



**PROYECTO PARA FORTALECER LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE DE TEGUCIGALPA
P170469-CR. IDA-6460-HN**

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE
GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
REFERENCIA HN-AMDC-139447-CS-QCBS**

CONTRATO No.CF-006-IDA6460-HN-AMDC-2023

**R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A
MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO)**

DOCUMENTO ÍNDICE

C553-GU2-MD-CA-DC-300

FECHA DE EMISIÓN: 28/08/2024

REVISIÓN: 02





“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - DOCUMENTO ÍNDICE

PLANILLA – INFORME DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) – DOCUMENTO ÍNDICE

FECHA DE LA FIRMA DE CONTRATO	26/01/2024
ORDEN DE INICIO	15/02/2024
FECHA DE ENTREGA	28/08/2024 REV2
LOCALIDAD	SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
TAREAS DESARROLLADAS	Para la Identificación de los Problemas a Monitorear (Sistema de Monitoreo) se abordaron las tareas necesarias para establecer la Línea Base, así como Identificación y caracterización de la red de puntos a monitorear por problemas de contaminación, Identificación de fuentes contaminantes, Parámetros contaminantes a monitorear e Identificación de problemas asociados al manejo de los desechos sólidos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ALCANCE	4
3. OBJETIVO	4
4. RESUMEN EJECUTIVO	5
5. PRODUCTOS	7
5.1. DOCUMENTOS	7
5.2. MAPAS	7

ANEXOS

C553-GU2-MD-CA-DC-301	LÍNEA BASE
C553-GU2-MD-CA-DC-302	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.
C553-GU2-MD-CA-DC-303	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.
C553-GU2-MD-CA-DC-304	PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.
C553-GU2-MD-RS-DC-305	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.
R2.01 -1	MINUTAS DE REUNIÓN
R2.01 -2	CORRESPONDENCIA ENVIADA
R2.01 -3	CORRESPONDENCIA RECIBIDA

MAPAS

C553-GU2-MP-RS-DC-300	ANTECEDENTES - ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (CENSO 2001)
C553-GU2-MP-RS-DC-301	COBERTURA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
C553-GU2-MP-RS-DC-302	PUNTOS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS UNIDADES MILITARES
C553-GU2-MP-RS-DC-303	BASURALES DE CENTROS POBLADOS
C553-GU2-MP-RS-DC-304	PUNTOS DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - DOCUMENTO ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de fortalecer el proceso de transferencia del sistema de agua y alcantarillado sanitario para la ciudad de Tegucigalpa, el Gobierno de Honduras, junto con la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) y el apoyo financiero del Banco Mundial (BM), han creado el Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”.

El Proyecto propuesto constituirá la primera fase de un programa a largo plazo para respaldar la implementación de la Ley Marco y la mejora de los servicios de AAS en la capital de la nación de una manera financiera y ambientalmente sostenible. Para este fin, apoyará el establecimiento de un nuevo proveedor de servicios municipal en Tegucigalpa, llamado Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento del Distrito Central (UMAPS) y se enfocará en resolver problemas críticos en los sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AAS) de la ciudad.

En el presente documento se indican las tareas necesarias para la Identificación de los Problemas a Monitorear (Sistema de Monitoreo), tales como el establecimiento de la Línea Base, la Identificación y caracterización de la red de puntos a monitorear por problemas de contaminación, Identificación de fuentes contaminantes, Parámetros contaminantes a monitorear y la Identificación de problemas asociados al manejo de los desechos sólidos.

2. ALCANCE

El sistema a desarrollar es el especificado en los términos de referencia (TdR), correspondientes a la **“CONSULTORÍA ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE” DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS)**, la cual forma parte del Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”, Componente 2, Subcomponente 2.3: “Desarrollar herramientas para mejorar la gestión de las cuencas hidrográficas y la resiliencia climática”, específicamente lo relativo al “Apoyo en el diseño de una red de monitoreo de la calidad de las aguas en las subcuencas de Guacerique y San José de Río Grande”; éste se concretará con mayor detalle lo relativo a la mejora de la calidad de las aguas residuales y desechos sólidos.

Los trabajos de esta consultoría se dividen en tres (3) líneas o resultados: (i) el diseño de soluciones de mejora de la calidad del agua servida; (ii) diseño e implementación de una red de monitoreo de la calidad del agua; y (iii) proponer lineamientos para fortalecer la parte: legal, institucional y social en torno a la problemática de la calidad del agua.

3. OBJETIVO

El presente documento contiene el desarrollo de la **Actividad R2.01. Identificación de los problemas a monitorear**, cuyos objetivos son:

- Identificar los principales problemas de contaminación generada por vertidos y desechos sólidos.
- Elaborar un diagnóstico del estado actual del monitoreo; seleccionar los puntos a monitorear de acuerdo con la identificación de los principales problemas de contaminación;

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - DOCUMENTO ÍNDICE así mismo validar los puntos de muestreo que actualmente han estado tomando los responsables del co- manejo y uso del agua.

- Realizar un diagnóstico de las limitaciones y capacidades técnicas y tecnológicas instaladas, para desarrollar un sistema automatizado del control de contaminación.

Específicamente se presenta el Documento Índice.

4. RESUMEN EJECUTIVO

Para la Identificación de los Problemas a Monitorear (Sistema de Monitoreo) se abordaron las tareas necesarias para establecer la Línea Base, así como la Identificación y caracterización de la red de puntos a monitorear por problemas de contaminación, Identificación de fuentes contaminantes, Parámetros contaminantes a monitorear e Identificación de problemas asociados al manejo de los desechos sólidos, tareas presentadas en cada uno de los documentos que componen este producto.

Para el establecimiento de la Línea Base se realiza la revisión y análisis de la red de puntos de monitoreo donde se han captado muestras y se han realizado análisis entre los años 2000 y 2024 para las subcuencas en estudio; así mismo se resumen y analizan los parámetros fisicoquímicos, biológicos y microbiológicos históricamente monitoreados. Sobre esta base, se identifican, escogen y caracterizan los puntos y parámetros monitoreados en el marco de esta consultoría. La selección de los puntos considera el acceso al lugar, la disponibilidad para la toma de muestras, posibilidad de muestreo en las temporadas de lluvia y sequía, condiciones que no afecten el resultado de las muestras (agua retenida), usos de suelo y actividades circundantes; los puntos fueron validados mediante actas de acuerdo firmadas entre el consorcio HYTSA-CONASH y los responsables de los subsistemas Los Laureles y Concepción. En cuanto a los parámetros, se propuso analizar los que históricamente se han medido, incluyendo, además, según los establecen los TdR, el análisis de plaguicidas, dado el carácter fuertemente agrícola que existe en la parte media y alta de las subcuencas en estudio, así como también el análisis de sedimentos de los embalses. Finalmente, teniendo la línea base establecida sobre los puntos y parámetros de monitoreo, se presenta una propuesta básica de mejora y/o transformación del sistema de monitoreo para que sea implementado a corto y/o mediano plazo por la UMAPS.

La identificación de los puntos a monitorear se hizo basada en información antecedente, así como la geografía de las subcuencas que permite ubicar los puntos en sitios de intersección de cauces hacia el cuerpo principal. En la subcuenca Guacerique se escogieron cuatro (4) puntos, denominados A.1, A.2, A.3 y A.4 y tres (3) en el embalse los Laureles, A.5.1 (cola), A.5.2 (centro) y A.5.3 (cortina). En la subcuenca San José de Río Grande se escogieron cuatro (4) puntos, denominados B.1 (fase 1, sequía), B.2, B.3 y B4 (fase 2, lluvia) y tres (3) en el embalse la Concepción, A.5.1 (cola), A.5.2 (centro) y A.5.3 (cortina).

La identificación de fuentes contaminantes se realiza en función de las visitas técnicas realizadas en el marco de esta Consultoría y en los muestreos de calidad de agua efectuados en los puntos anteriormente descritos, resultando las principales fuentes los contaminantes en las subcuencas los residuos de tipo sólido y los efluentes y descargas líquidas.

En la subcuenca Guacerique se identificaron basurales con residuos sólidos de tipo doméstico a lo largo de toda la subcuenca y también ausencia de control sobre los residuos industriales. Se

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - DOCUMENTO ÍNDICE

identificaron descargas de agua residual doméstica que no tienen ningún tipo de tratamiento, ya sea por descarga directa o infiltración en el suelo, se evidencian también descargas de aguas grises directas a los cuerpos hídricos, de tipo residencial e institucional (instalaciones militares). En relación a los muestreos de calidad de agua realizados, se detectaron alteraciones en las concentraciones de Arsénico, DBO, DQO y pH en el punto A.1, el Índice de Calidad del Agua calculado lo categoriza como agua de calidad regular.

En la subcuenca San José de Río Grande, no se identificaron instalaciones industriales, así como tampoco instalaciones masivas que pudieran ser fuentes de contaminación. Para los residuos sólidos, la práctica común es la quema traspatio de los residuos de carácter inorgánico, que conlleva afectaciones tanto a la salud de los habitantes, como a la atmósfera. Los efluentes de tipo doméstico son gestionados mediante letrinas húmedas o secas, las cuales pueden generar infiltración de aguas en el suelo y producir contaminación si no son utilizadas adecuadamente. Las aguas grises pueden ser una fuente de contaminación porque son en su mayoría vertidas directamente en las calles o al suelo, existen casos en donde se reutilizan para riego interno de las viviendas. Respecto a los análisis de calidad del agua, no se detectaron alteraciones que resaltar en ninguno de los puntos, con excepción de las concentraciones de aluminio, que en los puntos B.1, B.2 y B.3, se encontraron por encima del VMA establecido en la norma técnica, lo que también debe ser considerado en su uso para consumo, en la fase 2 (lluvia) los valores se duplicaron.

Con la información de las posibles fuentes contaminantes y los datos históricos, se hace necesario proponer la medición de parámetros que determinen el estado de calidad de agua en los cursos de agua, así como parámetros adicionales relacionados con los tipos de contaminación identificados en las visitas (agrícola, residencial), esto con el fin de que el sistema de monitoreo a proponer evidencie la situación real de cada una de las subcuencas. Los análisis incluyen la medición de parámetros insitu en los puntos elegidos para ambas subcuencas, dentro de los que están la temperatura ambiente y del agua, pH, Conductividad, Potencial redox, Oxígeno Disuelto, Sólidos Disueltos Totales, olor, color, apariencia y transparencia de Secchi. Por otra parte, se plantean parámetros que se evalúan en laboratorio que involucran mediciones de materia orgánica (DBO₅, DQO), nitrógeno en todas sus formas (NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, NTK) fosfatos, coliformes, sólidos suspendidos totales, entre otros. En los embalses se plantea realizar perfiles de Oxígeno Disuelto, pH, Potencial redox, temperatura y conductividad en la columna de agua en los tres puntos planificados (cola, centro y cortina), así como también análisis de fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y clorofila-a; también se prevé la necesidad de medición de metales pesados y nutrientes (nitrógeno y fósforo total) en los sedimentos. Otros análisis que se ha previsto realizar es el de los plaguicidas, dado el carácter fuertemente agrícola que existe en la parte media y alta de las subcuencas en estudio.

Finalmente se realiza la identificación de problemas asociados al manejo de desechos sólidos, según lo identificado en las visitas técnicas se destaca la disposición inadecuada de residuos a nivel residencial, industrial e institucional en ambas subcuencas, presencia de chatarra y ausencia de gestión de residuos municipal, industrial e institucional; se evidencian sitios de almacenamiento al aire libre, quema traspatio de residuos, disposición en suelo y en cuerpos hídricos. Se estima que para el 2044, la generación de residuos sea de 1.241 toneladas/año que deben ser gestionadas desde ya para evitar que, por una disposición inadecuada llegue a los cuerpos hídricos y embalses.



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - DOCUMENTO ÍNDICE

5. PRODUCTOS

A fin de dar cumplimiento a los objetivos del Estudio, en la actividad “Identificación de los problemas a monitorear (Sistemas de Monitoreo)” se desarrollan las tareas de campo y oficina requeridas para la presentación de los productos previstos en los Términos de Referencia, listados a continuación:

5.1. DOCUMENTOS

C553-GU2-MD-CA-DC-301	LÍNEA BASE
C553-GU2-MD-CA-DC-302	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.
C553-GU2-MD-CA-DC-303	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES
C553-GU2-MD-CA-DC-304	PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR
C553-GU2-MD-RS-DC-305	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

5.2. MAPAS

C553-GU2-MP-RS-DC-300	ANTECEDENTES - ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (CENSO 2001)
C553-GU2-MP-RS-DC-301	COBERTURA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
C553-GU2-MP-RS-DC-302	PUNTOS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS UNIDADES MILITARES
C553-GU2-MP-RS-DC-303	BASURALES DE CENTROS POBLADOS
C553-GU2-MP-RS-DC-304	PUNTOS DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS



**PROYECTO PARA FORTALECER LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE DE TEGUCIGALPA
P170469-CR. IDA-6460-HN**

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE
GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
REFERENCIA HN-AMDC-139447-CS-QCBS**

CONTRATO No.CF-006-IDA6460-HN-AMDC-2023

**R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A
MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO)**

LÍNEA BASE

C553-GU2-MD-CA-DC-301

FECHA DE EMISIÓN: 28/08/2024

REVISIÓN: 02





“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

PLANILLA – INFORME DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE R2.01: IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) – LÍNEA BASE

FECHA DE LA FIRMA DE CONTRATO	26/01/2024
ORDEN DE INICIO	15/02/2024
FECHA DE ENTREGA	28/08/2024 REV2
LOCALIDAD	SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
TAREAS DESARROLLADAS	SE REVISARON Y ANALIZARON LOS PUNTOS Y PARÁMETROS DE MONITOREO HISTORICOS EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO Y LOS EMBALSES LOS LAURELES Y CONCEPCIÓN, SOBRE ESTO SE OBTUVO UNA LINEA BASE DE LA SITUACIÓN ACTUAL. SE PROPUSIERON LOS PUNTOS Y PARÁMETROS A MONITOREAR POR ESTA CONSULTORÍA. DE LAS TAREAS DESARRROLLADAS SURGIÓ UNA PROPUESTA BÁSICA DE MEJORA Y/O TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ACTUAL.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ALCANCE.....	5
3. OBJETIVO	6
4. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MONITOREO UTILIZADO ACTUALMENTE EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO-LINEA BASE.	6
4.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MONITOREO UTILIZADO EN LA SUBCUENCA GUACERIQUE Y EL EMBALSE LOS LAURELES.....	6
4.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MONITOREO UTILIZADO EN LA SUBCUENCA SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE Y EL EMBALSE LA CONCEPCIÓN.	13
5. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS Y EJECUTADOS POR LA CONSULTORA EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO.....	17
5.1. PUNTOS DE MONITOREO EN LA SUBCUENCA GUACERIQUE.....	20
5.2. PUNTOS DE MONITOREO EN LA SUBCUENCA SAN JOSÉ DE RIO GRANDE.	24
6. PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS MONITOREADOS EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO POR ESTA CONSULTORÍA.....	30
7. PROPUESTAS DE MEJORA Y/O TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO PARA AMBAS SUBCUENCAS.....	32

TABLAS

Tabla 1. Puntos de Monitoreo en la cuenca del Guacerique. Años 2002-2021.....	7
Tabla 2. Fecha y frecuencia de los muestreos en la subcuenca del Guacerique. Años 2002-2021. ..	8
Tabla 3. Calidad del Agua según los valores de diversidad de Macroinvertebrados encontrados en 8 puntos muestreados en la Cuenca del Guacerique.	9
Tabla 4. Muestreos realizados en el Embalse los Laureles, periodo: 2000-2024.	9
Tabla 5. Parámetros físicos y químicos muestreados históricamente en el Embalse los Laureles.	10
Tabla 6. Parámetros Microbiológicos muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.	11
Tabla 7. Metales pesados muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.	11
Tabla 8. Resumen de los puntos muestreados en la subcuenca San José de Rio Grande. Periodo 2006-2020.	15
Tabla 9. Muestreos realizados en el Embalse la Concepción, periodo: 2000-2024.....	16
Tabla 10. Ubicación de puntos de muestreo sobre cuenca Guacerique.....	20

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Tabla 11. Caracterización de los puntos de muestreo propuestos para la subcuenca Guacerique.	21
Tabla 12. Ubicación de puntos de muestreo en embalse Los Laureles	24
Tabla 13. Ubicación de puntos de muestreo sobre cuenca S.J. de río Grande	27
Tabla 14. Caracterización de los puntos de muestreo propuestos para la subcuenca San José de Río Grande.	28
Tabla 15. Ubicación de puntos de muestreo en embalse La Concepción	29
Tabla 16. Parámetros de laboratorio medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción.	30
Tabla 17. Plaguicidas medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción. Fase 1	31
Tabla 18. Plaguicidas medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción. Fase 2	31
Tabla 19. Resultados de sedimentos en embalse Los Laureles	32
Tabla 20. Análisis adicionales realizados en la Fase 2	32

FIGURAS

Figura 1. Ubicación de puntos de muestreo antecedentes en la Cuenca Guacerique.	7
Figura 2. Laboratorio de Control de Calidad Planta Potabilizadora los Laureles.	13
Figura 3. Espacio disponible para implementar el Laboratorio de Limnología en la Planta Potabilizadora los Laureles.	13
Figura 4. Laboratorio de Control de Calidad Planta Potabilizadora Concepción.	17
Figura 5. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca Guacerique y el Embalse los Laureles.	18
Figura 6. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca San José de Río Grande y el Embalse la Concepción.	19
Figura 7. Ubicación de los puntos de muestreo acordados sobre cuenca Guacerique.	20
Figura 8. Ubicación de los puntos de muestreo históricos y monitoreados, respecto a las descargas de las instalaciones militares en Subcuenca Guacerique.	23
Figura 9. Ubicación de los puntos de muestreo históricos y monitoreados, respecto a la ubicación de las industrias y comercios en Subcuenca Guacerique.	23
Figura 10. Ubicación de puntos de muestreo sobre el embalse Los Laureles	24
Figura 11. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca San José de Río Grande y el Embalse la Concepción. Fecha: 19-06-24.	26
Figura 12. Ubicación de los puntos de muestreo acordados sobre cuenca S.J de río Grande	27
Figura 13. Ubicación de puntos de muestreo sobre el embalse La Concepción	29

ANEXOS

C553-GU2-MC-CA-DC-302	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.
C553-GU2-MC-CA-DC-303	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.
C553-GU2-MC-CA-DC-304	PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.
C553-GU2-MC-RS-DC-305	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.**1. INTRODUCCIÓN**

Con el fin de fortalecer el proceso de transferencia del sistema de agua y alcantarillado sanitario para la ciudad de Tegucigalpa, el Gobierno de Honduras, junto con la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) y el apoyo financiero del Banco Mundial (BM), han creado el Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”.

El Proyecto propuesto constituirá la primera fase de un programa a largo plazo para respaldar la implementación de la Ley Marco y la mejora de los servicios de AAS en la capital de la nación de una manera financiera y ambientalmente sostenible. Para este fin, apoyará el establecimiento de un nuevo proveedor de servicios municipal en Tegucigalpa, llamado Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento del Distrito Central (UMAPS) y se enfocará en resolver problemas críticos en los sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AAS) de la ciudad.

En este contexto, en el presente documento se presenta en primer lugar la revisión y análisis de la red de puntos de monitoreo donde se han captado muestras y se han realizado análisis entre los años 2000 y 2024 para las subcuencas en estudio, así mismo se resumen y analizan los parámetros fisicoquímicos, biológicos y microbiológicos históricamente monitoreados.

Sobre la base del análisis realizado, se identifican, escogen y caracterizan los puntos y parámetros que serán monitoreados en el marco de esta consultoría. Para la elección de los puntos se tuvo en consideración el acceso al lugar, la disponibilidad para la toma de muestras, posibilidad de muestreo en las temporadas de lluvia y sequía, condiciones que no afecten el resultado de las muestras (agua retenida), usos de suelo y actividades circundantes. Los puntos fueron validados mediante actas de acuerdo firmadas entre el consorcio HYTSA-CONASH y los responsables de los subsistemas Los Laureles y Concepción.

En cuanto a los parámetros, se propuso analizar los que históricamente se han medido, incluyendo, además, según los establecen los TdR, el análisis de plaguicidas, dado el carácter fuertemente agrícola que existe en la parte media y alta de las subcuencas en estudio, así como también el análisis de sedimentos de los embalses.

Finalmente, teniendo la línea base establecida sobre los puntos y parámetros de monitoreo, se presenta una propuesta básica de mejora y/o transformación del sistema de monitoreo para que sea implementado a corto y/o mediano plazo por la UMAPS.

2. ALCANCE

El sistema a desarrollar es el especificado en los términos de referencia (TdR), correspondientes a la **“CONSULTORÍA ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE” DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS)**, la cual forma parte del Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”, Componente 2, Subcomponente 2.3: “Desarrollar herramientas para mejorar la gestión de las cuencas hidrográficas y la resiliencia climática”, específicamente lo relativo al “Apoyo en el diseño de una red de monitoreo de la calidad de las aguas en las subcuencas de Guacerique y San José de Río Grande”; éste se concretará con mayor detalle lo relativo a la mejora de la calidad de las aguas residuales y desechos sólidos.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Los trabajos de esta consultoría se dividen en tres (3) líneas o resultados: (i) el diseño de soluciones de mejora de la calidad del agua servida; (ii) diseño e implementación de una red de monitoreo de la calidad del agua; y (iii) proponer lineamientos para fortalecer la parte: legal, institucional y social en torno a la problemática de la calidad del agua.

3. OBJETIVO

El presente documento contiene el desarrollo de la **Actividad R2.01. Identificación de los problemas a monitorear**, cuyos objetivos son:

- Elaborar un diagnóstico del estado actual del monitoreo; seleccionar los puntos a monitorear de acuerdo con la identificación de los principales problemas de contaminación; así mismo validar los puntos de muestreo que actualmente han estado tomando los responsables del co- manejo y uso del agua.
- Realizar un diagnóstico de las limitaciones y capacidades técnicas y tecnológicas instaladas, para desarrollar un sistema automatizado del control de contaminación.

Específicamente se presenta la **Línea Base**, considerando los parámetros que se han monitoreado hasta el momento en cada uno de los subsistemas y en las subcuencas en general.

4. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MONITOREO UTILIZADO ACTUALMENTE EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO-LINEA BASE.

4.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MONITOREO UTILIZADO EN LA SUBCUENCA GUACERIQUE Y EL EMBALSE LOS LAURELES.

De acuerdo con la información antecedente revisada, y los datos suministrados por la Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento (UMAPS), entre los años 2002 y 2021 se realizaron muestreos sistemáticos en distintos puntos ubicados en la subcuenca del Guacerique, las coordenadas de ubicación se resumen en la **Tabla 1** y la **Figura 1**. En el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-125 también se representan los puntos.

El detalle de las fechas en que se realizaron los muestreos se presenta en la **Tabla 2**, en general se verifica que los muestreos se realizaron de manera constante en el periodo analizado, los puntos Guacerique y Encuentro Mateo fueron incorporados a partir del año 2008.

Estos puntos son representativos para evaluar las posibles descargas contaminantes a los cuerpos de agua correspondientes a cada uno.

Se midieron seis (6) parámetros indicadores de la calidad del agua, estos fueron: Materia orgánica (MO), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Nitritos (NO₂), Nitratos (NO₃), Orto fosfatos (O-PO₄), todos ellos de forma continua. Ocasionalmente, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Tabla 1. Puntos de Monitoreo en la cuenca del Guacerique. Años 2002-2021.

Puntos históricos de monitoreo			
Unidad	Latitud	Longitud	Parámetros medidos
Batallón	470035.00 m E	1555112.00 m N	Materia orgánica (MO), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Nitritos (NO ₂), Nitratos (NO ₃), Orto fosfatos (O-PO ₄)
Fábrica de velas	468177.00 m E	1556083.00 m N	
Monte Real	466058.00 m E	1556474.00 m N	
Guajire	458815.00 m E	1556263.00 m N	
Quiscamote	459329.00 m E	1559886.00 m N	
Guaralalao	460736.00 m E	1562547.00 m N	
Guacerique	467023.00 m E	1556602.00 m N	
Encuentro Mateo	467065.00 m E	1556552.00 m N	

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

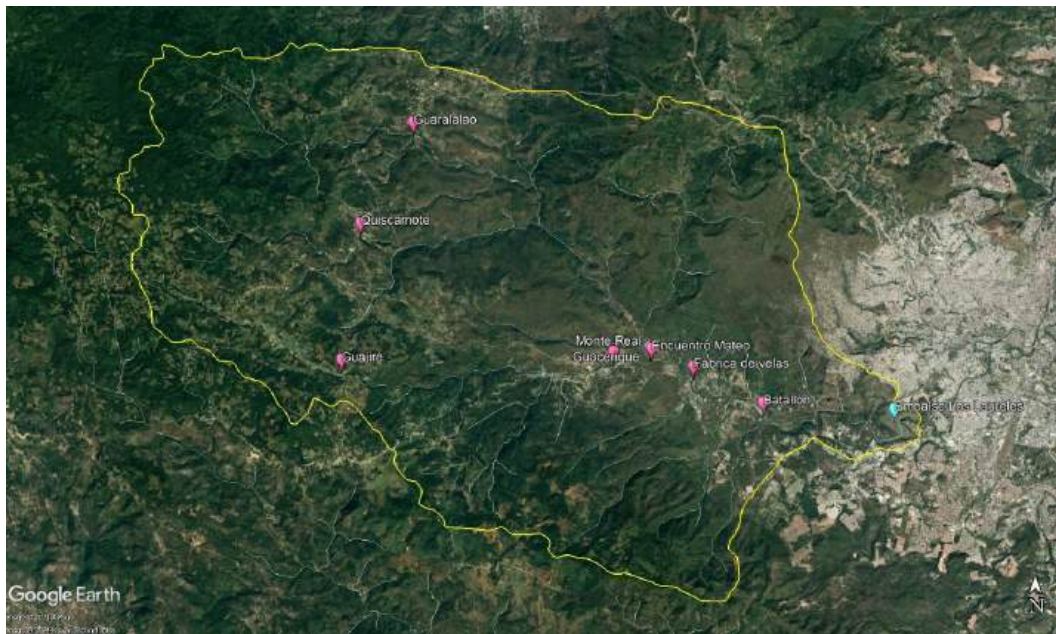


Figura 1. Ubicación de puntos de muestreo antecedentes en la Cuenca Guacerique.

Fuente: Elaboración Propia, sobre datos suministrados por la UMAPS.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Tabla 2. Fecha y frecuencia de los muestreos en la subcuenca del Guacerique. Años 2002-2021.

Año	Fecha	Batallón	Fábrica de velas	Monte Real	Guajire	Quiscamote	Guaralalao	Guacerique	Encuentro Mateo
2002	03/10/2002	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
	08/04/2002	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO
2003	27/03/2003	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO
	08/10/2003	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
2004	21/04/2004	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
	13/01/2004	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
	sep.-04	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
2005	18/04/2005	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
	16/11/2005	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
2006	23/05/2006	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
	16/11/2006	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
2007	03/05/2007	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
2008	10/04/2008	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO
	27/11/2008	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
2009	2009	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
	08/05/2009	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	12/11/2009	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2010	11/03/2010	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	18/11/2010	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2011	01/04/2011	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	06/05/2011	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	08/11/2011	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2012	26/04/2012	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	08/11/2012	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2013	09/05/2013	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	31/10/2013	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2014	01/04/2014	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2015	12/03/2015	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	21/05/2015	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	06/11/2015	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2016	06/04/2016	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	10/11/2016	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2017	18/04/2017	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	24/10/2017	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2018	10/01/2018	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI
	11/01/2018	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
	07/02/2018	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI
	22/02/2018	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO
2018	26-27/04/2018	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	07/05/2019	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
2019	31/10/2019	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2021	18/5/2021	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

SI: Se efectuó muestreo, NO: no se realizó muestreo

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Los datos históricos de los resultados obtenidos fueron procesados y analizados, el detalle se presenta en el informe: C553-GU2-MD-GE-DC-101. Del análisis se obtuvo como conclusión, que los puntos Monte real, Guajire, Quiscamote y Encuentro Mateo son los que presentan mayor frecuencia en la alteración de los parámetros medidos.

Al respecto, de acuerdo con el estudio realizado por (Juarez, 2015), en los puntos Monte Real y Quiscamote según el índice de calidad del agua calculado, se encontró contaminación severa (Tabla 3).

Tabla 3. Calidad del Agua según los valores de diversidad de Macroinvertebrados encontrados en 8 puntos muestreados en la Cuenca del Guacerique.

Puntos	H	Calidad del Agua
Entrada Batallón	1.6146	Contaminación moderada
Fábrica de velas	1.3078	Contaminación moderada
Río Guacerique	1.7566	Contaminación moderada
Río Mateo	1.3691	Contaminación moderada
Monte Real	1.078	Contaminación severa
Guajire	1.5269	Contaminación moderada
Quiscamote	0.5443	Contaminación severa
Guaralalao	1.827	Contaminación moderada

Fuente: Tomado y modificado de (Juarez, 2015).

Así mismo, se observó predominancia de la alteración de los parámetros en los meses de abril y octubre.

Por otra parte, el monitoreo en la subcuenca Guacerique también incluyó puntos de muestreo en el Embalse los Laureles, los cuales son denominados como:

- Punto Cola (ingreso al embalse)
- Punto Centro (centro del embalse)
- Punto Cortina (captación de agua hacia la planta potabilizadora Los Laureles)

Los puntos arriba citados han sido históricamente monitoreados, la UMAPS suministró una data histórica de más de 20 años (2002-2024), en la **Tabla 4** se presenta el detalle de la cantidad de muestreos realizados por año, no se observa un patrón de muestreo sistemático y basado en una planificación anual, ya que la cantidad de muestreos que se efectuaron año tras año fue variable.

El procesamiento y análisis de los datos recibidos se presenta con detalle en el documento C553-GU2-MD-GE-DC-101. Adicionalmente, la revisión de antecedentes de estudios realizados, confirman que los muestreos asociados se han realizado en estos puntos.

Tabla 4. Muestreos realizados en el Embalse los Laureles, periodo: 2000-2024.

Año	Cantidad de muestreos
2000	2
2001	1
2002	2
2003	2

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

2004	3
2005	2
2006	2
2007	1
2008	3
2009	2
2010	4
2011	3
2012	5
2013	5
2014	3
2015	8
2016	7
2017	5
2018	5
2019	1
2020	1
2021	SI*1
2022	13*2
2023	2
2024	1
*1 SI: Sin información. *2: Sólo se verificaron perfiles verticales de OD, pH, Temperatura y Conductividad.	

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

En referencia a los parámetros monitoreados en el Embalse los Laureles, de la información suministrada por la UMAPS, se extrajo que los análisis realizados en el periodo 2002-2024, son los que se presentan en la **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7**.

Tabla 5. Parámetros físicos y químicos muestreados históricamente en el Embalse los Laureles.

Análisis Físicos	Unidades
Color	(UC)
Turbiedad	UNT
Temperatura	°C
Conductividad	µS/cm
Sólidos Suspendidos	mg/L
Sólidos Totales	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	mg/L
Sólidos sedimentables	ml/L
Análisis Químicos	Unidades
pH	UpH
Alcalinidad	mg/L
Dureza Total	mg/L
Dureza de magnesio	mg/L
Dureza de Calcio	mg/L
Calcio	mg/L

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Magnesio	mg/L
Carbonatos (CO ₃)	mg/L
Bicarbonatos (HCO ₃)	mg/L
Hidroxilo (OH)	mg/L
Cloruros	mg/L
Sulfatos	mg/L
Nitrógeno amoniacal	mg/L
Nitritos	mg/L
Nitratos	mg/L
Fosforo	mg/L
orto-Fosfatos	mg/L
Materia Orgánica	mg/L
Dióxido de carbono (CO ₂)	mg/L
Oxígeno Disuelto	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	mg/L

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

De los parámetros microbiológicos presentados en la **Tabla 6**, las bacterias relacionadas con Hierro y las reductoras de sulfato fueron analizadas en cinco (5) muestreos.

Tabla 6. Parámetros Microbiológicos muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.

Análisis Microbiológicos	Unidades
Heterotróficos totales	UFC/mL
Coliformes totales	UFC/100mL
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL
Escherichia Coli	A/P
Clorofila	mg/m ³
Bacterias relacionadas con Hierro	UFC/mL
Bacterias reductoras de Sulfato	UFC/mL

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

Los metales pesados que fueron medidos con mayor frecuencia son el aluminio, hierro y manganeso. Se verificó el análisis de Mercurio, Arsénico y Cobre en el año 2020.

Tabla 7. Metales pesados muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.

Metales Pesados	Unidades
Aluminio	mg/L
Plomo	mg/L
Mercurio	mg/L
Arsénico	mg/L
Cobre	mg/L
Hierro	mg/L
Manganeso	mg/L
Potasio	mg/L

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Sodio	mg/L
Cadmio	mg/L
Flúor	mg/L

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

Adicionalmente, la revisión de antecedentes permitió confirmar que se realizan perfiles de temperatura, pH, Oxígeno Disuelto y Conductividad en la columna de agua de los tres (3) puntos históricamente monitoreados, cortina, cola y centro.

Así mismo, se recibió información de análisis de fitoplancton y zooplancton realizados, pero solo en algunos años.

La captación de muestras en los puntos que se monitorean en las subcuencas y en los embalses se realiza de forma manual, la ejecución de muestreos continuos presenta en algunos casos limitaciones de recursos humanos y de materiales, equipos e insumos, tanto para la cantidad de muestras como para el tipo de análisis que los laboratorios de la UMAPS pueden realizar.

En este sentido, de acuerdo con información suministrada por el jefe del subsistema los Laureles, ing. Roque Andrade y el relevamiento realizado por esta consultoría, en la Planta Potabilizadora los Laureles se cuenta con un Laboratorio de Control de Calidad (**Figura 2**), que es el que ejecuta los análisis de los muestreos tanto del embalse como de la Planta.

En la planta se cuenta con monitoreo automático de los parámetros: oxígeno disuelto (OD) en el ingreso y a la salida del sistema de aireación, turbiedad, pH (agua cruda, filtrada y tratada) y cloro residual en la salida de la planta, los datos son enviados de forma continua a un sistema SCADA, mediante protocolo de comunicación Modbus.

En cuanto a los puntos de monitoreo en la subcuenca, desde el año 2021 no se han ejecutado, esto como consecuencia del periodo de transición del SANAA a la UMAPS, que ha generado en principio algunas limitaciones.

El laboratorio de control de calidad no cuenta actualmente con equipamiento para la ejecución de análisis de limnología, metales pesados (con excepción del hierro y el manganeso) y pesticidas.

Se analiza sólo la matriz agua, ya que no se cuenta con equipamiento para el análisis de sedimentos.

En referencia al laboratorio de Limnología, personal adscrito a la planta los Laureles informó que ya cuentan con un espacio físico de aproximadamente 37 m² (**Figura 3**) para su implementación, pero se requiere el equipamiento correspondiente.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Figura 2. Laboratorio de Control de Calidad Planta Potabilizadora los Laureles.

Fuente: imagen suministrada por la UMAPS, verificada durante el relevamiento de campo en la planta.



Figura 3. Espacio disponible para implementar el Laboratorio de Limnología en la Planta Potabilizadora los Laureles.

Fuente: imagen suministrada por la UMAPS, verificada durante el relevamiento de campo en la planta.

4.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MONITOREO UTILIZADO EN LA SUBCUENCA SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE Y EL EMBALSE LA CONCEPCIÓN.

A diferencia del monitoreo presentado para la subcuenca Guacerique, en la subcuenca San José de Río Grande, se ha verificado marcada discontinuidad en los muestreos y variación de los puntos a lo largo de los años.

De acuerdo con la información extraída de (SANAA, ICF, 2016), se han realizado muestreos en algunos puntos de la cuenca, pero indican que existen discontinuidades en los sitios y en los años de muestreos, así como también, que se carece de las coordenadas de los puntos para su correspondiente ubicación. Esta información fue verificada con la revisión y análisis de los datos

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

suministrados por la UMAPS, el resumen se presenta en la **Tabla 8**, en la que además se incluyen los nuevos puntos muestreados entre el 2018 y el 2020.

De los puntos indicados en la **Tabla 8**, en los antecedentes fueron analizados los denominados presa Giniguare y cuenca Giniguare, el primero para los años 2006 al 2008 y el segundo del 2010 al 2013, se analizaron los parámetros de turbiedad, alcalinidad, dureza y sólidos totales disueltos (STD), verificándose reducciones de todos a lo largo de los periodos mencionados.

(SANAA, ICF, 2016) indicaba que esto era atribuido al buen manejo en los agroquímicos aguas arriba, así como también a una reducción en la contaminación, no obstante, manifestaron cambios aleatorios en el comportamiento de los Sólidos Disueltos Totales (STD), sin que ninguno de ellos excediera la Norma Técnica Nacional.

En virtud de lo indicado anteriormente, y haciendo uso del mismo criterio, de los nuevos sitios de muestreo, se escogieron para su análisis aquellos a los que se les realizaron muestreos continuos en el periodo 2018 a 2020, estos son: Quebrada Helada, Quebrada Oscura, San José parte alta, San José parte baja, San Sebastián y la Quebrada los Jutes.

Del análisis realizado se pudo concluir que, los parámetros de turbiedad y color son estacionales, obteniéndose picos en los meses de lluvia, y los mínimos en el verano. El Fe fue medido en dos de los muestreos, las máximas concentraciones se obtuvieron en el Río San José (parte baja), la Quebrada Oscura y la Quebrada los Jutes.

En cuanto a la presencia de nitrógeno y fósforo, se verificó que los valores de nitrato obtenidos se encontraron todos por debajo de 10 mg/l, que, se considera un límite para considerar que existen descargas provenientes del uso de fertilizantes.

Con relación al fósforo, las concentraciones promedio de ortofosfatos ($O-PO_4^3$) fueron menores a las reportadas para el nitrógeno inorgánico total, con excepción de la quebrada los Jutes en el muestreo del 23/01/2019. Esta tendencia puede atribuirse a que los compuestos nitrogenados son relativamente solubles y fácilmente arrastrados, mientras que el fósforo es fuertemente fijado por reacciones químicas con el suelo.

En el análisis realizado, se concluyó que la presencia de estos compuestos en las concentraciones obtenidas, revelan la intervención de la cuenca por actividades antrópicas.

Para mayores detalles, remitirse al documento: C553-GU2-MD-GE-DC-101.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.
Tabla 8. Resumen de los puntos muestreados en la subcuenca San José de Río Grande. Periodo 2006-2020.

Sitio de Muestreo	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1 Qda. Agua Honda															22/06/2020
2 Quebrada Helada													23/10/2018	23/01/2019	
3 Quebrada Oscura													23/10/2018	10/04/2019	
4 Rio San José (parte alta)													9/11/2018	23/01/2019	22/06/2020
5 Rio San José (parte baja)													23/10/2018	10/04/2019	
6 Rio San Sebastián													9/11/2018	23/01/2019	22/06/2020
7 Rio Grande													24/10/2018	4/10/2019	
8 Quebrada Los Jutes									11/12/2014				25/10/2018	25/01/2019	22/06/2020
9 Qda. Palo Pastoso									11/12/2014				4/10/2019		
10 Sector Los Pinos													25/01/2019		
11 Qda. Matasano									11/12/2014				25/10/2018		22/06/2020
12 Sector Los Pinos													25/01/2019		
13 Lepaterique													23/10/2018		
14 Parte baja Lepaterique													24/10/2018		
15 Las Pilas									11/12/2014				24/10/2018	25/01/2019	
16 Presa Giniguare	11/9/2006	17/05/2007	16/04/2008	18/11/2009					17/09/2014						
17 Pto#1 Rio Giniguare			2/12/2008												
18 Pto#2 Encuentro			12/2/2008												
19 Cuenca Giniguare				13/05/2009	14/05/2010	5/10/2011		27/11/2013							
20 Agua Cruda Concepción				13/05/2009	11/11/2010									23/09/2019	
21 Agua Tratada Concepción				13/05/2009										23/09/2019	
22 Rio Giniguare 100 m debajo de la presa											4/12/2016				
23 Entrada de Giniguare a Presa Concepción											15/11/2016				
24 Quebrada El Guayabo						24/08/2011									

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

Para los puntos monitoreados en la subcuenca San José de Río Grande, la cantidad de parámetros que se analizaron fue mayor, y corresponden a los mismos que se presentaron previamente para el Embalse los Laureles (**Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7**).

Algunos metales como el aluminio, hierro y manganeso también fueron analizados, pero de forma esporádica.

En correspondencia con el monitoreo en la subcuenca Guacerique, la de San José de Río grande también incluyó puntos de muestreo en el Embalse la Concepción, y cuya denominación es la misma, es decir, punto cola, punto centro y punto Cortina.

Los puntos arriba citados han sido históricamente monitoreados, la UMAPS suministró una data histórica de más de 20 años (2000-2023), cuyo procesamiento y análisis se presenta con detalle en el documento C553-GU2-MD-GE-DC-101.

Los parámetros medidos en el embalse la Concepción son los indicados previamente en la **Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7**.

En cuanto a la frecuencia y cantidad de muestreos ejecutados en el embalse, el resumen se presenta en la **Tabla 9**. Al igual que para el embalse los Laureles, la cantidad de muestreos realizados varió a lo largo de los años, lo más frecuente fue la ejecución de dos (2) muestreos anuales, el máximo se verificó en el año 2020, donde se realizaron seis (6) muestreos.

Tabla 9. Muestreos realizados en el Embalse la Concepción, periodo: 2000-2024.

Año	Cantidad de muestreos
2000	2
2001	1
2002	2
2003	2
2004	2
2005	2
2006	2
2007	2
2008	2
2009	1
2010	3
2011	2
2012	0
2013	3
2014	0
2015	3
2016	2
2017	3
2018	4
2019	1
2020	6
2021	2
2022	1
2023	1

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

2024	SI
*1 SI: Sin información.	

Fuente: *Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS*

La situación del monitoreo de la calidad del agua en la subcuenca San José de Río Grande es similar a la descrita para la del Guacerique.

En la Planta Potabilizadora Concepción se cuenta con un laboratorio de control de calidad (Figura 4), que realiza los análisis principales de las muestras que se captan en el embalse y en la planta, es principalmente un laboratorio para el control del proceso de tratamiento.



Figura 4. Laboratorio de Control de Calidad Planta Potabilizadora Concepción.

Fuente: *imagen suministrada por la UMAPS, confirmada en el relevamiento de campo en la planta.*

5. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS Y EJECUTADOS POR LA CONSULTORA EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO.

Los puntos elegidos para monitorear la calidad del agua de ambas subcuencas parten del análisis de la ubicación de los puntos históricos y el conocimiento de expertos, para ello se acordaron los puntos a través de actas de acuerdo con los jefes de los subsistemas de cada uno de los embalses (**Figura 5** y **Figura 6**).

La selección de los puntos de monitoreo se realizó a través de visitas de campo para la validación y confirmación de las condiciones apropiadas en función del acceso, la ubicación georreferenciada, disponibilidad para la toma de muestras, posibilidad de muestreo en la temporada lluviosa, presencia de agua en la cuenca, condiciones que no afecten el resultado de las muestras (agua retenida), usos de suelo y actividades circundantes.

ACTA DE ACUERDOS

En el marco del ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE, teniendo como objetivos específicos; obtener resultados de calidad de agua en las subcuenca y embalse de Laureles; Nosotros: **Ingeniero Roque Andrade**, responsable a cargo del embalse y la planta de tratamiento de agua Los Laureles (UMAPS), e **Ingeniero Ramón Antonio Castellanos** en representación de **HYTSA-CONASH**, responsable de la ejecución de los muestreos y Pruebas in situ; manifestamos que estamos de mutuo acuerdo, en la selección de los puntos de muestreo en base a la evaluación y validación técnica por los involucrados y considerando como base los puntos según los términos de referencia (TDR) descritos en el contrato de ejecución; hemos acordado realizar la toma de muestras in situ en los siguientes puntos que se describen:

IDENTIFICACION PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		SUB CUENCA/EMBALSE
A.1	14° 4'34.65"N	87°19'50.65"O	Guacerique
A.2	14° 6'30.91"N	87°22'28.47"O	Guacerique
A.2.1	14° 7'35.14"N	87°21'16.58"O	Guacerique
A.3	14° 4'39.43"N	87°17'53.38"O	Guacerique
A.4	14° 3'50.53"N	87°16'25.93"O	Guacerique
A.5.1 Punto Cola	14° 3'46.10"N	87°15'1.30"O	Embalse Los Laureles
A.5.2 Punto Centro	14° 3'52.61"N	87°14'39.82"O	Embalse Los Laureles
A.5.3 Punto Cortina	14° 3'59.89"N	87°14'25.86"O	Embalse Los Laureles

Para dar fe de lo anterior, firmamos la presente acta en fecha 23 de abril de 2024.


 Ing. Roque Andrade
 Jefe Subsistema Los Laureles


 UMAPS
 JEFATURA SUB SISTEMA LOS LAURELES



 Ing. Ramón Castellanos
 Consultor HYTSA-CONASH.

Figura 5. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca Guacerique y el Embalse los Laureles.

Fuente: Elaboración propia

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE**

ACTA DE ACUERDOS

En el marco del ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE, teniendo como objetivos específicos; obtener resultados de calidad de agua en las subcuencia y embalse de Concepción; Nosotros: **Ingeniero Oscar Salgado**, responsable a cargo del embalse y la planta de tratamiento de agua Concepción (UMAPS), e **Ingeniero Ramón Antonio Castellanos** en representación de **HYTSA-CONASH**, responsable de la ejecución de los muestreos y Pruebas in situ; manifestamos que estamos de mutuo acuerdo, en la selección de los puntos de muestreo en base a la evaluación y validación técnica por los involucrados y considerando como base los puntos según los términos de referencia (TDR) descritos en el contrato de ejecución; hemos acordado realizar la toma de muestras in situ en los siguientes puntos que se describen:

IDENTIFICACION PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		SUB CUENCA/EMBALSE
B.1	14° 5'55.75"N	87°26'24.80"O	San José de Rio Grande
B.2	14° 4' 6.53"N	87°25'50.98"O	San José de Rio Grande
B.3	14° 1'58.27"N	87°23'31.83"O	San José de Rio Grande
B.4.1 Punto cola	13°59'44.85"N	87°17'53.21"O	Embalse La Concepción
B.4.2 Punto Centro	13°59'31.21"N	87°16'50.63"O	Embalse La Concepción
B.4.3 Punto Cortina	13°59'22.29"N	87°15'51.38"O	Embalse La Concepción

Para dar fe de lo anterior, firmamos la presente acta en fecha 23 de abril de 2024.


Ing. Oscar Salgado
Jefe Subsistema Concepción



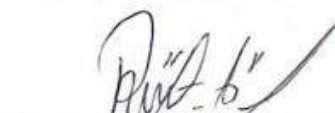

Ing. Ramón Castellanos
Consultor HYTSA-CONASH.

Figura 6. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuencia San José de Río Grande y el Embalse la Concepción.

Fuente: Elaboración propia

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

Para evaluar las subcuencas de forma general, se diseñó, planificó y ejecutó un programa de muestreo, con la finalidad de verificar el estado actual de la calidad del agua de los principales cuerpos hídricos.

Se llevaron a cabo dos (2) campañas de muestreo, una se realizó en la época seca, del 15 al 19 de abril de 2024, y otra para evaluar la época lluviosa se ejecutó del 24 de junio al 01 de Julio de 2024.

5.1. PUNTOS DE MONITOREO EN LA SUBCUENCA GUACERIQUE

Como se mencionó, los puntos sobre la subcuenca Guacerique fueron acordados con el jefe del subsistema de Los Laureles, el Ing. Roque Andrade, en reuniones previas a la toma de muestras, que luego se confirmó a través del acta acuerdo firmada el día 23 de abril de 2024. La propuesta corresponde a ocho (8) puntos, cinco (5) sobre la cuenca Guacerique y tres (3) sobre el embalse Los Laureles. En la **Tabla 10** se presentan las coordenadas geográficas de los puntos a monitorear en la subcuenca y en la **Figura 7** se representan gráficamente.

Tabla 10. Ubicación de puntos de muestreo sobre cuenca Guacerique

Subcuenca Guacerique		
ID Punto de muestreo	Coordenadas geográficas	
	Latitud	Longitud
A.1	14°4'34.65" N	87°17'50.65" O
A.2	14°6'30.91" N	87°22'28.47" O
A 2.1	14°7'35.14" N	87°21'16.58" O
A.3	14°4'39.43" N	87°17'53.38" O
A.4	14°3'50.53" N	87°16'25.93" O

Fuente: *Elaboración propia*



Figura 7. Ubicación de los puntos de muestreo acordados sobre cuenca Guacerique

Fuente: *Elaboración propia*

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

A continuación, en la **Tabla 11** se muestra un resumen con las principales características que describen los puntos acordados.

La caracterización presentada toma en consideración todo lo indicado anteriormente, valida técnicamente la escogencia de los puntos, pues se tomó en consideración aspectos como:

- Usos de suelo y actividades circundantes que pudieran influir en la calidad del agua, tales como: desarrollo de actividades agrícolas, cría de ganado, presencia de sitios de descanso y balnearios, comunidades asentadas en las cercanías que descargan aguas residuales domesticas sin tratamiento, presencia de actividad industrial (fabrica de velas, instalaciones militares), entre otros.
- Caudal adecuado para la captación de muestras en época seca y lluviosa
- Seguridad personal
- Facilidad de acceso, entre otros.

Se prevé que al captar una muestra en cada punto se podrá tener un panorama de lo que está ocurriendo aguas arriba del mismo y verificar de qué manera todas las actividades indicadas están afectando la calidad del agua.

Tabla 11. Caracterización de los puntos de muestreo propuestos para la subcuenca Guacerique.

Punto	Descripción/Caracterización	Imágenes referenciales
A.1	Punto para evaluar la parte media de la subcuenca, específicamente el sector Mateo (rio Mateo). Punto validado con relevamiento.	
A.2	Ubicado en la parte alta de la subcuenca. En los relevamientos de validación se observó a las riberas de la cuenca la presencia de sitios de descanso y balnearios para uso turístico donde se ha retenido el agua mediante presas artificiales. Cercano al punto de muestreo antecedente denominado Quiscamote. se ubicó sobre el río Quiscamote.	

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

<p>A.2.1</p>	<p>Ubicado en la parte alta de la subcuenca. En los relevamientos de validación se observó: presencia de cultivos de hortalizas aguas arriba del punto, con presas artificiales para la captura de agua y el uso de balnearios producto de la actividad turística, presencia de 11 mangueras para la captura de agua para cultivos de hortalizas, riego y agua para Ganado presente en las riberas de la cuenca. Cercano al punto de muestreo antecedente denominado Guaralalao. Se ubicó sobre el río Guaralalao.</p>	
<p>A.3</p>	<p>Ubicado en la subcuenca media baja, que, además, tiene antecedentes de muestreos. En los relevamientos de validación se observó represa artificial realizada en la ribera para la captura, obtención y uso del agua en el riego continuo de hortalizas y zacate para el ganado, así como tomas de agua para el manejo y mantenimiento del ganado. Cercano a los puntos de muestreo antecedentes denominados encuentro Mateo y Fabrica de Velas.</p>	
<p>A.4</p>	<p>Ubicado en la parte baja de la subcuenca. En los relevamientos de validación se observó: Bombas de extracción de agua para riego, cultivos con sistema de riego continuo, presencia de más de 50 mariposas para riego. Cercano al punto de muestreo antecedente denominado Batallón.</p>	

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento, información antecedente y consulta con técnicos de la UMAPS.

En la **Figura 8** y **Figura 9** se presenta la ubicación de los puntos históricos y los muestreados por esta consultoría, respecto a la ubicación de las descargas (de aguas residuales y desechos sólidos) que se detectaron en las instalaciones militares y las industrias/comercios asentados en la parte baja de la subcuenca. Como se observa, los puntos acordados, específicamente el A.3, A.4 y A.5.1, están en capacidad de detectar posibles descargas contaminantes de las instalaciones mencionadas.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

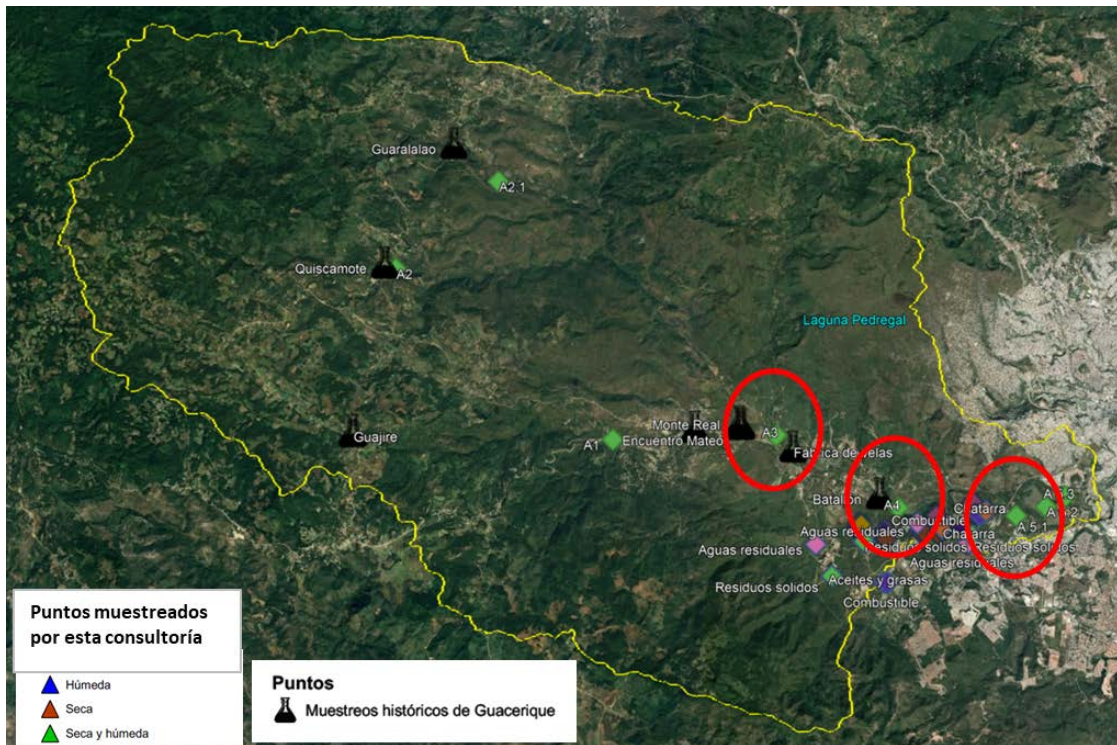


Figura 8. Ubicación de los puntos de muestreo históricos y monitoreados, respecto a las descargas de las instalaciones militares en Subcuenca Guacerique.

Fuente: Elaboración propia

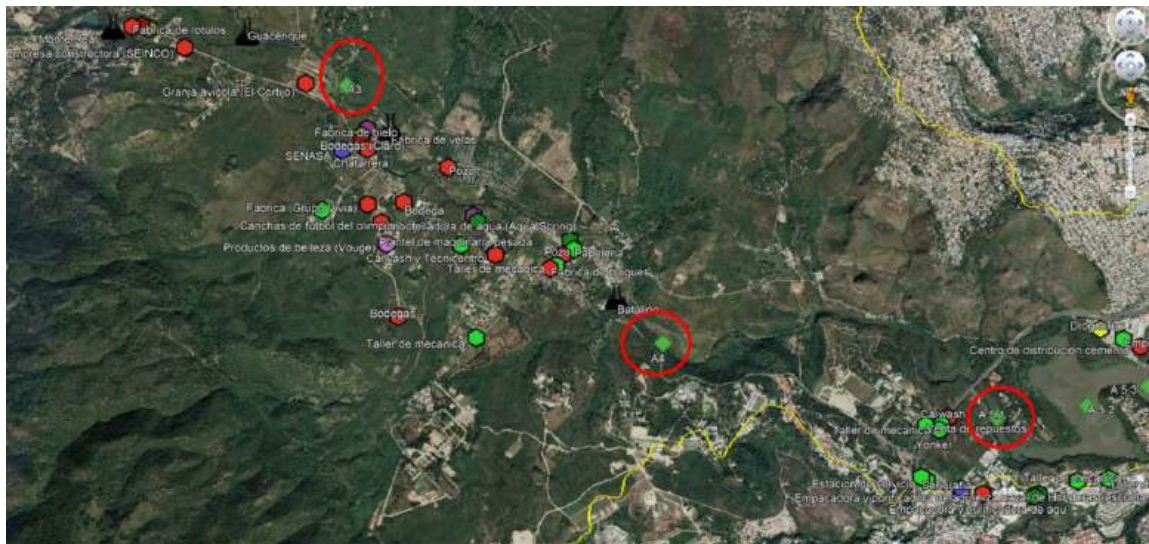


Figura 9. Ubicación de los puntos de muestreo históricos y monitoreados, respecto a la ubicación de las industrias y comercios en Subcuenca Guacerique.

Fuente: Elaboración propia

En el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-126 se puede verificar la ubicación de los puntos descritos.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

Respecto al embalse los Laureles, se identifican tres (3) puntos principales, correspondientes a la cola, centro y la cortina, como referentes de la calidad de toda la represa, dichos puntos evidencian la influencia de los afluentes en el punto cola, la calidad luego de la mezcla en el punto centro, y la calidad de salida a la planta en el punto cortina. Además, como ya se indicó, los puntos están conforme al histórico de monitoreo.

A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo (**Tabla 12**) y su localización en la superficie del embalse (**Figura 10**).

Tabla 12. Ubicación de puntos de muestreo en embalse Los Laureles

Embalse Los Laureles		
A 5.1 (Punto Cola)	14°3'46.10" N	87°15'1.30" O
A 5.2 (Punto Centro)	14°3'52.61" N	87°14'39.82" O
A 5.3 (Punto Cortina)	14°3'59.89" N	87°14'25,86" O

Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Ubicación de puntos de muestreo sobre el embalse Los Laureles

Fuente: Elaboración propia.

La ubicación se encuentra detallada en el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-127.

5.2. PUNTOS DE MONITOREO EN LA SUBCUENCA SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE.

Los puntos sobre la subcuenca fueron acordados con el jefe del subsistema de La Concepción, el Ing. Oscar Salgado, en reuniones previas a la toma de muestras, que luego se confirmó a través del acta acuerdo firmada el día 23 de abril de 2024. El monitoreo se propuso sobre seis



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

puntos, que incluyen tres (3) a lo largo de la subcuenca y tres (3) en los puntos del embalse La Concepción.

Vale aclarar, que debido a que en la primera fase de la toma de muestras se presentaron inconvenientes sociales y de seguridad al personal de la consultora en el relevamiento del punto B.1, relacionados con manifestaciones y oposición de los habitantes de la zona al ingreso para el muestreo, se decidió anular este punto para la segunda fase y reemplazarlo por otro, denominado B.4, el cual fue validado técnicamente y aprobado por el Ing. Oscar Salgado.

En la **Figura 11** se presenta el acta de acuerdo de los puntos. Así mismo, en la **Tabla 13** y en la **Figura 12** las coordenadas de ubicación y su representación gráfica respectivamente.

ACTA DE ACUERDOS


En el marco del ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE, teniendo como objetivos específicos; obtener resultados de calidad de agua en las subcuenca y embalse de Concepción; Nosotros: **Ingeniero Oscar Salgado**, responsable a cargo del embalse y la planta de tratamiento de agua Concepción (UMAPS), e **Ingeniero Ramón Antonio Castellanos** en representación de HYTSA-CONASH, responsable de la ejecución de los muestreos y Pruebas in situ; manifestamos que en el punto B.1, debido a los inconvenientes presentados por los pobladores de la zona, quienes se oponen a que se realice la toma de muestra y pruebas in situ, optamos por incluir el punto B.4, para la realización de la segunda fase de toma de muestras, por lo cual, estamos de mutuo acuerdo, en la sustitución del punto B.1 por el punto B.4, lo anterior en base a la evaluación y validación técnica por los involucrados y considerando el punto según los términos de referencia (TDR) descritos en el contrato de ejecución; por tanto para la segunda fase hemos acordado realizar la toma de muestras in situ en los puntos que a continuación, se describen:

IDENTIFICACION PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		SUB CUENCA/EMBALSE
B.2	14° 4' 6.53"N	87°25'50.98"O	San José de Rio Grande
B.3	14° 1'58.27"N	87°23'31.83"O	San José de Rio Grande
B.4	13°59'11.25" N	87°20'23.77" O	San José de Rio Grande
B.4.1 Punto cola	13°59'44.85"N	87°17'53.21"O	Embalse La Concepción
B.4.2 Punto Centro	13°59'31.21"N	87°16'50.63"O	Embalse La Concepción
B.4.3 Punto Cortina	13°59'22.29"N	87°15'51.38"O	Embalse La Concepción

Para dar fe de lo anterior, firmamos la presente acta en fecha 19 de junio de 2024.



Ing. Oscar Salgado
 Jefe Subsistema Concepción

Ing. Ramón Castellanos
 Consultor HYTSA-CONASH.

Figura 11. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca San José de Río Grande y el Embalse la Concepción. Fecha: 19-06-24.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Ubicación de puntos de muestreo sobre cuenca S.J. de río Grande

Subcuenca S.J. de río Grande			
ID Punto de muestreo	Coordenadas geográficas		Observaciones
	Latitud	Longitud	
B.1	14°5'55.75" N	87°26'24.80" O	Solo en la primera fase de muestreo
B.2	14°4'6.53" N	87°25'50.98" O	N/A
B.3	14°1'58.27" N	87°23'31.83" O	N/A
B.4	13°59'11.25"N	87°20'23.77"O	Solo en la segunda fase de muestreo

Fuente: Elaboración propia





Figura 12. Ubicación de los puntos de muestreo acordados sobre cuenca S.J de río Grande

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la **Tabla 14** presenta un resumen con las principales características que describen los puntos acordados para esta subcuenca. La escogencia y justificación técnica se realizó sobre la base de lo descrito previamente en el ítem **5.1**.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

Tabla 14. Caracterización de los puntos de muestreo propuestos para la subcuenca San José de Río Grande.

Punto	Descripción/Caracterización	Imágenes referenciales
B.1	Ubicado en la parte alta de la subcuenca. Punto validado con relevamiento, se realizó reubicación ya que inicialmente la comunidad de Yerba Buena impidió ingreso del personal para efectuar el muestreo. Referencia: Aldea Ocote Hueco.	
B.2	Ubicado en la parte media de la subcuenca, el mismo fue validado con personal UMAPS durante los relevamientos. Referencia: Propiedad de Fernando Anduray	
B.3	Ubicado en la parte media -baja de la subcuenca, el mismo fue validado con personal UMAPS durante los relevamientos. Referencia: Aldea Sidras.	
B.4	Recibe todos los afluentes de San Sebastián antes de ingresar al río principal. Punto validado con personal UMAPS durante los relevamientos, se muestreo sólo en la época de lluvia.	

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento, información antecedente y consulta con técnicos de la UMAPS.

En el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-127 se puede verificar la ubicación de los puntos descritos.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

En cuanto al embalse, se identifican tres (3) puntos principales correspondientes a la cola, centro y la cortina, como referentes de la calidad de toda la represa, dichos puntos evidencian la influencia de los afluentes en el punto cola, la calidad luego de la mezcla en el punto centro, y la calidad de salida a la planta en el punto cortina. A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo (**Tabla 15**) y su localización en la superficie del embalse (**Figura 13**).

Tabla 15. Ubicación de puntos de muestreo en embalse La Concepción

Embalse Concepción		
B 4.1 (Punto Cola)	13°59'44.85" N	87°17'53.21" O
B 4.2 (Punto Centro)	13°59'31.21" N	87°16'50.63" O
B 4.3 (Punto Cortina)	13°59'22.29" N	87°15'51.38" O

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Ubicación de puntos de muestreo sobre el embalse La Concepción

Fuente: Elaboración propia

La ubicación se encuentra detallada en el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-127.

Se prevé que todos los puntos de muestreo elegidos para ejecutar el monitoreo en el marco de esta consultoría, se tengan en cuenta para la instalación de un sistema de monitoreo remoto que suministre información en tiempo real del estado de los ríos en las subcuencas y de los embalses en estudio.

La propuesta será desarrollada con detalle dentro del marco de las actividades previstas para la segunda entrega, específicamente la actividad R2.02.

6. PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS MONITOREADOS EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO POR ESTA CONSULTORÍA.

Sobre la base de la información histórica de monitoreo suministrada por la UMAPS, lo solicitado en los TdR y la experiencia de la consultora, en las tablas siguientes se resumen los parámetros que fueron monitoreados por esta consultoría en los dos (2) muestreos planificados y ejecutados, los cuales se realizaron uno en la época seca (16 al 19 de abril) y el otro en el periodo lluvioso (24 de junio al 01 de julio), los resultados obtenidos y su análisis se presentan con detalle en los documentos C553-GU2-MD-GE-DC-101 y C553-GU2-MD-GE-DC-104.

Tabla 16. Parámetros de laboratorio medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción.

Parámetro	Unidades	Método de análisis
Aceites y Grasas	mg/L	ME 5520 D
Alcalinidad Total	mg/L	ME 2320 B
Aluminio	mg/L Al	ME 3500 Al
Calcio	mg/L Ca	ME 3500 Ca-B
Cobre	mg/L Cu	ME 8506
Color Verdadero	UPtCo	ME 2120 C
BDO5	mg/L DBO ₅	ME 5210-B
DQO	mg/L O ₂	ME 5220-D
Detergente	mg/L LAS	ME 5540 C
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	ME 2340 C
Fosforo Total	mg/L P	ME 4500-P C
Hierro	mg/L Fe	ME 3500 Fe-B
Magnesio	mg/L Mg	ME 3500 Mg-B
Manganeso	mg/L Mn	ME 3500 Mn-B
Nitratos	mg/L N-NO ₃	ME 4500-NO ₃ E
Nitritos	mg/L N-NO ₂	ME 4500 NO ₂ B
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N-NH ₃	ME 4500-NH ₃ B,C
Amonio	mg/L N-NH ₄	ME 4500 NH ₃ B, C
Nitrógeno Total (NTK)	mg/L N	EPA ASN 3512
Fosfatos	mg/L PO ₄	ME 4500-P C
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	ME 2540 D
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	ME 4500 SIO ₄ ²⁻ E
Turbiedad	NTU	ME 2130 B
Plomo	mg/L Pb	ME 241/2 E
Cadmio	mg/L Cd	ME 241/2 E
Arsénico	mg/L As	ME 416/3
Zinc	mg/L Zn	ME 254/2 E
Coliformes Totales	NMP/100 ml	ME 9221 B
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	ME 9221 E

Fuente: Elaboración propia.

En la fase 2 se añadió a los parámetros ya establecidos en la fase 1 (**Tabla 16**) la medición de fósforo filtrado (mg/L) y Materia Orgánica (mg/L)).

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE
Tabla 17. Plaguicidas medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción. Fase 1.

Sustancia	Nivel Mínimo Detectable (NMD)	Unidades
HCB	0.0004	mg/L
Aldrin	0.0008	mg/L
BHC	0.0004	mg/L
Clordano y Metabolitos	0.0029	mg/L
DDT y Metabolitos	0.0005	mg/L
Diazinon	0.034	µg/L
Diclorvos	0.304	µg/L
Dieldrin	0.0016	mg/L
Endosulfan	0.0001	mg/L
Endrin	0.0036	mg/L
Ethion	0.0525	µg/L
Fenitrothion	0.09635	µg/L
Heptaclor y H. epoxi	0.0012	mg/L
Lindano	0.0006	mg/L
Malathion	0.128	µg/L
Methyl Parathion	0.05	µg/L
Ronnel	0.069	µg/L

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Plaguicidas medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción. Fase 2.

Sustancia	Límite de cuantificación	Unidades
alfa-BHC	0.020	µg/L
gamma-BHC	0.024	µg/L
beta-BHC	0.022	µg/L
Heptacloro	0.022	µg/L
delta-BHC	0.026	µg/L
Aldrin	0.019	µg/L
Heptacloro epoxido	0.020	µg/L
gamma-Clordano	0.020	µg/L
alfa-Clordano	0.020	µg/L
Endosulfan 1	0.020	µg/L
4,4-DDE	0.020	µg/L
Dieldrin	0.020	µg/L
Endrin	0.025	µg/L
4,4-DDD	0.022	µg/L
Endosulfan 2	0.022	µg/L
4,4-DDT	0.029	µg/L
Endrin Aldehido	0.024	µg/L
Endosulfan sulfato	0.033	µg/L
Metoxicloro	0.033	µg/L
Endrin Cetona	0.037	µg/L

Fuente: Elaboración propia.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

En todos los puntos se realizaron análisis en campo de temperatura ambiente y del agua, pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Solidos Disueltos Totales, olor, color, apariencia y transparencia de Secchi, para la fase 2 (lluvia) se agregó la medición de potencial redox.

En los embalses se realizaron perfiles de Oxígeno Disuelto, pH, temperatura y conductividad en la columna de agua en los tres puntos planificados (cola, centro y cortina), así como también análisis de fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y clorofila a.

Adicionalmente, se planificó el análisis de los sedimentos de los parámetros indicados en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Resultados de sedimentos en embalse Los Laureles

Análisis	Unidades	Método de Análisis
Aluminio	mg/kg Al	ME 3500 Al
Cobre	mg/kg Cu	ME 8506
Hierro	mg/kg Fe	ME 3500 Fe-B
Materia Orgánica	mg/kg	ME 2540 E
Manganeso	mg/kg Mn	ME 3500 Mn-B
Plomo	mg/kg Pb	ME 241/2 E
Cadmio	mg/kg Cd	ME 241/2 E
Arsénico	mg/kg As	ME 416/3
Zinc	mg/kg Zn	ME 254/2 E

Fuente: Elaboración propia.

Para la segunda fase (lluvia), a los parámetros incluidos en la Tabla 19 se les agrega el análisis de Nitrógeno y Fósforo total (Tabla 20).

Tabla 20. Análisis adicionales realizados en la Fase 2

Análisis	Unidades	Método de Análisis
Nitrógeno Total	mg/kg N	EPA ASN 3512
Fósforo Total	mg/kg P	Me 4500-P C

7. PROPUESTAS DE MEJORA Y/O TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO PARA AMBAS SUBCUENCAS.

Tomando en consideración los parámetros monitoreados en el área de estudio, tanto en el histórico revisado, como en el programa de monitoreo ejecutado por esta consultoría, se recomienda:

- **Monitoreo en las subcuencas:** Mantener el monitoreo sistemático, que obedezca a un plan anual de captación de muestras, con una frecuencia trimestral, donde se midan parámetros in situ (temperatura ambiente y del agua, pH, potencial redox, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Solidos Disueltos Totales, olor, color, apariencia), se capten muestras para laboratorio para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos completos (ver **Tabla 19**), y, adicionalmente, se realicen análisis de sedimentos y de plaguicidas al menos una (1) vez al año.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

- Monitoreo en los embalses: Mantener el monitoreo sistemático, que obedezca a un plan anual de captación de muestras, con una frecuencia mensual (en los puntos cola, centro y cortina), donde se midan:
 - Parámetros in situ (temperatura ambiente y del agua, pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Sólidos Disueltos Totales, olor, color, apariencia y transparencia de Secchi).
 - Se realicen perfiles de Oxígeno Disuelto, pH, potencial redox, temperatura y conductividad en la columna de agua.
 - Se capturen muestras para laboratorio para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos completos (ver **Tabla 19**), así como también análisis de fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y clorofila a.
 - Implementar un sistema de monitoreo remoto, con transmisión de datos en tiempo real, donde se midan los siguientes parámetros: pH/ORP, temperatura, conductividad eléctrica y Sólidos Disueltos Totales (por derivación de la conductividad), Oxígeno Disuelto (OD), Nitratos, Clorofila a (por fluorescencia) y Ficocianina (por fluorescencia), la ficocianina es un pigmento natural que aparece en las algas verde/azuladas.
 - Adicionalmente, se recomienda realizar análisis de plaguicidas al menos una (1) vez al año y captación y análisis de muestras de sedimentos.

Además de las estaciones de monitoreo remoto, se hace necesario el mejoramiento de los laboratorios de control de calidad, implementando, tal como lo demandan los TdR, un laboratorio de Limnología principal en la Planta los Laureles y uno de apoyo en la Planta la Concepción.

Tal como se indicó previamente en la sesión **4.1**, de acuerdo con información suministrada por la UMAPS, ya se cuenta con espacios diseñados para tal fin, por lo cual, compete a esta consultoría, la recomendación de los parámetros a medir, de donde surgirá la dotación y/o requerimientos de equipos, instrumentos, materiales e insumos, mobiliario, entre otros.

Se proponen los siguientes parámetros a determinar en el laboratorio de limnología: fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos acuáticos y bioensayos de toxicidad.

Adicionalmente, será necesario la dotación y/o mejora de los equipos, insumos e instrumentos para la ejecución de muestreos en campo, los cuales serán absolutamente necesarios, porque se conciben como complemento al monitoreo remoto e implican la ampliación de los parámetros a medir en el laboratorio.

La propuesta entonces incluye:

- Estaciones fijas de monitoreo remoto con transmisión de datos en tiempo real en los puntos cola, centro y cortina de los Embalses los Laureles y la Concepción.
- Equipamiento para la implementación de un laboratorio de limnología en las Plantas Potabilizadoras Los Laureles y la Concepción.



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - LÍNEA BASE

- Equipamiento para la ejecución de muestreos de campo en los puntos indicados en las subcuencas y en los embalses los Laureles y Concepción para el análisis de parámetros fisicoquímicos completos, biológicos y microbiológicos en la matriz agua y en los sedimentos.



**PROYECTO PARA FORTALECER LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE DE TEGUCIGALPA
P170469-CR. IDA-6460-HN**

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE
GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
REFERENCIA HN-AMDC-139447-CS-QCBS**

CONTRATO No.CF-006-IDA6460-HN-AMDC-2023

**R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A
MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO)**

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE
PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE
CONTAMINACIÓN.**

C553-GU2-MD-CA-DC-302

FECHA DE EMISIÓN: 28/08/2024

REVISIÓN: 02





“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

PLANILLA – INFORME DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE R2.01: IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) – IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

FECHA DE LA FIRMA DE CONTRATO	26/01/2024
ORDEN DE INICIO	15/02/2024
FECHA DE ENTREGA	28/08/2024 REV2
LOCALIDAD	SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
TAREAS DESARROLLADAS	Revisión y análisis de la información suministrada por la UMAPS referente a los puntos de monitoreo históricos en las subcuencas en estudio, incluyendo el embalse Los Laureles y La Concepción. Reuniones entre personal del consorcio HYTSA-CONASH y representantes técnicos de la UMAPS para definir los puntos de monitoreo en las subcuencas y en los embalses. Relevamientos de campo para validar los puntos de monitoreo, los mismos fueron acordados en un acta formal.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ALCANCE	5
3. OBJETIVOS	6
4. SUBCUENCA GUACERIQUE	6
4.1. ANTECEDENTES DE MONITOREO EN LA SUBCUENCA	6
4.2. ANTECEDENTES DE MONITOREO EN EL EMBALSE LOS LAURELES.	8
4.3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL MONITOREO	8
4.4. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS Y EJECUTADOS EN LA SUBCUENCA.....	9
4.5. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS EN EL EMBALSE LOS LAURELES	14
5. SUBCUENCA S.J. DE RÍO GRANDE	15
5.1. ANTECEDENTES DE MONITOREO EN LA SUBCUENCA	15
5.2. ANTECEDENTES DE MONITOREO EL EMBALSE LA CONCEPCIÓN.	18
5.3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL MONITOREO.	18
5.4. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS Y EJECUTADOS EN LA SUBCUENCA.....	19
5.5. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS EN EL EMBALSE LA CONCEPCIÓN	23
6. CONCLUSIONES	24
7. BIBLIOGRAFÍA	25

TABLAS

Tabla 1. Puntos de Monitoreo en la cuenca del Guacerique. Años 2002-2023.	6
Tabla 2. Calidad del Agua según los valores de diversidad de Macroinvertebrados encontrados en 8 puntos muestreados en la subcuenca Guacerique.	8
Tabla 3. Muestras realizadas en el Embalse los Laureles y la Concepción, periodo: 2000-2024.....	9
Tabla 4. Ubicación de puntos de muestreo sobre cuenca Guacerique	10
Tabla 5. Caracterización de los puntos de muestreo propuestos para la subcuenca Guacerique.	12
Tabla 6. Ubicación de puntos de muestreo en embalse Los Laureles	14
Tabla 7. Resumen de los puntos muestreados en la Cuenca San José de Río Grande. Periodo 2006-2020.....	17
Tabla 8. Muestras realizadas en el Embalse los Laureles y la Concepción, periodo: 2000-2024..	19
Tabla 9. Ubicación de puntos de muestreo sobre cuenca S.J. de río Grande.....	21
Tabla 10. Caracterización de los puntos de muestreo propuestos para la subcuenca San José de Río Grande.	22
Tabla 11. Ubicación de puntos de muestreo en embalse La Concepción	23

FIGURAS

Figura 1. Ubicación de puntos de muestreo antecedentes en la Cuenca Guacerique.	7
Figura 2. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca Guacerique y el Embalse los Laureles.	10

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo acordados sobre cuenca Guacerique.....	11
Figura 4. Ubicación de los puntos de muestreo históricos y monitoreados, respecto a las descargas de las instalaciones militares en Subcuenca Guacerique.	13
Figura 5. Ubicación de los puntos de muestreo históricos y monitoreados, respecto a las a la ubicación de las industrias y comercios en Subcuenca Guacerique.....	14
Figura 6. Ubicación de puntos de muestreo sobre el embalse Los Laureles.....	15
Figura 7. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca San José de Río Grande y el Embalse la Concepción.	20
Figura 8. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca San José de Río Grande y el Embalse la Concepción. Fecha: 19/06/2024.	21
Figura 9. Ubicación de los puntos de muestreo acordados sobre cuenca S.J de río Grande.....	22
Figura 10. Ubicación de puntos de muestreo sobre el embalse La Concepción	24

ANEXOS

C553-GU2-MC-CA-DC-301	LÍNEA BASE
C553-GU2-MC-CA-DC-303	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.
C553-GU2-MC-CA-DC-304	PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.
C553-GU2-MC-RS-DC-305	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

MAPAS

C553-GU2-MP-GE-DC-125	PUNTOS DE MUESTREO HISTÓRICO (RED HIDROGRÁFICA)
C553-GU2-MP-GE-DC-126	PUNTOS DE MUESTREO SUBCUENCAS GUACERIQUE Y S.J. DE RÍO GRANDE AÑO 2024
C553-GU2-MP-GE-DC-127	PUNTOS DE MUESTREO EMBALSES AÑO 2024

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.**1. INTRODUCCIÓN**

Con el fin de fortalecer el proceso de transferencia del sistema de agua y alcantarillado sanitario para la ciudad de Tegucigalpa, el Gobierno de Honduras, junto con la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) y el apoyo financiero del Banco Mundial (BM), han creado el Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”.

El Proyecto propuesto constituirá la primera fase de un programa a largo plazo para respaldar la implementación de la Ley Marco y la mejora de los servicios de AAS en la capital de la nación de una manera financiera y ambientalmente sostenible. Para este fin, apoyará el establecimiento de un nuevo proveedor de servicios municipal en Tegucigalpa, llamado Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento del Distrito Central (UMAPS) y se enfocará en resolver problemas críticos en los sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AAS) de la ciudad.

En este contexto, en el presente documento se presenta la revisión y análisis de la red de puntos de monitoreo donde se han captado muestras y se han realizado análisis entre los años 2000 y 2024 para las subcuencas en estudio.

El análisis realizado ha permitido identificar, escoger y caracterizar los puntos que serán monitoreados en el marco de esta consultoría. Para la elección de los puntos se tuvo en consideración el acceso al lugar, la disponibilidad para la toma de muestras, posibilidad de muestreo en las temporadas de lluvia y sequía, condiciones que no afecten el resultado de las muestras (agua retenida), usos de suelo y actividades circundantes.

Los puntos fueron validados mediante actas de acuerdo firmadas entre el consorcio HYTSA-CONASH y los responsables de los subsistemas Los Laureles y Concepción.

En la subcuenca Guacerique se escogieron cuatro (4) puntos, denominados A.1, A.2, A.3 y A.4 y tres (3) en el embalse los Laureles, A.5.1 (cola), A.5.2 (centro) y A.5.3 (cortina).

En la subcuenca San José de Río Grande se escogieron cuatro (4) puntos, denominados B.1 (fase 1, sequía), B.2, B.3 y B.4 (fase 2, lluvia) y tres (3) en el embalse la Concepción, A.5.1 (cola), A.5.2 (centro) y A.5.3 (cortina).

2. ALCANCE

El sistema a desarrollar es el especificado en los términos de referencia (TdR), correspondientes a la **“CONSULTORÍA ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE” DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS)**, la cual forma parte del Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”, Componente 2, Subcomponente 2.3: “Desarrollar herramientas para mejorar la gestión de las cuencas hidrográficas y la resiliencia climática”, específicamente lo relativo al “Apoyo en el diseño de una red de monitoreo de la calidad de las aguas en las subcuencas de Guacerique y San José de Río Grande”; éste se concretará con mayor detalle lo relativo a la mejora de la calidad de las aguas residuales y desechos sólidos.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Los trabajos de esta consultoría se dividen en tres (3) líneas o resultados: (i) el diseño de soluciones de mejora de la calidad del agua servida; (ii) diseño e implementación de una red de monitoreo de la calidad del agua; y (iii) proponer lineamientos para fortalecer la parte: legal, institucional y social en torno a la problemática de la calidad del agua.

Para el caso particular de este documento, se desarrolla una de las actividades de la línea ii: **Diseño e implementación de una red de monitoreo de la calidad del agua**. Se incluye la verificación y análisis de los puntos de muestreo antecedentes y la elección de los puntos de muestreo a ejecutar por esta consultoría, que serán, además, propuestos para la instalación de un sistema de monitoreo continuo.

3. OBJETIVOS

El presente documento contiene el desarrollo de la **Actividad R2.01. Identificación de los problemas a monitorear**, cuyos objetivos son:

- Elaborar un diagnóstico del estado actual del monitoreo; seleccionar los puntos a monitorear de acuerdo con la identificación de los principales problemas de contaminación; así mismo validar los puntos de muestreo que actualmente han estado tomando los responsables del co manejo y uso del agua.
- Realizar un diagnóstico de las limitaciones y capacidades técnicas y tecnológicas instaladas, para desarrollar un sistema automatizado del control de contaminación.

Específicamente, se presenta la **Identificación y Caracterización de la red de puntos a monitorear por problemas de contaminación**.

4. SUBCUENCA GUACERIQUE

4.1. ANTECEDENTES DE MONITOREO EN LA SUBCUENCA

De acuerdo con la información antecedente revisada, y los datos suministrados por la Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento (UMAPS), entre los años 2002 y 2021 se realizaron muestreos sistemáticos en distintos puntos ubicados en la subcuenca del Guacerique, las coordenadas de ubicación se resumen en la Tabla 1 y la Figura 1. En el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-125 también se representan los puntos.

Se midieron seis (6) parámetros indicadores de la calidad del agua, estos fueron: Materia orgánica (MO), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Nitritos (NO₂), Nitratos (NO₃), Orto fosfatos (O-PO₄), todos ellos de forma continua. Ocasionalmente, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Tabla 1. Puntos de Monitoreo en la cuenca del Guacerique. Años 2002-2023.

Puntos históricos de monitoreo			
Unidad	Latitud	Longitud	Parámetros medidos
Batallón	470035.00 m E	1555112.00 m N	Materia orgánica (MO), Magnesio (Mg), Hierro (Fe),
Fábrica de velas	468177.00 m E	1556083.00 m N	
Monte Real	466058.00 m E	1556474.00 m N	

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Guajire	458815.00 m E	1556263.00 m N	Nitritos (NO ₂), Nitratos (NO ₃), Orto fosfatos (O-PO ₄)
Quiscamote	459329.00 m E	1559886.00 m N	
Guaralalao	460736.00 m E	1562547.00 m N	
Guacerique	467023.00 m E	1556602.00 m N	
Encuentro Mateo	467065.00 m E	1556552.00 m N	

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

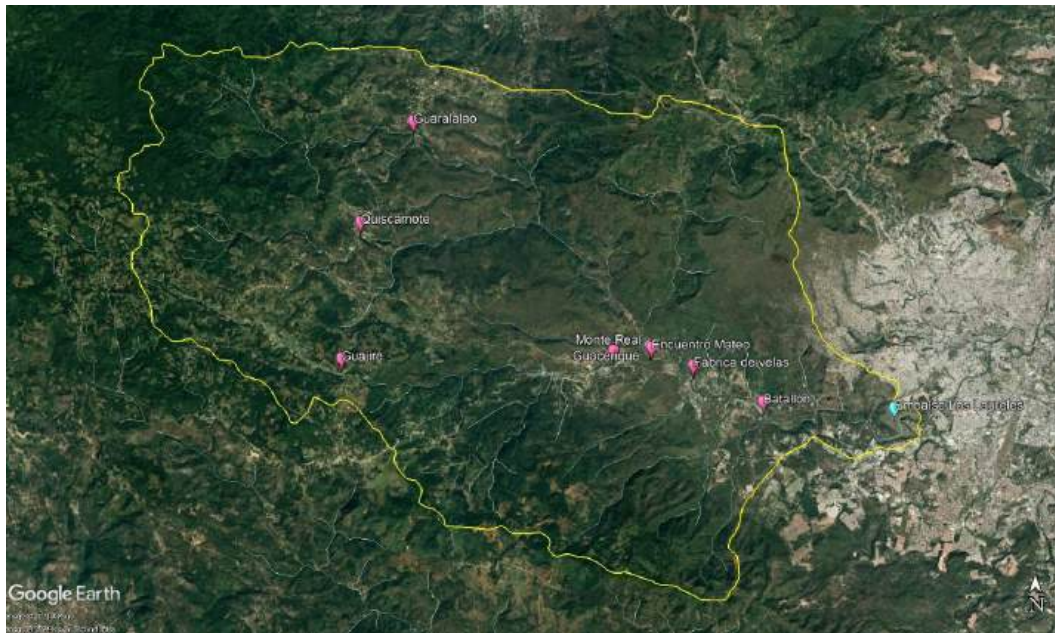


Figura 1. Ubicación de puntos de muestreo antecedentes en la Cuenca Guacerique.

Fuente: Elaboración Propia, sobre datos suministrados por la UMAPS.

Estos puntos son representativos para evaluar las posibles descargas contaminantes a los cuerpos de agua correspondientes a cada uno.

Los datos históricos de los resultados obtenidos fueron procesados y analizados, el detalle se presenta en el informe: C553-GU2-MD-GE-DC-101. Del análisis se obtuvo como conclusión, que los puntos Monte real, Guajire, Quiscamote y Encuentro Mateo son los que presentan mayor frecuencia en la alteración de los parámetros medidos.

Al respecto, de acuerdo con el estudio realizado por (Juarez, 2015), en los puntos Monte Real y Quiscamote según el índice de calidad del agua calculado, se encontró contaminación severa (Tabla 2).

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.**Tabla 2. Calidad del Agua según los valores de diversidad de Macroinvertebrados encontrados en 8 puntos muestreados en la subcuenca Guacerique.**

Puntos	H	Calidad del Agua
Entrada Batallón	1.6146	Contaminación moderada
Fábrica de velas	1.3078	Contaminación moderada
Río Guacerique	1.7566	Contaminación moderada
Río Mateo	1.3691	Contaminación moderada
Monte Real	1.078	Contaminación severa
Guajire	1.5269	Contaminación moderada
Quiscamote	0.5443	Contaminación severa
Guaralalao	1.827	Contaminación moderada

Fuente: Tomado y modificado de (Juarez, 2015).

Así mismo, se observó predominancia de la alteración de los parámetros en los meses de abril y octubre.

4.2. ANTECEDENTES DE MONITOREO EN EL EMBALSE LOS LAURELES.

El monitoreo en la subcuenca Guacerique también incluyó puntos de muestreo en el embalse los Laureles, los cuales son denominados como:

- Punto Cola (ingreso al embalse)
- Punto Centro (centro del embalse)
- Punto Cortina (captación de agua hacia la planta potabilizadora Los Laureles)

Los puntos arriba citados han sido históricamente monitoreados, la UMAPS suministró una data histórica de más de 20 años (2002-2024), cuyo procesamiento y análisis se presenta con detalle en el documento C553-GU2-MD-GE-DC-101. Adicionalmente, la revisión de antecedentes de estudios realizados, confirman que los muestreos asociados se han realizado en estos puntos.

4.3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL MONITOREO

En la subcuenca Guacerique se han realizado muestreos sistemáticos en puntos ubicados estratégicamente, los cuales han permitido monitorear la influencia del aporte de nutrientes y materia orgánica a los cuerpos hídricos.

En los embalses los Laureles y la Concepción se mantiene un programa de monitoreo en tres (3) puntos: Cola, centro y cortina. En los datos recibidos, procesados y analizados se verificó un monitoreo constante cada año, pero no se observó un patrón de muestreo sistemático y basado en una planificación anual, ya que la cantidad de muestreos que se efectuaron año tras año fue variable (Tabla 8).

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Tabla 3. Muestréos realizados en el Embalse los Laureles y la Concepción, periodo: 2000-2024.

Año	Cantidad de muestréos	
	Embalse los Laureles	Embalse la Concepción
2000	2	2
2001	1	1
2002	2	2
2003	2	2
2004	3	2
2005	2	2
2006	2	2
2007	1	2
2008	3	2
2009	2	1
2010	4	3
2011	3	2
2012	5	0
2013	5	3
2014	3	0
2015	8	3
2016	7	2
2017	5	3
2018	5	4
2019	1	1
2020	1	6
2021	SI*1	2
2022	13*2	1
2023	2	1
2024	1	SI

*1 SI: Sin información. *2 Sólo se verificaron perfiles verticales de OD, pH, Temperatura y Conductividad.

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS

4.4. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS Y EJECUTADOS EN LA SUBCUENCA

Los puntos elegidos para monitorear la calidad del agua de la subcuenca parten del análisis de la ubicación de los puntos históricos y el conocimiento de expertos, para ello se acordaron los puntos a través de acta de acuerdo con el jefe del subsistema Los Laureles. (Figura 2).

La selección de los puntos de monitoreo se realizó a través de visitas de campo para la validación y confirmación de las condiciones apropiadas en función del acceso, la ubicación georreferenciada, disponibilidad para la toma de muestras, posibilidad de muestreo en la temporada lluviosa, presencia de agua en la cuenca, condiciones que no afecten el resultado de las muestras (agua retenida), usos de suelo y actividades circundantes. Para evaluar la subcuenca de forma general, se diseñó, planificó y ejecutó un programa de muestreo, con la finalidad de verificar el estado actual de la calidad del agua de los principales cuerpos hídricos.

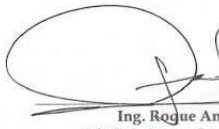
Se llevaron a cabo dos (2) campañas de muestreo, una se realizó en la época seca (Fase1), del 15 al 19 de abril de 2024, y otra para evaluar la época lluviosa (Fase 2) se ejecutó del 24 de junio al 01 de Julio de 2024.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”


R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.


ACTA DE ACUERDOS			
<p>En el marco del ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE, teniendo como objetivos específicos; obtener resultados de calidad de agua en las subcuenca y embalse de Laureles; Nosotros: Ingeniero Roque Andrade, responsable a cargo del embalse y la planta de tratamiento de agua Los Laureles (UMAPS), e Ingeniero Ramón Antonio Castellanos en representación de HYTSA-CONASH, responsable de la ejecución de los muestreos y Pruebas in situ; manifestamos que estamos de mutuo acuerdo, en la selección de los puntos de muestreo en base a la evaluación y validación técnica por los involucrados y considerando como base los puntos según los términos de referencia (TDR) descritos en el contrato de ejecución; hemos acordado realizar la toma de muestras in situ en los siguientes puntos que se describen:</p>			
IDENTIFICACION PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		SUB CUENCA/EMBALSE
A.1	14° 4'34.65"N	87°19'50.65"O	Guacerique
A.2	14° 6'30.91"N	87°22'28.47"O	Guacerique
A.2.1	14° 7'35.14"N	87°21'16.58"O	Guacerique
A.3	14° 4'39.43"N	87°17'53.38"O	Guacerique
A.4	14° 3'50.53"N	87°16'25.93"O	Guacerique
A.5.1 Punto Cola	14° 3'46.10"N	87°15'1.30"O	Embalse Los Laureles
A.5.2 Punto Centro	14° 3'52.61"N	87°14'39.82"O	Embalse Los Laureles
A.5.3 Punto Cortina	14° 3'59.89"N	87°14'25.86"O	Embalse Los Laureles

Para dar fe de lo anterior, firmamos la presente acta en fecha 23 de abril de 2024.



Ing. Roque Andrade
Jefe Subsistema Los Laureles





Ing. Ramón Castellanos
Consultor HYTSA-CONASH.

Figura 2. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca Guacerique y el Embalse los Laureles.

Fuente: Elaboración propia

Los puntos sobre la subcuenca Guacerique fueron acordados con el jefe del subsistema de Los Laureles, el Ing. Roque Andrade, en reuniones previas a la toma de muestras, que luego se confirmó a través del acta acuerdo firmada el día 23 de abril de 2024. La propuesta corresponde a ocho (8) puntos, cinco (5) sobre la cuenca Guacerique y tres (3) sobre el embalse Los Laureles.

En la Tabla 4 se presentan las coordenadas geográficas de los puntos a monitorear en la subcuenca y en la Figura 3 se representan gráficamente.

Tabla 4. Ubicación de puntos de muestreo sobre cuenca Guacerique

ID Punto de muestreo	Subcuenca Guacerique	
	Coordenadas geográficas	
	Latitud	Longitud
A.1	14°4'34.65" N	87°17'50.65" O
A.2	14°6'30.91" N	87°22'28.47" O
A.2.1	14°7'35.14" N	87°21'16.58" O
A.3	14°4'39.43" N	87°17'53.38" O
A.4	14°3'50.53" N	87°16'25.93" O

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo acordados sobre cuenca Guacerique

Fuente: Elaboración propia





A continuación, en la **Tabla 5** se muestra un resumen con las principales características que describen los puntos acordados.

La caracterización presentada toma en consideración todo lo indicado anteriormente, valida técnicamente la escogencia de los puntos, pues se tomó en consideración aspectos como:

- Usos de suelo y actividades circundantes que pudieran influir en la calidad del agua, tales como: desarrollo de actividades agrícolas, cría de ganado, presencia de sitios de descanso y balnearios, comunidades asentadas en las cercanías que descargan aguas residuales domésticas sin tratamiento, presencia de actividad industrial (fábrica de velas, instalaciones militares), entre otros.
- Caudal adecuado para la captación de muestras en época seca y lluviosa
- Seguridad personal
- Facilidad de acceso, entre otros.


Se prevé que al captar una muestra en cada punto se podrá tener un panorama de lo que está ocurriendo aguas arriba del mismo y verificar de qué manera todas las actividades indicadas están afectando la calidad del agua.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.
Tabla 5. Caracterización de los puntos de muestreo propuestos para la subcuenca Guacerique.

Punto	Descripción/Caracterización	Imágenes referenciales
A.1	Punto para evaluar la parte media de la subcuenca, específicamente el sector Mateo (rio Mateo). Punto validado con relevamiento.	
A.2	Ubicado en la parte alta de la subcuenca. En los relevamientos de validación se observó a las riberas de la cuenca la presencia de sitios de descanso y balnearios para uso turístico donde se ha retenido el agua mediante presas artificiales. Cercano al punto de muestreo antecedente denominado Quiscamote, se ubicó sobre el río Quiscamote.	
A.2.1	Ubicado en la parte alta de la subcuenca. En los relevamientos de validación se observó: presencia de cultivos de hortalizas aguas arriba del punto, con presas artificiales para la captura de agua y el uso de balnearios producto de la actividad turística, presencia de 11 mangueras para la captura de agua para cultivos de hortalizas, riego y agua para Ganado presente en las riberas de la cuenca. Cercano al punto de muestreo antecedente denominado Guaralalao. Se ubicó sobre el río Guaralalao.	
A.3	Ubicado en la subcuenca media baja, que, además, tiene antecedentes de muestreos. En los relevamientos de validación se observó represa artificial realizada en la ribera para la captura, obtención y uso del agua en el riego continuo de hortalizas y zacate para el ganado, así como tomas de agua para el manejo y mantenimiento del ganado. Cercano a los puntos de muestreo antecedentes denominados encuentro Mateo y Fabrica de Velas.	

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

<p>A.4</p>	<p>Ubicado en la parte baja de la subcuenca. En los relevamientos de validación se observó: Bombas de extracción de agua para riego, cultivos con sistema de riego continuo, presencia de más de 50 mariposas para riego. Cercano al punto de muestreo antecedente denominado Batallón.</p>	
-------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento, información antecedente y consulta con técnicos de la UMAPS.

En la Figura 4 y Figura 5 se presenta la ubicación de los puntos históricos y los muestreados por esta consultoría, respecto a la ubicación de las descargas (de aguas residuales y desechos sólidos) que se detectaron en las instalaciones militares y las industrias/comercios asentados en la parte baja de la subcuenca. Como se observa, los puntos acordados, específicamente el A.3, A.4 y A.5.1, están en capacidad de detectar posibles descargas contaminantes de las instalaciones mencionadas.

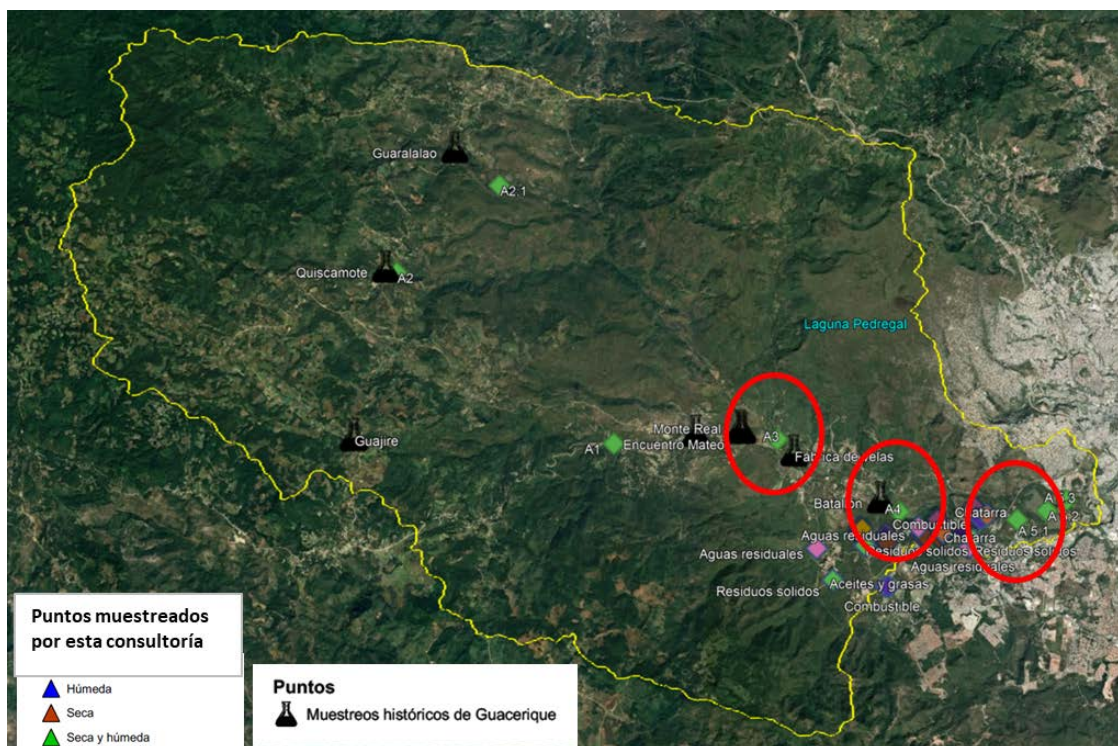


Figura 4. Ubicación de los puntos de muestreo históricos y monitoreados, respecto a las descargas de las instalaciones militares en Subcuenca Guacerique.

Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.



Figura 6. Ubicación de puntos de muestreo sobre el embalse Los Laureles

Fuente: Elaboración propia.

La ubicación se encuentra detallada en el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-127.

Se prevé que todos los puntos de muestreo elegidos para ejecutar el monitoreo en el marco de esta consultoría, se tengan en cuenta para la instalación de un sistema de monitoreo remoto que suministre información en tiempo real del estado de los ríos en las subcuencas y de los embalses en estudio.

La propuesta será desarrollada con detalle dentro del marco de las actividades previstas para la segunda entrega, específicamente la actividad R2.02.

5. SUBCUENCA S.J. DE RÍO GRANDE

5.1. ANTECEDENTES DE MONITOREO EN LA SUBCUENCA

De acuerdo con la información extraída de (SANAA, ICF, 2016), se han realizado muestreos en algunos puntos de la cuenca, pero indican que existen discontinuidades en los sitios y en los años de muestreos, así como también, que se carece de las coordenadas de los puntos para su correspondiente ubicación. Esta información fue verificada con la revisión y análisis de los datos suministrados por la UMAPS, el resumen se presenta en la Tabla 7, en la que además se incluyen los nuevos puntos muestreados entre el 2018 y el 2020.

De los puntos indicados en la Tabla 7, en los antecedentes fueron analizados los denominados presa Giniguare y cuenca Giniguare, el primero para los años 2006 al 2008 y el segundo del



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

2010 al 2013, se analizaron los parámetros de turbiedad, alcalinidad, dureza y sólidos totales disueltos (STD), verificándose reducciones de todos a lo largo de los periodos mencionados.

(SANAA, ICF, 2016) indicaba que esto era atribuido al buen manejo en los agroquímicos aguas arriba, así como también a una reducción en la contaminación, no obstante, manifestaron cambios aleatorios en el comportamiento de los Sólidos Disueltos Totales (STD), sin que ninguno de ellos excediera la Norma Técnica Nacional.

En virtud de lo indicado anteriormente, y haciendo uso del mismo criterio, de los nuevos sitios de muestreo, se escogieron para su análisis aquellos a los que se les realizaron muestreos continuos en el periodo 2018 a 2020, estos son: Quebrada Helada, Quebrada Oscura, San José parte alta, San José parte baja, San Sebastián y la Quebrada los Jutes.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Tabla 7. Resumen de los puntos muestreados en la Cuenca San José de Río Grande. Periodo 2006-2020.

Sitio de Muestreo	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1 Qda. Agua Honda															22/06/2020
2 Quebrada Helada													23/10/2018	23/01/2019	
3 Quebrada Oscura													9/11/2018	23/01/2019	22/06/2020
4 Río San José (parte alta)													23/10/2018	10/04/2019	
5 Río San José (parte baja)													9/11/2018	23/01/2019	22/06/2020
6 Río San Sebastián													23/01/2019	4/10/2019	22/06/2020
7 Río Grande													9/11/2018	23/01/2019	22/06/2020
8 Quebrada Los Jutes									11/12/2014				24/10/2018	4/10/2019	
9 Qda. Palo Pastoso									11/12/2014					4/10/2019	22/06/2020
10 Sector Los Pinos														25/01/2019	
11 Qda. Matasano									11/12/2014				25/10/2018		22/06/2020
12 Sector Los Pinos														25/01/2019	
13 Lepaterique													23/10/2018		
14 Parte baja Lepaterique													24/10/2018		
15 Las Pilas									11/12/2014				24/10/2018	25/01/2019	
16 Presa Giniguare	11/9/2006	17/05/2007	16/04/2008	18/11/2009					17/09/2014						
17 Pto#1 Río Giniguare			2/12/2008												
18 Pto#2 Encuentro			12/2/2008												
19 Cuenca Giniguare				13/05/2009	14/05/2010	5/10/2011		27/11/2013							
20 Agua Cruda Concepción				13/05/2009	11/11/2010										
21 Agua Tratada Concepción				13/05/2009											23/09/2019
22 Río Giniguare 100 m debajo de la presa											4/12/2016				
23 Entrada de Giniguare a Presa Concepción											15/11/2016				
24 Quebrada El Guayabo						24/08/2011									

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

Del análisis realizado se pudo concluir que, los parámetros de turbiedad y color son estacionales, obteniéndose picos en los meses de lluvia, y los mínimos en el verano. El Fe fue medido en dos de los muestreos, las máximas concentraciones se obtuvieron en el Río San José (parte baja), la Quebrada Oscura y la Quebrada los Jutes.

En cuanto a la presencia de nitrógeno y fósforo, se verificó que los valores de nitrato obtenidos se encontraron todos por debajo de 10 mg/l, que, se considera un límite para considerar que existen descargas provenientes del uso de fertilizantes.

Con relación al fósforo, las concentraciones promedio de ortofosfatos ($O-PO_4^3$) fueron menores a las reportadas para el nitrógeno inorgánico total, con excepción de la quebrada los Jutes en el muestreo del 23/01/2019. Esta tendencia puede atribuirse a que los compuestos nitrogenados son relativamente solubles y fácilmente arrastrados, mientras que el fósforo es fuertemente fijado por reacciones químicas con el suelo.

En el análisis realizado, se concluyó que la presencia de estos compuestos en las concentraciones obtenidas, revelan la intervención de la cuenca por actividades antrópicas.

Para mayores detalles, remitirse al documento: C553-GU2-MD-GE-DC-101.

Así mismo, se observó predominancia de la alteración de los parámetros en los meses de abril y octubre.

5.2. ANTECEDENTES DE MONITOREO EL EMBALSE LA CONCEPCIÓN.

En correspondencia con el monitoreo en la subcuenca Guacerique, la de San José de Río grande también incluyó puntos de muestreo en el Embalse la Concepción, y cuya denominación es la misma, es decir, punto cola, punto centro y punto Cortina.

Los puntos arriba citados han sido históricamente monitoreados, la UMAPS suministró una data histórica de más de 20 años (2000-2023), cuyo procesamiento y análisis se presenta con detalle en el documento C553-GU2-MD-GE-DC-101.

5.3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL MONITOREO.

En la subcuenca San José de Río Grande, se han realizado muestreos en algunos puntos, pero existen discontinuidades en los sitios y en los años de muestreos y no se pudieron verificar las coordenadas de ubicación, lo que genera que no se puedan establecer patrones, detectar contaminación por fuentes puntuales o difusas y en consecuencia establecer acciones preventivas y/o correctivas.

En los embalses los Laureles y la Concepción se mantiene un programa de monitoreo en tres (3) puntos: Cola, centro y cortina. En los datos recibidos, procesados y analizados se verificó un monitoreo constante cada año, pero no se observó un patrón de muestreo sistemático y basado en una planificación anual, ya que la cantidad de muestreos que se efectuaron año tras año fue variable (**Tabla 8**).

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.
Tabla 8. Muestréos realizados en el Embalse los Laureles y la Concepción, periodo: 2000-2024.

Año	Cantidad de muestréos	
	Embalse los Laureles	Embalse la Concepción
2000	2	2
2001	1	1
2002	2	2
2003	2	2
2004	3	2
2005	2	2
2006	2	2
2007	1	2
2008	3	2
2009	2	1
2010	4	3
2011	3	2
2012	5	0
2013	5	3
2014	3	0
2015	8	3
2016	7	2
2017	5	3
2018	5	4
2019	1	1
2020	1	6
2021	SI ^{*1}	2
2022	13 ^{*2}	1
2023	2	1
2024	1	SI

*1 SI: Sin información. *2 Sólo se verificaron perfiles verticales de OD, pH, Temperatura y Conductividad.

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

5.4. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS Y EJECUTADOS EN LA SUBCUENCA

Los puntos elegidos para monitorear la calidad del agua de la subcuenca parten del análisis de la ubicación de los puntos históricos y el conocimiento de expertos, para ello se acordaron los puntos a través de actas de acuerdo con el jefe del subsistema La Concepción. (**Figura 2** y **Figura 7**).

La selección de los puntos de monitoreo se realizó a través de visitas de campo para la validación y confirmación de las condiciones apropiadas en función del acceso, la ubicación georreferenciada, disponibilidad para la toma de muestras, posibilidad de muestreo en la temporada lluviosa, presencia de agua en la cuenca, condiciones que no afecten el resultado de las muestras (agua retenida), usos de suelo y actividades circundantes. Para evaluar la subcuenca de forma general, se diseñó, planificó y ejecutó un programa de muestreo, con la finalidad de verificar el estado actual de la calidad del agua de los principales cuerpos hídricos.

Se llevaron a cabo dos (2) campañas de muestreo, una se realizó en la época seca (Fase1), del 15 al 19 de abril de 2024, y otra para evaluar la época lluviosa (Fase 2) se ejecutó del 24 de junio al 01 de Julio de 2024.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

ACTA DE ACUERDOS


En el marco del ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE, teniendo como objetivos específicos; obtener resultados de calidad de agua en las subcuenca y embalse de Concepción; Nosotros: **Ingeniero Oscar Salgado**, responsable a cargo del embalse y la planta de tratamiento de agua Concepción (UMAPS), e **Ingeniero Ramón Antonio Castellanos** en representación de HYTSA-CONASH, responsable de la ejecución de los muestreos y Pruebas in situ; manifestamos que estamos de mutuo acuerdo, en la selección de los puntos de muestreo en base a la evaluación y validación técnica por los involucrados y considerando como base los puntos según los términos de referencia (TDR) descritos en el contrato de ejecución; hemos acordado realizar la toma de muestras in situ en los siguientes puntos que se describen:

IDENTIFICACION PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		SUB CUENCA/EMBALSE
B.1	14° 5'55.75"N	87°26'24.80"O	San José de Río Grande
B.2	14° 4' 6.53"N	87°25'50.98"O	San José de Río Grande
B.3	14° 1'58.27"N	87°23'31.83"O	San José de Río Grande
B.4.1 Punto cola	13°59'44.85"N	87°17'53.21"O	Embalse La Concepción
B.4.2 Punto Centro	13°59'31.21"N	87°16'50.63"O	Embalse La Concepción
B.4.3 Punto Cortina	13°59'22.29"N	87°15'51.38"O	Embalse La Concepción

Para dar fe de lo anterior, firmamos la presente acta en fecha 23 de abril de 2024.



Ing. Oscar Salgado
Jefe Subsistema Concepción

Ing. Ramón Castellanos
Consultor HYTSA-CONASH.

Figura 7. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca San José de Río Grande y el Embalse la Concepción.

Fuente: Elaboración propia

Los puntos sobre la subcuenca fueron acordados con el jefe del subsistema de La Concepción, el Ing. Oscar Salgado, en reuniones previas a la toma de muestras, que luego se confirmó a través del acta acuerdo firmada el día 23 de abril de 2024. El monitoreo se propuso sobre seis puntos, que incluyen tres (3) a lo largo de la subcuenca y tres (3) en los puntos del embalse La Concepción.

Vale aclarar, que debido a que en la primera fase de la toma de muestras se presentaron inconvenientes sociales y de seguridad al personal de la consultora en el relevamiento del punto B.1, relacionados con manifestaciones y oposición de los habitantes de la zona al ingreso para el muestreo, se decidió anular este punto para la segunda fase y reemplazarlo por otro, denominado B.4, el cual fue validado técnicamente y aprobado por el Ing. Oscar Salgado.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.


En la Figura 8 se presenta el acta de acuerdo de los puntos. Así mismo, en la Tabla 9 y en la Figura 9 las coordenadas de ubicación y su representación gráfica respectivamente.

ACTA DE ACUERDOS

En el marco del ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE, teniendo como objetivos específicos; obtener resultados de calidad de agua en las subcuenca y embalse de Concepción; Nosotros: **Ingeniero Oscar Salgado**, responsable a cargo del embalse y la planta de tratamiento de agua Concepción (UMAPS), e **Ingeniero Ramón Antonio Castellanos** en representación de HYTSA-CONASH, responsable de la ejecución de los muestreos y Pruebas in situ; manifestamos que en el punto B.1, debido a los inconvenientes presentados por los pobladores de la zona, quienes se oponen a que se realice la toma de muestra y pruebas in situ, optamos por incluir el punto B.4, para la realización de la segunda fase de toma de muestras, por lo cual, estamos de mutuo acuerdo, en la sustitución del punto B.1 por el punto B.4, lo anterior en base a la evaluación y validación técnica por los involucrados y considerando el punto según los términos de referencia (TDR) descritos en el contrato de ejecución; por tanto para la segunda fase hemos acordado realizar la toma de muestras in situ en los puntos que a continuación, se describen:

IDENTIFICACION PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		SUB CUENCA/EMBALSE
B.2	14° 4' 6.53"N	87°25'50.98"O	San José de Río Grande
B.3	14° 1'58.27"N	87°23'31.83"O	San José de Río Grande
B.4	13°59'11.25" N	87°20'23.77" O	San José de Río Grande
B.4.1 Punto cola	13°59'44.85"N	87°17'53.21"O	Embalse La Concepción
B.4.2 Punto Centro	13°59'31.21"N	87°16'50.63"O	Embalse La Concepción
B.4.3 Punto Cortina	13°59'22.29"N	87°15'51.38"O	Embalse La Concepción

Para dar fe de lo anterior, firmamos la presente acta en fecha 19 de junio de 2024.


Ing. Oscar Salgado
 Jefe Subsistema Concepción

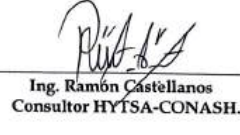

Ing. Ramón Castellanos
 Consultor HYTSA-CONASH.

Figura 8. Acta de acuerdo de los puntos a monitorear en la subcuenca San José de Río Grande y el Embalse la Concepción. Fecha: 19/06/2024.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Ubicación de puntos de muestreo sobre cuenca S.J. de río Grande

ID Punto de muestreo	Coordenadas geográficas		Observaciones
	Latitud	Longitud	
B.1	14°5'55.75" N	87°26'24.80" O	Solo en la primera fase de muestreo
B.2	14°4'6.53" N	87°25'50.98" O	N/A
B.3	14°1'58.27" N	87°23'31.83" O	N/A
B.4	13°59'11.25"N	87°20'23.77"O	Solo en la segunda fase de muestreo

Fuente: Elaboración propia

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.




Figura 9. Ubicación de los puntos de muestreo acordados sobre cuenca S.J de río Grande

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la **Tabla 10** presenta un resumen con las principales características que describen los puntos acordados para esta subcuenca. La escogencia y justificación técnica se realizó sobre la base de lo descrito previamente en el ítem 4.4.

Tabla 10. Caracterización de los puntos de muestreo propuestos para la subcuenca San José de Río Grande.

Punto	Descripción/Caracterización	Imágenes referenciales
B.1	Ubicado en la parte alta de la subcuenca. Punto validado con relevamiento, se realizó reubicación ya que inicialmente la comunidad de Yerba Buena impidió ingreso del personal para efectuar el muestreo. Referencia: Aldea Ocote Hueco.	

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

<p>B.2</p>	<p>Ubicado en la parte media de la subcuenca, el mismo fue validado con personal UMAPS durante los relevamientos. Referencia: Propiedad de Fernando Anduray</p>	
<p>B.3</p>	<p>Ubicado en la parte media -baja de la subcuenca, el mismo fue validado con personal UMAPS durante los relevamientos. Referencia: Aldea Sidras.</p>	
<p>B.4</p>	<p>Recibe todos los afluentes de San Sebastián antes de ingresar al río principal. Punto validado con personal UMAPS durante los relevamientos, se muestreo sólo en la época de lluvia.</p>	

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento, información antecedente y consulta con técnicos de la UMAPS.

En el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-126 se puede verificar la ubicación de los puntos descritos.

5.5. PUNTOS DE MONITOREO PROPUESTOS EN EL EMBALSE LA CONCEPCIÓN

En cuanto al embalse, se identifican tres (3) puntos principales correspondientes a la cola, centro y la cortina, como referentes de la calidad de toda la represa, dichos puntos evidencian la influencia de los afluentes en el punto cola, la calidad luego de la mezcla en el punto centro, y la calidad de salida a la planta en el punto cortina. A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo (Tabla 11) y su localización en la superficie del embalse (Figura 10).

Tabla 11. Ubicación de puntos de muestreo en embalse La Concepción

Embalse Concepción		
B 4.1 (Punto Cola)	13°59'44.85" N	87°17'53.21" O
B 4.2 (Punto Centro)	13°59'31.21" N	87°16'50.63" O
B 4.3 (Punto Cortina)	13°59'22.29" N	87°15'51.38" O

Fuente: Elaboración propia

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.



Figura 10. Ubicación de puntos de muestreo sobre el embalse La Concepción

Fuente: Elaboración propia

La ubicación se encuentra detallada en el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-127.

Se prevé que todos los puntos de muestreo elegidos para ejecutar el monitoreo en el marco de esta consultoría, se tengan en cuenta para la instalación de un sistema de monitoreo remoto que suministre información en tiempo real del estado de los ríos en las subcuencas y de los embalses en estudio.

La propuesta será desarrollada con detalle dentro del marco de las actividades previstas para la segunda entrega, específicamente la actividad R2.02.

6. CONCLUSIONES

- En la subcuenca Guacerique se han realizado muestreos sistemáticos en los puntos denominados: Batallón, Fábrica de velas, Monte Real, Guajire, Quiscamote, Guaralalao, Guacerique y encuentro Mateo. Del análisis de calidad realizado, los puntos Monte real, Guajire, Quiscamote y Encuentro Mateo son los que presentan mayor frecuencia en la alteración de los parámetros medidos.
- En la subcuenca San José de Río Grande, se han realizado muestreos en algunos puntos, pero existen discontinuidades en los sitios y en los años de muestreos, no se pudieron verificar las coordenadas de ubicación. Entre el 2018 y el 2020 se realizaron muestreos continuos en algunos puntos, que se identificaron como: Quebrada Helada, Quebrada Oscura, San José parte alta, San José parte baja, San Sebastián y la Quebrada los Jutes.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE PUNTOS A MONITOREAR POR PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN.

- Los puntos elegidos para monitorear la calidad del agua de ambas subcuencas parten del análisis de la ubicación de los puntos históricos y el conocimiento de expertos, específicamente, los jefes de los subsistemas los Laureles y la Concepción ubicados en las subcuencas Guacerique y San José de Río Grande respectivamente.
- Los puntos seleccionados fueron validados a través de visitas de campo para verificar condiciones apropiadas en función del acceso, la ubicación georreferenciada, disponibilidad para la toma de muestras, posibilidad de muestreo en la temporada seca y lluviosa, condiciones que no afecten el resultado de las muestras (agua retenida), usos de suelo y actividades circundantes.
- Los puntos de monitoreo de ambas subcuencas están ubicados estratégicamente, se prevé van a integrar el plan de muestreo a implementar.
- La captación de muestras en los puntos que se monitorean en las subcuencas y en los embalses se realiza de forma manual, la ejecución de muestreos continuos y constantes presenta en algunos casos limitaciones de recursos humanos y de materiales e insumos, tanto para la cantidad de muestras como para el tipo de análisis que los laboratorios de la UMAPS pueden realizar.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Juarez, M. (2015). *Estudio de la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos en la Estación de Verano con Bioindicadores de la Calidad del Agua en la Subcuenca Guacerique y el Embalse los Laureles.*
- SANAA, ICF. (2016). *Plan de Manejo de la Sub Cuenca San José de Río Grande .* Tegucigalpa: PNUD.



**PROYECTO PARA FORTALECER LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE DE TEGUCIGALPA
P170469-CR. IDA-6460-HN**

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE
GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
REFERENCIA HN-AMDC-139447-CS-QCBS**

CONTRATO No.CF-006-IDA6460-HN-AMDC-2023

**R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A
MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO)
IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.
C553-GU2-MD-CA-DC-303**

FECHA DE EMISIÓN: 28/08/2024

REVISIÓN: 02





“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

PLANILLA – INFORME DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) – IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

FECHA DE LA FIRMA DE CONTRATO	26/01/2024
ORDEN DE INICIO	15/02/2024
FECHA DE ENTREGA	28/08/2024 REV2
LOCALIDAD	SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
TAREAS DESARROLLADAS	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES EN FUNCIÓN DE LOS RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA Y RELEVAMIENTOS DE CAMPO

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ALCANCE	5
3. OBJETIVO	5
4. FUENTES CONTAMINANTES IDENTIFICADAS	6
4.1. CONTAMINANTES TIPO SÓLIDO	6
4.2. CONTAMINANTES POR EFLUENTES Y DESCARGAS LÍQUIDAS.	6
5. SUBCUENCA GUACERIQUE	6
5.1. CONTAMINACIÓN TIPO SÓLIDO	6
5.2. CONTAMINACIÓN POR EFLUENTES Y DESCARGAS LÍQUIDAS.....	7
6. SUBCUENCA SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE	13
6.1. CONTAMINACIÓN TIPO SÓLIDO.....	13
6.2. CONTAMINACIÓN POR EFLUENTES Y DESCARGAS LÍQUIDAS.....	13
7. ACLARACIONES.	15

TABLAS

Tabla 1. Industrias identificadas en la subcuenca Guacerique	9
Tabla 2. Parámetros alterados en el punto A.1.	10
Tabla 3. Valores de ICA obtenidos para los puntos monitoreados en la subcuenca Guacerique. .	11
Tabla 4. Valores de ICA obtenidos para los puntos monitoreados en la subcuenca San José de Río Grande.	15

FIGURAS

Figura 1. Puntos de contaminación por residuos en subcuenca Guacerique	7
Figura 2. Puntos de contaminación por residuos líquidos en subcuenca Guacerique	8
Figura 3. Fauna acuática muerta sobre quebrada en Las Tapias	10
Figura 4. Sitio de quema de residuos en la subcuenca S.J de Río Grande	13
Figura 5. Letrinas identificadas en subcuenca S.J. de río Grande	14



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de fortalecer el proceso de transferencia del sistema de agua y alcantarillado sanitario para la ciudad de Tegucigalpa, el Gobierno de Honduras, junto con la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) y el apoyo financiero del Banco Mundial (BM), han creado el Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”.

El Proyecto propuesto constituirá la primera fase de un programa a largo plazo para respaldar la implementación de la Ley Marco y la mejora de los servicios de AAS en la capital de la nación de una manera financiera y ambientalmente sostenible. Para este fin, apoyará el establecimiento de un nuevo proveedor de servicios municipal en Tegucigalpa, llamado Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento del Distrito Central (UMAPS) y se enfocará en resolver problemas críticos en los sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AAS) de la ciudad.

En el desarrollo del proyecto se ejecuta la presente consultoría, que tiene como objeto evaluar a las subcuencas del río Guacerique y San José Río Grande a nivel de los distintos tipos de contaminación (por agentes fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos), debido a que estas subcuencas drenan en los embalses principales que abastecen de agua a las plantas potabilizadoras los Laureles y la Concepción para su tratamiento y distribución al Distrito Central.

Del procesamiento y análisis de los relevamientos realizados y los muestreos ejecutados por esta consultoría, se determinaron las principales fuentes contaminantes. Se clasificaron como contaminación de tipo sólido y contaminación por efluentes y descargas líquidas.

En la subcuenca Guacerique se identificaron basurales con residuos sólidos de tipo doméstico a lo largo de toda la subcuenca y también ausencia de control sobre los residuos industriales. Se identificaron descargas de agua residual doméstica que no tienen ningún tipo de tratamiento, ya sea por descarga directa o infiltración en el suelo, se evidencian también descargas de aguas grises directas a los cuerpos hídricos, de tipo residencial e institucional (instalaciones militares).

En relación a los muestreos de calidad realizados, se detectaron alteraciones en las concentraciones de Arsénico, DBO, DQO y pH en el punto A.1, el Índice de Calidad del Agua calculado lo categoriza como agua de calidad regular.

En la subcuenca San José de Río Grande, no se identificaron instalaciones industriales, así como tampoco instalaciones masivas que pudieran ser fuentes de contaminación. Para los residuos sólidos, la práctica común es la quema traspatio de los residuos de carácter inorgánico, que conlleva afectaciones tanto a la salud de los habitantes, como a la atmósfera.

Los efluentes de tipo doméstico son gestionados mediante letrinas húmedas o secas, las cuales pueden generar infiltración de aguas en el suelo y producir contaminación si no son utilizadas adecuadamente.

Las aguas grises pueden ser una fuente de contaminación porque son en su mayoría vertidas directamente en las calles o al suelo, existen casos en donde se reutilizan para riego interno de las viviendas.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

Respecto a los análisis de calidad del agua, no se detectaron alteraciones que resaltar en ninguno de los puntos, con excepción de las concentraciones de aluminio, que en los puntos B.1, B.2 y B.3, se encontraron por encima del VMA establecido en la norma técnica, lo que también debe ser considerado en su uso para consumo, en la fase 2 (lluvia) los valores se duplicaron.

Los puntos identificados como contaminantes fueron representados en el mapa C553-GU2-MP-AB-DC-124.

2. ALCANCE

El sistema a desarrollar es el especificado en los términos de referencia (TdR), correspondientes a la **“CONSULTORÍA ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE” DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS)**, la cual forma parte del Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”, Componente 2, Subcomponente 2.3: “Desarrollar herramientas para mejorar la gestión de las cuencas hidrográficas y la resiliencia climática”, específicamente lo relativo al “Apoyo en el diseño de una red de monitoreo de la calidad de las aguas en las subcuencas de Guacerique y San José de Río Grande”; éste se concretará con mayor detalle lo relativo a la mejora de la calidad de las aguas residuales y desechos sólidos.

Los trabajos de esta consultoría se dividen en tres (3) líneas o resultados: (i) el diseño de soluciones de mejora de la calidad del agua servida; (ii) diseño e implementación de una red de monitoreo de la calidad del agua; y (iii) proponer lineamientos para fortalecer la parte: legal, institucional y social en torno a la problemática de la calidad del agua.

3. OBJETIVO

El presente documento contiene el desarrollo de la **Actividad R2.01. Identificación de los problemas a monitorear**, cuyos objetivos son:

- Identificar los principales problemas de contaminación generada por vertidos y desechos sólidos.
- Elaborar un diagnóstico del estado actual del monitoreo; seleccionar los puntos a monitorear de acuerdo con la identificación de los principales problemas de contaminación; así mismo validar los puntos de muestreo que actualmente han estado tomando los responsables del co- manejo y uso del agua.
- Realizar un diagnóstico de las limitaciones y capacidades técnicas y tecnológicas instaladas, para desarrollar un sistema automatizado del control de contaminación.

Específicamente se presenta la **Identificación de Fuentes Contaminantes** y presentación de los resultados, resaltando la presencia de los parámetros que inciden significativamente en los índices de contaminación.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.**4. FUENTES CONTAMINANTES IDENTIFICADAS**

A partir de las visitas técnicas realizadas y los muestreos de calidad de agua se identifican como fuentes contaminantes aquellas de tipo sólido o líquido que tengan un potencial de afectar la calidad de agua de los cuerpos hídricos afluentes a los cursos principales y por ende a los embalses.

4.1. CONTAMINANTES TIPO SÓLIDO

Corresponde a los residuos sólidos de tipo residencial, agrícola, industrial e institucional que se generan en las diversas actividades y que, de acuerdo con las condiciones de almacenamiento, pueden ser transportadas por acción de vientos/lluvia hasta los cuerpos de agua principales.

4.2. CONTAMINANTES POR EFLUENTES Y DESCARGAS LÍQUIDAS.

Corresponde a las descargas de tipo industrial, residencial e institucional sin previo tratamiento, sobre el suelo desnudo o cursos de agua afluentes a los principales.

5. SUBCUENCA GUACERIQUE

A lo largo de esta subcuenca se identifican las siguientes posibles fuentes de contaminación:

5.1. CONTAMINACIÓN TIPO SÓLIDO

Se identificaron basurales con residuos sólidos de tipo doméstico a lo largo de toda la subcuenca. Adicionalmente, por parte de las instituciones militares se evidencia presencia de chatarra, y sitios de almacenamiento en mal estado, con condiciones que favorecen la dispersión de residuos al ambiente, como contenedores sin cerramiento.

También, según información proporcionada en las visitas técnicas, no existe algún tipo de control sobre los residuos industriales, siendo su gestión realizada de manera particular por cada una de las industrias, esta falta de control y vigilancia favorece la disposición inadecuada de residuos sobre las laderas de los cuerpos de agua.

En la Figura 1 se muestran imágenes de los puntos de contaminación identificados en los relevamientos.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

 <p>CONASH Luis Tapia 03.05.2024 09:11 14.06511, -87.28457 3P97+68M, RN-33, Cd Mateo, Francisco Morazán</p>	
<p>Basurales en vía pública</p>	<p>Almacenamiento al aire libre de residuos industriales</p>
 <p>HYTSA - CONASH Luis Tapia 03.05.2024 15:12 14.05355, -87.28441 3P97+68M, RN-33, Cd Mateo, Francisco Morazán</p>	
<p>Presencia de chatarra en unidades militares</p>	<p>Contenedores sin cerramiento (al aire libre) e n unidades militares</p>

Figura 1. Puntos de contaminación por residuos en subcuenca Guacerique.

Los puntos de contaminación por residuos sólidos sobre la subcuenca se presentan en el mapa C553-GU2-MP-RS-DC-124.

5.2. CONTAMINACIÓN POR EFLUENTES Y DESCARGAS LÍQUIDAS

Sobre la subcuenca se identifican las descargas de agua residual doméstica que no tienen ningún tipo de tratamiento, ya sea por descarga directa o infiltración en el suelo.

Se evidencian también descargas de aguas grises directas a los cuerpos hídricos, de tipo residencial e institucional (instalaciones militares).

Las imágenes presentadas en la Figura 2 muestran algunos de los puntos identificados con descargas directas al suelo.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.



Figura 2. Puntos de contaminación por residuos líquidos en subcuenca Guacerique

En el mapa C553-GU2-MP-AB-DC-124 se presentan los puntos identificados como contaminantes, relacionados con aceites y grasas, descargas de aguas residuales y distribución de combustible.

Sobre la subcuenca se identificaron un total de 37 industrias, las cuales se enlistan en la Tabla 1. Se clasifica por tipo de industria y su ubicación se presenta en el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-112. Se ratificaron las industrias presentes en los antecedentes, así como se reconocieron nuevas industrias listadas a continuación.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

Tabla 1. Industrias identificadas en la subcuenca Guacerique

N°	Nombre	Subclasificación
1	Bodegas (Claro)	Bodegas
2	Bodegas	Bodegas
3	Bodega	Bodegas
4	Carwash	Carwash
5	Carwash y Tecnicentro	Carwash y tecnicentro
6	Venta de repuestos	Centro de distribución
7	Chatarrera	Chatarrera
8	Plantel de chatarra y equipo pesado	Chatarrera
9	Empresa constructora (SEINCO)	Constructora
10	Droguería (Laboratorio Everest)	Droguería
11	Empacadora de agua (Pacific)	Empacadora y purificadora de agua
12	Embotelladora de agua (Aqua Spring)	Empacadora y purificadora de agua
13	Empacadora y purificadora de agua	Empacadora y purificadora de agua
14	Empacadora y purificadora de agua	Empacadora y purificadora de agua
15	Estación de servicio	Estación de servicio
16	Estación de servicio	Estación de servicio
17	Fábrica de bloques	Fábrica de bloques
18	Fábrica de colchones (Ind. Gabriela)	Fábrica de colchones
19	Fábrica de hielo	Fábrica de hielo
20	Productos de belleza (Vogue)	Fábrica de productos de belleza
21	Fábrica de productos de limpieza	Fábrica de productos de limpieza
22	Fábrica de rótulos	Fábrica de rótulos
23	Fábrica de velas (Fátima)	Fábrica de velas
24	Fabrica (Grupo Vivia)	Fábrica de vinagre
25	Papelería	Imprenta
26	Pozo	Pozo
27	Pozo	Pozo
28	Granja avícola (El Cortijo)	Procesadora
29	Taller mecánico	Taller de mecánica
30	Taller de mecánica	Taller de mecánica
31	Taller de mecánica	Taller de mecánica
32	Taller de mecánica	Taller de mecánica
33	Taller de mecánica	Taller de mecánica
34	Taller de mecánica	Taller de mecánica
35	Plantel de maquinaria pesada	Taller mecánica industrial
36	Carwash y Taller mecánico	Taller mecánica y carwash
37	Yonker	Yonker

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

Las industrias indicadas también pueden representar una fuente potencial de descarga de aguas residuales.

El día de la visita de campo, en la comunidad de Las Tapias (03 de mayo de 2024) se identifica fauna acuática muerta en una de las quebradas (Figura 3), según información de la población circundante, se atribuye al vertido sobre la quebrada de materiales de desecho producto de una de las industrias dedicadas a la fabricación de materiales de limpieza la semana previa a

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

la visita, sin embargo, no fue posible identificar a los responsables, por lo que dichos eventos no tuvieron repercusiones.



Figura 3. Fauna acuática muerta sobre quebrada en Las Tapias

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

En relación a los muestreos de calidad realizados, para la fase 1 (sequía) no se detectaron alteraciones en ninguno de los puntos, con excepción del A.1, en el que la concentración de Arsénico obtenida estuvo por encima del límite máximo establecido en la norma de agua potable, y, además, se identificó olor a residuos. Para la fase 2 (lluvia), en este mismo punto se detectaron concentraciones muy elevadas de DBO y DQO, así como valores bajos de pH, lo que puede indicar una contaminación puntual por una descarga (puede ser de tipo industrial o doméstico).

En la **Tabla 2** se resumen los parámetros que se encontraron con alteraciones en punto A.1.

Tabla 2. Parámetros alterados en el punto A.1.

Periodo	F1*	F2 ¹
Fecha de toma	18/04/2024	26/06/2024
pH (upH)	7,8	5,8
DBO5 (mg/l)	14,3	1.624
DQO (mg/l)	30	2.608
Arsénico (mg/l)	0,248	0,0058
Olor	Residuos	Sin olor
Color	No	Marrón
Apariencia	Normal	Turbia

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos de los muestreos.

Con la idea de presentar de forma más resumida y objetiva cual es la condición de calidad de los cuerpos de agua estudiados, se ha utilizado la herramienta denominada Índices de Calidad del

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

Agua (ICA), los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 3**. Como se aprecia, a pesar de las alteraciones detectadas en algunos de los parámetros medidos, según el ICA calculado, los cuerpos de agua registran valores que los categorizan como de calidad buena a media (regular), definiéndose como buena la que pudiera ser aplicable para distintos usos y presentar posibilidades de que prevalezca diversidad acuática, y como regular, aquellas donde se pudieran presentar posibles crecimientos de algas, disminución de OD, entre otros. El mínimo valor obtenido correspondió justamente al punto A.1.

Tabla 3. Valores de ICA obtenidos para los puntos monitoreados en la subcuenca Guacerique.

Punto	F1 (sequía)	F2 (lluvia)
A.1	66	64
A.2	84	72
A.2.1	85	76
A.3	78	65
A.4	76	70

Fuente: elaboración propia.

De los resultados de los muestreos de calidad del agua se desprenden algunas consideraciones que vale la pena resaltar:

- Todos los cuerpos de agua presentan una marcada relación entre la estacionalidad y los valores de turbiedad y color, de esta manera, en la fase de lluvia, las aguas mostraron apariencia turbia y color marrón. Todos los valores se incrementaron hasta 100 veces, respecto a la fase seca, obteniéndose mediciones de color entre 100 y 135 UPt. Co y de turbiedad entre 62 y 367 UNT, correspondiendo este último al punto A.1. Aunque la turbiedad y el color son parámetros considerados sólo como indicadores de la calidad organoléptica del agua, para lograr obtener valores conforme a los máximos permisibles establecidos en las normas de agua potable, es necesaria la utilización de grandes cantidades de sustancias químicas en el proceso de potabilización, lo que se traduce en incremento de los costos de tratamiento. El arrastre de sedimentos producto de los procesos erosivos en las subcuencas parecen la causa principal de esta alteración.
- En todos los cuerpos de agua se detectaron concentraciones elevadas de hierro, con un pico muy elevado en el punto A.1 de 12,3 mg/l. El hierro, al igual que la turbiedad y el color, presenta principalmente alteraciones organolépticas en el agua y ello trae asociado la implementación de procesos adicionales en la planta para lograr su remoción. La presencia de este elemento esta relacionada con la litología de la subcuenca.
- Para la fase 2 (lluvia) se verifica aporte de nutrientes (nitrógeno y fósforo) desde los tributarios hacia el embalse los laureles, muy probablemente por efectos antrópicos como la descarga de aguas residuales sin tratamiento y el arrastre de fertilizantes.
- Aunque los resultados de los análisis de plaguicidas organoclorados y fosforados mostraron que todas las sustancias analizadas se encontraron por debajo del Nivel Mínimo Detectable (NMD), no se puede concluir sobre la presencia o no de sustancias

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

plaguicidas, en primer lugar, porque no se han encontrado antecedentes de mediciones históricas de las mismas, en segundo, porque lo que si existe es evidencia de que en la zona se desarrolla de manera intensiva la agricultura, especialmente en la subcuenca media y alta. De esta manera, según entrevista realizada a pobladores de la zona, específicamente en la comunidad de Yerba Buena, ubicada en la naciente de la subcuenca Guacerique cercana al punto A.2.1, los mismos indicaron que, para la producción de los distintos rubros, se realiza la preparación del terreno con quemas controladas, abonado con Gallinaza y el uso intensivo de fertilizantes y fumigación. En la misma línea, el uso activo de la subcuenca para el mantenimiento del ganado, el cual es fumigado con productos como ivermectina, fue observada en el punto A.3.

En este mismo orden de ideas, esta consultora recomienda realizar un programa de muestreo más amplio para los plaguicidas, por ejemplo, una (1) vez por mes durante un periodo mínimo de un (1) año. El muestreo debe incluir no sólo los plaguicidas organoclorados y fosforados que se midieron, es fundamental ampliar la cantidad de parámetros, incluyendo compuestos más específicos, es decir, los componentes activos de los productos de mayor frecuencia de uso en la zona. Al respecto, con algunas imágenes obtenidas de los relevamientos, se realizó un listado de sustancias con sus correspondientes principios activos, las cuales se recomienda tener en consideración para futuros análisis, el listado se incluye en el ANEXO-R1.01-9, del documento C553-GU2-MD-GE-DC-101.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.**6. SUBCUENCA SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE**

En el desarrollo de las visitas de relevamiento, no se identificaron instalaciones industriales, así como tampoco instalaciones masivas, por lo que se evidencia que la mayoría de población es rural de tipo agrícola. No obstante, se resumen lo detectado como posible fuente de contaminación:

6.1. CONTAMINACIÓN TIPO SÓLIDO

En las visitas de inspección realizadas en esta subcuenca, se registra la quema traspatio de los residuos de carácter inorgánico, pues los residuos de tipo orgánico son en su mayoría reutilizados para la alimentación de animales propios tales como gallinas, cerdos o ganado, tal como se evidencia en la Figura 4.



Figura 4. Sitio de quema de residuos en la subcuenca S.J de Río Grande

Fuente: Elaboración propia

La quema traspatio de residuos conlleva afectaciones tanto a la salud de los habitantes, como a la atmósfera.

6.2. CONTAMINACIÓN POR EFLUENTES Y DESCARGAS LÍQUIDAS

Durante las visitas realizadas a las comunidades se identifica la presencia mayoritaria del sistema de letrinas húmedas o secas (Figura 5). Al ser comunidades eminentemente rurales, no cuentan con sistemas como fosa séptica. Las letrinas húmedas pueden generar infiltración de aguas en el suelo y producir contaminación si no son gestionadas adecuadamente.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.



Figura 5. Letrinas identificadas en subcuenca S.J. de río Grande

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

Las aguas grises son en su mayoría vertidas directamente en las calles o al suelo, existen casos en donde se reutilizan para riego interno de las viviendas.

En el mapa C553-GU2-MP-AB-DC-124 se presentan los puntos identificados como contaminantes, relacionados principalmente con disposición de desechos sólidos (basurales y quema).

Respecto a los análisis de calidad del agua, no se detectaron alteraciones que resaltar en ninguno de los puntos, con excepción de las concentraciones de aluminio, que en los puntos B.1, B.2 y B.3, se encontraron por encima del VMA establecido en la norma técnica, lo que también debe ser considerado en su uso para consumo, en la fase 2 (lluvia) los valores se duplicaron.

Al igual que en la subcuenca Guacerique, se calculó el Índice de Calidad del agua (ICA) para cada uno de los puntos muestreados.

Los valores obtenidos se resumen en la **Tabla 4**, dado que las características físicas, químicas y microbiológicas fueron mejores que para los puntos de la subcuenca Guacerique, todos los puntos resultaron con una calificación para el ICA que los categoriza como agua de buena calidad, con excepción del punto B.3 en la fase 2 (lluvia), que se ubicó en el rango de media/regular, en este resultado influyeron los parámetros de turbiedad (69,5 UNT) y

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.

coliformes fecales (920 NMP/100 ml), porque en este punto fue donde se presentaron con mayor alteración.

Tabla 4. Valores de ICA obtenidos para los puntos monitoreados en la subcuenca San José de Río Grande.

Punto	F1 (sequía)	F2 (lluvia)
B.1	80	-
B.2	80	74
B.3	83	65
B.4	-	80

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, son de aplicación las consideraciones resaltadas sobre los muestreos de calidad para la subcuenca Guacerique en el punto 5.2.

7. ACLARACIONES.

Respecto al análisis de Pareto, según los TDR, el mismo se solicita de forma idéntica en las actividades: R1.04 y R2.01, por lo cual será presentado como parte de los documentos que conforman la actividad R1.04 del producto 2.



**PROYECTO PARA FORTALECER LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE DE TEGUCIGALPA
P170469-CR. IDA-6460-HN**

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE
Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
REFERENCIA HN-AMDC-139447-CS-QCBS**

CONTRATO No.CF-006-IDA6460-HN-AMDC-2023

**R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A
MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO)
PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR
C553-GU2-MD-CA-DC-304**

FECHA DE EMISIÓN: 28/08/2024

REVISIÓN: 02





“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

PLANILLA – INFORME DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE R2.01: IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) – PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

FECHA DE LA FIRMA DE CONTRATO	26/01/2024
ORDEN DE INICIO	15/02/2024
FECHA DE ENTREGA	28/08/24 REV2
LOCALIDAD	SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
TAREAS DESARROLLADAS	SE REVISARON Y ANALIZARON LOS PARAMETROS MONITOREADOS EN LOS PUNTOS HISTORICOS EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO Y EN LOS EMBALSES LOS LAURELES Y LA CONCEPCIÓN. SE PROPONEN LOS PARAMETROS A MEDIR POR LA CONSULTORA EN LOS MUESTREOS PLANIFICADOS.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. ALCANCE	5
3. OBJETIVO	5
4. SUBCUENCA GUACERIQUE	5
4.1. ANTECEDENTES DE PARAMETROS MONITOREADOS EN LA SUBCUENCA.....	5
5. SUBCUENCA S.J DE RÍO GRANDE	6
5.1. ANTECEDENTES DE PARAMETROS MONITOREADOS EN LA SUBCUENCA.....	6
6. ANTECEDENTES DE PARAMETROS MONITOREADOS EN LOS EMBALSES LOS LAURELES Y LA CONCEPCION.....	7
7. PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS MONITOREADOS EN EL MARCO DE ESTA CONSULTORÍA EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO.....	9
8. RECOMENDACIÓN DE PARÁMETROS DE MONITOREO A IMPLEMENTAR POR LA UMAPS.....	12

TABLAS

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos monitoreados históricamente en los puntos de la subcuenca Guacerique.....	6
Tabla 3. Parámetros físicos y químicos monitoreados históricamente en los puntos de la subcuenca San José de Río Grande.	6
Tabla 4. Metales pesados monitoreados históricamente en los puntos de la subcuenca San José de Río Grande.	7
Tabla 5. Parámetros Microbiológicos monitoreados históricamente en los puntos de la subcuenca San José de Río Grande.....	7
Tabla 6. Parámetros físicos y químicos muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.....	8
Tabla 7. Parámetros Microbiológicos muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.	8
Tabla 8. Metales pesados muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción. .	9
Tabla 9. Parámetros de laboratorio medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción.....	10
Tabla 10. Plaguicidas medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción. (Fase 1)	10
Tabla 11. Plaguicidas medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción. (Fase 2)	11
Tabla 12. Análisis de sedimentos realizados en embalse Los Laureles y la Concepción en Fase 1 ...	12
Tabla 13. Análisis adicionales realizados en la Fase 2.....	12



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de fortalecer el proceso de transferencia del sistema de agua y alcantarillado sanitario para la ciudad de Tegucigalpa, el Gobierno de Honduras, junto con la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) y el apoyo financiero del Banco Mundial (BM), han creado el Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”.

El Proyecto propuesto constituirá la primera fase de un programa a largo plazo para respaldar la implementación de la Ley Marco y la mejora de los servicios de AAS en la capital de la nación de una manera financiera y ambientalmente sostenible. Para este fin, apoyará el establecimiento de un nuevo proveedor de servicios municipal en Tegucigalpa, llamado Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento del Distrito Central (UMAPS) y se enfocará en resolver problemas críticos en los sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AAS) de la ciudad.

En el desarrollo del proyecto se ejecuta la presente consultoría, que tiene como objeto evaluar a las subcuencas del río Guacerique y San José Río Grande a nivel de los distintos tipos de contaminación (por agentes fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos), debido a que estas subcuencas drenan en los embalses principales que abastecen de agua a las plantas potabilizadoras los Laureles y la Concepción para su tratamiento y distribución al Distrito Central.

Con el fin de que el sistema de monitoreo a proponer evidencie la situación real de cada una de las subcuencas, se hace necesario proponer la medición de parámetros que determinen el estado de calidad de agua en los cursos de agua, así como parámetros adicionales relacionados con los tipos de contaminación identificados en las visitas (agrícola, residencial).

Estos análisis incluyen la medición de parámetros insitu en los puntos elegidos para ambas subcuencas, dentro de los que están la temperatura ambiente y del agua, pH, Conductividad, Potencial redox, Oxígeno Disuelto, Sólidos Disueltos Totales, olor, color, apariencia y transparencia de Secchi.

Por otra parte, se plantean parámetros que se evalúan en laboratorio que involucran mediciones de materia orgánica (DBO₅, DQO), nitrógeno en todas sus formas (NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, NTK) fosfatos, coliformes, sólidos suspendidos totales, entre otros.

En los embalses se plantea realizar perfiles de Oxígeno Disuelto, pH, Potencial redox, temperatura y conductividad en la columna de agua en los tres puntos planificados (cola, centro y cortina), así como también análisis de fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y clorofila a.

También se prevé la necesidad de medición de metales pesados y nutrientes (nitrógeno y fósforo total) en los sedimentos.

Otros análisis que se ha previsto realizar es el de los plaguicidas, dado el carácter fuertemente agrícola que existe en la parte media y alta de las subcuencas en estudio.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

2. ALCANCE

El sistema a desarrollar es el especificado en los términos de referencia (TdR), correspondientes a la **“CONSULTORÍA ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE” DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS)**, la cual forma parte del Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”, Componente 2, Subcomponente 2.3: “Desarrollar herramientas para mejorar la gestión de las cuencas hidrográficas y la resiliencia climática”, específicamente lo relativo al “Apoyo en el diseño de una red de monitoreo de la calidad de las aguas en las subcuencas de Guacerique y San José de Río Grande”; éste se concretará con mayor detalle lo relativo a la mejora de la calidad de las aguas residuales y desechos sólidos.

Los trabajos de esta consultoría se dividen en tres (3) líneas o resultados: (i) el diseño de soluciones de mejora de la calidad del agua servida; (ii) diseño e implementación de una red de monitoreo de la calidad del agua; y (iii) proponer lineamientos para fortalecer la parte: legal, institucional y social en torno a la problemática de la calidad del agua.

3. OBJETIVO

El presente documento contiene el desarrollo de la **Actividad R2.01. Identificación de los problemas a monitorear**, cuyos objetivos son:

- Identificar los principales problemas de contaminación generada por vertidos y desechos sólidos.
- Elaborar un diagnóstico del estado actual del monitoreo; seleccionar los puntos a monitorear de acuerdo con la identificación de los principales problemas de contaminación; así mismo validar los puntos de muestreo que actualmente han estado tomando los responsables del co- manejo y uso del agua.
- Realizar un diagnóstico de las limitaciones y capacidades técnicas y tecnológicas instaladas, para desarrollar un sistema automatizado del control de contaminación.

Específicamente se presentan los **Parámetros Contaminantes a Monitorear**, aquellos que inciden directamente en la contaminación de la subcuenca y aquellos especiales (tales como los metales pesados), además de físico-químicos y biológicos, a realizarse en el transcurso de la presente consultoría y que deberán ser monitoreados posteriormente (en los afluentes de ambas subcuencas).

4. SUBCUENCA GUACERIQUE

4.1. ANTECEDENTES DE PARAMETROS MONITOREADOS EN LA SUBCUENCA

De acuerdo con la información suministrada por personal técnico de la Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento (UMAPS), los parámetros monitoreados en los puntos de la subcuenca Guacerique son los que se resumen en la **Tabla 1**.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

En esta subcuenca, todos los parámetros fueron medidos sistemáticamente en el periodo 2002-2021, con excepción de la DBO y la DQO, cuyas mediciones fueron intermitentes.

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos monitoreados históricamente en los puntos de la subcuenca Guacerique

Análisis Químicos	Unidades
Hierro	mg/L
Magnesio	mg/L
Nitritos	mg/L
Nitratos	mg/L
orto-Fosfatos	mg/L
Materia Orgánica	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

5. SUBCUENCA S.J DE RÍO GRANDE

5.1. ANTECEDENTES DE PARAMETROS MONITOREADOS EN LA SUBCUENCA

Para los puntos monitoreados en la subcuenca San José de Río Grande, la cantidad de parámetros que se analizaron fue mayor (**Tabla 2**), pero los muestreos fueron intermitentes en el periodo 2006 a 2020, también se verificó que los puntos fueron cambiados o se incorporaron otros. En ningún caso se pudieron obtener las coordenadas de ubicación.

Algunos metales como el aluminio, hierro y manganeso también fueron analizados, pero de forma esporádica (**Tabla 3**).

Tabla 2. Parámetros físicos y químicos monitoreados históricamente en los puntos de la subcuenca San José de Río Grande.

Análisis Físicos	Unidades
Color	(UC)
Turbiedad	UNT
Temperatura	°C
Conductividad	µS/cm
Sólidos Suspendidos	mg/L
Sólidos Totales	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	mg/L
Análisis Químicos	Unidades
pH	UpH
Alcalinidad	mg/L
Dureza Total	mg/L
Dureza de magnesio	mg/L
Dureza de Calcio	mg/L
Calcio	mg/L
Magnesio	mg/L
Carbonatos (CO ₃)	mg/L

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

Bicarbonatos (HCO ₃)	mg/L
Hidroxilo (OH)	mg/L
Cloruros	mg/L
Sulfatos	mg/L
Nitrógeno amoniacal	mg/L
Nitritos	mg/L
Nitratos	mg/L
Fosforo	mg/L
orto-Fosfatos	mg/L
Materia Orgánica	mg/L
Oxígeno Disuelto	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	mg/L

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

Tabla 3. Metales pesados monitoreados históricamente en los puntos de la subcuenca San José de Río Grande.

Metales Pesados	Unidades
Aluminio	mg/L
Hierro	mg/L
Manganeso	mg/L

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

En cuanto a las características microbiológicas, los parámetros medidos se presentan en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Parámetros Microbiológicos monitoreados históricamente en los puntos de la subcuenca San José de Río Grande.

Análisis Microbiológicos	Unidades
Coliformes totales	UFC/100mL
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL
Escherichia Coli	A/P

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

6. ANTECEDENTES DE PARAMETROS MONITOREADOS EN LOS EMBALSES LOS LAURELES Y LA CONCEPCION

En referencia a los parámetros monitoreados en los Embalses los Laureles y la Concepción, de la información suministrada por la UMAPS, se extrajo que los análisis realizados en el periodo 2002-2024 y 2000-2023 respectivamente, son los que se presentan en la **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7**.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.
Tabla 5. Parámetros físicos y químicos muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.

Análisis Físicos	Unidades
Color	(UC)
Turbiedad	UNT
Temperatura	°C
Conductividad	µS/cm
Sólidos Suspendidos	mg/L
Sólidos Totales	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	mg/L
Sólidos sedimentables	ml/L
Análisis Químicos	Unidades
pH	UpH
Alcalinidad	mg/L
Dureza Total	mg/L
Dureza de magnesio	mg/L
Dureza de Calcio	mg/L
Calcio	mg/L
Magnesio	mg/L
Carbonatos (CO ₃)	mg/L
Bicarbonatos (HCO ₃)	mg/L
Hidroxilo (OH)	mg/L
Cloruros	mg/L
Sulfatos	mg/L
Nitrógeno amoniacal	mg/L
Nitritos	mg/L
Nitratos	mg/L
Fosforo	mg/L
orto-Fosfatos	mg/L
Materia Orgánica	mg/L
Dióxido de carbono (CO ₂)	mg/L
Oxígeno Disuelto	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	mg/L

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

De los parámetros microbiológicos presentados en la **Tabla 6**, las bacterias relacionadas con Hierro y las reductoras de sulfato fueron analizadas en cinco (5) muestreos para los Laureles y en dos (2) para la Concepción en todo el periodo revisado.

Tabla 6. Parámetros Microbiológicos muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.

Análisis Microbiológicos	Unidades
Heterotróficos totales	UFC/mL
Coliformes totales	UFC/100mL
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL
Escherichia Coli	A/P
Clorofila	mg/m ³

**R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS
 CONTAMINANTES A MONITOREAR.**

Bacterias relacionadas con Hierro	UFC/mL
Bacterias reductoras de Sulfato	UFC/mL

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

Los metales pesados que fueron medidos con mayor frecuencia son el aluminio, hierro y manganeso. Se verificó el análisis de Mercurio, Arsénico y Cobre en el año 2020 en el Embalse los Laureles.

Tabla 7. Metales pesados muestreados históricamente en el Embalse los Laureles y la Concepción.

Metales Pesados	Unidades
Aluminio	mg/L
Plomo	mg/L
Mercurio	mg/L
Arsénico	mg/L
Cobre	mg/L
Hierro	mg/L
Manganeso	mg/L
Potasio	mg/L
Sodio	mg/L
Cadmio	mg/L
Flúor	mg/L

Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por la UMAPS.

Adicionalmente, la revisión de antecedentes permitió confirmar que se realizan perfiles de temperatura, pH, Oxígeno Disuelto y Conductividad en la columna de agua de los tres (3) puntos históricamente monitoreados, cortina, cola y centro.

Así mismo, se recibió información de análisis de fitoplancton y zooplancton realizados en algunos años.

7. PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS MONITOREADOS EN EL MARCO DE ESTA CONSULTORÍA EN LAS SUBCUENCAS EN ESTUDIO.

Sobre la base de la información histórica de monitoreo suministrada por la UMAPS, lo solicitado en los TdR y la experiencia de la consultora, en las tablas siguientes se resumen los parámetros que fueron monitoreados por esta consultoría en los dos (2) muestreos planificados y ejecutados, los cuales se realizaron uno en la época seca (16 al 19 de abril) y el otro en el periodo lluvioso (24 de junio al 01 de julio), los resultados obtenidos y su análisis se presentan con detalle en los documentos C553-GU2-MD-GE-DC-101 y C553-GU2-MD-GE-DC-104.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

Tabla 8. Parámetros de laboratorio medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción.

Parámetro	Unidades	Método de análisis
Aceites y Grasas	mg/L	ME 5520 D
Alcalinidad Total	mg/L	ME 2320 B
Aluminio	mg/L Al	ME 3500 Al
Amonio	mg/L N-NH ₄	ME 4500 NH ₃ B, C
Arsénico	mg/L As	ME 416/3
BDO5	mg/L DBO ₅	ME 5210-B
Cadmio	mg/L Cd	ME 241/2 E
Calcio	mg/L Ca	ME 3500 Ca-B
Cobre	mg/L Cu	ME 8506
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	ME 9221 E
Coliformes Totales	NMP/100 ml	ME 9221 B
Color Verdadero	UPtCo	ME 2120 C
Detergente	mg/L LAS	ME 5540 C
DQO	mg/L O ₂	ME 5220-D
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	ME 2340 C
Fosfatos	mg/L PO ₄	ME 4500-P C
Fosforo Total	mg/L P	ME 4500-P C
Hierro	mg/L Fe	ME 3500 Fe-B
Magnesio	mg/L Mg	ME 3500 Mg-B
Manganeso	mg/L Mn	ME 3500 Mn-B
Nitratos	mg/L N-NO ₃	ME 4500-NO ₃ E
Nitritos	mg/L N-NO ₂	ME 4500 NO ₂ B
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N-NH ₃	ME 4500-NH ₃ B,C
Nitrógeno Total (NTK)	mg/L N	EPA ASN 3512
Plomo	mg/L Pb	ME 241/2 E
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	ME 2540 D
Sulfatos	mg/L SO ₄ ²⁻	ME 4500 SIO ₄ ²⁻ E
Turbiedad	NTU	ME 2130 B
Zinc	mg/L Zn	ME 254/2 E

Fuente: Elaboración propia.

En la fase 2 se añadió a los parámetros ya establecidos en la fase 1 (Tabla 8) la medición de fósforo filtrado (mg/L) y Materia Orgánica (mg/L)).

Tabla 9. Plaguicidas medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción. (Fase 1)

Sustancia	Nivel Mínimo Detectable (NMD)	Unidades
HCB	0.0004	mg/L
Aldrin	0.0008	mg/L
BHC	0.0004	mg/L
Clordano y Metabolitos	0.0029	mg/L
DDT y Metabolitos	0.0005	mg/L
Diazinon	0.034	µg/L
Diclorvos	0.304	µg/L
Dieldrin	0.0016	mg/L
Endosulfan	0.0001	mg/L
Endrin	0.0036	mg/L

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

Ethion	0.0525	µg/L
Fenitrothion	0.09635	µg/L
Heptaclor y H. epoxi	0.0012	mg/L
Lindano	0.0006	mg/L
Malathion	0.128	µg/L
Methyl Parathion	0.05	µg/L
Ronnel	0.069	µg/L

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Plaguicidas medidos en los puntos seleccionados en las subcuencas en estudio y en los Embalses los Laureles y la Concepción. (Fase 2)

Sustancia	Límite de cuantificación	Unidades
alfa-BHC	0.020	µg/L
gamma-BHC	0.024	µg/L
beta-BHC	0.022	µg/L
Heptacloro	0.022	µg/L
delta-BHC	0.026	µg/L
Aldrin	0.019	µg/L
Heptacloro epoxido	0.020	µg/L
gamma-Clordano	0.020	µg/L
alfa-Clordano	0.020	µg/L
Endosulfan 1	0.020	µg/L
4,4-DDE	0.020	µg/L
Dieldrin	0.020	µg/L
Endrin	0.025	µg/L
4,4-DDD	0.022	µg/L
Endosulfan 2	0.022	µg/L
4,4-DDT	0.029	µg/L
Endrin Aldehido	0.024	µg/L
Endosulfan sulfato	0.033	µg/L
Metoxicloro	0.033	µg/L
Endrin Cetona	0.037	µg/L

Fuente: Elaboración propia.

En todos los puntos se realizaron análisis en campo de temperatura ambiente y del agua, pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Sólidos Disueltos Totales, olor, color, apariencia y transparencia de Secchi, para la fase 2 (lluvia) se agregó la medición de potencial redox.

En los embalses se realizaron perfiles de Oxígeno Disuelto, pH, temperatura y conductividad en la columna de agua en los tres puntos planificados (cola, centro y cortina), así como también análisis de fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y clorofila a.

Adicionalmente, se planificó el análisis de los sedimentos de los parámetros indicados en la Tabla 11.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.
Tabla 11. Análisis de sedimentos realizados en embalse Los Laureles y la Concepción en Fase 1

Análisis	Unidades	Método de Análisis
Aluminio	mg/kg Al	ME 3500 Al
Cobre	mg/kg Cu	ME 8506
Hierro	mg/kg Fe	ME 3500 Fe-B
Materia Orgánica	mg/kg	ME 2540 E
Manganeso	mg/kg Mn	ME 3500 Mn-B
Plomo	mg/kg Pb	ME 241/2 E
Cadmio	mg/kg Cd	ME 241/2 E
Arsénico	mg/kg As	ME 416/3
Zinc	mg/kg Zn	ME 254/2 E

Fuente: Elaboración propia

Para la segunda fase (lluvia), a los parámetros incluidos en la Tabla 11 se les agrega el análisis de Nitrógeno y Fósforo total (Tabla 12).

Tabla 12. Análisis adicionales realizados en la Fase 2

Análisis	Unidades	Método de Análisis
Nitrógeno Total	mg/kg N	EPA ASN 3512
Fósforo Total	mg/kg P	Me 4500-P C

8. RECOMENDACIÓN DE PARÁMETROS DE MONITOREO A IMPLEMENTAR POR LA UMAPS

Tomando en consideración los parámetros monitoreados en el área de estudio, tanto en el histórico revisado, como en el programa de monitoreo ejecutado por esta consultoría, se recomienda:

- **Monitoreo en las subcuencas:** Mantener el monitoreo sistemático, que obedezca a un plan anual de captación de muestras, con una frecuencia trimestral, donde se midan parámetros in situ (temperatura ambiente y del agua, pH, potencial redox, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Solidos Disueltos Totales, olor, color, apariencia), se capten muestras para laboratorio para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos completos (ver Tabla 8), y, adicionalmente, se realicen análisis de sedimentos y de plaguicidas al menos una (1) vez al año.
- **Monitoreo en los embalses:** Mantener el monitoreo sistemático, que obedezca a un plan anual de captación de muestras, con una frecuencia mensual (en los puntos cola, centro y cortina), donde se midan:
 - Parámetros in situ (temperatura ambiente y del agua, pH, potencial redox, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Solidos Disueltos Totales, olor, color, apariencia y transparencia de Secchi).
 - Se realicen perfiles de Oxígeno Disuelto, pH, potencial redox, temperatura y conductividad en la columna de agua.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - PARÁMETROS CONTAMINANTES A MONITOREAR.

- Se capten muestras para laboratorio para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos completos (ver Tabla 8), así como también análisis de fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y clorofila a.
- Implementar un sistema de monitoreo remoto, con transmisión de datos en tiempo real, donde se midan los siguientes parámetros: pH/ORP, temperatura, conductividad eléctrica y Sólidos Disueltos Totales (por derivación de la conductividad), Oxígeno Disuelto (OD), Nitratos, Clorofila a (por fluorescencia) y Ficocianina (por fluorescencia), la ficocianina es un pigmento natural que aparece en las algas verde/azuladas.
- Adicionalmente, se recomienda realizar análisis de plaguicidas al menos una (1) vez al año y captación y análisis de muestras de sedimentos.



**PROYECTO PARA FORTALECER LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE DE TEGUCIGALPA
P170469-CR. IDA-6460-HN**

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE
GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
REFERENCIA HN-AMDC-139447-CS-QCBS**

CONTRATO No.CF-006-IDA6460-HN-AMDC-2023

**R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A
MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO)**

**IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL
MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**

C553-GU2-MD-RS-DC-305

FECHA DE EMISIÓN: 28/08/2024

REVISIÓN: 02





“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

PLANILLA – INFORME DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE R2.01: IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) – IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

FECHA DE LA FIRMA DE CONTRATO	26/01/2024
ORDEN DE INICIO	15/02/2024
FECHA DE ENTREGA	28/08/2024 REV2
LOCALIDAD	SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
TAREAS DESARROLLADAS	RELEVAMIENTO DE INSTALACIONES DE DISPOSICIÓN DE DESECHOS EN LAS UNIDADES MILITARES RELEVAMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN PARTE BAJA, MEDIA Y ALTA DE LAS SUB CUENCAS GUACERIQUE Y S.J. DE RÍO GRANDE

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ALCANCE	5
3. OBJETIVO	6
4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	6
4.1. RESIDUOS CONTAMINANTES EN LAS SUBCUENCAS	6
4.2. MARCO LEGAL	7
4.2.1. <i>Problemática relacionada con la normativa</i>	8
4.3. SUBCUENCA GUACERIQUE	9
4.3.1. <i>Gestión actual – antecedentes</i>	9
4.3.2. <i>Visitas de campo</i>	11
4.3.3. <i>Análisis de datos</i>	28
4.3.4. <i>Conclusiones</i>	32
4.4. SUBCUENCA S.J. DE RÍO GRANDE	32
4.4.1. <i>Gestión actual – antecedentes</i>	32
4.4.2. <i>Visitas de campo</i>	33
4.4.3. <i>Análisis de datos</i>	34
4.4.4. <i>Conclusiones</i>	35
5. RESIDUOS GENERADOS Y PROYECTADOS	36
6. PLAN DE MANEJO	38
7. CONCLUSIONES	38
8. BIBLIOGRAFÍA	38

FIGURAS

Figura 1. Actividades principales sobre las cuencas en estudio	6
Figura 2. Normatividad asociada a la gestión de residuos a nivel nacional	7
Figura 3. Tipos de disposición de residuos por aldea en la Subcuenca Guacerique (Censo 2001)	11
Figura 4. Camión recolector del tren de aseo en la zona urbana de la subcuenca baja Guacerique	12
Figura 5. Basurales identificados en la subcuenca baja del Guacerique	13
Figura 6. Basurales identificados en la subcuenca media y alta del Guacerique	14
Figura 7. Almacenamiento temporal de desechos en industria	15
Figura 8. Residuos (tipo chatarra) al aire libre en la escuela técnica del ejercito	16
Figura 9. Contenedor de residuos en escuela técnica del ejercito	16
Figura 10. Sitio de almacenamiento de residuos en el Cuartel general del ejercito	17
Figura 11. Sitio de quema de residuos en el cuartel general	18
Figura 12. Almacenamiento de residuos en la Industria militar	19
Figura 13. Quema de desechos en industria militar	19
Figura 14. Disposición de chatarra en industria militar	20
Figura 15. Almacenamiento de residuos ordinarios y peligrosos	21
Figura 16. Disposición de chatarra en el hospital militar	21

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Figura 17. Acumulación de residuos hospitalarios	21
Figura 18. Contenedor metálico en el CALLFA y chatarra alrededor	22
Figura 19. Contenedores denominados "basureros" ubicados en las unidades.....	23
Figura 20. Presencia de chatarra en el CALLFA	23
Figura 21. Almacenamiento de residuos en el primer batallón de infantería	24
Figura 22. Vista de apertura de puertas en el sitio de almacenamiento.....	25
Figura 23. Presencia de chatarra en el primer batallón de infantería	25
Figura 24. Punto ecológico y contenedor en la Universidad de defensa.....	26
Figura 25. Almacenamiento temporal de residuos	27
Figura 26. Material con asbesto al aire libre.....	28
Figura 27. Tipos de disposición de residuos sólidos en subcuenca Guacerique.....	29
Figura 28. Porcentaje de disposición al aire libre en unidades militares.....	30
Figura 29. Porcentaje de quema en unidades militares	31
Figura 30. Presencia de chatarra en unidades militares	31
Figura 31. Tipos de disposición de residuos por aldea en la Subcuenca S.J. de río Grande (Censo 2001)	33
Figura 32. Sitio de quema de residuos en la subcuenca S.J de Río Grande	34
Figura 33. Tipos de disposición de residuos sólidos en subcuenca S.J. de río Grande	35
Figura 34. Composición de los residuos en Honduras	36

MAPAS

C553-GU2-MP-RS-DC-300	ANTECEDENTES - ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (CENSO 2001)
C553-GU2-MP-RS-DC-301	COBERTURA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
C553-GU2-MP-AB-DC-302	PUNTOS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS UNIDADES MILITARES
C553-GU2-MP-RS-DC-303	BASURALES DE CENTROS POBLADOS
C553-GU2-MP-RS-DC-304	PUNTOS DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de fortalecer el proceso de transferencia del sistema de agua y alcantarillado sanitario para la ciudad de Tegucigalpa, el Gobierno de Honduras, junto con la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) y el apoyo financiero del Banco Mundial (BM), han creado el Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”.

El Proyecto propuesto constituirá la primera fase de un programa a largo plazo para respaldar la implementación de la Ley Marco y la mejora de los servicios de AAS en la capital de la nación de una manera financiera y ambientalmente sostenible. Para este fin, apoyará el establecimiento de un nuevo proveedor de servicios municipal en Tegucigalpa, llamado Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento del Distrito Central (UMAPS) y se enfocará en resolver problemas críticos en los sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AAS) de la ciudad.

En el desarrollo del proyecto se ejecuta la presente consultoría, que tiene como objeto evaluar a las subcuencas del río Guacerique y San José Río Grande a nivel de los distintos tipos de contaminación (por agentes químicos, biológicos y físicos), debido a que estas subcuencas drenan en los embalses principales que abastecen de agua a las plantas para su posterior tratamiento y distribución al Distrito Central.

Parte de la contaminación presente en las subcuencas del Guacerique y Río Grande esta originada por la disposición inadecuada de los desechos sólidos que son arrastrados por las corrientes hasta los cuerpos hídricos y por ende a los embalses, lo que aumenta los costos de remoción y tratamiento del agua. En este producto se realiza un análisis de la gestión de residuos en ambas subcuencas, a través de la revisión de antecedentes, visitas de campo y entrevistas con el personal de la GAM (Gerencia de Aseo Municipal) que arrojan como resultado una gestión débil y casi inexistente de los desechos sólidos a nivel rural, militar e industrial.

La información obtenida de los relevamientos y la investigación con respecto al estado de la gestión de residuos, será el insumo principal para la elaboración de los planes de manejo de residuos en ambas subcuencas presentado en la sección R1.06.

2. ALCANCE

El sistema a desarrollar es el especificado en los términos de referencia (TdR), correspondientes a la **“CONSULTORÍA ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE” DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS)**, la cual forma parte del Proyecto “Fortalecimiento de los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa”, Componente 2, Subcomponente 2.3: “Desarrollar herramientas para mejorar la gestión de las cuencas hidrográficas y la resiliencia climática”, específicamente lo relativo al “Apoyo en el diseño de una red de monitoreo de la calidad de las aguas en las subcuencas de Guacerique y San José de Río Grande”; éste se concretará con mayor detalle lo relativo a la mejora de la calidad de las aguas residuales y desechos sólidos.

Los trabajos de esta consultoría se dividen en tres (3) líneas o resultados: (i) el diseño de soluciones de mejora de la calidad del agua servida; (ii) diseño e implementación de una red de monitoreo de la calidad del agua; y (iii) proponer lineamientos para fortalecer la parte: legal, institucional y social en torno a la problemática de la calidad del agua.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

3. OBJETIVO

El presente documento contiene el desarrollo de la **Actividad R2.01. Identificación de los problemas a monitorear**, cuyos objetivos son:

- Identificar los principales problemas de contaminación generada por vertidos y desechos sólidos.
- Elaborar un diagnóstico del estado actual del monitoreo; seleccionar los puntos a monitorear de acuerdo con la identificación de los principales problemas de contaminación; así mismo validar los puntos de muestreo que actualmente han estado tomando los responsables del co- manejo y uso del agua.
- Realizar un diagnóstico de las limitaciones y capacidades técnicas y tecnológicas instaladas, para desarrollar un sistema automatizado del control de contaminación.

Específicamente se presentan la Identificación de problemas asociados al manejo de los Desechos Sólidos para ambas subcuencas.

4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

4.1. RESIDUOS CONTAMINANTES EN LAS SUBCUENCAS

De acuerdo con lo reportado en el documento **C553-GU2-MD-GE-DC-101**, los principales usos por subcuenca se presentan en la Figura 1, estos usos tienen asociado la generación de determinados tipos de residuos sólidos.

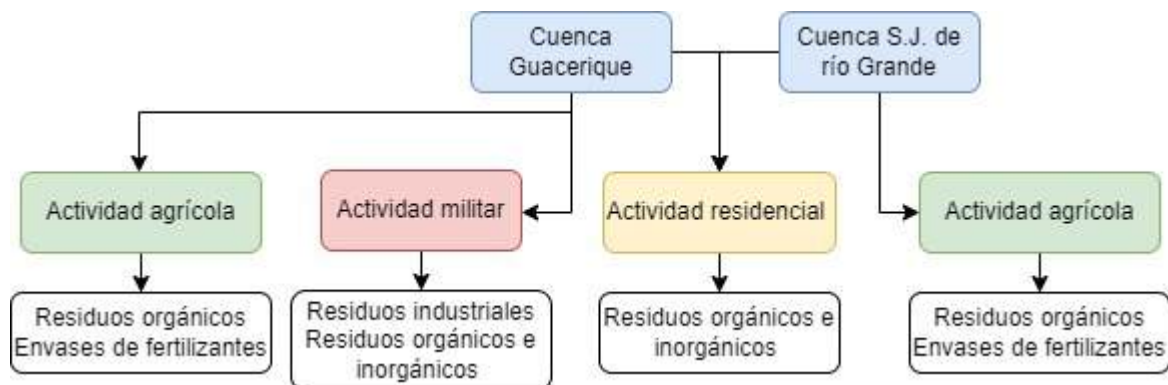


Figura 1. Actividades principales sobre las cuencas en estudio

En primera instancia, se encuentran los residuos ordinarios, generados en las actividades regulares de la vivienda, compuestos por residuos orgánicos e inorgánicos que pueden ser dispuestos al aire libre, y por acción del viento/lluvia llegan a los cuerpos de agua, o son dispuestos directamente en ríos por la población, seguidos de los residuos generados por la actividad agrícola, relacionados con el descarte de envases de fertilizantes/agroquímicos, que

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

por una gestión inadecuada pueden llegar a cuerpos de agua y cuyo contenido, en grandes cantidades puede afectar la composición del cuerpo receptor.

Finalmente, los residuos industriales de característica inorgánica, que llegan a cuerpos de agua por transporte gracias principalmente a una disposición inadecuada, que por acción del viento o la lluvia también son arrastrados a cuerpos hídricos que desembocan en los embalses que abastecen de agua a la población.

Ahora bien, la fracción orgánica puede descomponerse en el agua, lo que implica el consumo de oxígeno disuelto propio del cuerpo hídrico, induciendo a la eutrofización, así como el aporte de fosfatos y nitratos, por otro lado, la actividad militar e industrial genera residuos que pueden aportar metales pesados y aceites/grasas a los cuerpos de agua, estos compuestos son de difícil remoción y aumentan los costos de tratamiento. (CEPAL, 2002).

Una vez identificadas las características de los usos del suelo y los posibles residuos generados, se procede a identificar en campo como es la disposición final y su potencial contaminante.

4.2. MARCO LEGAL

A nivel nacional, el marco legal regente sobre la gestión de residuos sólidos se presentan a continuación:



Figura 2. Normatividad asociada a la gestión de residuos a nivel nacional

Fuente: (SERNA, PNUD, GEF, 2023)

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.
Tabla 1. Marco legal relacionado

Norma	Fecha	Contenido relacionado
Constitución Política de la República de Honduras	11/01/1982	Cap VII: De la salud Art 145: Establece la conservación del medio ambiente para proteger la salud de las personas.
Decreto 104-93 “Ley General de Ambiente”	8/06/1993	Por la cual se proclaman los principios de protección al ambiente, medidas de protección Disposiciones sobre residuos sólidos y orgánicos provenientes de fuentes domésticas, industriales agrícolas. Gestión ambientalmente sustentable de los servicios de limpieza, recolección y disposición de basuras.
Decreto 134-90 “Ley de Municipalidades”	24/08/1995	Esta Ley establece que a los gobiernos locales les corresponde con un alto nivel de prioridad los servicios de recolección de residuos sólidos. Los artículos asociados a la gestión son: 12,13,14,65,74,75,84,152
Decreto 65-91 “Código de salud”	27/12/1996	Art 51 a 57: En los cuales se prohíbe la utilización de agua como sitio final de residuos sólidos, eliminación sanitaria de los residuos y la obligación de dotar toda edificación con un sistema de almacenamiento de RSU.
Reglamento general de salud ambiental	20/06/1998	Art 6: Según el cual corresponde a la Secretaría de Salud vigilar las condiciones del saneamiento del ambiente o salud ambiental.
Reglamento para el manejo integral de residuos sólidos	01/10/2010	Por el cual se regula la gestión integral de residuos sólidos que incluye la prevención, reducción, almacenamiento, acondicionamiento, transporte y disposición final. Clasifica los residuos en especiales, no especiales e inertes.
Reglamento para el manejo de los desechos generados en los establecimientos de salud	07/2008	tiene por objeto regular las operaciones de manejo de los desechos peligrosos generados en los establecimientos de salud, hasta su disposición final.
Reglamento para los procesos de evaluación, control y gestión ambiental de la AMDC	16/10/2017	Norma todo lo relativo a los procesos de evaluación, control y gestión ambiental, en sus diversas modalidades, con el fin de ejercer control de las actividades y manejo de los recursos naturales del Municipio del Distrito Central

4.2.1. Problemática relacionada con la normativa

Se observa que la regulación actual está contenida en diversas normas de distinta categoría, por lo que, para su mejor comprensión y aplicación se requiere unificar y coordinar las disposiciones en un solo cuerpo normativo, que además consolide una ordenada asignación de competencias.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Los proyectos vinculados a la gestión de residuos que no han sido oficializados se presentan a continuación:

El primero de ellos, presentado en 2017 por el titular de la Secretaría de Estado en los Despachos de Energía, Recursos Naturales Ambiente y Minas, contiene un proyecto de Acuerdo con disposiciones sobre Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos con enfoque en acciones de reducir, reutilizar y reciclar. En sus fundamentos se expone la necesidad de actualizar la regulación en el marco de los Tratados internacionales suscritos por el Gobierno de Honduras y los compromisos asumidos respecto a fortalecer la protección ambiental y protección de la salud, así como la necesidad de reforzar el apoyo a las 3R.

Otro de los proyectos, “Ley para la Gestión Integral de los Residuos” presentado por un grupo de Diputados en 2018, que cuenta con Dictamen de la Comisión de Medio Ambiente y Cambio Climático del Congreso, en sus fundamentos expresa que la situación de la normativa vigente evidencia manejos inadecuados y falta de cumplimiento de regulaciones, especialmente en relación a la disposición final, señalándose como una de las causas de esta situación la “dispersión normativa”, sin embargo fue archivado y retirado.

Esto, se encuentra acorde con lo dispuesto en la línea base de gestión de residuos del 2016 (ONU, MiAmbiente+, CNP+LH, 2017) y el plan director del D.C. (SERNA, PNUD, GEF, 2023), en los cuales se expone:

“el marco legal asociado a la gestión de residuos se encuentra disperso en varias instituciones y cuerpos legales (leyes, reglamentos, políticas e incluso manuales)... hay una ausencia de políticas, estrategias y planes de acción específicos que dificulta la planificación y coordinación del sector, aunado a la duplicidad de competencias y a una rectoría débil y descoordinada, problemas que se esperan resolver con la promulgación de la Ley para la GIR y la publicación de los reglamentos relacionados con la temática”

Un proyecto de ley para la gestión integral de residuos en Honduras fue presentado en febrero de 2022. Su objetivo general sería regular la gestión integral de los residuos como un instrumento integrador de las acciones de las instituciones nacionales competentes, de los municipios, de los gestores privados y de la sociedad en general, partiendo la gestión desde el ámbito local en procura de evitar la contaminación y garantizar la salud humana por medio de un ambiente sano. Sin embargo, aún no ha sido aprobado.

4.3. SUBCUENCA GUACERIQUE

4.3.1. Gestión actual – antecedentes

A nivel de gestión de residuos, se realiza una reunión el día 03 de mayo de 2024 con el responsable de la Gerencia de Aseo Municipal, Ing. Emilio Medina el cual manifestó lo siguiente:

A pesar de que la Gerencia de Aseo Municipal se encarga principalmente del Distrito Central en su zona urbana, las etapas de la recolección de residuos son manejadas así:

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

- Barrido y limpieza de calles: Se realiza limpieza de parques y poda, la actividad se encuentra a cargo de la municipalidad y se ejecuta a través de un contrato tipo microempresa, el cual no implica una relación formal con el empresario, más que la prestación del servicio, en esta etapa se encuentran empleadas aproximadamente 1.400 personas.
- Recolección y transporte: Se presta a través de dos contratos con empresas (AMAHSA y COSEMSA) que cubren zonas del AMDC distintas, una cubre el sureste y la otra el noroeste. Se estima un total de 90 equipos entre camiones compactadores y roll off, estos últimos se utilizan en zonas densamente pobladas, con alto tráfico peatonal y en zonas de acceso vehicular complicado. Se estima una cobertura de recolección del 99% para el Distrito Central en su parte urbana, mientras que para la zona rural se estima en un 53% de las aldeas, las zonas que no tienen cobertura de recolección se deben a que no poseen fácil acceso o a la distancia, lo que lo hace económicamente inviable. La gestión en estas comunidades se limita a la quema de residuos, vertimientos en cuerpos de agua o en canales baldíos.
- Frecuencia de recolección: Manifiesta que el servicio se presta tres veces por semana, producto de la manera en que se disponen los residuos culturalmente y evitar contaminación, con cinco frecuencias L,M,V a la mañana y a la noche, M, J y S, por la mañana y por la noche, y una frecuencia diaria a los sectores con mayor concentración de generación como el casco histórico y zonas prioritarias
- Disposición final: El relleno sanitario es manejado por una empresa privada, denominada INTERASEO EQUIPOS DE HONDURAS S.A. DE C.V. a través de un contrato.

Al consultar sobre las problemáticas principales en cuanto a la gestión, el Ing. Medina reporta como fundamental la educación ambiental, culturas e idiosincrasia de la población, ya que históricamente la gestión de los residuos se realiza de manera individual mediante la quema traspatio en los hogares, y en los casos en los que no se realice quema, se disponen directamente sobre cuerpos hídricos o lotes baldíos, generando puntos clandestinos, los cuales afectan al paisaje, generan malos olores y facilitan la propagación de vectores.

Reconoce la existencia de botaderos clandestinos llamados "puntos críticos" en un orden de 200, de los cuales se han logrado recuperar aproximadamente 40, involucrando a la población y transformándolos en jardines, con apoyo de un área social recientemente incorporada a la Gerencia para capacitar a la población. Se dispone de las capas de ubicación de botaderos o puntos críticos que será enviada a la consultoría por la Gerencia.

En cuanto al aprovechamiento de residuos, se indica que la composición de sus RSU es en su mayoría de carácter orgánico (50%), motivo por el cual se promueve la iniciativa de compostaje que ha recibido apoyo de organizaciones como el PNUD.

En relación a los residuos hospitalarios, de acuerdo con el Plan Director de la AMDC, se identifica una gestión inadecuada a través de su disposición en vía pública en bolsas negras (asimilándolos como domiciliarios) ignorando sus características de peligrosidad y faltando al cumplimiento normativo. (SERNA, PNUD, GEF, 2023).

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Al respecto de la subcuenca Guacerique se ha identificado la problemática asociada al vertido de desechos directamente a cuerpos hídricos que terminan en el embalse Los Laureles, obligando a las autoridades a mantener una cuadrilla de limpieza permanente para eliminar desechos sólidos, dentro de los cuales se encuentran residuos domésticos, industriales y especiales (muebles, neumáticos y chatarra) las autoridades han removido en época de invierno hasta 250 toneladas de desechos. (Pardo López, 2018).

Dentro de las declaraciones del Ing Medina se resalta la presencia de zonas de transición intermunicipal, en las cuales la jurisdicción de residuos no es clara y se presentan problemáticas asociadas al manejo de residuos. En el mapa C553-GU2-MP-RS-DC-301 se presenta la cobertura del servicio de aseo municipal sobre la subcuenca.

Por otra parte, se obtiene información antecedente de las aldeas que conforman la subcuenca para el censo 2001, la cual identifica la quema como método predominante en 9 de las 10 aldeas involucradas, seguido de disposición en la calle (basural) y otros métodos de disposición, el porcentaje de cada una de las aldeas se presenta en la Figura 3.

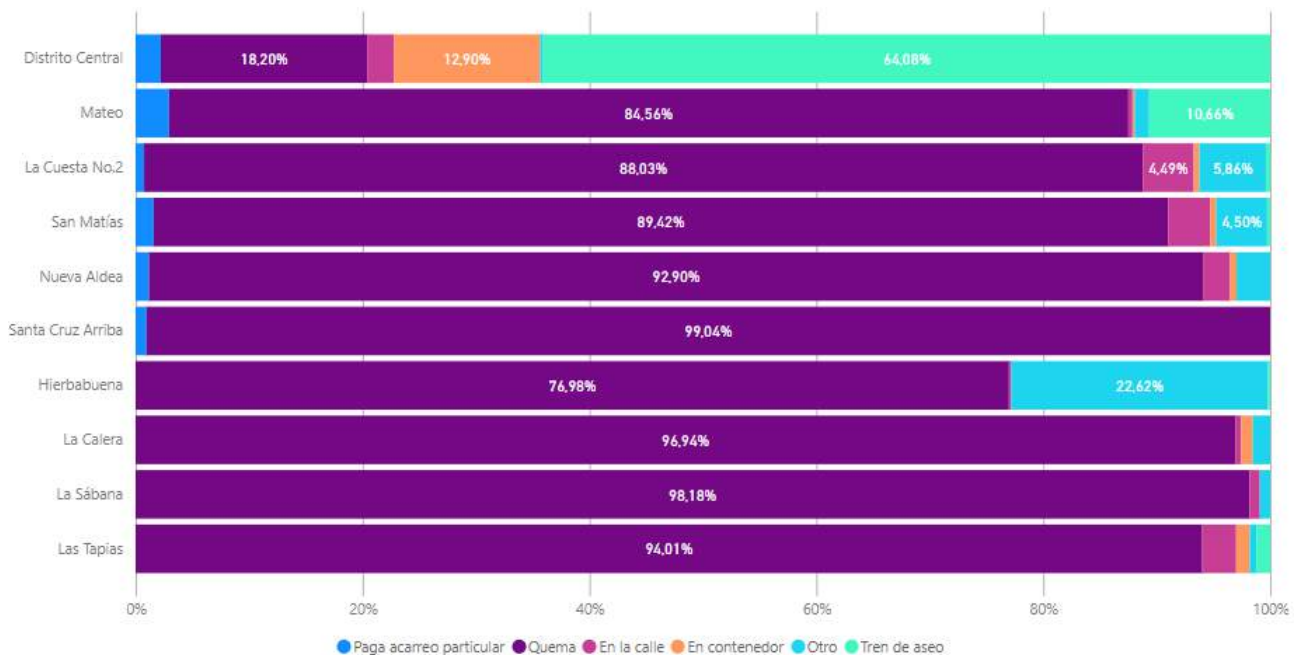


Figura 3. Tipos de disposición de residuos por aldea en la Subcuenca Guacerique (Censo 2001)
Fuente: Censo 2001

En el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-300 se presenta la distribución por aldea de los tipos de disposición.

4.3.2. Visitas de campo

Se realizaron visitas de inspección a las subcuencas en función de los usos del suelo identificados en el documento **C553-GU2-MD-GE-DC-101**, en donde se identificaron para el caso de la subcuenca del Guacerique, los siguientes casos que pueden generar afectación a los cuerpos de agua por residuos sólidos.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Para la identificación se recorrieron un total de 18 localidades en todas las partes de la subcuenca, elegidas principalmente por su facilidad de acceso, condiciones seguras de ingreso y disposición para brindar información. Adicionalmente se realiza inspección a las unidades militares y algunas industrias. A continuación, se presentan los hallazgos durante las visitas.

4.3.2.1. Residencial

A nivel residencial, durante las visitas realizadas en la subcuenca baja se menciona que son recolectadas por el tren de aseo municipal (Mateo, La Tapias, Aldea Nueva, Los Pedernales, Puerta de Golpe y La Cieneguita), el cual tiene cobertura en esa zona de estudio. En las zonas periurbanas, se identifica la recolección por un gestor privado que realiza el transporte hacia la zona urbana para su posterior recolección por el tren de aseo municipal con una frecuencia de 3 veces por semana. Por otra parte, hacia la cuenca media y alta predomina la disposición a cielo abierto en basurales y la quema.

Se evidencia en la Figura 4, según lo indicado por el Ing. Medina el problema a nivel cultural que radica en la colocar los residuos en las calles fuera del horario del tren de aseo, lo que genera la dispersión de los desechos y la apertura de bolsas por caninos que favorecen la aspersión de desechos por el viento y la lluvia, dichos desechos esparcidos no son recolectados por el tren de aseo.

De la misma manera, se observan basurales improvisados a lo largo de las carreteras en donde se agrupan bolsas de residuos que pueden ser actores contaminantes y tienen alta probabilidad de llegar a los ríos que desembocan en el embalse.



Figura 4. Camión recolector del tren de aseo en la zona urbana de la subcuenca baja Guacerique

Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 5. Basurales identificados en la subcuenca baja del Guacerique
Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 6. Basurales identificados en la subcuenca media y alta del Guacerique

Fuente: Elaboración propia

En algunos de los basurales se identificaron residuos de gran volumen como tejas, así como bolsas rojas indicativas de residuos peligrosos de tipo biológico y residuos especiales (neumáticos). La ubicación de estos y otros basurales identificados se presenta en el C553-GU2-MP-RS-DC-303.

4.3.2.2. Industrial

A nivel industrial, se identifica que los residuos generados no son recolectados por el tren de aseo municipal, sino que la gestión de sus residuos, de carácter doméstico y no doméstico es realizada de manera particular por cada industria, quienes deben encargarse de transportar al

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

relleno sanitario municipal sus residuos. De la misma manera, se identificó que esta disposición no se realiza de forma regular y los métodos de almacenamiento temporal no son los adecuados. No se identifica la separación entre residuos domésticos e industriales.



Figura 7. Almacenamiento temporal de desechos en industria

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.3. Instalaciones militares

Se relevaron 10 unidades militares, entre los días 16 y 17 de abril de 2024, dos de estas unidades son adicionales a las 8 unidades reportadas en el “Diagnóstico ambiental de los establecimientos militares en la subcuenca del río Guacerique” del 2010, durante las visitas se evaluaron los tipos de residuos generados por las unidades y los tipos de instalaciones dispuestas para el almacenamiento. La ubicación de los puntos de disposición en las unidades militares se presenta en el mapa C553-GU2-MP-AB-DC-302.

A continuación, se presenta lo evidenciado durante las visitas:

- Escuela técnica del ejército: 16 de abril de 2024

Esta unidad se encuentra en operación desde 1997, con una población permanente de 160 personas y población temporal de 40 personas, su función esencial es la capacitación del personal del ejército. Esta instalación cuenta con dos edificios (talleres) que no forman parte de la escuela, sino que corresponden a la Universidad de defensa y cuyos residuos se almacenan en las instalaciones de la escuela.

En cuanto a la disposición de residuos sólidos, se manifiesta la existencia de contenedores temporales denominados “basureros”, dentro de las instalaciones los cuales son trasladados a un contenedor ubicado en la periferia de la unidad. La recolección de dichos residuos es realizada por el tren de aseo municipal, con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

No cuentan con información de generación ni caracterización de residuos, sin embargo, manifiestan la separación de materiales como el plástico PET y las latas, el destino de estos materiales recuperados no es especificado, se estima que dichos residuos son comercializados de manera particular por el personal de limpieza y no corresponde a una actividad propia de la unidad.

Figura 8. Residuos (tipo chatarra) al aire libre en la escuela técnica del ejercito

Fuente: Elaboración propia



Figura 9. Contenedor de residuos en escuela técnica del ejercito

Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

- Cuartel general del ejército: 16 de abril de 2024

En estas instalaciones se realizan las actividades de inteligencia para la defensa, su fundación data de 1954 y su población permanente es de 80 personas mientras que cuenta con 270 personas que se encuentran únicamente durante el horario laboral.

En cuanto a la disposición de residuos sólidos, se manifiesta la existencia de contenedores temporales denominados “basureros”, dentro de las instalaciones los cuales son trasladados a contenedores fuera de las instalaciones. La recolección de dichos residuos es realizada por el tren de aseo municipal, con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana.

El sitio de disposición de residuos se encuentra al aire libre, consiste en dos contenedores metálicos, que en el momento de la visita se encuentran colmatados, lo que obliga a disponer los residuos directamente en el suelo. Se observa también restos de residuos objeto de quema y presencia de chatarra.

No cuentan con información de generación ni caracterización de residuos, sin embargo, manifiestan la separación de materiales como el plástico PET y las latas, el destino de estos materiales recuperados no es especificado, se estima que dichos residuos son comercializados de manera particular por el personal de limpieza y no corresponde a una actividad propia de la unidad.



Figura 10. Sitio de almacenamiento de residuos en el Cuartel general del ejército

Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 11. Sitio de quema de residuos en el cuartel general

Fuente: Elaboración propia

- Industria militar: 16 de abril de 2024

Esta unidad se dedica a la fabricación de material de guerra y equipo, así como brindar servicio técnico especializado a las fuerzas armadas desde 1981, su población permanente es de 80 personas, mientras que la población temporal es de 420 personas, que se encuentran en el lugar durante el horario laboral.

En cuanto a disposición de residuos, se puede evidenciar en el registro fotográfico el almacenamiento bajo condiciones ambientalmente inseguras, adicionalmente se observa la quema de residuos y la disposición de chatarra a cielo abierto.

La información acerca de generación y composición de los residuos no fue proporcionada, se manifiesta la separación de residuos tipo PET y latas. La disposición de los residuos industriales es realizada a través de un gestor privado.

Adicionalmente, la unidad cuenta con una clínica para la atención de emergencias, sin embargo, no fue proporcionada ninguna información al respecto de su gestión.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 12. Almacenamiento de residuos en la Industria militar
Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Quema de desechos en industria militar
Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 14. Disposición de chatarra en industria militar

Fuente: Elaboración propia

- Hospital militar: 16 de abril 2024

El hospital militar inició sus operaciones en el año 1992, cuenta con más de 1000 empleados y presencia de 52 soldados, cuenta con servicios de hospitalización, emergencia, consulta externa y radiología, entre otros, clasificándolo como un hospital nivel III.

Se logra identificar la acumulación y almacenamiento de los residuos de tipo hospitalarios en una edificación cerrada, los cuales son tratados a través de gestores autorizados. Por otro lado, se evidencia la disposición a cielo abierto de residuos tipo chatarra y quema de residuos, otra parte de los residuos comunes son recolectados por el tren de aseo municipal con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana.

No se cuenta con datos sobre los volúmenes de generación de residuos en la unidad. Durante la visita, se mencionó que se realiza la separación de residuos para materiales reciclables, específicamente PET y latas, sin un destino especificado.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 15. Almacenamiento de residuos ordinarios y peligrosos
Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Disposición de chatarra en el hospital militar
Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Acumulación de residuos hospitalarios
Fuente: Elaboración propia

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

- Comando de apoyo logístico de las fuerzas armadas (CALLFA): 16 de abril 2024

Su función radica en proporcionar los medios de vida y combate a las fuerzas armadas, con la gestión y administración de recursos logísticos para el funcionamiento de todas las unidades militares, con fecha de inicio en 1977 posee actualmente 350 habitantes, de los cuales 175 son permanentes y 175 están únicamente durante el horario laboral.

La disposición inicial se realiza en “basureros” o barriles, los cuales son recolectados y trasladados a un contenedor metálico a las afueras de la unidad y al aire libre, la disposición final de los desechos se realiza a través del servicio de recolección de residuos municipal, el cual efectúa sus recorridos de recolección de 2 a 3 veces por semana.

La unidad cuenta con una clínica para la atención de emergencias menores. Durante el recorrido, el responsable de la clínica mencionó que las jeringas son desechadas a través de enterramiento y que los demás desechos son dispuestos junto con los desechos comunes.

No se cuenta con datos sobre los volúmenes de generación de residuos en la unidad. Durante la visita, se mencionó que se realiza la separación de residuos para materiales reciclables, específicamente PET y latas.

Figura 18. Contenedor metálico en el CALLFA y chatarra alrededor

Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 19. Contenedores denominados "basureros" ubicados en las unidades

Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Presencia de chatarra en el CALLFA

Fuente: Elaboración propia

- Primer batallón de infantería: 17 de abril de 2024,

En esta unidad se realiza la infantería tradicional, entró en funcionamiento en el año 1980 y cuenta actualmente con 103 habitantes, de los cuales 63 son permanentes y 40 se encuentran en la unidad durante el horario laboral, en la población permanente se encuentran 3 detenidos.

De manera inicial, los residuos son dispuestos en contenedores denominados “basureros”, de los cuales se realiza el traslado hacia el sitio de almacenamiento, que según lo evidenciado, cuenta con una infraestructura mallada para la disposición de los residuos, esta evita la aspersión de los residuos por el viento, sin embargo, también se evidencian restos de residuos alrededor de dicha estructura, lo que significa que durante el proceso de salida/entrada de residuos, se presentan pérdidas que llegan al suelo, o un cierre parcial de las puertas permite el escape de residuos por acción del viento.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 22. Vista de apertura de puertas en el sitio de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Presencia de chatarra en el primer batallón de infantería

Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

- Universidad de defensa, escuela de comando y colegio de defensa nacional: 17 de abril de 2024

En esta unidad se realizan las actividades académicas hacia personas militares y no militares, las tres diferentes entidades tienen años distintos de creación, la escuela de comando inició en 1980, el colegio de defensa en 1991 y la universidad de defensa en 2005. Entre las tres entidades académicas suman un total de 265 estudiantes y 194 personas como personal administrativo

La recolección de desechos sólidos comunes se lleva a cabo mediante basureros ubicados en distintos puntos, también se encuentran puntos ecológicos para la separación de residuos, sin embargo, el contenedor final se encuentra al aire libre, el cual es recolectado por el tren municipal de aseo con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana. Durante la inspección se observó manejo inadecuado de desechos en el sitio de almacenamiento temporal.

No se cuenta con datos sobre los volúmenes de generación de residuos en la unidad. Durante la visita, se mencionó que se realiza la separación de residuos para materiales reciclables, específicamente PET y latas, que luego son comercializados por la universidad.



Figura 24. Punto ecológico y contenedor en la Universidad de defensa

Fuente: Elaboración propia

- Comando de apoyo al manejo de ecosistemas y ambiente (C9): 17 de abril 2024

Su función radica en mantener las operaciones para combatir cualquier operación que cause daños a los ecosistemas, inició sus operaciones en el 2022 y cuenta con 50 ocupantes de los cuales 6 a 8 tienen presencia permanente, y el resto ocupa un horario laboral.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

La recolección temporal de residuos se realiza en “basureros” tipo barril los cuales luego son trasladados al contenedor de la universidad de defensa, no se identificó la presencia de chatarra, sin embargo, se observa presencia de material con asbesto al aire libre.

No fue posible obtener información sobre la generación y composición de residuos, durante la visita, se mencionó que se realiza la separación de residuos para materiales reciclables, específicamente PET y latas.

- Academia militar: 16 de abril de 2024

En esta institución se realiza la formación militar a nivel técnico, teórico y legal a personal de las fuerzas armadas, fue fundado en 1988 y actualmente cuenta con 490 personas al día, de las cuales 410 tienen permanencia las 24 horas mientras que 80 se encuentran únicamente en el horario laboral.

La disposición final de los desechos se realiza a través del servicio de recolección de residuos municipal, el cual efectúa sus recorridos de recolección de 2 a 3 veces por semana, la unidad cuenta con una clínica para la atención de emergencias menores, cuyo destino final es la incineración, según el responsable de la clínica.

No se cuenta con datos sobre los volúmenes de generación de residuos en la unidad. Durante la visita, se mencionó que se realiza la separación de residuos para materiales reciclables, específicamente PET y latas sin un destino específico.



Figura 25. Almacenamiento temporal de residuos

Fuente: Elaboración propia

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 26. Material con asbesto al aire libre

Fuente: Elaboración propia

- Policía Militar: 18 abril de 2024

En esta unidad se realizan actividades en función del cumplimiento a los artículos 272 y 274 de la constitución nacional, fundada en 1988 cuenta con un personal de 2000 personas, 1500 de planta permanente y 500 durante el horario laboral.

El acopio de residuos se realiza en un contenedor fuera de la unidad militar, cuya disposición final se realiza a través del servicio de recolección de residuos municipal, el cual efectúa sus recorridos de recolección de 2 a 3 veces por semana, durante la visita no fue posible el acceso a las instalaciones de acopio.

La unidad cuenta con una clínica para la atención de emergencias menores, y cuyos residuos son trasladados al centro de salud Alonso Suazo, según la persona que atiende la visita.

4.3.3. Análisis de datos

4.3.3.1. Residencial

Considerando la tasa de generación de residuos a nivel rural de 0,65 kg/Hab-día reportada por (ONU, MiAmbiente+, CNP+LH, 2017) y la población de los caseríos evaluados, se puede estimar la cantidad de residuos generada y que puede ser dispuesta inadecuadamente en la sub cuenca.

Como resultado de las consultas realizadas en los caseríos/aldeas en la subcuenca se identifica la mayoría de disposición de residuos como quema/enterramiento con un 56%, especialmente en algunos lugares de la cuenca baja, que son cercanos al ejido urbano se hace presente el tren de aseo.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

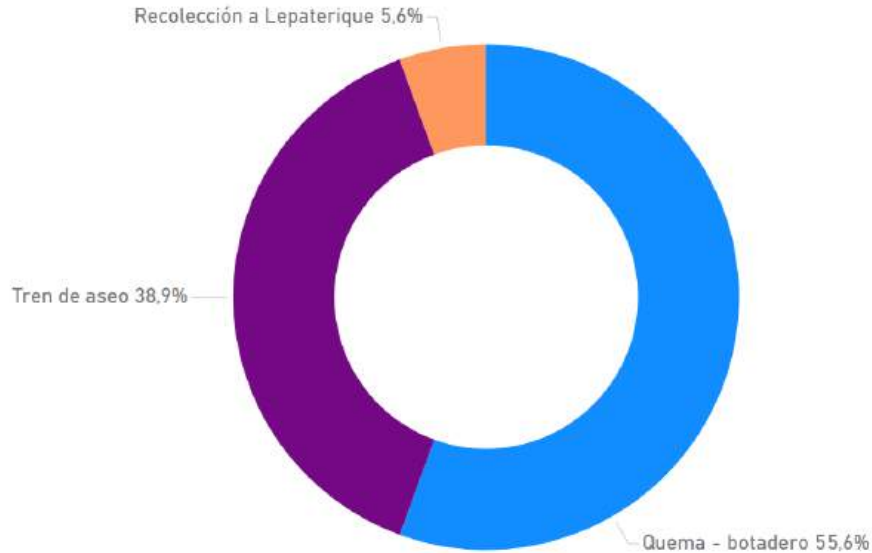


Figura 27. Tipos de disposición de residuos sólidos en subcuenca Guacerique

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

Según el plan de manejo de la sub cuenca, la cantidad de habitantes asciende a las 10.098 personas al 2017 (sin tener en cuenta las instalaciones militares) las cuales tendrían una generación de 6.564 Kg/día, de estos se estima según el tipo de disposición que el 56% (3.676 Kg) es quemado o dispuesto en el suelo.

4.3.3.2. Industrial

No se evidencian datos de generación industrial, ni composición de residuos

4.3.3.3. Unidades militares

En función de los datos obtenidos en campo, se presenta la tabla resumen a continuación:

Tabla 2. Matriz resumen de disposición de residuos en unidades militares

Unidad	Población	Almacena sus residuos al aire libre	Realiza quema	Se observó chatarra	Otros
Escuela técnica del ejército	200	Si	No	Si	
Cuartel general del ejército	350	Si	Si	Si	
Industria militar	500	Si	Si	Si	Acumulación de residuos tipo industrial al aire libre
Hospital militar	1.052	No	Si	Si	Acumulación de residuos tipo peligrosos en el cuarto de acopio
Comando de apoyo logístico (CALLFA)	350	Si	No	Si	Realizan enterramiento de residuos peligrosos

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Primer batallón de infantería	103	No	No	Si	Realizan enterramiento de residuos peligrosos
Unidad de defensa	459	Si	No	No	Se observa presencia de puntos ecológicos
Comando de apoyo al manejo de ecosistemas	50	-	No	No	Dispone sus residuos en el contenedor de la universidad de defensa, se identifica material con asbesto
Academia militar	490	Si	Si	No	Incineran residuos peligrosos
Policía militar	2.000	Si	No	No	Residuos hospitalarios se trasladan a otro centro hospitalario (Alonso Suazo)

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

Durante la visita se pudo observar que los lugares de almacenamiento se encuentran en su mayoría al aire libre (70%) lo que permite la dispersión de residuos por acción del viento y el agua, las instalaciones de almacenamiento no son las adecuadas, ni para los residuos domésticos, industriales ni hospitalarios. No se observan instalaciones para los residuos que se separan ni comercialización de los residuos aprovechables. Además de la presencia de chatarra en la mayoría de las unidades y la evidencia de quema de residuos.

Según los datos proporcionados en las visitas de relevamiento, la población de todas las unidades militares asciende a 5.554 personas, entre personal permanente y no permanente, tomando como dato de generación doméstica 0,65 kg/Hab-día, la cantidad de residuos que se generaría actualmente sería de 3.610 Kg diarios (3 Toneladas), alcanzando 103 toneladas mensuales y 1.320 toneladas anuales.

A continuación, en la Figura 28 a Figura 30 se presentan las gráficas de distribución en lo encontrado en las visitas de relevamiento.

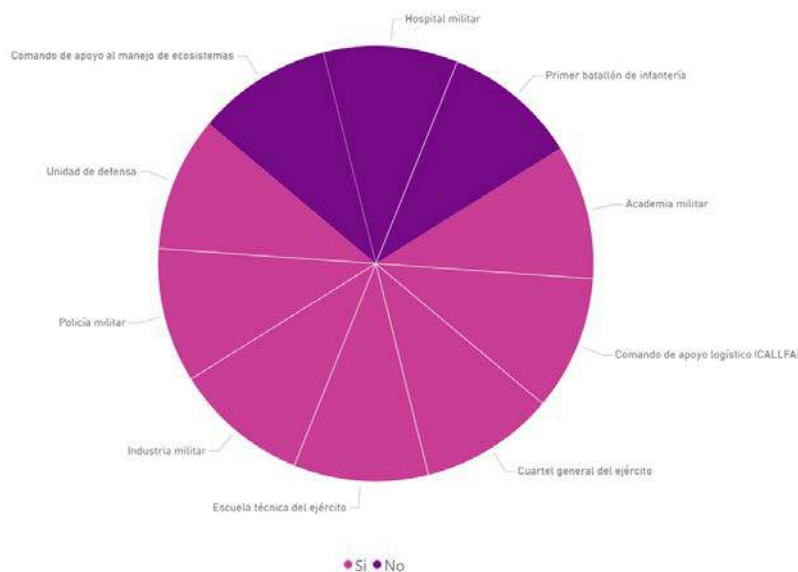


Figura 28. Porcentaje de disposición al aire libre en unidades militares

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Tomando la información de generación, se estima que 2.888 Kg diarios (de los 3.610 generados en total) pueden llegar a ser almacenados al aire libre en las unidades militares. Sin embargo, estos valores pueden llegar a variar, considerando que según la Figura 29, el 40% de las unidades militares tiene presencia de quema de residuos, lo que disminuye la cantidad de residuos que va a disposición final, no obstante, con el uso de esta alternativa de manera no controlada técnicamente, se presenta liberación de gases tóxicos, afectación al suelo y a las personas que inhalan el aire contaminado.

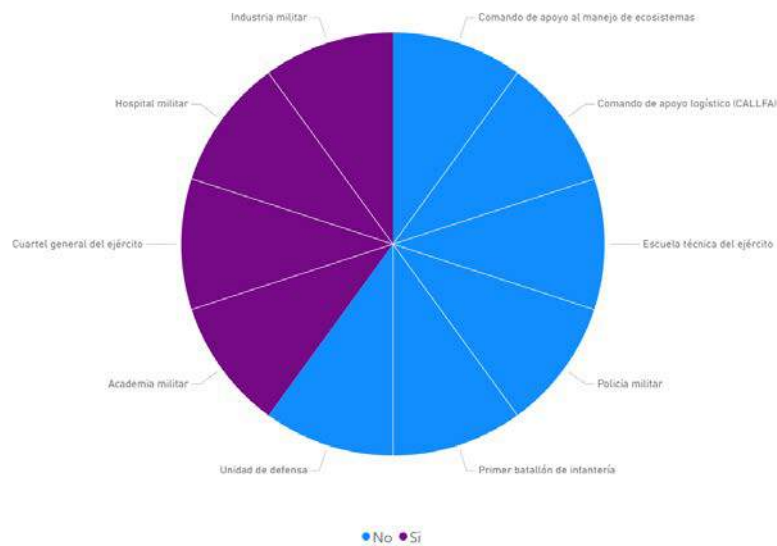


Figura 29. Porcentaje de quema en unidades militares
Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

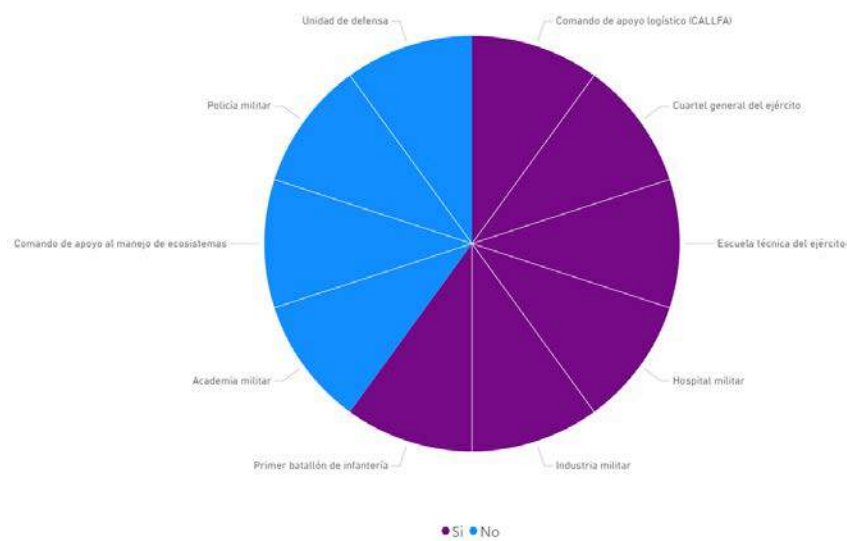


Figura 30. Presencia de chatarra en unidades militares
Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

En cuanto a la presencia de chatarra, se evidenció en más de la mitad de las unidades militares. Según lo informado por el Ing. Medina, la recolección de este tipo de residuo no es cubierta por el servicio de aseo municipal, por lo que su gestión se debe realizar de manera privada.

4.3.4. Conclusiones

En la subcuenca Guacerique se evidenció en las visitas a zonas residenciales una gestión precaria de los residuos, iniciando con un sistema de recolección deficiente en las zonas rurales, aunado con la problemática cultural de disposición final a manera de incineración y disposición directa en el suelo o los ríos. Esto evidencia una oportunidad para fomentar la educación ambiental para los pobladores, así como proponer nuevas alternativas de disposición como centros de disposición temporal por aldea.

En cuanto a los residuos industriales se evidencia una falta de control y vigilancia, no se encuentra regularizado el servicio y la gestión de residuos se ve limitada a la buena voluntad de la industria, de llevarlos al relleno sanitario, en estos casos se identifica una falencia a nivel gubernamental, al no contar con un registro de instalaciones industriales, ni su control de gestión a través de solicitud de documentos de cumplimiento y visitas de inspección.

De las instalaciones militares, se puede observar en su mayoría que son centros de acopio al aire libre, lo que favorece la dispersión de los residuos hacia suelo y cuerpos de agua. Se recomendaría la contratación de personal especializado que le realice un plan de gestión de residuos sólidos, procurando que las instalaciones de acopio temporal sean en recintos cerrados, ventilados y que impidan el ingreso de vectores, así como la filtración de lixiviados al suelo. Por otro lado, se debe fomentar la educación ambiental en estos centros, especialmente en relación a la separación de residuos, manejo y gestión primaria con el fin de aumentar la fracción de residuos que es susceptible de aprovechamiento y comercialización, así como disminuir la fracción que va a disposición final.

Se debe prestar especial atención a la forma de disposición en la industria militar, ya que lo evidenciado en las visitas representa una amenaza grave al ambiente, debido a la cantidad de material, la naturaleza del mismo y la forma de disposición en la que se encuentra actualmente.

4.4. SUBCUENCA S.J. DE RÍO GRANDE

4.4.1. Gestión actual – antecedentes

Se obtiene información antecedente del censo 2001, la cual clasifica los tipos de disposición de residuos sólidos en las aldeas del país, en cuanto a la subcuenca, se identifica la quema como método predominante en 8 de las 9 aldeas involucradas, seguido de otros métodos de disposición y disposición en la calle (basural), el porcentaje de cada una de las aldeas se presenta en la Figura 31.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

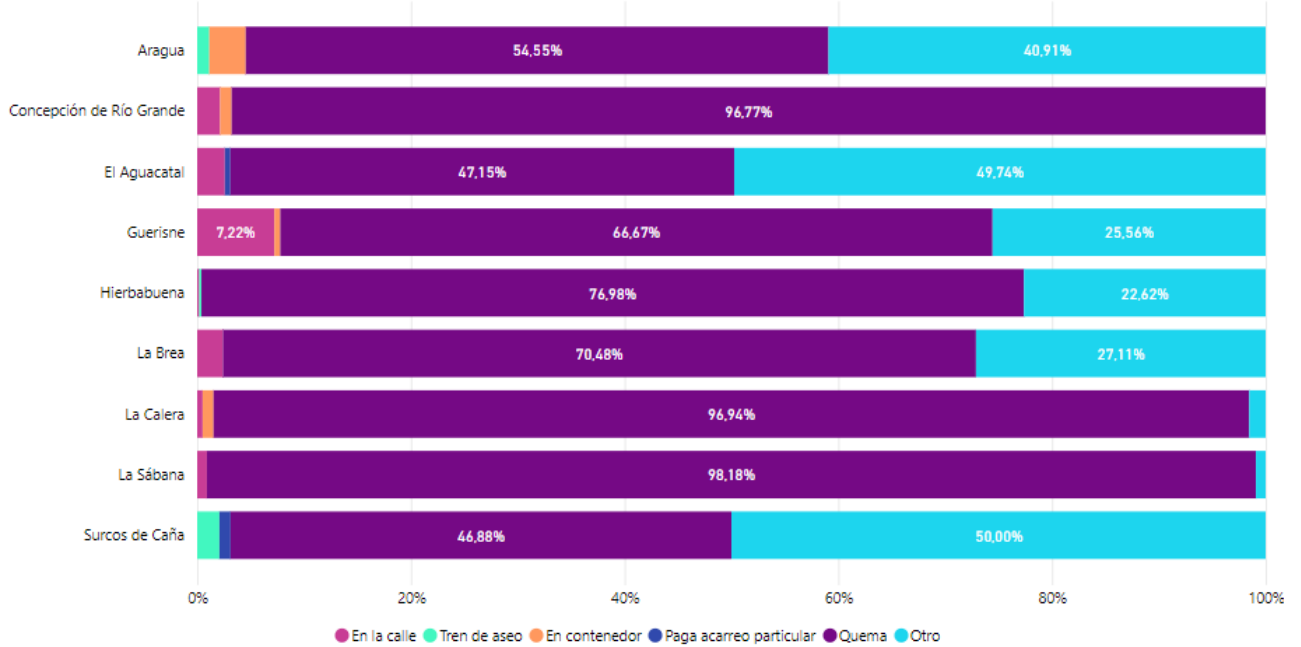


Figura 31. Tipos de disposición de residuos por aldea en la Subcuenca S.J. de río Grande (Censo 2001)
Fuente: Censo 2001

En el mapa C553-GU2-MP-GE-DC-300 se presenta la distribución por aldea de los tipos de disposición.

4.4.2. Visitas de campo

En esta subcuenca se realizaron las visitas de inspección a 20 localidades durante los días 27, 28 y 29 de mayo de 2024, identificando la naturaleza predominante del sector rural en todas las partes de la cuenca. Las localidades se seleccionaron en función de la accesibilidad de ingreso, la seguridad y la presencia de habitantes para el diálogo.

En entrevista con los lugareños se registra la quema traspatio de los residuos de carácter inorgánico, pues los residuos de tipo orgánico son en su mayoría reutilizados para la alimentación de animales propios tales como gallinas, cerdos o ganado, tal como se evidencia en la Figura 32.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.



Figura 32. Sitio de quema de residuos en la subcuenca S.J de Río Grande

Fuente: Elaboración propia

Por este antecedente cultural, no se encontraron basurales en el recorrido, pues los residuos son enteramente quemados y no se observan acumulaciones durante las visitas.

Por otro lado, se manifiestan especialmente reticentes a la intervención gubernamental los habitantes de la parte alta de la cuenca, con los cuales se dificultó el acceso a los caseríos y a la información pues sostienen la creencia de que van a ser expulsados de las zonas.

4.4.3. Análisis de datos

De las 20 visitas adelantadas se identifica que la mayoría de los habitantes realiza la disposición a través de la quema y sus variaciones (enterramiento o disponer en los suelos) llegando a ser hasta el 95% de predominancia en los tipos de disposición.

“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

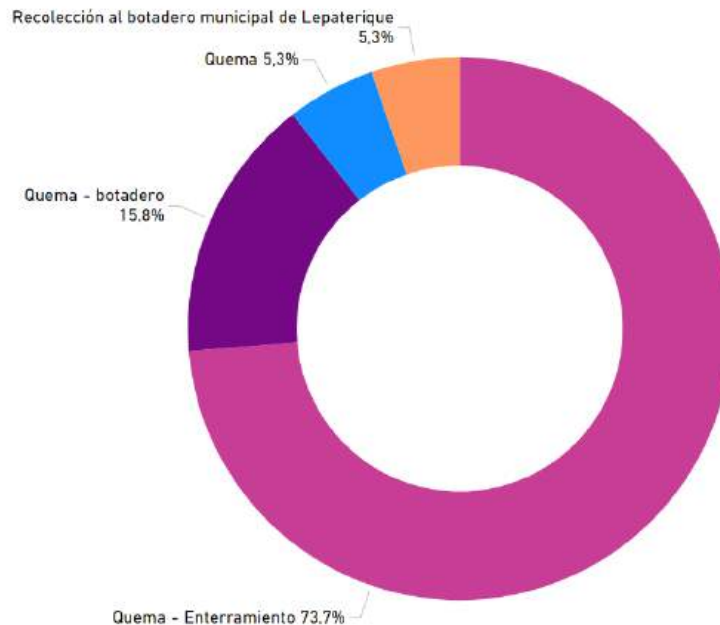


Figura 33. Tipos de disposición de residuos sólidos en subcuenca S.J. de río Grande

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del relevamiento.

Cabe resaltar que la práctica de la quema se realiza en su mayoría sobre residuos de carácter inorgánico (plásticos, cartón, papel, etc), ya que la fracción orgánica de los residuos tiende a ser reutilizada para alimentación de animales.

El plan de manejo registra para el año 2016, 5.757 habitantes en la cuenca, lo que significa una generación de residuos de 3.742 kg/día, de los cuales se quemarían cerca de 3.555 Kg.

Durante la visita no se encontraron instalaciones industriales ni militares, la ocupación es mayoritariamente rural y agrícola.

4.4.4. Conclusiones

La naturaleza de esta subcuenca, de carácter rural permite entender que la ubicación de las fuentes generadoras (hogares/cultivos) se encuentran de manera dispersa en la superficie de la subcuenca, motivo por el cual se dificulta el establecimiento de rutas recolectoras puerta a puerta.

Por otro lado, las características de los desechos son asimilables a domésticos lo que favorece el aprovechamiento de la fracción orgánica y la comercialización de la fracción inorgánica de los mismos. Sin embargo, se toma en consideración como factor importante la idiosincrasia de la población y la costumbre de la quema traspatio de residuos que debe ser erradicada, pues su ejecución conlleva afectaciones tanto a la salud de los habitantes, como a la atmósfera. El cambio de costumbres se realiza a través de la educación, la aplicación de nuevas metodologías de recolección de desechos y enseñanza de técnicas de aprovechamiento aplicables a la zona.

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

5. RESIDUOS GENERADOS Y PROYECTADOS

Se considera la tasa de generación de residuos a nivel rural de 0,65 kg/Hab-día reportada por (ONU, MiAmbiente+, CNP+LH, 2017) y la población de los caseríos evaluados, se puede estimar la cantidad de residuos generada y que puede ser dispuesta inadecuadamente en la sub cuenca. El mapa C553-GU2-MP-RS-DC-304 ilustra los puntos de contaminación asociados a residuos sólidos.

Realizando una totalización de las cantidades estimadas para las dos subcuencas de análisis en función de los desechos sólidos se obtiene la siguiente información:

Tabla 3. Cantidad de residuos generados en las subcuencas

Tipo de residuos	Unidades		
	Kg/día	Kg/mes	Kg/año
Cuenca Guacerique	6.564	196.920	2.395.860
Unidades militares	3.610	108.300	1.317.650
Cuenca S.J. de río Grande	3.742	112.260	1.365.830
Total	13.916	417.480	5.079.340
Total (Ton)	13,9	417,5	5.079,3

Tomando estos datos como punto de partida, y la composición de los residuos presentada por el diagnóstico de la gestión de residuos en el país (Figura 34) (ONU, MiAmbiente+, CNP+LH, 2017) es posible obtener la cantidad de residuos que puede ser aprovechada ya sea mediante técnicas como el compostaje, así como la comercialización en el caso de los plásticos.

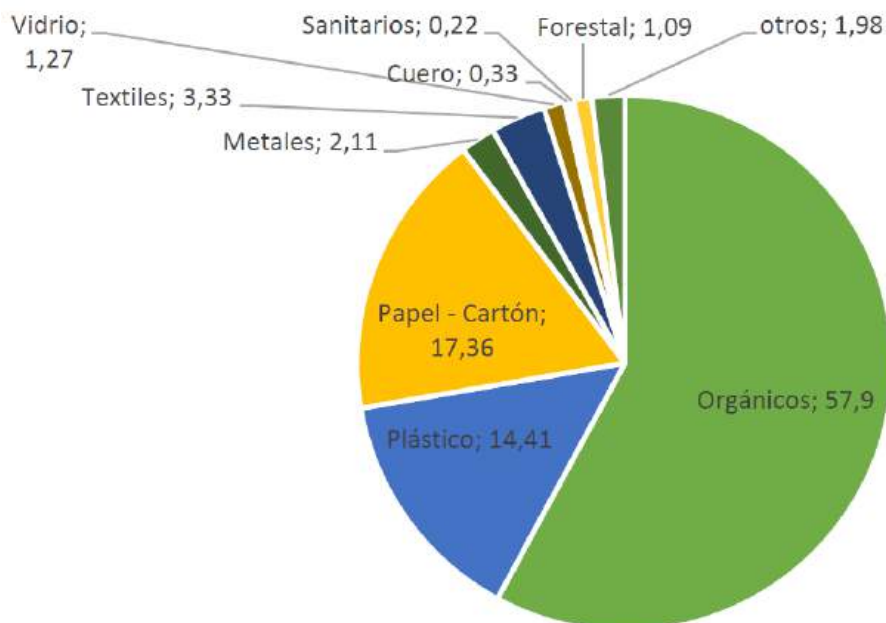


Figura 34. Composición de los residuos en Honduras

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.
Tabla 4. Cantidad de residuos por corriente

Tipo de residuos	%	Cantidad de residuos	
		Kg/mes	Ton/año
Orgánicos	57,9	241.720,9	2.900,7
Plástico	14,41	60.158,8	721,9
Papel – cartón	17,36	72.474,5	869,7
Metales	2,11	8.808,8	105,7
Textiles	3,33	13.902,1	166,8
Vidrio	1,27	5.301,9	63,6
Cuero	0,33	1.377,6	16,5
Sanitarios	0,22	918,4	11,0
Forestal	1,09	4.550,5	54,6
Otros	1,98	8.266,1	99,2
Total	100	417.480	5.009,7

Con esta información se puede determinar la cantidad de residuos que pueden ser susceptible de aprovechamiento. A nivel orgánico se obtienen 2.900,7 toneladas/año, las cuales pueden ser utilizadas como abono o insumo para cultivos. Por otra parte, la fracción inorgánica que corresponde en su mayoría al PET puede ser comercializada para su reutilización por empresas privada.

Del mismo modo, del total de residuos se estima que en promedio un 75% se disponen a través de la quema, lo que representa aproximadamente 3.757 Ton/año con la respectiva liberación de gases tipo dioxinas y furanos, que pueden afectar al sistema respiratorio de la población. Cabe resaltar que, en las entrevistas realizadas en la cuenca media y alta, los habitantes indican que realizan quema de los envases de agroquímicos, lo que también implica un riesgo al ambiente y a la población.

Ahora bien, de continuar con el mismo estado de situación, al año 2044 el aumento de población en ambas subcuencas está atado al aumento de la generación de residuos. Sin embargo, la producción por habitante/día también tiene la tendencia a crecer, para determinar este valor es necesaria la actualización de los datos de residuos a nivel nacional, algunas estimaciones indican un valor cercano a los 1,1 Kg/Hab.día para el 2045.

Tomando este último valor para realizar una proyección de la generación de residuos para el 2044, se obtienen los siguientes datos:

Tabla 5. Residuos proyectados al 2044 por subcuenca

Cuenca	Hab (2044)	Cantidad de residuos		
		Kg/mes	Kg/año	Ton/año
Cuenca Guacerique	20.245	668.085	8.017.020	801,7
Cuenca S.J. de río Grande	11.098	366.234	4.394.808	439,5
Total	31.343	1.034.319	12.411.828	1.241,2

R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO) - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS AL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.**6. PLAN DE MANEJO**

Si bien en este informe se contempló la elaboración de un plan de manejo de residuos sólidos para ambas subcuencas, se hace necesaria la búsqueda de información y diagnóstico previo como base para la elaboración de dicho plan. Por este motivo, en este documento se presentan las problemáticas evidenciadas en visitas de campo, investigación bibliográfica y entrevistas a personal clave. Información que se utilizará como insumo para la elaboración de los planes que se presentarán en la sección R1.06.

7. CONCLUSIONES

La gestión de residuos en ambas subcuencas depende de la característica de las aldeas, en la mayoría de las comunidades de las cuencas alta y media se observan disposiciones de tipo artesanal, con presencia de quema, disposición en el suelo o en cuerpos hídricos, mientras que algunas aldeas en las comunidades más cercanas al Distrito Central se evidencia la presencia de un tren de aseo recolector que no tiene una frecuencia establecida.

Las características de los residuos permiten asumir que son susceptibles a un aprovechamiento de la fracción orgánica y una comercialización de la fracción inorgánica.

A nivel legal, y para que los cambios que se propongan sean prósperos, se requiere la actualización y unificación del marco normativo, considerando el tiempo transcurrido desde la aprobación de la regulación vigente aprobada en el año 93 (hace más de 30 años) y las crecientes necesidades de ampliar e incorporar otros aspectos de la actividad. Se debería promover un marco normativo nacional actualizado, que incluya con mayor claridad el alcance de la participación de los gobiernos locales y regionales y las condiciones de coordinación entre los distintos niveles.

8. BIBLIOGRAFÍA

- CEPAL. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Santiago de Chile.
- ONU, MiAmbiente+, CNP+LH. (2017). *Diagnóstico sobre la situación de la gestión de residuos en Honduras 2016*. República de Honduras, C.A.: MiAmbiente.
- Pardo López, M. L. (Julio de 2018). Protección del recurso hídrico. Conservación de las fuentes actuales de abastecimiento de agua en Tegucigalpa con énfasis en el embalse Los Laureles. Tegucigalpa, Distrito Central, Honduras C.A.
- SERNA, PNUD, GEF. (2023). *Plan Director - Manejo Integral Residuos AMDC*. Tegucigalpa M.D.C: AMDC.



**PROYECTO PARA FORTALECER LOS SERVICIOS DE AGUA
POTABLE DE TEGUCIGALPA
P170469-CR. IDA-6460-HN**

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE
Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”
DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS
REFERENCIA HN-AMDC-139447-CS-QCBS**

CONTRATO No.CF-006-IDA6460-HN-AMDC-2023

**R2.01. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A
MONITOREAR (SISTEMA DE MONITOREO
MAPAS)**

FECHA DE EMISIÓN: 28/08/2024

REVISIÓN: 02



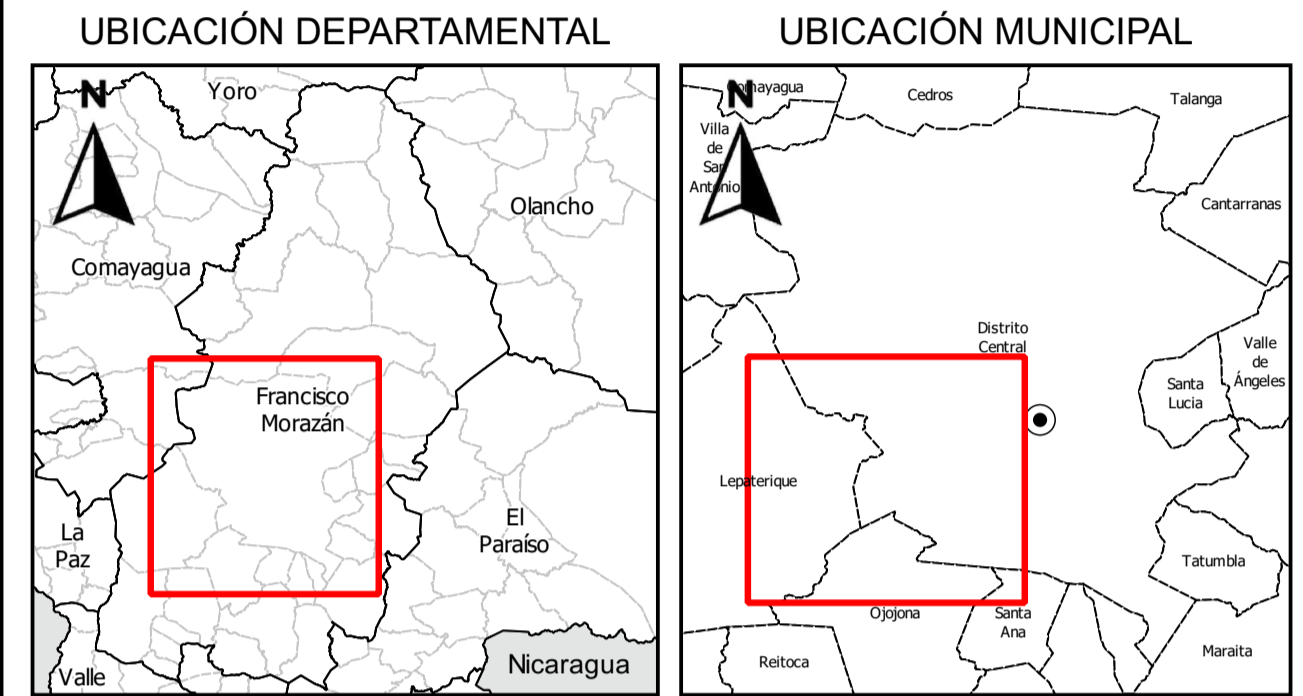
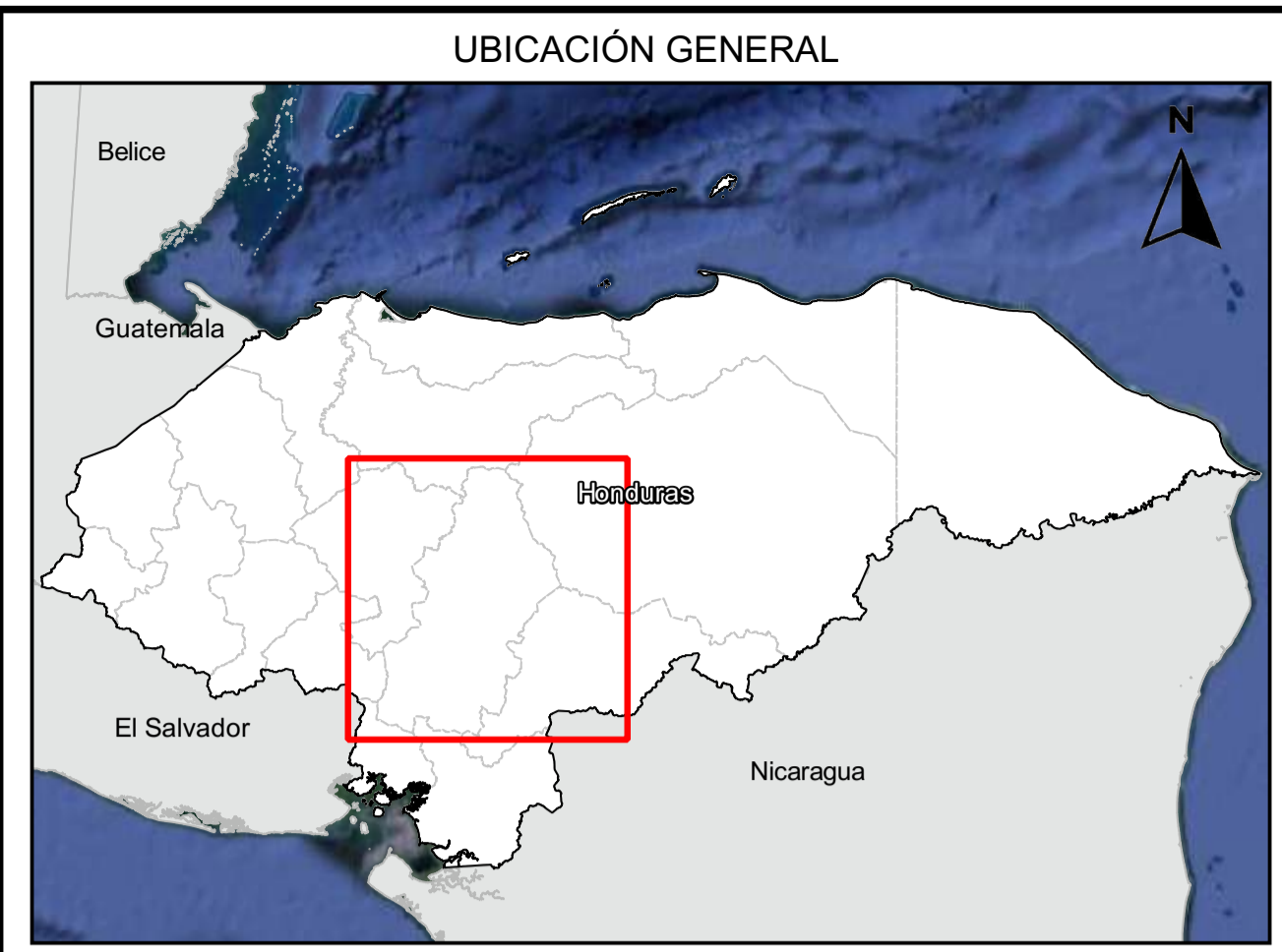
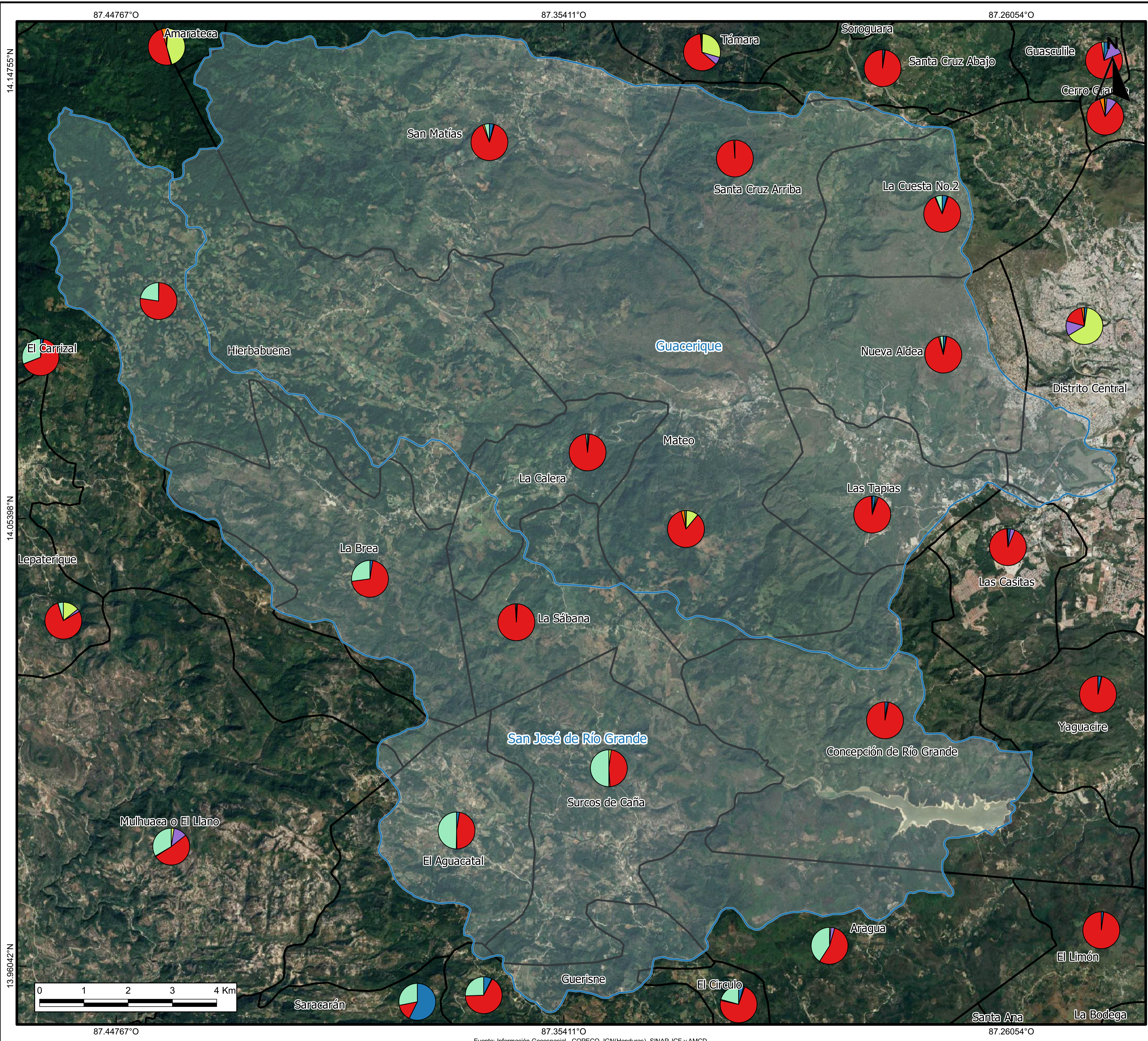


“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE”

R1.01. IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES ANTROPOGÉNICAS - INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE CONTAMINACIÓN

LISTADO DE MAPAS

C553-GU2-MP-RS-DC-300	ANTECEDENTES - ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (CENSO 2001)
C553-GU2-MP-RS-DC-301	COBERTURA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
C553-GU2-MP-RS-DC-302	PUNTOS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS UNIDADES MILITARES
C553-GU2-MP-RS-DC-303	BASURALES DE CENTROS POBLADOS
C553-GU2-MP-RS-DC-304	PUNTOS DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS



REFERENCIAS

<p>Capitales</p> <ul style="list-style-type: none"> Tegucigalpa <p>Hidrología</p> <ul style="list-style-type: none"> Subcuencas en estudio 	<p>Límites y Eliminación de basura</p> <ul style="list-style-type: none"> Aldeas La tira a la calle La recoge carro de Basura La deposita en contenedor La quema o entierra Paga particulares el acarreo Otro
--	---

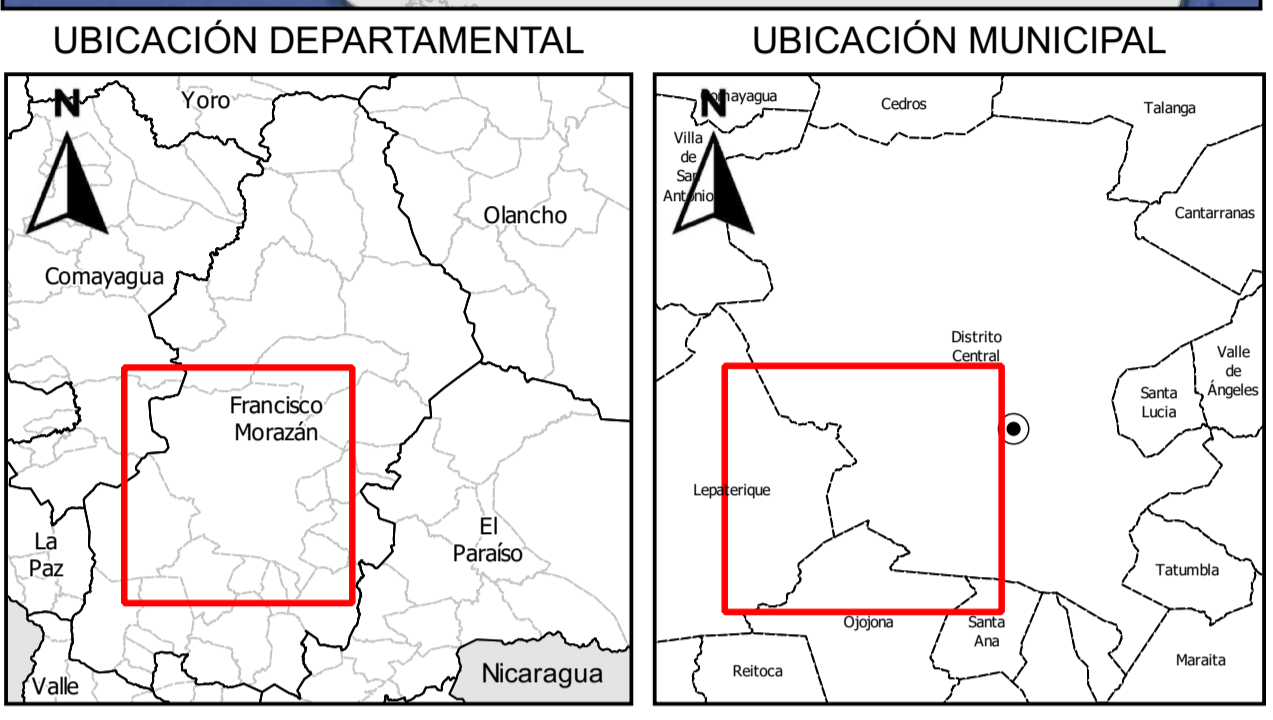
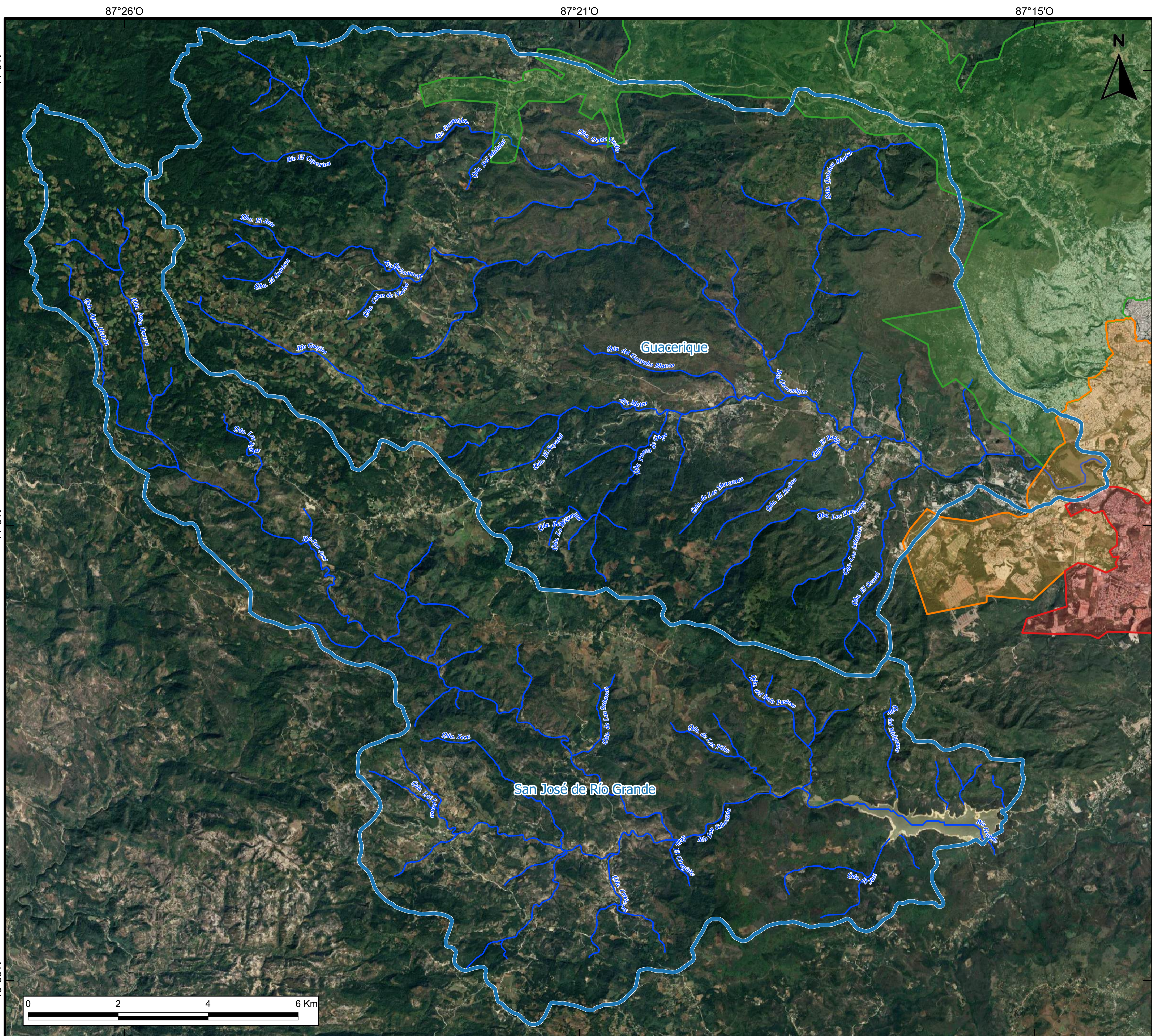
ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS).

R1.01. Impacto de las intervenciones antropogénicas

Revisión:	V2	Elaborado por:
Descripción:	Original	
Fecha:	28-08-2024	
Elaboró:	L.A.Q	
Revisó:	N.P.	
Aprobó:	Y.M.	

<p>ANTECEDENTES ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (CENSO 2001)</p>		<p>EQUIPO TÉCNICO DE LA CONSULTORA: COORDINADOR: MSC. PABLO SERRA M. (HYTSA) ESP. HIDRAULICA: MSC. YURI MEDINA (HYTSA) ESP. INFRAESTRUCTURA: ING. RONALD AGUIERO (CONASH)</p>	
Plano N°:	C553-GU2-MP-GE-DC-300	Revisión:	02
Escala:		Hoja:	1 de 1

Fuente: Información Geoespacial - COPECO, IGN(Honduras), SINAP, ICF y AMCD.
 Sistema de Coordenadas: WGS 84. Datum: WGS 84
 Proyección: Latitud-Longitud.



REFERENCIAS

Capital	Empresa de recolección / Jornada
● Tegucigalpa	AMAHS-A DIURNO
Hidrología	AMAHS-A NOCTURNO
~ Drenaje en subcuencas en estudio	COSEMSA-NOCTURNO
□ Subcuencas declaradas en estudio	

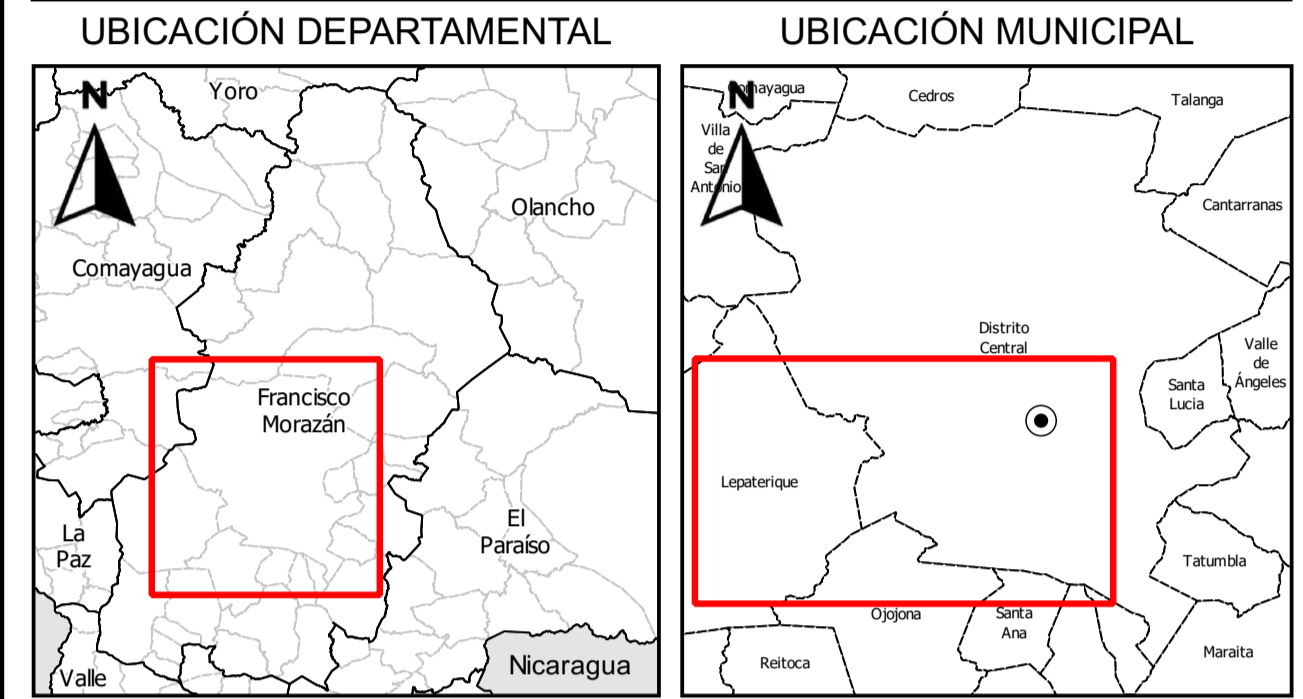
ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS).

R1.01. Impacto de las intervenciones antropogénicas

Revisión:	V2	Elaborado por:	
Descripción cambio:	Original		
Fecha:	28-08-2024		
Elaboró:	L.A.Q.		
Revisó:	N.P.		
Aprobó:	Y.M.		

COBERTURA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		EQUIPO TÉCNICO DE LA CONSULTORA: COORDINADOR: MSc. PABLO SERRA M. (HYTSA) ESP. HIDRAULICA: MSc. YURI MEDINA (HYTSA) ESP. INFRAESTRUCTURA: ING. RONALD AGUERO (CONASH)	
Plano N°:	C553-GU2-MP-GE-DC-301	Revisión:	02
Escala:		Hoja: 1 de 1	

Fuente: Información Geoespacial - COPECO, IGN(Honduras), SINAP, ICF y AMCD.
 Sistema de Coordenadas: WGS 84. Datum: WGS 84
 Proyección: Latitud-Longitud.



REFERENCIAS

Disposición de chatarra	Subcuencas en estudio
Quema de residuos	
Residuos hospitalarios	
Residuos sólidos	

PUNTOS DE DISPOSICIÓN EN INSTALACIONES MILITARES

N° Punto	Instalación militar	Tipo de disposición
1	Escuela Técnica del Ejército	Chatarra
2	Escuela Técnica del Ejército	Residuos sólidos
7	Cuartel General del Ejército	Quema de residuos
8	Cuartel General del Ejército	Residuos sólidos
12	Industria Militar	Residuos sólidos
13	Industria Militar	Residuos sólidos
14	Industria Militar	Quema de residuos
15	Industria Militar	Chatarra
19	Hospital Militar	Residuos hospitalarios
20	Hospital Militar	Chatarra
21	Hospital Militar	Chatarra
23	Comando de Apoyo Logístico de las Fuerzas Armadas (CALFFA)	Chatarra
27	Primer batallón de infantería	Residuos sólidos
28	Primer batallón de infantería	Chatarra
32	Universidad de Defensa, Escuela de Comando y Colegio de Defensa Nacional	Residuos sólidos
35	Academia Militar	Residuos sólidos

NOTA
La numeración corresponde a todos los puntos de disposición y no solo a los que se visualizan. Esta numeración incluye los puntos de disposición de residuos sólidos y los de descarga de efluentes.

ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS).

R1.01. Impacto de las intervenciones antropogénicas

Logos of Banco Mundial, DUCO, and UMAPS.

Revisión:	V2	Elaborado por:	
Descrip. cambio:	Original		
Fecha:	28-08-2024		
Elaboró:	L.A.Q		
Revisó:	N.P.		
Aprobó:	Y.M.		

Logo of HYTSA and CONASH.

PUNTOS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UNIDADES MILITARES

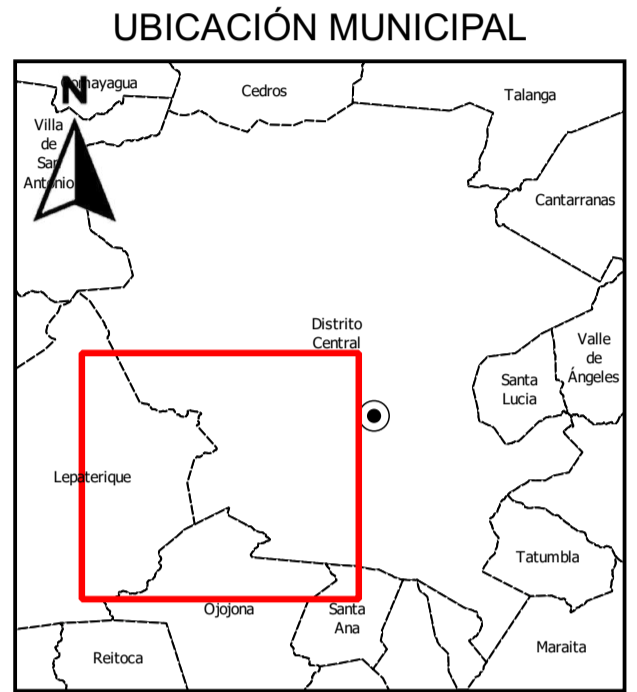
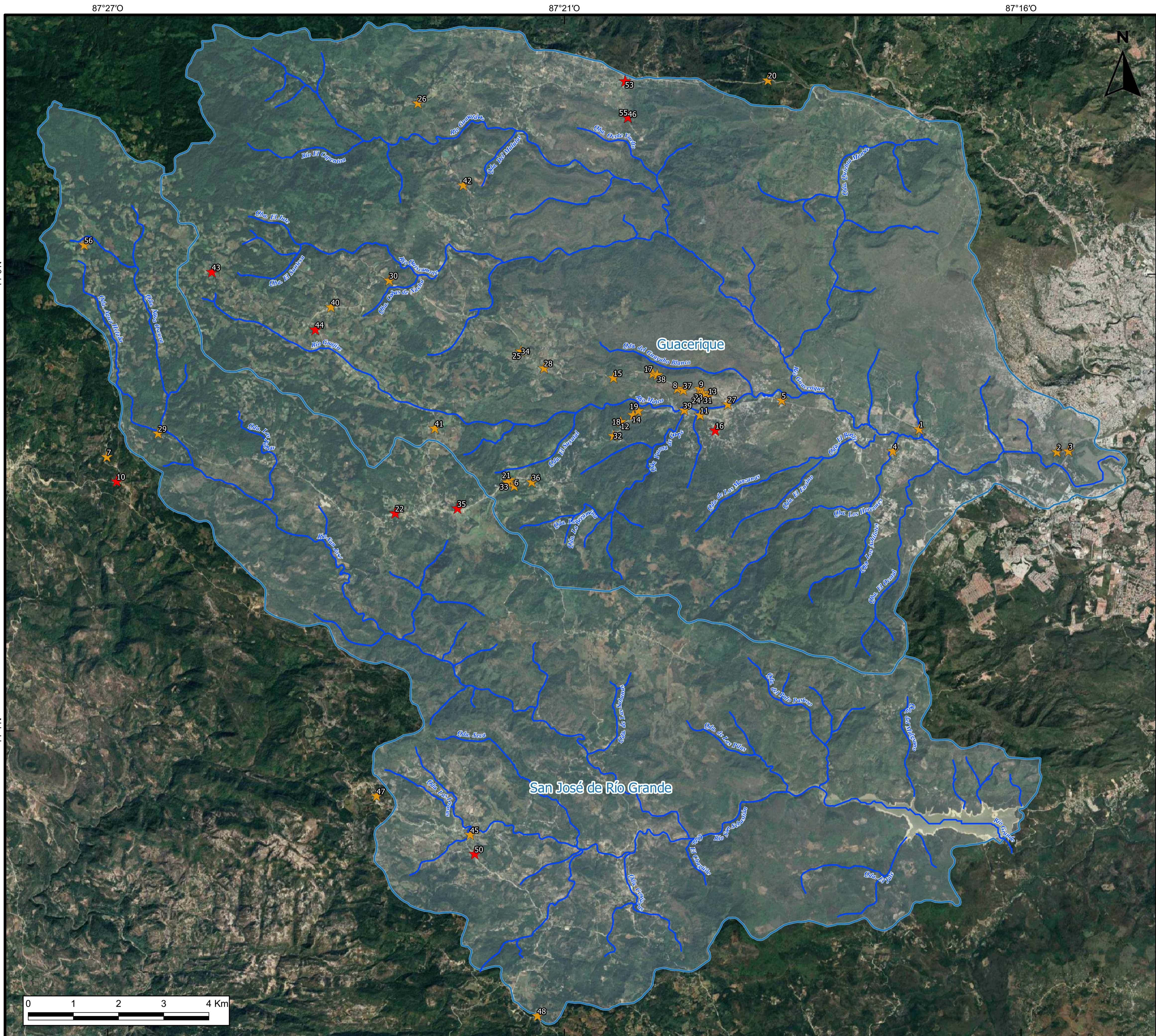
Plano N°: C553-GU2-MP-AB-DC-302

Revisión: 02

Escala: -

Hoja: 1 de 1

Fuente: Información Geoespacial - COPECO, IGN(Honduras), SINAP, ICF y AMCD.
Sistema de Coordenadas: WGS 84. Datum: WGS 84
Proyección: Latitud-Longitud



REFERENCIAS

Basurales en centros urbanos
 ★ Basural
 ★ Quema

Hidrología
 Drenaje en subcuencas en estudio
 Subcuencas en estudio

BASURALES

N°	Caract.	Latitud	Longitud	Cuenca
1	Basural	14.07261	-87.28116	Guacerique
2	Basural	14.06795	-87.25294	Guacerique
3	Basural	14.06811	-87.25056	Guacerique
4	Basural	14.06811	-87.28657	Guacerique
5	Basural	14.07855	-87.30934	Guacerique
6	Basural	14.06096	-87.36413	Guacerique
7	Basural	14.06694	-87.44763	San José de Río Grande
8	Basural	14.08092	-87.33072	Guacerique
9	Basural	14.08091	-87.32614	Guacerique
10	Quema	14.06192	-87.44561	San José de Río Grande
11	Basural	14.0755	-87.32607	Guacerique
12	Basural	14.07411	-87.34233	Guacerique
13	Basural	14.07942	-87.32438	Guacerique
14	Basural	14.07553	-87.33978	Guacerique
15	Basural	14.08314	-87.3436	Guacerique
16	Quema	14.07236	-87.32296	Guacerique
17	Basural	14.084	-87.33576	Guacerique
18	Basural	14.07413	-87.34234	Guacerique
19	Basural	14.07637	-87.33873	Guacerique
20	Basural	14.14412	-87.31215	Guacerique
21	Basural	14.06222	-87.36508	Guacerique
22	Quema	14.05539	-87.38854	San José de Río Grande
23	Basural	14.08009	-87.32552	Guacerique
24	Basural	14.07943	-87.32819	Guacerique
25	Basural	14.08857	-87.36275	Guacerique
26	Basural	14.13942	-87.38388	Guacerique
27	Basural	14.07771	-87.32038	Guacerique
28	Basural	14.08514	-87.35803	Guacerique
29	Basural	14.07175	-87.43711	San José de Río Grande
30	Basural	14.10312	-87.38976	Guacerique
31	Basural	14.07948	-87.32534	Guacerique
32	Basural	14.07127	-87.34381	Guacerique
33	Basural	14.06175	-87.36555	Guacerique
34	Basural	14.08858	-87.36274	Guacerique
35	Quema	14.05638	-87.37578	San José de Río Grande
36	Basural	14.06178	-87.36056	Guacerique
37	Basural	14.08059	-87.3295	Guacerique
38	Basural	14.08377	-87.33486	Guacerique
39	Basural	14.07653	-87.3293	Guacerique
40	Basural	14.09763	-87.4017	Guacerique
41	Basural	14.07279	-87.38042	Guacerique
42	Basural	14.1226	-87.37461	Guacerique
43	Quema	14.10482	-87.4261	Guacerique
44	Quema	14.09301	-87.40491	Guacerique
45	Basural	13.98951	-87.37316	San José de Río Grande
46	Quema	14.13647	-87.34083	Guacerique
47	Basural	13.99746	-87.39235	San José de Río Grande
48	Basural	13.95239	-87.35938	San José de Río Grande
50	Quema	13.98558	-87.37225	San José de Río Grande
53	Quema	14.14389	-87.34142	Guacerique
55	Quema	14.13652	-87.34088	Guacerique
56	Basural	14.11037	-87.45225	San José de Río Grande
57	Actividad Agrícola	14.06927	-87.28143	Guacerique

NOTA
 Los basurales exteriores a las cuencas en estudio, se añadieron al análisis por afectar mismas de manera directa. Estos basurales pertenecen a aldeas incluidas en las cuencas de estudio.

ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS).

R1.01. Impacto de las intervenciones antropogénicas

BANCO MUNDIAL | **DISTRITO CENTRAL** | **DIEN COTZUM** | **UMAPS**

Revisión: V2 | Elaborado por: **HYTSA** | **CONASH**

Descr. cambio: Original | Fecha: 28-08-2024 | Elaboró: L.A.Q. | Revisó: N.P. | Aprobó: Y.M.

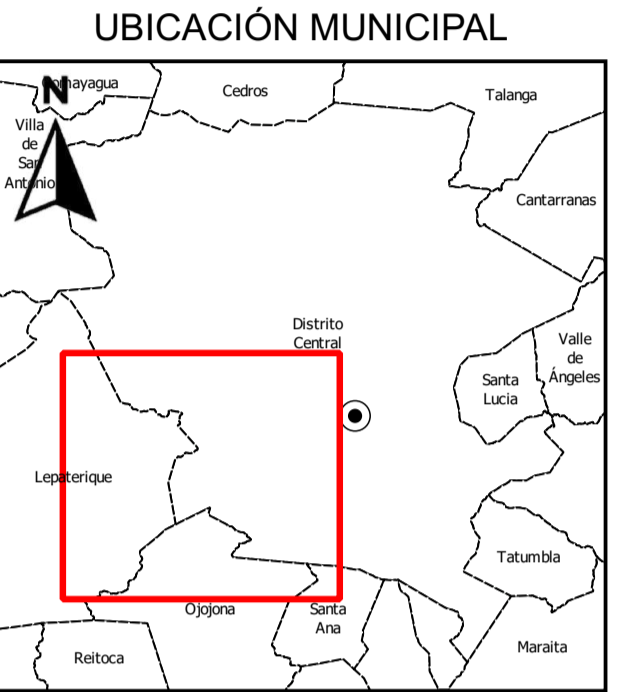
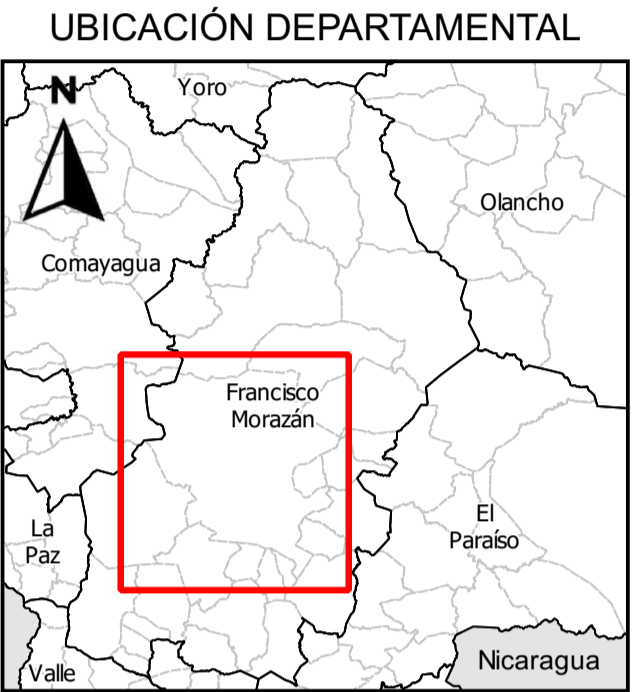
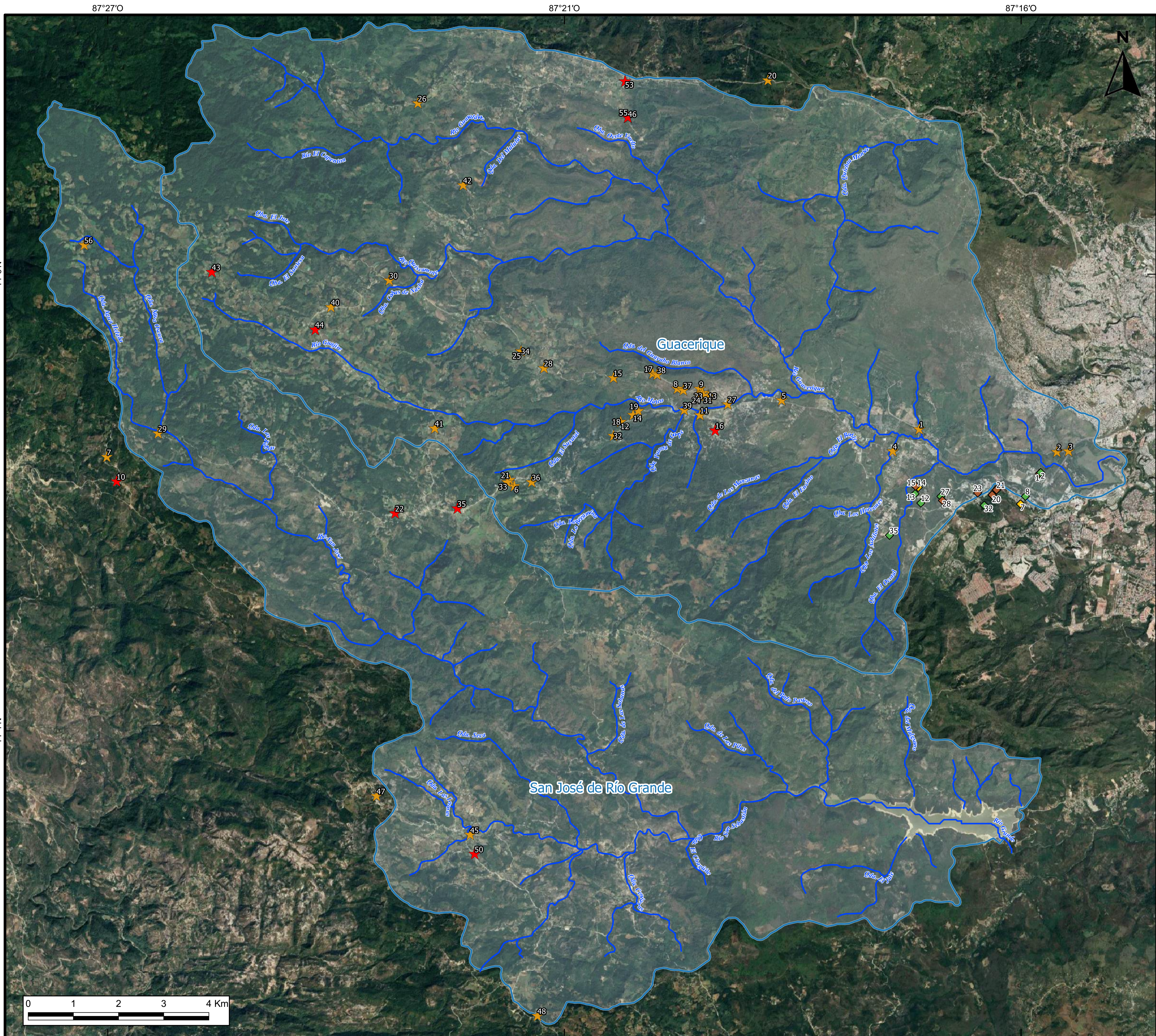
BASURALES DE CENTROS POBLADOS

Equipo Técnico de la Consultora: COORDINADOR: MSC. PABLO SERRA M. (HYTSA) | ESP. HIDRAULICA: MSC. YURI MEDINA (HYTSA) | ESP. INFRAESTRUCTURA: ING. RONALD AGUIERO (CONASH)

Plano N°: **C553-GU2-MP-RS-DC-303** | Revisión: **02**

Escala: - | Hoja: 1 de 1

Fuente: Información Geoespacial - COPECO, IGN(Honduras), SINAP, ICF y AMCD. Sistema de Coordenadas: WGS 84. Datum: WGS 84. Proyección: Latitud-Longitud.



REFERENCIAS

Basurales en centros urbanos	Hidrología
★ Basural	~ Drenaje en subcuencas en estudio
★ Quema	□ Subcuencas en estudio
Disposición de residuos sólidos en instalaciones militares	
◆ Disposición de chatarra	
◆ Quema de residuos	
◆ Residuos hospitalarios	
◆ Residuos sólidos	

NOTA
 Los basurales exteriores a las cuencas en estudio, se añadieron al análisis por afectar mismas de manera directa. Estos basurales pertenecen a aldeas incluidas en las cuencas de estudio.
 La numeración de la disposición de residuos en instalaciones militares corresponde a todos los puntos de disposición, no solo a los que se visualizan. Esta numeración incluye los puntos de disposición de residuos sólidos y los de descarga de efluentes.

ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE GUACERIQUE Y SAN JOSÉ DE RÍO GRANDE. DEPARTAMENTO DE FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS (HN-AMDC-139447-CS-QCBS).

R1.01. Impacto de las intervenciones antropogénicas

Revisión: V2	Elaborado por:	
Descripción cambio: Original		
Fecha: 28-08-2024		
Elaboró: L.A.Q.		
Revisó: N.P.		
Aprobó: Y.M.		

PUNTOS DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS	Equipo Técnico de la Consultora: COORDINADOR: MSc. PABLO SERRA M. (HYTSA) ESP. HIDRAULICA: MSc. YURI MEDINA (HYTSA) ESP. INFRAESTRUCTURA: ING. RONALD AGUIERO (CONASH)
	Plano N°: C553-GU2-MP-RS-DC-304
	Revisión: 02
	Escala: - Hoja: 1 de 1

Fuente: Información Geoespacial - COPECO, IGN(Honduras), SINAP, ICF y AMCD.
 Sistema de Coordenadas: WGS 84. Datum: WGS 84
 Proyección: Latitud-Longitud.