

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA, CIUDAD Y BAHIA DE PUNO

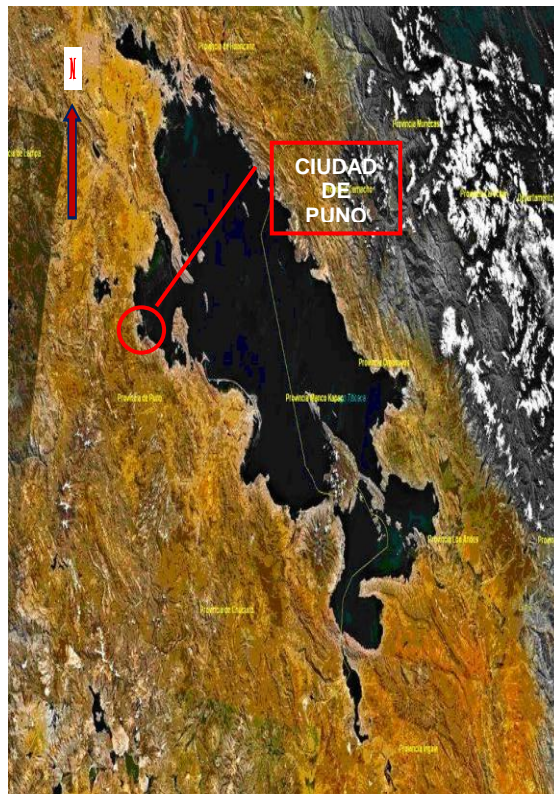
Autor: MsC. Ing. Germán Rafael Espinoza Rivas, CIP N° 44847
Email: germanespinoza.peru@gmail.com; **Cells:** 951-995318, 951-351433, RPM: *770261
Trabajo: INGEOTEC – Consultoría en formulación de proyectos y gestión ambiental

1.0 RESUMEN

El Lago Titicaca está situado a una altitud de 3,810 m.s.n.m., y la ciudad se extiende hacia las pendientes de sus montañas circundantes hasta aproximadamente 3,950 m.s.n.m.

La ciudad de Puno (Población aproximada de 120,790 habitantes en el año 2008) esta principalmente construida alrededor de las orillas occidentales de la Bahía Interior, localizada en la esquina noroeste del Lago Titicaca (8,167 km²).

La Bahía Interior de Puno, pertenece al Lago Titicaca, en cuyas orillas se desarrolla la ciudad de Puno, actualmente con una población de aproximadamente 125,663 habitantes en el año 2012, esta principalmente construida alrededor de las orillas occidentales de la Bahía Interior, localizada en la esquina noroeste del Lago Titicaca. La Bahía Interior es un ecosistema de forma casi cuadrada, con una profundidad que va desde los 0.50 m hasta 6.70 m, tiene una extensión de 17.3 Km² (representa el 0.21% del área total del Lago Titicaca) y un volumen de agua de aproximadamente 80 millones de metros cubico (MMC).



Este ecosistema por más de ochenta años, ha sido y es el único receptor de diversos tipos de contaminantes, ya sea por el vertimiento de aguas residuales urbanas crudas e inadecuadamente tratadas, por el escurrimiento de las microcuencas que rodean la ciudad, los cuales también aportan importante cantidad de contaminantes, entre ellos materia orgánica y residuos sólidos, además de sedimentos.

Entre otras causas que han contribuido a la contaminación y eutrofización de la Bahía Interior de Puno, es la ausencia durante muchos años de políticas ambientales a cargo de las entidades pertinentes, la falta de recursos financieros orientados a la gestión integral de la contaminación, aspecto que ha causado que la Bahía Interior, alcance altos niveles de contaminación y eutrofización, alterando y/o eliminando los servicios ambientales.

Entre los indicadores objetivos de la contaminación y eutrofización de la Bahía Interior, se tienen la lenteja de agua (*Lemna sp.*), que desde hace mas de 20 años se ha manifestado a

través de una gran cantidad de biomasa, que crece en toda las orillas de la bahía, entre la Isla Esteves por el Norte y la Isla Espinar por el Sur.

En el marco del concepto anterior, la situación de la Bahía Interior de Puno nos presenta un panorama crítico respecto de la contaminación que recibe por efecto de la actividad humana que se desarrolla en la ciudad de Puno, principalmente referida a las descargas de aguas domesticas, la cual se ha potenciado por el efecto acumulativo de muchos años, y cuya manifestación se evidencia por la mala apariencia del agua y la presencia de lenteja de agua.

2.0 INTRODUCCION

Los problemas de la contaminación, particularmente de la Bahía Interior de Puno se han originado por la evacuación de aguas residuales producidas por la ciudad de Puno, cuyo volumen diario estimado es de 17,500 m³/día, de los cuales el 20% son evacuados a través de 09 emisores distribuidos en las orillas de la Bahía (drenes pluviales con conexiones clandestinas de desagües), mientras el 80% son evacuados al sistema de estabilización de aguas servidas de Espinar, sistema que no garantiza una calidad aceptable desde el punto de vista químico; otra de las causas son las aguas pluviales, cuya composición físico-química y biológica es muy compleja teniendo en consideración que las condiciones de drenaje actual son deficientes e insuficientes. La ciudad de Puno tiene un área de 2,179 Has. y una densidad de poblacional de 52 habitantes por Ha, el área construida cubre el 74%, el resto de áreas está compuesto como áreas proyectadas para viviendas y aprobadas para la periferia urbana y colina de montañas como consecuencia de esto el problema de la erosión de suelos y degradación de la cobertura vegetal han acentuado los procesos de colmatación en la bahía interior y aceleran los procesos de deterioro en el ecosistema.

Las actividades orientadas a la ejecución de infraestructura, no solo deben demostrar su factibilidad técnica y económica, sino también de ser ambientalmente viables. La evaluación del impacto ambiental que generan las obras sobre los entornos físicos, biológicos y socio-económicos en el área de influencia deben ser cuantificados para su posterior prevención, control y mitigación, en el marco de un plan de ordenamiento y gestión ambiental, consideradas dentro de las políticas del desarrollo sostenible en el área.

Bajo estas consideraciones, la ejecución de las actividades planteadas, se justifican considerando las necesidades de orden ambiental, social y económico de la población, teniendo en cuenta que dicho ecosistema es un bien público cuyo valor económico en cuanto se refiere a la Bahía Interior de Puno ha sido reducido significativamente, desde el punto de vista del uso de recursos de uso inmediato como pesca, turismo, flora, fauna y recreación principalmente; por otro lado las condiciones de contaminación biológica la convierten en una amenaza potencial a la salud de la población, factores que ameritan el esfuerzo económico para el desarrollo de las propuestas técnicas y

económicas viables para la contaminación y recuperación del equilibrio ecológico en el mediano y largo plazo.



3.0 PROBLEMÁTICA, CAUSAS DE LA CONTAMINACION

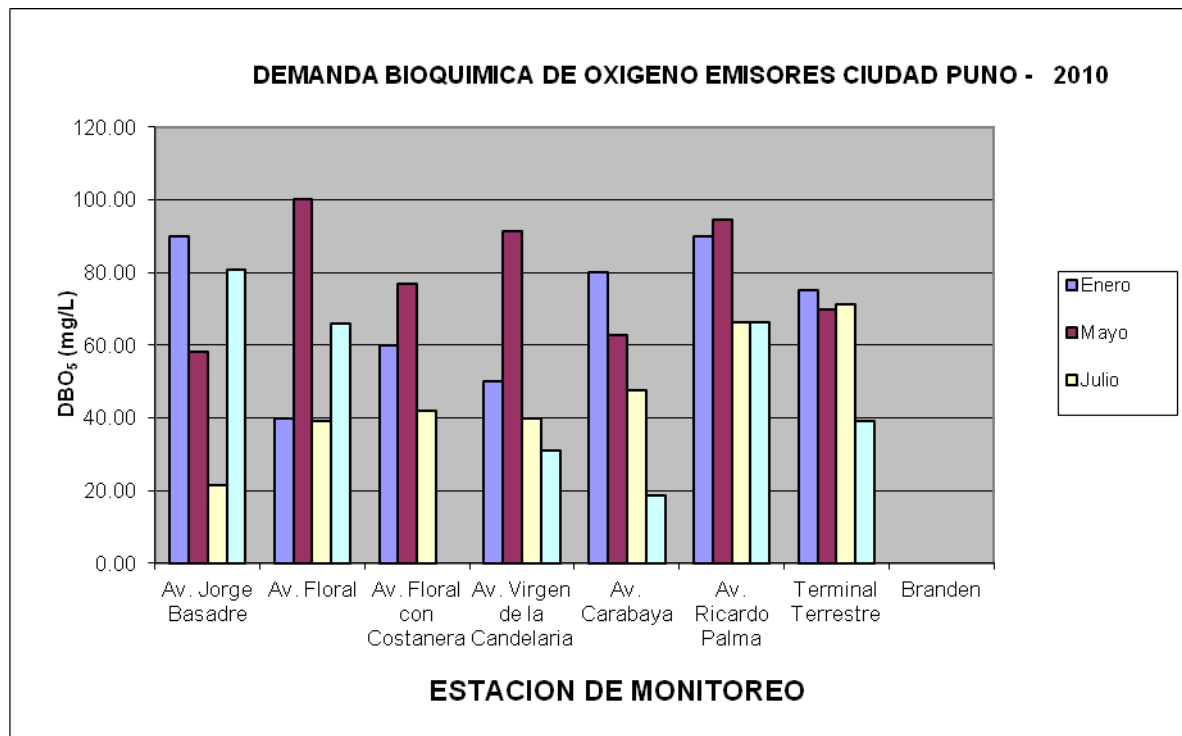
La Bahía Interior de Puno, es un ecosistema relativamente complejo, con una estructura ambiental particular ya que interactiva con diversos elementos endógenos y exógenos principalmente aquellos localizados en la ciudad de Puno, los cuales ejercen una fuerte presión ambiental; por un lado el inadecuado manejo de las aguas residuales y residuos sólidos, las aguas pluviales superficiales generadas por las condiciones de alta pluviosidad en la zona, así como los continuos procesos de erosión que ocurren en la Microcuenca circundante; elementos que a través de tiempo ha causado la contaminación de la Bahía Interior de Puno.

3.1 AGUAS SERVIDAS

La planta de tratamiento actualmente no cumple con los niveles de remoción adecuados, por falta de mantenimiento y por el hecho de que el volumen de aguas servidas que trata a sobrepasado su capacidad de diseño, a esto se agrega que una parte de la población que cuenta con conexión de red de alcantarillado se encuentran en condiciones frágiles de roturas y obstrucciones, debido a la infiltración de sedimentos y otros residuos contaminantes que afectan la calidad natural del ecosistema receptor.

En el marco de los trabajos orientados a la solución del problema de contaminación de la bahía, el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT), viene realizando estudios básicos de campo para identificar fuentes de contaminación. De esta actividad se obtuvo el resultado del monitoreo de la calidad del agua de la bahía, indicando que existen descargas de aguas servidas sin tratamiento que contaminan la Bahía Interior de Puno.

La principal fuente de contaminación de la bahía, es la planta de tratamiento de aguas residuales de El Espinar, ya que es la mayor fuente de aporte de DBO5 y nutrientes como nitrógeno total (NT) y fosforo total (PT).



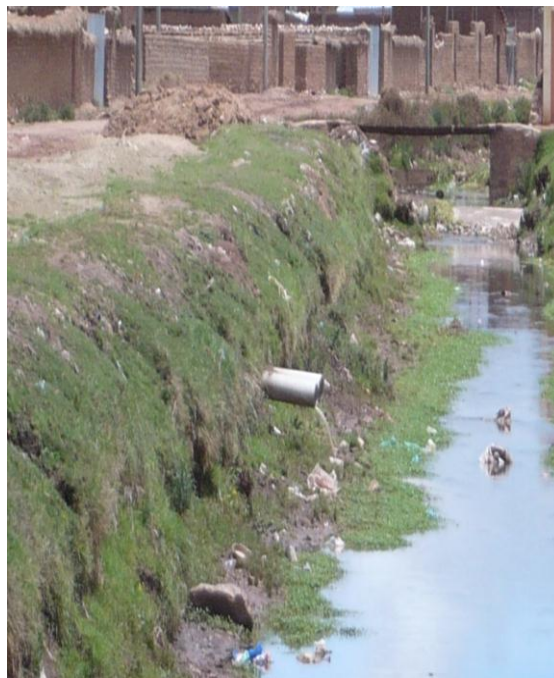
La laguna de El Espinar, en la época de lluvias duplica las descargas con relación a la época de estiaje; mientras que para los drenajes la carga contaminante es menor en la época de lluvias, lo que demuestra que los contaminantes son diluidos por el mayor aporte de las aguas de lluvia. Los contaminantes que llegan al cuerpo receptor presentan una distribución

heterogénea en el espacio, es decir, con mayor o menor grado de contaminación, dependiendo del número de emisores y caudales de descarga.

3.2 DESCARGA CLANDESTINA DE AGUAS SERVIDAS

Sobre este particular cabe mencionar que la cobertura de alcantarillado de la ciudad de Puno cubre el 73% de la población servida, esto quiere decir que aproximadamente el 27% de las aguas residuales domesticas tienen un destino final no conocido.

El problema de las descargas clandestinas está directamente relacionado con la expansión urbana, acorde consecuentemente con las proyecciones de servicios de agua potable, alcantarillado y pluvial. El crecimiento urbano de la ciudad de Puno ha provocado que haya sectores de la ciudad que no estén incorporados al sistema de alcantarillado, lo que ha generado que nuevas urbanizaciones y/o edificaciones no cuenten con las autorizaciones correspondientes relacionadas con el sistema de alcantarillado o tratamiento de las aguas servidas, produciendo de esta manera descargas directas a la bahía interior de Puno.



3.3 AGUAS PLUVIALES



Existe un serio problema de operación relacionado con el sistema de recolección de las aguas pluviales, puesto que dicho sistema se encuentra conectado a la red de alcantarillado en diferentes puntos y en la medida que el sistema de alcantarillado se colmata por el arrojado de residuos sólidos en la red pluvial, provoca que se generen aniegos de aguas servidas en la temporada de lluvias.

De otro lado, cabe señalar que un problema severo en esta temporada de lluvias está relacionada con el comportamiento de la población usuaria, la cual utiliza el sistema de alcantarillado domestico para evacuar sus residuos domésticos, lo que provoca atoramientos en el sistema con el consecuente aniego de las calles en diferentes tramos y por ende contaminación de la aguas de la bahía interior de Puno.

3.4 APORTES DE LAS QUEBRADAS DE LA MICROCUENCA DE PUNO

La Microcuenca de Puno cuenta con varias quebradas que colectan las aguas de lluvia, las cuales atraviesan la ciudad y tienen como destino final la bahía interior. Estas quebradas arrastran en forma natural los materiales producto de la acción erosiva de las aguas sobre el suelo, las que finamente serán transportadas hacia la bahía interior. Debido a la expansión urbana de la ciudad estas quebradas han quedado confinadas dentro del casco urbano y son utilizadas para el arrojo de residuos sólidos, los cuales en la temporada de lluvias son evacuadas sobre la Bahía Interior, contribuyendo de esta forma a su contaminación.



A la fecha, son 28 quebradas donde se han intervenido a través de la construcción de diques de contención para evitar el arrastre de sedimentos y otros residuos, han cumplido su vida útil de función y a la fecha están colmatadas, comprometiendo en algunos casos riesgos erosivos laterales en las viviendas circundantes a las quebradas.

3.5 RESIDUOS SOLIDOS



En la región de Puno, las ciudades de Juliaca y Puno son las que más generan residuos sólidos, luego están las ciudades de Azángaro, Ayaviri, Ilave Juli, Yunguyo y Desaguadero respectivamente. Todos los residuos sólidos de estas ciudades en conjunto terminan en el ambiente, dado que ninguna de estas ciudades mencionadas cuenta con sistemas adecuados y efectivos para el tratamiento de residuos, trasladando los residuos a simples botaderos municipales.

De acuerdo a lo señalado por la Sub Gerencia de Medio Ambiente y Servicios de la Municipalidad Provincial de Puno, diariamente se generan en la ciudad 100 TM de residuos sólidos, de los que se recogen 80 TM, el restante no tiene destino final conocido, en vista de ello se puede suponer que una parte de estos residuos podrían estar llegando a la Bahía Interior.

4.0 PROPUESTA DE RECUPERACION AMBIENTAL DE LA CIUDAD Y BAHIA DE PUNO

4.1 REFORESTACION DE LA MICROCUENCA DE PUNO

El área de la microcuenca circundante de la ciudad de Puno tiene actividades fluvial y pluviales intensas que ejercen una acción erosiva acelerada por las acciones humanas. Existen más de 51 microcuencas que llegan a la Bahía Interior y contienen más de 123 lechos de ríos y drenes pluviales, con capacidades muy distintas en función de la cuenca colectora y el caudal máximo alcanzado en función a las precipitaciones; las que varían desde decenas de litros, hasta algunos m³/seg. Debido a la dinámica lacustre que interviene en las condiciones climáticas lluviosas y la intervención humana muy activa, se afirma que la microcuenca de Puno tiene una alta actividad morfoodinamica, representativa de la zona circunlacustre. En las laderas existentes, es evidente la erosión laminar en las partes altas y concentrada difusa hacia abajo con formaciones de surcos y finalmente cárcavas.



Los vientos persistentes también ejercen cierta acción erosiva en áreas expuestas o deforestadas, acelerando el desgaste fisicoquímico y produciendo desprendimientos y derrumbes.

Considerando los procesos fluvioaluviales y eólicos de la microcuenca, las mismas que causan una severa acción erosiva, se considera prioritario Iniciar la fase de reforestación en el plan de manejo ambiental de la microcuenca con plántones de especies nativas (C’olle y Queñua) y exóticas (Eucalipto, Pino y Ciprés) en la zona alta de la microcuenca circundante a la ciudad de Puno en un área aproximada de 600 Has.



 AREAS PROPUESTAS A REFORESTAR

4.2 CONTROL DE LA EROSION Y ARRASTRE DE SEDIMENTOS

En la microcuenca de Puno algunos lechos pluviales tienen un comportamiento de huaycos-cárcavas de alto riesgo, la cárcava o lecho pluvial es la zona media longitudinal del eje de la microcuenca, deteriorada a causa de la erosión del suelo que sigue generalmente la máxima pendiente del terreno, se convierte en un cauce natural en donde se concentra y fluye la escorrentía superficial en temporadas de lluvia, proveniente de las partes altas de la microcuenca y arrastra gran cantidad de materiales, especialmente suelo orgánico producto de la erosión.



proveniente de las partes altas de la microcuenca y arrastra gran cantidad de materiales, especialmente suelo orgánico producto de la erosión.

Las intensas lluvias, provocan la erosión de las zonas altas, principalmente de las calles del cinturón periurbano de la ciudad, situado por encima de la avenida Circunvalación, los cuales no son asfaltados, originando la erosión y transporte de sedimentos hacia la parte baja, las que finalmente, se depositan en el fondo de la Bahía Interior de Puno.



Estabilizar las microcuencas con obras mecánico estructurales, mediante la construcción de diques con muros secos de piedra y emboquillado para el control de cárcavas permitirá el control de la erosión y transporte de sedimentos en suspensión originado por la escorrentía superficial de las aguas pluviales y disminuir la colmatación del sistema de alcantarillado y contaminación de la bahía interior contribuyendo de esta manera a la recuperación medio ambiental de la ciudad de Puno.



Según el diagnostico reciente realizado el mes de Febrero 2011, se prevé la construcción de 790 diques en 23 microcuencas identificadas, con lo cual se cubrirá el 100% de las microcuencas restantes por intervenir en el área circundante de la ciudad de Puno



4.3 CANALIZACION DE AGUAS PLUVIALES (PARTE ALTA DE LA CIUDAD)

Una vez controlada la erosión y transporte de sedimentos en la parte alta de la microcuenca aun discurren aguas de escorrentía hacia la zona urbana media-alta de la ciudad, las que han sido modificados e invadidos por las viviendas que limitan el proceso de arrastre, convirtiéndose en riesgos por los desvíos de los canales naturales, estas viviendas se encuentran expuestas a inundaciones y erosión de infraestructuras existentes. En este sentido, se deben efectuar las acciones necesarias para la canalización de las quebradas que se encuentran dentro del límite urbano, de manera tal que se reduzca los riesgos erosivos laterales de las viviendas circundantes que se encuentran al interior del casco urbano.



Según una evaluación reciente, se debe considerar la construcción de canales de concreto en 2,700 ml en 19 microcuencas identificadas y 12 calles/avenidas que descargan a la bahía de Puno, con lo cual se cubrirá el 100% de las microcuencas restantes.

4.4 DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS

La ciudad de Puno cuenta con una planta de tratamiento de tipo facultativo ubicada en el sector de Espinar. Esta planta fue construido en el año 1972, proyectada en ese entonces para una población aproximada de 60,000 habitantes, el que a la fecha el volumen de captación de aguas servidas a sobrepasado su capacidad de diseño, razón por lo que se hace necesario efectuar mejoras vía la construcción de un sistema de tratamiento adecuado a las condiciones climáticas, de altitud y poblacional existentes en su área de operaciones.



La principal fuente de contaminación de la bahía, según el JICA, es la planta de tratamiento de aguas residuales de El Espinar, ya que es la mayor fuente de DBO5 y nutrientes como nitrógeno total (NT) y fósforo total (FT). Esta PTAR, en la época de lluvias duplican las descargas

Sobre este particular debemos mencionar que cualquier tipo de planta de tratamiento que se opte por construir debe contar con un tratamiento adicional, como las lagunas de pulimiento o tratamiento terciario que elimine totalmente el nitrógeno y fosforo del efluente al cuerpo receptor, en este caso la Bahía Interior, en el entendido que estos compuestos son los principales causantes de la eutrofización que se producen en las aguas de la Bahía Interior de Puno.

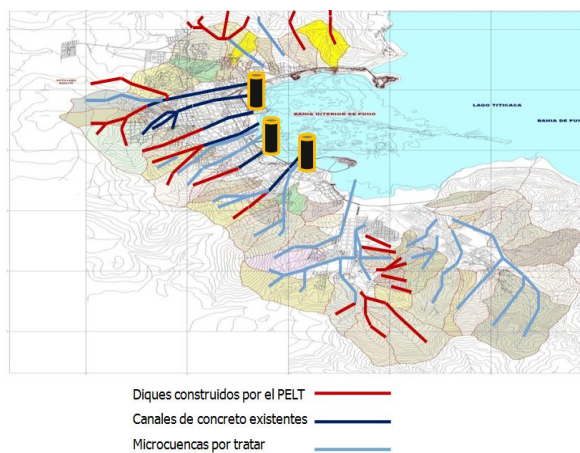
4.5 DESCARGA CLANDESTINA DE AGUAS SERVIDAS

Se debe lograr en el menor plazo posible, captar el 100% de las aguas servidas que se producen en la ciudad de Puno, con la finalidad de que se anulen las descargas clandestinas hacia la Bahía Interior.

Hasta que nos se logre integrar el sistema de recolección en toda la ciudad y áreas perimétricas, se deberá promover el uso de letrinas o pozos sépticos para disposición de las aguas servidas, con lo que se impedirá flujos de aguas contaminadas hacia la Bahía Interior.

4.6 DESCARGA DE AGUAS PLUVIALES (PARTE BAJA DE LA CIUDAD)

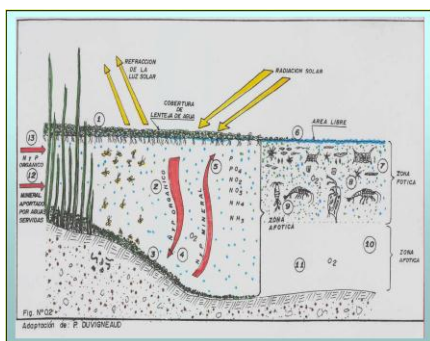
La ciudad de Puno por su ubicación geográfica, está expuesta a fuertes lluvias entre los meses de Diciembre a Marzo con un promedio de 719 mm/año, asociado al crecimiento urbano desordenado de la ciudad hacia las laderas de la microcuenca, el mal uso de los sistemas de drenaje pluvial, las conexiones clandestinas de aguas residuales, han ocasionado que las aguas pluviales que se evacuan directamente a la Bahía Interior contengan carga orgánica contaminante, los que constituyen una causa importantes de la contaminación ambiental de la bahía.



A través de un diagnostico físico, químico y biológico (caracterización de las aguas pluviales) para el tratamiento de aguas pluviales que descargan directamente a la bahía interior de Puno, se proyecta instalar un sistema pluvial de recolección en la parte baja de la ciudad adyacente a la orilla circunlacustre que concentre y transporte las aguas pluviales a tres (03) estaciones/plantas compactas de tratamiento anaeróbico (PCTAR).

4.7 LIMPIEZA DE LA BAHIA DE PUNO

La lenteja de agua es una especie que aprovecha condiciones de alta concentración de nutrientes en el agua para desarrollarse de manera exitosa, su reproducción exponencial provoca que se formen mantos compactos, los cuales impiden el paso de la luz solar a la columna de agua contribuyendo la degradación del ecosistema.



El retiro permanente de lenteja de agua contribuirá a retirar de la columna de agua los nutrientes presentes (nitrógeno y fósforo) y por ende acelerar la recuperación de la calidad del agua, dando como resultado la recuperación del ecosistema.

Mientras no se solucione el tratamiento de las aguas residuales y vertimiento directo a la Bahía Interior de Puno, se continuara con la actividad de limpieza de la bahía de manera permanente y manteniendo limpia superficialmente sus aguas.



4.8 GESTION Y MANEJO DE TOTORALES

Se ha demostrado que la totora es una planta macrófita excelente para remover sustancias contaminantes de los cuerpos de agua, especialmente lenticos como los lagos y lagunas. Como una medida que contribuirá a la recuperación ambiental de la bahía interior, se hace necesario que se promueva el sembrado en zonas adecuadas dentro de la bahía interior, propiciando de esta manera a la reducción de los nutrientes existentes (nitrógeno y fósforo), tanto en la columna de agua como en el lecho lagunar, con ello se contribuirá a la recuperación ambiental de la Bahía Interior.

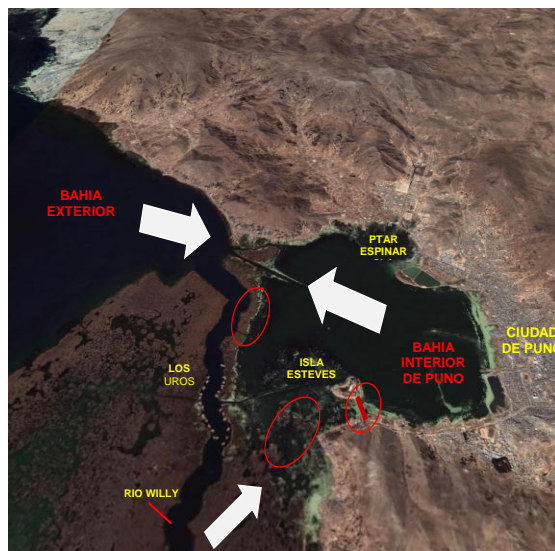


Por otro lado estudios previos sobre los totorales ubicados en determinadas zonas indican que no permiten un flujo permanente de corrientes de agua y oxígeno debido a que su densidad en el lecho lacustre cumple mas una función de barrera que autodepuradora natural de filtro/absorbente biológico. Extensas áreas de totorales que han dejado de cumplir su función de contribuir al mejoramiento del medio ambiente debido a que se encuentran en una condición saturada de nutrientes debido a la presencia de emisores de aguas residuales cercanos a estas áreas de totorales.



4.9 DRAGADO Y DERIVACION DE AGUAS

En la medida que las aguas dentro de la bahía tienen poca circulación e intercambio, permiten una mayor concentración de los elementos contaminantes, lo que contribuye con la eutrofización. En la medida que la Bahía Interior se encuentra aislada del cuerpo mayor de aguas del Lago Titicaca (Bahía Exterior) debido a la presencia de una barrera de totorales, permite que se produzca una mayor concentración de elementos contaminantes, se hace necesario provocar un mayor intercambio de aguas frescas entre la Bahía Exterior a la Bahía Interior. Las aguas frescas provendrían principalmente de la denominada Rio Willy que es un canal de aguas frescas que discurre de norte a sur. Efectuar esta acción permitiría una mayor dilución de los elementos contaminantes y por ende la recuperación ambiental.



Información obtenida de los pobladores indican que hace 20 años aproximadamente existía un flujo permanente de aguas en la zona circundante a la Isla Esteves, pero la construcción del acceso vehicular a la Isla corto el flujo de aguas que existía.

La propuesta derivar parte de las aguas del Rio Willy y construir un puente tipo arco, de metal o concreto



que permita el acceso de flujo de agua en esta zona, de esta forma permitiríamos no solo una oxigenación natural de la bahía, sino además mejorar la calidad ambiental del ecosistema de la bahía de Puno.

4.10 EDUCACION AMBIENTAL

Es evidente que uno de los principales actores que ha contribuido y contribuye a la contaminación de la Bahía Interior es la población de la ciudad de Puno, la que directa o indirectamente contamina, y ello se debe a la falta de conocimiento y/o costumbres culturales. Por ello se hace necesario continuar y establecer un programa de educación ambiental estructurada a todos los niveles educativos, incluyendo el nivel técnico y profesional, así como el desarrollo de campañas de sensibilización permanente respecto a los diferentes contextos ambientales, promoviendo el reciclaje, reuso de los residuos líquidos y sólidos, del buen uso de los sistemas de alcantarillado y de la importancia del sistema pluvial.



De esta forma se promoverá un cambio progresivo de la población respecto de su ambiente y contribuyan a su cuidado y conservación, función y responsabilidad que recae en la Dirección Regional de Educación Puno (DREP), con el apoyo de las diferentes entidades públicas que tienen responsabilidad, directa o indirecta, en la descontaminación de la Bahía Interior de Puno.

Centro de Interpretación e Información

Ambiental, único en su género y tipo a nivel nacional, construido en un área de 90 m², ubicado en la margen derecha del Puerto Principal de Puno, a la fecha se encuentra en un 90% de avance. Mantendrá el equilibrio ecoturístico y natural de la zona. Tendrá la misión de sensibilizar y concientizar promoviendo la participación ciudadana en la protección del Lago Titicaca, ecosistemas naturales, biodiversidad y la calidad ambiental de la bahía y ciudad de Puno.

5.0 CONCLUSIONES

- Se puede apreciar que para resolver el problema de contaminación de la Bahía Interior, se deben llevar a cabo acciones desde el punto de vista preventivo, es decir, la eliminación de las fuentes de contaminación y por otro lado lo que corresponde a la recuperación de la calidad ambiental de las aguas.
- La gestión ambiental para la descontaminación de la Bahía Interior debe ser entendida como una acción transectorial en la cual las instituciones públicas, privadas y la sociedad civil realizan un esfuerzo programado con responsabilidades debidamente asignadas.
- La Municipalidad de Puno es la entidad responsable de liderar los esfuerzos de las diferentes instituciones para la descontaminación de la Bahía Interior de Puno.

6.0 REFERENCIAS

- Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT). “Diagnostico Ambiental de la Bahía Interior de Puno”. Diciembre 2010.
- Pacific Consultants International & Environmental Technologic Consultant. “Control Integral de la Contaminación del Agua de la bahía Interior de Puno”. Noviembre 2004.