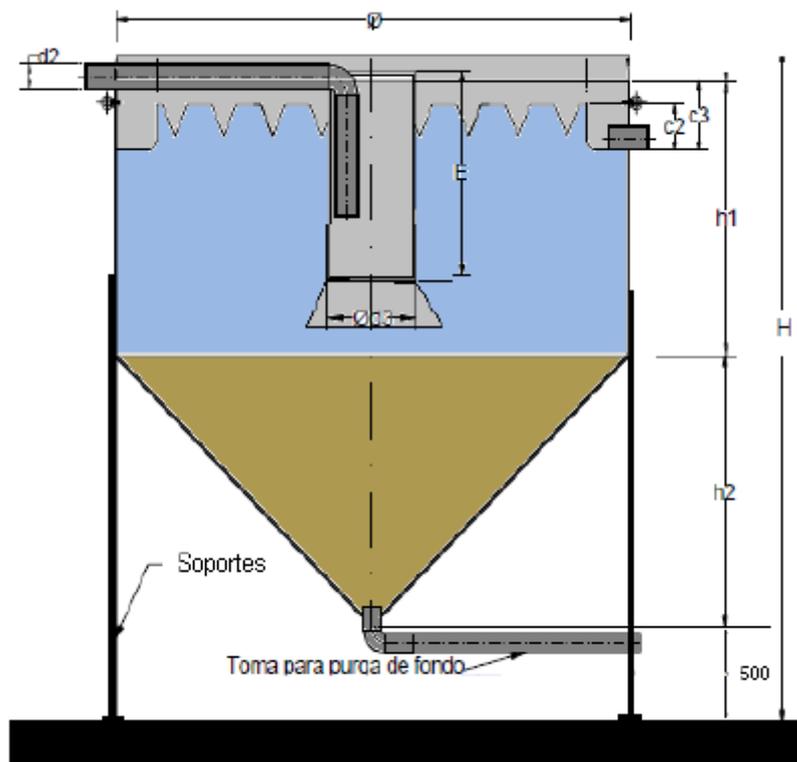
Total: 11,043 kg/h

$\rho_f = 1,02 \text{ tn/m}^3 = 1020 \text{ kg/m}^3$

$V = \rho/m$

$$V = \frac{1020 \text{ Kg/m}^3}{11,043 \text{ kg/h}} = 92,37 \text{ m}^3/\text{h} = 92370 \text{ l/h}$$

Se utilizan 3 decantadores cónicos DCT-AS-30 en paralelo. Con un caudal 31000 l/h cada uno, para tratar un volumen total de 92370 l/h. (Proveedor grupo-PID)





REF: PID	Ø Superior (mm)	H- Altura Final (mm)	H1 Altura cilindro (mm)	H2 Altura cono (mm)	H3 Altura patas (mm)	Ø d-3 (mm)	Ángulo cono (grados)	Volumen (l)	Ø Tubería Entrada/Salida (mm)
DCT-AS -5	2000	2800	1300	1000	500	500	60	5.000	125
DCT-AS -10	2500	3350	1600	1250	500	620	60	10.000	160
DCT-AS -15	2500	4400	2650	1250	500	620	60	15.000	160
DCT-AS -20	3000	4000	2000	1500	500	700	60	20.000	200
DCT-AS -25	3000	4650	3000	1500	500	700	60	25.000	200
DCT-AS -30	3500	5000	3000	1500	500	700	60	31.000	200

$\phi_{\text{superior}} = 3500 \text{ mm}$

H: Altura final: 5000 mm

H₁: Altura del cilindro: 3000 mm

H₂: Altura del cono: 1500 mm

H₃ : Altura de patas: 500 mm

d-3: 700 mm

Ángulo del cono: 60°

$\phi_{\text{tubería}} = 200 \text{ mm}$

Velocidad asentamiento en la interfase:

$$V_i = \frac{h_1 - h_2}{t} = \frac{3500\text{mm} - 1500\text{mm}}{1h}$$

$$V_i = 1500 \text{ mm/h} = 150 \text{ cm/h} = 2,5 \text{ cm/min}$$



11. Centrifuga:

El decantador cónico tiene una eficiencia del 75% por lo tanto la corriente de entrada a la centrifuga es:

$$92,37 \text{ m}^3/\text{h} * 0,75 = \mathbf{69,3 \text{ m}^3/\text{h}}$$

En función de este valor, del catálogo suministrado por la empresa INGOR (Industrial Equipment Custom Manufactured), se selecciona una centrífuga decantadora modelo DC1-760.

TAMAÑOS DISPONIBLES

Modelo	Caudal de Alimentación (m ³ /h)	Evacuación de lodo (kg/h)	Peso (kg)	Long. del Tambor (mm)	Diámetro Tambor (mm)	Relación L/D	Velocidad giro (rpm)	Potencia Motor (kw)
DC1-220	2-6	400	900	930	220	4.2	4.800	11
DC1-300	4-11	800	1.400	1.300	300	4.3	4.200	11~15
DC1-350	6-17	1.200	1.800	1.550	350	4.4	3.700	15~22
DC1-400	9-28	2.000	2.200	1.750	400	4.4	3.200	18,5~30
DC1-450	12-35	2.500	2.600	1.940	450	4.3	2.800	22~37
DC1-530	23-70	5.000	4.000	2.270	530	4.3	2.500	30~45
DC1-650	37-90	8.000	6.500	2.800	650	4.3	2.200	37~55
DC1-760	47-110	10.000	8.500	3.040	760	4.0	2.000	55~90
DC1-900	70-150	15.000	12.000	3.600	900	4.0	1.800	75~135



CAPÍTULO VII: AUTOMATIZACIÓN DEL REACTOR.



1. Introducción

Se desarrolló un sistema de control para un sistema de potabilización de agua; en el cual se diseñó e implementó un sistema para automatizar la operación de un reactor químico.

El proceso cuenta con la presencia de dos válvulas entre los tanques de almacenamiento, causando un proceso de transferencia de agua.

Para el sistema de control automatizado, que permite supervisar las actividades operacionales del reactor, se utilizó un PLC (Controlador Lógico Programable) que permite controlar el ingreso y egreso de agua teniendo en cuenta la intensidad de radiación en la superficie del reactor medida a través de un Piranómetro.

Es necesario la intervención de un sistema automatizado para aprovechar al máximo la cantidad de radiación solar disponible y evitar el deterioro del proceso al no disponer de suficiente cantidad de radiación.

2. Tipo de sensor: *Piranómetro*

Un piranómetro es un instrumento para medir la radiación solar a una superficie plana, en otras palabras, es un sensor diseñado para medir la densidad del flujo de radiación solar en un cuerpo de 180°.

Composición

La termopila, formada por sectores blancos y negros, es capaz de absorber la radiación solar en un rango entre los 300 y los 50000nm. y tiene una respuesta casi perfecta al coseno del ángulo de incidencia.

La cúpula de cristal limita la respuesta al rango de 300 a 2800nm. preservando un campo de visión de 180 grados. Otra función de la cúpula es la de proteger la termopila de la convección. Las bandas negras del sensor (termopila) absorben la radiación solar que se transforma en calor. Este calor fluye atravesando los sensores hacia el cuerpo del piranómetro, proporcionando una señal eléctrica proporcional a la radiación incidente.

Utilidad

Se utiliza como elemento sensor un elemento fotosensible de silicio, se halla muy difundido. Debido a su bajo costo comparado con el de piranómetro de termopila. Los principales inconvenientes que presentan los instrumentos con fotodiodos (células fotovoltaicas) son: su respuesta espectral limitada y no plana, y la considerable dependencia angular con respecto ángulo de incidencia de la radiación solar. Como consecuencia de ello, los valores de irradiación medidos pueden diferir de los reales en más de un 10%, dependiendo de la altura del Sol y las condiciones meteorológicas.



Medición

El espectro de la radiación solar se extiende entre 300 y 2800nm. Esto indica que un piranómetro (sensor de radiación solar) debe cubrir ese espectro con una sensibilidad lo más plana posible.

Para medir una radiación solar, se requiere de la respuesta al flujo de radiación varíe con el coseno de ángulos de incidencia; por ejemplo, máxima respuesta cuando el flujo incide perpendicularmente sobre el sensor (0 grados), respuesta nula cuando el sol está en el horizonte (90 grados), o valores intermedios de respuesta, cuando el ángulo de incidencia está entre los anteriores.

Construcción

Está construido con un adquisidor de datos, unas células solar fotovoltaica y una caja de bombones. Una vez conectado al software de la estación, da la radiación solar en porcentaje y en watt/m², y sirve además para calcular la cobertura de nubes de forma automática. La tapa de la caja de bombones, transparente y perfecta en tamaño sirve para alojar y proteger de la intemperie a la célula solar. Unos trozos pequeños de burlete adhesivo para ventanas sirve como fijación de la célula.

Por otro lado se construye la tapa inferior con una tapa de Cd, cortándola para que se ajuste a la perfección con la anterior. Se fija a una chapa metálica con orificios, que servirá de soporte al conjunto, se agregan las células, un cable y se cierra con las tapas con cinta aislante.

Tipos de Piranómetros

- Piranómetro radiación solar global

Instrumento que mide la radiación solar (radiación global) recibida desde todo el hemisferio celeste sobre una superficie horizontal terrestre.

Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento de este instrumento es a través de termocuplas, las cuales al calentarse producto de la radiación del sol, emiten una pequeña f.e.m. (tensión o milivoltaje) pudiendo ser medidas por algún otro instrumento (integrador o datalogger). Para obtener la potencia en watt/m², se multiplica la tensión entregada por el piranómetro por una constante del instrumento.



- Piranómetro radiación solar reflejada

Instrumento que mide la radiación solar reflejada por la superficie terrestre, tiene el mismo principio de funcionamiento del piranómetro de radiación solar global.

- Piranómetro Térmico

Un ejemplo de piranómetro es el de Kipp y Zonen, que se constituye por una pila termoeléctrica contenida en un alojamiento con dos hemisferas de cristal. La pila termoeléctrica está constituida por una serie de termopares colocados horizontalmente, cuyos extremos están soldados con unas barras de cobre verticales solidarias a una placa de latón maciza. El conjunto está pintado con un barniz negro, para absorber la radiación. El flujo de calor originado por la radiación se transmite a la termopila, generándose una tensión eléctrica proporcional a la diferencia de temperatura entre los metales de los termopares.

Para medir la radiación difusa es necesario tapar el sensor de radiación directa mediante una pantalla parasol, midiendo la irradiación solar difusa (piranómetro de difusa).

Una variante es el perheliógrafo, un pirheliómetro dotado de un dispositivo registrador.

- Piranómetro Fotovoltaico

En ellos, el principio de funcionamiento no es térmico como en el caso anterior; sino que tiene como fundamento el efecto fotoeléctrico. La radiación incide sobre un fotodiodo que es capaz de diferenciar el espectro solar por la frecuencia de la onda electromagnética, y de ese modo, mediante la lectura de voltaje, conocer los datos de radiación.

Dada su naturaleza, en este tipo de piranómetros es posible adosar filtros de ciertas bandas del espectro solar, por medio de algún domo de vidrio impregnado con el filtro deseado. Por otro lado, son más sensibles a pequeñas irregularidades y cambios debido a que no tienen la inercia térmica que sí tienen los térmicos.

- Piranómetro del tipo M-80-M (M-115-M)

El piranómetro del tipo M-80-M (M-115-M) es un instrumento actinométrico universal. Con él se pueden medir todos los flujos de radiación solar en el rango de onda corta.

El sensor del piranómetro consiste en un cabezal en cuyo diafragma se encuentra la superficie receptora, la cual consiste en una termobatería cuadrada formada por bandas de constantán y manganina que constituyen los



termopares conectados en serie. La superficie de la termobatería está pintada de forma ajedrezada con pinturas negra (negro de humo) y blanca (magnesio) de tal forma que las uniones que se encuentran debajo de la pintura negra aumentan su temperatura bajo el efecto de la radiación solar de onda corta absorbida en mayor medida por el hollín, de esta forma la diferencia de temperatura entre las uniones de la termobatería se debe a la absorción diferencial entre las dos áreas pintadas de colores diferentes.

Este diseño de la superficie receptora da al instrumento propiedades selectivas debido a que el hollín y el magnesio absorben igual la radiación de onda larga, por esto las uniones se calientan igual a causa de esta radiación y no se produce diferencia de temperatura entre las uniones. En resumen, la corriente termoeléctrica que surge en el circuito galvanómetro - piranómetro, es producida solamente por la radiación de onda corta que llega al receptor. La superficie receptora del piranómetro está protegida por una campana semiesférica de cristal enroscada al cabezal por la parte superior y por la inferior se le atornilla una cápsula de cristal para el secador (gel de sílice).

El soporte permite colocar al cabezal, con la ayuda de un nivel adjunto, en posición horizontal mediante tres tornillos nivelantes. Este mecanismo está ajustado de tal forma, que al nivelarlo en la posición normal, también queda horizontal cuando se invierte para medir la radiación reflejada (R_c).

El soporte permite además que el cabezal gire simultáneamente y se le coloque el parasol correctamente.

Certificado

Al piranómetro se adjunta un certificado con los siguientes datos:

1. Sensibilidad del piranómetro (K) en mV por kW m²
2. Resistencia de la termobatería (R) en Ω
3. Tiempo de inercia en seg.
4. Tabla del factor de corrección por la altura del sol (F_h).
5. El factor F_h es la corrección que se le hace al factor de conversión del piranómetro al medir la radiación sumaria (Q).

Especificaciones del piranómetro portátil

- Medida: radiación solar hemisférica
- Clasificación ISO: piranómetro segunda clase o Clase B
- Incertidumbre de calibración: <1,8% ($k = 2$)
- Trazabilidad de calibración: a WRR



- Rango espectral: 300-2800 x 10⁻⁹m
- (Puntos de transmisión de 50%)
- Sensibilidad (nominal): 15 x 10⁻⁶ V / (W / m²)
- Temperatura de funcionamiento: -40 a +80 °C
- Respuesta de la temperatura: <± 3% (-10 a +40 ° C)
- Longitud de cable: 5 m, otras bajo pedido
- Protector solar Opcional

Los piranómetro LP PYRA 02 y LP PYRA 03 miden la irradiación solar global en el campo espectral 0.3 μm ÷ 3 μm. El piranómetro de segunda clase LP PYRA 03. Son instrumentos robusto, fiables, soportan las condiciones climáticas adversas, son adecuados para instalaciones en campo (Figura 3).



Figura 3

Precio: \$ 6631,6 (piranómetro lp pyra 03)

Válvulas

Dos válvulas, una para controlar la corriente de entrada y otra para controlar la corriente de salida.

3. PLC

Para poder automatizar máquinas e instalaciones de forma rentable y flexible, se requieren soluciones óptimas para cada ámbito de aplicación. Tanto si desea ocuparse del control lógico como si además quiere realizar otras tareas de automatización.



Controladores modulares SIMATIC

Los controladores modulares tienen un diseño optimizado para tareas de control y han sido dimensionados para máxima robustez y disponibilidad a largo plazo. Pueden ampliarse en cualquier momento de forma flexible por medio de módulos enchufables de E/S, de función y de comunicación. Según el tamaño de la aplicación puede seleccionarse el controlador adecuado dentro de una amplia gama en función del rendimiento, la capacidad funcional y las interfaces de comunicación. Los controladores modulares pueden configurarse y usarse también como sistemas de alta disponibilidad o de seguridad.

El **SIMATIC S7-200** es ciertamente un micro-PLC al máximo nivel: es compacto y potente – particularmente en lo que atañe a respuesta en tiempo real –, rápido, ofrece una conectividad extraordinaria y todo tipo de facilidades en el manejo del software y del hardware. Y esto no es todo: el micro-PLC SIMATIC S7-200 responde a una concepción modular consecuente que permite soluciones a la medida que no quedan sobredimensionadas hoy y, además, pueden ampliarse en cualquier momento.

Todo ello hace del SIMATIC S7-200 una auténtica alternativa rentable en la gama baja de PLCs. Para todas las aplicaciones de automatización que apuestan consecuentemente por la innovación y los beneficios al cliente.

El SIMATIC S7-200 está plenamente orientado a maximizar la rentabilidad.

En efecto, toda la gama ofrece

- Alto nivel de prestaciones,
- Modularidad óptima y
- Alta conectividad.

Además el SIMATIC S7-200 le simplifica al máximo el trabajo: el micro-PLC puede programarse de forma muy fácil. Así podrá realizar rápida y simplemente aplicaciones; además, las librerías complementarias para el software permiten realizar las tareas en forma ágil, simple y rápida. Entre tanto, este micro-PLC ha probado su eficacia en millones de aplicaciones en todo el mundo, tanto funcionando aislado como integrado en una red.

Controlador **SIMATIC S7-300** es utilizado en:

- Construcción general de máquinas, OEM, máquinas en serie, máquinas especiales y construcción de planta
- Líneas de producción con periferia descentralizada (PROFINET y PROFIBUS)
- Ingeniería de producción, industria del automóvil, industria de alimentación y bebida, procesado de plásticos, industria de empaquetado y muchos más.

Funciones tecnológicas integradas:

- Contadores de alta velocidad / medida con acceso inmediato a contadores Hardware



- Control PID integrado con bloque de función
- Posicionamiento simple

Periferia On-board

- I/O digitales
- I/O analógicas
- Interface de Comunicaciones integrado

Además de MPI:

- PROFINET
- PROFIBUS-DP and
- Point-to-Point (PtP)

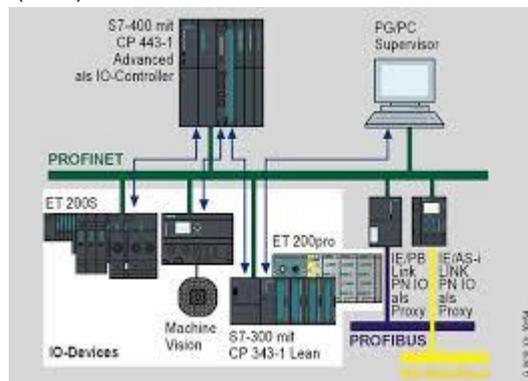


Figura 5: Esquema de conectividad

Fuente de alimentación

Graduación acorde a la demanda de corriente desde 2 A hasta 10 A

Módulos de señal para

- Señales digitales y analógicas
- Configuración centralizada y descentralizada

Módulos de comunicación Punto-a-Punto para

- Dispositivos periféricos de todo tipo
- 1 o 2 interfaces, hasta 115.2 kBit/s
- Diversos medios de transmisión
- Protocolos estándar o específicos del cliente

Módulos de función para

- Conteo de alta velocidad
- Posicionamiento
- Control en lazo cerrado
- Control de cámara

Debido a el tipo de proceso a controlar utilizaremos un PLC S7-300, ya que tiene control PID, se utiliza a nivel industrial a diferencia del S7-200 que se utiliza más que nada para control de hardware y software, además



se le pueden agregar módulos de entradas, en nuestro caso tenemos las dos válvulas, el piranómetro y el nivel de los dos tanques (5 en total).



Figura 6: PLC SIMATIC S7-300

Controlador lógico programable(PLC) SIMATIC S7-300

El PLC Modular Universal para sistemas de Automatización.

No. de Depósito	Descripción		Precio Lista Unit. US \$
	 SIMATIC S7-300 CPU315 -2PN/DP		
Módulos de Salidas analógicas			
100017103	6ES 7332-5HB01-0AB0	SM332 Módulo de señal de 2 salidas analógicas. Configurable para voltaje (V) y corriente (mA). Requiere conector frontal de 20 polos	545,00
100017129	6ES 7332-5HD01-0AB0	SM332 Módulo de señal de 4 salidas analógicas. Configurable para voltaje (V) y corriente (mA). Requiere conector frontal de 20 polos	870,00
Módulos de comunicación			
100016904	6GK7343-1CX10-0XE0	CP343-1 Lean. Módulo de comunicación Industrial Ethernet (TCP/IP y UDP) para Simatic S7-300. Con switch Industrial Ethernet de 2 puertos RJ45 10/100Mbps integrado.	1.155,00
Software			
100104372	6ES 7810-4CC10-0YA5 ⁹⁾	Software SIMATIC STEP7 para configuración, programación y diagnóstico de controladores SIMATIC de las gamas C7, S7-300 y S7-400.	3.400,00
100103776	6ES 7810-5CC11-0YA5 ⁹⁾	Software SIMATIC STEP7 PROFESIONAL. Permite configuración, programación y diagnóstico de controladores SIMATIC de las gamas C7, S7-300 y S7-400. Incluye además paquetes adicionales de ingeniería: PLCsim (para simulación del programa), SCL (lenguaje de programación estructurado de control), S7-GRAPH (lenguaje de programación gráfico de alto nivel).	4.550,00

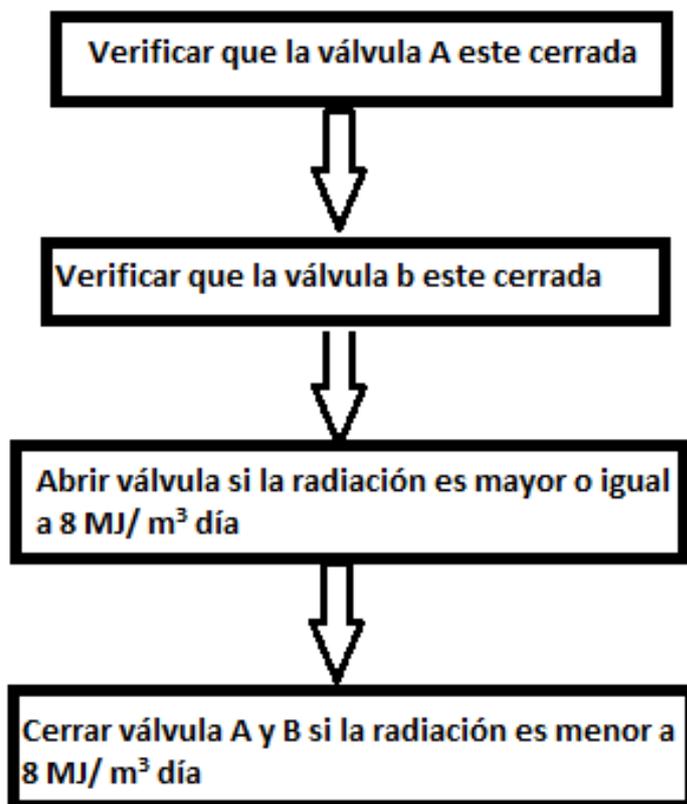


4. Programación

Sentencias

1. Verificar que la válvula A este cerrada.
2. Verificar que la válvula B está cerrada.
3. Abrir válvula si la radiación es mayor o igual a $8 \text{ MJ/ m}^3 \text{ día}$.
4. Cerrar válvula A y B si la radiación es menor a $8 \text{ MJ/ m}^3 \text{ día}$.

Diagrama de Sentencias



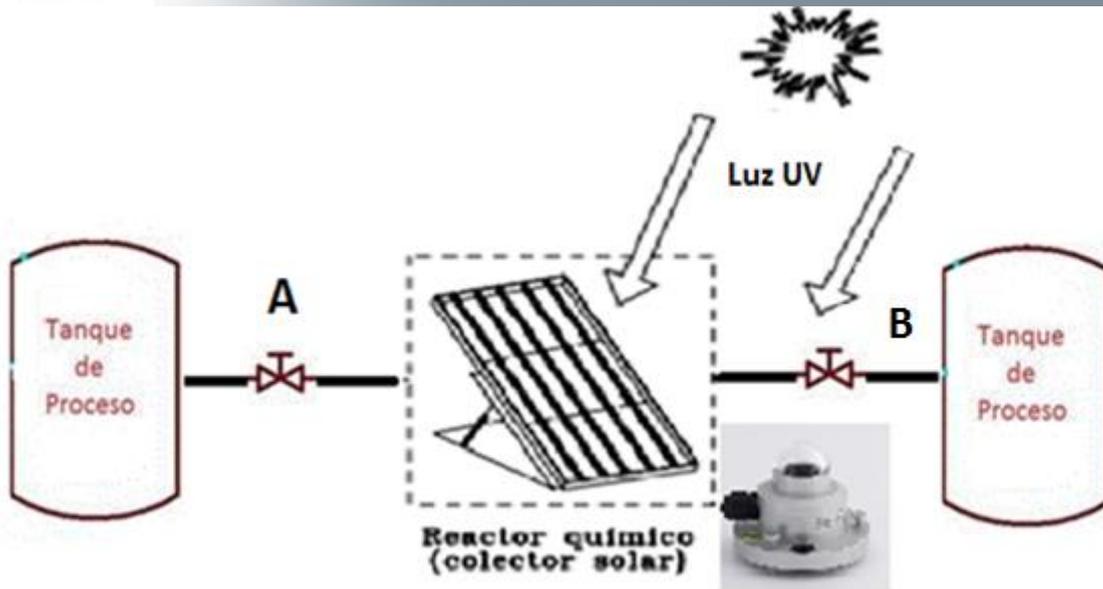


Figura 7: Proceso a controlar

Programar sistemas secuenciales con Diagramas de contactos

Para la programación de uso el lenguaje LADDER, también denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. Permite simplificar la secuencia de eventos hasta llegar a la siguiente configuración:

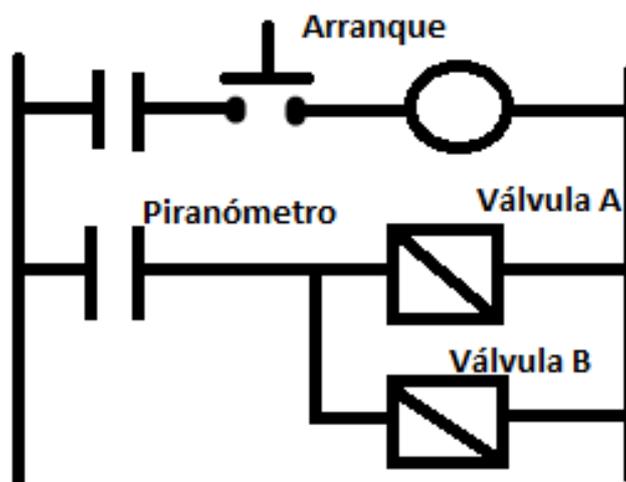


Figura 8: Diagrama Ladder de programación



5. Conclusión

En este trabajo se presentó una alternativa innovadora para la potabilización de agua, que desde el punto de vista biológico es superior al sistema convencional de potabilización con cloro, ya que no forma subcompuestos cancerígenos, que son altamente perjudiciales para salud.

Esta alternativa es mucho más económica que la tradicional a pesar de que la inversión inicial es un poco más alta, desde el punto de vista ecológico el catalizador final utilizado se puede vender a la industria de la pintura como pigmento por lo cual el proceso no tiene ningún tipo de desecho que genere algún tipo de impacto ambiental.

Se debe tener en cuenta que para llevar a cabo este proceso de catálisis heterogénea se utiliza radiación solar, lo cual implica un mayor y mejor aprovechamiento de la energía proveniente del sol de una manera alternativa, amigable con el medio ambiente y con un fin social que es el de satisfacer una necesidad primaria de la sociedad como es el agua potable.

Es muy importante que este tipo de proceso esté controlado debido a que la radiación, la cual no es una constante. No se puede trabajar a baja radiación, ya que la calidad del agua producida no cumpliría con la reglamentación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) por ello se decide automatizar este proceso con un PLC.

El PLC seleccionado fue el S7-300 el cual tiene control PID, se utiliza a nivel industrial para el control de plantas y procesos en separado, además se le pueden agregar módulos de entradas en caso de que se necesita una ampliación de la planta debido al aumento de la población o simplemente al aumento de demanda. Cuenta con reutilización de programas existentes, máxima flexibilidad, ejecución rápida de comandos, contadores de alta velocidad / medida con acceso inmediato a contadores Hardware, control PID integrado con bloque de función, posicionamiento simple, módulos de señal para Señales digitales y analógicas, configuración centralizada y descentralizada.



CAPÍTULO IX: BALANCE DE ENERGÍA.



1. Marco Teórico

El balance macroscópico de energía mecánica se puede enunciar de la siguiente manera:

Velocidad de acumulación de energía cinética y potencial en el volumen de control	=	Velocidad de entrada de energía cinética y potencial	-	Velocidad de salida de energía cinética y potencial	-	Velocidad de realización trabajo sobre los alrededores
---	---	--	---	---	---	--

Quedando la expresión, en términos matemáticos, de la siguiente manera:

$$0 = \Delta \frac{\langle v \rangle^2}{2\alpha} + g\Delta h + \frac{P}{\rho} + \dot{W} + \dot{E}$$

La velocidad de acumulación de energía cinética y potencial se cancela por considerar el proceso en estado estacionario.

Se calcularán las pérdidas de carga a partir del decantador. Este posee un venteo, por lo que la presión allí será la atmosférica.

Consideraciones:

- Se desprecia toda energía cinética.
- Se considera la velocidad de realización de trabajo sobre los alrededores.
- Se considera el cambio de energía potencial en el reactor, coagador y tanques.
- Se consideran pérdidas de carga en cañerías.
- Se desprecian pérdidas de carga de accesorios.

2. Balance de Energía

En el presente proyecto se desprecia cualquier calor que se pueda llegar a generar o disipar durante el proceso de potabilización debido a que las reacciones de los distintos productos no sufren alteraciones ante las variaciones de temperatura.



Propiedades del agua usada:

Temperatura $T = 18^\circ\text{C}$

Densidad $\delta = 998,2 \text{ kg/m}^3$

Viscosidad $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$

Propiedades para los calculos del factor de fricción, f :

Caudal $A-1 = 0.013 \text{ m}^3/\text{h}$

Diámetro 0.18 m

Velocidad $V_a = 2,047$

Rugosidad $\varepsilon = 1,5 \cdot 10^{-6}$ (rugosidad del PVC)

Rugosidad relativa $\varepsilon/D = 8.3 \cdot 10^{-6}$

Reynolds 89838

$$\Rightarrow f = 0.019$$

Datos:

$P_{\text{atm}} = 101325 \text{ Pa}$

A partir de los datos y propiedades previamente calculados se obtiene:

- Pérdida en cañerías = $\rho \cdot g \cdot h + P + 2 \cdot f \cdot \frac{v^2}{D} \cdot L$

$$\Delta P = 998.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (3.76 + 2.6 \cdot 2 + 8 + 2.17 + 3.2 + 1.3 + 8 + 2.17 + 15.18) \text{m} +$$
$$101325 \text{ Pa} + 2 \cdot 0.019 \cdot \frac{0.5^2}{0.18} \cdot (2 + 2 + 2 + 10 + 2 + 2 + 2 + 4)$$

Pérdida total en cañerías = 580466.5 Pa

Potencia = $Q \cdot \Delta P$

$$\text{Potencia} = 0.013 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 580466.5 \text{ Pa}$$

Pot = 7546.06 W

Pot = 10.12 HP



- Pérdida en equipos:

De la etapa de diseño obtenemos:

Decantador: $(2.76 + 2.24)$ MCA = 49032 Pa

Reactor: 30002, 55 Pa

Tanque(x3): 148764 Pa

Filtro (x2): 0.29 MCA = 2843.85 Pa

Pérdida total en equipos: 531014.25 Pa

Potencia = 6903.19 W = 9.26 HP

Pérdida total: 1111480.75 Pa

Potencia total: 19.38 HP

El proceso consta de 4 bombas la eficiencia de las mismas es del 62 %, por lo cual la cantidad de energía total será de 31.26 HP. De esta manera cada bomba deberá tener un potencia de 7.82 HP.



CAPÍTULO VIII: ESTUDIO LEGISLATIVO Y ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA



1. Marco legal internacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es la responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones de la salud, establecer normas, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales.

En 1998, 1999 y 2000 se elaboró una tercera edición de las Guías para la calidad del agua potable, basadas en normas internacionales anteriores de la OMS. Estas guías tienen la finalidad de apoyar el desarrollo y la ejecución de estrategias de gestión de riesgos que garanticen la inocuidad del abastecimiento de agua por medio del control de los componentes peligrosos del agua. Las guías distinguen los requisitos mínimos razonables que deben cumplir las prácticas seguras para proteger la salud de los consumidores, y determinan valores de referencia numéricos de los componentes del agua o los indicadores de la calidad del agua.

El método que aplican estas guías tiene por finalidad generar normas y reglamentos nacionales que puedan aplicarse y hacerse cumplir fácilmente y que protejan la salud pública.

Consideraciones y principios generales

La OMS define al agua potable aquella que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar a las personas en las distintas etapas de su vida.

El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal.

- Aspectos microbiológicos

La garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación desde la cuenta de captación al almacenamiento, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud. La estrategia preferida es un sistema de gestión que hace hincapié en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos y que reduce la dependencia en las operaciones de tratamiento para la eliminación de patógenos.

- Desinfección

Es una operación de importancia incuestionable para el suministro del agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro.

- Aspectos químicos

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo son distintos a los asociados a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras períodos de exposición prolongados.

- Aspectos relativos a la aceptabilidad



El agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para la mayoría de los consumidores. Los componentes microbianos, químicos y físicos del agua que pueden afectar a su aspecto, olor o sabor y el consumidor evaluará su calidad y aceptabilidad basándose en estos criterios.

2. Marco legal nacional

El Código Alimentario Argentino regula en todo el territorio de Argentina la calidad del agua potable. El Código Alimentario Argentino (CAA), fue puesto en vigencia por la ley 18.248, que establece las normas higiénico-sanitarias bromatológicas y de identificación comercial obtenida en dicho código.

El artículo 982, de la ley 18.248, denomina agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario, como aquella apta para la alimentación y uso doméstico, no deben contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radioactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud.

3. Marco legal provincial

El gobierno de la provincia de Santa Fe posee su propio sistema de control de calidad de agua. Los servicios de saneamiento, se reglan por un cuerpo de normativas que principalmente versan sobre la Ley Provincial Nº 11.220/94. Estas normas aplicables son decretos y resoluciones de la autoridad de aplicación como también de otras agencias estatales anexas, las cuales integran el cumplimiento de las pautas de prestación de los servicios sanitarios.

4. Marco legal municipal

El departamento de General Obligado se rige bajo las normas provinciales mencionadas en el punto 3.

5. Justificación Legal

El siguiente proyecto se basa en la Artículo 42 de la Constitución Nacional, el cual establece que los consumidores y usuarios de bienes y servicios tienen derecho, en relación de consumo, a la protección de la salud; a una información adecuada y veraz.

Las autoridades proveerán a la protección de esos derechos, a la educación para el consumo, a la calidad y eficiencia de los servicios públicos, y a la contribución de asociaciones de consumidores y usuarios.



6. Organización de la Empresa

Para la determinación de la cantidad de empleados y del tipo de puestos que se tendrán en la planta se van a tener en cuenta:

- Convenio colectivo de trabajo de los Empleados de Agua Potable
- Tamaño de la planta
- Cantidad de habitantes del pueblo (beneficiarios del servicio)
- Nivel de estudios de los habitantes

Considerando estos factores y las categorías establecidas por el Convenio Colectivo de Trabajo los cargos a ocupar serán los siguientes:

- ❖ Jefe de Planta (1)
- ❖ Supervisor de Calidad, Higiene y Seguridad y Medio Ambiente (QSHMA) (1)
- ❖ Supervisores Operativos (1)
- ❖ Operarios técnicos (2)
- ❖ Secretario/a administrativo/a (1)
- ❖ Auxiliar de limpieza (1)

Los turnos para el personal operativo y supervisores serán de 8 hs distribuidos de la siguiente manera:

- Primer turno: 06:00-14:00 hs.
- Segundo turno: 14:00-22:00 hs.

El turno para el jefe de planta, supervisión QHSMA, administrativo y personal de limpieza será de 09:00 – 17:00 hs.

En tanto que el turno para auxiliar de limpieza estará distribuido entre el primer y segundo turno de modo tal de no inferir en las labores de los supervisores, entre las 06:00 y 10:00 hs. y de 17:00 a 21:00 hs.

Teniendo en cuenta esto, la planta contará con una totalidad de 7 personas siendo la totalidad de empleados efectivos en la planta.

Descripción del perfil y actividades a realizar por cada uno de los cargos.

❖ **Jefe de Planta.**

Es la autoridad máxima en la planta. Quién ocupe este cargo deberá tener estudios universitarios con el título de Ingeniero Químico, preferentemente con experiencia comprobable en el manejo y coordinación de plantas potabilizadoras de agua. Será el responsable ejecutivo de la misma y de impartir las órdenes al resto de los empleados. Contrata las posiciones que se encuentran debajo de él. Realiza las compras de los insumos y negocia con los proveedores. Lleva un registro del consumo de agua y evalúa las posibilidades de aumentar la producción.

❖ **Supervisor QHSMA.**

Para este cargo se requerirá una persona con título de Ingeniero Químico, que a futuro es el reemplazo natural del jefe de planta, ante su ausencia.



Por contar con este cargo, deberá realizar un posgrado de higiene, seguridad y medio ambiente y, paralelamente, los analistas de cada turno le reportaran los análisis de calidad, ya que es el encargado también de controlar el sistema de calidad.

Principalmente será el responsable de que el factor de seguridad del proceso de potabilización sea de uno, es decir, que el 100% del agua que sale de la planta esté correctamente potabilizada. Asimismo será responsable de mantener las condiciones de seguridad e higiene, hacer que se cumplan las normas de seguridad, elementos de protección personal, realizar los planes de contingencia, mitigación de riesgos, etc. Se encargará también de los temas medioambientales como la gestión de residuos. Contrata las posiciones que se encuentran debajo de él.

❖ **Supervisores Operativos**

Para este cargo se requiere personal capacitado con estudios terciarios con el título de técnico químico preferentemente con experiencia en el manejo de los insumos utilizados y el manejo de los equipos en general. Se encargarán de procesar las órdenes impartidas por el Jefe de planta, comunicarlas a los operativos y darles las órdenes a estos para la realización de sus tareas. Asimismo se encargarán de las tareas de mantenimiento, control del funcionamiento de los equipos y bombas, dosificadores y control de reactivos.

❖ **Secretario/a Administrativo.**

Este cargo lo ocupará una persona que preferentemente haya hecho el colegio secundario en un colegio comercial con orientación contable. Se encargará de: Liquidación de sueldos y jornales.

Análisis de horas trabajadas.

Cuenta correntista.

Corresponsales con redacción propia.

Calculista.

Stockista.

Operador de computación.

❖ **Operarios.**

Se agrupan en esta categoría a los trabajadores que tengan un oficio o especialidad que no requiera título habilitante técnico profesional aunque se considerarán aquellos que hayan egresado de escuelas técnicas. Asimismo se prevén capacitaciones antes de la puesta en marcha de la planta sobre el funcionamiento en general como también en temas de higiene y seguridad y medioambiente. Personal responsable de: dosificación de drogas; control y mantenimiento de dosificadores, limpieza de quipos, decantador, control de turbidez, floculantes. También realizará la limpieza de filtros y el control del ciclo de los mismos y se encargarán de colaborar con quienes realizan las tareas inherentes a las categorías superiores.

❖ **Auxiliar de limpieza.**

Realizará tareas relacionadas al aseo y la limpieza en general, lavado, encerado, estibaje, portería. Se desempeñará en funciones de orden primaria y tareas varias sin afectación determinada. Se encargará también de jardinería, cafetería. Aunque para este puesto no es necesario conocimientos específicos se dará una charla acerca de los riegos por sector y de los elementos de seguridad a utilizar para disminuir riesgos.



Para realizar el organigrama de la empresa se utilizó la ley del uno por cinco, esto es que cada persona puede tener a su cargo hasta cinco individuos. Por ejemplo, el jefe de planta tiene debajo hasta cinco supervisores.

En la **Figura 1** se presenta el organigrama de la empresa.

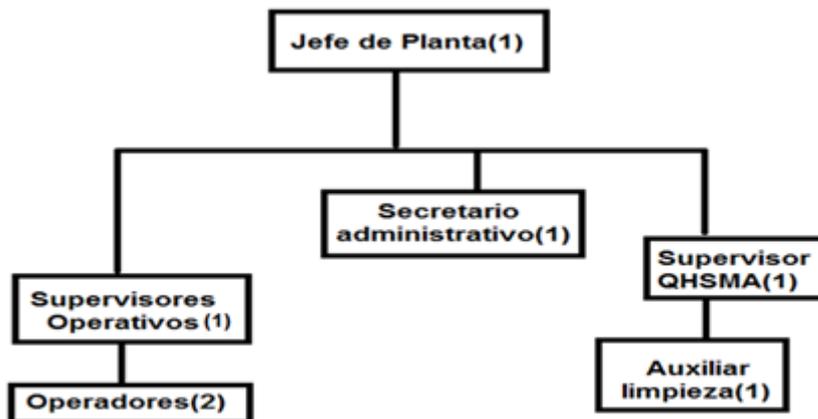


Fig.1 Organigrama de la empresa



CAPÍTULO X: EVALUACIÓN ECONÓMICA.



1. Inversiones

El objetivo está asociado a la estimación de las inversiones que deberán hacerse para construir y poner en marcha la planta potabilizadora de agua, en el pueblo de General Obligado, Santa Fe.

La inversión es todo aquel desembolso de recursos, principalmente financieros, para adquirir bienes concretos durables o instrumentos de producción, denominados bienes de equipo, que la empresa utilizará a lo largo de su vida útil, para cumplir su objeto social y obtener una ganancia. Es decir, son las erogaciones necesarias para producir los nuevos recursos durante el proyecto. La inversión total puede dividirse en:

- *Inversión en activo fijo*: corresponde a la adquisición de todos los activos fijos necesarios para realizar las operaciones de la planta. Es decir, es el capital necesario para proveer herramientas, maquinarias, equipos de la línea de proceso, vehículos, adquisición y preparación del terreno, construcciones civiles e instalaciones de la planta. Serán activos fijos todos aquellos recursos que no varíen cuando varía la cantidad producida por la planta.
- *Inversión en rubros asimilables*: Involucra estudios preliminares técnicos y económicos del servicio, gastos de lanzamiento de éste y la puesta en marcha de la empresa, como así también los gastos de investigación y desarrollo del servicio generado, entre otros.
- *Inversión en capital de trabajo*: Es el capital requerido para la operación de la planta y se lo considera como las erogaciones necesarias durante el proyecto para producir los servicios mencionados. Son los gastos que se generan proporcionalmente a la actividad o productividad de la empresa.

1.1. Inversión en activo fijo

Constituye el patrimonio esencial de la empresa y el conjunto de bienes que se adquiere durante toda la vida útil del proyecto y son adquiridos durante las etapas de instalación y operación del mismo. Resultan ser el patrimonio de la empresa. A continuación se detallan los componentes del activo fijo.

Adquisición y preparación del terreno

La inversión en terreno se determina en función del precio actual por metro cuadrado y de la superficie total a ocupar por la planta. La superficie a ocupar es de 4.900m², por tanto se considera una inversión para la compra del terreno de US\$ 20.000. Se estima la inversión para los gastos de acondicionamiento y preparación del terreno en un 10% del valor mismo, siendo esta inversión de US\$ 2.000.



La inversión para adquirir el terreno se recupera al final de la vida útil del proyecto.

La inversión total de la adquisición y preparación del terreno es de **US\$ 22.000**.

Edificios y construcciones

○ *Planta*

Se considera que se necesitan 1.189 m² de construcción para levantar la planta en sí, definida esta como las instalaciones principales donde se recibe, almacena, procesa y se trata el agua. Se incluye en planta: galpones, depósitos y salas de control.

Según estimaciones, el costo del metro cuadrado para estas construcciones es de US\$ 450, correspondientes a materias primas y mano de obra.

El costo total al que asciende este rubro es de **US\$ 535.050**.

○ *Edificios administrativos: oficinas, baños, comedor, vestuarios, estación de bomberos.*

Para construir estas estructuras y debido al número reducido de personal y la capacidad generada por la planta, se estiman 302 m² de construcción. Estas instalaciones serán las que contengan la ubicación física de los puestos de trabajo, donde se procesará la información y se monitoreará constantemente el funcionamiento de la planta. Según las estimaciones realizadas, y datos obtenidos del Índice el costo del metro cuadrado para la construcción de los edificios es de US\$ 550 correspondiente a materias primas y mano de obra. El costo total de edificios administrativos es de **US\$ 166.100**.

○ *Vías de acceso y playas de estacionamiento.*

Esta construcción se calculará en base al área requerida para carga y descarga de materias primas, insumos y carga de otros productos. También considera el estacionamiento para empleados, y todos los caminos que conectan a la planta internamente. Tanto las vías de acceso, como el estacionamiento serán de hormigón clase H-25, por ser el que normalmente se emplea para tránsito pesado. El precio del hormigón es de US\$ 69/ m³.

Si nuestra planta cuenta con una superficie de 300 m²: el costo total de estacionamiento y vías de acceso será de **US\$ 5.175**.

○ *Equipos de proceso y maquinarias (adquisición, instalación y puesta a punto).*

Los precios mostrados en la Tabla se determinan en base a presupuestos proporcionados por distintos proveedores, equipos similares en plantas existentes y consultas profesionales.



Tabla. Inversión en equipos de proceso y maquinarias en el año cero

Equipos	Cantidad	Precios por unidad [US\$]	Precio total [US\$]
Torre de toma (reja)	1	121	121
Bomba	5	2.507	12535
Filtro del reactor	1	16.410	16410
Cinta Transportadora	2	4.356	8712
Tanque Agitado	2	9.475	18950
Tanque de Almacenamiento	3	49.747	149241
Reactor Fotocatalítico	1	27.600	27600
Filtro lento de arena	2	22.821	45642
Tolva	2	9.065	18130
Centrífuga	1	184.182	184182
Decantador cónico	3	24.662	73986
Total	23	350946	555.509

En la siguiente Tabla se incluyen los porcentajes a agregar para la instalación en planta de los equipos. De esta forma se calculan los valores finales del equipo desde la compra hasta la instalación, estimados porcentualmente a partir del precio de venta de los mismos.

Tabla Costo de los equipos

Punto de ajuste	Porcentaje
Compra de equipo	100
Instalación del equipo	25
Instrumentación y control	13
Cañerías	28
Instalación Eléctrica	10
Construcción	25
Instalación de servicios	15
Total	216

Considerando que el ajuste es del 216% del valor total de los equipos, los valores finales de los equipos desde la compra hasta la instalación es de **US\$ 1.199.899**.

Tabla. Inversión Activo fijo

Activo Fijo	Costo [US\$]
Adquisición y preparación del terreno	22.000
Edificios, construcciones, equipos y ajustes	1.906.224
Total	1.928.224



○ *Empresa contratista.*

Se calculan los honorarios del proyecto en 5% del activo fijo. Según lo anteriormente expuesto, el honorario total a pagar será de **US\$ 96.411**.

Tabla. Inversión Activo fijo total

Activo Fijo Total	Costo[US\$]
Activo fijo	1.928.224
Empresa contratista	96411,22
Total	2.024.636

○ *Futuras ampliaciones.*

La planta potabilizadora fue diseñada teniendo en cuenta un estudio sobre la variación poblacional en los próximos 10 años. Debido a esto no se consideran posibles ampliaciones ya que con la capacidad inicial instalada de la planta, se podrá abastecer de agua potable a toda la población durante la vida útil del proyecto.

1.2. Inversión en rubros asimilables

Incluye gastos previos a la puesta en marcha de la planta. Comprende estudios preliminares técnicos y económicos, puesta en marcha, entre otros.

✓ *Gastos de recursos humanos antes de la puesta en marcha de la planta.*

En este punto se consideran las capacitaciones que se deberán realizar, a todo el personal de la planta, acerca del proceso de sí, del total funcionamiento de la planta, del manejo y mantenimiento de equipos, de la manipulación de los químicos a utilizar, de los riesgos de higiene y seguridad, de la importancia y el cuidado del medio ambiente, etc.; incluyéndose apuntes, libros e información necesaria. Esto hace una inversión de **US\$ 14.000**. El profesional a cargo de la capacitación se encargará del proyecto a utilizar.

✓ *Gastos de puesta en marcha.*

Los gastos de puesta en marcha se estiman en un 2.5% de la inversión en activo fijo total. Este valor será de **US\$ 50.615,89**.

✓ *Gastos para la concientización de la población.*

Este ítem representa el gasto que va a generar la campaña de concientización que se pretende llevar a cabo con el fin de informar a los beneficiarios del servicio acerca del uso responsable del agua potable y de los fines para los cuales será construida la planta.

Estos gastos se estiman en **US\$10.000**.



Tabla. Inversión Rubro asimilables

Rubros asimilables	Costo[US\$]
Gastos en rrhh antes de la puesta en marcha	14.000
Gastos en puesta en marcha	50.615,89
Gastos por concientización	10.000
Total	74.616

1.3. Inversión en capital de trabajo

Es el capital necesario para que la planta instalada y puesta en régimen normal de operación pueda operar a los niveles previstos en los estudios técnico-económicos. Se recuperan al finalizar la vida útil del proyecto, si es que el proyecto finaliza en ese momento. Es decir, el dinero usado para mantener la estructura funcionando puede retirarse al finalizar el plazo del proyecto cuando no es necesario seguir manteniendo dicho monto en el empresa.

El capital de trabajo surge de restar el pasivo de trabajo al activo de trabajo. El activo de trabajo es el capital invertido en materia prima e insumos que se mantienen en depósito, caja y bancos (dinero en efectivo para salarios, compra de materias primas y gastos operativos) y cuentas a cobrar. Por otro lado, el pasivo de trabajo está conformado por las cuentas e impuestos a pagar.

Activo de trabajo

- *Materias primas e insumos que se mantiene en depósito*

El stock de insumos (considerándolos como los productos químicos a utilizar) incluido en el capital de trabajo se consideran como la cantidad correspondiente al consumo de un mes, al precio de venta de los insumos. El valor para un año de producción, considerando el cloro, sulfato de aluminio, cal hidratada y dióxido de Titanio, se estima **US\$ 88.982**.

Tabla 1. Costos materias primas

Insumos	Precio por Tn [US\$]	Toneladas consumidas por año [US\$]	Costo por año [US\$]
Dióxido de Titanio	1.400	1,343210 ⁻⁴	0,187
Sulfato de Aluminio	90	5,05	454,5
Cal Hidratada	95	931	88.445
Cloro	1.100	0,075	82,5
Total	2.685	936,125	88.982

- *Caja y bancos*

Es el dinero en efectivo o disponible para cubrir por un mes los gastos necesarios para el buen funcionamiento de la planta. Para esto se consideran los sueldos de los empleados de la planta por año.



Tabla 2. Costos asociados a la mano de obra

Cargos	Cantidad	Salario bruto unitario por mes [US\$]	Salario total mensual [US\$]	Salario total anuales [US\$]
<i>Mano de obra directa</i>				
Jefe de Planta	1	2.000	2.000	26.000
Supervisores Operativos	1	1.700	1.700	22.100
Supervisores QHSMA	1	1.700	1.700	22.100
Secretario Administrativos	1	850	850	11.050
<i>Mano de obra indirecta</i>				
Operarios técnicos	2	950	1.900	24.700
Auxiliar de limpieza	1	750	750	9.750
Total	7	7.950	8.900	115.700

- *Cuentas a cobrar*

Es la inversión necesaria como consecuencia de vender a crédito, lo cual depende de las condiciones de crédito, es decir, el período promedio de tiempo (p.p.r) en que la empresa recupera el crédito. La fórmula contable es la siguiente

$$CxC = \frac{\text{ventas anuales}}{365} * p.p.r$$

La venta de Dióxido de titanio (80% de TiO₂) y Lodos (US\$ 117/ton) es de US\$ 0,1504 y US\$ 5657,5 respectivamente.

La venta de agua potable es de US\$ 421.794.

Venta total: US\$ **427.451,6**.

$$CXC = \frac{(427.451,6)}{365} * 30 = \text{US\$ } 27808,03$$

- ✓ Pasivo de trabajo

El pasivo de trabajo se define como los créditos a corto plazo en conceptos como impuestos, algunos servicios y proveedores.

En la siguiente Tabla, se presentan las inversiones en Capital de Trabajo.



Tabla. Inversión en Capital de Trabajo

Capital de Trabajo	Monto [US\$]
Activo de Trabajo	
Materias primas e insumos	88.982
Cuentas a Cobrar	427.452
Caja y Bancos	115.700
Total activo de trabajo	632.134
Pasivo de Trabajo	
Costos variables	89.401
Costos fijos	123.699,5
Total pasivo de trabajo	213.100
Inversión en Capital de Trabajo	419.034

Tabla. Inversión total

Inversión capital de trabajo [US\$]	419.034
Inversión en rubros asimilables [US\$]	74.616
Inversión activo fijo total [US\$]	2.024.635
Total	2.518.285

2. Costos

Los costos representan la erogación de dinero que existe durante el tiempo de funcionamiento de la planta a partir de su puesta en marcha. Estos costos pueden ser categorizados en *costos de fabricación* y *gastos generales*.

Los costos de fabricación pueden a su vez ser subdivididos en costos directos de producción, costos fijos y costos generales de planta. Los costos generales por su parte pueden ser caracterizados en gastos de administración, de financiación, impuestos a las ganancias y concientización acerca del uso responsable del agua.

Los costos de fabricación son los costos asociados a la producción y a los equipos físicos de la planta.

2.1. Costos directos de producción (costos variables)

- *Materias primas*

Los costos asociados a las materias primas involucrados durante la elaboración del producto se estimaron en función a las cantidades requeridas para obtener el producto terminado.



Tabla 1. Costos materias primas

Insumos	Precio por Tn [US\$]	Toneladas consumidas por año [US\$]	Costo por año [US\$]
Dióxido de Titanio	1.400	1,343210 ⁻⁴	0,187
Sulfato de Aluminio	90	5,05	454,5
Cal Hidratada	95	931	88.445
Cloro	1.100	0,075	82,5
Total	2.685	936,125	88.982

- **Potencia**

El cálculo de consumo de electricidad se calcula teniendo en cuenta el gasto energético de todos los aparatos eléctricos en la planta: bombas, cinta transportadora, agitador, aires acondicionados, computadoras, heladeras. El consumo total de la planta, es de 800KWh. Teniendo en cuenta el precio del KWh en la provincia de Santa Fe (Anexo I, Tabla 1), incluyendo impuestos, es de US\$ 0,0436 se abonará mensualmente una suma de US\$ 34,86. El gasto anual será de **US\$ 418,29**.

Tabla. Costos variables totales

Costos variables	[US\$]
Materias primas	88.982
Potencia	419
Total	89.401

2.2. Costos fijos

Durante la vida útil de una planta, éste o no en operación existen erogaciones de dinero que no dependen de la producción, es decir que no varían con el volumen de productos procesados en la planta. Estos tipos de gastos incluyen los seguros, mano de obra de operación, los impuestos y costos administrativos.

- **Mano de obra de operación**

En base al número de empleados estimados, teniendo en cuenta que al cabo de un año laboral se harán efectivos 13 salarios (12 por los meses trabajados y el restante por el aguinaldo con vacaciones pagas y cargas sociales), los costos asociados a la mano de operación, se detallan en la siguiente Tabla.



Tabla 2. Costos asociados a la mano de obra

Cargos	Cantidad	Salario bruto unitario por mes [US\$]	Salario total mensual [US\$]	Salario total anuales [US\$]
<i>Mano de obra directa</i>				
Jefe de Planta	1	2.000	2.000	26.000
Supervisores Operativos	1	1.700	1.700	22.100
Supervisores QHSMA	1	1.700	1.700	22.100
Secretario Administrativos	1	850	850	11.050
<i>Mano de obra indirecta</i>				
Operarios técnicos	2	950	1.900	24.700
Auxiliar de limpieza	1	750	750	9.750
Total	7	7.950	8.900	115.700

- **Seguros**

Se calculan los seguros del proyecto en un 0,4% del activo fijo. Los seguros a pagar serán de **US\$ 5.999,5**.

- **Impuestos**

Considerando que los impuestos corresponden a un 10% del valor del Terreno, el valor total a pagar va a ser de **US\$ 2.000**.

Tabla. Costos fijos totales

Costos fijos	[US\$]
Mano de obra	115.700
Impuestos	2.000
Seguros	5.999,5
Total	123.699,5

Tabla. Costos totales según el horizonte de proyecto

Año	Capacidad %	Costos variables [US\$]	Costos fijos [US\$]	Costos Totales [US\$]
1	80	71.521	123.700	195.220
2	90	80.461	123.700	204.160
3	100	89.401	123.700	213.101
4	100	89.401	123.700	213.101
5	100	89.401	123.700	213.101
6	100	89.401	123.700	213.101
7	100	89.401	123.700	213.101
8	100	89.401	123.700	213.101
9	100	89.401	123.700	213.101
10	100	89.401	123.700	213.101



3. Diagrama del punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones de los costos fijos, costos variables y los beneficios. El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que son iguales los beneficios por ventas a la suma de los costos fijos y los variables.

$$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{V}}$$
$$PE = \frac{123.700}{1 - \frac{89.401}{427.452}} = US\$ 156.413,7$$

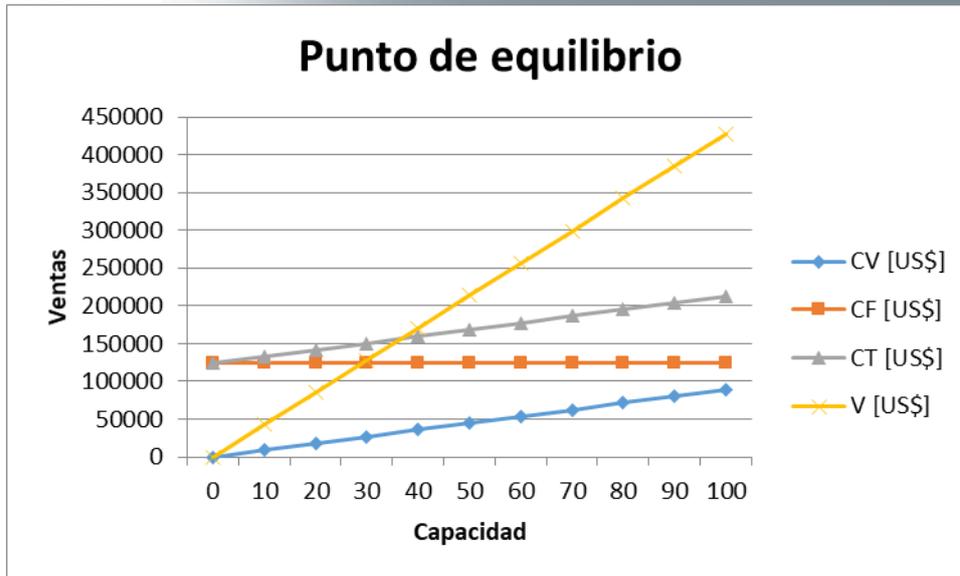
Equivale al 36,6%.

CV: costos variables
CF: costos fijos
V: ingresos por ventas
CT: costos totales

Tabla. Punto de equilibrio

Costos fijos [US\$]	123.700
Costos variables[US\$]	89.401
Costos totales [US\$]	213.101
Ingresos por ventas [US\$]	427.452
Punto de equilibrio [US\$]	156.413,7

Capacidad (%)	CV [US\$]	CF [US\$]	CT [US\$]	V [US\$]
0	0	123.700	123.700	0
10	8940	123.700	132.640	42745
20	17880	123.700	141.580	85490
30	26820	123.700	150.520	128235
40	35760	123.700	159.460	170981
50	44701	123.700	168.400	213726
60	53641	123.700	177.340	256471
70	62581	123.700	186.280	299216
80	71521	123.700	195.220	341961
90	80461	123.700	204.160	384706
100	89401	123.700	213.101	427452



4. Evaluación Económica

Se presenta el estudio de factibilidad económico-financiera, que consta de la realización del flujo de caja, el cálculo de los indicadores económicos más relevantes (VAN, TIR, tiempo de repago, índice de rentabilidad) y la determinación de las variable a las que es sensible la rentabilidad del proyecto. Para la determinación de los indicadores económicos se procede en primer lugar al cálculo de los flujos de fondo, considerando dos escenarios:

- 1) Sin financiamiento
- 2) Con financiamiento

- 1) Sin financiamiento: En forma general, se proyectan los costos e ingresos por ventas en los 10 años del proyecto, dependiendo de la capacidad operativa. En el año cero se supone que se realiza la inversión de capital inicial.

En primer lugar se calculan los ingresos netos de la empresa, resultando de restar a los ingresos por ventas los ingresos brutos, los cuales equivalen a un 6% de los ingresos por ventas. Luego, la utilidad bruta se obtiene de restar los costos totales de producción a los ingresos netos. Una vez calculada la utilidad bruta, se considera el impuesto a las ganancias dando como resultado la utilidad neta. La utilidad neta se le suma la amortización la cual equivale al 10% del activo fijo, para dar como resultado el flujo de fondo anual.

Luego se procede al cálculo de los flujos descontados, aplicando la TMAR como se explicará posteriormente.

- 2) Con financiamiento del 75%: Los flujos de fondos con financiamiento se calculan de forma similar a sin financiamiento, con la singularidad que se deben restar los pagos de deuda año a año, según se calcula mediante la Tabla de pago de deuda.



La Tabla de pago de deuda se ha considerado de forma tal que el pago anual sea el mismo, puede tener un plazo de 20 años, y una tasa de interés fija del 0,75%. Será ejecutado por el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE), un organismo público dedicado al financiamiento de mediano y largo plazo para inversión productiva y para comercio exterior.

La anualidad se calcula entonces con la siguiente ecuación:

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Los parámetros para el cálculo del pago de deuda:

Tabla. Pago de deuda

Financiamiento	75%
Anualidad	196.749,6
Tasa de interés	0,0075
Monto de préstamo	1.888.713,7

Siendo entonces la tabla de pago de deuda:

Año	Interés	Pago a fin de año	Pago principal	Deuda después de pago
0	0	196.749,6	0	1.888.714
1	14.165	196.749,6	182.584	1.706.129
2	12.796	196.749,6	183.954	1.522.176
3	11.416	196.749,6	185.333	1.336.843
4	10.026	196.749,6	186.723	1.150.119
5	8.626	196.749,6	188.124	961.996
6	7.215	196.749,6	189.535	772.461
7	5.793	196.749,6	190.956	581.505
8	4.361	196.749,6	192.388	389.116
9	2.918	196.749,6	193.831	195.285
10	1.465	196.749,6	195.285	0



Flujo de fondo anual	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por ventas		271051,20	304932,60	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00
Ingresos brutos		16263,07	18295,96	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84
Ingresos netos		254788,13	286636,64	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16
Costos totales		176403,20	198453,60	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00
Amortización		180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90
Utilidad Bruta		-101647,97	-91849,86	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74
Impuestos a las ganancias		-35576,79	-32147,45	-28718,11	-28718,11	-28718,11	-28718,11	-28718,11	-28718,11	-28718,11	-28718,11
Utilidad Neta		-101647,97	-91849,86	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74	-82051,74
Amortización		180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90
Inversión inicial	-2.521.411										
Capital de Trabajo	-245.778										245778,00
Flujo neto de efectivo	-2.767.189	78384,93	88189,04	97981,16	97981,16	97981,16	97981,16	97981,16	97981,16	97981,16	343759,16
Flujo descontados		77994,95	87307,78	96526,02	96045,79	95567,95	95092,49	94619,39	94148,65	93680,25	327034,57
Flujo descontados acumulados	-2.767.189	-2689194,05	-2601886,26	-2505360,25	-2409314,46	-2313746,51	-2218654,02	-2124034,63	-2029885,98	-1936205,74	-1609171,17



Flujo de fondo anual con financiamiento	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por ventas		27105,20	304932,60	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00	338814,00
Ingresos brutos		16263,07	18295,96	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84	20328,84
Ingresos netos		254788,13	286636,64	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16	318485,16
Intereses		137152,15	128501,00	118994,00	108547,00	97067,00	84451,00	70558,00	55354,00	38613,00	20216,00
Costos totales		176403,20	198453,60	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00	220504,00
Amortización		180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90
Utilidad Bruta		-23880,12	-220350,86	-201045,74	-190598,74	-179118,74	-166502,74	-152609,74	-137405,74	-120664,74	-102267,74
Impuestos a las ganancias		-83580,04	-77122,80	-70366,01	-66709,56	-62691,56	-58275,96	-53413,41	-48092,01	-42732,66	-35793,71
Utilidad Neta		-23880,12	-220350,86	-201045,74	-190598,74	-179118,74	-166502,74	-152609,74	-137405,74	-120664,74	-102267,74
Amortización		180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90	180032,90
Inversión inicial	-1.134.635										
Capital de Trabajo	-245.778										245778,00
Pago principal		87474,00	96125,00	105632,00	116079,00	127559,00	140175,00	154038,00	169272,00	186013,00	204410,00
Flujo neto de efectivo	-1.380.413	-146241,22	-136442,96	-126644,84	-126644,84	-126644,84	-126644,84	-126614,84	-126644,84	-126644,84	-126644,84
Flujo descontados		-140616,56	-126149,18	-112586,80	-108256,54	-104092,83	-100089,26	-96216,87	-92538,14	-88978,98	-85556,72
Flujo descontados acumulados	-1.134.635	-1275251,56	-1401400,74	-1513987,54	-1622244,08	-1726336,91	-1826426,16	-1922643,04	-2015181,18	-2104160,17	-2189716,88



4.1. Indicadores económicos

$$TMAR = i + f + i * f$$

Donde

i: premio al riesgo

f: inflación

Al realizar los cálculos financieros en dólares no se tiene en cuenta la inflación. Mientras que, el premio al riesgo se considera del mismo valor que un plazo fijo en dólares, ya que al utilizar agua como materia prima no hay riesgo alguno.

$$TMAR = 4\%$$

4.1.1. Valor Actual Neto (VAN)

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa al año cero) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto. La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto se presenta en la Ecuación

$$VAN = \sum_{n=0}^N -P + \frac{Q^n}{(1+r)^n}$$

Dónde

Q^n : Flujo de Caja del período n

r : Tasa de interés

N : Número de períodos de la inversión

P : inversión de capital inicial

Para decidir sobre la viabilidad o no del proyecto, el VAN se interpreta, según el valor obtenido, de la siguiente manera:

- VAN >0: las inversiones producirán ganancias y el proyecto es aceptable.
- VAN <0: las inversiones producirán pérdidas y el proyecto no es aceptable.
- VAN =0: el proyecto tendrá una renta exactamente igual a lo que se exige a través de la tasa de actualización.



Sin financiamiento

$$VAN = -1.195.599,74$$

Con financiamiento

$$VAN = -891.219,59$$

4.1.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Este indicador se define como la tasa de interés o de corte a partir de la cual se obtiene un Valor Actual nulo. Es la tasa de descuento que iguala al valor actual de las inversiones con el valor futuro de los ingresos previstos. Este es otro criterio que se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un Proyecto de Inversión. A mayor valor del TIR con una tasa mínima, normalmente la tasa de rentabilidad libre de riesgo. Si la tasa de rendimiento del Proyecto, expresada por la TIR, supera a la tasa mínima, la inversión es aceptable; en caso contrario, se rechaza.

$$VAN = 0$$

$$-P + \frac{Q^t}{(1+r)^t} + \dots + \frac{Q^n}{(1+r)^n} = 0$$

Sin financiamiento

$$TIR = -0,06$$

Con financiamiento

$$TIR = -0,18$$

Sin financiamiento	
TMAR	0,04
VAN	-1195599,7
TIR	-0,06

Con financiamiento	
TMAR	0,04
VAN	-891219,6
TIR	-0,18

El proyecto con y sin financiamiento no es rentable. La TIR, da tan baja debido al elevado costo de los equipos, la materia prima y el bajo precio del agua, el cual está regido por el precio presente en el mercado; ya que si se modifica el precio final del agua el producto deja de ser competente en el mercado.

No debemos olvidar que éste proyecto se desarrolló con el objetivo de avanzar hacia el desarrollo social; pero con la ayuda del gobierno de la provincia de Santa Fe podemos recurrir a subsidios. Además, la anualidad necesaria para pagar el préstamo es aproximadamente la mitad de las ganancias generadas por el proyecto; sin tener en cuenta los gastos del mismo. Por este motivo no se puede afrontar el financiamiento.



4.1.3. Período de recuperación (rp)

Es el tiempo necesario para recuperar el capital invertido mediante los futuros ingresos netos previstos, es decir, el período al cual el acumulado de los flujos de caja actualizada del proyecto se hace cero.

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\text{inversión total de capital}}{\text{ganancia media/año}}$$

$$\text{Período de recuperación} = \frac{2.518.285}{129.406} = 19,46$$



CAPÍTULO XI: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.



1. Introducción

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad producirá en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, a fin de ser aceptado, modificado o rechazado por las autoridades competentes.

El presente estudio comprende la Evaluación de Impacto Ambiental de la planta potabilizadora de agua situado en el partido de General Obligado para ser presentado ante la Secretaria de Medio Ambiente a efectos de gestionar el correspondiente CAA (Certificado de Aptitud Ambiental), en cumplimiento de lo previsto en la Ley N° 11.717, reglamentado por el decreto 0101/2003 de la Provincia de Santa Fe, la Ley nacional 25.675 ("Ley General del Ambiente"), y la Ley Nacional 25.831 ("Régimen de libre acceso a la información pública Ambiental").

2. Categorización según su nivel de complejidad ambiental (NCA)

La Ley 11.717 reglamentada por el decreto 0101/2003 establece que toda instalación o proyecto de instalación debe ser categorizado, es decir, que debe establecer cuál es su nivel de Complejidad Ambiental. De acuerdo a la categoría a la cual pertenezca, la Ley establece que deben ser considerados para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental, a cargo de un profesional habilitado.

La Autoridad de Aplicación es quien luego realiza la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y entrega, si está aprobado, el Certificado de Aptitud Ambiental, el cual debe ser renovado cada dos años con la presentación de una Auditoría Ambiental.

El NCA de un establecimiento se obtiene mediante un cálculo en base a una fórmula polinómica en la que se contemplan los siguientes factores, conforme lo establecido por las resoluciones SAyDS N°177/2007, N°303/2007 y N° 1639/2007. El gobierno de Santa Fe adhiere a la ley nacional 25.675.

- **Rubro (Ru).** Las actividades se categorizan en tres categorías, de acuerdo con la clasificación internacional de actividades (CIU), correspondiendo a cada grupo un valor determinado:

-Grupo 1= Valor 1

-Grupo 2= Valor 5

-Grupo 3= Valor 10



- **Efluentes y residuos (ER).** La calidad (y en algunos casos cantidad) de los efluentes y residuos que genere el establecimiento.
- **Riesgo (Ri).** Se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad, que puedan afectar a la población o al medio ambiente circulante.
- **Dimensionamiento (Di).** La dimensión del establecimiento tendrá en cuenta la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie.
- **Localización (Lo).** La localización del establecimiento tendrá en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de los servicios que posee.
- **Factor de ajuste** por manejo de sustancias particularmente riesgosas en determinadas cantidades.
- **Factor de ajuste** por demostración de un sistema de gestión ambiental, aplicable a aquellas organizaciones que cuenten con una certificación vigente del sistema de gestión ambiental, otorga por un organismo independiente debidamente acreditado y autorizado para ello.

$$\text{NCA}_{(\text{inicial})} = \text{Ru} + \text{ER} + \text{Ri} + \text{Di} + \text{Lo} \quad \text{Ec. 14.1}$$

$$\text{NCA} = \text{NCA}_{(\text{inicial})} + \text{AjSP} - \text{AjSGA} \quad \text{Ec. 14.2}$$

Determinación de Categorías de Riesgo Ambiental

De acuerdo con los valores de la NCA que arrojen las combinaciones de variables establecidas, las industrias y actividades de servicio se clasificarán, con respecto a su riesgo ambiental, en:

1. PRIMERA CATEGORÍA (hasta 11 puntos inclusive)
 2. SEGUNDA CATEGORÍA (12 a 25 puntos inclusive)
 3. TERCERA CATEGORÍA (mayor de 25)
- **Rubro.** De acuerdo con el listado de rubros comprendidos en el Anexo 1 de la resolución 1639/07, donde se encuentra la clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU), la planta se clasifica como grupo 2, por lo tanto se le asigna al rubro un valor de 5.
 - **Efluentes y Residuos.** La calidad de los efluentes y residuos que genere el establecimiento se clasifican como de tipo 1 según el siguiente detalle:
Tipo 1 = Valor 3
 - i) Gaseosos: gases de combustión de hidrocarburos líquidos.
 - ii) Líquidos: agua de proceso con aditivos y agua de lavado que no



contengan residuos peligrosos o que no pudiesen generar residuos peligrosos. Provenientes de plantas de tratamiento en condiciones óptimas

de funcionamiento.

iii) Sólidos o Semisólidos: que puedan contener sustancias peligrosas o pudiesen generar residuos peligrosos.

- **Riesgo.** Se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad, que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante, asignando 1 punto por cada uno, a saber:
 - Riesgo acústico;
 - Riesgo por sustancias químicas;
 - Riesgo de explotación;
 - Riesgo de incendio.

Ya que en la planta se opera con una bomba se tendrá en cuenta riesgo acústico. Además, la planta cuenta con almacenamiento de cloro y sulfato de aluminio, que no son sustancias inflamables, por lo que solo se considera riesgo por sustancias químicas. También se tendrá en cuenta riesgo de incendio por un eventual cortocircuito de la planta. Esto dará un total de 4 para riesgo.

- **Dimensionamiento.** La dimensión del establecimiento tendrá en cuenta la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie:
 - Cantidad de personal: hasta 15 personas= valor 0. La planta cuenta con 7 empleados.
 - Potencia instalada (en HP): Hasta 25 adopta el valor 0. La potencia instalada de la planta resulta en un valor de 20.
 - Relación entre superficie cubierta y superficie total: De 0.21 hasta 0.5 adopta el valor 1. La planta tiene una relación de superficie cubierta a superficie total de 0.35

- **Localización.** La localización del establecimiento, tendrá en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee.

El resto de las zonas= valor 2.

Entonces:

$$NCA_{(inicial)} = 5+3+4+1+2 = 15$$

$$NCA = NCA_{(inicial)} + AjSP - AjSGA$$

Donde:

AjSP= 0, ya que se debe superar un umbral de 1 tonelada para As (V) y 0,1 toneladas para As(III), no ocurriendo esto en la planta (Apéndice, parte 1, Res. 1639)



AjSGA= 0, debido a que la planta no cuenta con una certificación vigente de sistema de gestión ambiental.

Por lo tanto;

NCA= 15

La planta potabilizadora de General Obligado se clasifica en la segunda categoría. Esto implica que para la obtención del Certificado de Aptitud Ambiental, la planta deberá presentar al Municipio la correspondiente Evaluación de Impacto Ambiental.

3. Medio ambiente físico

El proyecto se emplazará General Obligado.

Se desarrolla a continuación una breve descripción del Medio Ambiente Natural Regional en el que está inserta la planta.

Provincia de Santa Fe

Aspectos geográficos

Si bien es una provincia mediterránea, tiene salida al mar mediante el río Paraná, luego devenido en el río de la Plata. Por su extensión es la décima provincia argentina. Se extiende por una vasta llanura. El río Salado señalaría la separación aproximada entre la zona norte, incluida en la región chaqueña, y la zona sur que pertenece a la llanura pampeana. Dicha llanura es el producto de la acumulación de sedimentos del macizo de Brasilia, durante la era precámbrica. Las partes más elevadas se encuentran al oeste de la provincia. Al sur de la capital provincial, la costa del río Paraná presenta altas barrancas.

Relieve

El relieve santafesino es una extensa llanura inclinada en dirección noroeste-sudeste, cuyos sedimentos han ido colmando una gran fosa tectónica de hundimiento. Se diferencia en sus zonas norte y sur, las que integran las regiones chaqueña y pampeana respectivamente, presentando diversos aspectos: las subregiones del Chaco Oriental y de la Diagonal Fluvial de la Región Chaqueña, y las subregiones de la Pampa del Norte o de la Colonia y de la Pampa Ondulada en la mitad sur y sudeste.

El Chaco Oriental, conocido también como los Bajos Submeridionales, está caracterizado por la uniformidad de los suelos, en donde la falta de drenaje causa la formación de cañadas, lagunas y zonas anegadizas, en coincidencia con los períodos de mayores precipitaciones. En la diagonal fluvial, en el noroeste provincial, existe un relieve plano con una suave inclinación hacia el



sur y el este lo cual condiciona el sentido del escurrimiento de los numerosos arroyos, cañadas y lagunas que los surcan. Allí se genera una formación arbórea conocida como cuña boscosa.

El relieve de transición en el centro provincial, suavemente ondulado a plano o deprimido en las cercanías de los arroyos y los ríos como el río Salado, y en donde se presentan desde bosques bajos hasta amplias sábanas de pastizales y pajonales, marca el nexo con la zona pampeana del sur. La Pampa norte que se abre a partir de aquí es caracterizada por la monótona llanura sólo interrumpida por los ríos, arroyos y suaves lomadas.

Por último la Pampa Ondulada, situada al sudeste del río Carcarañá, es una franja litoral que topográficamente se caracteriza por estar a menos de 100 m sobre el nivel del mar; presentando ondulaciones suaves con desniveles inferiores a 5 metros y valles fluviales abarrancados. El punto más alto de la provincia se sitúa en la localidad de Labordeboy, al sudoeste de la provincia, con una altitud de 104 msnm.

Sismicidad

La provincia responde a las subfallas *del río Paraná*, y *del río de la Plata* a la falla de *Punta del Este*, con sismicidad baja. Sus últimas expresiones se produjeron además del sismo de 1948, el 5 de junio de 1888 (127 años), a las 3.20 UTC-3, con una magnitud aproximadamente de 5,0 en la escala de Richter (terremoto del Río de la Plata de 1888).

Hidrografía

La hidrografía presenta como rasgo destacado la presencia del río Paraná, que también cumple la función de límite provincial. Además existen numerosos ríos "tributarios", entre ellos el Salado del Norte, Carcarañá y Arroyo del Medio desde la costa oeste. Todo el territorio santafesino, por su pendiente, pertenece a la cuenca del río Paraná y por éste a la del río de la Plata. Sólo muy pocos cursos de agua, localizados en un pequeño sector del oeste provincial, de pobre caudal, desaguan en la laguna cordobesa de Mar Chiquita, ubicada dentro de la extensa cuenca sin desagüe que se extiende en diagonal desde la Puna hasta el sudoeste bonaerense.

En la región norte y central, amplios cañadones y vaguadas con franco declive hacia el sur encauzan a las lentas corrientes fluviales a seguir paralelas al Paraná por muchos kilómetros, originando en su recorrido lagunas y bañados. El curso del río Salado es un ejemplo del comportamiento de las aguas superficiales en esta parte de la provincia. En la región sur los ríos y arroyos,



como el Saladillo, Pavón y el del Medio siguen la corriente de oeste a este que los lleva en corto recorrido al Paraná.

El río Salado, luego de recorrer las provincia de Salta, Catamarca, Tucumán y Santiago del Estero, al entrar en Santa Fe recibe numerosos canales y cursos de agua originados en lagunas y cañadas: ríos Calchaquí, arroyos Las Conchas, San Antonio y Bululú, desembocando finalmente en el Río Coronda, brazo del Paraná al sur de la ciudad de Santa Fe. Presenta una creciente estival y una bajante que abarca el resto del año.

La cuenca del río Carcarañá, se extiende parcialmente en una delgada franja transversal del sur santafesino, y sus dos principales afluentes son los ríos Tercero y Cuarto, con el mismo régimen de alimentación pluvial. El canal San Antonio, el arroyo de las Tortugas y la Cañada de Santa Lucía, luego de establecer por más de 150 km, el límite entre Córdoba y Santa Fe, escurren sus aguas en el río Carcarañá. Este recibe por margen izquierdo la Cañada de Gómez, recorre caudales y saltos, afloramientos de tosca, se vuelve abarrancando y desagua en el Río Coronda, al sur de Gaboto.

Clima

La inclusión de la provincia en dos zonas geográficas como la chaqueña al norte y la pampeana al sur, marca dos ambientes climáticos claramente diferenciados. La parte norte, se caracteriza por su temperatura elevada, con promedios de 21 °C y precipitaciones entre 800 y 1.100 mm anuales, que disminuyen hacia el oeste.

Flora y fauna

Las condiciones autóctonas de la flora santafesina ha sufrido cambios por la acción del avance de los cultivos, a lo que se ha sumado la introducción de árboles exógenos, como: paraíso, álamo, eucalipto, acacia, pino, plátano.

En la región norte y boscosa abundan los quebrachales y otros árboles de maderas duras, que forman montes tupidos.

En la pradera del sur reina el ombú interrumpiendo el interminable mar de pasturas verdes, mientras que a orillas de los ríos, crecen sauces, ceibales, aromitos, ombúes, laureles, aguaribayes y algarrobos. Entre las hierbas características de la región encontramos yuyo colorado, manzanilla, malva, verbena, alfilerillo, cepa caballo, abrojo, cicuta y cardo.



Los animales autóctonos, naturalmente escasos en número en esta región, fueron siendo raleados por la expansión agroganadera. Entre la casi extinta fauna autóctona se destacan el venado, el zorrino, el ñandú, el peludo, la mulita, el zorro pampeano, la vizcacha, el puma y el gato de los pajonales. Al lado de estas especies, y junto al río Paraná se pueden encontrar serpientes yarará, lagartos, batracios y aves como el carancho (*Caracara plancus*), perdices, chorlos, lechuzas, búhos, colibríes, horneros, benteveos y tordos.

La fauna ictícola que se desarrolla en el río Paraná a la altura de la provincia de Santa Fe está compuesta por más de 200 especies. De ellas se destacan diversas clases de peces como: dorado (*Salminus brasiliensis*), armado, surubí (*Pseudoplatystoma*), patí (*Luciopimelodus pati*), mojarra, sábalo (*Prochilodus lineatus*), manduví (*Ageneiosus valenciennesi*), amarillo, boga (*Leporinus obtusidens*), pacú (*Piractus mesopotamicus*) y moncholo.

Jaaukanigás es un humedal ubicado en el río Paraná medio, al noreste de la provincia de Santa Fe, Argentina, en el Departamento General Obligado. Es un complejo de cursos de agua, lagunas, estanques, pantanos de agua dulce permanentes y pastizales inundados estacionalmente, con una importante biodiversidad. Fue declarado el 10 de octubre de 2001 sitio Ramsar n° 1112, el noveno en la Argentina, con la categoría de humedal de importancia internacional.

Tiene una superficie de 492 000ha. Limita al norte con el paralelo 28° -límite entre las provincias de Chaco y Santa Fe, y límite sur del sitio Ramsar Humedales Chaco-; al oeste con la Ruta Provincial 1 y la Ruta Nacional 11; al sur con el arroyo Malabrigo; y al este con el canal de navegación del río Paraná, límite entre las provincias de Corrientes y Santa Fe. En lengua abipona *jaaukanigas* significa gente del agua.

La fauna y flora de *Jaaukanigás* está compuesta por unas 699 especies de vertebrados y 882 especies de plantas.

Flora

Algunas de las especies son el quebracho colorado, el guayacán, el mistol, el sacha poroto, el palo cruz, el algarrobo negro, el ambay, el ingá, el sangre de drago, el canelón, el timbó blanco y el colorado, y el ivirá-puitá.

Fauna

- Mamíferos: la zona es hábitat del aguará guazú, el lobito de río, el oso mielero, el carpincho y el mono aullador o carayá. En cuanto al jaguar o yaguareté este gran félido americano era común hasta la primera mitad del recién pasado s. XX pero fue absolutamente exterminado por el



humano, lo mismo que el otro gran félido americano, el puma, e igual suerte parecen haber corrido los suidos tayatos o porcinos salvajes llamados pecaríes, y en gran medida los caimánidos llamados yacarés, aunque aún a inicios del presente s. XXI persisten algunos ejemplares.

- Reptiles: entre ellos, los yacarés overo y negro, la anaconda amarilla o curiyú, el lagarto blanco o tegu argentino, lamusurana, la yarará y la yarará del agua.

- Aves: algunas de las 300 especies son el pato negro, el sirirí colorado, el sirirí cariblanco y el playerito pectoral.

- Peces: existen más de 240 especies ictícolas, entre ellas el pacú, el sábalo, el surubí, el dorado, el manguruyú y el patí.

DATOS METEOROLÓGICOS HISTÓRICOS DEL DEPARTAMENTO DE GENERAL OBLIGADO, PROVINCIA DE SANTA FE

Además de los datos diarios y mensuales de la radiación solar que incide en kW-h/m², debemos contar con información climática como temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa ambiente y presión atmosférica, ya que todos estos factores pueden influir sobre el rendimiento del sistema que se instale.

Cuanto más días de sol al año tenga la región y cuanto mayor sea la heliofania, más apto va ser el lugar para instalar el sistema.



por horas 3 días 7 días 16 días fin de semana históricos

Clima: Datos históricos para General Obligado

martes 01/07/14 - jueves 31/07/14



por horas 3 días 7 días 16 días fin de semana históricos

Clima: Datos históricos para General Obligado

lunes 01/07/13 - miércoles 31/07/13





Fecha	Mínimos (°C)	Máximos (°C)
01/07/2013	8,6	21,2
02/07/2013	5,5	22,4
03/07/2013	14,8	23,8
04/07/2013	18,9	25,6
05/07/2013	20,2	29,5
06/07/2013	22	30,8
07/07/2013	13,6	18,7
08/07/2013	11,6	16,2
09/07/2013	13,2	18,8
10/07/2013	16,5	28
11/07/2013	19,4	28,5
12/07/2013	20	22,5
13/07/2013	18	19,5
14/07/2013	18,3	19,6
15/07/2013	13,1	19
16/07/2013	7,6	22
17/07/2013	13,5	13,5
18/07/2013	19,1	26,8
19/07/2013	8,4	8,4
20/07/2013	7,8	21,4
21/07/2013	7,4	13,2
22/07/2013	1,4	12,4
23/07/2013	0	11
24/07/2013	0	16,8
25/07/2013	4,3	4,3
26/07/2013	7,2	21,2
27/07/2013	8,9	23,1
28/07/2013	9,2	25
29/07/2013	16,5	30,1
30/07/2013	18,9	30,8
31/07/2013	15,4	29,9
Media	12,23548387	21,09677419

Fecha	Mínimos (°C)	Máximos (°C)
01/07/2014	12,7	17,7
02/07/2014	14,3	20,3
03/07/2014	16,9	20,9
04/07/2014	18,5	25,1
05/07/2014	17,3	24,9
06/07/2014	8,5	16,7
07/07/2014	4,1	18,1
08/07/2014	4,9	17,9
09/07/2014	7,9	20,7
10/07/2014	9,4	16,5
11/07/2014	15,3	23,1
12/07/2014	19,1	24
13/07/2014	18,1	26,9
14/07/2014	20,2	28,9
15/07/2014	20,8	26,7
16/07/2014	17,8	21,9
17/07/2014	18,3	19,6
18/07/2014	7,4	20,9
19/07/2014	6,1	21,9
20/07/2014	7,1	26,2
21/07/2014	13,5	27,1
22/07/2014	20,1	22,1
23/07/2014	13,7	16,2
24/07/2014	9,1	15,1
25/07/2014	1,8	16,6
26/07/2014	3,3	18,3
27/07/2014	4,4	23,1
28/07/2014	7,7	21,1
29/07/2014	16,9	25,7
30/07/2014	18,9	20,5
31/07/2014	17,3	29,5
Media	12,62580645	21,7483871



por horas 3 días 7 días 16 días fin de semana históricos

Clima: Datos históricos para General Obligado

lunes 01/07/13 - miércoles 31/07/13



por horas 3 días 7 días 16 días fin de semana históricos

Clima: Datos históricos para General Obligado

martes 01/07/14 - jueves 31/07/14





Fecha	Mínimos (kmh)	Máximos (kmh)	Fecha	Mínimos (kmh)	Máximos (kmh)
01/07/2013	2	9	01/07/2014	7	9
02/07/2013	0	11	02/07/2014	7	15
03/07/2013	9	5	03/07/2014	4	35
04/07/2013	6	13	04/07/2014	0	19
05/07/2013	0	33	05/07/2014	7	7
06/07/2013	4	20	06/07/2014	7	9
07/07/2013	15	15	07/07/2014	2	9
08/07/2013	11	20	08/07/2014	0	9
09/07/2013	4	22	09/07/2014	2	22
10/07/2013	2	17	10/07/2014	4	11
11/07/2013	9	17	11/07/2014	6	13
12/07/2013	2	9	12/07/2014	6	11
13/07/2013	0	7	13/07/2014	2	20
14/07/2013	0	9	14/07/2014	6	9
15/07/2013	4	9	15/07/2014	15	17
16/07/2013	0	9	16/07/2014	0	6
17/07/2013	6	17	17/07/2014	7	22
18/07/2013	0	44	18/07/2014	4	7
19/07/2013	15	33	19/07/2014	0	7
20/07/2013	0	9	20/07/2014	0	11
21/07/2013	4	15	21/07/2014	6	19
22/07/2013	0	26	22/07/2014	7	20
23/07/2013	4	9	23/07/2014	0	26
24/07/2013	0	9	24/07/2014	15	19
25/07/2013	6	13	25/07/2014	0	7
26/07/2013	6	19	26/07/2014	0	11
27/07/2013	0	9	27/07/2014	4	15
28/07/2013	0	11	28/07/2014	0	19
29/07/2013	11	13	29/07/2014	7	19
30/07/2013	7	22	30/07/2014	4	13
31/07/2013	6	19	31/07/2014	7	7
Media	4,290322581	15,90322581	Media	4,387096774	14,29032258



por horas 3 días 7 días 16 días fin de semana históricos

Clima: Datos históricos para General Obligado

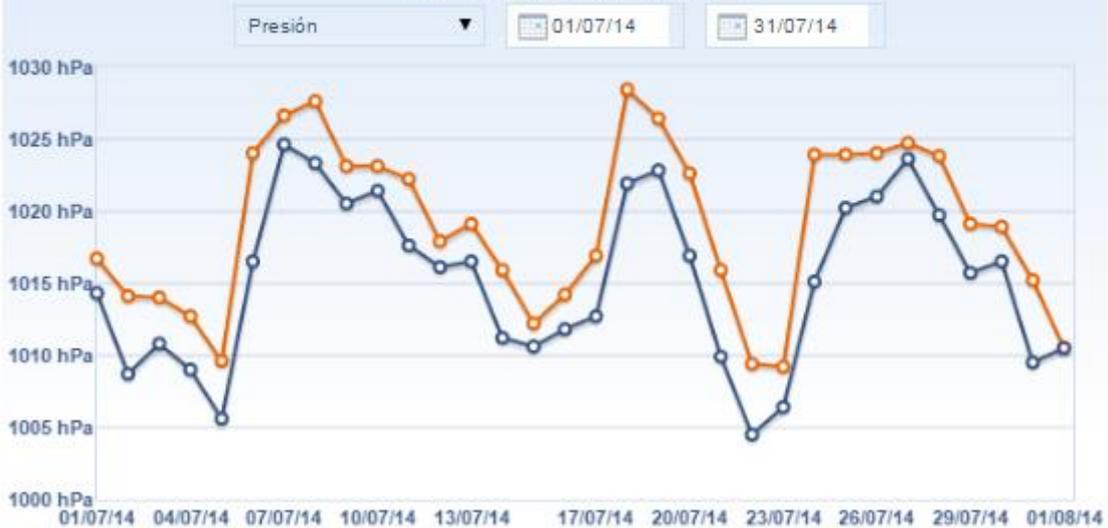
lunes 01/07/13 - miércoles 31/07/13



por horas 3 días 7 días 16 días fin de semana históricos

Clima: Datos históricos para General Obligado

martes 01/07/14 - jueves 31/07/14





Fecha	Mínimos (hPa)	Máximos (hPa)	Fecha	Mínimos (hPa)	Máximos (hPa)
01/07/2014	1014,3	1014,1	01/07/2013	1014,7	1022,6
02/07/2014	1008,7	1014	02/07/2013	1010,3	1021,8
03/07/2014	1010,8	1012,7	03/07/2013	1009,5	1014,3
04/07/2014	1009	1009,6	04/07/2013	1008,9	1011,4
05/07/2014	1005,6	1024	05/07/2013	1009	1013,5
06/07/2014	1016,5	1026,7	06/07/2013	1014,8	1011,5
07/07/2014	1024,6	1027,6	07/07/2013	1022,5	1018,7
08/07/2014	1023,3	1023,1	08/07/2013	1016,5	1026,6
09/07/2014	1020,5	1023,1	09/07/2013	1013,5	1022,7
10/07/2014	1021,4	1022,2	10/07/2013	1011,7	1016,7
11/07/2014	1017,6	1017,9	11/07/2013	1013,8	1014,7
12/07/2014	1016,1	1019,2	12/07/2013	1014,6	1016,5
13/07/2014	1016,5	1015,9	13/07/2013	1015,1	1017
14/07/2014	1011,2	1012,2	14/07/2013	1019,2	1022,3
15/07/2014	1010,6	1014,2	15/07/2013	1017,4	1021,3
16/07/2014	1011,8	1016,9	16/07/2013	1009,7	1017
17/07/2014	1012,7	1028,4	17/07/2013	1005,6	1010,4
18/07/2014	1021,9	1026,4	18/07/2013	1016,9	1021,3
19/07/2014	1022,8	1022,6	19/07/2013	1007,8	1017,7
20/07/2014	1016,9	1015,9	20/07/2013	1011,8	1029,8
21/07/2014	1009,9	1009,4	21/07/2013	1024,1	1028,6
22/07/2014	1004,5	1009,2	22/07/2013	1027,5	1026,5
23/07/2014	1006,4	1023,9	23/07/2013	1027,4	1021,6
24/07/2014	1015,1	1023,9	24/07/2013	1025,9	1020,2
25/07/2014	1020,2	1024	25/07/2013	1020,7	1018,9
26/07/2014	1021	1024,7	26/07/2013	1019,3	1017,4
27/07/2014	1023,6	1028,8	27/07/2013	1017,8	1012,7
28/07/2014	1019,7	1019,2	28/07/2013	1016,4	1009,6
29/07/2014	1015,7	1018,9	29/07/2013	1013,1	1018,9
30/07/2014	1016,5	1015,2	30/07/2013	1008,9	1017,4
31/07/2014	1009,5	1010,5	31/07/2013	1007,6	1012,7
Media	1015,319355	1019,174194	Media	1015,225806	1018,46129



Datos Climáticos. Argentina, Provincia de Santa Fe. Media de los años 2009-2014.

Mes	Abs. Max.	Abs. Min.	Media Max.	Media Min.	Humedad	Prec.	Insol.
Ene	43.5 °C	8.3 °C	31.4 °C	19.4 °C	69 %	121 mm	9.5 h
Feb	41.0 °C	6.6 °C	30.5 °C	19.0 °C	74 %	113 mm	8.8 h
Mar	38.7 °C	4.9 °C	27.7 °C	17.3 °C	77 %	156 mm	7.5 h
Abr	35.4 °C	1.0 °C	23.4 °C	14.1 °C	80 %	85 mm	6.8 h
May	31.1 °C	-3.4 °C	19.1 °C	10.7 °C	81 %	49 mm	5.8 h
Jun	29.0 °C	-4.9 °C	15.7 °C	7.0 °C	82 %	38 mm	5.0 h
Jul	28.1 °C	-5.0 °C	15.5 °C	6.9 °C	81 %	38 mm	5.2 h
Ago	33.4 °C	-5.0 °C	17.1 °C	7.4 °C	76 %	37 mm	6.1 h
Sep	33.0 °C	-1.0 °C	20.2 °C	9.7 °C	73 %	55 mm	6.9 h
Oct	39.1 °C	-0.9 °C	23.2 °C	12.1 °C	72 %	100 mm	7.7 h
Nov	38.4 °C	4.6 °C	27.0 °C	15.1 °C	69 %	106 mm	9.0 h
Dic	41.5 °C	4.2 °C	29.7 °C	17.7 °C	68 %	107 mm	9.1 h
Anual	43.5 °C	-5.0 °C	23.4 °C	13.0 °C	75 %	1004 mm	7.3 h

4. Descripción del proyecto

El **Estudio de Impacto Ambiental** (EIA), tiene por función analizar la viabilidad ambiental del Proyecto, identificar el contexto en el cual será desarrollado y efectuar recomendaciones que permitan la elaboración del mismo, en total compatibilidad con el ambiente.

El objetivo general del EIA, es identificar y valorar los impactos ambientales que este proyecto pueda ocasionar sobre el ambiente (tanto natural como socio-económico) y sobre las áreas de influencia definidas en estos estudios y efectuar recomendaciones tempranas que permitan maximizar los impactos positivos y mitigar los potenciales impactos negativos.

Los principales impactos ambientales generados durante la operación y construcción, en la implementación de cada uno de los subsistemas que componen un sistema de abastecimiento de agua potable (captación, tratamiento, y distribución del agua) se organizan en las siguientes secciones:

- Impactos relacionados con la Captación de Agua (fuente, obras de captación, estaciones de bombeo, e impulsión de agua cruda).
- Impactos relacionados con el Tratamiento de Agua (planta de tratamiento, disposición de lodos residuales).
- Impactos relacionados con el Sistema de Distribución de Agua Potable (unidades de almacenamiento)



Condiciones y medio ambiente de trabajo. Riesgos internos específicos de la actividad

En la operación habitual de la unidad podrán existir los siguientes riesgos:

- Emisiones sonoras y ruidos.
- Vibraciones.
- Sustancias químicas.
- Riesgos mecánicos y/o eléctricos.
- Fugas y/o derrames.

Las partes móviles de las maquinas se encontraran con su correspondiente protección y serán identificadas de color amarillo. De igual forma la instalación eléctrica será señalizada de forma correcta, y todos los equipos eléctricos contarán con su correspondiente puesta a tierra.

Se elaborara un plan de emergencia, y se instalarán las alarmas correspondientes en caso de accidente. El plan de emergencia se detalla más adelante.

El personal deberá ser debidamente capacitado para la rápida intervención y control de eventuales derrames, para evitar la contaminación de suelos y agua.

En las etapas de Construcción y la de Abandono, considerando las características de la obra, los riesgos son: caída de diferente nivel, ergonómicos, atrapamiento, golpes, riesgo eléctrico, productos químicos, etc.

Se realizará un estricto control en pos de la prevención de riesgos que implica al personal de las distintas áreas de trabajo.

Las tareas dentro del complejo deben realizarse utilizando al menos los siguientes elementos de protección personal (uso obligatorio):

- Casco
- Guantes
- Protección ocular
- Protección auditiva
- Zapatos de seguridad
- Máscara respiratoria

Estos puntos deberán ser tenidos en cuenta en la elaboración del Plan de Seguridad de la Obra elaborado por terceros, y acordadas las medidas de prevención y protección, ya que durante el montaje el personal de las empresas contratistas debe satisfacer los mismos requerimientos en cuanto a cumplimiento de la ley y normas internas que el personal de la empresa, emanadas de la política de Medio Ambiente, Higiene y Protección Industrial, en la cual se incluye la capacitación permanente del personal en aspectos de higiene y seguridad, la provisión de los elementos de protección personal, controles médicos del personal expuesto a riesgos, etc.

Identificación de los factores ambientales susceptibles de recibir impacto, Identificación de las acciones impactantes.

Se han definido tres etapas en el desarrollo de las actividades del proyecto, sujetas a la evaluación de impactos ambientales:



- Etapa de Construcción
- Etapa de Operación
- Etapa de Abandono

Etapa de construcción

Se considera que las obras se desarrollan sobre un área ya antropizada y se trabaja sobre la zona de seguridad vial, sector que se encuentra desmontado por el mantenimiento realizado por vialidad. A su vez la obra en cuestión no genera efecto barrera y la afectación al medio es temporaria. La fauna característica (mamíferos, aves e insectos) se encuentra bajo presión debido a la urbanización y al deterioro de su hábitat. El mayor número de acciones llevadas a cabo en la etapa de obra propiamente dicha, están directamente vinculadas con movimientos de suelo debido a excavaciones para las diferentes etapas de obra.

Acciones de proyecto con incidencia ambiental

- Funcionamiento del Obrador
- Depósito de materiales de construcción
- Depósito materiales excedentes y de desechos
- Instalación de oficinas y dependencias (empresa e inspección)

Estación elevadora para la impulsión del agua hasta la Planta

- Montaje de las electrobombas en el interior de la misma.

Cañería de impulsión desde el Rio Paraná hasta la planta potabilizadora. Sistema de impulsión de planta potabilizadora.

- Movimiento de suelos: excavación en zanja para la colocación de cañería.
- Colocación de la cañería en la zanja.
- Tapado y compactación de la zanja.
- Prueba hidráulica de la cañería (consiste en bombear agua en la cañería para probar su resistencia a la presión)
- Colocación de válvulas y accesorios.

Planta Potabilizadora.

- Movimiento de suelos: excavación para la colocación de la cañería.
- Colocación de la cañería en la zanja.
- Tapado y compactación de la zanja.
- Prueba hidráulica de la cañería (consiste en bombear agua en la cañería para probar su resistencia a la presión)
- Colocación de válvulas y accesorios.
- Obras civiles de construcción de cámaras para válvulas
- Obras de ampliación de la capacidad de sedimentación y filtración
- Otras obras civiles



Etapa de operación

Las mayores acciones causantes de los impactos negativos en esta etapa, son las fallas técnicas y operativas que pudieran producirse a lo largo del tiempo, durante el funcionamiento de las obras.

Factores ambientales afectados

MEDIO NATURAL	Abiótico	AIRE	Calidad Ruido
		AGUAS SUPERFICIALES	Drenaje Superficial Calidad Contaminación
		AGUAS SUBTERRANEAS	Calidad Contaminación
		SUELO	Estructura Permeabilidad Erosión
	Biótico	FLORA FAUNA	Fisonomía Habitat
Perceptual	PAISAJE	Local Entorno	
MEDIO SOCIO- ECONOMICO	Social	IAESTRUCTURA Y SERVICIOS	Transporte Prestaciones diversas
		USOS DEL SUELO Y ACTIVIDADES	Calidad de vida Salud de la población Comercio-Servicios
		CONDICIONES LABORALES	Empleo
		ACTIVIDAD ECONOMICA	Generación de expectativas

Análisis de los impactos durante la Etapa de Ejecución (Construcción)

Los componentes ambientales sobre los que se producen los mayores impactos negativos potenciales son:

- Aire:

Debido a la afectación de la calidad del mismo y la generación de ruidos;

- Paisaje natural;
- Suelo:

En cuanto a su drenaje superficial y movimientos del mismo en virtud principalmente de la vibración de los equipos.



La disminución en el caudal de un cuerpo de agua lotico, pueden conducir a un cambio sustancial en los ecosistemas acuáticos dependiendo tanto de las condiciones ambientales externas y las características de la cuenca, como del cuerpo de agua en cuestión (geología, profundidad, caudal, tiempo de residencia) y el volumen captado. Por otra parte, la captación de agua puede modificar la dinámica de nutrientes, las tasas de descomposición, y generar desbalances hídricos aguas abajo por alteración de la planicie de inundación.

Aunque en este caso, dado el alto caudal que posee el río Paraná, la toma de agua proyectada para la obra en cuestión no produce efectos de disminución de caudal de magnitud apreciable.

El área que se utilizará como obrador y depósito de materiales, afectará al suelo en el escurrimiento superficial por alteración del mismo. También podrá afectar al factor aire por aumento de las partículas en suspensión y los ruidos. Todos estos impactos son temporales y acotados en su extensión, ya que desaparecerán una vez concluida la construcción de la Planta.

En el obrador también se producirán temporalmente residuos de tipo urbano (papel, cartón, restos de alimentos, nylon, etc.), además de un aumento de emisiones gaseosas por el uso de máquinas y equipos. Ello demandará medidas de protección especiales para el suelo.

Lo mismo se considera respecto de la flora y la fauna, que será afectada especialmente por el movimiento de máquinas y equipos. Por tratarse de un área perfectamente acotada, la rehabilitación a nivel biótico será rápida.

En la etapa de obra propiamente dicha, están directamente vinculadas con movimientos de suelo; de allí que como conclusión se puede establecer que los mayores impactos potenciales negativos se relacionan con: derrames accidentales producidos por el movimiento de máquinas varias dentro y fuera de la obra, excavaciones para la toma y excavaciones para tendido de cañerías, principalmente por:

- Riesgos potenciales de contaminación de suelo y agua.
- Alteraciones temporarias en la calidad del aire por aumento de inmisión de partículas que afectarían la salud de los trabajadores o población aledaña.
- Ruidos temporarios por el movimiento de equipos y máquinas.
- Riesgos de accidentes a trabajadores o pobladores del área a ser intervenida.
- Afectación temporal de la fauna.
- Afectación temporal y permanente del paisaje natural y urbano, debido a la modificación del paisaje autóctono del lugar.
- Afectación temporal del interés social por el desarrollo de las obras, debido a los impactos ambientales generados en la etapa de construcción.



- Modificaciones en el drenaje superficial, consecuencia de la colocación de equipos.
- En el caso de depósito de materiales de construcción, los impactos están dados por la generación de polvo y ruidos en la manipulación de los mismos; alteración del paisaje natural; obstrucción de la libre circulación, drenaje y permeabilidad, principalmente.

Los impactos positivos durante la Etapa de Ejecución de la obra, son los beneficios generados a partir de la producción de empleo, siendo ellos de carácter transitorio, en virtud de que desaparecen con la finalización de la misma.

Análisis de los impactos durante la etapa de Operación

En la Etapa de Operación, los componentes ambientales sobre los que se producirán los mayores impactos negativos son: en forma permanente, la obra de toma del muelle de captación (torre de toma) y el paisaje natural, debido a la implantación de las obras; la fauna terrestre y acuática, por los ruidos generados durante el funcionamiento de las bombas y descarga de barros de la planta. La calidad del agua superficial, interés social, usos del suelo y actividades, salud y seguridad, valor de la tierra, actividad terciaria (se realiza para poder brindar el servicio) y actividad secundaria (transforman la materia prima en manufactura), son impactos positivos, que podría verse revertidos por el riesgo de fallas técnicas y operativas durante el funcionamiento de las obras (tales como derrames de cloro, coagulante).

Las mayores acciones causantes de los impactos negativos en esta etapa, son las fallas técnicas y operativas que pudieran producirse a lo largo del tiempo durante el funcionamiento de las obras en virtud de la modificación permanente de la estructura del suelo por el alto volumen de tierra requerido; el paisaje urbano y natural y el interés social en virtud de lo detallado.

Los impactos detectados son:

- Peligro para el público que circula por la zona de captación y/o utiliza el cuerpo de agua.
- Posibles alteraciones de caudal o dirección de la corriente de agua.
- Riesgo de modificación de la calidad del agua para la vida acuática.
- Riesgos para la salud pública por deficiencias en alguna/s de la/s etapa/s del proceso de potabilización y/o contingencias.
- Riesgos para la salud pública por mala cuantificación de los compuestos químicos agregados al agua.



- Riesgos para el personal técnico por manipulación de compuestos tóxicos (cloro).
- Discontinuidad en el servicio por eventual interrupción del funcionamiento de la planta de tratamiento, por mantenimiento o contingencia.
- Disposición de sólidos.
- Contaminación del agua en los tanques.

Impacto social

Positivo

- disminución de enfermedades de origen hídrico;
- empleos generados por la construcción, operación y mantenimiento de la planta;
- protección de la salud de los consumidores de los productos generados con el uso de aguas;
- mejora en la calidad de vida de la población por la generación de agua potable;

Negativo

- pérdida de valor de los terrenos aledaños si se presentan molestias por el diseño;
- incorrecto o inadecuada operación y mantenimiento de la planta de tratamiento;

Impacto económico

Positivo

- menos gasto en tratamiento médico;
- sustitución del empleo de agua subterránea en lugares donde es la única fuente.

Negativo

- disminución de terrenos para la producción agrícola.

Impacto ambiental

Negativo

- Ruido: Generación de Nivel de Presión Sonora que superará el máximo permitido, el cual es de 85 db.
- Generación de malos olores por diseño, operación y mantenimiento inadecuados, generados en la planta de lodos.



- Presencia de vectores de enfermedades, si no hay control adecuado;

Impacto medio cultural y patrimonial

Negativo

- Cambios en la Calidad y Fragilidad Visual en Unidades de Paisaje;
- Pérdida de Hábitat y Diversidad de la Fauna; debido a la existencia de un ecosistema artificial que alberga a la fauna y principalmente a la avifauna, durante la construcción de las obras este ecosistema se verá afectado, generándose un impacto Negativo Compensable.

Impactos sobre la hidrodinámica superficial y subterránea.

Pueden ocurrir modificaciones del cuerpo de agua y alteración de la hidrodinámica, que afectan los usos antrópicos. Otro tipo de alteración está dado por un cambio en la velocidad y caudal de un curso de agua (en su totalidad o en un sector), que origina un aumento de la sedimentación aguas abajo de la toma, como consecuencia de la disminución en la capacidad de transporte.

Impacto sobre la atmósfera

Las operaciones y etapas iniciales de la construcción, por la presencia de suelo suelto generado por la apertura de la zanja y camiones que traerán los materiales para iniciar las actividades provocarán voladuras de polvo. Esta emisión se verá intensificada durante los días de mucho viento. El impacto es moderado, puntual y efímero. Como medida de mitigación, para evitar la alteración de la calidad del aire por emisión de polvos, en las áreas de maniobra de maquinaria y vehículos, se deberán llevar a cabo desmontes paulatinos, así como realizar el riego de tierra que se acumula en terraplenes, así como el transporte de materiales y residuos sólidos en medio húmedo (cuando la naturaleza del material lo permita); a fin de mitigar la emisión de polvo.

Las emisiones gaseosas generadas y evacuadas a la atmósfera son las provenientes de los escapes de los motores de los vehículos, tienen un impacto relativamente bajo sobre la calidad del aire. Inicialmente se deberá delimitar las áreas de trabajo, de tal forma que se mantenga a la restricción de la circulación de maquinaria y equipo a áreas específicas de trabajo. Asimismo, se requerirá de la aplicación de las medidas de prevención; y el cumplimiento de leyes regulatorias en materia de aire (Ley N° 11.717, en sus artículos 2° inc. b. y 4° inc. G).

Previo al inicio de la preparación del sitio, se deberá elaborar un Programa de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos, que incluya el procedimiento que debe llevar a cabo. Además, se llevarán registros del mantenimiento de la maquinaria, equipo y vehículos.

Los impactos de equipos sonoros inevitables del proyecto en el corto plazo estarán asociados a los mismos vehículos y son de muy bajo impacto. La operación de los camiones para el transporte de insumos para la obra, generará a su vez ruidos y vibraciones de menor intensidad y baja frecuencia,



los que son soportables para el oído humano y fauna. Se deben tomar medidas necesarias a fin de que el personal no sufra daños en su salud, debiendo cumplir con la legislación (Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Ley 24.557 de Riesgos del Trabajo) y observaciones o medidas que las autoridades competentes en la material establezcan sobre algún caso en particular. Se controlaran las emisiones de ruido de vehículos, maquinaria y equipo a fin de no sobrepasar los niveles autorizados.

Impacto sobre el suelo

El mayor impacto que se producirá sobre los suelos será consecuencia de la operación de apertura y compactación del mismo debido a las tareas propias de la obra. Esto provocará la alteración del mismo en sus primeras capas.

Impacto sobre la Flora y la Fauna

Flora

En las tareas de construcción no se usarán sustancias químicas ni agentes biológicos que actúen como contaminantes de las especies vegetales. Para el caso de la obra, la cobertura vegetal solo se verá afectada durante las tareas específicas de construcción del acueducto, puesto que por tratarse de un sector previamente impactado por la apertura de caminos rurales la misma ya fue removida en su oportunidad. Deberán utilizarse los caminos de acceso ya existentes.

Fauna

La generación de ruidos producirá el alejamiento temporal de las especies que habitan en la zona de influencia de la obra. La destrucción del suelo conlleva la pérdida de hábitat del micro y meso fauna, especialmente insectos, roedores y reptiles con refugio subterráneo, algunos de los cuales migran temporariamente a áreas circundantes, al igual que la avifauna.

Transporte de cloro

Los cilindros de 68 y 907 Kg. pueden ser transportados por tractocamiones, ferrocarril y barcos especialmente adaptados por una correcta sujeción de los cilindros. El transporte terrestre de cloro tendrá que ser efectuado por compañías privadas autorizadas por la SCT (Secretaria de conectividad y transporte). Cada vehículo que transporte cloro, deberá contar con un chofer capacitado y calificado para atender cualquier posible emergencia. Para ello, debe contar con un equipo de protección personal adecuado y con kits de emergencia. Todo vehículo que transporte cloro deberá estar correcta y visiblemente identificado (UN 1017 / Rombo de identificación) en cumplimiento con lo establecido por la Secretaria del Conectividad y Transporte (SCT) en materia de transporte de sustancias y materiales peligrosos.



LODOS

En el tratamiento del agua destinada al consumo humano, las sustancias en suspensión y algunas otras disueltas, en esta agua, junto a los residuos de los coagulantes y otros reactivos empleados en el tratamiento, son separadas, quedando un residuo de distinta naturaleza, que en un tratamiento convencional pueden ser las siguientes:

- Residuos de la coagulación/floculación generados principalmente en los decantadores y en los filtros.
- Residuos de posibles procesos de ablandamiento.
- Residuos de la eliminación de hierro, manganeso y del empleo de permanganato potásico.
- Residuos de carbón activo (sí se emplea carbón en polvo en el proceso de potabilización).

Todos estos residuos son retenidos en los decantadores y filtros.

Ficha técnica del dióxido de titanio (catalizador):

1. Identificación del producto			
	Nombre Sinónimos: Rutilo Nº Fórmula: TiO ₂	químico: Dioxido de titanio.	CAS: 13463-67-7
2. Propiedades físico-químicas			
	Aspecto y color: Polvo entre incoloro a cristalino blanco. Olor: Inodoro Densidad Solubilidad Punto Punto Peso molecular: 79.9	relativa en de de	(agua=1): 3.9-4.3 agua: Ninguna. ebullición: 2500-3000°C fusión: 1855°C
3. Identificación de los peligros			
	0		
	1	0	
4. Estabilidad y reactividad			
	Condiciones Materiales Productos	que deben a de	evitarse: No hay información disponible. evitar: No aplicable. descomposición: No aplicable.



Polimerización: No aplicable.

5. Información toxicológica



	Efectos agudos	Efectos crónicos
Contacto con la piel	Enrojecimiento.	No hay información disponible.
Contacto con los ojos	Enrojecimiento.	No hay información disponible.
Inhalación	No hay información disponible.	No hay información disponible.
Ingestión	No hay información disponible.	No hay información disponible.
Otros	No hay información disponible.	

Límite en aire de lugar de trabajo (s/ Res. 444/91) CMP: 10(e) mg/m³. (e) Este valor es para polvo total que no contenga asbestos y con un porcentaje menor al 1 % de sílice libre.
Límite biológico (s/ Res. 444/91): No aplicable.
Límite NIOSH REL:
Límite OSHA PEL: TWA 15 mg/m³
Nivel guía para fuentes de agua de bebida humana (s/ Dto. 831/93): No aplicable.

6. Riesgos de incendio y explosión



Incendio: No cumbustible.
Explosión: No aplicable.
Punto de inflamación: No aplicable.
Punto de autoignición: No aplicable.

7. Efectos ecotóxicos



Residuo clasificado peligroso / especial	S/ Ley 24-051 - Dto. 831/93 (Nación)		S/ Ley 11.720 - Dto. 806/97 (Bs.As.)	
	SI	NO	SI	NO
Límite en emisiones gaseosas	S/ Dto. 831/93 (Nación) Nivel guía de emisión: No establecido. Nivel guía de calidad de aire: No establecido.		S/ Dto. 3395/96 (Bs.As.) Nivel guía de emisión: No establecido. Nivel guía de calidad de aire: No establecido.	
Límite en vertidos líquidos	S/ Res. 79179/90 (Nación) No establecido.		S/ Res. 389/98 (Bs.As.) No establecido.	

8. Equipos de protección personal



Protección respiratoria: Sí. Utilizar protección respiratoria.
Protección de manos: Sí. Se recomienda la utilización de guantes de seguridad.
Protección de ojos: Sí. Utilizar anteojos de protección de seguridad.
Protección del cuerpo: No.
Instalaciones de seguridad: Duchas de seguridad y lavaojos.

9. Manipuleo y almacenamiento



Condiciones de manipuleo: Tomar las precauciones habituales para manejo de sustancias químicas.
Condiciones de almacenamiento: No requiere condiciones especiales.

10. Medidas a tomar en caso de derrames y/o fugas



Precauciones personales: Respirador de filtro P1 contra partículas inertes.
Precauciones ambientales: No verterlo al alcantarillado.
Métodos de limpieza: Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro.



11. Medidas a tomar en caso de contacto con el producto - Primeros Auxilios



En general: En todos los casos luego de aplicar los primeros auxilios, derivar al médico.
Contacto con la piel: No hay información disponible.
Contacto con los ojos: Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
Inhalación: Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
Ingestión: Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica.

12. Medidas a tomar en caso de incendio y explosión



Medidas de extinción apropiadas : En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
Medidas de extinción inadecuadas: No aplicable.
Productos de descomposición: No aplicable.
Equipos de protección personal especiales: Respirador de filtro P1 contra partículas nocivas.
Instrucciones especiales para combatir el fuego: No aplicable.

13. Medidas a tomar para la disposición final de residuos



Los restos de producto químico deberían disponerse de acuerdo a tecnología aprobada y a la legislación local.
 El envase contaminado, debe tratarse como el propio residuo químico.
 No verter en ningún sistema de cloacas, sobre el piso o extensión de agua.

Fuentes bibliográficas



Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo- España. NIOSH última revisión 9 de Noviembre de 1999.					
INTI- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards					
Guía de Respuestas a Emergencias con Materiales Peligrosos. Centro de Información Química para Emergencias.			Año		2001.
Res. 444/91					M.T.S.S.
Ley 24.051-			Dec. 831/93.		(Nación).
Ley 11.720-		Dec. 806/97.		(Bs. As.)	
Dec. 3395/96.					(Bs.As.)
Res. 79179/90.					(Nación)
Res. 287/90. (Bs.As.)					

Efluentes sólidos

La unidad no generará efluentes sólidos por las características intrínsecas del proceso. Los residuos sólidos provienen únicamente de las actividades propias de oficina y sala de control y seguridad, por lo que serán destinados al servicio de recolección de basura local.

Análisis de los impactos durante la Etapa de abandono

- Tránsito y uso de vehículos y maquinaria vial
- Desarme de estructuras y acondicionamiento del lugar
- Generación de chatarras, residuos asimilables a urbanos y especiales
- Contingencias
- Emisiones gaseosas y polvos
- Generación de ruidos y vibraciones
- Transporte de materiales
- Desempleo



5. Metodologías de análisis de los impactos

A efectos de establecer los potenciales impactos que se generarán como consecuencia de la actividad, tanto para la etapa de construcción como de funcionamiento, se utilizará el método descriptivo para evaluar la incidencia de las acciones sobre el entorno.

Solo se tomarán en cuenta para la presente evaluación los factores relevantes de cada medio, susceptibles de ser impactados. La Matriz de Impacto Ambiental que a continuación se describe y utiliza, tiene un carácter cuantitativo en donde cada impacto es calificado según su importancia (I). Se ha seguido la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández - Vitora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental), que utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la importancia:

$$I = \pm[3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde:

I	Importancia del impacto
±	Signo
i	Intensidad o grado probable de destrucción
EX	Extensión o área de influencia del impacto
MO	Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
PE	Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
RV	Reversibilidad
SI	Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples
AC	Acumulación o efecto de incremento progresivo
PR	Periodicidad
MC	Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

El desarrollo de la ecuación es llevado a cabo mediante el modelo propuesto en la tabla siguiente:



Signo		Intensidad (i)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Media	2
		Alta	3
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo (más de 5 años)	1
Parcial	2	Medio plazo (1 a 5 años)	2
Extenso	4	Inmediato o Corto Plazo (< 1 año)	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz (< 1 año)	1	Corto plazo (< 1 año)	1
Temporal (1 a 10 años)	2	Medio plazo (1 a 10 años)	2
Permanente (+ de 10 años)	4	Irreversible (+ de 10 años)	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
No sinérgico	1	Simple	1
Moderadamente sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular o Impredecible	1
Directo	4	Periódico (cíclica o recurrente)	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recup. inmediatamente	1		
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable o Compensable	4		
Irrecuperable	8		

La explicación de estos conceptos se da seguidamente:

Signo

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (i)

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.

Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto dividido el porcentaje de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).



Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4).

Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1). Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas (ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario -inmediato-, previsible aparición de una plaga o efecto pernicioso en una explotación justo antes de la recolección -medio plazo-).

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, y recuperables o irrecuperables.

Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción (capacidad de recuperación) del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).



Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementó a (4).

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Importancia del Impacto (I)

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo de importancia propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

En función de este modelo, los valores extremos de la importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, se califica al impacto ambiental de acuerdo con la siguiente propuesta de escala:



Valor de I	Calificación del impacto
Mayor a 50	Crítico
Entre 25 y 50	Moderado
Menor de 25	Bajo
Cero	Sin afectación

Un impacto bajo es aquel que resulta irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto en cuestión.

Un impacto moderado es aquel cuya afectación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.

Un impacto crítico es aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. La recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, la recuperación necesita un período de tiempo dilatado o se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras.

5.1. Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto (por ejemplo: desbroce, extracción de tierras, incremento del tráfico, ruido, polvo), y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados (aire, agua, geología). Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad con respecto a cada factor ambiental.

Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente están directamente correlacionadas. La magnitud puede ser medida en términos de cantidad: área afectada de suelo, volumen de agua contaminada, etc. Por ejemplo, el caso de una corriente de agua que erosiona una gran cantidad de suelo. En este caso, el impacto tiene una magnitud significativa, pero la importancia que tenga respecto al medio ambiente puede ser baja, ya que es una pequeña parte de suelo.

Se confeccionará una matriz depurada donde figuren los impactos más relevantes. Teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Magnitud	
Baja	1
Media	3
Alta	5
Muy alta	7
Total	10

Intensidad	
Puntual	1
Parcial	3
Extensa	5
Total	7
Critica	10

Impacto Positivo	+
Impacto Negativo	-



5.2. Programa de mantenimiento

La empresa dispondrá de un sistema de Gestión de Mantenimiento, a fin de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos. Este programa estará dividido en:

I-Programa de Mantenimiento Preventivo

- *Paro de planta (cada 5 años):* Reactor, decantador, Tanques agitados, Tolvas, centrífuga, bombas, filtros, tanques y servicios auxiliares.

Anual: Incluye revisión general de todas las líneas de proceso y servicios auxiliares.

- *Semestral:* Centrífuga, bombas, motores.

- *Mensual:* Limpieza de filtros, bombas, tanques.

- *Diaria:* Rutas de inspección, lubricación.

- Mantenimiento preventivo de bombas
 - Verificación de alineación: Cada 90 días.
 - Verificación de estado físico del eje: Cada 90 días.
 - Verificar temperatura de cojinetes: Cada 15 días.
 - Lubricación de cojinetes: Cada 30 días.
 - Empacar prensa estopa: Cada 30 días.
 - Revisar impulsor: Cada 180 días.
 - Revisar cuerpo: Cada 180 días.
- Mantenimiento preventivo de motores
 - Lectura de voltaje y amperaje: Cada 15 días.
 - Verificar elementos térmicos: Cada 30 días.
 - Limpieza de arrancador: Cada 30 días.
 - Limpieza de interruptor de seguridad: Cada 30 días.
 - Verificar temperatura de cojinetes: Cada 15 días.
 - Lubricar cojinetes: Cada 30 días.
 - Cambio de baleros: Cada 360 días.
 - Lavado interior y rebarnizado: 180 días.
- Mantenimiento preventivo de tanques.
 - Vaciado y limpieza de tanque: Cada 180 días.
 - Verificación de fugas: Mensual.

II-Mantenimiento Correctivo

La empresa contará con un equipo de mantenimiento que se encargará de ejecutar las tareas de mantenimiento predictivo y las tareas diarias y mensuales de mantenimiento preventivo. Para el mantenimiento preventivo



semestral, anual y paro de planta se contratarán servicios adicionales de terceros.

5.3. Posibles medidas de mitigación a aplicar a fin de disminuir la magnitud del impacto de las acciones.

Medidas generales que contribuyen a las medidas mitigadoras.

- Mantener adecuadamente los equipos y maquinaria a utilizar de forma tal que los procesos se desarrollen en condiciones óptimas de funcionamiento, cumpliendo con los rendimientos para los que fueron diseñados.
- Cumplir con una correcta gestión de los residuos a generar procurando un adecuado proceso de minimización, control y tratamiento.
- Mantener un adecuado sistema de control sobre los gases y sustancias inflamables a manipular para evitar fugas.
- El nivel de ruido generado en el interior de la unidad se verán disminuidos por la colocación de barreras sonoras (pantallas acústicas), entre valores admisibles según normativa.

Medidas en etapa de construcción

- Maximizar el cuidado en las tareas de movimiento de suelos, minimizando la generación de materiales sólidos, así como los cuidados en la carga y descarga de materiales.
- Señalizar áreas de movimiento de unidades y maquinarias para evitar accidentes.
- Establecer un sistema de recolección y disposición de residuos de obra, identificando su origen y tipo para determinar su destino final.
- Establecer e identificar claramente los sitios de recolección de residuos especiales y establecer un programa de tratamiento y disposición final, evitando su acumulación.

Medidas en etapa de operación

- Establecer un efectivo sistema de control y alarma de posibles fugas, mediante el empleo de sensores localizados inmediatamente próximos a los eventuales puntos de fuga, a fin de disponer de una rápida respuesta y consiguiente notificación al personal afectado.
- Establecer un programa de monitoreo de los recursos agua, suelo y aire a fin de evitar su contaminación.
- Establecer y cumplimentar programas de gestión tanto de residuos especiales como de residuos asimilables a domésticos, adecuándolos a



la normativa vigente. Tales como, clasificación de los residuos y planificación de la disposición final de los mismos.

- Establecer planes de contingencias específicos en casos de derrames, accidentes u otros, a fin de maximizar la seguridad en las operaciones (ver casos específicos de emergencia).

Planes de emergencia interna

Debe establecerse un plan que contemple la prevención y/o acción ante contingencias, tales como:

- Paradas de planta por cualquier tipo de causa que signifique una alteración de los procesos productivos en marcha, con sus consiguientes riesgos: productos semielaborados o fuera de especificación, hasta superar la emergencia, etc.
- Cortes en el suministro de energía eléctrica de la empresa contratada.
- Interrupción en el suministro de gas natural de red.
- Derrames no controlados de producto, materias primas y/o insumos almacenados.
- Imposibilidad de evacuar efluentes líquidos por obstrucciones en la instalación propia.
- Todo otro tipo de alteración en la operación normal de la planta que implique un potencial riesgo para el personal, las instalaciones y/o el medio ambiente.
- El Plan de Emergencia Interna deberá contemplar todas las medidas preventivas y/o correctoras de los puntos citados (ver casos específicos de emergencia).

El citado plan deberá, ser puesto en conocimiento de la población, de bomberos, de organizaciones de defensa civil o de autoridades de establecimientos aledaños, cuando su implementación implique posibles evacuaciones.

El objetivo de los planes de contingencia es minimizar los daños adentro y fuera de los linderos de la instalación mediante las siguientes acciones:

- Alerta oportuna sobre la ocurrencia del accidente para que se activen los procedimientos y medidas de protección pre establecidas.
- Control, contención y recolección de fuga accidental de líquidos.
- Control de la propagación de un incendio.
- Descontaminación y restauración de áreas que puedan verse afectadas.

5.4. Casos Específicos de Emergencia

A continuación se describen algunos incidentes posibles de presentarse, así como el plan de contingencia a seguir:



I-Fugas y derrames del proceso o almacenamiento

Estos incidentes no tienen una frecuencia establecida y pueden presentarse en cualquier momento, originando un impacto negativo potencialmente importante en el ambiente. Es necesario tomar acciones preventivas que reduzcan la posibilidad de ocurrencia y/o las consecuencias de este tipo de emergencia. Debe considerarse la necesidad de hacer inspecciones regulares de las distintas líneas de conducción y abastecimiento.

Las siguientes acciones y materiales deben ser incluidos en un plan de contingencia para derrames y/o fluidos:

- Plano de la planta o almacén, indicando donde se encuentran almacenados los diferentes productos químicos, así como las líneas de conducción y distribución de los fluidos.
- Asegurar que los productos químicos estén adecuadamente almacenados, de ser necesario, con bermas para evitar la contaminación de las zonas circundantes.
- Información toxicológica de todos los productos químicos y procedimientos de limpieza en casos de derrame.
- Disponer de contenedores secundarios de derrames, tanto de reactivos como de fluidos.

II- Derrames de Combustibles, Lubricantes y Solventes

Cuando se produzca este tipo de emergencia el operador deberá tratar de aislar el tanque dañado con la finalidad de reducir las áreas afectadas por el derrame.

Se procederá luego a remover los suelos contaminados de acuerdo al programa de manejo y disposición de residuos preparados por la empresa.

III- Incendios

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

La emergencia será controlada de la siguiente manera:

- Se combatirá de inmediato el incendio con los medios disponibles, los mismos que estarán en los lugares indicados en el plano de evacuación de la instalación industrial o en el campo. Esta acción se realizará hasta controlar completamente el incendio. Finalmente se reportará el hecho al Comité de Seguridad.
- De no ser posible controlar el incendio, se procederá a apagar las máquinas en funcionamiento.
- Se abrirán los interruptores para aislar eléctricamente las instalaciones afectadas.



- Se dará aviso de inmediato a la brigada contra incendios. De encontrarse ésta muy distante, el personal que se encuentre en el lugar del incendio tomará las acciones correspondientes hasta la llegada de la brigada.
- El personal que no participa en el control del incendio, por no estar instruido para ello, deberá evacuar el área.
- Se dará alerta de incendio a la compañía de bomberos de la ciudad y al Jefe de Defensa Civil. Deberá indicarse el tipo, magnitud y hora de inicio del incendio.
- Se evacuará a los accidentados, si los hubiere, a una zona donde se les pueda brindar los primeros auxilios.

5.5. Capacitación del personal.

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

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

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

Llevar estadísticas de las emergencias y accidentes, en las cuales se consideren las causas, magnitud, zonas afectadas, frecuencias con fines de determinar los riesgos para elaborar programas de capacitación y entrenamiento.

5.6. Información y Comunicaciones

La comunicación a la Autoridad Competente y a la empresa auditora dentro del plazo establecido por ley luego de ocurrido un incidente, es responsabilidad del representante legal de la empresa. La información oficial debe incluir el tipo de incidente, lugar, fecha y hora, causa aparente, daños humanos y materiales, acciones de mitigación y restauración tomadas.

6. Conclusión

Se puede observar que el factor ambiental de mayor susceptibilidad es el medio físico sin contar el perceptual y la fase que más impacto genera es la de construcción. Asimismo, se puede concluir que gracias a las medidas mitigatorias o correctoras se evitaría que el impacto ambiental sea negativo.



Conclusión General.

Es factible el diseño de una planta potabilizadora con el uso de energías alternativas en la etapa de desinfección primaria, ya que existe la tecnología apropiada para llevar a cabo nuestro proyecto.

A su vez, el gobierno santafesino promueve la construcción de plantas potabilizadoras de agua, lo que constituye una oportunidad de financiamiento de nuestro proyecto.

A pesar de que el proyecto no es económicamente atractivo, el agua es una necesidad básica, lo que hace a este proyecto una alternativa interesante para la potabilización de agua.



ANEXO I: TABLAS Y CORRELACIONES



Figura 1:

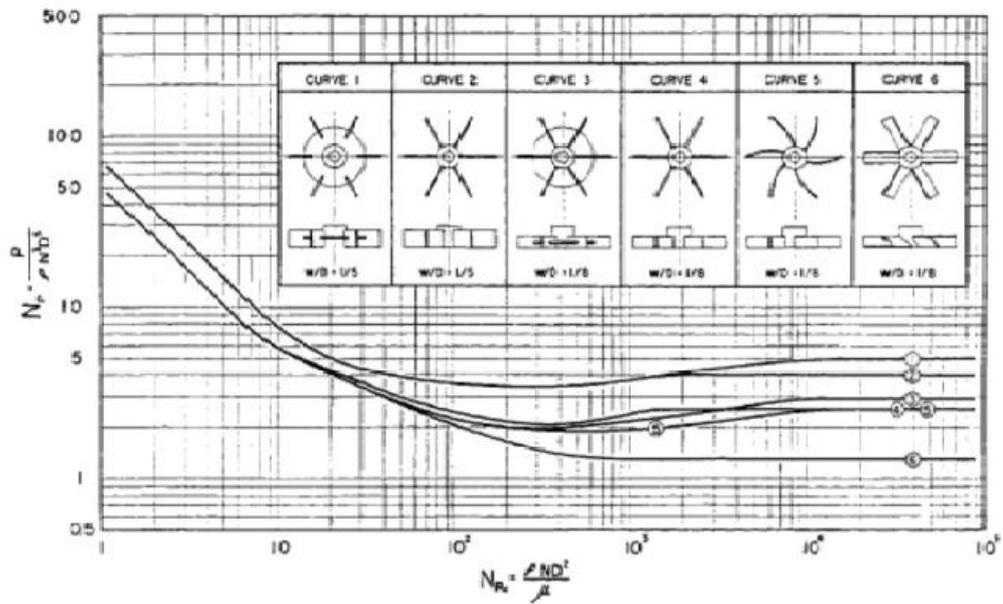


FIG. 6-40 Dimensionless power number in stirred tanks. (Reprinted with permission from Bates, Fendy, and Corysteta, Ind. Eng. Chem. Process Design Develop., 2, 370 [1963].)

Figura 2:

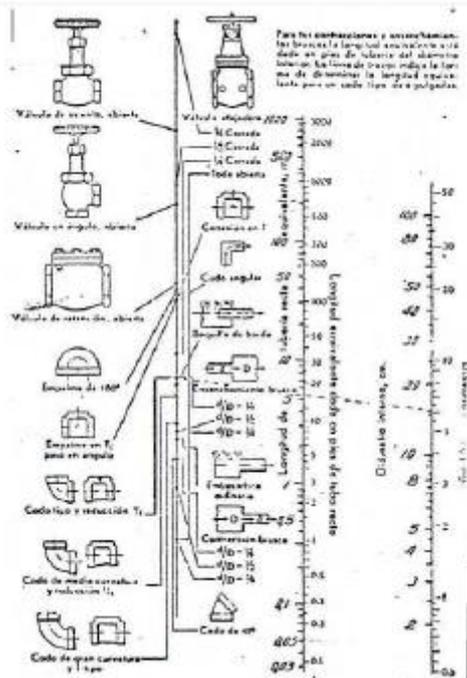




Tabla 1:

TARIFA NO RESIDENCIAL			
Tarifa R C - General Monofásico Especial		Cuota de Servicio \$/sum. mes	Precio de la Energía (\$/kWh)
R C1	General menor de 50 kW - Monofásico Especial - CONSUMO menor o igual a 800 kWh/mes	97,06373	1,67071
R C2	General menor de 50 kW - Monofásico Especial - CONSUMO mayor a 800 kWh/mes y menor a 2000 kWh/mes	561,30884	1,31948
R C3	General menor de 50 kW - Monofásico Especial - CONSUMO mayor o igual a 2000 kWh/mes y menor o igual a 5000 kWh/mes	1587,06712	1,07377
R C4	General mayor de 50 kW - Monofásico Especial - CONSUMO mayor a 5000 kWh/mes	1587,06712	1,07377
RNM1	General menor de 50 kW - Monofásico Especial - CONSUMO NOCTURNO menor o igual a 800 kWh/mes	0,00000	0,88197
RNM2	General menor de 50 kW - Monofásico Especial - CONSUMO NOCTURNO mayor a 800 kWh/mes y menor a 2000 kWh/mes	0,00000	0,88189
RNM3	General menor de 50 kW - Monofásico Especial - CONSUMO NOCTURNO mayor o igual a 2000 kWh/mes y menor o igual a 5000 kWh/mes	0,00000	0,91180
RNM4	General mayor de 50 kW - Monofásico Especial - CONSUMO NOCTURNO mayor a 5000 kWh/mes	0,00000	0,91180
Tarifa R3C - General Trifásico Especial			
R3C1	General menor de 50 kW - Trifásico Especial - CONSUMO menor o igual a 800 kWh/mes	100,29537	1,67158
R3C2	General menor de 50 kW - Trifásico Especial - CONSUMO mayor a 800 kWh/mes y menor a 2000 kWh/mes	579,03800	1,32709
R3C3	General menor de 50 kW - Trifásico Especial - CONSUMO mayor o igual a 2000 kWh/mes y menor o igual a 5000 kWh/mes	1647,46768	1,11122
R3C4	General menor de 50 kW - Trifásico Especial - CONSUMO mayor a 5000 kWh/mes	1647,46768	1,11122
RNC1	General menor de 50 kW - Trifásico Especial - CONSUMO NOCTURNO menor o igual a 800 kWh/mes	0,00000	0,88196
RNC2	General menor de 50 kW - Trifásico Especial - CONSUMO NOCTURNO mayor a 800 kWh/mes y menor a 2000 kWh/mes	0,00000	0,88281
RNC3	General menor de 50 kW - Trifásico Especial - COMSUMO NOCTURNO mayor o igual a 2000 kWh/mes y menor o igual a 5000 kWh/mes	0,00000	0,91180
RNC4	General menor de 50 kW - Trifásico Especial - CONSUMO NOCTURNO mayor a 5000 kWh/mes	0,00000	0,91180

Tabla 2:

<u>CARACTERÍSTICAS DETOLVAS</u>						
Tolvas	S-01	S-02	S-03	S-04	S-05	S-06
Material	Yeso	Perlita	Vermiculita	Perlita Exp.	Vermiculita Exp.	Producto final
<u>DETALLES DE DISEÑO</u>						
Densidad aparente	1300	1100	1100	125	140	900 kg/m ³
Ángulo de reposo	30	40	40	40	40	30
Ángulo del cono	24	39	39	24	24	16
Ángulo del techo	10	10	10	10	10	10



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional La Plata

Diámetro salida	200	200	200	200	200	200	mm
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

DIMENSIONES

Capacidad total	137,20	45,36	45,36	137,20	137,20	325,63	m ³
Diámetro	4,5	2,5	2,5	4,5	4,5	7	m
Altura cilindro	8	8	8	8	8	8	m
Altura cono	1	1	1	1	1	1	m
Altura total conjunto	10	10	10	10	10	10	m
Tipo silo	Esbelto	Esbelto	Esbelto	Esbelto	Esbelto	Corto	

ESPEORES DE CHAPA

1ª Virola	1	1	1	1	1	1	mm
2ª Virola	1	1	1	1	1	1	mm
3ª Virola	1	1	1	1	1	1,5	mm
4ª Virola	1,5	1	1	1	1	1,5	mm
5ª Virola	1,5	1	1	1	1	2	mm
6ª Virola	2	1	1	1	1	2,5	mm
7ª Virola	2	1	1	1	1	2,5	mm
8ª Virola	2	1	1	1	1	2,5	mm
Cono tolva	2	1	1	1	1	2,5	mm

Por cuestiones de corrosión y uso, se aumentan los espesores de cálculo de las chapas de las virolas hasta los siguientes espesores de diseño:

ESPEORES DE DISEÑO CHAPA

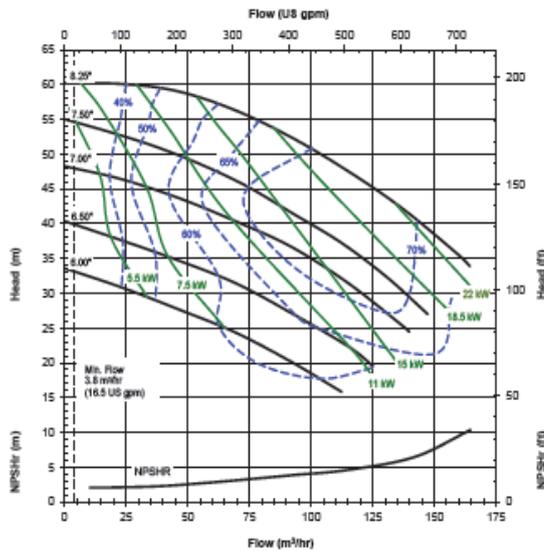
1ª Virola	3	3	3	3	3	3	mm
2ª Virola	3	3	3	3	3	3	mm
3ª Virola	3	3	3	3	3	3,5	mm
4ª Virola	3,5	3	3	3	3	3,5	mm
5ª Virola	3,5	3	3	3	3	4	mm
6ª Virola	5	4	4	4	4	5,5	mm
7ª Virola	5	4	4	4	4	5,5	mm
8ª Virola	5	4	4	4	4	5,5	mm
Cono tolva	5	4	4	4	4	5,5	mm



ANEXO II: FOLLETERÍA.



UC438 PERFORMANCE 2900 RPM, 50 Hz



- Accepts standard NEMA 143-365 or IEC 90-225 motor frames
- ANSI or ISO flange mountable
- ATEX certified models available



TYPICAL APPLICATIONS

- Paper Mills
- Water treatment
- Plating & metal finishing
- Chemical manufacturing, blending, distribution
- Fume scrubbers
- Pharmaceuticals
- Truck loading/unloading
- Metals manufacturing
- Electronics

TYPICAL CHEMICALS

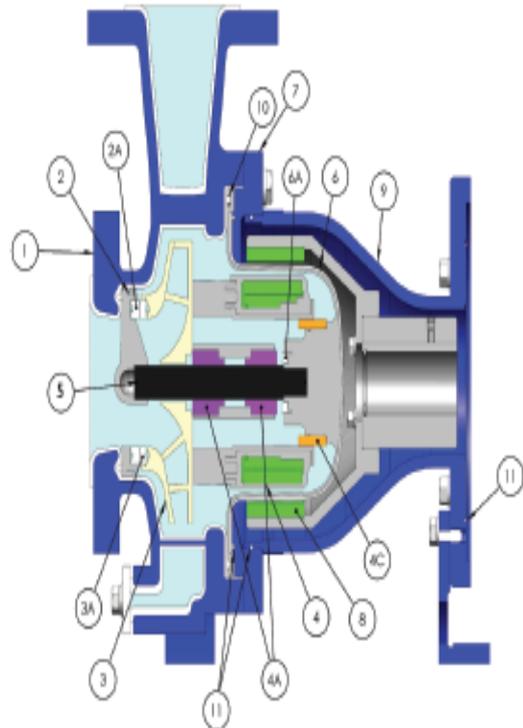
- Sodium hydroxide
- Sulfuric acid
- Hydrochloric acid
- Sodium hypochlorite
- Plating solutions
- Corrosive blends
- Solvents
- Wastewater

*Tefzel® Fluoropolymer Resin is a registered trademark of DuPont

FINISH THOMPSON PUMPING SOLUTIONS AROUND THE WORLD

finishthompson.com

Item No.	Description	Construction
1	Casing	Cast ductile iron, DuPont Tefzel® (ETFE) lined
2	Shaft support	Carbon fiber filled ETFE
2A	Front thrust ring	Alpha sintered silicon carbide
3	Impeller	Carbon fiber filled ETFE
3A	Impeller thrust washer	Alpha sintered silicon carbide
4	Inner drive	Neodymium iron boron magnets encapsulated in pure ETFE
4A	Bushing	Alpha sintered silicon carbide, Dri-Coat silicon carbide, or carbon
4C	Rear sealing ring	GF molybdenum disulfide-filled PTFE
5	Shaft	Alpha sintered silicon carbide
6	Barrier	Molded CF ETFE liner with Aramid Reinforced Epoxy external shell
6A	Barrier thrust ring	Alpha sintered silicon carbide
7	Clamp ring	Painted ductile iron
8	Outer drive magnet	Nickel-plated neodymium iron boron magnets/ painted ductile iron
9	Motor adapter	Ductile iron
10	O-ring	FKM, EPDM, FEP/FKM, Kalrez®, Simriz®, or Atlas®
11	Vapor protection o-rings	Buna



Kalrez® is a registered trademark of DuPont Performance Elastomers
 Simriz® Perfluoroelastomer is a registered trademark of Simriz® division of Freudenberg-NOK.
 Atlas® is a trademark of the Asahi Glass Co., Ltd.

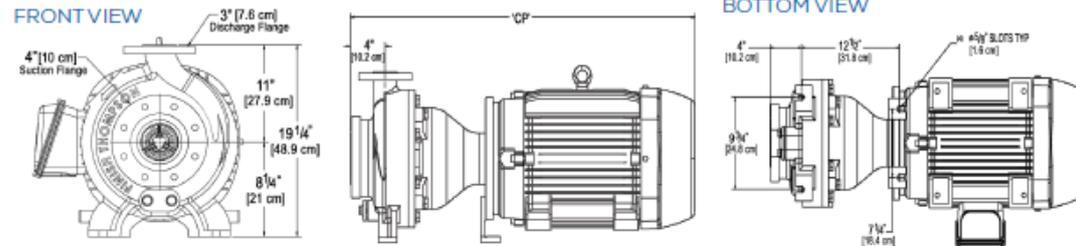


SPECIFICATIONS

HP (kW)	Impeller Diameter	Suction	Discharge	Max. Flow 3500 rpm		Max. Head 3500 rpm		Max. Working Pressure psi (Bar)	Max. Viscosity cP	Max. Specific Gravity	Max. Temp.* °F (°C)
	In (cm)	In (cm)	In (cm)	gpm	m ³ /hr	ft.	m				
1 - 75 (1.5 - 55)	6 - 8 1/4 (15.2 - 21)	4 (10.2)	3 (7.6)	825	187	290	88	300 (20.7)	200	1.8	250 (121)

*Except E magnet set: maximum 220° F (104° C)
Note: Impeller trims available every 1/8" (.32 cm) between the smallest and largest diameters.

DIMENSIONS



NEMA Motor Frames	CP (approx.)	
	In	cm
143-145TC	27-11/16	70.3
182/184TC	29-9/16	75.1
213/215TC	32-5/8	82.9
254/256TC	37-1/2	95.3
282/284TC/TSC	39-27/32	101.2
324/326TC/TSC	44-21/32	113.4
364/365TC/TSC	46-27/32	119.0

IEC Motor Frames	CP (approx.)	
	In	cm
90	27-15/32	69.8
100/112	28-29/32	73.4
132	32-9/16	82.7
160	38-9/32	97.2
180	40-9/16	103
200	43-3/32	109.5
225	46-21/32	118.5

Inversión

Ofrecemos a las empresas financiación en pesos y dólares para proyectos de inversión, reconversión y modernización productiva.

Beneficiarios

Los demandantes de crédito deben ser personas físicas con domicilio real en la República Argentina o personas jurídicas que tengan su domicilio o el de su sucursal, asiento o el de cualquier otra especie de representación permanente en la República Argentina.

Destino

Financiar proyectos de inversión y la adquisición de bienes de capital muebles, registrables o no, en el marco de una decisión de inversión, destinados a las distintas actividades económicas comprendidas en los sectores productores de bienes y servicios. Comprende también el financiamiento de proyectos de reconversión y modernización productiva de los distintos sectores económicos que mejoren la competitividad en los mercados doméstico y externo.

Monto a financiar

Hasta el ochenta por ciento (80%) del monto total de cada proyecto



excluido el Impuesto al Valor Agregado.

Máximo a financiar

El monto máximo de crédito a otorgar a una empresa o grupo económico es de Pesos doscientos millones (\$ 200.000.000) o, su equivalente en dólares.

Moneda del Préstamo

Pesos o Dólares.

Servicios de interés

En pagos de periodicidad constante como máximo semestrales.

Tasa de interés

Préstamos en pesos:

Tasa "Badlar Bancos Privados" más el spread que el BICE determine en cada caso.

Préstamos en dólares:

Tasa Libor más el spread que el BICE determine en cada caso.

Garantía

A satisfacción del BICE.

Plazo máximo del crédito

Préstamos en pesos: hasta 15 años.

Préstamos en dólares: hasta 10 años.

Periodo de gracia

Hasta 2 años.



Sistema de amortización

Francés o Alemán.

Frecuencia de amortización

En cuotas de periodicidad constante. Como máximo semestrales semestrales sólo cuando el ciclo productivo de la empresa así lo justifique a criterio del BICE.

Cancelación anticipada

El beneficiario puede cancelar el crédito total o parcialmente en cualquier momento, para lo cual debe notificar fehacientemente al BICE con una anticipación no menor a los 5 días hábiles de la fecha en que desee realizar la cancelación anticipada.

GSF Gobierno de Santa Fe

GESTIÓN

Secretaría de Aguas

Av. Almirante Brown 4751 (S3002GVA) Santa Fe
Tel: 54 342 4573732 / 33 / 45 / 07 / 09

Aguas Santafesinas Sociedad Anónima

SANTA FE RESPONDE

Para el Gobierno de Santa Fe el acceso al agua es un derecho básico que el Estado provincial debe garantizar. Para ello lleva adelante diversas acciones, entre las cuales se destacan las obras de infraestructura en toda la geografía provincial, especialmente en las regiones más postergadas.

En este sentido, además del mejoramiento de los sistemas de agua potable existentes, el Gobierno diseñó y está ejecutando un nuevo Sistema Provincial de Acueductos, cuya concreción implica grandes obras e inversiones en un período de entre 15 y 20 años, según establece el [Plan Estratégico Provincial](#).

En paralelo, se implementa un programa de trabajo para mejorar en el corto y mediano plazo la situación del servicio de agua potable en las localidades más comprometidas. La meta es mejorar las instalaciones existentes, instalar nuevas plantas potabilizadoras, ampliar redes de distribución, y reforzar la distribución de agua en camiones y bidones en periodos críticos de intensa sequía.

Por otra parte también es importante mencionar que desde 2006 el Estado provincial cuenta con una empresa -**Aguas Santafesinas**- que presta el servicio público de provisión de agua potable y desagües cloacales en 15 localidades de la provincia de Santa Fe.



Twitter 0 Me gusta Compartir 4 +1 0 Imprimir Enviar

El 60% de la población de la provincia de Santa Fe (15 localidades) se abastece del servicio de agua que brinda Aguas Santafesinas. Por otra parte, hasta 2008, el 40% restante (347 localidades) no tenía garantizado un servicio de calidad.

Esto llevó al Gobierno de Santa Fe a adoptar una solución estratégica, consistente en el diseño y ejecución de un Sistema Provincial compuesto por 12 acueductos.

Este Sistema Provincial se diseñó sobre un horizonte de previsiones para los próximos 30 años y su desarrollo constituye una política de Estado.

Se busca, de esta manera, garantizar el acceso al agua potable de calidad en todas las poblaciones santafesinas, y es un proyecto que implica una inversión del orden de los u\$s 1.500 millones.



SANTA FE RESPONDE



JULIO

Circo de Alta Alcarria

22



• Acueducto San Javier (Noreste I – Toma San Javier)

Población beneficiaria: en su traza, de 340 km., el acueducto abastecerá a 23 localidades.

Inversión aproximada: USD 60 millones / \$240 millones.

Descripción de la obra: El proyecto ejecutivo se encuentra en elaboración y se está en la búsqueda de financiamiento.

• Acueducto Helvecia (Noreste I – Toma Helvecia)

Población beneficiaria: la traza de este acueducto está definida. Tiene 180 km. de extensión y abastecerá a 19 localidades.

Inversión aproximada: USD 45 millones / \$180 millones.

Descripción de la obra: El proyecto ejecutivo se encuentra en elaboración y se está en la búsqueda de financiamiento.

• Acueducto del Norte Santafesino (Noreste III – Toma Villa Ocampo)

Población beneficiaria: la traza de este acueducto, en sus 362 km., de extensión abastecerá a 54 localidades en las que residen más de 70.000 personas. En un futuro beneficiará a 122 mil habitantes.

Inversión aproximada: USD 60 millones / \$ 240 millones

Descripción de la obra: Se encuentra en ejecución con una inversión inicial de \$ 127,6 millones.

• Acueducto de la Costa (Sistema Santa Fe – Toma Colastiné)

Población beneficiaria: la traza de este acueducto está definida, desde su toma en San José del Rincón, a lo largo de 150 km., para atender a 21 localidades.

Inversión aproximada: USD 60 millones / \$240 millones

Descripción de la obra: El proyecto ejecutivo se encuentra en elaboración y se está en la búsqueda de financiamiento.



- **Acueducto de la Ribera (Sur I – Toma Timbúes)**

Población beneficiaria: la traza de este acueducto de 40 km. abastecerá a 44 localidades. En un horizonte de 30 años se estima beneficiar a 420 mil habitantes.

Inversión aproximada: USD 205 millones / \$820 millones.

Descripción de la obra: El proyecto ejecutivo se encuentra en elaboración y se está en la búsqueda de financiamiento.

- **Acueducto del Gran Rosario (Sur II – Toma Granadero Baigorria)**

Población beneficiaria: 1.400.000 habitantes en localidades del Gran Rosario

Inversión aproximada: USD 100 millones / \$ 400 millones

Descripción de la obra: Se encuentran en marcha la construcción de las obras de toma sobre el río Paraná (en cercanías al puente Rosario-Victoria) por \$ 20 millones, y la Planta Potabilizadora que demanda una inversión cercana a los \$ 80 millones. Este acueducto, de 37 kms de longitud, mejorará el servicio a los usuarios de las localidades beneficiadas, entre ellas las zonas oeste y sudoeste de la ciudad de Rosario, quienes actualmente sufren problemas de baja presión, sobre todo durante el verano, consecuencia de los consumos extraordinarios que se producen cuando las temperaturas son demasiado altas.

- **Acueducto Desvío Arijón (Norte I – Toma Desvío Arijón)**

Población beneficiaria: 90 localidades en las que viven más de 330.000 personas. Se estima que en una proyección de 30 años beneficiará a 540 mil habitantes.

Inversión aproximada: u\$s 225 millones / \$ 900 millones

Descripción de la obra: Se inició la primera etapa por un monto de 205 millones de pesos que consiste en un muelle de toma, planta potabilizadora, cisterna de almacenamiento y ramales hacia las localidades de Desvío Arijón, Sauce Viejo y Santo Tomé. En tanto, los beneficiarios de la segunda etapa serán: Matilde, Sa Pereyra, Angélica, Susana, Rafaela, San Carlos Sur y San Carlos Centro.

- **Acueducto Reconquista (Noreste II – Toma Reconquista)**

Población beneficiaria: 35 localidades donde habitan más de 150.000 personas.

Inversión aproximada: USD 150 millones / \$600 millones.

Descripción de la obra: Este acueducto tiene 350 kms de extensión. Al momento se encuentra en ejecución la primera etapa que permitirá abastecer de agua potable a 100 mil habitantes de las localidades de Reconquista y Avellaneda. La inversión prevista para este primer tramo de los trabajos asciende a los \$121,5 millones. En tanto, está previsto licitar durante 2011 las dos etapas siguientes: la segunda por \$125,3 millones y la tercera por \$126,2 millones. Entre 2011-2015 se licitarán 3 etapas de trabajos con una inversión total de \$373 millones.

- **Acueducto Río Coronda (Norte II – Toma Coronda)**

Población beneficiaria: 98.500 habitantes residentes en 32 localidades.



Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata

Inversión aproximada: USD 70 millones / \$280 millones

Descripción de la obra: El proyecto ejecutivo se encuentra en elaboración y se está en la búsqueda de financiamiento.

- **Acueducto Centro-Oeste Santafesino (Toma Monje)**

Inauguración: 27 de agosto de 2010

Población beneficiaria: 70 mil habitantes de 12 localidades santafesinas.

Inversión aproximada: \$180 millones

Financiación: Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento

Descripción de la obra: Su toma se encuentra sobre el río Coronda, en la localidad de Monje, y desde allí abastece a 12 poblaciones del Centro Oeste Santafesino: Monje, Díaz, San Genaro, Las Rosas, Centeno, Classon, Los Cardos, Montes de Oca, Bouquet, Totoras, María Susana y Las Parejas. Por otra parte, a principios de 2011 el gobierno provincial licitó la primera etapa de la ampliación del acueducto a otras 7 localidades: Maciel, Casalegno, Carrizales, Bernardo de Irigoyen, Irigoyen, Armstrong y Salto Grande.

En total, su traza consta de 240 kms y la primera etapa de ampliación, que ya se encuentra en ejecución, es el tramo Totoras – Salto Grande que demanda una inversión cercana a los \$ 9 millones.

La operación del Acueducto Centro Oeste está a cargo de Aguas Santafesinas, que administra el proceso de captación, potabilización y traslado del agua potabilizada hacia cada una de las localidades beneficiadas, que a su vez la distribuyen entre sus habitantes a través de cooperativas o redes de distribución comunales.

Inversión estimada para obras de ampliación: USD 45 millones - \$180 millones.



ANEXO III: LEYES Y NORMAS.



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA



NORMAS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE Y EFLUENTES CLOACALES
ANEXO I.2.2
A - Límites para la Provisión de Agua Potable

A. PARAMETROS ORGANOLEPTICOS				
	PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO
1	COLOR	mg/l escala Pt/Co	20	1
2	TURBIEDAD	UNT	2	0,5
3	OLOR	Nº de dilución	2 a 12 °C 3 a 25 °C	1
4	SABOR	Nº de dilución	2 a 12 °C 3 a 25 °C	0

B. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS				
	PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE OBLIGATORIO	LIMITE RECOMENDADO
5	pH	Unidades de Ph	pHs +/- 0,5	pHs +/- 0,2
6	RESIDUOS SECOS	mg/l luego del secado a 180°C	1500	1000
7	ALCALINIDAD TOTAL	mg/l CaCO ₃	-	30 < alcalinidad < 200
8	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	100 < dureza < 500	-
9	CLORUROS	Mg/l Cl	400	250
10	SULFATOS	mg/l SO ₄	400	200
11	CALCIO	Mg/l Ca	250	100
12	MAGNESIO	Mg/l Mg	50	30
13	HIERRO TOTAL	Mg/l Fe	0,2	0,1
14	MANGANESO	Mg/l Mn	0,1	0,05
15	COBRE	Mg/l Cu	1,0	-
16	ZINC	Mg/l Zn	5,0	-
17	ALUMINIO	Mg/l Al	0,2	0,1
18	SODIO	Mg/l Na	200	100

Página 101 de 280

JUAN CARLOS VENESIA
Provincia de Santa Fe
Aguas Sanitarias S.A.



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA

19	BARIO	Mg/l Ba	1,0	0,1
20	AMONIO	Mg/l NH ₄	0,5	0,05
21	NITROGENO (excluido el N en forma de nitritos y nitratos)	mg/l N	1	-
22	OXIDABILIDAD (permanganato de potasio)	Mg/l O ₂	5	2
23	SULFURO DE HIDROGENO	mg/l S	No detectable organolépticamente	-
24	DETERGENTES ANIONICOS	mg/l	0,2	-
25	COLOR ACTIVO	Mg/l Cl	1,2	0,2 < Cl < 0,5
26	FOSFORO	mg/l P ₂ O ₅	5,0	0,4

C. SUSTANCIAS TOXICAS INORGANICAS				
	PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE MAXIMO TOLERABLE	LIMITE RECOMENDADO
27	ARSENICO	µg/l As	100	50
28	CADMIO	µg/l Cd	5	-
29	CROMO TOTAL	µg/l Cr	50	-
30	CIANUROS	µg/l Cn	100	50
31	MERCURIO	µg/l Hg	1	-
32	NIQUEL	µg/l Ni	50	-
33	PLOMO	µg/l Pb	50	-
34	ANTIMONIO	µg/l Sb	10	-
35	PLATA	µg/l Ag	50	-
36	SELENIO	µg/l Se	10	-
37	NITRATOS	Mg/l NO ₃	45 (1)	25
38	NITRITOS	Mg/l NO ₂	0,1	

Página 102 de 280

JUAN CARLOS VENESIA
Presidente
Aguas Sanitarias S.A.



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA



39	FLUORUROS	mg/l F	1,5	- (2)
----	-----------	--------	-----	-------

(1) Se recomienda que los lactantes no consuman aguas con tenores superiores a lo establecido.

(2) Cuando la autoridad de salud lo recomiende, el valor a alcanzar será de 1 mg/l

D. SUSTANCIAS TOXICAS ORGANICAS Y PESTICIDAS				
	PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE MAXIMO TOLERABLE	LIMITE RECOMENDADO
40	BENCENO	µg/l	10	-
41	HIDROCARBUROS AROMATICOS POLINUCLEARES (HAP)	µg/l	0,2	-
42	BENZO(A) PIRENO	µg/l	0,01	-
43	CLOROFORMO	µg/l	30	-
44	1,2 DICLOROETANO	µg/l	10	-
45	1,1 DICLOROETENO	µg/l	0,3	-
46	HEXAACLOROBENCENO	µg/l	0,01	-
47	PENTAACLOROFENOL	µg/l	10	-
48	2,4,6 TRICLOROENOL	µg/l	10	-
49	TRIALOMETANOS	µg/l	100	-
50	TETRAACLORURO DE CARBONO	µg/l	3	-
51	TRICLOROETENO	µg/l	30	-
52	TETRAACLOROETENO	µg/l	10	-
53	HIDROCARBUROS TOTALES	µg/l	500	-
54	TOLUENO	µg/l	500	-
55	ETILBENCENO	µg/l	100	-
56	XILENOS	µg/l	300	-
57	ESTIRENO	µg/l	100	-

Página 103 de 280

JUAN CARLOS VENESIA
Presidente
Agua Bonaerense S.A.



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA

58	MONOCLOROBENCENO	µg/l	3	-
59	1,2 DICLOROBENCENO	µg/l	0,2	-
60	1,4 DICLOROBENCENO	µg/l	0,01	-
61	FENOLES	µg/l C ₆ H ₅ OH	1	0,5
62	CLORURO DE VINILO	µg/l	2	-
63	2,4 D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético)	µg/l	100	-
64	ALDRIN Y DIELDRIN	µg/l	0,03	-
65	CLORDANO (total de isómeros)	µg/l	0,3	-
66	DDT (total de isómeros)	µg/l	1	-
67	HEPTACLORO Y HEPTACLORO EPOXIDO	µg/l	0,1	-
68	GAMMA-HCH (Lindano)	µg/l	3	-
69	METOXICLORO	µg/l	30	-
70	MALATION	µg/l	190	-
71	METIL PARATION	µg/l	7	-
72	PARATION	µg/l	35	-

E. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS				
	PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE MAXIMO TOLERABLE	LIMITE RECOMENDADO
73	BACTERIAS AEROBICAS	Nº por ml	100	-
74	COLIFORMES TOTALES	NMP por 100 ml (tubos múltiples)	< 2,2	-
		Nº por 100 ml (membrana filtrante)	0	-
75	COLIFORMES FECALES	NMP por 100 ml (tubos múltiples)	< 2,2	-

Página 104 de 280

JUAN CARLOS VENESIA
Ingeniero
Agua y Saneamiento S.A.



Provincia de Santa Fe
MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA



		Nº por 100 ml (membrana filtrante)	0	-
76	PSEUDOMONAS AERUGINOSAS	Nº por 50 ml	Ausencia	-
77	FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON	Nº por litro	Ausencia	-
78	GIARDIA LAMBLIA	Nº por 380 litros	Ausencia	-
79	CRYPTOSPORIDIUM		Ausencia	-

NOTAS:

- Límites recomendados: Los operadores deben programar alcanzar estos límites en condiciones normales de operación en una fecha que se establezca en las normas aplicables.
- La definición de frecuencias y métodos de muestreo para verificar el cumplimiento de los límites deberá figurar en las normas aplicables.

B - Límites para la Descarga de Efluentes Cloacales

	Parámetro	Unidades	Límite obligatorio	Límite recomendado	Límite obligatorio sin tratamiento
1	Demanda Biológica de Oxígeno (a 20°C sin nitrificación)	mg/l O ₂	50	20	300
2	Demanda Química de Oxígeno (Dicromo potasio)	mg/l O ₂	125	75	375
3	Total de Sólidos suspendidos (secado 105 °C)	mg/l	60	20	500
4	Aceites y Grasas (sustancias solubles en eter etílico)	mg/l	50	-	200
5	Fósforo (Total)	mg/l P	2	Los límites podrán ser derogados si el agua receptora no está sujeta a eutroficación	

Página 105 de 280

JUAN CARLOS VENESIA
Práctico de
Aguas Residuales S.A.



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA

	Parámetro	Unidades	Límite obligatorio	Límite recomendado	Límite obligatorio sin tratamiento
6	Nitrógeno (Total)	mg/l N	15	Los límites podrán ser derogados si el agua receptora no está sujeta a eutroficación	-
7	Temperatura	°C	45	En el caso de plantas que tomen agua para refrigeración y luego la descarguen en el río la temperatura del agua de descarga no debe exceder a la de extracción en más de 10 °C. Podrán aplicarse límites más estrictos si es realmente necesario para proteger el medio ambiente de los peces	45
8	pH	Unidades de pH	8,5 > pH > 7,5	El uso de químicos para corregir el pH no debe provocar que se infrinjan otros límites aplicables	8,5 > pH > 6,5
9	Amoniaco (Total)	mg/l N	25	Los límites podrán ser derogados si el agua receptora no es usada para el abastecimiento de usos humanos o para el sostén de zonas de pesca reconocidos.	-
10	Coliformes (Total)	NMP por 100 ml	5000	Si el cuerpo receptor se utiliza para propósitos recreativos con contacto físico con el agua las autoridades de regulación podrán exigir que la descarga sea desinfectada. Esta desinfección no deberá causar que se infrinjan otros límites aplicables.	-
11	Coliformes Fecales	NMP por 100 ml	1000		

Página 106 de 280

JUAN CARLOS VENEZIA
Presidente
Aguas Sanfesienses S.A.



Provincia de Santa Fe
MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA



	Parámetro	Unidades	Límite obligatorio	Límite recomendado	Límite obligatorio sin tratamiento
12	Fenoles	$\mu\text{g/l C}_6\text{H}_5\text{ OH}$	50	-	500
13	Hidrocarburos Totales	mg/l	50	-	100
14	Cianuro	$\mu\text{g/l Cn}$	100	-	100
15	Detergentes Sintéticos	mg/l	3	No deberá formarse espuma en el cuerpo receptor	5
16	Cromo	$\mu\text{g/l Cr}$	200	-	200
17	Cadmio	$\mu\text{g/l Cd}$	100	-	100
18	Plomo	$\mu\text{g/l Pb}$	500	-	500
19	Mercurio	$\mu\text{g/l Hg}$	5	-	5
20	Arsénico	$\mu\text{g/l As}$	500	-	500
21	Sulfuros	mg/l	1	-	2

NOTAS:

- Límites recomendados: Los operadores deben programar alcanzar estos límites en condiciones normales de operación en una fecha que se establezca en las normas aplicables.
- La definición de frecuencias y métodos de muestreo para verificar el cumplimiento de los límites deberá figurar en las normas aplicables.
- Para pequeñas descargas de sistemas de desagües cloacales que sirvan a poblaciones equivalentes a menos de 500 habitantes que no tengan descargas industriales, normalmente se aplicará un standard descriptivo, a menos que se estime que puede causarse un importante impacto ambiental en el cuerpo receptor. El standard descriptivo incluirá tipos de procesos de tratamiento y las rutinas de operación y mantenimiento.
- Una flexibilización de cualquiera de los límites puede ser considerada en un estudio caso por caso. La flexibilización podrá ser aceptada si se demuestra, a satisfacción de las autoridades de regulación, que no se causará un impacto ambiental importante.
- Se podrán considerar límites más estrictos, caso por caso, si se juzga que la aplicación límites listados pueda causar un importante impacto ambiental sobre el cuerpo receptor inutilizándolo para los usos designados.

Página 107 de 280

JUAN CARLOS
Presidente
AGUAS SANITARIAS S.A.



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA

- f) Los límites obligatorios expresan la concentración máxima admisible.
- g) Los límites recomendados deben ser interpretados como objetivos de operación normales.
- h) Los límites obligatorios sin tratamiento se aplicarán a los desagües industriales que descarguen a los sistemas de desagües cloacales.

JUAN CARLOS VENESIA
Presidente
Aguas Santafesinas S.A.



Provincia de Santa Fe
MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA



ANEXO I.2.2 – C

PAUTAS COMPLEMENTARIAS

Hasta tanto se finalicen las obras de agua y cloaca previstas, se establecen las siguientes condiciones mínimas de prestación del servicio a cumplir por ASSA:

1. Calidad:

1.1. En materia de calidad del Agua Potable ASSA deberá gestionar el servicio de modo de mantener como mínimo los niveles alcanzados al 30-04-2000 salvo situaciones particulares de excepción, donde se haya observado modificación en la calidad físico-química de la fuente de provisión.

1.2. Sobre la base de las condiciones hidrogeológicas que presentan las aguas subterráneas y especialmente de los niveles de calidad de agua potable ya alcanzados ASSA deberá cumplir con las siguientes normas de calidad.

Localidad	Color (mg/l Escala pt/Co)	Residuo seco (180°C) (mg/l)	Alcalinidad Total (mg/l)	Dureza Total (mg/l)	Sodio (mg/l)
Rufino	5	1200	♦	500	320
Firmat	5	1450	♦	500	420
Casilda	5	1400	♦	500	400
Cañada de Gómez	5	1700	♦	500	490
San Lorenzo	5	1400	♦	500	450
Gálvez	5	1100	♦	500	380
Esperanza	5	1100	♦	500	350
Rafaela	5	1100	♦	500	350

♦ Se adoptará el menor valor de Alcalinidad Total alcanzable en cada servicio.

1.3. **Servicios desvinculados:** Para los servicios desvinculados en la ciudad de Santa Fe, será admitida la distribución del agua con las características físico-químicas existentes en las respectivas fuentes subterráneas, debidamente desinfectada, de manera de mantener la mejor calidad del agua alcanzable, salvo para los parámetros Arsénico y Nitratos que deberán mantener concentraciones que no superen el Límite Recomendado fijado en el Anexo A de la Ley 11220.

1.4. Sobre la base de las condiciones hidrogeológicas que presentan las aguas de los servicios que abastece ASSA., y hasta tanto se determinen de común acuerdo las obras y plazos en los cuales el Prestador deberá alcanzar los Límites Recomendados, ASSA deberá cumplir con los Límites que a continuación se detallan para las localidades que se consignan y en los siguientes parámetros:

Página 109 de 280

JUAN CARLOS VENESIA
Presidente
Aguas Batielenses S.A.



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA

1.4.1 Turbiedad: Cañada de Gómez, Casilda, Firmat y San Lorenzo se admitirá como valor máximo de Turbiedad 1,0 UNT.

1.4.2. Sulfatos: Cañada de Gómez, Gálvez, Rufino y San Lorenzo se admitirá como límite máximo el límite Obligatorio del Anexo "A" de la Ley 11220.

1.5. Agua potable proveniente de plantas de tratamiento que se surten de fuentes superficiales.

ASSA deberá dar cumplimiento a los siguientes niveles de calidad en los servicios surtidos por aguas superficiales para el agua potable procedente de las plantas de tratamiento de Santa Fe , Rosario y Reconquista:

1.5.1 PH: Se admitirán valores de pH según el Límite Obligatorio que marca la Ley N° 11220.

1.5.2 Cloro Activo (cloro libre): Se admitirán en la salida de planta como límite máximo de cumplimiento obligatorio valores de Cloro Activo residual de hasta 1,5 mg/l.

1.5.3 Color: Se admitirá como límite máximo de cumplimiento obligatorio el valor de Color de 5 mg/l en la escala Pt/Co.

1.5.4 Dureza: Se admitirán como límite máximo de cumplimiento obligatorio valores de Dureza Total de 500 mg/l. La Concedente no considerará como incumplimiento contractual la insatisfacción del Límite inferior establecido por la Ley N° 11220.

1.5.5 Turbiedad: Asumiendo que durante algunos periodos del año dichas plantas no alcanzan las condiciones normales de operación se admitirá como Límite Máximo de cumplimiento obligatorio Turbiedades no superiores a 1,0 UNT.

1.5.6 THM: La evaluación del cumplimiento se acuerda dando por satisfecho el parámetro si el valor medio de 12 meses satisface el requerimiento. Se entiende por valor medio la sumatoria de los valores obtenido en todas las determinaciones realizadas en los últimos 12 meses dividida por el número de determinaciones.

1.5.7 Cloroformo: Se podrán admitir valores superiores al Límite Obligatorio siempre que los THM's totales no superen los 100 µg/l.

1.5.8 Plancton: Hasta tanto no se logre en las plantas de tratamiento Turbiedades menores o iguales a 0,5 UNT deberá exigirse como mínimo el 99,9% de remoción del número total de organismos planctónicos determinados en el agua cruda.

1.6 Calidad de vertidos de líquidos cloacales.

1.6.1. En materia de calidad de vertidos de líquidos cloacales depurados, en esta localidad de Rufino, con Tratamiento Primario, Aguas Provinciales de Santa Fe S.A. deberá eliminar como mínimo el cincuenta por ciento (50%) de los sólidos suspendidos.

Página 110 de 280



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA



totales, no correspondiendo el control de otro parámetro hasta tanto se finalicen las obras de tratamiento secundario.

1.6.2 En materia de calidad de vertidos de líquidos cloacales depurados, en las localidades con Tratamiento Secundario, el Prestador deberá cumplir con los Límites Obligatorios establecidos en el Anexo "B" de la Ley 11220.

1.6.3 La evaluación del cumplimiento de las normas de vertido será efectuada sobre el análisis de los resultados de muestreo que el Prestador hubiese realizado en el período de doce (12) meses inmediato anterior. Se considerará que los efluentes vertidos por una localidad satisfacen los requerimientos cuando el valor medio de los resultados obtenidos en ese período, sobre cada determinante, no supere los límites establecidos. Se establece que cualquier anomalía en las características del líquido efluente, y de corresponder, será incorporada en la evaluación del cargo compensatorio.

1.6.4 Teniendo en cuenta el nivel alcanzado por el Prestador y el escaso impacto que su disposición provoca en el ambiente, se admitirá la siguiente flexibilización de límites:

1.6.4.1 Total de sólidos Suspendidos (TSS): se aceptará hasta 120 mg/l., siempre que se verifique que el incremento obedece a la presencia de algas.

1.6.4.2 En los efluentes de las plantas de tratamiento de líquidos cloacales de Esperanza, Gálvez y Firmat se admitirá para el parámetro Aceites y Grasas hasta 100 mg/l, encuadrando dicho otorgamiento dentro de lo previsto en el ítem d) del Anexo "B" de la Ley 11220, siempre que se verifique que el incremento obedece a la presencia de algas, que su disposición no cause impacto ambiental importante.

Localidad	Aceites y Grasas (mg/l)
Esperanza	100
Gálvez	100
Firmat	100

1.6.4.3 PH: Para Plantas depuradoras ubicadas en Esperanza, Gálvez y Firmat, se aceptarán valores comprendidos entre 7,5 y 9 unidades de pH.

1.6.4.4 Fósforo (total) y Nitrógeno (total): Se suprime su evaluación si el agua receptora no está sujeta a eutroficación.

1.6.4.5 En relación a la disposición anterior, para el caso particular de la ciudad de Rafaela, considerando que está superada la capacidad de diseño de la misma respecto de la población servida que atiende, y hasta tanto se ejecuten las obras de ampliación de la capacidad de tratamiento de líquidos cloacales de esa localidad, ASSA deberá mantener el funcionamiento de las instalaciones existentes a fin de obtener los niveles de remoción de sustancias con las siguientes flexibilizaciones:

Página 111 de 280

JUAN CARLOS...
Firmat
Hoyos de... S.A.



Provincia de Santa Fe

MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS
PÚBLICOS Y VIVIENDA
CEARINSA

- a) Demanda química de oxígeno (DQO) 185 mg/l
- b) Aceites y Grasas (Sustancias Solubles en Éter Etílico) 100 mg/l
- c) Amoníaco: 35 mg/l

JUAN CARLOS VENESIA
Presidente
Aguas Santafesinas S.A.



Ley N° 18284

Artículo 1° - Declárase vigente en todo el territorio de la República, con la denominación de Código Alimentario Argentino, las disposiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial del Reglamento Alimentario aprobado por Decreto N° 141/53, con sus normas modificatorias y complementarias. El Poder Ejecutivo Nacional ordenará el texto de dichas normas con anterioridad a la reglamentación de la presente Ley.

Artículo 2° - El Código Alimentario Argentino, esta Ley y sus disposiciones reglamentarias se aplicarán y harán cumplir por las autoridades sanitarias nacionales, provinciales o de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires en sus respectivas jurisdicciones. Sin perjuicio de ello, la autoridad sanitaria nacional podrá concurrir para hacer cumplir dichas normas en cualquier parte del país.

Artículo 3° - Los productos cuya producción, elaboración y/o fraccionamiento se autorice y verifique de acuerdo al Código Alimentario Argentino, a esta Ley y a sus disposiciones reglamentarias, por la autoridad sanitaria que resulte competente de acuerdo al lugar donde se produzcan, elaboren o fraccionen, podrán comercializarse, circular y expendirse en todo el territorio de la Nación, sin perjuicio de la verificación de sus condiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial en la jurisdicción de destino.

Artículo 4° - Los alimentos que se importen o exporten deberán satisfacer las normas del Código Alimentario Argentino. Podrán, no obstante, exportarse productos que no alcancen a satisfacer dichas normas cuando:

- a) Su producción, elaboración y/o fraccionamiento haya sido autorizada a tal efecto por la autoridad sanitaria nacional.
- b) Satisfaga las normas del país de destino.
- c) Expresen claramente en sus rótulos, envases y envolturas, el cumplimiento de los requisitos indicados en los incs a) y b) de este artículo e indiquen el país de destino.

La autoridad sanitaria nacional podrá verificar las condiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial de los productos que entren o salgan del país.

Artículo 5° - En caso grave de peligro para la salud de la población, que se considere fundadamente atribuible a determinados alimentos, la autoridad sanitaria nacional podrá suspender por un término no mayor de treinta (30) días, la autorización de comercialización y expendio que se hubiere concedido en cualquier parte del país.

Al término de la medida precautoria dispuesta en virtud de este artículo, la autoridad sanitaria nacional deberá, en todos los casos, dar a publicidad el resultado de las investigaciones practicadas, para difundir la rehabilitación del producto o las sanciones que pudieran corresponder por aplicación del Artículo 9°.

Artículo 6° - La observancia de las normas establecidas por el Código Alimentario Argentino será verificada con arreglo a métodos y técnicas analíticas uniformes para toda la República, que determinará la autoridad sanitaria nacional.



Dicha autoridad prestará la asistencia técnica necesaria y supervisará la habilitación, organización y funcionamiento de los establecimientos, institutos o servicios oficiales de cualquier denominación que hayan de tener a su cargo el cumplimiento de lo dispuesto en el párrafo anterior, de acuerdo con un sistema de cobertura nacional, cualquiera sea la jurisdicción de que dependan.

Artículo 7º - Las autoridades sanitarias nacionales, de las provincias y de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, establecerán y mantendrán actualizados los registros correspondientes a los productos que respectivamente autoricen de acuerdo con los Artículos 3º, 4º y 8º, así como de las sanciones que apliquen en virtud del Artículo 9º.

Dichos registros serán organizados mediante un sistema uniforme para todo el país, a fin de facilitar el procesamiento de la información que permanentemente deberán intercomunicarse las referidas autoridades inmediatamente después de producidas las novedades.

El registro que de acuerdo con las disposiciones de este artículo, esté a cargo de la autoridad sanitaria nacional, tendrá carácter de Registro Nacional de Establecimientos productores y de Productos autorizados en todo el país, de acuerdo con el Código Alimentario Argentino.

Artículo 8º - Los productos que, a la fecha de vigencia de esta Ley, se encuentren autorizados de conformidad con las disposiciones del Decreto N° 141/53 y sus normas modificatorias, serán reinscriptos a simple solicitud de los interesados, la que deberá formularse en el tiempo y forma que establezca la reglamentación ante la autoridad sanitaria que hubiera concedido la autorización anterior.

Artículo 9º (Decreto 341 del 24-02-92)

a) Unifícanse las sanciones pecuniarias a aplicar a las infracciones cometidas contra las normas sanitarias identificadas en el Anexo I, en las sumas de pesos Mil (\$ 1.000) a pesos Un Millón (\$1.000.000), sin perjuicio de la aplicación de las restantes sanciones administrativas que cupieren y de las denuncias penales que se formularen cuando así correspondiere.

La autoridad sanitaria de aplicación graduará los montos a aplicar en cada caso, teniendo para ello presente los antecedentes del imputado, la gravedad de la falta y su proyección desde el punto de vista sanitario.

En caso de reincidencia, atendiéndose a los mismos parámetros de graduación, la sanción podrá establecerse en hasta el décuplo del valor impuesto a la infracción anterior.

El Ministerio de Salud y Acción Social queda autorizado para fijar nuevos valores, de conformidad con la legislación vigente, cuando las circunstancias sanitarias de la Nación así lo hicieren aconsejable, los que no podrán exceder el duplo de los mencionados en el artículo precedente

Los inspectores o funcionarios debidamente facultados tendrán la atribución de penetrar en los lugares donde se ejerzan actividades aprehendidas por las normas de la legislación sanitaria durante las horas destinadas a su ejercicio, y aun cuando mediare negativa del propietario o responsable, estarán autorizados a ingresar cuando haya motivo fundado para creer que se está cometiendo una infracción que atente contra la salud de la población.

Las autoridades policiales de la jurisdicción deberán prestar el concurso pertinente, a solicitud de aquellos, para el cumplimiento de sus funciones. La



negativa injustificada del propietario o responsable lo hará pasible de la aplicación de una multa que se establecerá de conformidad con lo previsto en el Artículo 1°.

Los jueces, con habilitación de día y hora, acordarán de inmediato a los funcionarios designados por la Autoridad Sanitaria la orden de allanamiento y el auxilio de la fuerza pública, si estas medidas fueren solicitadas por dicha autoridad.

El Ministerio de Salud y Acción Social establecerá el procedimiento administrativo a aplicar en su jurisdicción para la investigación de presuntas infracciones a las normas sanitarias, asegurando el derecho de defensa del presunto infractor y demás garantías constitucionales. No obstante, sin perjuicio de las penalidades que se determine aplicar por el procedimiento requerido, la autoridad sanitaria de aplicación, teniendo presente la gravedad y/o reiteración de la infracción, podrá proceder a la suspensión, inhabilitación, clausura, comiso, interdicción de autorización, matriculación, habilitación de profesionales, técnicos, locales, establecimientos o productos, en forma preventiva y por un plazo máximo de hasta 90 días.

Autorízase al Ministerio de Salud y Acción Social a adoptar medidas de excepción, debidamente fundadas, con relación a la venta ambulante de sustancias alimenticias incorporadas al Código Alimentario Argentino y a la importación, exportación, elaboración, comercialización y fraccionamiento de productos relacionados con la prevención y/o tratamiento del cólera.

La Autoridad Sanitaria de Aplicación, en caso de comprobar el incumplimiento de las obligaciones previstas en las normas sanitarias vigentes, deberá intimar al funcionario responsable bajo apercibimiento de sancionarlo de acuerdo con las normas respectivas.

En caso de comprobarse la demora en la tramitación, el superior jerárquico deberá avocarse a la prosecución del trámite, sin perjuicio de la sanción que corresponda al responsable de la dilación.

- b) Comiso de los efectos o mercaderías en infracción.
- c) Clausura temporal, total o parcial del establecimiento.
- d) Suspensión o cancelación de la autorización de elaboración, comercialización y expendio de productos en infracción.
- e) Publicación de la parte resolutive de la disposición que resuelva la sanción.

La aplicación de la medida prevista en el inc d) puede corresponder en dos circunstancias:

I) Productos identificados en forma fehaciente y clara como producidos, elaborados y/o fraccionados en un establecimiento determinado.

En tal caso la suspensión o cancelación de su producción, elaboración y/o fraccionamiento quedará circunscripta a la planta de origen, pero el producto no podrá ser comercializado, en ninguna parte del país, cualquiera sea la jurisdicción en que se aplique la medida.

II) Productos que no pueden ser identificados en forma fehaciente y clara como producidos, elaborados, y/o fraccionados en un establecimiento determinado. En tal caso, no podrán ser elaborados en ninguna parte del país, ni comercializados ni expendidos en el territorio de la República durante el tiempo de vigencia de la sanción impuesta.



Artículo 10º - Las infracciones a las disposiciones del Código Alimentario Argentino, a las de esta Ley y a las de sus disposiciones reglamentarias, prescribirán a los dos (2) años.

Los actos de procedimiento administrativo o judicial interrumpirán la prescripción.

Artículo 11º - Las infracciones a las disposiciones del Código Alimentario Argentino, a las de esta Ley y a las de sus disposiciones reglamentarias, serán sancionadas por la

sanitaria que corresponde de acuerdo con el Artículo 2º, previo sumario, con audiencia de prueba y defensa de los presuntos infractores, conforme al procedimiento de cada jurisdicción.

Las constancias del acta labrada en forma, al tiempo de verificarse la infracción y en cuanto no sean enervadas por otras pruebas, podrán ser consideradas como plena prueba de la responsabilidad del imputado.

Artículo 12º - Contra las decisiones administrativas que la autoridad sanitaria competente dicte en virtud de esta Ley, podrá interponerse recurso de apelación para ante tribunal competente, según la jurisdicción en que se hayan dictado, con expresión concreta de agravios y dentro de los cinco (5) días de notificarse de la resolución administrativa.

En caso de multas, el recurso se otorgará previo ingreso del treinta por ciento (30%) de su importe, cantidad que será reintegrada en caso de prosperar la apelación.

Cuando la sanción apelada fuera alguna de las previstas en los inc c) y d) del Artículo 9º, el recurso se considerará con efecto suspensivo, salvo que a juicio de la autoridad sanitaria pueda de ello resultar riesgo grave para la salud de la población.

Artículo 13º - La falta de pago de las multas aplicadas hará exigible su cobro por vía de ejecución fiscal, constituyendo suficiente título de ejecución el testimonio de la resolución condenatoria firme expedido por el organismo de aplicación o la autoridad judicial.

Artículo 14º - Los funcionarios encargados de vigilar el cumplimiento de las disposiciones del Código Alimentario Argentino, de esta Ley y de sus disposiciones reglamentarias, tendrán facultades para proceder al secuestro de elementos probatorios, disponer la intervención de mercaderías en infracción y el nombramiento de depositarios.

Para el cumplimiento de su cometido, la autoridad sanitaria podrá requerir el auxilio de la fuerza pública y solicitar ordenes de allanamiento de jueces competentes.

Artículo 15º - El producto de las multas que, por imperio de esta Ley, aplique la autoridad sanitaria nacional en cualquier parte del país, ingresará al Fondo Nacional de la Salud, dentro del cual se contabilizará por separado y a los fines previstos en el Artículo 18.

Artículo 16º - El producto de las multas que apliquen las autoridades sanitarias de las provincias y de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires se ingresará de acuerdo con lo que en la respectiva jurisdicción se disponga al respecto, con destino análogo al previsto en el Artículo 18.

Artículo 17º - Derogado por Ley 20.668, 15.5.74.



Artículo 18º - Los recursos que se obtengan como consecuencia de la aplicación del

Artículo 17 se destinarán:

a) Hasta en un 50%, a la creación, atención y/o fomento de los establecimientos a los que corresponda intervenir en el cumplimiento de las disposiciones del Artículo 6º; y

b) En no menos del 50% a la creación, atención y/o fomento en todo el país de establecimientos y/o actividades de perfeccionamiento e investigación tecnológica y científica en todo lo relativo a estudio de necesidades, utilización, producción, elaboración de alimentos destinados a consumo humano de acuerdo con la política que en la materia determine el Poder Ejecutivo Nacional.

Artículo 19º - Los rótulos, envases y envolturas de productos autorizados de acuerdo con el Código Alimentario Argentino y a las normas de esta Ley deberán expresar con precisión y claridad sus condiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial, de acuerdo con las características que hayan determinado la autorización prevista en los Artículos 3º, 4º y 8º, y será de competencia de la autoridad sanitaria entender sobre el particular en la forma que determinen las disposiciones reglamentarias.

Artículo 20º - El Poder Ejecutivo Nacional mantendrá actualizadas las normas técnicas del Código Alimentario Argentino, resolviendo las modificaciones que resulte necesario introducirle para mantener su permanente adecuación a los adelantos que se produzcan en la materia.

A tal fin, podrá disponer en jurisdicción de la autoridad sanitaria nacional, la constitución de grupos de trabajo de la más alta experiencia y calificación científica y técnica y determinar lo inherente a su organización y funcionamiento y a las atribuciones y remuneraciones de sus integrantes.

A los efectos establecidos en la primera parte de este artículo, se tomará en cuenta la opinión de las autoridades sanitarias provinciales, de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, de otros organismos oficiales competentes y/o de entidades científicas, agropecuarias, industriales y comerciales más representativa, según la materia de que se trate.

Artículo 21º - Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley, serán dictadas dentro de los ciento ochenta (180) días de su promulgación, plazo a cuyo vencimiento quedarán derogadas las disposiciones vigentes en cuanto se opongan a la presente Ley.

Artículo 22º - Dé forma.



LEY GENERAL DEL AMBIENTE. LEY 25.675

Sancionada: Noviembre 6 de 2002

Promulgada parcialmente: Noviembre 27 de 2002

Publicación en el B.O.: 26/11/2002

- 5265 -

ARTÍCULO 1º - La presente ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.-

ARTÍCULO 2º - La política ambiental nacional deberá cumplir los siguientes objetivos:

- a) Asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas;
- b) Promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria;
- c) Fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión;
- d) Promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales;
- e) Mantener el equilibrio y dinámica de los sistemas ecológicos;
- f) Asegurar la conservación de la diversidad biológica;
- g) Prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo;
- h) Promover cambios en los valores y conductas sociales que posibiliten el desarrollo sustentable, a través de una educación ambiental, tanto en el sistema formal como en el no formal;
- i) Organizar e integrar la información ambiental y asegurar el libre acceso de la población a la misma;
- j) Establecer un sistema federal de coordinación interjurisdiccional, para la implementación de políticas ambientales de escala nacional y regional
- k) Establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental.-

ARTÍCULO 3º - La presente ley regirá en todo el territorio de la Nación, sus disposiciones son de orden público, y se utilizarán para la interpretación y aplicación de la legislación específica sobre la materia, la cual mantendrá su vigencia en cuanto no se oponga a los principios y disposiciones contenidas en ésta.-

- 5266 -

(Texto según Dec. 2413/2002 Publicación en el B.O.: 28/11/2002)

Principios de la política ambiental

ARTÍCULO 4º - La interpretación y aplicación de la presente ley, y de toda otra norma a través de la cual se ejecute la política Ambiental, estarán sujetas al cumplimiento de los siguientes principios:

Principio de congruencia: La legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en la presente



ley; en caso de que así no fuere, éste prevalecerá sobre toda otra norma que se le oponga.-

Principio de prevención: Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir.-

Principio precautorio: Cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente..-

Principio de equidad intergeneracional: Los responsables de la protección ambiental deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente por parte de las generaciones presentes y futuras.-

Principio de progresividad: Los objetivos ambientales deberán ser logrados en forma gradual, a través de metas interinas y finales, proyectadas en un cronograma temporal que facilite la adecuación correspondiente a las actividades relacionadas con esos objetivos.-

Principio de responsabilidad: El generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.-

Principio de subsidiariedad: El Estado nacional, a través de las distintas instancias de la administración pública, tiene la obligación de colaborar y, de ser necesario, participar en forma complementaria en el accionar de los particulares en la preservación y protección ambientales.-

- 5267 -

Principio de sustentabilidad: El desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.-

Principio de solidaridad: La Nación y los Estados provinciales serán responsables de la prevención y mitigación de los efectos ambientales transfronterizos adversos de su propio accionar, así como de la minimización de los riesgos ambientales sobre los sistemas ecológicos compartidos.-

Principio de cooperación: Los recursos naturales y los sistemas ecológicos compartidos serán utilizados en forma equitativa y racional. El tratamiento y mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos serán desarrollados en forma conjunta.-

ARTÍCULO 5º - Los distintos niveles de gobierno integrarán en todas sus decisiones y actividades previsiones de carácter ambiental, tendientes a asegurar el cumplimiento de los principios enunciados en la presente ley.-

Presupuesto mínimo

ARTÍCULO 6º - Se entiende por presupuesto mínimo, establecido en el artículo 41 de la Constitución Nacional, a toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental. En su contenido, debe prever las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable.-



Competencia judicial

ARTÍCULO 7º - La aplicación de esta ley corresponde a los tribunales ordinarios según corresponda por el territorio, la materia, o las personas.-
En los casos que el acto, omisión o situación generada provoque efectivamente degradación o contaminación en recursos ambientales interjurisdiccionales, la competencia será federal.-

- 5268 -

ARTÍCULO 8º - Los instrumentos de la política y la gestión ambiental serán los siguientes:

1. El ordenamiento ambiental del territorio
2. La evaluación de impacto ambiental.-
3. El sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas.-
4. La educación ambiental.-
5. El sistema de diagnóstico e información ambiental.-
6. El régimen económico de promoción del desarrollo sustentable.-

Ordenamiento ambiental

ARTÍCULO 9º - El ordenamiento ambiental desarrollará la estructura de funcionamiento global del territorio de la Nación y se generan mediante la coordinación interjurisdiccional entre los municipios y las provincias, y de éstas y la ciudad de Buenos Aires con la Nación, a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA); el mismo deberá considerar la concertación de intereses de los distintos sectores de la sociedad entre sí, y de éstos con la administración pública.-

ARTÍCULO 10. - El proceso de ordenamiento ambiental, teniendo en cuenta los aspectos políticos, físicos, sociales, tecnológicos, culturales, económicos, jurídicos y ecológicos de la realidad local, regional y nacional, deberá asegurar el uso ambientalmente adecuado de los recursos ambientales, posibilitar la máxima producción y utilización de los diferentes ecosistemas, garantizar la mínima degradación y desaprovechamiento y promover la participación social, en las decisiones fundamentales del desarrollo sustentable.-

Asimismo, en la localización de las distintas actividades antrópicas y en el desarrollo de asentamientos humanos, se deberá considerar, en forma prioritaria:

- a) La vocación de cada zona o región, en función de los recursos ambientales y la sustentabilidad social, económica y ecológica;
- b) La distribución de la población y sus características particulares;
- c) La naturaleza y las características particulares de los diferentes biomas;
- d) Las alteraciones existentes en los biomas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales;
- e) La conservación y protección de ecosistemas significativos.-

Evaluación de impacto ambiental

ARTÍCULO 11. - Toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.



ARTÍCULO 12. - Las personas físicas o jurídicas darán inicio al procedimiento con la presentación de una declaración jurada, en la que se manifieste si las obras o actividades afectarán el ambiente.

Las autoridades competentes determinarán la presentación de un estudio de impacto ambiental, cuyos requerimientos estarán detallados en ley particular y, en consecuencia, deberán realizar una evaluación de impacto ambiental y emitir una declaración de impacto ambiental en la que se manifieste la aprobación o rechazo de los estudios presentados.-

ARTÍCULO 13. - Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.-

Educación ambiental

ARTÍCULO 14. - La educación ambiental constituye el instrumento básico para generar en los ciudadanos, valores, comportamientos y actitudes que sean acordes con un ambiente equilibrado, propendan a la preservación de los recursos naturales y su utilización sostenible, y mejoren la calidad de vida de la población.-

ARTÍCULO 15. - La educación ambiental constituirá un proceso continuo y permanente, sometido a constante actualización que, como resultado de la orientación y

- 5270 -

articulación de las diversas disciplinas y experiencias educativas, deberá facilitar la percepción integral del ambiente y el desarrollo de una conciencia ambiental,

Las autoridades competentes deberán coordinar con los consejos federales de Medio Ambiente (COFEMA) y de Cultura y Educación, la implementación de planes y programas en los sistemas de educación, formal y no formal.-

Las jurisdicciones, en función de los contenidos básicos determinados, instrumentarán los respectivos programas o currículos a través de las normas pertinentes.-

Información ambiental

ARTÍCULO 16. - Las personas físicas y jurídicas, públicas o privadas, deberán proporcionar la información que esté relacionada con la calidad ambiental y referida a las actividades que desarrollan.-

Todo habitante podrá obtener de las autoridades la información ambiental que administren y que no se encuentre contemplada legalmente como reservada.-

ARTÍCULO 17. - La autoridad de aplicación deberá desarrollar un sistema nacional integrado de información que administre los datos significativos y relevantes del ambiente, y evalúe la información ambiental disponible; asimismo, deberá proyectar y mantener un sistema de toma de datos sobre los parámetros ambientales básicos, estableciendo los mecanismos necesarios para la instrumentación efectiva a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA).-

ARTÍCULO 18. - Las autoridades serán responsables de informar sobre el estado del ambiente y los posibles efectos que sobre él puedan provocar las actividades antrópicas actuales y proyectadas.-



El Poder Ejecutivo, a través de los organismos competentes, elaborará un informe anual sobre la situación ambiental del país que presentará al Congreso de la Nación. El referido informe contendrá un análisis y evaluación sobre el estado de la sustentabilidad ambiental en lo ecológico, económico, social y cultural de todo el territorio nacional.-

Participación ciudadana

- 5271 -

ARTÍCULO 19. - Toda persona tiene derecho a opinar en procedimientos administrativos que se relacionen con la preservación y protección del ambiente, que sean de incidencia general o particular, y de alcance general.- (Texto según Dec. 2413/2002 Publicación en el B.O.: 28/11/2002)

ARTÍCULO 20. - Las autoridades deberán institucionalizar procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancias obligatorias para la autorización de aquellas actividades que puedan generar efectos negativos y significativos sobre el ambiente.-

La opinión u objeción de los participantes no será vinculante para las autoridades convocantes; pero en caso de que éstas presenten opinión contraria a los resultados alcanzados en la audiencia o consulta pública deberán fundamentarla y hacerla pública.-

ARTÍCULO 21. - La participación ciudadana deberá asegurarse, principalmente, en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y en los planes y programas de ordenamiento ambiental del territorio, en particular, en las etapas de planificación y evaluación de resultados.-

Seguro ambiental y fondo de restauración

ARTÍCULO 22. - Toda persona física o jurídica, pública o privada, que realice actividades riesgosas para el ambiente, los ecosistemas y sus elementos constitutivos, deberá contratar un seguro de cobertura con entidad suficiente para garantizar el financiamiento de la recomposición del daño que en su tipo pudiere producir; asimismo, según el caso y las posibilidades, podrá integrar un fondo de restauración ambiental que posibilite la instrumentación de acciones de reparación.-

Sistema Federal Ambiental

ARTÍCULO 23. - Se establece el Sistema Federal Ambiental con el objeto de desarrollar la coordinación de la política ambiental, tendiente al logro del desarrollo sustentable, entre el gobierno nacional, los gobiernos provinciales y el de la Ciudad de

- 5272 -

Buenos Aires. El mismo será instrumentado a través del Consejo Federal de Medio Ambiente

(COFEMA).-

ARTÍCULO 24. - El Poder Ejecutivo propondrá a la Asamblea del Consejo Federal de Medio Ambiente el dictado de recomendaciones o de resoluciones, según corresponda, de conformidad con el Acta Constitutiva de ese organismo federal, para la adecuada vigencia y aplicación efectiva de las leyes de presupuestos mínimos, las complementarias provinciales, y sus reglamentaciones en las distintas jurisdicciones.-

Ratificación de acuerdos federales

ARTÍCULO 25. - Se ratifican los siguientes acuerdos federales:



1. Acta Constitutiva del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), suscrita el 31 de agosto de 1990, en la ciudad de La Rioja, cuyo texto integra la presente ley como anexo I.-

2. Pacto Federal Ambiental, suscrito el 5 de junio de 1993, en la ciudad de Buenos Aires, cuyo texto integra la presente ley como anexo II.- Autogestión

ARTÍCULO 26. - Las autoridades competentes establecerán medidas tendientes a:

- a) La instrumentación de sistemas de protección de la calidad ambiental que estén elaborados por los responsables de actividades productivas riesgosas;
- b) La implementación de compromisos voluntarios y la autorregulación que se ejecuta a través de políticas y programas de gestión ambiental;
- c) La adopción de medidas de promoción e incentivos. Además, se deberán tener en cuenta los mecanismos de certificación realizados por organismos independientes, debidamente acreditados y autorizados.-

Daño ambiental

ARTÍCULO 27. - El presente capítulo establece las normas que regirán los hechos o actos jurídicos, lícitos o ilícitos que, por acción u omisión, causen daño ambiental de incidencia colectiva. Se define el daño ambiental como toda alteración relevante que

- 5273 -

modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos.-

ARTÍCULO 28. - El que cause el daño ambiental será objetivamente responsable de su restablecimiento al estado anterior a su producción. En caso de que no sea técnicamente factible, la indemnización sustitutiva que determine la justicia ordinaria interviniente, deberá depositarse en el Fondo de Compensación Ambiental que se crea por la presente, el cual será administrado por la autoridad de aplicación, sin perjuicio de otras acciones judiciales que pudieran corresponder.-

ARTÍCULO 29. - La exención de responsabilidad sólo se producirá acreditando que, a pesar de haberse adoptado todas las medidas destinadas a evitarlo y sin mediar culpa concurrente del responsable, los daños se produjeron por culpa exclusiva de la víctima o de un tercero por quien no debe responder.-

La responsabilidad civil o penal, por daño ambiental, es independiente de la administrativa. (Texto según Dec. 2413/2002 Publicación en el B.O.: 28/11/2002)

ARTÍCULO 30. - Producido el daño ambiental colectivo, tendrán legitimación para obtener la recomposición del ambiente dañado, el afectado, el Defensor del Pueblo y las asociaciones no gubernamentales de defensa ambiental, conforme lo prevé el artículo 43 de la Constitución Nacional, y el Estado nacional, provincial o municipal; asimismo, quedará legitimado para la acción de recomposición o de indemnización pertinente, la persona directamente damnificada por el hecho dañoso acaecido en su jurisdicción.-

Deducida demanda de daño ambiental colectivo por alguno de los titulares señalados, no podrán interponerla los restantes, lo que no obsta a su derecho a intervenir como terceros.-



Sin perjuicio de lo indicado precedentemente toda persona podrá solicitar, mediante acción de amparo, la cesación de actividades generadoras de daño ambiental colectivo.-

ARTÍCULO 31. - Si en la comisión del daño ambiental colectivo, hubieren participado dos o más personas, o no fuere posible la determinación precisa de la medida del daño aportado por cada responsable, todos serán responsables solidariamente de la reparación frente a la sociedad, sin perjuicio, en su caso, del derecho de repetición entre sí para lo

- 5274 - que el juez interviniente podrá determinar el grado de responsabilidad de cada persona responsable.-

En el caso de que el daño sea producido por personas jurídicas la responsabilidad se haga extensiva a sus autoridades y profesionales, en la medida de su participación.-

ARTÍCULO 32. La competencia judicial ambiental será la que corresponda a las reglas ordinarias de la competencia. El acceso a la jurisdicción por cuestiones ambientales no admitirá restricciones de ningún tipo o especie. El juez interviniente podrá disponer todas las medidas necesarias para ordenar, conducir o probar los hechos dañosos en el proceso, a fin de proteger efectivamente el interés general.-

En cualquier estado del proceso, aun con carácter de medida precautoria, podrán solicitarse medidas de urgencia, aun sin audiencia de la parte contraria, prestando debida caución por los daños y perjuicios que pudieran producirse.

El juez podrá, asimismo, disponerlas, sin petición de parte.-

(Texto según Dec. 2413/2002 Publicación en el B.O.: 28/11/2002)

ARTÍCULO 33. - Los dictámenes emitidos por organismos del Estado sobre daño ambiental, agregados al proceso, tendrán la fuerza probatoria de los informes periciales, sin perjuicio del derecho de las partes a su impugnación.-

La sentencia hará cosa juzgada y tendrá efecto erga omnes, a excepción de que la acción sea rechazada, aunque sea parcialmente, por cuestiones probatorias.-

Del Fondo de Compensación Ambiental

ARTÍCULO 34. - Créase el Fondo de Compensación Ambiental que será administrado por la autoridad competente de cada jurisdicción y estará destinado a garantizar la calidad ambiental, la prevención y mitigación de efectos nocivos o peligrosos sobre el ambiente, la atención de emergencias ambientales; asimismo, a la protección, preservación, conservación o compensación de los sistemas ecológicos y el ambiente.-

Las autoridades podrán determinar que dicho fondo contribuya a sustentar los costos de las acciones de restauración que puedan minimizar el daño generado.-

La integración, composición, administración y destino de dicho fondo serán tratados por ley especial.-

- 5275 -

ARTÍCULO 35. - Comuníquese al Poder Ejecutivo.-

Fdo.: EDUARDO O. CAMAÑO.-JUAN C. MAQUEDA. - Eduardo D. Rollano.-

Juan C. Oyarzún.-

EDUARDO O. CAMAÑO. — DANIEL O. SCIOLI. — Eduardo D. Rollano. —

Juan Estrada.



Decreto 2413/2002

Bs. As., 27/11/2002

VISTO el Proyecto de Ley registrado bajo el

Nº 25.675, sancionado por el HONORABLE

CONGRESO DE LA NACION el 6 de noviembre de 2002, y CONSIDERANDO:

Que el Proyecto de Ley citado en el Visto, establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

Que diversos artículos del Proyecto de Ley requieren reglamentación por lo que resulta prudente observar la palabra “operativas” incluida en el artículo 3º del mismo.

Que el artículo 19 del Proyecto de Ley, dispone que toda persona tiene derecho a ser consultada y a opinar en procedimientos administrativos que se relacionen con la preservación y protección del ambiente, que sean de incidencia general o particular, y de alcance general.

Que en el ámbito del Consejo Federal de Medio Ambiente, las autoridades ambientales locales concertaron que el mencionado artículo tenía un alcance redundante e impreciso al reconocer el derecho a toda persona de ser consultada, entendiendo que la participación ciudadana está suficientemente garantizada con el reconocimiento del derecho a opinar que se incluye en ese mismo artículo y que es un concepto jurídico más claro, amplio e inequívoco.

Que el último párrafo del artículo 29 de Proyecto de Ley, establece que la responsabilidad

- 5276 - civil o penal es independiente de la administrativa y se presume juris tantum la responsabilidad del autor del daño ambiental, si existen infracciones a las normas ambientales administrativas.

Que el mencionado artículo, al otorgar carácter de prueba pre-constituida a una infracción administrativa, a los fines de la responsabilidad civil o penal por daño ambiental, resultaría violatorio del principio de defensa en juicio ya que la norma sancionada estaría admitiendo la existencia de un hecho dañoso y la responsabilidad del autor ante la existencia de infracciones administrativas, salvo que se demuestre lo contrario, cuestión que debe quedar reservada en su valoración al juez de la causa civil o penal.

Que en el artículo 32 del Proyecto de Ley, en la oración que expresa:

“Asimismo, en su sentencia, de acuerdo a las reglas de la sana crítica, el juez podrá extender su fallo a cuestiones no sometidas expresamente a su consideración por las partes”, se autoriza a los jueces de las Provincias a dictar sentencia en la materia comprendida en la norma sancionada, apartándose del principio de congruencia procesal.

Que apartarse de dicho principio, constituye un defecto descalificado por la CORTE SUPREMA DE

JUSTICIA DE LA NACION con fundamento en la doctrina sobre arbitrariedad, por violatorio de la garantía del debido proceso (artículo 18 de la CONSTITUCION DE LA NACION ARGENTINA).

Que el defecto se acentúa por la circunstancia que algunas constituciones provinciales, otorgan rango constitucional al principio de congruencia procesal.



Que en la norma transcripta también se impone a los jueces de las provincias el acatamiento a las reglas de la sana crítica en la evaluación de los hechos sometidos a las disposiciones del Proyecto de Ley N° 25.675, pese a que la adopción de determinado sistema en la ponderación de la prueba, es atribución de la jurisdicción local.

Que en tales términos la norma transcripta también vulnera la previsión del artículo 121 de la CONSTITUCION DE LA NACION ARGENTINA.

Que la presente medida no altera el espíritu y la unidad del proyecto sancionado por el

HONORABLE CONGRESO DE LA NACION.

Que el PODER EJECUTIVO NACIONAL se encuentra facultado para dictar el presente en virtud de lo dispuesto por el artículo 80 de la CONSTITUCION DE LA NACION ARGENTINA.

- 5277 -

Por ello, EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA
EN ACUERDO GENERAL DE MINISTROS
DECRETA:

Artículo 1° — Observase, en el artículo 3° del Proyecto de Ley registrado bajo el N° 25.675, el vocablo “operativas”.

Art. 2° — Observase, en el artículo 19 del Proyecto de Ley registrado bajo el N° 25.675, la expresión:
“a ser consultada y”.

Art. 3° — Obsérvase, en el artículo 29 del Proyecto de Ley registrado bajo el N° 25.675, la frase:

“Se presume iuris tantum la responsabilidad del autor del daño ambiental, si existen infracciones a las normas ambientales administrativas.”

Art. 4° — Obsérvase, en el artículo 32 del Proyecto de Ley registrado bajo el N° 25.675, la frase:

“Asimismo, en su sentencia, de acuerdo a las reglas de la sana crítica, el juez podrá extender su fallo a cuestiones no sometidas expresamente a su consideración por las partes.”

Art. 5° — Con las salvedades establecidas en los artículos anteriores, cúmplase, promulgase y téngase por la Ley de la Nación el Proyecto de Ley registrado bajo el N° 25.675.

Art. 6° — Dese cuenta al HONORABLE CONGRESO DE LA NACION.

Art. 7° — Comuníquese, publíquese, dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese.

2. DUHALDE. — Alfredo N. Atanasof. — Aníbal D. Fernández. — Jorge R. Matzkin. — Graciela

Camaño. — Juan J. Alvarez. — Ginés M. González García. — Carlos F. Ruckauf. — José H.

Jaunarena.



LEY PROVINCIAL

REGISTRADA BAJO EL N° 11717

LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA SANCIÓN CON FUERZA DE LEY:
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

CAPÍTULO I

PRINCIPIOS GENERALES

ARTÍCULO 1.- La presente Ley tiene por objeto:

- a) Establecer dentro de la política de desarrollo integral de la Provincia, los principios rectores para preservar, conservar, mejorar y recuperar el medio ambiente, los recursos naturales y la calidad de vida de la población.
- b) Asegurar el derecho irrenunciable de toda persona a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y la dignidad del ser humano.
- c) Garantizar la participación ciudadana como forma de promover el goce de los derechos humanos en forma integral e interdependiente.

ARTÍCULO 2.- La preservación, conservación, mejoramiento y recuperación del medio ambiente comprende, en carácter no taxativo:

- a) El ordenamiento territorial y la planificación de los procesos de urbanización e industrialización, desconcentración económica y poblamiento, en función del desarrollo sustentable del ambiente.
- b) La utilización racional del suelo, subsuelo, agua, atmósfera, fauna, paisaje, gea, fuentes energéticas y demás recursos naturales, en función del desarrollo sustentable.
- c) La conservación de la diversidad biológica y la gestión ecológica racional de la biotecnología.
- d) La preservación del patrimonio cultural y el fomento y desarrollo de procesos culturales, enmarcados en el desarrollo sustentable.
- e) La protección, preservación y gestión de los recursos hídricos y la prevención y control de inundaciones y anegamientos.
- f) La creación, protección, defensa y mantenimiento de áreas naturales protegidas de cualquier índole y dimensión que contuvieron suelos y/o masas de agua con flora y fauna nativas o no, rasgos geológicos, elementos culturales o paisajes.
- g) La sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo humano.
- h) La formulación de políticas para el desarrollo sustentable, y de leyes y reglamentaciones específicas acordes a la realidad provincial y regional.
- i) La regulación, control o prohibición de toda actividad que pueda perjudicar algunos de los bienes protegidos por esta ley en el corto, mediano o largo plazo.
- j) Los incentivos para el desarrollo de las investigaciones científicas y tecnológicas orientadas al uso racional de los recursos naturales y a la protección ambiental.
- k) La educación ambiental en todos los niveles de enseñanza y capacitación comunitaria.
- l) La orientación, fomento y desarrollo de iniciativas públicas y privadas que estimulen la participación ciudadana en las cuestiones ambientales.
- m) La coordinación de las obras, proyectos y acciones, en cuanto tengan vinculación con el ambiente, considerado integralmente.



- n) La promoción de modalidades de consumo y de producción sustentable.
- o) El desarrollo y promoción de tecnologías energéticas eficientes, de nuevas fuentes de energías renovables y de sistemas de transporte sustentables.
- p) El control de la generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.
- q) El seguimiento del estado de la calidad ambiental y protección de áreas amenazadas por la degradación.
- r) La minimización de riesgos ambientales, la prevención y mitigación de emergencias ambientales y la reconstrucción del ambiente en aquellos casos en que haya sido deteriorado por acción antrópica o degradante de cualquier naturaleza.
- s) La cooperación, coordinación, compatibilización y homogeneización de las políticas ambientales a nivel interjurisdiccional, y la gestión conjunta de ecosistemas compartidos orientada al mejoramiento del uso de los recursos naturales, el control de la calidad ambiental, la defensa frente a emergencias y catástrofes y, en general, al desarrollo sustentable.

CAPÍTULO II

AUTORIDAD DE APLICACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

ARTÍCULO 3.- Créase la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, que será la autoridad de aplicación de la presente ley. Las potestades, objetivos, régimen financiero y atribuciones que la Ley N° 11.220 y el decreto N° 1550/96 confería a la Subsecretaría de Ecología y Medio Ambiente debe entenderse transferidas a esta nueva Secretaría.

ARTÍCULO 4.- Sin perjuicio de las potestades y atribuciones determinadas en el artículo anterior, también corresponden a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable las siguientes funciones:

- a) Elaborar y proponer la política del medio ambiente y desarrollo sustentable.
- b) Coordinar con los distintos Ministerios, Organismos Públicos Descentralizados, Entidades Autárquicas, Municipalidades y Comunas, la ejecución de las norma relativas al medio ambiente y desarrollo sustentable.
- c) Controlar el efectivo cumplimiento de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten.
- d) Fiscalizar el cumplimiento, evaluar y sugerir modificaciones de las normas vigentes que regulen la materia ambiental.
- e) Habilitar un sistema de registro para las actividades que sean capaces real o potencialmente de modificar el ambiente, las cuales deberán ajustarse a las normas que establezca la autoridad de aplicación.
- f) Proponer los parámetros físicos, químicos y biológicos que determinen la calidad ambiental aceptable en función de la aptitud del medio y el equilibrio de los ecosistemas, los que serán reglados por ley especial.
- g) Controlar en forma permanente el estado del medio ambiente y de los recursos naturales; fiscalizar el uso del suelo y subsuelo, agua, aire y otros recursos.



- h) Proteger y tender a la conservación y utilización racional de los recursos naturales renovables y no renovables, propiciar la recuperación de las áreas degradadas y el empleo sustentable de los recursos biogenéticos.
- i) Proponer la suscripción de convenios, contratos y otros instrumentos con organismos municipales, comunales provinciales, nacionales o internacionales, personas o entidades públicas o privadas a los efectos del mejor cumplimiento de los objetivos de la presente ley, y con los recaudos que exige al efecto la legislación vigente.
- j) Convocar a Audiencias Públicas, según lo establece la presente ley y la reglamentación que en consecuencia se dicte.
- k) Dictar las normas de procedimiento de admisibilidad formal y material, intervenir en la evaluación y expedirse, respecto de los Estudios de Impacto Ambiental, conforme los artículos 19º y 20º de la presente ley y lo que se establezca por norma especial.
- l) Investigar de oficio o por denuncia de los particulares en sede administrativa, las acciones susceptibles de degradar el medio ambiente o los recursos naturales renovables o no renovables.
- m) Imponer las sanciones administrativas que correspondan, sin perjuicio de las acciones jurisdiccionales pertinentes, emanadas de la acción sobre los intereses difusos previstos por la normativa vigente o la que en el futuro la modifique o reemplace.
- n) Fiscalizar la utilización de las sustancias tóxicas, su transporte, tratamiento y disposición final, y el destino definitivo de los desechos de cualquier tipo.
- o) Fomentar programas y desarrollar estudios ambientales y de desarrollo sustentable y promover la educación, capacitación y difusión en materia ambiental, en coordinación con los organismos provinciales competentes.
- p) Promover la difusión pública de los temas relacionados con el ambiente con el objetivo de capacitar a la población y lograr su participación activa en la defensa del medio ambiente.
- q) Promover e incentivar la investigación científica y tecnológica, la incorporación de tecnologías y métodos de producción y consumo, con criterios de sustentabilidad del ambiente y/o destinadas al mejoramiento de la calidad ambiental.
- r) Llevar un registro actualizado de todas las entidades y organismos gubernamentales y no gubernamentales legalmente constituidas que desarrollen estudios e investigaciones propios a la temática ambiental y del desarrollo sustentable.
- s) Llevar un registro oficial de Consultores, expertos y peritos en materia ambiental en el que se inscribirán las personas físicas o jurídicas que acrediten jerarquía académica, científica y técnica que podrán prestar sus servicios profesionales en cualesquiera de las disciplinas atinentes para la realización de los Estudios de Impacto Ambiental o las consultas o investigaciones que resulten pertinentes.
- t) Instrumentar un Sistema Provincial de Información Ambiental, como base de datos intersectorial que reúna la información existente en materia ambiental del sector público municipal o comunal, provincial, nacional e internacional, el que deberá ser actualizado, de libre consulta, y de difusión pública.



ARTÍCULO 5.- A los fines del artículo anterior, el Poder Ejecutivo deberá centralizar, descentralizar o transferir funciones y competencias atribuidas a otros organismos y dependencias, a la Secretaría de Estado creada por el artículo 3º de la presente ley, cualesquiera sea el área actual de revista, dentro de los sesenta (60) días posteriores a la fecha de promulgación de esta norma.

ARTÍCULO 6.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable contará para dar cumplimiento al artículo 3º de la presente ley, con los siguientes recursos:

- a) Las partidas que el Poder Ejecutivo fije en el Presupuesto General de Gastos y Cálculo de Recursos, bajo la denominación "Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable", necesarios para atender las erogaciones derivadas de la presente ley.
- b) Las donaciones, legados, subsidios y subvenciones que reciba.
- c) Los fondos públicos y privados provenientes de entidades y organismos nacionales e internacionales destinados a sus fines.
- d) Los intereses, rentas, dividendos y utilidades provenientes de las inversiones que produzcan sus bienes, de acuerdo con la ley de Contabilidad.
- e) Las multas, tasas, aranceles, permisos, habilitaciones, generados en el ejercicio de sus funciones y facultades.

CAPITULO III

CONSEJO PROVINCIAL DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

ARTÍCULO 7.- Créase el Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable con carácter de órgano asesor consultivo, no vinculante, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

ARTÍCULO 8.- El Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable estará presidido por el Secretario de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable e integrado en forma honoraria por:

- a) Representantes del estado provincial.
- b) Representantes de los gobiernos municipales y comunales, según la competencia territorial de los asuntos a tratarse.

ARTÍCULO 9.- La Presidencia del Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable podrá invitar a participar en las sesiones y trabajos de la misma y de sus Comités Técnicos a representantes de las Organizaciones no Gubernamentales legalmente constituidas, Organizaciones Intermedias, Colegios

Profesionales, Universidades, Institutos de Ciencia y Tecnología, y toda otra persona física o jurídica que a juicio de la Secretaría pudiera aportar sus conocimientos para el buen desempeño de las funciones asignadas a este Consejo.

ARTÍCULO 10.- El Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable se dará su propio reglamento, el que debe ser aprobado por resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

CAPITULO IV

DE LAS NORMAS TÉCNICAS AMBIENTALES



ARTÍCULO 11.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable debe promover y garantizar la adecuada difusión de las normas técnicas ambientales que determinan los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles o niveles guías de calidad ambiental y de manejo que debe observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes, teniendo en cuenta aquellos que la autoridad nacional establezca como presupuesto mínimo de protección.

CAPÍTULO V

MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

ARTÍCULO 12.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, puede convocar a

Audiencias Públicas a las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, responsables, potencialmente afectadas e interesadas en debatir los aspectos que hacen al impacto ambiental de los proyectos o actividades y a las acciones necesarias para prevenir y mitigar el impacto ambiental. Las recomendaciones emanadas de las Audiencias Públicas tendrán carácter no vinculante.

ARTÍCULO 13.- La audiencia pública estará presidida por el Secretario de Estado de Medio Ambiente y

Desarrollo Sustentable o quién éste designe. La convocatoria deberá hacerse a través de los medios de comunicación oral, escrito y televisivo de mayor difusión, con un mínimo de treinta (30) días de anticipación, poniéndose a disposición de los particulares en igual plazo, toda la información sobre el proyecto objeto de la audiencia, pudiendo los titulares solicitar que se respete la reserva de datos o informaciones que puedan afectar la propiedad intelectual del mismo.

ARTÍCULO 14.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, promoverá la creación de:

- a) Un Cuerpo de Protectores Ambientales, de carácter honorario, con el objeto de colaborar con ella, en actividades de concientización y educación.
- b) Parlamentos Estudiantiles Ambientales, de carácter honorario, que tendrán como objeto colaborar con la Secretaría y las Municipalidades y Comunas, en lo relacionado con la problemática ambiental.

CAPÍTULO VI

EDUCACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

ARTÍCULO 15.- Los principios generales enunciados en la presente ley deberán ser tenidos en cuenta en la aplicación de la Ley N° 10.759 (Educación Ambiental) o la que la modifique o la reemplace en el futuro, referida a la educación obligatoria sistemática, formal y no formal, y en la capacitación de la administración pública. Para ello, la Provincia y las Municipalidades y Comunas, podrán celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones públicas y privadas, investigadores y especialistas en la materia, procurando:

- a) El fomento de la investigación científico-tecnológica, desarrollando planes y programas para la formación de especialistas que investiguen las causas y efectos de fenómenos ambientales e incluyan el concepto de sustentabilidad en el desarrollo económico y tecnológico.



- b) La capacitación en materia ambiental de los educadores de todos los niveles.
- c) La promoción de jornadas ambientales con participación de la comunidad, campañas de educación ciudadana respetando las características de cada región.
- d) La motivación de los miembros de la sociedad inspirada en el sentido de la corresponsabilidad en lo referente a la protección y mejoramiento del medio ambiente.
- e) El estímulo y la capacitación para el desarrollo de tecnologías adecuadas que compatibilicen el crecimiento económico con la preservación de los recursos naturales, la conservación y mejoramiento de la calidad de vida.

CAPÍTULO VII

DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

ARTÍCULO 16.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable deberá, organizar, delimitar, controlar y mantener el Sistema de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia.

ARTÍCULO 17.- Será materia de legislación especial el Sistema de Áreas Naturales Protegidas a fin de preservar muestras o extensiones representativas de los distintos ambientes de la Provincia, que contenga

la categorización de las áreas que integrarán el sistema, según la jurisdicción, dominio y formas institucionales de gestión; tipo de actividades y usos permitidos, prohibidos o limitados; régimen para el otorgamiento, suspensión y caducidad de concesiones, permisos y licencias para la explotación y aprovechamiento de los recursos; y toda otra disposición que se considere atinente para el eficiente establecimiento y funcionamiento de las mismas. Asimismo, se deberá prever la categorización de las que existieron al momento de la promulgación de la presente ley.

La gestión de todas las áreas naturales protegidas deberá hacerse mediante planes estratégicos que contemplen la participación de las comunidades locales en su gestión, monitoreo y vigilancia.

CAPÍTULO VIII

IMPACTO AMBIENTAL

ARTÍCULO 18.- Las personas físicas o jurídicas responsables de proyectos, obras o acciones que afecten o sean susceptibles de afectar el ambiente, están obligadas a presentar ante la Secretaría, conforme al artículo 21º, un estudio e informe de evaluación del impacto ambiental de todas sus etapas.

ARTÍCULO 19.- Los funcionarios y agentes públicos responsables de la aprobación de una acción u obra, que afecte o sea susceptible de afectar el ambiente, están obligados a solicitar, con carácter previo, el informe de evaluación de impacto ambiental, aprobado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y

Desarrollo Sustentable.

ARTÍCULO 20.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable debe realizar

Auditorías Ambientales de las obras y actividades que se encuentren en ejecución o desarrollo, o ejecutadas o en pleno funcionamiento con preexistencia a la sanción de la presente ley, conforme lo establezca la reglamentación.



ARTÍCULO 21.- Será materia de la ley especial todo lo atinente a los procedimientos para la realización y aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental y de las Auditorías Ambientales. Esta deberá contener asimismo la categorización de industrias, obras y actividades, según su riesgo presunto, localización, escala, peligrosidad, calidad y cantidad de materia prima o insumos, cantidad y calidad de residuos que generen, consumo energético y demás características que considere pertinentes.

CAPÍTULO IX

RESIDUOS PELIGROSOS

ARTÍCULO 22.- Será considerado residuo peligroso todo desecho líquido, sólido, semi-sólido y/o gaseoso que pueda causar daño, directa o indirectamente a los seres vivos, o contaminar las propiedades bióticas del ambiente en general.

ARTÍCULO 23.- Será materia de legislación especial la regulación de la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.

CAPÍTULO X

INFRACCIONES, SANCIONES e INCENTIVOS

ARTÍCULO 24.- El criterio de preservación será prioritario frente a cualquier otro en la gestión pública y privada del ambiente y, cuando haya peligro de daño grave e irreversible del mismo, nunca podrá alegarse a falta de certeza absoluta como razón para no adoptar medidas preventivas.

ARTÍCULO 25.- Se consideran conductas dañosas contra el medio ambiente a las siguientes:

- a) Depredación, degradación y demás acciones y omisiones susceptibles de causar daño a las aguas.
- b) Erosión, degradación, esterilización, agotamiento, y demás acciones u omisiones susceptibles de causar daño a los suelos.
- c) Depredación, degradación u otras acciones u omisiones susceptibles de causar daño a la atmósfera, o la biosfera.
- d) Destrucción, modificación perjudicial u otras acciones u omisiones susceptibles de causar daño al paisaje natural o ambiente humano.
- e) Depredación, degradación y demás acciones u omisiones susceptibles de causar daños a la flora y fauna silvestre, áreas protegidas y patrimonio genético.

En los casos de contaminación o envenenamiento de estos factores naturales, que constituyen delitos o contravenciones punibles, se dará comunicación inmediata a los órganos jurisdiccionales correspondientes.

ARTÍCULO 26.- Las obras o actividades susceptibles de degradar el medio ambiente y/o afectar la calidad de vida de la población que se inicien durante el trámite administrativo de aprobación del estudio de impacto ambiental sin contar con el permiso correspondiente, serán suspendidas de inmediato.

La persona física o jurídica responsable de daños al ambiente, será intimada a la reparación del ecosistema afectado, conforme la reglamentación de la presente ley.

En ambos casos, las medidas descriptas serán independientes de las sanciones civiles y/o penales que pudieren corresponder.



ARTICULO 27.- Las sanciones administrativas que podrá aplicar la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable por infracciones a la presente ley y a otras normas especiales de carácter ambiental, conforme a lo que establezca la reglamentación, serán las siguientes:

- a) Apercibimiento.
- b) Multa
- c) Suspensión total o parcial de la concesión, licencia y/o autorización de instalación o de funcionamiento otorgada, pudiendo establecerse plazos y condiciones para subsanar las irregularidades detectadas.
- d) Caducidad o cancelación total o parcial de la concesión, licencia y/o autorización otorgadas.
- e) Clausura temporal, definitiva, parcial o total del establecimiento, edificio o instalación.
- f) Retención de los bienes de naturaleza o condiciones, respecto de los cuales haya antecedentes para estimar un uso o consumo nocivo o peligroso para el ambiente y la calidad de vida de la población, hasta tanto se realicen las pruebas correspondientes para disipar la situación dudosa.
- g) Decomiso de los bienes materiales o efectos que hayan sido causa o instrumento de una infracción, de las leyes y reglamentos ambientales.
- h) Destrucción o desnaturalización de bienes, según corresponda a la naturaleza o gravedad de la infracción o al peligro que dichos bienes impliquen para el ambiente y la calidad de vida de la población.

ARTICULO 28.- A fin de determinar el tipo y graduación de la sanción deberá tenerse en cuenta la magnitud del daño o peligro ambiental ocasionados, la condición económica del infractor, su capacidad de enmendar la situación generada y el carácter de reincidente.

ARTICULO 29.- El Poder Ejecutivo Provincial priorizará en sus políticas de crédito y fiscales de desarrollo industrial agropecuario, aquellas actividades de investigación, producción, e instalación de tecnologías que promuevan el uso racional de los recursos naturales y la preservación de los ecosistemas, en concordancia con los objetivos de la presente ley. Asimismo preverá un régimen de difusión pública orientado a informar a la población acerca de los incentivos y beneficios que se otorguen.

ARTICULO 30.- La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable confeccionará una Etiqueta oficial de distinción de los productos o servicios en el mercado que certifiquen que en sus procesos de producción o prestación se han respetado las normas de calidad ambiental, y los principios establecidos en la presente ley. Reglamentariamente se establecerán los requisitos y procedimientos de otorgamiento. -

ARTÍCULO 31.- La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable deberá instrumentar programas de autogestión y autorregulación ambiental, y compromisos voluntarios, para la protección de la calidad ambiental responsables de las actividades productivas riesgosas.

CAPITULO XI

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

ARTICULO :32.- La presente Ley es de orden público y entrará en vigencia a los noventa (90) días de su promulgación plazo dentro del cual el Poder Ejecutivo deberá reglamentarla, y proceder a constituir los órganos que por ella



se crean, así como a modificar el presupuesto incluyendo las partidas correspondientes para la atención de los gastos que la aplicación de la misma demanden.

ARTÍCULO 33.- Comuníquese al Poder Ejecutivo.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DE LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE SANTA FE, A LOS DIECIOCHO DÍAS DEL MES DE NOVIEMBRE DEL AÑO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE.

C.P.N. JORGE GIORGETTI NORBERTO BETIQUE

Presidente y Presidente Provisional

Cámara Diputados Cámara Senadores

C.P.N. ALBERTO PAPINI Dr. CARLOS A. CARRANZA

Secretario Legislativo

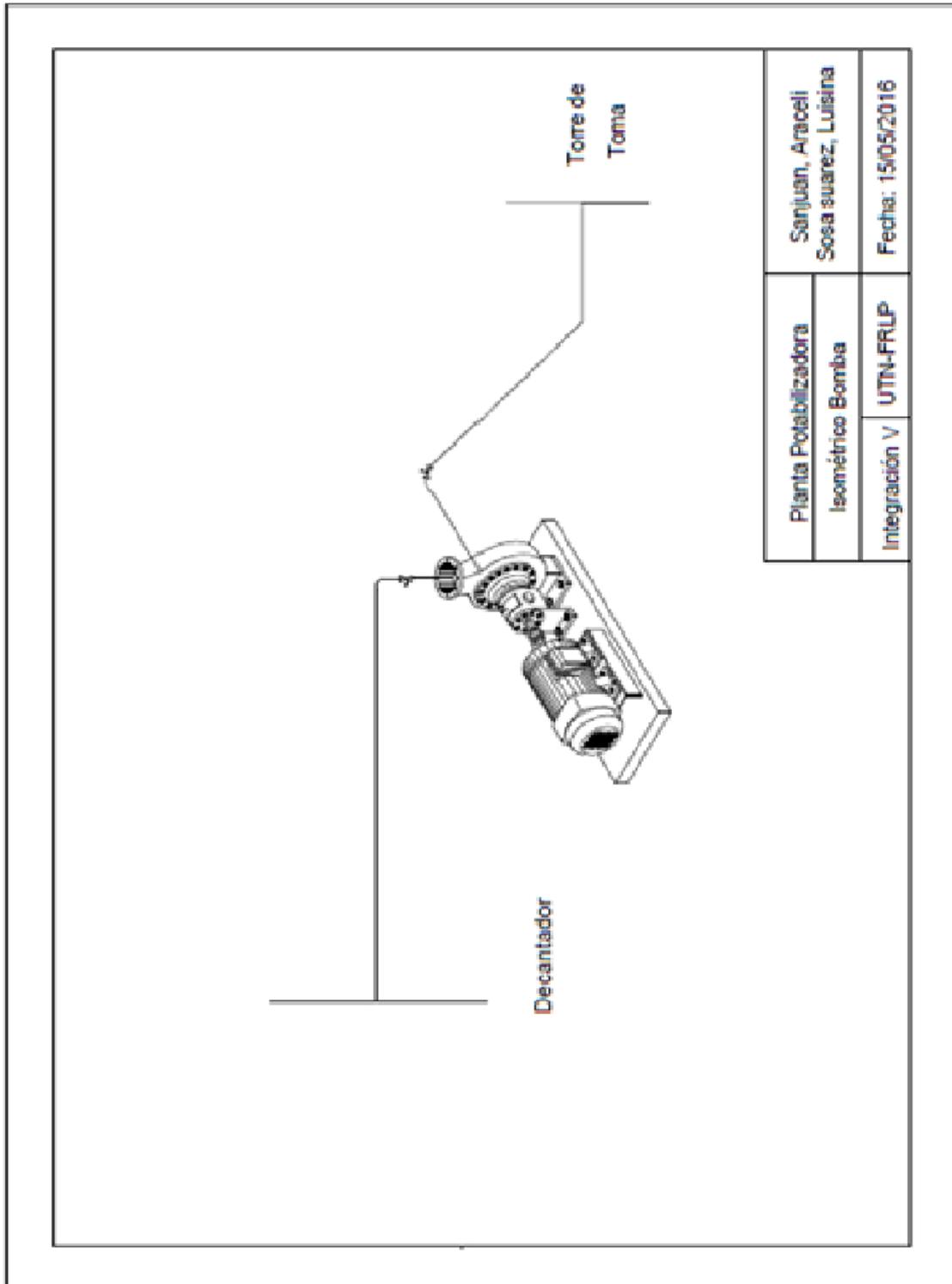
Cámara Diputados Cámara Senadores

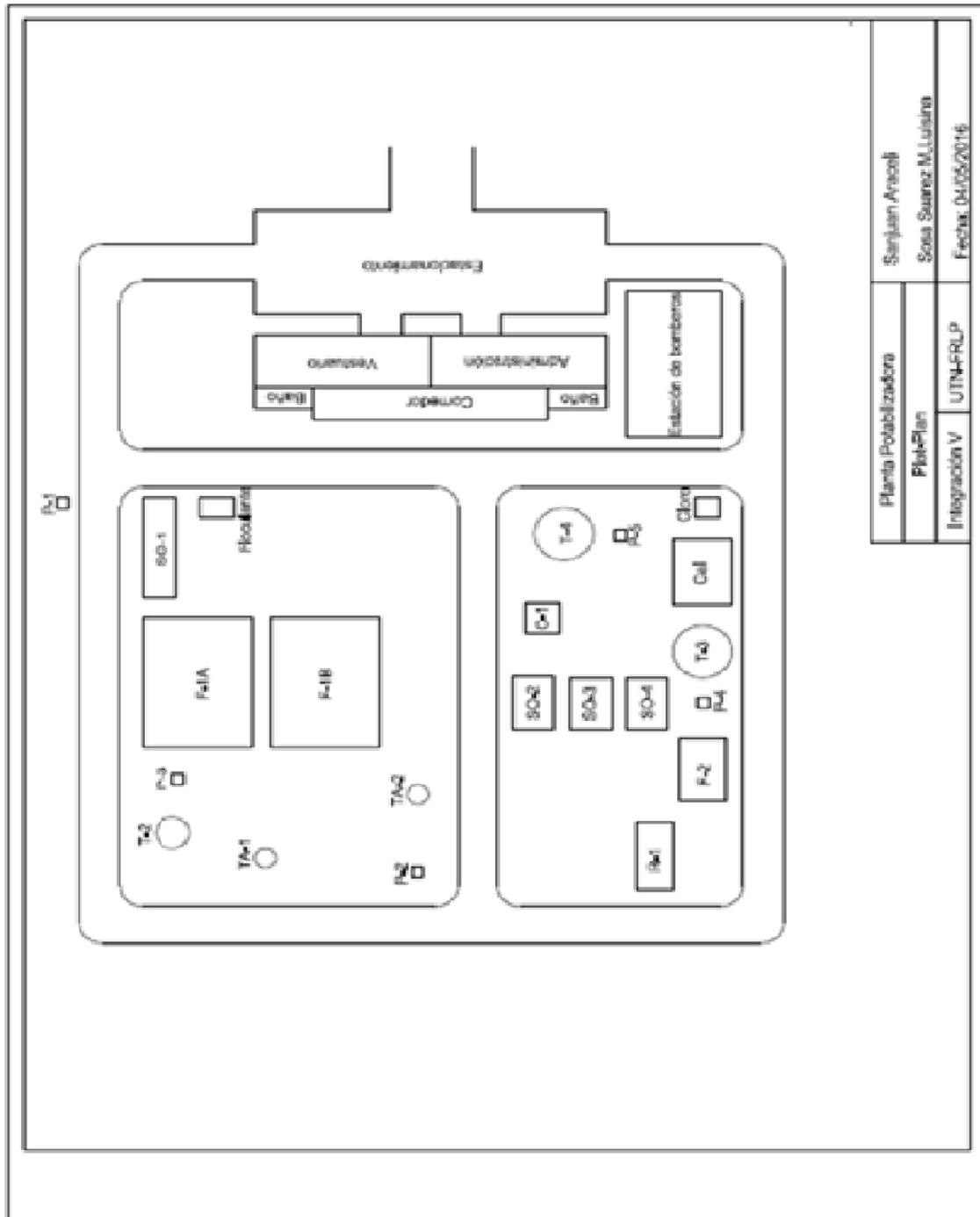


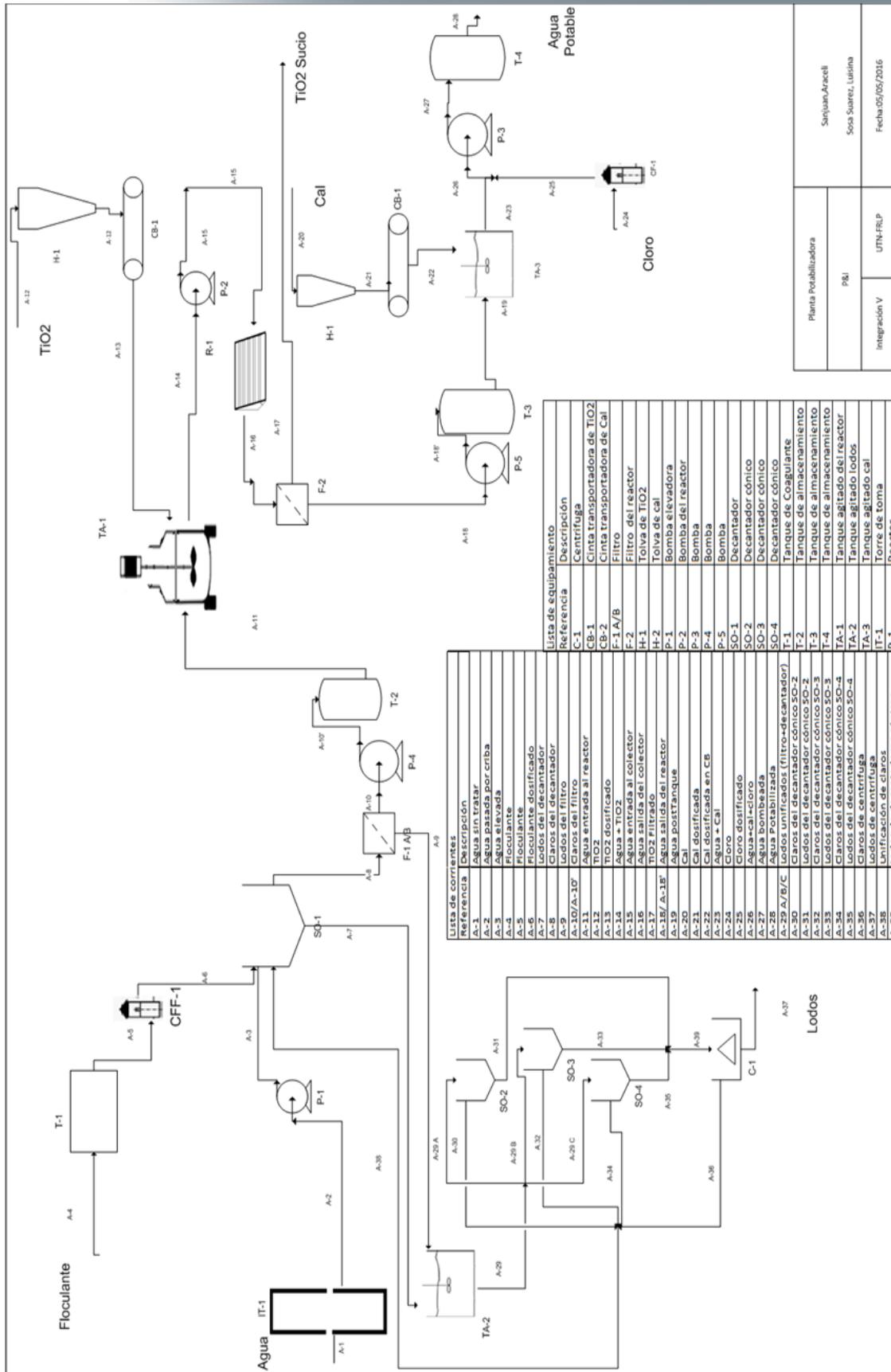
ANEXO IV: PLANOS.



Lista de equipamiento		Lista de corrientes	
Referencia	Descripción	Referencia	Descripción
C-1	Centrifuga	A-1	Agua sin tratar
CB-1	Cinta transportadora de TiO ₂	A-2	Agua pasada por criba
CB-2	Cinta transportadora de Cal	A-3	Agua elevada
F-1 A/B	Filtro	A-4	Coagulante
F-2	Filtro del reactor	A-5	Coagulante
H-1	Tolva de TiO ₂	A-6	Coagulante dosificado
H-2	Tolva de cal	A-7	Lodos del decantador
P-1	Bomba elevadora	A-8	Claros del decantador
P-2	Bomba del reactor	A-9	Lodos del filtro
P-3	Bomba	A-10/A-10'	Claros del filtro
P-4	Bomba	A-11	Agua entrada al reactor
P-5	Bomba	A-12	TiO ₂
SO-1	Decantador	A-13	TiO ₂ dosificado
SO-2	Decantador cónico	A-14	Agua + TiO ₂
SO-3	Decantador cónico	A-15	Agua entrada al colector
SO-4	Decantador cónico	A-16	Agua salida del colector
T-1	Tanque de Coagulante	A-17	TiO ₂ Filtrado
T-2	Tanque de almacenamiento	A-18/ A-18'	Agua salida del reactor
T-3	Tanque de almacenamiento	A-19	Agua postTanque
T-4	Tanque de almacenamiento	A-20	Cal
TA-1	Tanque agitado del reactor	A-21	Cal dosificada
TA-2	Tanque agitado lodos	A-22	Cal dosificada en CB
TA-3	Tanque agitado cal	A-23	Agua + Cal
IT-1	Torre de toma	A-24	Cloro
R-1	Reactor	A-25	Cloro dosificado
		A-26	Agua+cal+cloro
		A-27	Agua bombeada
		A-28	Agua Potabilizada
		A-29 A/B/C	Lodos unificados (filtro+decantador)
		A-30	Claros del decantador cónico SO-2
		A-31	Lodos del decantador cónico SO-2
		A-32	Claros del decantador cónico SO-3
		A-33	Lodos del decantador cónico SO-3
		A-34	Claros del decantador cónico SO-4
		A-35	Lodos del decantador cónico SO-4
		A-36	Claros de centrifuga
		A-37	Lodos de centrifuga
		A-38	Unificación de claros
		A-39	Lodos de decantadores cónicos



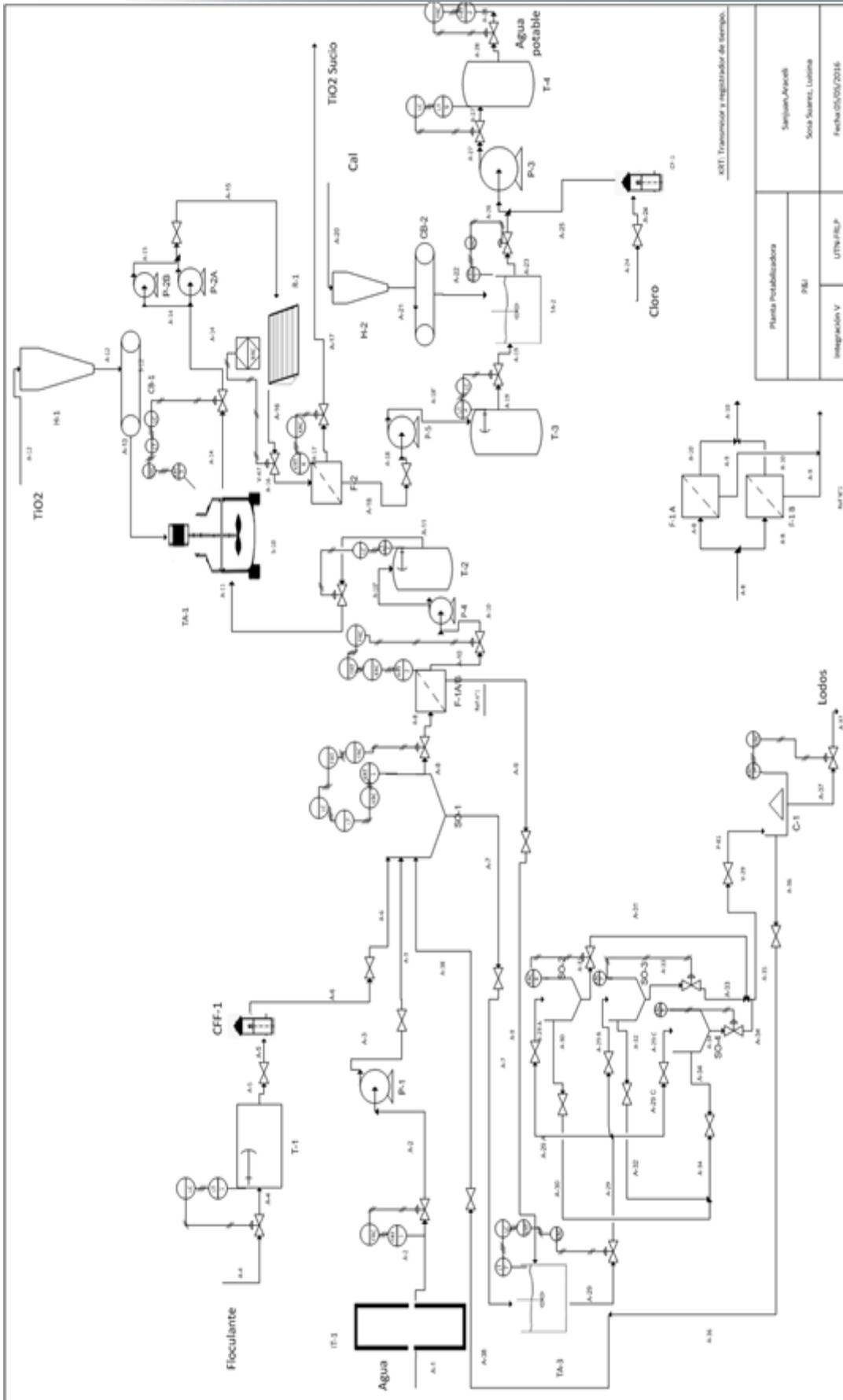




Referencia	Descripción
A-1	Agua sin tratar
A-2	Agua pasada por criba
A-3	Agua filtrada
A-4	Floculante
A-5	Floculante dosificado
A-6	Lodos del decantador
A-7	Lodos del decantador
A-8	Lodos del decantador
A-9	Lodos del filtro
A-10/A-10'	Agua entrada al reactor
A-11	TI02
A-12	TI02 dosificado
A-13	Agua + TI02
A-14	Agua entrada al colector
A-15	TI02 Filtrado
A-16	Agua salida del colector
A-17/A-18	Agua salida del reactor
A-19	Agua posttanque
A-20	Cal
A-21	Cal dosificada
A-22	Cal dosificada en CB
A-23	Agua + Cal
A-24	Cloro
A-25	Cloro dosificado
A-26	Agua-calcloro
A-27	Agua bombeada
A-28	Agua Potabilizada
A-29 A/B/C	Agua Potabilizada (filtro-decantador)
A-30	Lodos del decantador cónico SO-2
A-31	Lodos del decantador cónico SO-2
A-32	Lodos del decantador cónico SO-3
A-33	Lodos del decantador cónico SO-3
A-34	Lodos del decantador cónico SO-4
A-35	Lodos del decantador cónico SO-4
A-36	Lodos de centrifuga
A-37	Lodos de centrifuga
A-38	Unificación de claros
A-39	Lodos de decantadores cónicos

Referencia	Descripción
C-1	Centrifuga
CB-1	Cinta transportadora de TI02
CB-2	Cinta transportadora de Cal
F-1 A/B	Filtro
F-2	Filtro del reactor
H-1	Tolva de cal
H-2	Tolva de cal
P-1	Bomba elevadora
P-2	Bomba del reactor
P-3	Bomba
P-4	Bomba
P-5	Bomba
SO-1	Decantador
SO-2	Decantador cónico
SO-3	Decantador cónico
SO-4	Decantador cónico
T-1	Tanque de Coagulación
T-2	Tanque de almacenamiento
T-3	Tanque de almacenamiento
T-4	Tanque de almacenamiento
TA-1	Tanque agitado del reactor
TA-2	Tanque agitado lodos
TA-3	Tanque agitado Cal
TA-4	Torre de toma
R-1	Reactor

Planta Potabilizadora	Sanjuan Araceli
Integración V	Soa Suarez, Lupina
UTN-FRLP	Fecha: 05/06/2016





ANEXO V: HOJAS DE ESPECIFICACIÓN.



Hoja de especificación	
Unidad	IT-1
Servicio	Cribado de agua de río
Datos constructivos	
Tipo de equipo	Torre de toma
Nivel de agua en el canal de entrada (m)	0,15
Ancho de la rejilla (m)	0,39
Velocidad del flujo (m/s)	0,17
Área neta (m²)	0,085
Número de barras	7
Longitud de rejilla (m)	0,29
Datos de operación	
Fluido	Agua
Caudal de diseño (m³/s)	0,01
Pérdidas menores (m)	0,0006
Viscosidad (cp)	1
Densidad (kg/m³)	998,2



Hoja de especificación	
Unidad	P-1
Servicio	Bomba elevadora
Datos constructivos	
Tipo de equipo	Bomba centrífuga
Proveedor	Finish Thompson Inc.
Modelo	UC-438
Tipo de impulsor	Cerrado
Diámetro de succión (pulgadas)	6
Diámetro de impulsión (pulgadas)	3
Velocidad (RPM)	1450
Potencia (KW)	1,02
Eficiencia (%)	61,73
NPSH requerido (m)	0,98
Datos de operación	
Fluido	Agua
Caudal de diseño (m³/s)	0,013
Altura Aspiración (MCA)	7,27
Altura de descarga (MCA)	10,37
Altura de diseño (m)	10,17
NPSH disponible (m)	7,06
Viscosidad (cp)	1
Densidad (kg/m³)	998,2



Hoja de especificación	
Unidad	SO-1
Servicio	Decantación
Datos constructivos	
Tipo de equipo	Decantador horizontal rectangular
Área del sedimentador (m²)	20,34
Altura del sedimentador (m)	3,76
Longitud (m)	9,6
Ancho (m)	2,28
Altura de agua sobre vertedero (m)	1,8
Área total de orificio (m²)	0,13
Número de orificios	30
Altura de la plancha difusora (m)	2,05
Datos de operación	
Fluido	Agua
Caudal de diseño (m³/s)	0,013
Pérdida de carga en la salida (m)	2,76
Pérdida de carga orificio compuerta (m)	2,24
Viscosidad (cp)	1
Densidad (kg/m³)	998,2



Hoja de especificación	
Unidad	F-1 A/B
Servicio	Filtración
Datos constructivos	
Tipo de equipo	Filtro lento de arena
Altura de drenaje (m)	0,2
Altura de arena (m)	1
Velocidad de filtración (m/h)	0,2
Altura del lecho (m)	0,2
Altura de agua sobre lecho (m)	1
Área superficial (m²)	115,95
Coefficiente mínimo de costo (K)	1,33
Longitud de la unidad (m)	12,43
Ancho de la unidad (m)	9,34
Datos de operación	
Fluido	Agua
Caudal de diseño (m³/h)	46,380
Pérdidas de carga del lecho filtrante (m)	0,29
Viscosidad (cp)	1
Densidad (kg/m³)	998,2



Hoja de especificación	
Unidad	T-4
Servicio	Almacenamiento
Datos constructivos	
Tipo de equipo	Tanque
Altura (m)	18,98
Diámetro (m)	10
Espesor total (plg)	0,45
Volumen (m³)	1192
Revestimiento interno	Poliurea
Datos de operación	
Fluido	Agua
Caudal de diseño (m³/h)	46,380
Pérdidas de carga (Pa)	148.764,00
Viscosidad (cp)	1
Densidad (kg/m³)	998,2



Hoja de especificación			
Unidad	TA-3		
Servicio	Ajuste de PH		
Datos de diseño			
Altura (m)	2,17		
Diámetro (m)	1,08		
Volumen (m ³)	2		
Agitador		Placas deflectoras	
Tipo	Turbina	Número de Placas	4
Número de aspas	6		
Tipo de aspas	Inclinadas		
Distancia fondo del tanque hasta el rodete (m)	0,36		
Diámetro del agitador (m)	0,36		
Ancho de las paletas (m)	0,108		
Diámetro del rodete (m)	0,36		
Diámetro de paletas (m)	0,135		
Ancho de las placas deflectoras (m)	0,09		
Material	Acero al carbono		
Potencia (HP)	0,77		
Velocidad (rpm)	115		
Datos de operación			
Temperatura de diseño (°C)	25		
Caudal de diseño (m ³ /min)	0,773		
Presión de diseño (kPa)	101,3		



Datos constructivos	
Tipo de equipo	Reactor fotocatalítico
Longitud (m)	6,5
Altura del reactor (m)	3,2
Volumen (m ³)	110,43
Número de tubos	65
Área del reactor (m ²)	20,7
Datos de operación	
Fluido	Agua
Caudal de diseño (m ³ /h)	46,380
Radiación (KWh)	18,980
Heliofania (hs)	5,140
Velocidad de reacción [mg/(l*min)]	2,130
Tiempo de residencia (min)	29,320
Pérdidas de carga (Pa)	300.002,55
Viscosidad (cp)	1
Densidad (kg/m ³)	998,2



Hoja de especificación	
Unidad	H-2
Servicio	Almacenamiento y dosificación de cal
Datos de diseño	
Tipo de equipo	Tolva
Ángulo de fricción del material	40
Ángulo de fricción sobre el acero	25
Ángulo de cono	40
Ángulo de techo	100
Altura del techo (m)	0,44
Altura del cono (m)	2,62
Altura del cilindro (m)	4,29
Altura total (m)	7,35
Volumen de techo (m3)	7,4
Volumen del cilindro (m3)	7,4
Volumen del cono (m3)	315
Volumen total (m3)	25,06
Tensión de ruptura o resistencia a la fluencia (N/mm ²)	240
Modulo de elasticidad (N/mm ²)	210
Presión total (N/mm ²)	219,32
Espesor de la pared (mm)	4,7
Material constructivo	Acero ASTM A36
Datos de operación	
Capacidad total (KN)	499,47
Cantidad de cal (kg/h)	212,36
Densidad (kg/m ³)	2210
Temperatura (°C)	25



Hoja de especificación	
Unidad	CB-2
Servicio	Dosificación de cal
Datos constructivos	
Tipo de equipo	Cinta transportadora
Proveedor	AXMANN
Longitud (m)	2
Velocidad de la línea (m/s)	60
Peso de todas las partes móviles de la línea (kg/m)	25
Ancho de la línea (mm)	325
Potencia (HP)	0,543
Datos de operación	
Fluido	Cal
Capacidad del sistema de transporte (THP)	0,21
Temperatura de trabajo (°C)	25
Densidad (kg/m³)	2210



Hoja de especificación	
Unidad	SO-2
Servicio	Decantación de lodos
Datos de diseño	
Tipo de equipo	Decantador cónico
Provedor	Grupo-PID
Número de decantadores	3
Altura (mm)	5000
Diámetro (mm)	3500
Ángulo del cono	60
Altura de patas (mm)	500
Altura del cono (mm)	1500
Altura del cilindro (mm)	3000
Modelo	DCT-AS-30
Datos de operación	
Caudal (kg/h)	11,043
Densidad (kg/m ³)	1020
Velocidad asentamiento en la interfase (cm/min)	2,5



Hoja de especificación	
Unidad	C-1
Servicio	Centrifugación de lodos
Datos de diseño	
Tipo de equipo	Decantador cónico
Proveedor	INGOR
Evacuación de lodos (kg/h)	10000
Peso (kg)	8500
Longitud del tambor (mm)	3040
Diámetro del tambor (mm)	760
Relación L/D	4
Velocidad de giro (rpm)	2000
Potencia del motor (kW)	58
Modelo	DC1-760
Datos de operación	
Caudal (m ³ /h)	69,3
Densidad (kg/m ³)	1020



ANEXO VI: BIBLIOGRAFÍA.



- La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales
Luis Fernando Garcés Giraldo / Edwin Alejandro Mejía Franco/Jorge Julián Santamaría Arango.
- Degradación de Sólidos Suspendidos en Agua Residual mediante Fotocatalisis Heterogénea con TiO₂. Ing. Ángel Muñoz Villarreal
- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN REACTOR TUBULAR FOTOCATALÍTICO (UV-A) PARA LA DEGRADACIÓN DE DESECHOS QUÍMICOS ORGÁNICOS. YAZMIN LORENA RAMIREZ ARIAS.
- "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REACTOR A ESCALA DE PLANTA PILOTO PARA EL TRATAMIENTO FOTOCATALÍTICO DE AZUL DE METILENO Y CROMO VI EN AGUAS" PRESENTADO POR: IRIS MARISOL ORTIZ PORTILLO Y AURA CRISTINA RODRÍGUEZ CANACAS
- PROCESO FOTOCATALÍTICO COMO ALTERNATIVA PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA. JOSE DANIEL ACEVEDO ZABALETA
- Degradación fotocatalítica del ibuprofeno empleando dióxido de titanio. Marcela Papamijaa, Víctor Sarriab.
- Arboleda, Valencia Jorge. Teoría y práctica de la purificación del agua. Tercera Edición. Vol. 1. Bogota: Mc Graw Hill, 2000
- MALATO RODRÍGUEZ, Sixto et al. Descontaminación de aguas de lavado de envases de plaguicidas mediante Fotocatalisis solar. Madrid: Ciemat, 2001; 189 p.
- GIL PAVAS, Edison. Fotocatalisis: una alternativa viable para la eliminación de compuestos orgánicos. En: Revista Universidad de EAFIT. Medellín. No 127 (jul. – sep. 2002); p. 59-64
- GARCÉS GIRALDO, Luis F. Fotocatalisis con TiO₂ de los colorantes azul de metileno y naranja reactivo 84 utilizando colector solar. Medellín, agosto 2003; 208 p. Tesis de maestría. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería.



- PORRAS, Paula et al. Tratamiento de los desechos líquidos de la facultad de ingeniería por medio de Fotocatálisis. En: Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia. Medellín. No. 21 (dic. 2000); p.11-18.
- FRANCO C., Alexander y ORTIZ, Natalia. Manejo y tratamiento de los residuos líquidos de la facultad de ingeniería. En: Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia. Medellín, departamento de Ingeniería Química. 2000.
- VIDAL, A. et al. Procesos solares fotocatalíticos en el tratamiento de afluentes: aplicaciones al tratamiento de aguas de lavado conteniendo plaguicidas. En: Ingeniería Química. Madrid. No 386 (enero 2002).
- COZ, A. y VILLASEÑOR, J. Tratamiento de efluentes fenólicos de la industria de la celulosa: procesos de oxidación avanzada. En: Ingeniería Química. Madrid. No 358 (ene. 2003);

- “Diseño y Cálculo de Tanques de Almacenamiento” Walter Volpe
- “Operaciones unitarias en ingeniería química” Mc Cabe, Smith, Harriott. 4ta edición Mc Graw Hill. 1998.
- “Manual del ingeniero Químico” Robert H. Perry. 6ta edición Mc Graw Hill. 2001

- Arboleda Valencia, Jorge. Teoría y práctica de la purificación del agua. Asociación Colombiano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Acodal. Colombia.
- AWWA. Water Quality and Treatment. A Handbook of Community Water Supplies. 4a edición. Mc Graw - Hill. USA. 1990.
- Centro Panamericano de Ing. Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Teoría, Diseño y Control de los procesos de Clarificación del Agua. CEPIS. Serie técnica 13. Lima, 198
- Centro Panamericano de Ing. Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Programa de protección de la salud ambiental. Ing. José M. Pérez. Guía para el diseño de plantas de filtración lenta.



- Galvis C, Gerardo. Filtración Lenta en arena, consideraciones sobre el uso en el tratamiento de aguas superficiales. Revista Acodal.
- Organización Panamericana de la Salud. Guías para la selección y aplicación de tecnologías de
- desinfección del agua para Consumo Humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe. División de Salud y Ambiente. Serie Técnica No. 30.. Washington D.C.
- Valdez, Enrique César.. Lineamientos Técnicos en materia de Agua Potable y Alcantarillado. Gacetilla Ambiental
- Guías para la calidad del agua potable. PRIMER APÉNDICE A LA TERCERA EDICIÓN. Volumen 1. Recomendaciones, Organización Mundial de la Salud.
- GUIA METODOLOGICA PARA LA ELABORACION DE UNA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL. Autor: Arq. María Gabriela DELLAVEDOVA.
- Conesa Fernández-Vítora Vicente: "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental". Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Echechuri H., Ferraro R., Bengoa Guillermo: "Evaluación de Impacto Ambiental. Entre el saber y la práctica". Editorial Espacio. Buenos Aires.
- Hadad H., Lenardón A., Giuranacci J.M., Lorenzatti E., Di Filipp, J.: "Gestión educativa-Gestión ambiental: una gestión integrada". Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.
- Vicente Conesa Fernández - Vitora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental)
- Bird, Stewart, Lightfoot. "Fenómenos De Transporte" Segunda Edición.
- "Métodos de cálculo en los procesos de transferencia de materia". H. Sawistowski y W. Smith. 1ra edición



Páginas Web:

- <http://www.industriasyempresas.com.ar>
- <http://www.axmann-fs.com/>
- <http://www.sfcaspel.com/>
- <http://www.bvsde.paho.org/>
- <http://es.slideshare.net/>
- <http://equipos.opt-ing.com/>
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/>
- <http://www.iit.comillas.edu/>
- <http://www.bvsde.paho.org/>
- <http://www.uap.edu.pe/>
- <http://sgpwe.izt.uam.mx/>
- <http://cidta.usal.es/>
- <http://www.sidemet.com.ar/assets/chapaslaminadoencalientetabladedenominacion.pdf>
- www.itacanet.or
- <http://www.ingenieria.unam.mx/>
- <http://www.rieranadeu.com/>
- <http://www.sereco.it/>
- <http://www.nyfdecolombia.com/>
- <http://orbitalingenieria.com.ar/>
- <http://grupotecnoquim.com/>
- <http://hidrometalica.com/>
- <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/>
- <https://www.santafe.gob.ar>
- <http://inta.gob.ar/>
- <https://www.aysa.com.ar/>