



DIAGNÓSTICO URBANO AMBIENTAL PARA DETERMINAR EL GRADO DE PERTURBACIÓN QUE PRESENTA EL CAUCE DEL RÍO SANTIAGO



*DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DICTÁMENES Y PERITAJES DE
PROTECCIÓN AMBIENTAL*

SUBPROCURADURÍA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

MAYO 2016



I. INTRODUCCIÓN

La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México (PAOT), es una institución que funciona como *ombudsman* ambiental defendiendo los derechos de los habitantes de disfrutar un ambiente adecuado y un territorio ordenado para su desarrollo y bienestar, al incidir en la solución efectiva de los problemas ambientales y territoriales, respondiendo al ideal de justicia que la población de la Ciudad de México demanda.

En ese sentido y derivado de la evidente degradación que sufren los ecosistemas aún presentes en la Ciudad de México, y de manera particular con las numerosas evidencias y denuncias públicas de contaminación, degradación ecológica y avance urbano en canales, chinampas de Xochimilco, así como del Río Santiago en las delegaciones Tlalpan y Xochimilco que recurrentemente reciben las autoridades ambientales de la Ciudad de México y la propia PAOT, es necesario generar información que contribuya a la construcción de argumentos que apoyen la gestión, administración y protección de los recursos naturales.

El papel de Xochimilco como proveedor de agua a la capital del país, ha sido determinante en la decadencia de sus lagos y ríos, y debido al desecamiento de la cuenca de México, Xochimilco empezó a sufrir escasez de agua potable desde 1883. Entre 1905 y 1913 se construyó un acueducto por medio del cual los manantiales de Xochimilco empezaron a aportar agua para la Ciudad de México, en cantidades cada vez mayores hasta que los ricos manantiales se agotaron. La creciente necesidad de agua de la capital trajo como consecuencia la construcción de pozos artificiales en el subsuelo de Xochimilco y por ello, el nivel de las aguas del lago se hizo insostenible¹.

Actualmente el Río Santiago que corre de sur a norte y atraviesa las delegaciones Tlalpan y Xochimilco, es uno de los afluentes de agua más contaminados debido a las numerosas descargas de agua residual provenientes de distintas fuentes como son: unidades habitacionales, asentamientos humanos asentados de manera irregular y descargas del Reclusorio Preventivo Varonil Sur ubicado al noreste del Centro Histórico de la Delegación Xochimilco, por citar algunas.

La falta de infraestructura hidráulica como es la colocación de colectores marginales, la falta de plantas de tratamiento de agua residual y la constante acumulación de residuos sólidos por parte de los ciudadanos hace que la restauración del Río Santiago sea un asunto que involucra a diferentes actores gubernamentales y sociales.

¹ PAOT, 2012, Informe final del seminario taller de temas ambientales “Tendencias y propuestas sobre el hundimiento de la zona del ANP Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”, septiembre 2012.



II. ANTECEDENTES

Los problemas ambientales y sociales que trae consigo la evidente contaminación del Río Santiago como son: desbordamientos, inundaciones, alertas sanitarias, han dado origen a numerosas quejas y denuncias ciudadanas, a las que las autoridades como PAOT han respondido en su ámbito de competencias.

Durante el 2012, la PAOT elaboró un “*Diagnóstico urbano ambiental*”, donde se determinó que la perturbación que presenta el Río Santiago va de moderada a crítica, lo que origino que las comunidades bióticas, la cantidad de biomasa y las condiciones de permeabilidad, así como el paisaje escénico hayan sido modificados, encontrando que estas modificaciones se dieron por tres factores primordiales: 1) presencia de asentamientos humanos irregulares 2) acumulación de residuos sólidos y 3) descargas de agua residual.

En el año 2013, la Comisión de Derechos Humanos del entonces llamado Distrito Federal, ahora Ciudad de México, emite la Recomendación 1/2013 bajo el expediente CDHDF/III/122/OCH/12/D2939, por el caso del Vertimiento de aguas residuales en el Río Santiago en la Delegación Xochimilco por el Reclusorio Preventivo Varonil Sur; en la cual recomienda a la Secretaría de Gobierno, a la Secretaría del Medio Ambiente, al Sistema de Aguas y a la Delegación Xochimilco, lo siguiente:

- Que de forma inmediata, cese la contaminación por el vertimiento de aguas residuales al Río Santiago por parte del Reclusorio Preventivo Varonil Sur Ubicado en la Delegación Xochimilco.
- Que conforme a sus propias atribuciones adopten todas las medidas a su alcance para restaurar ecológicamente y sanear el Río Santiago ubicado en la Delegación Xochimilco.

De manera particular la recomendación a la Secretaría del Medio Ambiente del entonces llamado Distrito Federal fue que:

- Después de un mes de haber aceptado la recomendación, adopte todas las medidas necesarias para que diseñe y ejecute un programa de capacitación a todas y todos los servidores públicos de las autoridades Recomendadas, sobre el tema del derecho al medio ambiente sano, al agua y al saneamiento, con la finalidad de que la aplicación de estos derechos sean efectivos.

La problemática ambiental del Río Santiago continúa e inclusive se ha incrementado en sitios muy particulares derivado de ello, la Dirección de Estudios Dictámenes y Peritajes de Protección Ambiental de la Subprocuraduría de Protección Ambiental, a petición de la Dirección de Atención e Investigación de Denuncias Ambientales de la misma Subprocuraduría, solicita elaborar un nuevo diagnóstico urbano ambiental del grado de perturbación que presenta el Río Santiago, en el tramo de la calle Melchor Ocampo en la Colonia El Arenal, hasta el sitio conocido como el Caracol, el cual se encuentra dentro de la colonia Pedregal de San Francisco, dentro de la Delegación Xochimilco, a fin de contar con información base para que se incorpore al expediente PAOT-2015-127-SPA-102 que se investiga en esta Procuraduría.



III. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un diagnóstico urbano ambiental para determinar el grado de perturbación que presenta el cauce del Río Santiago, en el tramo comprendido del sitio conocido como el Caracol, el cual se encuentra dentro de la colonia Pedregal de San Francisco ubicado en la delegación Tlalpan hasta la calle Melchor Ocampo en la Colonia El Arenal, dentro de la Delegación Xochimilco.

III.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un recorrido de campo para observar las condiciones actuales del sitio.
- Localizar geográficamente las zonas donde se encuentren descargas de aguas residuales que contaminen el caudal del Río Santiago, dentro del tramo antes referido.
- Determinar el grado de perturbación del sitio con base en el análisis de datos obtenidos en campo.
- Integrar la información de campo en un Sistema de Información Geográfica (SIG), a fin de analizar simultáneamente las capas de información cartográfica digital que aporten datos sustantivos al diagnóstico.

IV. METODOLOGÍA

1. Se estableció el sitio de interés de acuerdo a la información proporcionada en la solicitud de dictamen técnico, emitida por la Dirección de Atención e Investigación de Denuncias Ambientales, relacionada con el expediente PAOT-2015-127-SPA-102, empezando por el sitio conocido como El Caracol con coordenadas $x=0486004$ $y=2123864$ y terminando en la calle Melchor Ocampo en la Colonia El Arenal, con coordenadas $x=486963$ $y=21266389$.
2. Posteriormente, para corroborar el trazo del río por análisis visual, se integró en *Google Earth* la capa de información de "hidrología" de la Ciudad de México (INEGI, 1970), la cual fue convertida de archivos tipo *shape* a archivo *kml*, en el software libre Quantum GIS.
3. El sitio se dividió en 14 tramos los cuales fueron determinados durante el recorrido en campo de acuerdo con los cambios del paisaje; aplicando para cada zona los formatos de campo correspondientes (ver Anexo IV).
4. Los formatos de campo usados para el recorrido del Río Santiago, consideraron la descripción general del cauce y de ambas riberas (ver anexos I, II y III); las variables registradas fueron las siguientes:



Para el cauce.-

- Condición del cauce (condiciones naturales, obra para desviar o encausar el agua, base de cemento o concreto en el fondo, relleno con materiales permanentes, río entubado o presencia de colector marginal y su estado de funcionamiento).
- Calidad del agua del río de acuerdo a parámetros físicos (presencia de espuma, turbiedad, sedimentos, olor, color, erosión).
- Presencia de residuos sólidos urbanos o de manejo especial y la cantidad proporcional de cada tipo.
- Características promedio del cauce (profundidad, ancho).

Para las riberas.-

- Elementos encontrados en las colindancias del cauce y riberas (casas, vialidades, vegetación, o infraestructura).
 - Presencia de fauna (diferenciando si es nativa o nociva).
 - Tipo de erosión y su magnitud.
 - Presencia de residuos sólidos urbanos o de manejo especial y su proporción respecto al total.
 - Presencia de descargas de aguas residuales domiciliarias o industriales al río.
 - Presencia de asentamientos humanos a una distancia menor a 5 metros del cauce (presuntamente instalados en zona federal).
5. El trabajo de campo consistió en caminar todo el tramo de interés al lado del cauce; registrando los datos observados en los formatos de campo, tomando fotografías y coordenadas de referencia de los sitios donde se encontraron descargas de aguas residuales domiciliarias o pluviales.
6. Para una mejor interpretación de los resultados y toda vez que las condiciones y características del río se repetían con frecuencia, los 14 tramos del río fueron agrupados en 2; del tramo 1 al tramo 8 se le nombró grupo **A** y del tramo 9 al tramo 14 que se le nombró grupo **B**.

Los resultados estimados para el presente estudio, fueron calculados en porcentajes los cuales fueron construidos mediante los datos recopilados a través de la observación visual directa en campo.

Cabe hacer la aclaración que para el caso de los residuos, estos fueron cuantificados diferenciándolos en los siguientes tipos: PET y plásticos, llantas y hules, textiles, vidrio, cartón y metal, bolsas con basura, aceites y grasas, animales, cascajo, baterías, hospitalarios y orgánicos. Esta clasificación no tiene coincidencia con las categorías que se determinan en la legislación ambiental vigente, ya que sólo se agruparon de acuerdo a sus características y frecuencia, para evitar el contacto directo con ellos y la revisión de bolsas de basura para identificar contenidos.



Figura 1. Tramos recorridos sobre el cauce del Río Santiago.

7. Para determinar el grado de perturbación se utilizó la información contenida en los formatos de campo (Anexo IV), además del tabulador elaborado por el área de Estudios, Dictámenes y Peritajes de Protección Ambiental, donde se consideraron cuatro grados de perturbación ambiental de acuerdo a lo siguiente criterios. (Odum, 1971).
 - a) La pérdida de superficie de la comunidad biótica del bosque o pérdida de biomasa; se refiere a la afectación que presentan los elementos que se consideran importantes para el ecosistema (flora, fauna, agua, condiciones del terreno, etc).
 - b) La modificación de las topoformas y condiciones de permeabilidad originales, debido a la presencia de asentamientos humanos y otros procesos antrópicos.
 - c) Presencia de elementos contaminantes como residuos sólidos y descargas de aguas residuales.
 - d) Alteración adversa del paisaje escénico e imagen.

El siguiente cuadro presenta el tabulador que califica la perturbación de acuerdo al número de criterios (a-d) que se observen en el sitio:



Cuadro 1. Ponderación del grado de perturbación del sitio

Grado de perturbación	Descripción	Número de criterios
1	<i>Sin perturbación</i>	Ninguno
2	<i>Perturbación baja</i>	1 de 4
3	<i>Perturbación moderada</i>	2 de 4
4	<i>Perturbación avanzada</i>	3 de 4
5	<i>Perturbación crítica</i>	todos

V.RESULTADOS

V.1 Caracterización y zonificación del área de estudio

La sección del Río Santiago que se recorrió en campo para hacer el diagnóstico ambiental del presente estudio, tiene una extensión aproximada de 3.5 km y se encuentra dentro del Suelo de Conservación de la Ciudad de México en la Delegación Xochimilco, por tanto la zonificación de uso de suelo (de las zonas aledañas) será consultada primeramente en lo que corresponde al **Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF)**, tal como se establece en el artículo 37 Fracción V, de la Ley General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal² que a la letra dice:

Artículo 37. *Los programas contendrán por lo menos los siguientes requisitos:*

(...) V. El ordenamiento del territorio en el que se incluirá la clasificación del uso del suelo urbano, y para el caso del suelo de conservación, se estará a lo establecido en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (...).

² Publicada en la Gaceta Oficial del D.F. (última modificación del 24 de marzo de 2015).

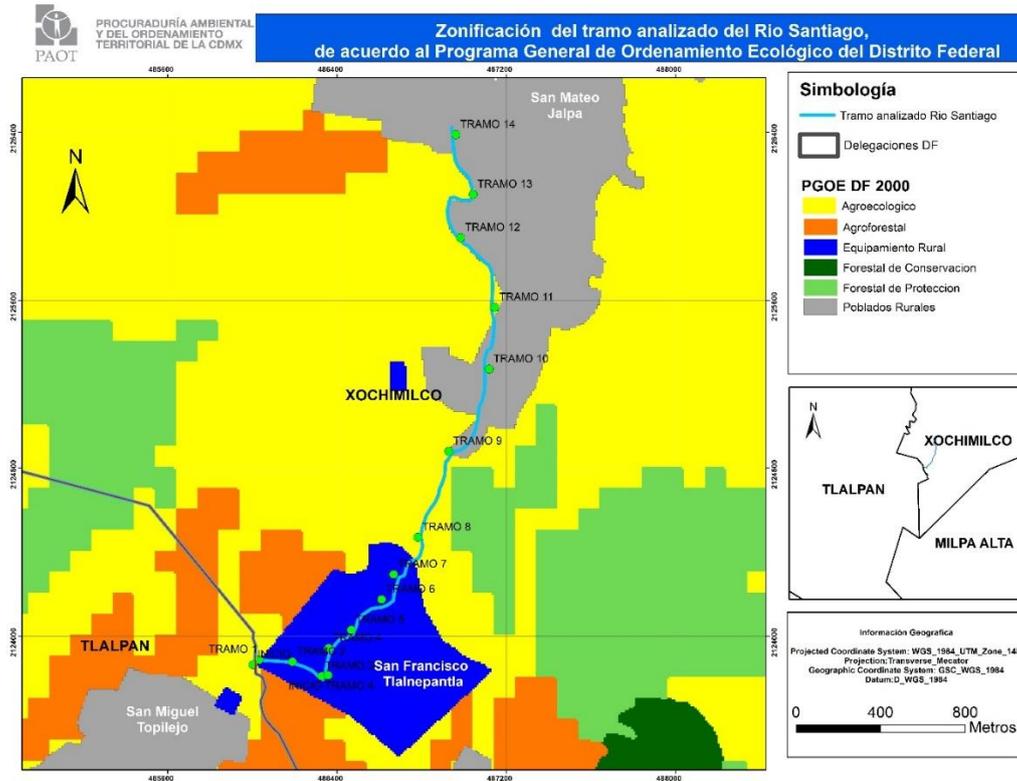


Figura 2. Muestra el trazo recorrido del Río Santiago y las zonificaciones de uso de suelo con las que colinda de acuerdo al PGOEDF.

De conformidad al PGOEDF, el tramo de estudio colinda en los tramos 7 y 8 con zonificación “**AGROECOLÓGICO**”, y de acuerdo a la tabla de actividades, se encuentra prohibido respecto al manejo de residuos: la disposición de aguas residuales, el confinamiento y procesamiento de desechos orgánicos e inorgánicos así como el tiro de desechos sólidos y de construcción; para el caso de los demás tramos, estos colindan con “**EQUIPAMIENTO RURAL** y **POBLADOS RURALES** los usos de suelo se remiten a lo establecido en el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco (PDDU-Xochimilco).

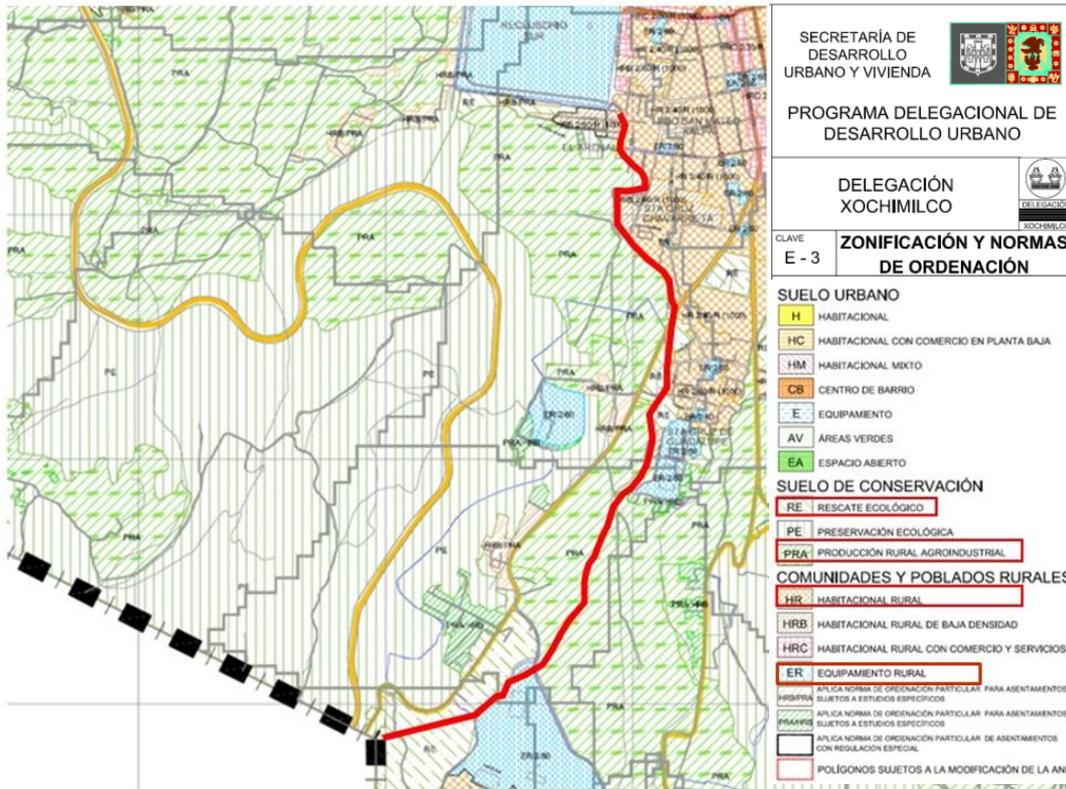


Figura 3. Muestra las zonificaciones de uso de suelo con las que colinda el Río Santiago (línea roja) de acuerdo al Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco.

De conformidad con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Xochimilco, el sitio de estudio colinda con zonificaciones: Rescate Ecológico, Producción Rural Agroindustrial, Habitacional Rural y Equipamiento Rural, encontrando en los tramos 1 al 7 el poblado “San Francisco Tlalnepantla” y en los tramos 9 al 14 el poblado rural “San Mateo Jalpa” (ver figuras 2 y 3).

V.1.1 Zona Federal

El cauce del Río Santiago es una zona federal de acuerdo a lo establecido en la siguiente normatividad:

*Artículo 3 fracción XLVII de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), “Ribera o Zona Federal son (...) las fajas de 10 metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. **La amplitud de la ribera o zona federal será de 5 metros en los cauces con una anchura no mayor de 5 metros;** “se considera como cauce definido”, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno”, y para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad (...) En este sentido, de acuerdo a la definición anterior se considera que el **Río Santiago es un cauce con dimensiones tales que cuenta con zona federal.***

Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de la corriente y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, quedan a cargo de la “Comisión Nacional del Agua”



de conformidad con lo establecido en el artículo 113 fracción IV; sin embargo, de acuerdo al artículo 117 de mismo ordenamiento (...) *El Ejecutivo Federal por sí o a través de la Comisión Nacional del Agua podrá reducir o suprimir mediante declaratoria la zona federal de corrientes, lagos y lagunas de propiedad nacional, así como la zona de la infraestructura hidráulica en las porciones comprendidas dentro del perímetro de las poblaciones. Los estados, el Distrito Federal, los municipios o en su caso los particulares interesados deberán presentar a la Comisión Nacional del Agua, para su aprobación, proyectos para realizar obras de control y las que sean necesarias para reducir o suprimir la zona federal. De manera que la Comisión podrá convenir con dicho ente las custodias, conservación y mantenimiento de las zonas federales. En el caso de los particulares interesados, esto se realizará mediante subasta pública.*

V.2 Diagnóstico general del Río Santiago en el tramo de interés

El recorrido para el presente estudio se llevó a cabo los días 19 y 22 de abril del 2016 por la mañana, encontrando las siguientes condiciones:

1. El tramo de estudio inició en un brazo del río que se origina en los límites de la Delegación Tlalpan y Xochimilco, abarcando los tramos 1 al 3, para después incorporarse al cauce principal del Río Santiago; el brazo este río descarga agua residual color gris, con presencia de espuma, formando un cauce que en promedio presenta un ancho de 40 centímetros a 4 metros y una profundidad promedio de 20 centímetros, encontrando residuos sólidos urbanos dentro del cauce principalmente textiles, bolsas con basura, PET y plástico.
2. A partir de tramo 3 las características observadas corresponden al cauce natural del río, donde se observaron colectores marginales, un aumento en la profundidad de inundación la cual llega a alcanzar en promedio por temporada de lluvia de acuerdo con la marca de agua sobre las riberas y la roca del borde, un metro aproximadamente; el ancho promedio del cauce se encuentra entre los 2 y 7 metros, aunque existen algunas zonas en las que se reduce por obras de encauzamiento conformadas por una barda de piedra y concreto, o por la misma topografía del lugar; asimismo, existen sitios donde el agua se infiltra por las rocas y el suelo.
3. Los residuos que se encontraron con mayor frecuencia tanto en las riberas como en el cauce del río fueron PET, plástico, textiles, llantas, hules y bolsas con basura; aunado a lo anterior, el Río Santiago presenta diferentes grados de perturbación, encontrando una relación entre la perturbación y el tipo de zonificación (perturbación crítica en la zona rural y perturbación moderada en la zona agroecológica).

V.2.1 Calidad del agua

El agua emite olores de tipo residual domiciliario y presenta un color gris blancuzco debido al arrastre de sedimentos, jabones y el aporte de algunas descargas residuales y pluviales. Es importante resaltar que el inicio del recorrido, se realizó en un brazo del mismo, que comprende del tramo 1 al tramo 3 y que tiene una longitud aproximada de 360 metros; en

esta parte el flujo de agua llevaba un volumen considerable que por su olor y color se infiere que es de origen residual (ver figura 4). El volumen del flujo de agua fue disminuyendo al entroncar con el cauce principal del río a la altura del inicio del tramo 4. En la figura 5 se muestra la descarga residual que va directo al río.



Figura 4.- Descarga de agua residual en el inicio del tramo 1.



Figura 5. Inicio del tramo 4, donde descargan aguas residuales al cauce principal del Río Santiago.



Figura 6.- Brazo del Río Santiago del tramo 1 al tramo 3.

Del tramo 4 al tramo 14, que comprende el cauce principal del Río Santiago, se observó que el flujo de agua es intermitente; sin embargo, en los tramos donde sí hay presencia de agua ésta presenta espuma, olor fétido y presencia de residuos sólidos; cabe resaltar que en la colindancia del río con la zona urbana las condiciones de agua cambiaron, encontrando variación de color verde oscuro a gris oscuro (ver figura 7), con olor a drenaje y mayor acumulación de sedimentos, encontrando diferencias en la topografía del lugar, toda vez que el cauce del río en esta zona se encuentra mayormente sobre una planicie, reduciéndose las pendientes; además, el cauce está modificado por vallas y muros, lo que incrementa su ancho en comparación con la zona agroecológica y forestal, lo que se ha sumado a la perturbación del lugar provocando que el volumen de agua se disperse y se estanque en distintas partes de su trayectoria (ver figura 7).



Figura 7. Tonalidades de agua encontradas en el Río Santiago, de izquierda a derecha: gris, verde y gris oscuro.

El siguiente cuadro muestra el tipo de descarga de agua constatadas a lo largo del río en el tramo de estudio y sus coordenadas:

Descargas	Tramo	Tipo	Coordenadas
6 domiciliarias	1	Pluvia	x=486004 y=2123864
Varias	4, 5, 6	Pluvia	x=486361 y=2123943
Varias	9	Pluvia	x=486898, y=2124761
Domiciliarias	12	Residual	x=487099, y=2125798
Domiciliarias	13	Pluvial	x=486920, y=2126097

Cuadro 2. Descargas constatadas a lo largo del Río Santiago y del brazo del río.

V.2.2 Riberas

Las condiciones ambientales de las riberas del Río Santiago analizadas en el presente estudio, varían en función de su colindancia con zonas agrícolas y/o urbanizadas, un ejemplo de ello es que en los primeros tramos del recorrido, las riberas aún conservan cubierta vegetal como árboles y arbustos propios de la zona por ejemplo: cedros blancos y tepozanes y otros que se han adaptado al lugar como el pirul, en contraste con la parte más urbanizada donde las riberas presentaron una mayor tensión ambiental, debido al evidente cambio de uso de suelo que ejercen los asentamientos humanos. La pérdida o reducción de las zonas ribereñas del Río Santiago, tiene un impacto negativo a nivel local y regional ya que al perder la vegetación natural se disminuye la capacidad de fijación de carbono aunado a que los patrones de infiltración y escurrimiento se ven afectados.

Toda vez que las condiciones y características del río se repetían con frecuencia para una mejor interpretación de los resultados, los 14 tramos del río fueron agrupados en 2, del tramo 1 al tramo 8 se le nombró Grupo A y del tramo 9 al tramo 14 que colinda mayormente con la zona urbana se le nombró Grupo B.

V.3 Resultados Grupo A

V.3.1 Riberas del Grupo A

En la ribera izquierda correspondiente al bazo del río (tramo 1) se observaron 3 viviendas con 2 niveles construidos (ver figura 8), de igual forma en el tramo 6 ribera izquierda se observaron tres viviendas con un nivel construido (ver figura 9); asimismo en la ribera derecha en el tramo 7 se ubicó una vivienda con un nivel construido (ver figura 10). Las descargas domiciliarias contabilizadas para este grupo son 6 localizadas en el tramo 1; cabe mencionar, que dadas sus características (figura 8), **estas descargas son de agua pluvial**.



Figura 8.- Descargas pluviales al río y viviendas observadas en el tramo 1.



Figura 9. Viviendas observadas en el tramo 6 ribera izquierda.



Figura 10. Vivienda observada en el tramo 7, Ribera derecha

La mayoría de los tramos que integran el **Grupo A** colindan con zonas de pastos y arbustos y la distancia de la orilla del río hasta alguna infraestructura urbana varía de los 2 metros hasta los 100 metros, en el caso particular de los tramo 4 y 5 este colinda con un parque, por lo tanto, todas estas construcciones identificadas podrían estar presuntamente invadiendo la zona federal del cauce, de acuerdo con lo citado en el numeral **V.1.1 Zona Federal** del presente estudio; asimismo, en este parque se observaron tubos de descarga que por sus características se presume son de agua pluvial, ver las figuras 11 a 13.



Figura 11.



Figura 12

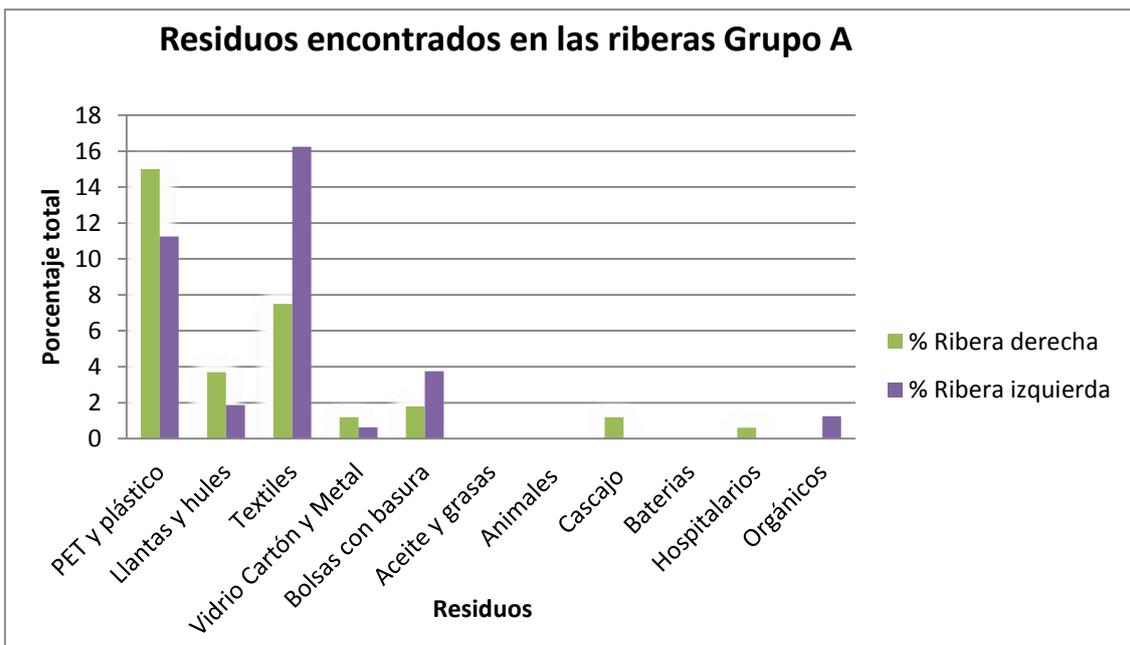


Figura 13

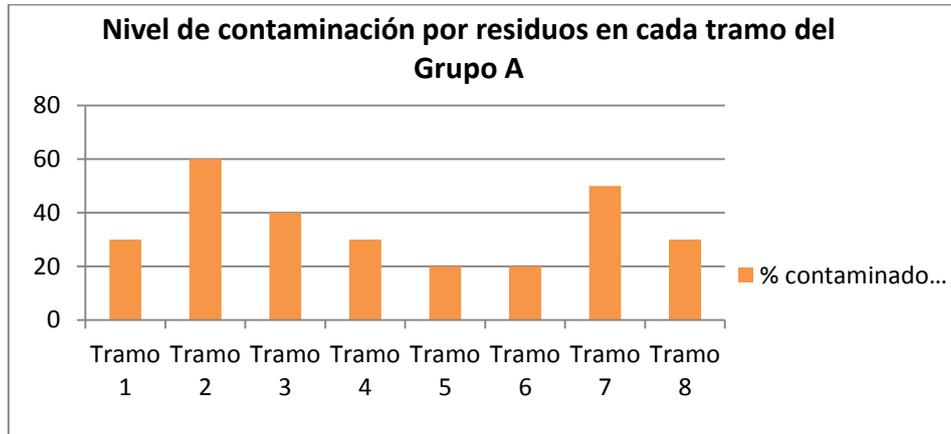
En relación a los residuos encontrados en las riberas del río, podemos señalar como principales al PET, plásticos y textiles, seguidos de llantas, hules y bolsas con basura, vidrio, cartón, metal, cascajo y residuos orgánicos; no encontrando baterías, aceites, grasas ni animales para este grupo. Es importante mencionar que para este estudio el porcentaje de residuos estimado en cada tramo, representa una fracción con respecto al total de los residuos observados (ver gráfica 1, cuadro 3 y anexo 1).

GRUPO A (Tramo 1 al 8)		
Residuos	% Total Ribera derecha	% Total Ribera izquierda
PET y plástico	15	11.2
Llantas y hules	3.7	1.8
Textiles	7.5	16.2
Vidrio Cartón y Metal	1.2	0.6
Bolsas con basura	1.2	3.7
Aceite y grasas	0	0
Animales	0	0
Cascajo	1.2	0
Baterías	0	0
Hospitalarios	0	0
Orgánicos	0	1.2

Cuadro 3. Tipos de residuos encontrados en las riberas y la proporción de cada uno con respecto al total de residuos observados en los ocho tramos.



Gráfica 1. Porcentaje total de los residuos encontrados en las riberas de los tramos 1 al 8 del Río Santiago.



Gráfica 2. Porcentaje total de contaminación encontrada en cada tramo del Río Santiago.

V.3.2 Cauce del Grupo A

En relación con el cauce, es importante mencionar que el inicio del estudio se realizó en un brazo del Río Santiago, encontrándose éste en los límites de la delegación Tlalpan y Xochimilco, observando a lo largo del recorrido que es un río con flujo intermitente que presenta un cauce con un ancho que va de 2 a 8 metros, con profundidades de 20 cm a 60 cm; el sustrato que forma el lecho del río es en su mayor parte de suelo y rocas, lo que significa que no se encuentra entubado ni ha sido rellenado; sin embargo, presenta concreto en algunos puntos específicos como cruces de puentes (para encauzar el mismo) y existen pequeñas desviaciones del cauce que se forman de manera natural por la topografía del lugar y otras realizadas con muros de piedra y concreto. El agua presenta una coloración que va de gris turbio a café y verde, la variación de color se observó principalmente en los sitios donde el agua fluye en el cauce y otros lugares donde se encuentra estancada (Tramo 4, 5 y 6) (ver figura 7).

Se observaron también, pocos sedimentos y espuma color blanca en sitios donde la corriente choca con las piedras; el olor es el característico de un agua residual con color gris y cuando está estancada su color se torna más verdoso; de acuerdo a la información bibliográfica, los compuestos volátiles responsables de los malos olores en drenajes y plantas de tratamiento son resultado de la descomposición microbiológica de la materia orgánica en el agua residual, muchos de los compuestos responsables de los malos olores son perceptibles a muy bajas concentraciones de partes por billón (Morgan *et al.*, 1996).

En este Grupo A, del tramo 1 al tramo 3, que corresponde a un brazo del río, no se observó presencia de colector marginal, en el tramo 4 y 6 se observan pozos de visita de un colector, que de acuerdo a lo observado en la visita a campo se encontraban en funcionamiento con agua corriente en su interior (ver figura 14).



Figura 14.- Pozo de visita ubicado en el tramo 4 del Grupo A.



Figura 15.-Pozo de visita en el tramo 6 del Grupo A

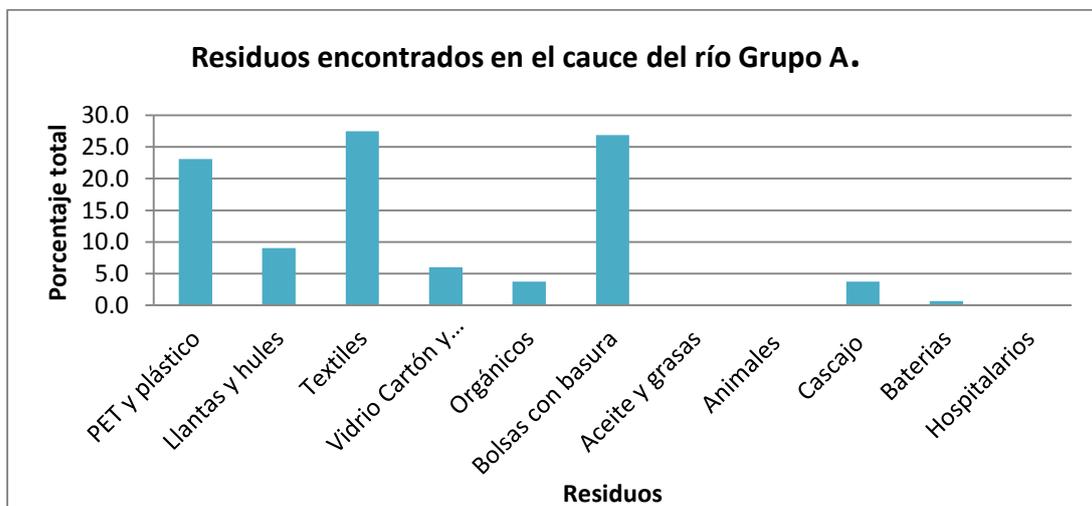
Respecto a los residuos encontrados en el cauce, podemos decir que los textiles se encontraron en mayor proporción seguidos de las bolsas con basura, el PET y el plástico, encontrando en menor proporción: llantas y hules, cartón, metal, vidrio, residuos orgánicos, cascajo y baterías (aparatos eléctricos). Asimismo, no se encontraron (al igual que en las riberas) aceites, grasas, animales y residuos hospitalarios. Es importante mencionar que para este estudio el porcentaje de residuos estimado en cada tramo, representa una fracción con respecto al total de los residuos observados (ver gráfica 3, cuadro 4, figura 16 y anexo 1).



Figura 16. Residuos encontrados en el cauce del río (izquierda) y sustrato natural del río (derecha).

GRUPO A. Cauce del Río (Tramo 1 al 8)	
Tipo de residuos	% Total
PET y plástico	23.1
Llantas y hules	9
Textiles	27.5
Vidrio Cartón y Metal	6.0
Orgánicos	3.8
Bolsas con basura	26.9
Aceite y grasas	0
Animales	0
Cascajo	3.8
Baterías (electrónicos)	0.6
Hospitalarios	0

Cuadro 4. Representa el porcentaje total de los residuos encontrados en el cauce del río



Gráfica 3. Porcentaje de residuos encontrados en el cauce del río de los tramos 1 al 8.

Acorde con las características observadas en campo y con los factores analizados y descritos en la Tabla 1 del Apartado IV METODOLOGÍA, para esta sección del río el grado de perturbación es **3 “Perturbación Moderada”**, debido a que se encontró presencia de elementos contaminantes como residuos sólidos y alteraciones del paisaje escénico, en los sitios donde se localizan los asentamientos humanos irregulares; sin embargo hay que resaltar que para los tramos que comprenden este grupo las riberas aún conservan cubierta vegetal y por ende contribuyen a mantener la diversidad vegetal del sitio, encontrando árboles y arbustos propios de la región como por ejemplo las especies: *Cupressus lindleyi*, *Buddleia cordata*, *Scinus molle*, *Quercus laeta* y *Pinus* sp. y formas naturales del mismo río como son: pendientes naturales, sustratos rocosos y arenosos.

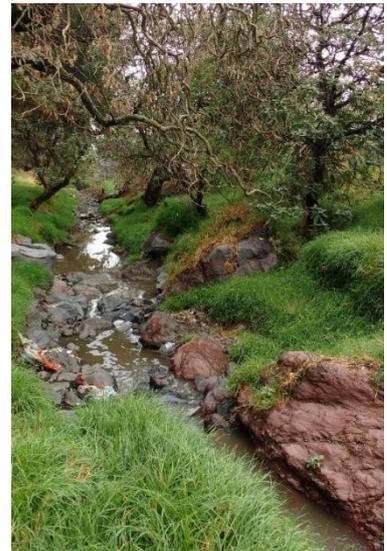


Figura 17. Vegetación y topografía presente en los primeros tramos del recorrido

V.4.1 Riberas del Grupo B

Este grupo está conformado por los tramos 9 al 14, de los cuales en los tramos 9 y 10 aún se encuentran algunos pastos, árboles y arbustos, intercalados con áreas construidas (ver figura 18).

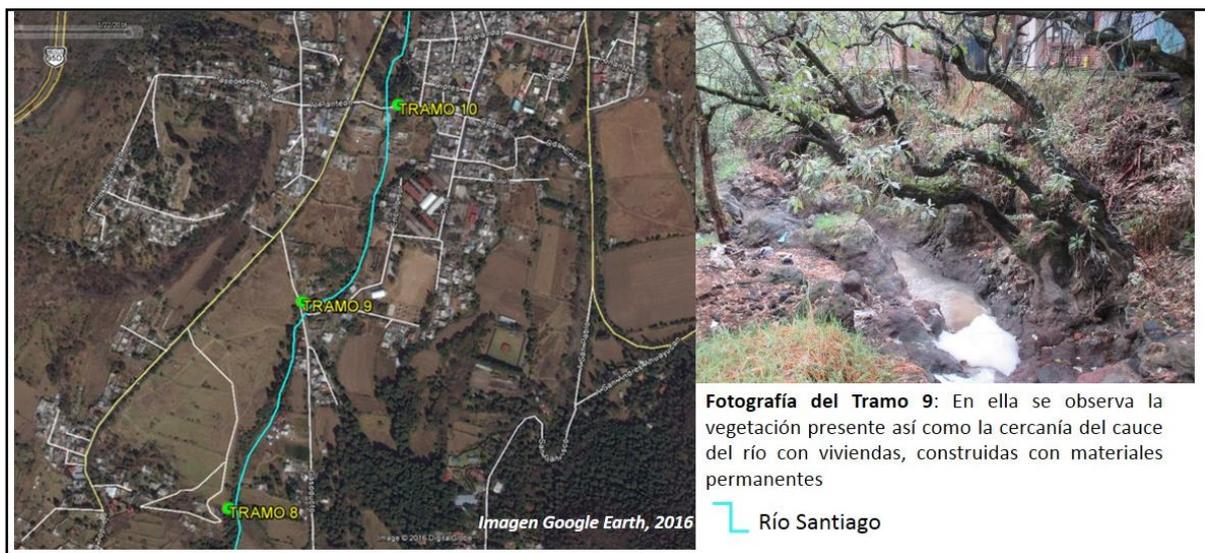


Figura 18.- Tramo 9 y 10 del recorrido.

En el tramo 11 donde no se pudo realizar la evaluación en la parte de las riberas toda vez que este tramo colinda completamente con la zona urbana y resulta complicado caminar al lado del río, sólo se observó el entorno del cauce desde el cruce de una avenida con el río. Por lo tanto, de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales, los asentamientos humanos presentes (aunque estén muy consolidados) están en zona federal del cauce.



Figura 19.- Tramo del 11 al 14.

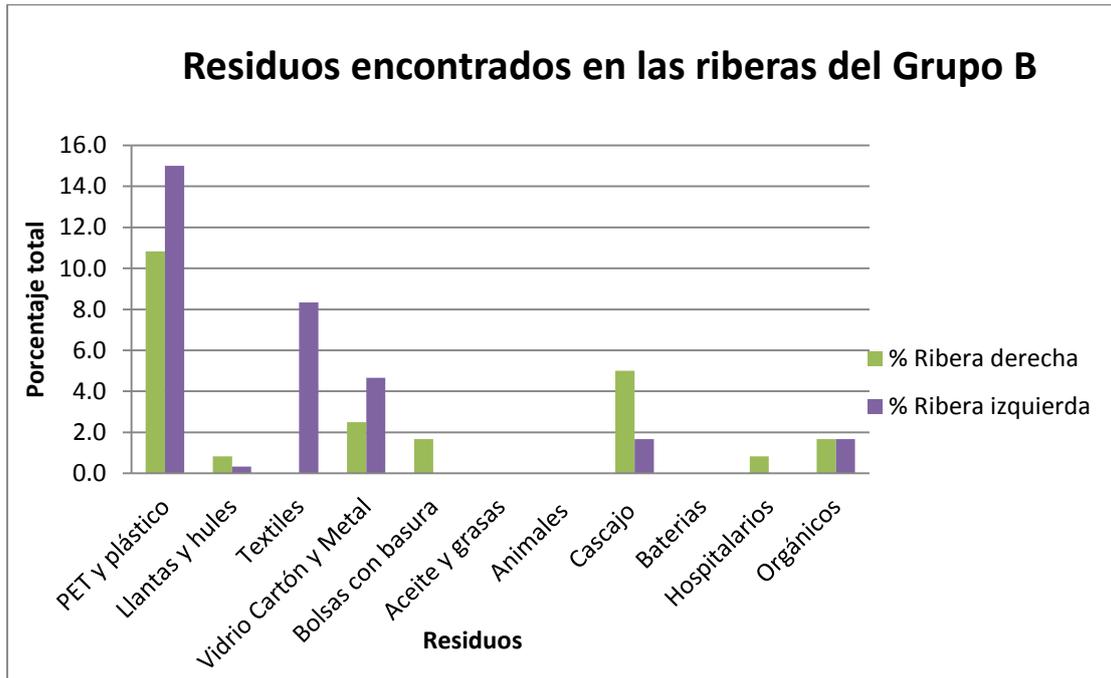
Del tramo 11 en adelante se puede observar que las riberas derecha e izquierda colindan mayormente con zona urbana, principalmente con viviendas y caminos, los cuales se ubican a menos de 5 metros de distancia; algunas viviendas se encuentran en construcción y otras están consolidadas (van del 10% al 100% del área construida); aunado a lo anterior, el tramo 12 fue el más contaminado, encontrando descargas domiciliarias y de agua pluvial (ver figura 20). Los tramos 9 y 13 también se presentan muy contaminados pero en relación a los residuos encontrados en las riberas del río; se puede decir que el PET y el plástico fueron los principales residuos encontrados para ambas riberas, encontrando textiles sólo en la ribera izquierda. De igual forma el vidrio, cartón, metal cascajo y orgánicos se encontraron en ambas riberas pero en menor proporción que el PET y llantas, hules y bolsas con basura que se encontraron en una proporción menor al 10% en cada tramo. No se encontraron en este sitio: grasas, aceites, residuos hospitalarios, animales ni baterías. Al igual que en la zona del Grupo A, el porcentaje de residuos estimado en cada tramo, representa una fracción con respecto al total de los residuos observados (ver gráfica 4, cuadro 5, y anexo 2).



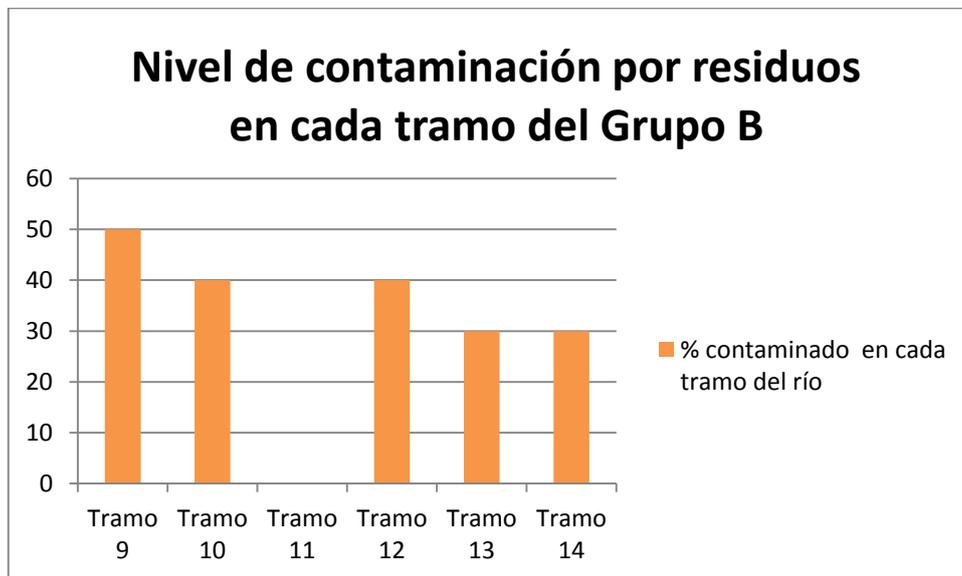
Figura 20. Descargas domiciliarias observadas en el tramo 12.

GRUPO B (Tramo 9 al 14)		
Residuos	% Total Ribera derecha	% Total Ribera izquierda
PET y plástico	10.8	15
Llantas y hules	0.8	0.3
Textiles	0	8.3
Vidrio Cartón y Metal	2.5	4.6
Bolsas con basura	1.6	0
Aceite y grasas	0	0
Animales	0	0
Cascajo	5	1.6
Baterías	0	0
Hospitalarios	0	0
Orgánicos	1.6	1.6

Cuadro 5. Representa el total del porcentaje de residuos encontrados en las riberas del río.



Gráfica 4. Residuos encontrados en las riberas del río en los tramos 9 al 14.



Gráfica 5. Porcentaje total contaminado en cada tramo del río. El tramo 11 no fue posible evaluar su condición.

En relación con el grupo anterior, los tramos que comprendieron el Grupo B, presentaron mayor alteración por colindar con zona urbanizada, el ancho del cauce varió de 2 a 8 metros, con profundidades que van de 20 cm a 60 cm, encontrando infraestructura de colector marginal sólo en el tramo 12.



Figura 21.- Afectación de riberas en el tramo 10 del recorrido por presencia de asentamientos humanos.

V.4.2 Cauce del Grupo B

En algunas partes el sustrato que forma el fondo del río no se distingue, toda vez que el agua es turbia con sedimentos (granulosos) y con color predominante gris oscuro; el olor es a drenaje ya que en una gran parte del río el agua se encuentra estancada. En algunas secciones del río donde aún se puede observar el sustrato que forma el lecho, se observan rocas y suelo, lo que significa que no se encuentra entubado ni ha sido rellenado; sin embargo, al igual que el tramo que corresponde al Grupo A, presenta concreto en algunos puntos específicos como cruces de puentes para encauzar el mismo y pequeñas desviaciones realizadas con muros de piedra y concreto. Como se mencionó párrafos anteriores de este documento y de acuerdo con la información bibliográfica, los compuestos volátiles responsables de los malos olores en drenajes y plantas de tratamiento son resultado de la descomposición microbiológica de la materia orgánica en el agua residual, muchos de los compuestos responsables de los malos olores son perceptibles a muy bajas concentraciones de partes por billón (Morgan *et al.*, 1996)

Respecto a los residuos encontrados en el cauce, podemos decir que al igual que las riberas de este tramo, el PET y plástico fueron los residuos que se encontraron en mayor proporción seguidos de los textiles, bolsas con basura y orgánicos, cabe mencionar que durante este recorrido y en varias partes del mismo, se encontraron esquilmos de árboles y arbustos en

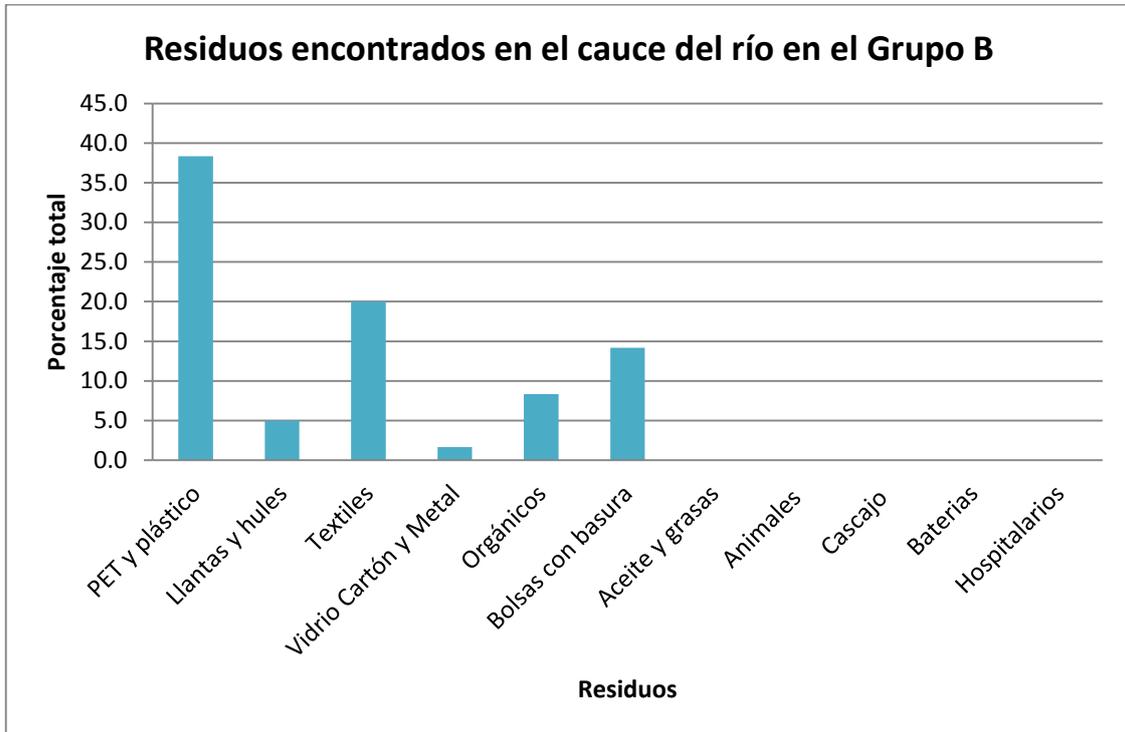
las orillas del cauce; en menor proporción pero también fueron constatados con un 4%, las llantas y hules, y con casi el 2% vidrio, cartón y metal; no encontrando al igual que en los demás tramos del cauce: aceites y grasas, animales, cascajo, baterías y electrónicos ni residuos hospitalarios, a excepción de un aparato de televisión que se encontró en el tramo más contaminado (tramo 12). Es importante mencionar que para este estudio el porcentaje de residuos estimado en cada tramo, representa sólo la fracción contaminada del mismo (ver gráfica 6, figura 22, cuadro 6 y anexo 2).



Figura 22. Residuos encontrados en el cauce.

GRUPO B. Cauce del Río (Tramo 9 al 14)	
Tipo de residuos	% Total
PET y plástico	38
Llantas y hules	4.1
Textiles	16.5
Vidrio Cartón y Metal	1.6
Orgánicos	8.3
Bolsas con basura	14.1
Aceite y grasas	0
Animales	0
Cascajo	0
Baterías	0
Hospitalarios	0

Cuadro 6. Residuos encontrados en el cauce del río



Gráfica 6. Porcentaje total de residuos encontrados en el cauce del río de los tramos 9 al 14.

A manera de resumen, respecto a las condiciones de este tramo, podemos decir que de las características observadas en campo, ésta sección del río ha perdido las características del “arroyo de montaña” al que pertenecía, convirtiéndose en un “río urbano”; sus sistemas ribereños se han perdido influyendo esto en la calidad del agua y el ecosistema, no encontrándose vegetación de árboles y arbustos propios del lugar, es decir, vegetación secundaria o incluso especies indicadoras de perturbación como son: el ricino y el pasto *kikuyo*, además de que por encontrarse en una zona urbana, algunas pendientes naturales del río se han perdido. Es por lo anterior y de acuerdo con la *Tabla 1. Ponderación del grado de perturbación*, que podemos inferir que del tramo 9 al 14 correspondientes al **Grupo B** se presenta un grado de perturbación 5 “**perturbación crítica**”, toda vez que se encontraron todos los criterios que se consideran para la perturbación, como son: La pérdida de superficie de la comunidad biótica del bosque o pérdida de biomasa; flora, fauna, agua, condiciones del terreno, modificación de las topoformas y condiciones de permeabilidad originales, debido a la presencia de asentamientos humanos y otros procesos antrópicos, presencia de elementos contaminantes como residuos sólidos y descargas de aguas residuales y alteración adversa del paisaje escénico e imagen.

La presencia de asentamientos humanos es sin duda un factor determinante de las condiciones actuales del Río Santiago, y éstos han estado presentes por varias décadas ya que la mayoría de las viviendas encontradas están construidas con materiales permanentes; en algunos tramos como en el 10 y en el 11, se pudo observar que en 1995 no había viviendas aledañas al río y que para 2015 éstas ya están consolidadas, (ver figura 23).

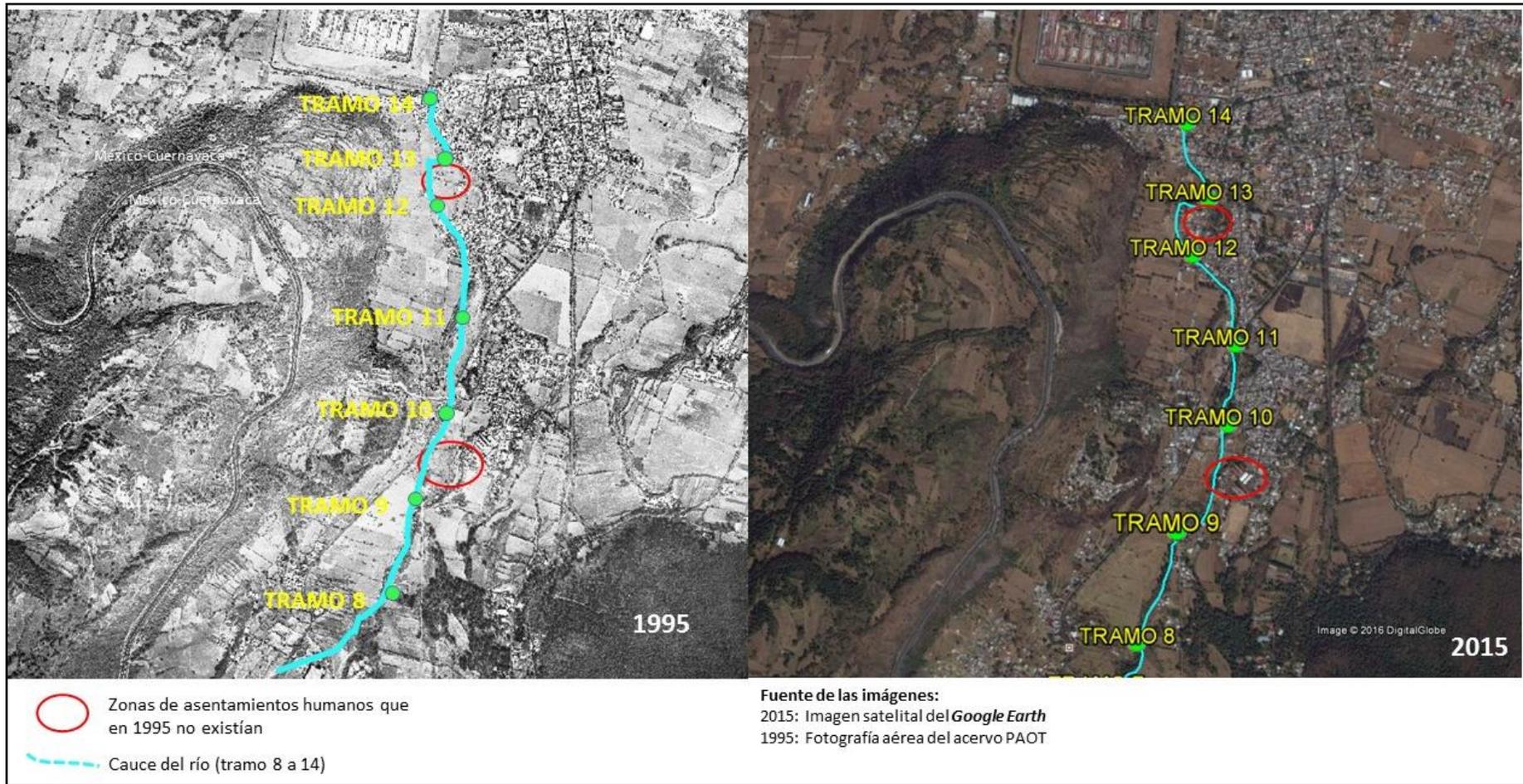


Figura 23.- Incremento de asentamientos humanos de 1995 a 2015



VI. CONCLUSIONES

PRIMERA. El Río Santiago presenta una perturbación que va de moderada hasta crítica, encontrando la perturbación moderada en los tramos del 1 al 8 y la perturbación crítica en la zona rural correspondiente a los tramos 9 al 14. La categoría de Perturbación Crítica se le asignó porque se presentaron en esos tramos, todos los criterios que se consideran de acuerdo al tabulador de perturbación que se utilizó en el presente estudio, los cuales son los siguientes:

- a) La pérdida de superficie de la comunidad biótica del bosque o pérdida de biomasa; se refiere a la afectación que presentan los elementos que se consideran importantes para el ecosistema (flora, fauna, agua, condiciones del terreno, etc).
- b) La modificación de las topofomas y condiciones de permeabilidad originales, debido a la presencia de asentamientos humanos y otros procesos antrópicos.
- c) Presencia de elementos contaminantes como residuos sólidos y descargas de aguas residuales.
- d) Alteración adversa del paisaje escénico e imagen.

SEGUNDA. La perturbación que presentan las riberas y el cauce del Río Santiago, se debe principalmente a la modificación del entorno por la presencia de asentamientos humanos, que además contribuyen con la incorporación de más residuos y descargas de agua residual en el sitio.

TERCERA. Se detectaron 2 principales fuentes de descarga de agua residual, la primera proveniente del brazo del río originado en los límites de la Delegación Tlalpan y Xochimilco, del sitio conocido como el Caracol, el cual se encuentra dentro de la colonia Pedregal de San Francisco en la delegación Tlalpan, y el segundo en las coordenadas $x=487099$, $y=2125798$ dentro de la Delegación Xochimilco.

CUARTA. Se considera que a pesar del grado de perturbación que presenta la zona, este río puede ser rescatado, pero se requiere eliminar las descargas de agua residual, ya sea integrándolas a una red existente o a una nueva infraestructura hidráulica, que para ser implementada requiere la coordinación de diferentes autoridades (principalmente las Delegaciones Xochimilco y Tlalpan, Sistema de Aguas de la Ciudad de México y la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México); además, se debe contar con el apoyo de los vecinos y población en general. Para el caso de los asentamientos humanos localizados dentro del suelo de conservación en zonificación Agroecológica, se deberá definir una estrategia con las autoridades ambientales para atender su situación, ya que en sentido estricto está prohibida la vivienda y por ende, la instalación de servicios en este territorio.

QUINTA. El abandono del río y sus riberas, por los procesos de urbanización desorganizados, podría revertirse con la toma de conciencia de que el paisaje es un valor que mejora la calidad de vida de los ciudadanos, ya que proteger la salud humana y el bienestar general de la población, garantizan el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y ayudan a conservar la integridad de los ecosistemas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Nava. H. y C. B. Darío. Tesis de Titulación “Hidraulica de Rios”. Morfología, Técnicas de Medición y Muestreo en Rios. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Ingeniería Civil. 2015

Elosegi. A y S. Sergi. **Conceptos y Técnicas en ecología fluvial. La estructura física de los cauces fluviales.** Primera edición abril 2009.

Morgan. S. J., S. Revah., A. Noyola. **Malos olores en plantas de tratamiento de aguas residuales: Su control a través de procesos biotecnológicos.** Coordinación de Bioprocesos Ambientales. Instituto de Ingeniería. UNAM. 1996

Corigliano. M. C. **Índices para evaluar la calidad ambiental en Ríos Serranos urbanos mediante indicadores.** Revista Universal Nacional Río Cuarto 28 (1-2):33-54. 2008

Odum. E.P.1971. **Ecología.** Tercera Edición Mc Graw Hill.

Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF).2000

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco (PDDU-Xochimilco).2005

Ley de Aguas Nacionales.1992

**Estudio elaborado en la Dirección de Estudios
Dictámenes y Peritajes de Protección Ambiental, PAOT.**

Datos de contacto:

Revisión: Directora Biól. Zenia Saavedra Díaz (zsaavedra@paot.org.mx) y
Subdirectora: Biól. Oliva Pineda Pastrana (opineda@paot.org.mx)

Elaboró: Biól. Jessica Arcos Castillo

Colaboraron:

LPT. Iván Leonardez Hernández

Biól. Valente Evaristo Martínez

Pas. Geog. Marco Antonio Solís García



ANEXO 1

Información general del Grupo A

(Donde X significa presencia)

RIBERA DERECHA	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	
Coordenadas de inicio	x=486004 y=2123864	x=486033 y=2123888	x=486190 y=2123878	x=486328 y=2123809	x=486361 y=2123943	x=486468 y=2124030	x=486612 y=2124175	x=486668 y=2124295	
Coordenadas final	x=486033 y=2123888	x=486190, y=2123878	x=486328 y=2123809	x=486361 y=2123943	x=486468 y=2124030	x=486612 y=2124175	x=486668 y=2124295	x=486182 y=2124471	
% DE RESIDUOS POR TRAMO									% TOTAL
PET y plástico	5	30	15	20	20	20	5	5	15
Llantas y hules	0	10	0	0	0	10	5	5	3.7
Textiles	10	20	15	0	0	0	10	5	7.5
Vidrio Cartón y Metal	5	0	0	0	0	0	0	5	1.2
Bolsas con basura	0	10	0	0	0	10	0	0	1.2
Aceite y grasas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Animales	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cascajo	0	10	0	0	0	0	0	0	1.2
Baterías	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hospitalarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orgánicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% DEL TRAMO CONTAMINADO	20	80	30	20	20	40	20	20	
Colindancia de cauce									
Urbano					x				
camino						x	x		



pasto	x	x	x	x	x	x	x	x
arbustos	x	x	x	x		x	x	x
arboles	x	x	x	x			x	x
Asentamientos humanos a menos de 5 metros del cauce								
Tipo							Consolidada	
Niveles (planta)							1	
No. Total de viviendas							1	
% superficie construida							20%	
Descargas domiciliarias								
Distancia de la orilla hasta alguna infraestructura (m)	10				0,4		5	
Observaciones				Hay un parque a un lado y colectores marginales que sí funcionan, se observan tubos que descargan hacia el río, al parecer de agua pluvial)		3 Colectores marginales sin funcionar en el tramo		



RIBERA IZQUIERDA	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	% TOTAL
% DE RESIDUOS									
PET y plástico	5	15	10	10	10	15	10	15	11.2
Llantas y hules	5	0	0	0	0	0	5	5	1.8
Textiles	5	40	30	20	10	0	15	10	16.2
Vidrio Cartón y Metal	5	0	0	0	0	0	0	0	0.6
Bolsas con basura	10	0	0	0	0	5	15	0	3.7
Aceite y grasas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Animales	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cascajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baterías	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hospitalarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orgánicos	0	5	0	0	0	0	5	0	1.2
% TOTAL DEL TRAMO CONTAMINADO	30	60	40	30	20	20	50	30	
Colindancia del cauce									
Urbano	x								
camino					x	x			
pasto	x	x	x	x	x	x	x	x	
arbustos			x	x		x	x	x	
arboles		x	x	x	x	x	x	x	
Asentamientos humanos a menos de 5 metros del cauce									
Tipo	Vivienda consolidada					Vivienda en construcción			
Niveles (planta)	2					2			



No. Total de viviendas	3					3		
% superficie construida	100%					15%		
Descargas domiciliarias	6 descargas							
Distancia de la orilla hasta alguna infraestructura (m)	0,3 - 2	100			4 -20	100		0,5
Observaciones	En la intersección del ramal con el parque, el río no cuenta con agua, además de que se une con el cauce del río original que tampoco tiene agua (época de estiaje); sin embargo se observa acumulación de agua pluvial en algunos sitio, además de residuos atorados en las orillas.		Empiezan barreras que direccionan el río	Tramo más limpio porque colinda con un parque y terreno agrícola	hay construcciones de roca que encausa el río			



CAUCE	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	
Origen del agua							Residual y Pluvial	Residual	
Profundidad (cm)	30	20	1-3	50	50	60	50	60	
Ancho promedio (m)	2-6	2-4	0,4	3-10	2-6	2-8	2-4	2-4	
Colector marginal				x (buenas condiciones)	x (buenas condiciones)	x (no funciona)			
Espuma	x (donde se estanca el agua)	x (donde se estanca el agua)	x (color blanco tipo jabón, se forma al chocar con las rocas)	x (en menor cantidad)			x (color blanca tipo jabón)	x (color blanca tipo jabón)	
Turbiedad	x totalmente		x	x	x	x	x (color gris y café)	x (color café)	
Sedimentos	x lodos en el fondo)	x (al margen del río y en los sitios donde ha pequeñas presas)	x (donde se estanca el agua)	x (donde se estanca el agua)	x (donde se estanca el agua)	x (donde se estanca el agua)	x	x	
Olor	x (agua residual)	imperceptible en alguna zonas, y se concentra más donde se estanca	x (donde se estanca el agua)	x (donde se estanca el agua)	x (poco)	x (poco)			
Color	x (gris oscuro)	x (gris oscuro)	x gris oscuro	de verde a café	verde oscuro	verde oscuro	café	café	
Erosión	x (se nota la roca madre en el tramo)	x(solo en algunos sitios donde al agua golpea, pone al descubierto la roca madre)	x (se observa la roca madre)	x (se observa la roca madre)	x en algunos sitios se observa la roca madre)				
% DE RESIDUOS POR TRAMO									% TOTAL
PET y plástico	20	25	30	20	30	10	30	20	23.1
Llantas y hules	10	10	10	5	2	25	10	0	9.0
Textiles	5	10	30	25	25	15	50	60	27.5
Vidrio Cartón y Metal	20	5	5	15	3	0	0	0	6.0
Orgánicos	15	5	5	5	0	0	0	0	3.8
Bolsas con basura	30	25	15	25	40	50	10	20	26.9



Aceite y grasas	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Animales	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Cascajo	0	10	5	15	0	0	0	0	3.8
Baterías	0	5	0	0	0	0	0	0	0.6
Hospitalarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% DEL CAUCE CONTAMINADO	70	70	60	40	30	25	30	100	
Observaciones		A partir de la carretera hacia arriba a 280m hacia el río se conecta la mayor cantidad de residuos, posteriormente están más dispersos y en menor cantidad.	Los residuos son más dispersos sin embargo las bolsas y plásticos prevalecen	Se observaron estructuras de concreto que direccionan el cauce del río, en este lugar no hay presencia de agua, sólo hay algunas fosas donde el agua pluvial está estancada	se observa agua estancada en el sitio, al parecer hay filtración o evaporación ya que no hay evidencia del agua que corría del brazo del río		Fondo del río con piedras y un poco de cemento, rocas en las orillas y en el fondo del río	ZONA ROCOSA el 100% del cauce del río presenta residuos, los cuales se van arrastrando y algunos se quedan en las rocas NO HAY OLOR POR LA LLUVIA	



ANEXO 2

Información general del Grupo B (Donde X significa presencia)

RIBERA DERECHA	Tramo 9	Tramo 10	Tramo 11	Tramo 12	Tramo 13	Tramo 14	
Coordenas de inicio	x=486182 y=2124471	x=486929 y=2124881	x=487120 y=2125272	x=487147 y=2125566	x=486985 y=2125898	x=487044 y=2126104	
Coordenas final	x=486929 y=2124881	x=487120 y=2125272	x=487147 y=2125566	x=486985 y=2125898	x=487044 y=2126104	x=486963 y=2126389	
% DE RESIDUOS							% TOTAL
PET y plástico	10	10	0	15	10	20	10.8
Llantas y hules	5	0	0	0	0	0	0.8
Textiles	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio Cartón y Metal	10	0	0	5	0	0	2.5
Bolsas con basura	0	0	0	0	10	0	1.6
Aceite y grasas	0	0	0	0	0	0	0
Animales	0	0	0	0	0	0	0
Cascajo	0	20	0	0	10	0	5
Baterías	0	0	0	0	0	0	0
Hospitalarios	0	0	0	0	0	0	0
Orgánicos	5	0	0	5	0	0	1.6
% DEL TRAMO CONTAMINADO	30	30	0	30	30	20	
Colindancia de cauce							
Urbano	x	x		x			
camino	x	x		x	x		
pasto	x	x		x	x	x	



arbustos	x	x				x
arboles	x	x				
Asentamientos humanos a menos de 5 metros del cauce						
Tipo	En construcción y consolidadas	vivienda precaria y consolidada		Consolidada	Consolidada	Consolidada
Niveles (planta)	0/1	1/5		2	1	1-3
No. Total de viviendas	1/3	2/10		7	2	14+
% superficie construida	10%/20%	10%/60%		100%	10%	100%
Descargas domiciliarias	x=486898, y=2124761 agua pluvial			x=487099, y=2125798	x=486920, y=2126097	
Distancia de la orilla hasta alguna infraestructura (m)		2	10	2-5	0,40 a 5	5
Observaciones						



RIBERA IZQUIERDA	Tramo 9	Tramo 10	Tramo 11	Tramo 12	Tramo 13	Tramo 14	% TOTAL
% DE RESIDUOS							
PET y plástico	25	20		15	10	20	15
Lantas y hules	1	0		1	0	0	0.3
Textiles	20	10		10	5	5	8.3
Vidrio Cartón y Metal	4	5		9	5	5	4.6
Bolsas con basura	0	0		0	0	0	0
Aceite y grasas	0	0		0	0	0	0
Animales	0	0		0	0	0	0
Cascajo	0	0		0	10	0	1.6
Baterías	0	0		0	0	0	0
Hospitalarios	0	0		0	0	0	0
Orgánicos	0	5		5	0	0	1.6
% TOTAL DEL TRAMO CONTAMINADO	50	40		40	30	30	
Colindancia del cauce							
Urbano				x	x	x	
camino						x	
pasto	x	x			x	x	
arbustos	x	x			x	x	
arboles	x	x			x		
Asentamientos humanos a menos de 5 metros del cauce							
Tipo		Precaria/ construcción /Consolidada		Precaria/ construcción /Consolidada	En construcción /Consolidada	Precaria/ Consolidada	



Niveles (planta)		1/1/3		1/1/2	1/3	2/2
No. Total de viviendas		0/2/1		1/1/3	2/1	1/7
% superficie construida		5%/10%/10%		50%/30%/20%	10%/5%	20%/80%
Descargas domiciliarias				x=487041, y=2125842		
Distancia de la orilla hasta alguna infraestructura (m)	20	2-4		1-3	2	1-3
Observaciones			NO SE PUDO ANALIZAR POS LAS CONDICIONES DEL LUGAR	bardas que encausan el rio	Se observan ductos de PEMEX, no hay construcciones ni siembra	



CAUCE	Tramo 9	Tramo 10	Tramo 11	Tramo 12	Tramo 13	Tramo 14	
Origen del agua	Residual	Residual		Residual	Residual	Residual	
Profundidad (cm)	20-40	20-60		20	20	10	
Ancho promedio (m)	0,60-2	2-4		2,5	1	2	
Colector marginal				x			
Espuma	x (color blanco tipo jabón, se forma al chocar con las rocas)				x (muy poca)		
Turbiedad	x	x (entre gris y café)		x	x	x	
Sedimentos	x	x		x	x (de materia orgánica)	x (mayor acumulación de sedimentos -granulosos)	
Olor	x	x		x	x(drenaje)	x (drenaje)	
Color	café	café y gris		gris	gris	gris oscuro	
Erosión	rocas erosionadas						
% DE RESIDUOS							% TOTAL
PET y plástico	25	35	0	50	60	60	38
Llantas y hules	0	0	0	10	15		4.1
Textiles	50	30	0	10		10	16.5
Vidrio Cartón y Metal	0	0	0	10	0	0	1.6
Orgánicos	0	0	0	10	10	30	8.3
Bolsas con basura	25	35	0	10	15	0	14.1
Aceite y grasas	0	0	0	0	0	0	0
Animales	0	0	0	0	0	0	0
Cascajo	0	0	0	0	0	0	0
Baterías	0	0	0	0	0	0	0
Hospitalarios	0	0	0	0	0	0	0



% DEL CAUCE CONTAMINADO	60	35		100	30	15	
Observaciones	En los sitios donde el río presenta rocas, se observa mayor acumula la basura	En los puentes existe más acumulación de residuos, cambió el tipo de residuos, ahora más plásticos que textiles	NO SE PUDO ANALIZAR, POR LAS CONDICIONES DEL LUGAR.	los residuos orgánicos son algunos de árboles y ramas que crecen alrededor del río, hay una T.V en el río. TRAMO MAS CONTAMINADO DEL RIO	cauce de río más limpio, excepción de los puentes que acumulaban basura		



ANEXO IV. FORMATOS DE CAMPO UTILIZADOS PARA LA VALORACIÓN DEL SITIO

Diagnóstico Río Santiago									
Tramo	Coord. Inicio X:		Y:		Referencia del Sitio:		Fecha:		
	Coord. Final X:		Y:		Hoja:				
Condición de la ribera derecha					Descargas Domiciliarias (referencia)	Coord. X	Coord. Y		
Distancia (orilla hasta alguna infraestructura): _____ (m)									
Colindancia del cauce		Urbano	Camino	Pasto	Arbustos	Árboles			
Otro:									
(%)									
		Ausencia		Presencia (descripción)					
Fauna nociva									
Erosión		Alta - Media - Baja		Laminar - Surcos - Cárcava					
Pendiente		(%)							
Residuos (marcar el tipo y el porcentaje respecto al total)									
PET y plástico	Llantas y hules	Textiles	Vidrio, cartón, metal	Bolsas con basura	Aceites y grasas				
Animales	Cascajo	Baterías	Hospitalarios	Orgánicos	Otros (% de residuos en proporción con el tramo)				
Asentamientos humanos (menos de 5 m del cauce)		Tipo	Niveles (plantas)	No. total de viviendas	% superficie construida				
Vivienda Precaria									
En construcción									
Consolidada									

Condición ribera derecha

Diagnóstico Río Santiago									
Tramo	Coord. Inicio X:		Y:		Referencia del Sitio:		Fecha:		
	Coord. Final X:		Y:		Hoja:				
Condición de la ribera izquierda					Descargas Domiciliarias (referencia)	Coord. X	Coord. Y		
Distancia (orilla hasta alguna infraestructura): _____ (m)									
Colindancia del cauce		Urbano	Camino	Pasto	Arbustos	Árboles			
Otro:									
(%)									
		Ausencia		Presencia (descripción)					
Fauna nociva									
Erosión		Alta - Media - Baja		Laminar - Surcos - Cárcava					
Pendiente		(%)							
Residuos (marcar el tipo y el porcentaje respecto al total)									
PET y plástico	Llantas y hules	Textiles	Vidrio, cartón, metal	Bolsas con basura	Aceites y grasas				
Animales	Cascajo	Baterías	Hospitalarios	Orgánicos	Otros (% de residuos en proporción con el tramo)				
Asentamientos humanos (menos de 5 m del cauce)		Tipo	Niveles (plantas)	No. total de viviendas	% superficie construida				
Vivienda Precaria									
En construcción									
Consolidada									

Condición ribera izquierda



Diagnóstico Río Santiago

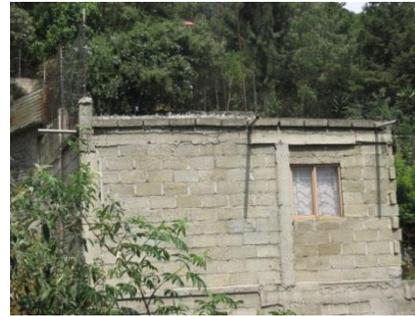
Tramo	Coord. Inicio X:	Y:	Referencia del Sitio:	Fecha:			
	Coord. Final X:	Y:		Hoja:			

Condición del Cauce				Condición del Agua				
Profundidad: _____ m		Con cobertura natural		Corriente: Permanente - Intermittente				
Ancho promedio: _____ m		Cauce desviado		Origen:	Pluvial (río)	Residual Dom.	Res. Ind.	Otro
Colector marginal:	Presencia	Ausencia	c/cemento o concreto	Residuos	Tipo		Cantidad (%)	Otra referencia (m ³ , número, etc)
			Río entubado		Especial (E.)	Sólidos urbanos (U)		
Estado del colector marginal (marcar)			Cauce relleno	PET y plástico				
Bueno	Regular	Fugas	Muy Mal	Llantas y hules				
(marcar X)	Ausencia	Presencia	Descripción	Textiles				
Espuma				Vidrio, cartón, metal				
Turbiedad				Orgánicos				
Sedimentos				Bolsas con basura				
Olor				Aceites y grasas				
Color				Animales				
Erosión				Cascajo				
Observaciones:				Baterías				
				Hospitalarios				
				Otros:				

Condición del cauce



ANEXO 3 FOTOGRAFÍAS REPRESENTATIVAS DE LOS TRAMOS QUE COMPRENEN EL GRUPO A







FOTOGRAFÍAS REPRESENTATIVAS DE LOS TRAMOS QUE COMPRENEN EL GRUPO B





