



**ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO DEL EMISARIO LA VIÑA Y LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS PARROQUIAS CUMBAYA Y  
TUMBACO**

**TÉRMINOS DE REFERENCIA**



## Tabla de contenido

<b>1. RESUMEN EXTRACTO DEL CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA NO REEMBOLSABLE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>4</b>
2.1. ESTUDIOS PREVIOS .....	5
<b>3. JUSTIFICACIÓN. - .....</b>	<b>9</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>5. COBERTURA DEL PROYECTO .....</b>	<b>12</b>
5.1. COBERTURA DE LA PTAR TUMBACO-CUMBAYÁ.....	12
5.2. COBERTURA DEL EMISARIO LA VIÑA .....	13
<b>6. ALCANCE .....</b>	<b>17</b>
6.1. SISTEMA DE INTERCEPCIÓN .....	17
6.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	17
6.3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	18
<b>7. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>20</b>
7.2. FASE 1: ESTUDIOS TÉCNICOS Y DE CAMPO .....	20
7.3. FASE 2: DISEÑO DEFINITIVO .....	43
<b>7.3.5. ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES Y LINEA DE IMPULSIÓN.....</b>	<b>72</b>
7.4. FASE 3: INFORME FINAL PROVISIONAL.....	79
<b>7.4.3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>80</b>
<b>7.4.4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>81</b>
<b>7.4.5. DESAGREGACION TECNOLÓGICA .....</b>	<b>82</b>
<b>7.4.6. EJECUCIÓN DEL PROYECTO. ....</b>	<b>82</b>
<b>7.4.7. ASAMBLEA DE PRESENTACIÓN DE DISEÑOS DEFINITIVOS. ....</b>	<b>82</b>
<b>7.4.8. EVALUACION FINANCIERA Y SOCIO ECONOMICA DEL PROYECTO .....</b>	<b>82</b>
<b>7.4.9. ELABORACION DE PLIEGOS PARA LA CONTRATACIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>83</b>
<b>8. INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD.....</b>	<b>83</b>
<b>9. PRODUCTOS ESPERADOS .....</b>	<b>84</b>
9.1. PRODUCTO 1 – INFORME PRELIMINAR .....	85
9.2. PRODUCTO 2 – INFORME DE: ESTUDIOS TÉCNICOS Y DE CAMPO.....	85
<b>9.2.1. MEMORIA TOPOGRÁFICA .....</b>	<b>85</b>
<b>9.2.2. ESTUDIO GEOLÓGICO.....</b>	<b>86</b>
<b>9.2.3. ACTA DE ASAMBLEA DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO. ....</b>	<b>87</b>
<b>9.2.4. MEMORIA TÉCNICA DE LA FASE 1 .....</b>	<b>87</b>
<b>9.2.5. MEMORIA AMBIENTAL PREVIA A LA CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>89</b>
<b>9.2.6. MEMORIA EJECUTIVA DE LA FASE 1 .....</b>	<b>89</b>



9.3.	PRODUCTO 3 – FASE 2 .....	90
9.3.1.	MEMORIA TÉCNICA DE LA FASE 2 .....	90
9.3.2.	MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO Y DISEÑO HIDRÁULICO Y/O SANITARIO .....	92
9.3.3.	MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL .....	93
9.3.4.	MEMORIA DE CÁLCULO Y DISEÑO DE LA PTAR .....	94
9.3.5.	MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO Y DISEÑO DE OTRAS INGENIERÍAS Y ESPECIALIDADES .....	94
9.3.6.	MEMORIA EJECUTIVA DE LA FASE 2 .....	95
9.4.	PRODUCTO 4 – INFORME FINAL .....	95
9.4.1.	INFORME FINAL PROVISIONAL Y DEFINITIVO .....	95
9.4.2.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	96
9.4.3.	MEMORIA EJECUTIVA DE LA FASE 3 .....	97
9.5.	DOCUMENTACIÓN FÍSICA A RECIBIR .....	97
9.6.	TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA .....	98
10.	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	98
10.1.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	99
10.2.	APROBACIÓN DE INFORMES .....	99
10.2.1.	INFORME PRELIMINAR .....	99
10.2.2.	INFORME FASE 1 .....	100
10.2.3.	INFORME FASE 2 .....	100
10.2.4.	INFORME FINAL PROVISIONAL Y DEFINITIVO .....	100
11.	ADMINISTRACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORÍA .....	100
12.	FORMAS Y CONDICIONES DE PAGO .....	101
12.1.	FORMA DE PAGO .....	101
12.2.	REAJUSTE DE PRECIOS .....	102
12.3.	MODALIDAD: .....	102
13.	PRESUPUESTO REFERENCIAL .....	102
14.	PERSONAL TECNICO, EQUIPO DE TRABAJO, RECURSOS .....	102
14.1.	PERSONAL TECNICO CLAVE: .....	102
15.	EL CONSULTOR .....	102
15.1.	CARACTERÍSTICAS DEL CONSULTOR .....	102
15.2.	RESPONSABILIDAD DEL CONSULTOR .....	103
15.3.	ADMINISTRACION Y SUPERVISION DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORIA .....	103
15.4.	REQUISITOS MÍNIMOS DEL CONSULTOR .....	104
15.5.	ACOMPañAMIENTO DURANTE EL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL .....	104
16.	RESPONSABILIDAD DEL CONSULTOR Y LA EPMAPS .....	104
17.	FIRMAS DE RESPONSABILIDAD .....	105
ANEXOS:	.....	106



## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: ESQUEMA DE LAS OBRAS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	6
Gráfico 2: ÁREAS DE APORTE DE LA PLANTA VINDOBONA.....	8
Gráfico 3: MAPA DE AMENAZA ASOCIADA AL VOLCÁN COTOPAXI.....	9
Gráfico 4: UBICACIÓN PROPUESTA DE LA PTAR CUMBAYÁ – TUMBACO.....	11
Gráfico 5: ÁREAS DE APORTE PTAR CUMBAYÁ – TUMBACO.....	13
Gráfico 6: TRAZADO PRELIMINAR DEL EMISARIO LA VIÑA – PROPUESTA 1 - EPMAPS.....	14
Gráfico 7: TRAZADO PRELIMINAR DEL EMISARIO LA VIÑA – PROPUESTA 2 - EPMAPS.....	15
Gráfico 8: AREAS DE APORTE AL EMISARIO LA VIÑA.....	16
Gráfico 10: UBICACIÓN DE LAS PRINCIPALES DESCARGAS EN TUMBACO Y CUMBAYÁ.....	27



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

### ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO DEL EMISARIO LA VIÑA Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS PARROQUIAS CUMBAYA Y TUMBACO

#### 1. RESUMEN EXTRACTO DEL CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA NO REEMBOLSABLE

Con Fecha 21 de abril de 2022, se firmó el Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable entre La Corporación Andina de Fomento CAF y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito EPMAPS, cuyo objetivo general es “... *reducir la contaminación de cursos de agua mediante diseños que viabilicen inversiones necesarias para el tratamiento de agua residuales en las parroquias de Cumbayá y Tumbaco...*”.

Para la ejecución de la consultoría, CAF aportará la cantidad de setecientos cincuenta mil dólares de los Estados Unidos de América (USD 750,000.00), recursos que no podrán ser utilizados para otra finalidad.

El convenio tendrá una vigencia de dieciocho (18) meses, contados a partir del 21 de abril de 2022. Si transcurridos tres (3) meses, contados a partir de la fecha de suscripción del presente convenio, la EPMAPS no instrumenta la operación, la misma quedará desistida, salvo justificación por escrito, aceptada por CAF.

CAF realizará los desembolsos a los consultores a requerimiento de la EPMAPS, en función a los productos que se detallen en los presentes términos de referencia. Para la solicitud de desembolso, el Beneficiario deberá presentar la documentación e informes requeridos por CAF y contar con el visto bueno del responsable técnico de la EPMAPS.

Se aclara, que el Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable entre La Corporación Andina de Fomento CAF y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito EPMAPS forma parte expresa de estos términos de referencia.

#### 2. ANTECEDENTES

Dentro del Programa de Descontaminación de los ríos de Quito (PDRQ) se han identificado 125 quebradas y ríos que presentan algún grado de contaminación en los que se plantea intervenir, con la finalidad de avanzar con la implementación del PDRQ de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS).

Considerando el crecimiento poblacional explosivo en las parroquias Cumbayá y Tumbaco la EPMAPS ha volcado sus esfuerzos a la construcción de redes de interceptores en estas parroquias, contando al momento con una longitud aproximada de 45 km de interceptores que descargan sus aguas en diferentes quebradas y finalmente llegan al río San Pedro y río Chiche.

El sistema de interceptores se ha planificado con la concepción de la futura Planta de



Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el sector de Churoloma, ubicada en el margen sur occidental de la quebrada El Payaso.

Para llegar a la PTAR con todas las aguas residuales de Tumbaco y viabilizar su operación en una primera etapa, hace falta contar con los diseños del Interceptor denominado La Viña, que es el interceptor final de la zona que llegaría a la PTAR.

## **2.1. ESTUDIOS PREVIOS**

Como parte del Programa de Descontaminación de los ríos de Quito se han realizado los siguientes estudios:

### **2.1.1. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS DE QUITO, 2011**

Realizados como parte del Programa de Saneamiento Ambiental de la EPMAPS por la Asociación FICHTNER-HIDROESTUDIOS (AFH); establecieron alternativas de Tratamiento de las Aguas Residuales para la ciudad de Quito y parroquias anexas.

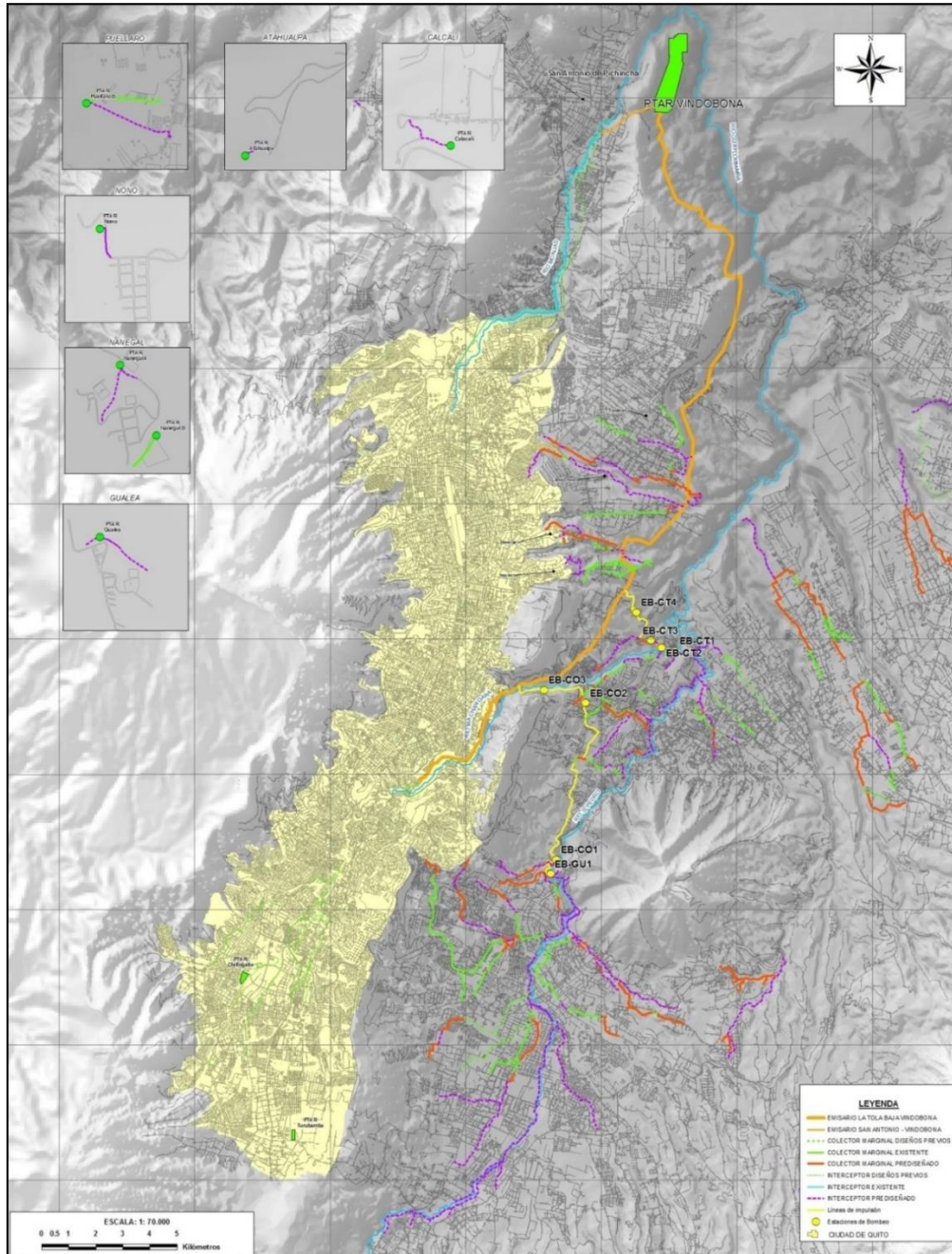
Para las parroquias de Cumbayá y Tumbaco entre las alternativas propuestas por el estudio, las Alternativas 1 y 2 plantean interceptores de las parroquias de Cumbayá y Tumbaco que conducen el agua recolectada a la planta de tratamiento denominada “Cumbayá-Tumbaco” prevista a la altura de la confluencia de los ríos Machángara y San Pedro; el estudio propone un Tratamiento anaerobio UASB + Lodos activados convencional o Tratamiento Primario Avanzado en la Alternativa 1, y Lodos activados convencional o Tratamiento anaerobio UASB + Lodos activados convencional en la Alternativa 2.

La alternativa 3 plantea interceptores de las parroquias Surorientales, de manera que incluyendo un conjunto de estaciones de bombeo y líneas de impulsión que conducen el agua residual hasta el emisario Tola-Vindobona, de manera que toda el agua residual de Quito y sus parroquias rurales adyacentes se centraliza en la planta de tratamiento de Vindobona con un tratamiento de Lodos activados convencional.





**Gráfico 1: ESQUEMA DE LAS OBRAS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA**



Fuente: Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del Plan de Descontaminación de los Ríos de Quito, 2011

Se definió como la alternativa óptima para el DMQ, un sistema de depuración centralizado para la ciudad de Quito, las principales parroquias rurales adyacentes del DMQ y poblaciones vecinas de Sangolquí y San Rafael, en una sola PTAR al norte de Quito en el sector llamado Vindobona (Gráfico 1). El tratamiento sería biológico secundario, del tipo lodos activados, lo cual permitirá cumplir con la normativa actual vigente para descarga a cuerpos receptores.



## 2.1.2. DISEÑOS DEFINITIVOS DE LAS OBRAS DE INTERCEPCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA QUITO Y PARROQUIAS ANEXAS, 2016

Realizados por la Asociación Hazen and Sawyer – Pi Épsilon (Asociación HS-PE) y supervisado por la EPMAPS contempla tres componentes esenciales:

- Intercepción y transmisión de las aguas residuales mediante emisarios en túnel
- Tratamiento de las aguas residuales en la Planta de Tratamiento de aguas Residuales “Vindobona” (PTAR Vindobona)
- Recuperación de las aguas residuales para generación hidroeléctrica, usando aguas negras crudas mediante dos centrales en línea: Nayón y Batán II y una central hidroeléctrica en Vindobona que aprovecha el efluente tratado.

Las áreas tributarias de las descargas principales se actualizaron durante este estudio; algunas áreas ubicadas hacia el este de los ríos Machángara y Guayllabamba no serán conducidas a la PTAR Vindobona, pues dispondrán de sus propias PTAR, entre estas áreas se encuentran las parroquias Cumbayá y Tumbaco.

El proyecto atiende las microcuencas de Anglo French, Barrio Monjas, Calderón 1, Calderón 2, Carcelén Alto, Carcelén Bajo, Colector El Colegio, El Peaje, La Internacional, La Pampa 1, La Pampa 2, La Pampa 3, Pomasqui 1, Pomasqui 2, Pomasqui 3, Pomasqui 4, Pomasqui 5, Pomasqui 6, San Antonio Piscinas, Río Villorita, San Antonio, Machángara El Recreo, Teodoro Gómez de la Torre, Vida Para Quito Machángara, El Batán 1, El Batán 2, Eloy Alfaro y Eucaliptos, La Bota, Comité del Pueblo 1, Comité del Pueblo 2, Calderón 2 y Zámbriza. (Gráfico 2)

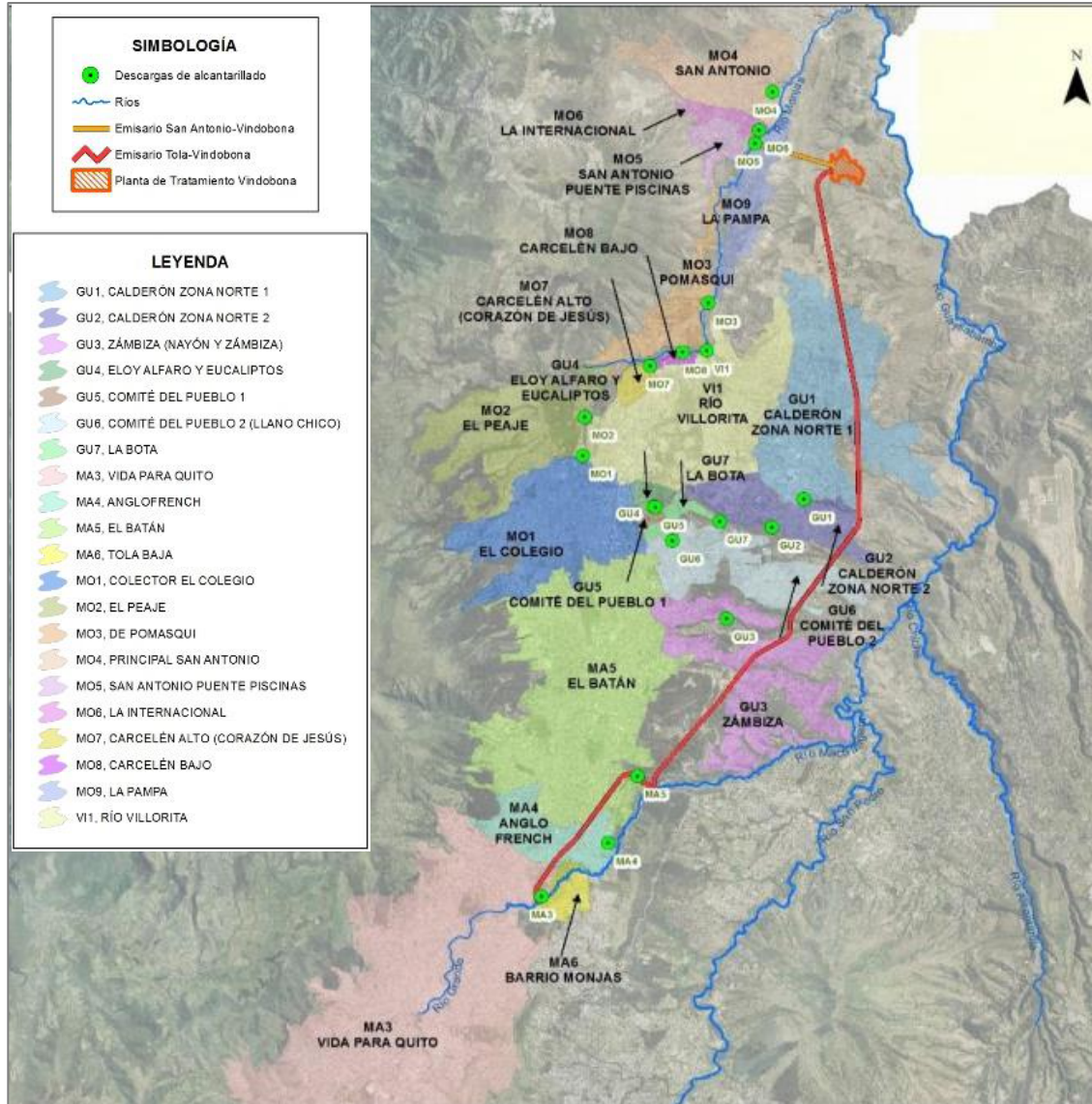
El proceso de tratamiento resultado de este estudio contempla:

- Tratamiento preliminar: cribado, unidades de separación de arena y canales aforadores
- Tratamiento primario: sedimentación por gravedad de sólidos orgánicos e inorgánicos mediante tanques de sedimentación primaria, bombeo del lodo primario hacia unidades de espesamiento de lodos y, retiro de materiales flotantes.
- Tratamiento secundario: proceso de lodos activados de alimentación escalonada mediante tanques de aireación de lodos activados en paralelo, incluye compartimiento de desaireación.
- Clarificación secundaria
- Desinfección
- Espesamiento de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación de lodos
- Secado de lodos
- Tratamiento de espumas y natas
- Reciclaje de aguas de lavado a la cabecera de la planta





**Gráfico 2: ÁREAS DE APORTE DE LA PLANTA VINDOBONA**



Fuente: Estudio de Factibilidad Proyecto de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales de Quito.

### 2.1.3. DISEÑOS DEFINITIVOS DE LAS OBRAS DE INTERCEPCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES QUE DESCARGAN A LOS RÍOS SAN PEDRO Y GUAYLLABAMBA

Realizados por la firma consultora ACCIONA INGENIERÍA y aprobados en el año 2014, tienen un horizonte de diseño para los interceptores y planta de tratamiento al año 2040.



Este proyecto incluye a las parroquias Cumbayá y Tumbaco cuyas aguas residuales se dirigen a una sola planta de tratamiento que mantiene la ubicación definida por los ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS DE QUITO en dos de sus alternativas, prevista a la altura de la confluencia de los ríos Machángara y San Pedro.

El proyecto propuesto consiste en 35 km de interceptores, 3.165 km de túneles, 1.2 km de micro túneles, 3 estaciones de bombeo, 15 cruces de quebrada o pasos elevados y 61 separadores de caudal y una planta de tratamiento diseñada en dos etapas, para 16.69m<sup>3</sup>/día al año 2020 y 22.65m<sup>3</sup>/día al año 2040 que contempla una obra de llegada con bombeo de agua cruda, pretratamiento con desarenado-desengrase, decantación primaria, tratamiento biológico tipo flujo pistón con zona anóxica y zona óxica, decantación secundaria y desinfección del efluente con hipoclorito sódico.

### **3. JUSTIFICACIÓN. -**

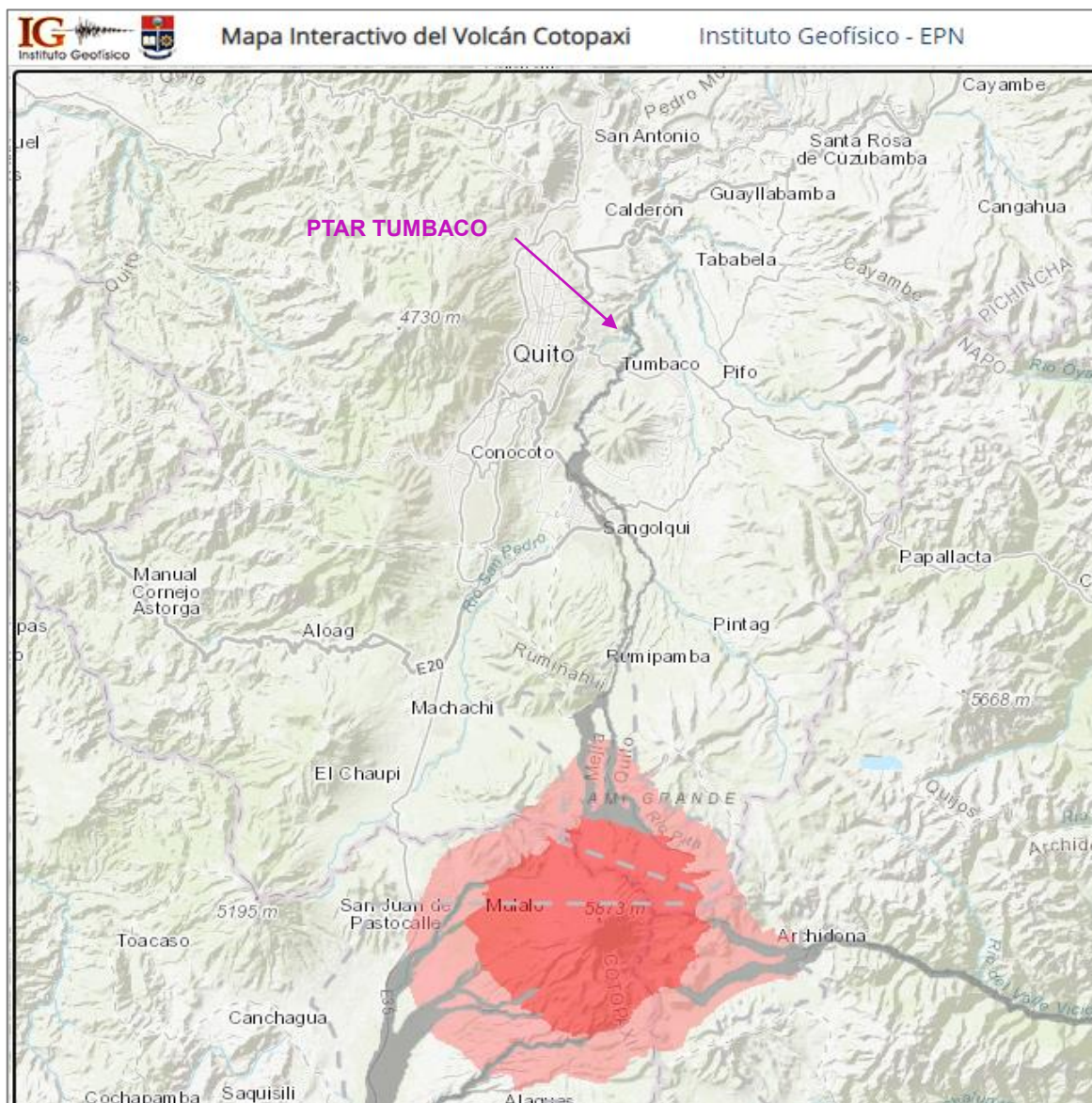
A causa de la alta actividad del volcán Cotopaxi desde el año 2015, se han publicado a través de la Secretaría de Gestión de Riesgos y el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional una actualización de los Mapas de Amenazas Volcánica en caso de que se presente un nuevo periodo eruptivo del Volcán Cotopaxi como se han venido dando históricamente.

El área donde se ubicaría la Planta de Tratamiento para Cumbayá y Tumbaco según los estudios anteriores se encuentra en la zona con alta probabilidad de ser afectada por flujos de lodo y escombros o lahares en caso de que ocurra una erupción de magnitud moderada a grande (Ver Gráfico 3, zona gris).

La EPMAPS después de un análisis técnico y de disponibilidad de espacio ha propuesto la nueva ubicación de Planta de Tratamiento en el sector de Churoloma, en la parte inferior de la cuenca de la “Quebrada del Payaso” en la parroquia Tumbaco. En consecuencia, se han venido construyendo interceptores que permitirán llevar los caudales residuales finalmente hasta esta planta, los interceptores principales diseñados, en construcción y construidos se presentan en el Gráfico 4.

### **Gráfico 3: MAPA DE AMENAZA ASOCIADA AL VOLCÁN COTOPAXI**





Fuente: Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional, 2020

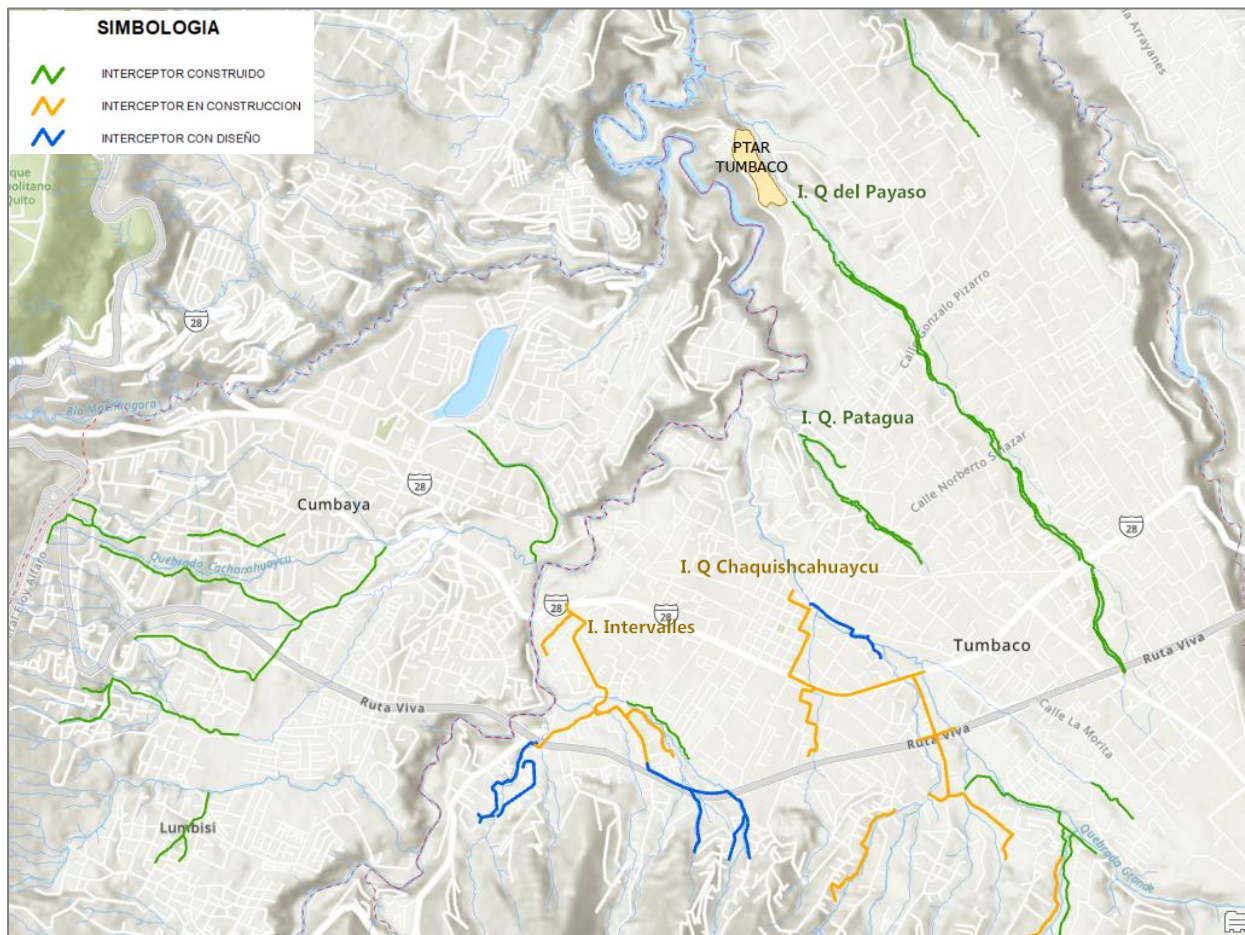
El sistema de interceptores de la Quebrada del Payaso llega actualmente hasta el punto donde se implementará la Planta de Tratamiento y se encuentran en etapa de construcción el Interceptor sanitario Intervalles y el interceptor Chaquishcahuaycu.

Para avanzar con el PDRQ la EPMAPS requiere captar las aguas residuales de Cumbayá y Tumbaco y llevarlas mediante obras de intercepción y transmisión hasta una única planta de tratamiento en Churroloma mediante emisarios y estaciones de bombeo.

En la primera etapa objeto de esta consultoría se requiere contratar el diseño definitivo del emisario denominado La Viña con sus respectivas estaciones de bombeo para llevar el caudal de las redes e interceptores diseñados y construidos en la parroquia Tumbaco y el diseño definitivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Churroloma.



**Gráfico 4: UBICACIÓN PROPUESTA DE LA PTAR CUMBAYÁ – TUMBACO**



En una futura segunda etapa se contratará o se desarrollará con el equipo de EPMAPS, el diseño definitivo de las obras de interceptación, estaciones de bombeo y líneas de impulsión para llevar las aguas residuales de Cumbayá hasta el emisario la Viña y posteriormente a la PTAR en Churuloma.

Con la construcción del proyecto objeto de esta consultoría se prevé incrementar la cobertura de tratamiento de aguas residuales de 3.38% al 12.70% en el DMQ, de manera que se minimicen los impactos que actualmente se derivan en los ríos y quebradas de las parroquias Tumbaco y Cumbayá.

El Programa para la Descontaminación de los Ríos de Quito (PDRQ), se enmarca en el Objetivo de Desarrollo Sostenible Nro. 6, AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

El PDRQ se enmarca en la Directriz 2 “Gestión del territorio para la transición ecológica” de la Estrategia Territorial Nacional, del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de la República del Ecuador. Esta directriz tiene cuatro lineamientos territoriales: 1. Educación





para el cambio de estilos de vida, 2. Actividad económica sostenible, 3. Acciones para mitigar al ambiente, 4. Gobernanza para la sostenibilidad. Dentro del tercer lineamiento, en el que enmarca el presente proyecto, el Estado busca "Implementar esquemas para la gestión integral de pasivos ambientales, desechos sólidos, descargas líquidas y emisiones atmosféricas contaminantes, así como de desechos tóxicos y peligrosos, considerando tanto las zonas urbanas y rurales".

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar los Estudios de Diseño Definitivo del Emisario La Viña y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las parroquias Cumbayá y Tumbaco, con la finalidad de eliminar las descargas a cuencas y ríos de las aguas residuales sin tratar.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar los diseños definitivos, conforme lo establece las normativas vigentes, del Emisario La Viña que llevará las aguas residuales de los interceptores Intervalles, Chaquishcahuaycu, Patagua y otros colectores de la Parroquia Tumbaco, incluyendo las obras de infraestructura hidráulico-sanitarias de empate entre los colectores y redes al Emisario La Viña mediante sistemas de separación de caudal.
2. Realizar los diseños definitivos de las estaciones de bombeo para llevar las aguas residuales por el Emisario La Viña hasta la PTAR en Churroloma optimizando la transmisión a gravedad y a presión.
3. Realizar el diseño definitivo de la PTAR para Cumbayá y Tumbaco que cumpla con la legislación ambiental vigente en límites permisibles de descargas y emisiones.
4. Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental enmarcado en la Legislación Ambiental Vigente y realizar el acompañamiento hasta la culminar el proceso de Regularización Ambiental.

## **5. COBERTURA DEL PROYECTO**

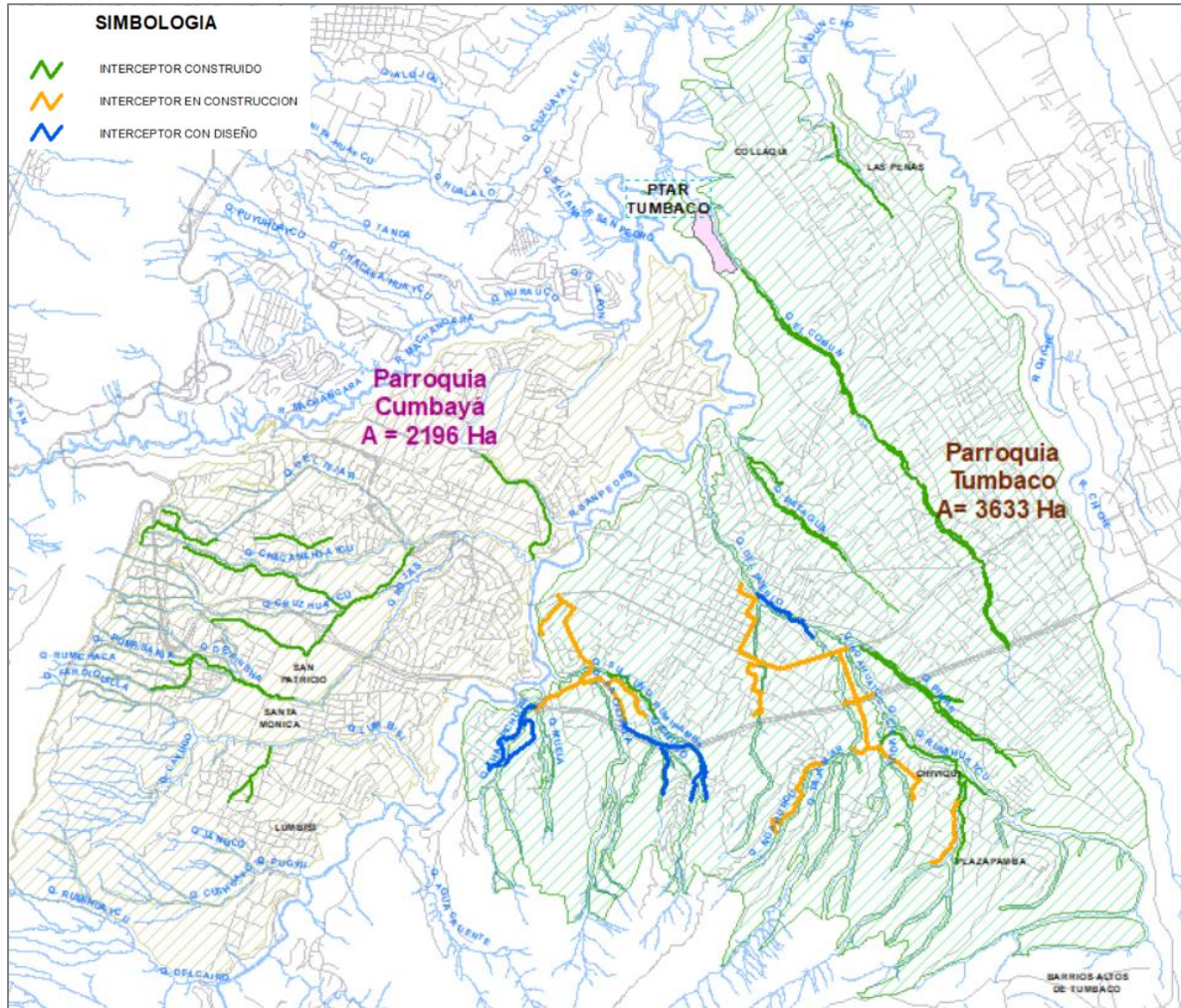
### **5.1. COBERTURA DE LA PTAR TUMBACO-CUMBAYÁ**

El proyecto pretende captar las aguas residuales de las parroquias Cumbayá y Tumbaco y llevarlas mediante obras de intercepción y transmisión hasta una única planta de tratamiento en Churroloma.

La PTAR Tumbaco-Cumbayá, objeto de esta consultoría tratará las aguas residuales de un área aproximada de 5829 hectáreas; 2196 hectáreas de la parroquia Cumbayá y 3633 hectáreas de la parroquia Tumbaco. (Ver Gráfico 5)



**Gráfico 5: ÁREAS DE APOORTE PTAR CUMBAYÁ – TUMBACO**



## 5.2. COBERTURA DEL EMISARIO LA VIÑA

El conjunto de interceptores y emisarios necesarios para transportar todas las aguas residuales de las dos parroquias suman alrededor de 28km, mismos que se diseñarán paulatinamente.

El emisario denominado La Viña con sus respectivas estaciones de bombeo llevará el caudal de las parroquias Cumbayá y Tumbaco hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Churroloma.

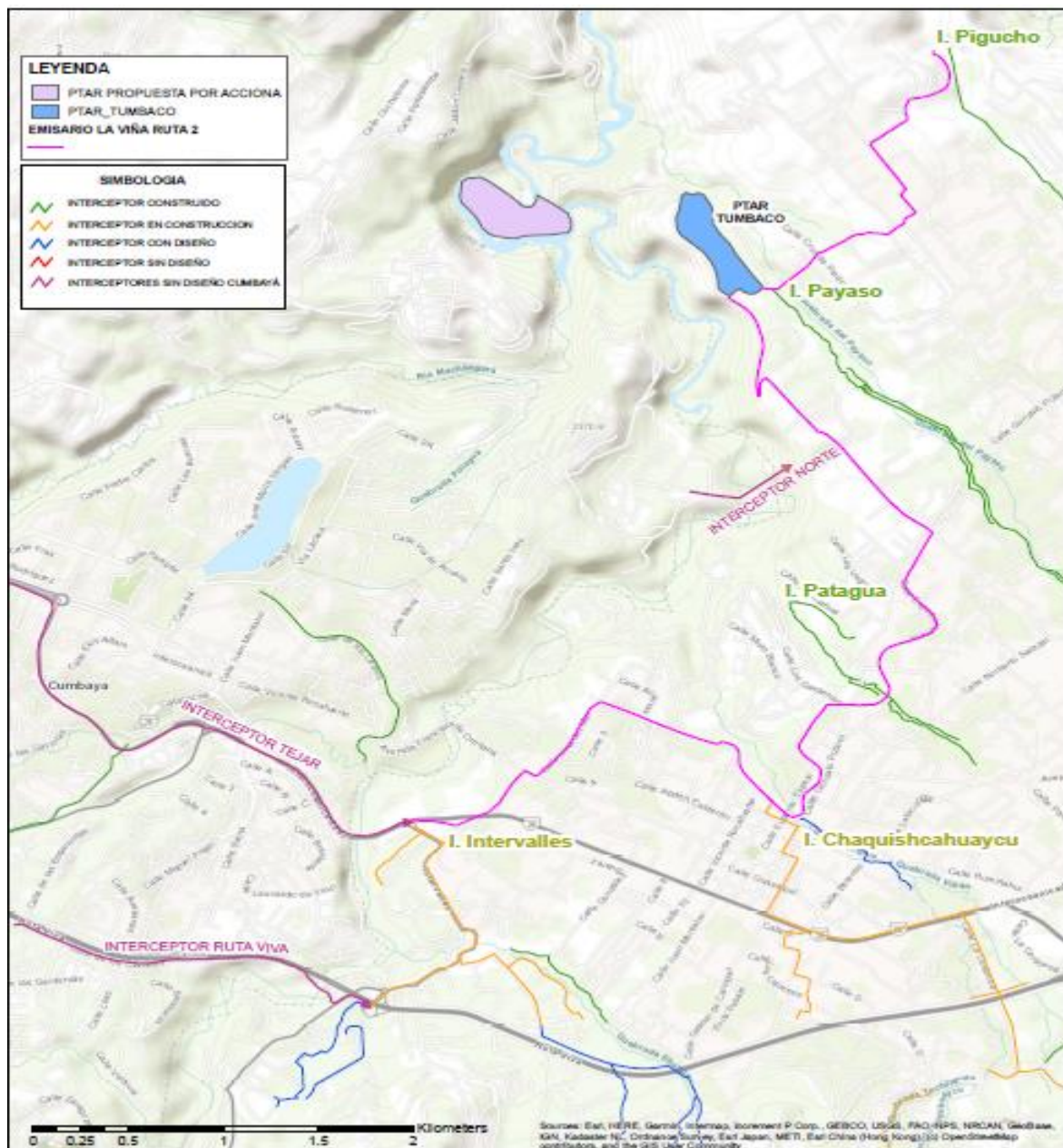
En el Gráfico 6 se identifican las dos alternativas planteadas por la EPMAPS para el trazado del Emisario La Viña que se desarrolla desde el Interceptor Intervalles en la Avenida Interoceánica, a través de un sistema de bombeo y gravedad atraviesa la parroquia Tumbaco hasta llegar a la calle Las Minas que llega finalmente a la Planta de Tratamiento en Churroloma. Al Emisario La Viña se integrarán a través de líneas de impulsión los caudales sanitarios de las zonas bajas de Tumbaco.







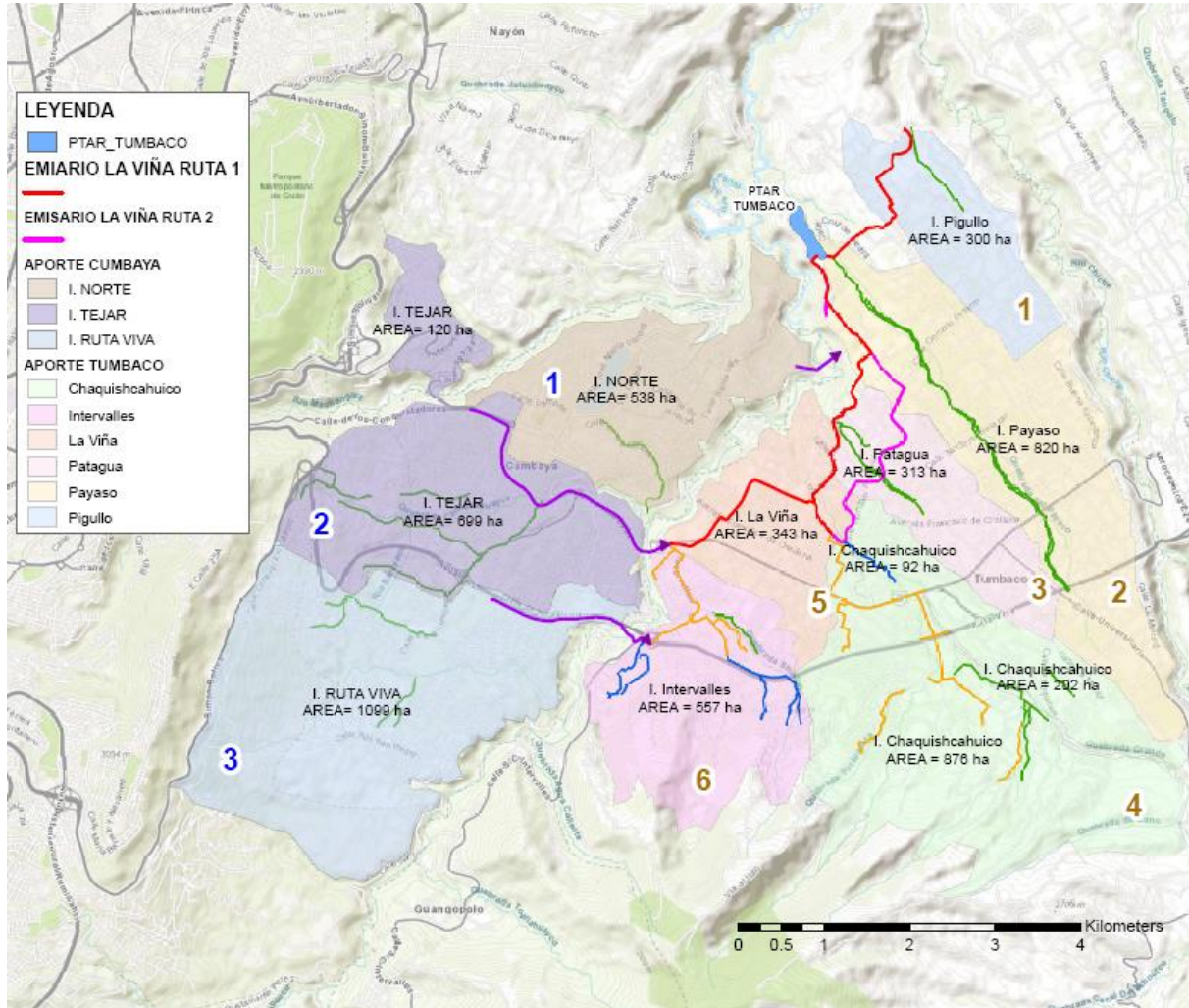
Gráfico 7: TRAZADO PRELIMINAR DEL EMISARIO LA VIÑA – PROPUESTA 2 - EPMAPS







**Gráfico 8: AREAS DE APOORTE AL EMISARIO LA VIÑA**



Al Emisario La Viña aportarán las siguientes zonas:

#### Parroquia Cumbayá.

- **Área 1** (538 Ha): Zona baja de Cumbayá que se unirá a la PTAR por el interceptor Cumbayá que cruza el río San Pedro por un paso elevado hacia el emisario la Viña, en la zona el Caizán.
- **Área 2** (699 Ha): Zona media de Cumbayá que se unirá a la PTAR por el interceptor El Tejar que cruza el río San Pedro por la Av. Interoceánica hacia el emisario la Viña, frente a la sede del Club El Nacional.
- **Área 3** (1099 Ha): Zona alta de Cumbayá, barrios ubicados sobre la Ruta Viva, que se unirá al interceptor Intervalles mediante un interceptor proyectado por la Ruta Viva.

#### Parroquia Tumbaco.

- **Área 1** (300 Ha): Microcuenca de la quebrada Pingucho.



- **Área 2** (820 Ha): Microcuenca de la quebrada Payaso.
- **Área 3** (313 Ha): Microcuenca de la quebrada Patagua.
- **Área 4** (1170 Ha): Microcuenca de la quebrada Chaquishcahuaycu
- **Área 5** (343 Ha): Cabecera parroquial de Tumbaco
- **Área 6** (1170 Ha): Microcuenca del interceptor Intervalles

## 6. ALCANCE

### 6.1. SISTEMA DE INTERCEPCIÓN

- Recopilar, analizar, organizar y sintetizar la información existente de estudios anteriores del proyecto, estudios vinculados y catastro de redes construidas, redes en construcción y redes diseñadas por la EPMAPS.
- Realizar campañas de muestreo para determinar la cantidad y calidad de agua a transportar por el Emisario La Viña mediante estaciones de bombeo.
- Plantear al menos dos propuestas adicionales a las presentadas por la EPMAPS (Gráfico 6 y Gráfico 8) para el diseño del emisario La Viña y seleccionar la mejor opción a través de la valoración de los criterios técnico, ecológico, socioeconómico y cultural.
- Realizar el Levantamiento Topográfico (escala 1:100) de los sitios definidos para la construcción de los interceptores, estaciones de bombeo, emisario La Viña y planta de tratamiento de aguas residuales.
- Realizar el Estudio Geológico y Geotécnico necesario para el emplazamiento de todas las estructuras proyectadas: interceptores, estaciones de bombeo, emisario La Viña y planta de tratamiento de aguas residuales.
- Diseño a nivel definitivo del emisario La Viña, desde la vía Interoceánica hasta la planta de tratamiento de aguas para su tratamiento ubicada en Churoloma.
- Diseñar las estaciones de bombeo para llevar los caudales de aguas residuales generadas en el área de aporte del Emisario La Viña hasta la PTAR en Churoloma, incluyendo los diseños de todas ingenierías.
- Realizar el Diseño Eléctrico de la acometida en alta y/o media tensión y el respectivo transformador de distribución a ubicarse en cada estación de bombeo, desde el punto más cercano de la red existente de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ); el diseño deberá estar aprobado por la EEQ para la construcción.
- Realizar el diseño del sistema eléctrico de fuerza para las PTAR desde la acometida en baja tensión a la salida del transformador, tablero principal de distribución con todos sus componentes (CCM), sub-tableros de distribución, instalaciones eléctricas interiores para iluminación y tomacorrientes, iluminación de emergencia, iluminación exterior, sistema de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas.

### 6.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Realizar el estudio demográfico de la población de las parroquias Cumbayá y Tumbaco que aportarán a la PTAR, proyectándola para el horizonte de diseño de la PTAR.



- Realizar campañas de muestreo en los puntos definidos por la EPMAPS para determinar la cantidad y calidad de agua a ser tratada.
- Establecer la línea base de las características actuales de los cuerpos receptores de las aguas residuales de las parroquias Cumbayá y Tumbaco, siendo éste el punto de partida para establecer el nivel de tratamiento requerido para el diseño de las plantas, que permitirá definir los parámetros de calidad que debería cumplir el efluente de la PTAR.
- Presentar al menos tres alternativas de tratamiento, realizar la valoración y selección de la alternativa óptima en función de los criterios técnico, ecológico, socioeconómico y financiero.
- Realizar el Diseño Definitivo de la PTAR Cumbayá-Tumbaco en sus componentes civil, hidráulico, electromecánico, hidromecánico, accesos, hidrosanitario y todos aquellos requeridos para el funcionamiento óptimo de la misma, cumpliendo con las normas nacionales e internacionales aplicables, definiendo las etapas constructivas para optimizar la inversión.
- Modelar la propuesta de tratamiento en el Software BIOWIN o similar <sup>1</sup>.
- Realizar el Diseño Eléctrico de la acometida en alta tensión y el respectivo transformador de distribución a ubicarse en el ingreso a la PTAR, desde el punto más cercano de la red existente de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ); el diseño deberá estar aprobado por la EEQ para la construcción.
- Realizar el diseño del sistema eléctrico de fuerza para las PTAR desde la acometida en baja tensión a la salida del transformador, tablero principal de distribución con todos sus componentes (CCM), sub-tableros de distribución, instalaciones eléctricas interiores para iluminación y tomacorrientes, iluminación de emergencia, iluminación exterior, sistema de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas.
- Realizar un estudio de Eficiencia Energética, con el objeto de optimizar el uso de la energía eléctrica, considerando para esto que los equipos especificados sean eficientes al igual que los procedimientos que se desarrollarán en la PTAR de forma que se optimice el uso de energía y se reduzca al máximo la necesidad de consumo de energía externa al proyecto. Como parte del estudio de eficiencia energética, deberán analizarse alternativas para el uso de energías alternativas renovables que contribuyan a disminuir el consumo de la red pública y en el mejor de los casos conseguir la autosuficiencia energética.
- Realizar el diseño de un Sistema de Automatización, Control y Comunicaciones (/SCADA) para los procesos a desarrollarse en la PTAR que así lo justifiquen, que permita el monitoreo y control centralizado de la operación de la o las plantas y la integración al sistema global de control de la EPMAPS.
- Realizar el diseño y/o rediseño de las vías de acceso a la PTAR y diseño de las vías internas de las instalaciones.

### 6.3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

<sup>1</sup> La EPMAPS dispone del software Biowin. En el caso de optar por otro software, el consultor deberá provisionar una licencia y la capacitación al personal seleccionado para tal efecto; o alimentar en el software que dispone la EPMAPS, la base de datos de la modelación de su software y verificar los resultados de la modelación a satisfacción de la EPMAPS.



- Proporcionar al promotor (EPMAPS) la información del proyecto para gestionar el Certificado de Intersección del proyecto y la definición de la categorización ambiental ante la Autoridad Ambiental.
- Contar con un consultor o firma consultora calificada por el Ministerio del Ambiente y Transición Ecológica para realizar el Estudio de Impacto Ambiental.
- Velar por la correcta ejecución del Estudio de Impacto Ambiental acorde con los términos de referencia y normativa ambiental vigente.
- Entregar el Estudio de Impacto Ambiental ex ante para la regularización ambiental y atender las observaciones de la Autoridad Ambiental al EsIA hasta su aprobación.
- Adicional a la normativa ambiental del país, el consultor debe seguir obligatoriamente los lineamientos de salvaguardas ambientales de CAF. Estos lineamientos constan en varios documentos anexos a la página web: <https://www.caf.com/es/lineamientos-y-salvaguardas-ambientales/>





## 7. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo de la presente consultoría se considerarán las siguientes Fases:

- Informe Preliminar
- Fase 1: Estudios Técnicos y de Campo
- Fase 2: Diseño Definitivo
- Fase 3. Informe Final Provisional

### 7.1.1. INFORME PRELIMINAR

El Consultor presentará su Informe Preliminar hasta los 15 días calendario contados a partir de la firma del contrato.

El informe preliminar deberá incluir por lo menos: el plan de trabajo, la metodología que utilizará en sus trabajos, el flujograma de utilización del personal técnico clave y del personal técnico de apoyo, el cronograma físico y valorado de ejecución, en el que conste los plazos de entrega de subproductos intermedios entre fases, debidamente actualizados, de tal forma que permitan a la Supervisión realizar un seguimiento adecuado del proyecto.

### 7.2. FASE 1: ESTUDIOS TÉCNICOS Y DE CAMPO

Durante esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Recopilación, revisión y diagnóstico de estudios previos
- Asamblea inicial de socialización del proyecto
- Actualización de la información base
- Estudio de calidad del agua de las fuentes receptoras
- Caracterización y medición de caudales de las descargas de alcantarillado
- Estudio demográfico de las parroquias Cumbayá y Tumbaco que aportarán a la planta de tratamiento de aguas residuales con proyección de población para el horizonte de diseño.
- Trabajos topográficos
- Estudio geológico – geotécnico preliminar
- Conceptualización del proyecto:
  - Demanda actual y futura, área de cobertura, períodos de diseño, etapas de implantación, etc.
  - Parámetros y diseño a nivel preliminar de los interceptores y del Emisario la Viña.
  - Propuesta de alternativas del emisario, evaluación, modificaciones a requerirse para cumplir con los parámetros de calidad requeridos y propuesta de alternativas del diseño de la planta de tratamiento de las Parroquias Cumbayá y Tumbaco.
  - Prediseño de los componentes eléctrico, mecánico, control, automatización y comunicaciones, sanitario, ambiental, accesos y estructural para la planta de tratamiento.
  - Prediseño de las estaciones de bombeo que requiera el Emisario La Viña. Los caudales a ser bombeados deberán ser verificados por el Consultor.
- Documento ambiental inicial



- Servidumbres, expropiación y autorizaciones
- Definición de cantidades de obra
- Generación de información necesaria para la elaboración de los diseños definitivos.
- Informe 1: Estudios Técnicos y de Campo.

Durante esta Fase, el Consultor coordinará con la Administración/Supervisión del Contrato, el acceso a toda la infraestructura de la EPMAPS que requiera visitar, así como las entrevistas con sus técnicos y la oportuna recopilación de información que le sea necesaria.

### **7.2.1. RECOPIACIÓN, REVISIÓN Y DIAGNÓSTICO DE ESTUDIOS PREVIOS**

El Consultor deberá recopilar, analizar, organizar y sintetizar la información existente en la EPMAPS, así como aquella que pueda recabar en otras dependencias públicas, entidades privadas y otras fuentes de información conocida que tengan relación con el proceso a ejecutarse en la PTAR Tumbaco- Cumbayá.

Esta información incluirá temas referentes a: geodesia, topografía, cartografía, SIG, hidrometeorología, geología, mantenimiento del sistema de alcantarillado, distribución de la población, tendencias poblacionales, datos estadísticos y socio-económicos que tengan relación con el proyecto, planes y programas de desarrollo urbano y todos los demás que considere necesarios para la elaboración de los estudios, incluyendo los estudios anteriores.

Cabe indicar que para efectos de tomar las previsiones necesarias se requerirá con el mayor detalle posible, la descripción, cuantificación y localización, en campo o con base en información secundaria, las obras de infraestructura y servicios existentes que podrían interferir con el proyecto (vías, redes telefónicas, redes eléctricas, agua potable, telecomunicaciones, comercio, transporte, etc.), y otras construcciones o bienes culturales que puedan sufrir impactos por la construcción de obras e intervenciones a incluirse como parte de la solución.

La revisión permitirá al Consultor determinar los estudios específicos adicionales que necesiten ser ejecutados y la información que requiera ser complementada, corregida, actualizada o verificada a fin de que pueda ser utilizada con confiabilidad en la generación de los productos requeridos por el estudio, aspectos que deberán ser incluidos en el informe de análisis y diagnóstico junto con el cronograma que permita su cumplimiento para la aprobación de la Supervisión del Contrato.

### **7.2.2. ASAMBLEA DE PRESENTACIÓN DE CONSULTORES**

En los primeros quince días, después de la firma del contrato, se realizará una Asamblea de Presentación de Consultores. La ejecución de esta asamblea será responsabilidad del Consultor con el único fin de informar a la comunidad sobre el alcance de la consultoría.

En la asamblea participarán: el Supervisor del estudio, representantes de la Gerencia del Ambiente, el Consultor, representantes del o los barrios beneficiados por el proyecto, dirigentes de las parroquias y la población beneficiada con el proyecto.

Se elaborarán volantes, papelotes y un mapa temático de implantación del proyecto,



sobrepuesto sobre división político administrativa, e identificada el área de influencia directa e indirecta del Proyecto.

Se elaborará el acta de la asamblea, que será suscrita por todos los participantes.

### **7.2.3. ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN BASE**

Todas las actividades que se requieran para la complementación, corrección, actualización y verificación de los estudios e información, correrán por cuenta del Consultor.

El Consultor realizará todas las actividades necesarias que se detallan a continuación, con el fin de tener información base confiable que permita proceder con los estudios complementarios y diseños definitivos:

- Análisis de información correspondiente a la proyección de crecimiento poblacional de los estudios anteriores. El análisis deberá estar orientado a la población aportante a la PTAR Cumbayá – Tumbaco.
- Se procederá a identificar y revisar las descargas existentes que sean aportantes a la PTAR, con la finalidad de actualizar los valores de los aportes per cápita doméstico y no doméstico. El Consultor deberá evaluar los siguientes parámetros de la red de alcantarillado de tal manera que se asegure la integración entre la PTAR y los sistemas de recolección de aguas servidas:
  - Proyección de expansión de cobertura para el diseño de la PTAR para los horizontes de diseño 2040 y 2055.
  - Caudales de infiltración, afluentes y aguas pluviales y de riego que ingresaran al sistema de intercepción de acuerdo con el porcentaje de dilución considerado.
  - Porcentaje de recolección real de aguas residuales producidas por la población.
  - Ubicación y cuantificación de reboses de excesos y caudales de ingreso al sistema de intercepción en períodos de lluvia
- Medición de caudales y caracterización de aguas residuales urbanas en interceptores en operación que sean aportantes a la PTAR. El Consultor determinará los histogramas diarios para el flujo de las descargas principales o de los interceptores construidos (Ver Gráfico 9 y Tabla 2) Se propondrá un histograma tipo para uso en condiciones futuras.
- Diseño de las estaciones de bombeo y líneas de impulsión de las aguas residuales generadas en la parroquia Tumbaco desde los puntos de descarga provisionales hasta el emisario La Viña y líneas de impulsión en el emisario La Viña que conducirá los caudales a la PTAR.
- Determinación de las cargas domésticas y no domésticas mínimas, medias y máximas a ser tratadas en la PTAR Tumbaco-Cumbayá, con proyecciones mínimas cada 5 años, a partir del 2025 hasta el año 2055. En lo que respecta a la carga contaminante no doméstica aportante a la PTAR, se proyectará en función de su plan de crecimiento con base a planes de uso de suelo y parámetros debidamente justificados por el Consultor que permitan obtener resultados confiables.
- Determinación de parámetros de diseño, cargas contaminantes, aportes per cápita, cargas de sedimentos, cargas por agua de procesos, carga contaminante no



doméstica, coeficientes y otros parámetros necesarios para la modelación de los procesos de tratamiento de la PTAR Tumbaco-Cumbayá en el software Biowin o similar.

- Para estas determinaciones, se considera que las bases de diseño de la PTAR Cumbayá - Tumbaco se implementarán en dos etapas. Para la primera etapa, se procederá a la proyección de la carga contaminante doméstica y no doméstica, en función del crecimiento poblacional y las actividades comerciales/industriales (población equivalente), para el período de diseño al año 2040 considerando únicamente el aporte de la parroquia de Tumbaco (con la población proyectada a ese año), y para la segunda etapa para el año 2055 considerando el aporte de las parroquias de Cumbayá y Tumbaco. De ser conveniente, podrán existir ampliaciones a ser dimensionadas de acuerdo al período de diseño final a ser definido.

Toda la información levantada en los puntos precedentes deberá ser incorporada en un Sistema de Información Geográfico, que sea compatible con el SIG de la EPMAPS (Anexo 1: Especificaciones Técnicas para la Realización de Trabajos de Control, Topografía, Cartografía y Sistemas de Información Geográfica en Proyectos de Agua Potable y Saneamiento”, Versión 4.0.).

#### **7.2.4. ESTUDIOS DE CALIDAD DEL CUERPO RECEPTOR**

El objetivo final del tratamiento de las aguas residuales municipales será asegurar que el cuerpo receptor tenga una calidad en sus aguas tal que pueda sustentar los usos de agua asignados al mismo, aguas abajo de la descarga de los efluentes de la PTAR. En base al uso del agua del río y en base al nivel de contaminación que requiere ser eliminada del agua para alcanzar los parámetros establecidos por la normativa ambiental vigente, el Consultor deberá diseñar los sistemas de tratamiento para la PTAR. El análisis de calidad deberá ser realizado para situaciones hidrológicas de bajos caudales y máximas descargas de vertimiento.

Deberán tenerse en cuenta las interacciones entre la PTAR, el sistema de alcantarillado-interceptor y el cuerpo de agua receptor, reconociendo que todos forman una unidad íntimamente relacionada. Los análisis de calidad de agua de los cuerpos receptores (Río San Pedro, quebrada El Payaso y Río Guayllabamba de aplicarse) deben considerar los vertimientos que se realizan por reboses de los sistemas de alcantarillado, junto con los vertimientos directos antes y después del tratamiento. Esta actividad está vinculada a la campaña de muestreo que se llevará a cabo en estos cuerpos receptores.

El Consultor realizará dos campañas (de 7 días, con medición de caudal y toma de muestra compuesta), con la finalidad de obtener una línea base del estado de las fuentes receptoras. Para cumplir con este objetivo, el Consultor describirá la metodología de muestreo, determinaciones de campo y laboratorio y la logística para el programa de muestreo y análisis.

Luego de efectuados los cálculos, tanto los datos como los resultados obtenidos deberán ser incorporados en el SIG del proyecto para la elaboración de planos temáticos de hidráulica y de calidad de agua de los ríos, así también se utilizarán para la modelación de calidad de agua de la fuente de agua receptora de la PTAR con un software de uso libre de preferencia o con programas como el QUAL2K o INFOWORK CS.



Como mínimo, se deben realizar los siguientes análisis de calidad de las fuentes receptoras:

- Caudal
- Temperatura
- pH
- Conductividad
- Oxígeno Disuelto (OD)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Coliformes Fecales
- Nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) en las formas reguladas por la normativa ambiental
- Sólidos Suspendidos Totales
- Sulfatos
- Aceites y Grasas
- Tensoactivos

#### **7.2.5. CARACTERIZACIÓN Y MEDICIÓN DE CAUDALES DE LAS DESCARGAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

El Consultor deberá desarrollar un plan de medición de caudal, caracterización de muestras y procesamiento de datos, a ser aprobado por la Supervisión. El plan deberá considerar como mínimo 15 días de medición de caudal (obteniendo como mínimo datos válidos por 10 días) y 7 días de caracterización que deberán ser realizados una vez que se haya probado el correcto funcionamiento de los equipos de medición de caudal y toma de muestras. En el caso de que el Consultor no disponga de los equipos para la toma de muestra, la EPMAPS en función de su disponibilidad de equipos y personal calificado los provisionará, en coordinación con las actividades que debe desarrollar el Consultor.

El Consultor provisionará toda la logística e implementos requeridos para la instalación de los equipos, seguridad de los mismos, realizará las adecuaciones en los puntos seleccionados para la instalación de los equipos, mediciones y toma de muestras. Se encargará además de la preservación de las muestras, su transporte al laboratorio acreditado por el SAE, obtención de resultados, procesamiento e interpretación de los mismos.

Las actividades mínimas requeridas a ser desarrolladas por el Consultor que deben ser consideradas en el plan de muestreo son las siguientes:

- Identificación de sitios para la medición de caudal y caracterización de aguas residuales, tomando en cuenta: (a) la accesibilidad para la toma de datos y muestras de las descargas; (b) la existencia de secciones hidráulicas calibradas; (c) la posibilidad de construcción de nuevas facilidades de medición y muestreo; y (d) el tamaño de las descargas, representatividad, entre otros.
- Construcción de facilidades de medición y muestreo en cada uno de los sitios identificados, con las seguridades respectivas. Estas facilidades pueden incluir la provisión o construcción de casetas o pozos para alojar los equipos de muestreo y que además cuenten con secciones hidráulicas calibradas.
- Medición de datos de campo (caudal, pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto) y toma de muestras compuestas con el número de alícuotas necesarias y en proporción al caudal, de modo que certifiquen la representatividad de las mismas, las cuales deben ser preservadas durante las 24 horas del día, en cada uno de los días de muestreo de la





campaña.

- En los puntos de muestreo más representativos, se deberá realizar una toma de muestras compuestas horarias (cuatro alícuotas cada 15 minutos durante una hora, por 24 horas continuas), con la finalidad de conocer la calidad del agua que ingresaría al sistema de tratamiento durante todo el día y facilitar la identificación del ingreso de aguas ilícitas.
- Determinación y justificación de los parámetros (físicos, químicos y bacteriológicos) a ser analizados en el laboratorio certificado por el SAE. En la Tabla 1 se indican los parámetros recomendados. Los métodos de análisis utilizados deberán ser los especificados en la última edición de los Métodos Estándar de la American Public Health Association (APHA, AWA y WEF). De la caracterización de 24 muestras compuestas indicada en el punto anterior, se analizarán únicamente los parámetros DQO y pH.
- En el caso de utilizarse los equipos de la EPMAPS, el Consultor deberá coordinar con el personal de la EPMAPS, las siguientes tareas: (a) programación de los muestreadores; (b) calibración de las secciones hidráulicas; (c) instalación de cerchas y anclajes de sensores y succiones de las bombas; (d) recuperación de los datos registrados.
- Procesamiento estadístico de los datos registrados y de análisis físicos, químicos y bacteriológicos y escritura de los respectivos informes de medición de caudal y caracterización de las descargas.
- Con la información anterior el Consultor determinará entre otros: la carga contaminante, principales contaminantes, bases de diseño (población equivalente y en términos de concentraciones de DBO, el “aporte per cápita” por habitante por día), los niveles de tratamiento requeridos.

Una vez realizada la caracterización de aguas residuales, para la elaboración de los informes se considerará lo siguiente:

- El análisis de congruencia de los datos mediante la interrelación de valores de parámetros medidos. El Consultor para el efecto presentarán su metodología.
- El análisis estadístico de los datos de caracterización de cada punto de muestreo y la determinación de valores significantes.
- Identificación de posibles aportes no domésticos por los contaminantes encontrados y la población equivalente obtenida.

El Consultor deberá identificar las actividades comerciales/industriales generadoras de aguas residuales no domésticas – industriales (agropecuarias) de las zonas aportantes a los sistemas de tratamiento. Con este fin, será necesario que el Consultor haga las respectivas gestiones para obtener la información existente sobre caracterizaciones de efluentes tipo industrial, recurriendo a fuentes secundarias como la Secretaría de Ambiente.

El Consultor revisará y analizará la información recabada determinando si ésta es representativa y utilizable en la cuantificación de los aportes tipo no domésticos que el sistema de alcantarillado estaría recibiendo y que podría potencialmente llegar a la PTAR. Si la información recabada de fuentes secundarias resultare insuficiente, la Consultora deberá levantar información de campo que permita determinar el aporte de descargas no domésticas (agropecuaria, agroindustrial, etc.) que están alcanzando el sistema de alcantarillado, en caudal y calidad. Este levantamiento de información de campo deberá ser puesto en consideración de la Supervisión para su aprobación.

El Consultor deberá emitir un informe sobre el análisis de la información obtenida, tanto de





fuentes primarias como secundarias. El informe deberá ser aprobado por la Supervisión.

Tabla 1 : Parámetros de caracterización recomendados

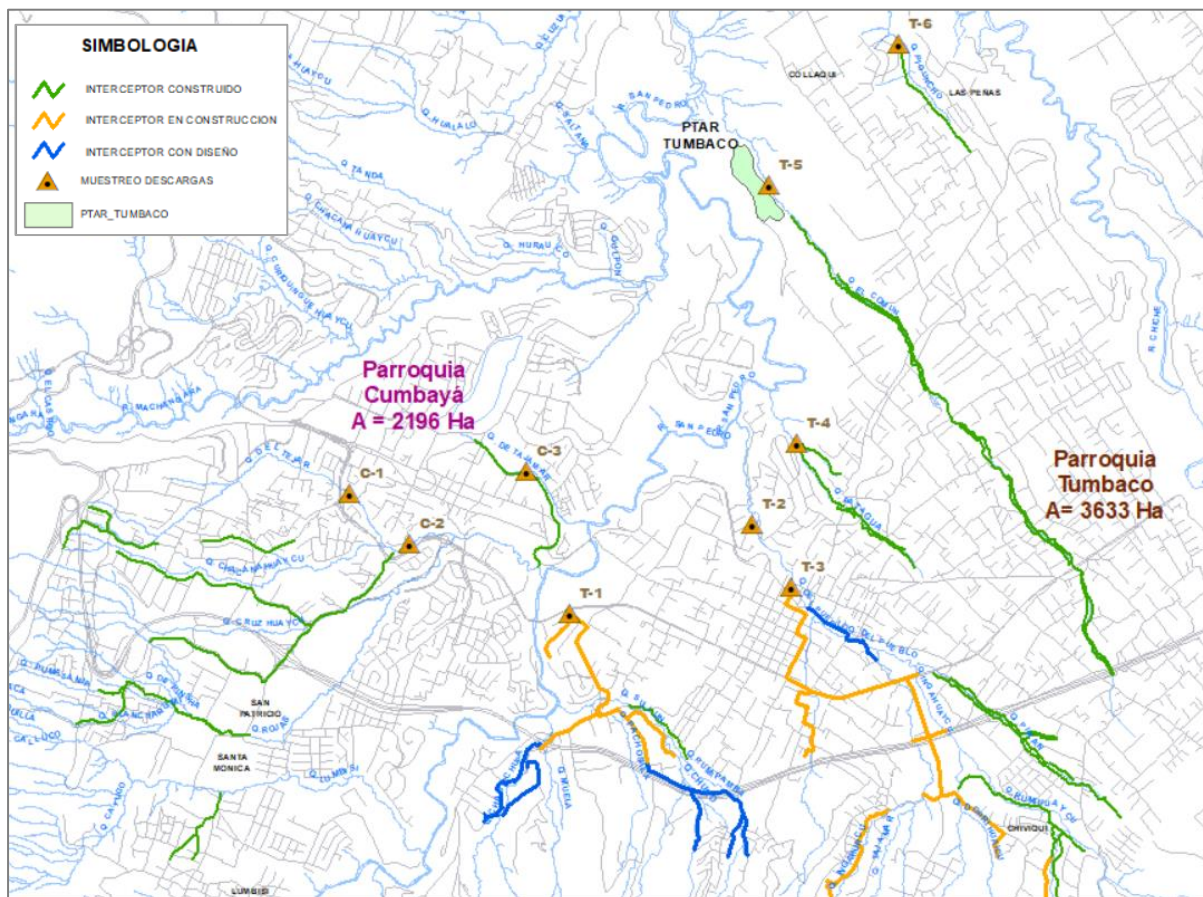
DETERMINACIONES	FORMA DE EXPRESIÓN
	Unidad
<b>DATOS DE CAMPO</b>	
Caudal o volumen	l/s
Temperatura	°C.
pH	Unidades de Ph
Oxígeno Disuelto	mg/l
Conductividad	micro S/cm
<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>	
Temperatura	°C.
pH	Unidades de pH
Turbiedad	UNT
Color	UC Pt-Co
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l
Sólidos Suspendidos Volátiles 550°C	mg/l
DBO 5 días y 20 °C. (soluble y particulado)	mg/l
DQO (soluble y particulado)	mg/l
Aceites y Grasas	mg/l
Tensoactivos	mg/l
Nitrógeno Amoniacal	mg/l
Nitrógeno Kjeldahl Total	mg/l
Sulfatos	mg/l
Fósforo total	mg/l
Cloruros	mg/l
Coliformes totales	NMP / 100 ml
Compuestos organoclorados	mg/l
Organofosforados	mg/l
<b>METALES PESADOS</b>	
Arsénico total	micro g/l
Cadmio	micro g/l
Cobalto	micro g/l
Cobre	micro g/l
Cromo hexavalente	micro g/l
Cromo total	micro g/l
Níquel	micro g/l
Plomo	micro g/l
Zinc	micro g/l
Cianuros total	micro g/l
Mercurio	micro g/l

Nota: se recomienda realizar análisis de metales pesados únicamente a las primeras muestras de cada punto. De determinarse su presencia, proceder al análisis de estos parámetros de las muestras siguientes en los puntos de muestreo que así lo justifique.

Para definir los puntos de caracterización y aforo se han establecido las descargas más significativas en la parroquia Tumbaco y Cumbayá en el Gráfico 9, las coordenadas de los puntos definidos se presentan en la tabla 2. Estos puntos se ponen a disposición del consultor para consideración dentro de su plan de muestreo.



**Gráfico 9: UBICACIÓN DE LAS PRINCIPALES DESCARGAS EN TUMBACO Y CUMBAYÁ**



*Tabla 2: Ubicación de los posibles puntos de caracterización de descargas*

ID	X	Y	REFERENCIA
T-1	508847.335	9976656.286	Interceptor Interoceánica
T-2	510407.511	9977424.500	Red La Viña
T-3	510734.934	9976891.519	Interceptor Chaquishcahuaycu
T-4	510786.447	9978111.202	Interceptor Patacacha
T-5	510544.593	9980317.120	Interceptor Payaso
T-6	511652.369	9981517.976	Quebrada Piguncho
C-1	506964.100	9977681.307	Quebrada El Tejar
C-2	507477.652	9977259.936	Quebrada El Tejar
C-3	508473.279	9977875.352	Quebrada Tajamar

Coordenadas TMQuito\_WGS84

De las descargas indicadas, el consultor definirá cuales son las más representativas para su estudio, sin embargo, se caracterizarán al menos 6 (seis) sitios.



### **7.2.6. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMOGRAFÍA**

El equipo consultor realizará un estudio demográfico de las parroquias Cumbayá y Tumbaco para determinar la población actual y proyectarla anualmente hasta el año horizonte de los sistemas de tratamiento.

Los estudios demográficos deberán considerar todos los aspectos que afectan el desarrollo demográfico de la comunidad (censos, situación socioeconómica, crecimiento vegetativo, migraciones, uso de suelo, planificación territorial, impacto de nuevas infraestructuras, y demás parámetros debidamente justificados por el Consultor).

Se deberá presentar:

- Población servida actual, clasificada por tipo de usuario (doméstico, industrial y/o agropecuario y comercial)
- Proyecciones demográficas para cada año, dentro de las diferentes etapas de diseño, por tipo de usuario incluyendo población conectada y no conectada a la red;
- Distribución espacial de la población de inicio y al final de cada etapa de diseño (área tributaria)

Este análisis se realizará tomando en consideración los datos de registros administrativos y los datos de un levantamiento de información que permita las estimaciones de migración y natalidad

En el ámbito metodológico, se debe realizar una encuesta a un número de hogares en cada localidad técnicamente justificado, cuyo formulario contenga, pero no se limite a: información sociodemográfica de los miembros de la vivienda encuestada, un módulo de fecundidad para las mujeres en edad fértil, un módulo de migración, características de la vivienda, y acceso a servicio de agua potable y alcantarillado. Con esta información, y a través de técnicas demográficas y geográficas que consideren el ordenamiento territorial de la localidad y la capacidad de carga del suelo, se debe estimar la cantidad de población y hogares de forma anual, para el período 2022-2055.

Por otro lado, para los usuarios que generan aguas residuales no domésticas, comerciales/ industriales (agropecuario) se deberá realizar un modelo de pronósticos considerando como insumo los registros de la Secretaría de Ambiente o cualquier otra fuente que el Consultor considere para el levantamiento de esta información.

La metodología a utilizar por parte del consultor para el desarrollo del análisis demográfico deberá ser aprobada por parte de la Supervisión de la EPMAPS y se deberá presentar en el informe inicial del proyecto.

### **7.2.7. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

El consultor realizará los levantamientos topográficos de sitios de interés, (vías de acceso, plataforma de ubicación de la PTAR, descarga de los caudales tratados, emisario La Viña, estaciones de bombeo), que permitan el planteamiento de alternativas. Esta actividad se realizará en base a lo establecido en el Anexo 1: "Especificaciones Técnicas para la Realización de Trabajos de Control, Topografía, Cartografía y Sistemas de Información



Geográfica en Proyectos de Agua Potable y Saneamiento”, Versión 4.0.

A continuación, se detallan los trabajos topográficos que se deberán realizar:

- a) Trabajos de control horizontal (GNSS) y vertical (nivelación) en el área de estudio.
- b) Nivelación de precisión del polígono donde se implantará el emisario La Viña.
- c) Catastro de infraestructura sanitaria existente como pozos de revisión, sumideros, rejillas y estructuras especiales. Cabe indicar que la información catastrada será registrada en una ficha de investigación catastral de obras físicas, cuyo formato será proporcionado por la EPMAPS.
- d) Levantamiento topográfico de detalle en escala 1:100 de los siguientes elementos:
  - Áreas de ubicación de la PTAR, y estaciones de bombeo.
  - Sitios donde se prevea realizar las estructuras de descarga de los caudales tratados, el que deberá llegar hasta el fondo del lecho de quebrada y/o río, con una extensión suficiente que permita proyectar obras y los accesos a dichas obras.
  - Faja topográfica de 20m de ancho para el diseño de las vías de acceso a la PTAR. El Consultor levantará la faja, saliendo de los dos puntos de control iniciales, continuando con los intermedios y terminando en los dos puntos de control establecidos al final. Se deberá efectuar el cálculo de la precisión antes de ejecutar cualquier ajuste de cierre. Todos los levantamientos posteriores del proyecto estarán referidos a este sistema de coordenadas.
  - Secciones Transversales.- Se tomarán secciones transversales perpendiculares al eje del acceso cada 10 o 20 m según el terreno, y se extenderán hasta los límites del derecho de vía, o según lo demanden las condiciones topográficas del terreno o levantamientos especiales requeridos para el estudio de estructuras especiales.
  - Levantamiento del Derecho de Vía y otros detalles. - Este trabajo consistirá en el levantamiento de todas las estructuras existentes, caminos de accesos, postes de energía y de teléfono, tuberías de agua potable y alcantarillas sanitarias, etc.
  - Levantamiento del Drenaje Menor. - En los sitios en que existan estructuras de drenaje menor y en los sitios en que se observe una cuenca definida y cruce de corrientes de aguas, se hará el siguiente levantamiento topográfico: se trazará una poligonal abierta de 60 m, 30 m aguas arriba y 30 m aguas abajo, dicha poligonal deberá contener el esviaje y las deflexiones y se deberá tomar en el eje del cauce. Se deberá partir de dos puntos de la línea base más cercanos al sitio y continuar con esta información el levantamiento mencionado. Se deberá tomar el perfil a la poligonal y secciones transversales cada 20 m, hasta 10 m más allá del borde del cauce y a un nivel superior al nivel de aguas máximas extraordinarias observadas y/o el mínimo necesario para determinar su ubicación y dimensiones estimadas. De igual manera se procederá con el drenaje longitudinal. Se levantarán además los detalles topográficos de cabezales, muros de encauzamiento, pretilos y otras obras de defensa contra la erosión, si existiera.





- Los levantamientos y estudios del drenaje comprenderán el estudio del drenaje menor y longitudinal del proyecto.
  - Se verificará la necesidad de levantar la alineación de la línea de energía trifásica. De no disponer de la cartografía escala 1:1000, se realizará el levantamiento de la misma en el área del proyecto.
  - Para el levantamiento topográfico de quebrada, en caso de requerirse, se deben proyectar al menos 200 puntos por hectárea, identificando con códigos cada punto levantado, que señale: borde superior e inferior de quebrada, cauce de la quebrada, obras especiales, edificaciones importantes, sumideros y demás elementos, en formato Excel. No se aceptará el uso de drones para el levantamiento del fondo de quebradas.
  - Para el levantamiento del terreno destinado a la PTAR, se debe proyectar al menos 120 puntos por hectárea, identificando con códigos cada punto levantado, que señale: linderos del predio, edificaciones internas, calles de acceso, taludes, edificaciones internas y demás elementos, en formato Excel. No se aceptará el uso de drones para el levantamiento del fondo de quebradas.
  - El costo del levantamiento topográfico incluye el dibujo, por tal motivo los planos presentados en la Fase 1 para la aprobación del estudio topográfico no son liquidables. El Consultor deberá presentar un plano en formato A3 por cada sitio intervenido.
- e) El polígono de diseño y la nivelación geométrica cada 10 metros, solo se pagará en el trazado de las redes y colector de alivio que componen el diseño definitivo, de los siguientes elementos:
- Polígono de redes e interceptores proyectados.
  - El Polígono de diseño ubicado en zonas abiertas como parques y franjas de protección, caminos vecinales, deberá estar abscisada cada 10 metros, con estacas de madera y baliza pintada de 1 metro de altura, donde se identifique el pozo y/o la abscisa correspondiente.
  - Deberá adjuntar un respaldo fotográfico, en el informe topográfico, de las estacas con su respectiva baliza cuando se proyecte en suelo y/o del respectivo clavo con la pintura y la respectiva referencia de una muestra aceptable de los puntos del polígono de diseño (al menos 2 puntos cada 100m).
  - Debe adjuntar un respaldo fotográfico de todos los BM's utilizados en el proyecto. Deben colocarse 2 BM's por sitio donde la red tiene una longitud menor a 500 m, y 2 BM's cada 500m donde la red tiene longitudes mayores a 500 m, utilizando placas de bronce de 10cm de diámetro, con datos similares a los ubicados en los puntos GNSS.
  - El costo del polígono de diseño y nivelación geométrica incluye el dibujo, por tal motivo los planos presentados en la fase 1 para la aprobación del estudio topográfico no son liquidables. El consultor deberá presentar planos en formato A3 de la planimetría y perfiles de los polígonos levantados.
- f) Las redes proyectadas se presentarán en formato SIG.
- g) En los primeros 10 días de iniciado el plazo de la consultoría, el consultor presentará un plano ubicando las actividades de topografía previstas, estimando las cantidades



a ejecutar, de manera que se obtenga el permiso de trabajo de estas actividades, para lo cual deberá presentar un informe adjunto indicando los trabajos previstos. La EPMAPS no reconocerá el pago de actividades de topografía realizadas, fuera de los límites que el consultor determinó previamente y fueron aprobadas por el Administrador del Contrato.

- h) Los trabajos de topografía realizados se pagarán en función de lo realmente ejecutado.

#### **7.2.8. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PRELIMINAR**

A continuación, se detallan los elementos mínimos que contendrá el informe geológico:

- a) Recopilación de información existente. Se realizará un exhaustivo estudio de quebradas en cartas antiguas: topográficas, geológicas o de otra índole, en las cuales el consultor determinará el antiguo trazado de quebradas que pueden influir en el sitio de intervención de proyecto. Se debe poner especial atención en los sitios proyectados pasos elevados y puentes.
- b) Inspecciones y reconocimiento en campo del área de estudio. Esta inspección se realizará teniendo como referencia los Mapas Geológicos disponibles y los estudios relacionados que existan en la zona.
- c) Geología regional del área de estudio. La información geológica de la zona del proyecto, se presentará a escala 1:25.000 a 1:10.000.
- d) Geología a detalle de las obras del proyecto, estructuras de descarga o disipación, pozos especiales, PTAR, vías de acceso, puentes, pasos elevados, interceptores, estaciones de bombeo y demás obras proyectadas, describiendo la estratigrafía, características de los materiales, estructuras, deslizamientos, etc. Tomando como base la topografía existente a escala 1:5.000, el consultor realizará un levantamiento geológico de detalle del área del proyecto y presentará un mapa a la escala mencionada y los perfiles longitudinales y transversales, en planos en formato A3 en la misma escala.
- e) Situación geológica actual de taludes, quebradas y terrenos a lo largo del eje principal del proyecto. Realizará la descripción geológica local, tomando en consideración los criterios y ambientes geológicos y su influencia en la seguridad de implantación del proyecto. En esta actividad se deberán incluir estudios geológicos, morfodinámicos, que permitan realizar una zonificación de las unidades geológicas aflorantes en la zona de estudio, con su respectiva estratigrafía.
- f) En el área de Proyecto se identificarán las principales formas de relieve, los drenajes principales y secundarios, la zonificación de las unidades morfométricas y pendientes, dirección de los eventos morfodinámicos, como deslizamientos, movimientos en masa, torrentes, flujos de lodo y otros fenómenos que influyan en la seguridad de los taludes y obras a diseñarse.
- g) Sistema de erosión de taludes y quebrada.
- h) Se determinarán los afloramientos de agua subterránea, zonas pantanosas y niveles freáticos del sector.
- i) Informe geológico, el cual incluirá toda la información descrita en los literales anteriores.





Se adjuntará al informe el mapa geológico local y perfiles, de la zona de influencia, en formato A3 y extensiones CAD y SIG establecidos por la Empresa. Este plano mostrará los escarpes, rellenos, fracturas en taludes y demás elementos identificados a lo largo de la quebrada y todas las obras proyectadas.

En cuanto al componente geotécnico:

- a) Una vez que se hayan definido e identificado las estructuras a diseñarse y los sitios de obra, se realizará la propuesta para la realización de las investigaciones geotécnicas. El consultor presentará para la revisión y aprobación de la supervisión una tabla de cantidades y un plano ubicando las investigaciones geotécnicas a realizar, previstas conforme el cuadro de cantidades de su contrato; la ubicación y tipo de cada investigación deberá estar plenamente justificada.
- b) El consultor, conjuntamente con su propuesta de investigaciones, elaborará un plano de servicios cercanos afectados con las investigaciones geotécnicas, de manera que las perforaciones e investigaciones geotécnicas no afecten redes existentes de: alcantarillado, agua potable, fibra óptica, gasoductos, poliducto, entre otros, para el efecto el consultor deberá realizar un plano temático con los servicios que tienen interferencia con sus investigaciones en formato A3, el cual será entregado al consultor en esta fase del proyecto. El consultor es responsable económicamente de cualquier afectación en los servicios descritos.

### 7.2.9. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

El consultor presentará, luego de un análisis y reconocimiento previo, un informe con la conceptualización del proyecto.

A continuación, se detallan los elementos mínimos que contendrá la conceptualización del proyecto:

- a) Determinación de los **parámetros y criterios de diseño** a ser utilizados en el presente estudio, teniendo como referencia las “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado, para la EPMAPS” (Anexo 2) y las normas nacionales CPE INEN 5 parte 9-1: 1995 y CPE INEN 5 parte 9.2: 1997. Dentro de los parámetros de diseño se incluirán aspectos referentes a: tipo de sistema de alcantarillado a diseñar, periodo de diseño, población de diseño, áreas tributarias, caudales de diseño (curvas de intensidad, duración, frecuencia; periodo de retorno, coeficientes de escorrentía, dotación por habitante día, proyección de la demanda, frecuencias de alivios, volúmenes esperados de alivios).
- b) Criterios utilizados para el trazado de los elementos del proyecto (Emisario La Viña e interceptores, requerimiento de estaciones de bombeo y predimensionamiento de las mismas, optimización y/o diseño de la PTAR, red eléctrica, etc.).
- c) Alternativas de acceso vehicular a la PTAR y ampliación de las vías existentes;
- d) Longitud de los interceptores y Emisario La Viña y materiales previstos para su diseño.
- e) Longitud de la red de alta tensión y red eléctrica, y materiales.



- f) Metodología constructiva prevista para cada obra (ampliación de vía de acceso, redes de alcantarillado e interceptores, estaciones de bombeo, descarga de la PTAR, red eléctrica).
- g) Para las estaciones de bombeo que se requieran para vencer la topografía hasta la PTAR se deberá:
  - Realizar el diseño de la estación de bombeo para la transmisión de los caudales de los interceptores hasta el Emisario La Viña y a través del Emisario La Viña, a nivel de factibilidad.
  - Considerar todo lo descrito en “Diseños Eléctrico”, “Diseño Mecánico” y “Automatización y Control” de aplicar, descritos para la PTAR.

#### **7.2.10. PLANTEAMIENTO Y PREDISEÑO DE ALTERNATIVAS**

- Durante esta fase se realizará una matriz de comparación técnica, económica (costo/beneficio) y ambiental de al menos dos alternativas de tratamiento, adicionales a la presentada en los estudios de ACCIONA y se seleccionará la más conveniente que continúe a diseño definitivo.
- De la misma manera planteará al menos tres alternativas para el trazado del emisario La Viña.
- Se tomará en cuenta la experiencia adquirida por la EPMAPS en los últimos 8 años, en el diseño y construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Las alternativas incluirán unidades de pretratamiento como rejillas y desarenador, así como sistema de desinfección con cloro o UV.

##### **7.2.10.1. ELEMENTOS MÍNIMOS DE PLANTEAMIENTO Y PREDISEÑO DE ALTERNATIVAS**

###### **- Prediseño Hidráulico-Sanitario**

El Consultor asegurará que el dimensionamiento de las obras y acciones previstas utilicen los procedimientos más actualizados y los mejores avances tecnológicos en lo referente a la concepción de los elementos y los materiales con los que se vaya a construir. Se justificará plenamente los tipos y estructuras que se vayan a proponer para cada unidad del sistema, así como el tipo de equipo electromecánico, de automatización y control, etc.

Se brindará especial atención al diseño de las obras de descarga, para lo cual se deberán prever las fluctuaciones del nivel del agua del cuerpo receptor. Además, deberán considerarse todos los elementos necesarios que faciliten el acceso y las labores de operación y mantenimiento en las obras propuestas.

Se asegurará que la PTAR incluya facilidades de recepción y/o transporte de lodos (i.e., lodos provenientes de la limpieza de fosas sépticas, lodos provenientes de plantas de potabilización y del mantenimiento del sistema de alcantarillado) para la eculización de sus concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos en suspensión a niveles equivalentes a las de un desecho doméstico crudo.



En esta fase deberán dimensionarse a nivel de Factibilidad todos los elementos y/o componentes del tren de tratamiento seleccionado; por lo tanto, el Consultor deberá establecer los parámetros de diseño característicos de cada una de las unidades del mismo.

#### - **Tratamiento y Gestión de Lodos**

El Consultor procederá a analizar la alternativa de gestión de lodos propuesta por la Consultora Acciona Ingeniería. Justificará el mantenerse con la propuesta de Acciona en los estudios “Diseños definitivos de las obras de intercepción y tratamiento de las aguas residuales que descargan a los ríos San Pedro y Guayllabamba” (2014) o presentará alternativas de los procesos de gestión de lodos, entre los que se podrían considerar: transporte, almacenamiento, espesamiento, deshidratación, disposición final de lodos y/o alternativas de uso en las actividades productivas de la zona, que sean más óptimos y eficientes.

De la alternativa seleccionada para tratamiento y gestión de lodos se efectuará el diseño definitivo y detallado de todos los componentes. El Consultor desarrollará el análisis costo-beneficio de las alternativas para el tratamiento, uso final de los lodos de la PTAR en base a los cuales se seleccionará la más conveniente.

#### - **Prediseño Estructural**

El Consultor asegurará que los elementos estructurales tengan un diseño representativo, considerando los dimensionamientos hidráulico-sanitarios, el funcionamiento de las diferentes unidades en condiciones extremas de trabajo, las condiciones de cimentación, el proceso constructivo y la metodología de construcción que se estime la más conveniente. El Consultor considerará el empleo de nuevos materiales y técnicas de revestimiento, incluso prefabricados, para ayudar a resistir la acción erosiva y corrosiva del agua, el desarrollo de biopelículas agresivas, a fin de prolongar la vida útil de las estructuras. El Consultor deberá presentar el diseño del hormigón a utilizar en las diferentes estructuras, en las que se aplique. Se empleará la normativa nacional e internacional referente a las características específicas de los materiales (hormigón, acero, hierro, aluminio, etc.).

Para que los elementos estructurales (canales, depósitos, sedimentadores, reactores, edificaciones, etc.), tengan un dimensionamiento adecuado, se considerarán las secciones y dimensiones obtenidas en el cálculo hidráulico-sanitario, y los requerimientos de cargas a las que estarán sometidas. Para el diseño deberán utilizarse las normas técnicas siguientes: Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC), INEN, DIN, ASTM, ACI, AASHP, AASHTO y otras reconocidas internacionalmente, adicionalmente en el análisis deben introducirse criterios de sismicidad de acuerdo a las normas vigentes en el país.

#### - **Prediseño Eléctrico**

En esta fase de los estudios el Consultor prediseñará el sistema eléctrico para la PTAR considerando la acometida eléctrica en alta tensión y el respectivo transformador de distribución ubicado al final de la línea de alimentación de energía y entrada de la PTAR. Dependiendo del equipamiento electromecánico a utilizarse y la potencia eléctrica demandada, se definirá si la línea es monofásica o trifásica. Directamente relacionada con la alternativa seleccionada, se establecerán las características del transformador de distribución y el tipo de montaje para el mismo: torre, cámara de transformación o pad



mounted. Se especificarán preliminarmente los elementos de maniobra, protección y medición para el transformador seleccionado.

El diseño de la línea de alimentación de energía y del transformador, deben considerar las Normas de Distribución de la EEQ en cuanto tiene que ver con el tipo de estructuras de soporte, determinación de la demanda y los demás aspectos relacionados con el diseño de este tipo de obras. Es parte del diseño de esta instalación, el Sistema de Medición Comercial de energía para el cual deben determinarse los equipos primarios de medición (Transformadores de voltaje y corriente) con el grado de precisión requerido, el medidor de energía y el medio de comunicaciones para su integración al sistema de la EPMAPS, todo esto en base a la Regulación ARCONEL No. 01/16. Debe considerarse además que la EPMAPS tiene la calificación de agente Autogenerador y como tal, la PTAR se incorporará al grupo de instalaciones de la empresa que auto consumen energía eléctrica.

Para las instalaciones propias de la PTAR, el Consultor diseñará la acometida eléctrica desde el transformador de distribución hasta el Tablero Principal de Distribución (TPD) y el respectivo electro ducto o canaleta que la alojará. El TPD será metálico y deberá disponer del respectivo interruptor principal motorizado, barras colectoras de cobre, interruptores y circuitos de alimentación a los diferentes elementos de la PTAR y a los Subtableros de distribución (STD) que se determinen, elementos para medición digital de parámetros eléctricos y las respectivas protecciones eléctricas. Será parte del TPD un interruptor de fuerza motorizado que interconecte al Generador Diesel de emergencia (GDE) que deberá preverse para la operación de la PTAR ante la ausencia de energía de la red de la EEQ. El requerimiento o no del generador debe estar bien justificada por el Consultor.

El Consultor deberá definir la pertinencia de instalar un Tablero de Transferencia Automática (TTA) para el ingreso del GDE, que complementa el diseño eléctrico el sistema de respaldo de energía (UPS) cuya capacidad y autonomía será determinada en los estudios.

Es parte del diseño eléctrico de la PTAR la iluminación interna, externa y de emergencia de las diferentes áreas que la componen, y el diseño de los circuitos para tomacorrientes normales y tomas especiales.

La Consultora deberá diseñar el Sistema de Puesta a Tierra (SPT) de la PTAR considerando separadamente la parte de fuerza y la de control. Para el diseño, deberá realizar la medición de la resistividad del suelo en el sitio de implantación de la PTAR. El criterio de calidad del diseño realizado será la medición de la Resistencia de Puesta a Tierra (RPT) una vez que se instale el SPT.

Deberá diseñarse también un sistema de protección de la PTAR contra descargas atmosféricas.

#### - **Automatización y Control**

La Consultora deberá diseñar para la PTAR un sistema de monitoreo, automatización y control (SCADA). Para el efecto se considerarán los siguientes aspectos: Filosofía de Control, Grado de Automatización, Modos y Mandos de Control, Niveles de operación, Lógicas de Control, Enclavamientos, Centro Local de Control (CLC), etc.

El Sistema SCADA para la PTAR constará básicamente de una Red Local de Control (LAN) a la cual estarán interconectados los diferentes elementos de red que tengan capacidad de



comunicaciones y la instrumentación de campo, siendo el elemento principal de control a nivel superior el o los PLC's que se determinen. Para la LAN a diseñarse, deberán considerarse la velocidad de la red, criterios de redundancia, medios y protocolos de comunicación, sincronizador de red, switches de interconexión, etc.

El Centro Local de Control contará con al menos, una estación de trabajo y una de ingeniería en la cuales residirá el respectivo software de visualización y control (HMI). El Consultor definirá el número y aplicación de Servidores de Red, debiendo al menos disponerse para las siguientes aplicaciones: base de datos en tiempo real e histórica y comunicaciones.

Son parte del sistema SCADA, las comunicaciones internas y externas de la PTAR, deben considerar una Central Telefónica IP con capacidad de manejar al menos dos líneas telefónicas externas y cinco extensiones IP distribuidas en las diferentes áreas de la PTAR.

Deberá integrarse al sistema SCADA un sistema de vigilancia electrónica y control formado por un sistema de cámaras IP estratégicamente ubicadas en la instalación, sensores de acceso no autorizado y un grabador de video (NVR).

Es importante considerar en los diseños que en el corto plazo la EPMAPS dispondrá de un Sistema SCADA Integrado Multiservicios (SIM) al cual se interconectará toda la infraestructura que es parte de las diferentes etapas funcionales del proceso del agua, incluido el Saneamiento, área a la cual la PTAR deberá ser integrada.

#### - **Prediseño Mecánico**

La Consultora deberá realizar el diseño preliminar y los cálculos mecánicos a aplicarse en las diferentes áreas de la PTAR que son parte del proceso y que contienen equipos mecánicos e hidromecánicos. Deberán considerarse al menos los siguientes temas dependiendo del diseño que se determine para la PTAR:

- Diseño y dimensionamiento del equipamiento hidromecánico de las obras de llegada
- Diseño y dimensionamiento de compuertas, rejillas, tamices, tornillos transportadores, tornillos helicoidales, sopladores, etc.
- Diseño y dimensionamiento del equipamiento mecánico e hidromecánico de los sistemas de bombeo de agua y lodos, bombas centrífugas, bombas sumergibles, bombas dosificadoras, bombas de tornillo y de cualquier otro tipo que se considere en el diseño de la PTAR.
- Diseño y dimensionamiento de ventiladores, equipos de espesamiento, etc.
- Diseño y dimensionamiento de puentes grúa, monorraíles
- Diseño de los sistemas auxiliares mecánicos como por ejemplo sistema de refrigeración, drenaje, etc.

Los diseños mecánicos involucran el dimensionamiento, especificaciones técnicas, selección de materiales, procesos de manufactura, procedimientos de montaje, actividades de operación y mantenimiento en la fase productiva de la planta, etc.





El Consultor asegurará que el diseño se ajuste estrictamente a la normativa local e internacional y procedimientos usuales en esta área de la ingeniería. Las tecnologías propuestas deben ser actuales, robustas y fiables.

En el diseño de los componentes mecánicos e hidromecánicos, deberá existir una estrecha interacción con los equipos eléctricos y de automatización y control.

#### - **Determinación de caudales máximos**

Por la cercanía del sitio escogido para la implantación de la PTAR a la quebrada del Payaso, se determinarán los niveles de crecida y evaluarán los riesgos por eventuales crecidas de la quebrada, realizando el cálculo de caudales máximos de crecida que corresponda a periodos de retorno de 50 y 100 años, para lo cual se utilizarán las curvas IDF indicadas en las normas de la EPMAPS, las curvas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI.

Con los caudales obtenidos, se determinará los niveles de crecida utilizando una modelación con software de uso libre como el HEC-RAS o similar. Los perfiles transversales serán determinados con topografía en el sitio y no de la cartografía base.

Con los datos obtenidos se determinarán las medidas para evitar y/o atenuar los efectos, de existir, sobre el área de la PTAR, o el diseño de pasos subfluviales, como muros de protección, medidas de resguardo de los taludes, reforzamientos, etc.

#### h) **Diseño Arquitectónico y Paisajismo**

El emplazamiento de la PTAR deberá guardar armonía paisajística con el entorno. Las estructuras del proceso como: desarenador, reactor, sedimentador, etc. deberán tener la menor altura posible para facilitar las actividades de operación y minimizar el impacto visual de la PTAR. Además de las estructuras propias del tratamiento, deberán considerarse espacios para el almacenamiento de herramientas, equipos de back up y suministros requeridos en el proceso. La edificación administrativa, deberá contemplar laboratorio de control de procesos, oficinas, baños, duchas de agua caliente, duchas externas, entre otros. De igual forma, deben considerarse estructuras de seguridad como barandas y caminerías que permitan efectuar las labores de operación y visitas de personas extrañas a la planta, de forma segura. Para la seguridad de las instalaciones, se deberán considerar, cercas y cercas vivas, que limiten el paso de personas no autorizadas.

#### i) **Tecnología de Construcción, Servicios y Facilidades**

El Consultor seleccionará el procedimiento y la tecnología de construcción más apropiada, considerando las características de ubicación de la PTAR. En este sentido, el Consultor deberá considerar los procedimientos constructivos que reduzcan al mínimo las afectaciones ambientales.

#### j) **Diseño de accesos**

Es necesario que los sitios de ubicación de la PTAR tengan las facilidades de acceso vehicular para facilitar la operación y mantenimiento de las mismas.



### **7.2.11. DOCUMENTO AMBIENTAL INICIAL**

En función de la normativa ambiental y considerando que la primera etapa del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EslA) tiene por objeto identificar y focalizar, los potenciales impactos ambientales significativos que pudiera ocasionar un proyecto o actividad. En base a estas afectaciones, el proyecto tiene un requerimiento específico para su regulación ambiental (Licencia Ambiental) ante el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) y la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable AAAR correspondiente.

En esta Etapa de la Consultoría se generará el Informe para iniciar el proceso de regularización ambiental que deberá contener los datos generales del proyecto a ingresar en el Sistema Único de Información Ambiental con la cual se obtendría la categorización ambiental del proyecto.

Adicional a la normativa ambiental del país, el consultor debe seguir obligatoriamente los lineamientos de salvaguardas ambientales de CAF. Estos lineamientos constan en varios documentos anexos a la página web: <https://www.caf.com/es/lineamientos-y-salvaguardas-ambientales/>

### **7.2.12. Costos referenciales de las obras.**

El consultor preparará un cuadro de costos referenciales de las obras, incluyendo los costos de operación y mantenimiento.

### **7.2.13. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA**

#### **7.2.13.1. IDENTIFICACION PRELIMINAR DE IMPACTOS AMBIENTALES**

El consultor deberá realizar la identificación y evaluación de impactos ambientales de cada una de las alternativas, y el correspondiente plan de manejo ambiental y su presupuesto referencial, de modo que éste pueda usarse en la comparación de alternativas que no sean ambientalmente factibles, y realizar una calificación de las diversas alternativas ambientalmente factibles. Los elementos mínimos que contendrá la viabilidad ambiental son:

- Delimitación el área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- El diagnóstico ambiental del proyecto se lo realizará en función de la descripción de la línea base del proyecto, considerando zonificación del área de estudio, aspectos físicos, bióticos, demográficos y socioeconómicos de la cuenca.
- Se requiere un análisis de riesgos de las obras, evaluación de vulnerabilidad, riesgo y vulnerabilidad física.
- Se requiere una identificación y calificación preliminar de los impactos ambientales durante la fase de construcción y operación a nivel de prefactibilidad de cada alternativa.
- Debe elaborar un plan de manejo ambiental a nivel de prefactibilidad, considerando: mitigación y prevención de impactos, manejo de desechos,



comunicación, capacitación, relaciones comunitarias, contingencias, seguridad y salud ocupacional, monitoreo y seguimiento, además de un plan de rehabilitación, cierre y entrega del proyecto, de cada alternativa.

- Se requiere un análisis especial a la seguridad y salud ocupacional del proyecto, durante la operación dada la presencia de hidrocarburos, descomposición de material fecal metales pesados y demás elementos presentes dentro de los sistemas de alcantarillado y que deberán formar parte de la línea base del proyecto.
- Se deberá considerar riesgos biológicos, contaminantes químicos, problemas por asfixia por gases el personal, o muerte por ahogamiento causado por una inundación no controlada. Todo esto deberá, ser evaluado para determinar las medidas de mitigación.
- Con todos estos aspectos emitirá su criterio respecto a la viabilidad ambiental.

#### **7.2.13.2. COMPARACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS**

Para la comparación económica de las alternativas técnicamente factibles, el consultor realizará presupuestos estimativos de cada alternativa (inversión, reposición y reinversión), incluyendo costos de las medidas ambientales, cálculos de los costos de operación y mantenimiento de cada alternativa, costo de predios expropiados acorde al costo catastral, evaluará el costo de daños en infraestructura pública por la presencia de inundaciones y por la ejecución de cada alternativa, cuantificación de los beneficios generados por cada una de las alternativas; y, calará el valor neto y de la tasa interna de retorno de cada alternativa y sub-alternativa.

#### **7.2.13.3. COMPARACION DE TODAS LAS ALTERNATIVAS Y SUB-ALTERNATIVAS**

En un cuadro deben anotarse, a más de los costos e indicadores económicos, todas las ventajas y desventajas técnicas y ambientales de cada una de las alternativas y sub-alternativas estudiadas, y debidamente fundamentado en un análisis multidisciplinario hará la selección de la mejor alternativa para el proyecto y/o para cada una de las partes constitutivas del sistema y la someterá a la consideración de la EPMAPS para su estudio y aprobación.

#### **7.2.14. VIABILIDAD DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA**

Una vez seleccionada la mejor alternativa, el consultor deberá determinar la viabilidad de la misma.

##### **7.2.14.1. VIABILIDAD TÉCNICA.**

El consultor luego de realizar un análisis de los datos de ingeniería básica, situación actual, demanda del servicio, demanda insatisfecha y la concepción técnica de la alternativa seleccionada, emitirá su criterio respecto de la viabilidad técnica de esa alternativa.

El informe de viabilidad económica, que deberá disponer de los siguientes elementos mínimos:

- Aspectos generales del proyecto.
- Riesgos hidro-meteorológicos.



- Riesgos geodinámicos: Peligro volcánica, Peligro sísmico, Deslizamientos, evaluación geotécnica de los sitios de obras del proyecto.
- Diseño del proyecto: Resumen ejecutivo del proyecto.
- Construcción del proyecto: Limitaciones tecnológicas y constructivas, afectaciones, expropiaciones.
- Competencias de obras complementarias a cargo de otras entidades del municipio.
- Factibilidad técnica.

#### **7.2.14.2. VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA.**

El consultor con el diseño de la alternativa seleccionada y actualizando el presupuesto de obras elaborará un informe de viabilidad económica y financiera, que deberá disponer de los siguientes elementos mínimos:

- Introducción explicando detalladamente la alternativa seleccionada.
- Metodología utilizada en la evaluación económica.
- Análisis de costos durante la vida útil del proyecto:
  - ✓ Costos de construcción, costos del plan de manejo ambiental, flujo mensual de acuerdo al cronograma valorado de costos directos e indirectos del proyecto.
  - ✓ Costos de operación y mantenimiento. En este punto el consultor preparará Análisis de Precios Unitarios de los trabajos previstos, si estos no existieren en la base de datos de la EPMAPS. Es necesario que el consultor describa todos los rubros previstos para estas labores, incluso de los costos del plan de manejo ambiental durante la fase de operación y mantenimiento.
- Análisis de ingresos, en función de la política tarifaria de la EPMAPS.
- Cálculos de beneficios, determinación del VAN, TIR y B/C.
- Escenarios de sensibilidad.
- Factibilidad económica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Anexos con APUS, estimaciones de operación y mantenimiento, entre otros.

El consultor deberá actualizar la información sobre la cobertura actual del servicio, situación con proyecto, costos anuales de operación y mantenimiento con y sin proyecto, proyección anual de ingresos, egresos y estructura tarifaria, y determinará la factibilidad financiera del proyecto.

#### **7.2.14.3. VIABILIDAD AMBIENTAL.**

El consultor con base a la localización de las obras, descripción de la línea base y actividades previstas para la alternativa seleccionada, realizará la identificación y evaluación de impactos ambientales en las fases de ejecución y de operación y el plan de manejo ambiental, y emitirá su criterio respecto de la viabilidad ambiental de la alternativa seleccionada.





Una vez que se ha definido la calidad de agua, los caudales a tratar, los valores de los parámetros que debe cumplir el efluente de la PTAR y se ha hecho un reconocimiento del lugar en donde se implantará el proyecto, el Consultor deberá presentar el informe de la alternativa seleccionada con las condiciones actuales de caudal, calidad, emplazamiento, equipamiento electromecánico, sistema de automatización, control y comunicaciones, compatibilidad paisajística, etc.

El informe de viabilidad ambiental deberá considerar al menos los siguientes aspectos:

- Describir la localización de las obras.
- Delimitar el área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- El diagnóstico ambiental del proyecto se lo realizará en función de la descripción de la línea base del proyecto, considerando zonificación del área de estudio, aspectos físicos, bióticos, demográficos y socioeconómicos.
- Análisis de riesgos de las obras, evaluación de vulnerabilidad, riesgo y vulnerabilidad física.
- Identificación y calificación preliminar de los impactos ambientales durante la fase de construcción y operación a nivel de factibilidad.
- Plan de manejo ambiental a nivel de factibilidad, considerando: mitigación y prevención de impactos, manejo de desechos, comunicación, capacitación, relaciones comunitarias, contingencias, seguridad y salud ocupacional, monitoreo y seguimiento, además de un plan de rehabilitación, cierre y entrega del proyecto.
- Análisis especial a la seguridad y salud ocupacional del proyecto, durante la operación dada la presencia de hidrocarburos, descomposición de material fecal, metales pesados y demás elementos presentes dentro de los sistemas de alcantarillado y que deberán formar parte de la línea base del proyecto.
- Se deberá considerar riesgos biológicos, contaminantes químicos, problemas por asfixia por gases el personal, o muerte por ahogamiento causado durante las labores de operación. Todo esto deberá, ser evaluado para determinar las medidas de mitigación.
- Con todos estos antecedentes emitirá su criterio respecto a la viabilidad ambiental.

El diseño, deberá considerar los siguientes puntos:

Cumplimiento de normativa ambiental: El Consultor deberá proponer la alternativa más adecuada para la remoción de carbono, nitrógeno, fósforo, tensoactivos, etc. de acuerdo a los requerimientos establecidos por la normativa ambiental vigente y/o estudio de la calidad del cuerpo receptor.

Evaluación técnica: el Consultor llevará a cabo la Modelación de procesos para las alternativas establecidas, considerando un caudal medio de operación a efectos de comparación. Este análisis debe permitir observar las ventajas y desventajas de las alternativas y sus trenes de tratamiento; incluyendo aspectos de operación y mantenimiento.

Modularización y expansión: se deberá plantear por lo menos dos trenes paralelos de tratamiento; adicionalmente se deben hacer estudios de modularización de los trenes de



tratamiento y de expansión del sistema en los horizontes 2040 y 2055.

Redundancias: los trenes de tratamiento deberán dimensionarse con la suficiente capacidad para poder procesar el caudal correspondiente a otro tren que por algún motivo tenga que salir de funcionamiento temporalmente.

Con base en la información generada en los puntos anteriores, el Consultor deberá comparar, seleccionar y recomendar la alternativa de solución más conveniente desde los puntos de vista técnico, económico, financiero, social, ambiental e institucional. La selección de la alternativa recomendada se hará teniendo en cuenta aquella que, solucione el problema planteado en los horizontes de diseño en forma eficiente, con el menor valor presente de todos los costos de inversión y operación considerados, sin detrimento del criterio de calidad.

Con el objetivo de demostrar que la alternativa calificada como la más conveniente, permitirá el cumplimiento de la normativa ambiental y las metas propuestas en términos de eficiencia en operación, el Consultor deberá realizar el modelado de las alternativas en el programa BOWIN o similar, considerando los coeficientes cinéticos actualizados de procesos biológicos (secundario) de tratamiento de aguas residuales, necesarios para la aplicación de este tipo de modelos (i.e., Activated Sludge Model, ASM), que se adapten a las características de la zona de estudio<sup>2</sup>.

Con base en el análisis, se formularán las recomendaciones pertinentes y se propondrá el plan general de obras y de inversiones para el sistema durante el horizonte de planeación asumido (2040 – 2055), dando prioridad a las inversiones inmediatas y se indicarán las acciones complementarias requeridas, tales como levantamientos topográficos, estudios adicionales especiales, entre otros, para el diseño definitivo de los componentes resultantes del estudio.

La solución adoptada, en lo posible, debe ser de simple construcción, de fácil operación y mantenimiento, pero con un alto grado de flexibilidad y confiabilidad. El informe en el cual se presenta la selección recomendada debe ser aprobado oficialmente por la Supervisión de la EPMAPS y solo una vez aprobado este informe y la selección de la alternativa recomendada se podrá continuar con el estudio. La Supervisión/Administración se reserva el derecho de rechazar la alternativa recomendada por el Consultor y seleccionar otra.

#### **7.2.15. SERVIDUMBRES, EXPROPIACIONES Y AUTORIZACIONES**

En general procurará minimizar las afectaciones a los propietarios y a terceros durante el diseño de los trazados y obras en general del proyecto, siempre que sea técnicamente posible.

El Consultor delimitará y establecerá la disponibilidad de los terrenos, bienes y derechos afectados por la ejecución de todas las obras comprendidas en el Proyecto, incluyendo las zonas anexas necesarias para el acceso y buen funcionamiento, conservación y operación de las obras.

<sup>2</sup> En el caso de que el Consultor modele en una versión más actualizada de la licencia del software BOWIN de la que dispone la EPMAPS, el Consultor deberá proporcionar la actualización de la misma



El Consultor deberá considerar los valores de expropiaciones y/o indemnizaciones y los servicios afectados a terceros.

#### **7.2.16. CANTIDADES DE OBRA Y PRECIOS UNITARIOS**

Una vez que el Consultor cuente con los diseños a nivel de factibilidad de todos los componentes del proyecto (interceptores, emisario La Viña, PTAR y estaciones de bombeo) desglosando en los componentes: hidráulico-sanitario, estructural, electromecánico, sistemas de control, etc. Se deberán determinar las cantidades de obra, accesorios, equipos, entre otros y con esta información, elaborar los presupuestos preliminares, incluyendo costos de operación y mantenimiento.

#### **7.2.17. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS**

Durante esta Etapa, el Consultor adelantará en lo posible las investigaciones y trabajos de campo y laboratorios; conseguirá información sobre especificaciones técnicas de equipamiento electromecánico, hidromecánico, control y automatización, telecomunicaciones, etc., que serán indispensables para la siguiente Etapa de Diseños Definitivos. Para ello, el Consultor, en el caso de investigaciones de campo y laboratorio, solicitará a la Supervisión/Administración la autorización para realizar tales trabajos, acompañando los justificativos, volúmenes, planificación, especificaciones y otros datos suficientes para que la EPMAPS pueda pronunciarse y emitir su autorización.

#### **7.2.18. INFORME 1: ESTUDIOS TÉCNICOS Y DE CAMPO**

Como resultado de esta Etapa, el Consultor elaborará y presentará para la aprobación de la EPMAPS el Informe de los estudios y prediseños del Proyecto de las alternativas analizadas y la alternativa seleccionada. Este Informe contendrá los datos y copia de toda la información recopilada, los criterios y consideraciones adoptadas, memorias de cálculos y análisis realizados, descripción e interpretación de resultados. En los antecedentes se incluirán los trabajos realizados y resultados obtenidos en la primera Etapa de la Consultoría.

Los documentos que conforman este Informe se detallan en el apartado PRODUCTOS ESPERADOS.

### **7.3. FASE 2: DISEÑO DEFINITIVO**

Durante esta etapa se definirá la ubicación de los distintos componentes de la obra en el sitio donde se llevarán a cabo; se efectuarán todos los cálculos necesarios para determinar sus dimensiones finales y demás características físicas necesarias para el funcionamiento de la obra o proyecto.

Cada uno de los distintos diseños mencionados, deberán realizarse de la forma más completa posible, en una memoria de cálculo y en una memoria descriptiva constarán las decisiones tomadas por el diseñador respecto al objeto de su trabajo.

De modo particular, esta fase abarcará los siguientes aspectos:

- Trabajos de Topografía Complementarios



- Reajuste de los parámetros y criterios de diseño
- Estudio Geotécnico
- Diseño de los interceptores
- Diseño de las estaciones de bombeo
- Diseño de la PTAR Tumbaco - Cumbayá
- Operación, control y mantenimiento de la PTAR
- Sistemas de agua potable
- Sistema de agua para otros servicios
- Equipos de izaje y desplazamiento
- Tecnología de construcción, servicios y facilidades
- Diseño estructural
- Diseño mecánico
- Diseño eléctrico
- Diseño del sistema SCADA
- Estudio de eficiencia energética
- Estudio de seguridad industrial
- Sistema de protección contra incendios
- Costos, programación y control
- Aseguramiento de la calidad
- Estudio Ambiental con Plan de Manejo Ambiental Valorado
- Diseño arquitectónico
- Diseño de accesos
- Cronograma de ejecución de obras
- Servidumbres y expropiaciones
- Dibujo de Planos
- Informe Fase 2 – Diseños Definitivos

### **7.3.1. TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA COMPLEMENTARIOS**

Como parte de los trabajos de campo, el Consultor realizará los trabajos topográficos complementarios indispensables para la obtención de los diseños definitivos de las alternativas consideradas como las más viables o más rentables de los distintos componentes del proyecto; de modo particular, se ejecutará lo siguiente:

- Levantamiento topográfico de detalle, en escala 1:100, de la faja de terreno en los sitios previstos para la localización de estructuras especiales;
- Durante la ejecución de los trabajos topográficos, el Consultor deberá considerar los siguientes aspectos: (i) la información topográfica deberá contener el suficiente detalle, tal que garantice el dimensionamiento de las estructuras e instalaciones previstas en el proyecto; (ii) la definición de la localización de los sitios de interés (rutas de trazado, estructuras especiales, etc.) deberá realizarse con la participación directa del especialista en diseño hidráulico; y, (iii) en la definición de la localización de los sitios de interés, se deberá analizar la viabilidad de obtener los permisos de afectación de esos terrenos;

Los trabajos topográficos se realizarán de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en el Anexo 1: “Especificaciones Técnicas para la Realización de Trabajos de Control, Topografía, Cartografía y Sistemas de Información Geográfica en Proyectos de Agua Potable y Saneamiento”, Versión 4.0, que forma parte del presente documento.

El monto que se pagará por estos trabajos corresponderá a lo realmente ejecutado.





### 7.3.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

El estudio geotécnico se sujetará a lo establecido en el Anexo 4 “Especificaciones Técnicas para la Prospección Geológica – Geotécnica”, y, se realizará tomando como referencia las cantidades contractuales “Detalle de rubros y cantidades”, una vez que se hayan definido e identificado las estructuras a diseñarse y los sitios de obra. Las cantidades finales a liquidarse estarán de acuerdo al trabajo efectivamente realizado.

La EPMAPS no reconocerá el pago de actividades de geotecnia realizadas, fuera de los límites que el consultor determinó previamente y fueron aprobadas por la Supervisión/Administración del Contrato.

El criterio de ubicación de la PTAR, estaciones de bombeo, estructuras de salto, separadores de caudal, descargas y cruces de quebrada da lugar a definir los sitios donde realizar el estudio geotécnico; para esto es necesario, efectuar sondeos a rotación y percusión, con ensayos SPT cada metro y recuperación de muestras, en cada uno de los sitios a ser seleccionados, con los correspondientes ensayos de clasificación de suelos, estimación de capacidad portante en función del número de golpes registrados en la prueba.

Para las vías a proyectarse y/o mejorarse se realizarán los ensayos que permitan evaluar la calidad del suelo para subrasante y para estabilidad de los taludes así: Ensayo de Relación de Soporte de California CBR, Dynamic Cono Penetrometer DCP, Posteos, triaxiales y clasificación SUCS. Estos datos serán utilizados para modelar la estabilidad de los taludes en el programa GEOSLOTE o similar.

Dichas pruebas y ensayos deberán estar basados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción vigente.

Los estudios geotécnicos incluirán la siguiente información:

- Mapa geológico del proyecto a escala 1:5.000, con sus respectivos perfiles geotécnicos. Este plano se liquidará como Plano Temático para su pago.
- Plano de ubicación de las investigaciones: sondeos, calicatas, etc.
- Informes de perforación a rotación y/o con ensayos SPT cada metro en suelo y descripción manual visual del terreno atravesado, incluye registros de perforación, partes diarios, etc.
- Perfiles estratigráficos del suelo en base a las calicatas y perforaciones realizadas, escala 1:1000
- Ensayos de laboratorio: clasificación S.U.C.S. (humedad natural, granulometría y límites de consistencia), compresión simple, compresión triaxial, consolidación, peso unitario natural, CBR, DCP, triaxiales.
- Cálculo de la capacidad portante en todos los sitios donde se construirán las estructuras a diseñarse. Se detallará este cálculo al menos por dos métodos.
- Estructura de la vía según la caracterización de la subrasante y la rasante.
- Estabilidad de taludes, recomendaciones en función de la profundidad de las zanjas.
- Diseño de los taludes según la modelación realizada, incluyendo las medidas de mitigación para la erosión de los mismos.
- Recomendaciones para la compactación de suelos en rellenos.



- Determinación de niveles freáticos.
- En aquellos taludes de corte de los accesos a los sitios de ubicación de la PTAR y de las descargas, que presenten problemas visibles de estabilidad o correspondan a puntos críticos vulnerables, el consultor hará un estudio de localización y realizará sondeos para determinar la calidad de los suelos y los parámetros básicos para el diseño de la estabilidad de taludes. La profundidad de los sondeos será de aproximadamente 6m, a menos que las condiciones del sitio exijan otra profundidad.
- Cálculo y análisis de estabilidad de taludes para los sitios de la PTAR y descargas.
- Diseño de las plataformas para el acceso en la etapa constructiva.
- Recomendaciones para construcción de túneles donde fuere aplicable y suministro de los parámetros geotécnicos para su diseño.
- Informe final que describa las investigaciones realizadas, metodología utilizada, cálculos y recomendaciones para el diseño de cimentaciones de todas las estructuras, taludes de corte y rellenos propuestos.
- Fuentes de materiales para la construcción de las obras y escombreras para el depósito de materiales de ser el caso.
- Emitirá recomendaciones técnicas y constructivas para que durante la Fase de construcción del proyecto se ejecute sin inconvenientes de riesgos naturales y desastres en general.

El contratista deberá asumir la responsabilidad técnica, plena y total, para que la operación y acciones indicadas en estos Términos de Referencia y Especificaciones Técnicas sean cumplidas a satisfacción y se obtengan los resultados esperados por la Empresa.

El consultor presentará con su informe los siguientes planos: mapa geológico y perfil geológico de la zona del proyecto, plano de ubicación de las investigaciones geotécnicas y mapa geotécnico, con sus respectivos perfiles.

El informe geológico y geotécnico, debe ser un compendio de lo realizado en ambas fases (Fase 1 y Fase 2 del estudio).

### **7.3.3. DISEÑO DE LOS INTERCEPTORES Y REDES DE ALCANTARILLADO**

Diseño Definitivo de los interceptores, conforme la siguiente descripción:

Los diseños hidráulicos sanitarios de los interceptores, considerarán criterios de auto limpieza, buscarán soluciones óptimas y considerarán diferentes escenarios.

En los diseños se respetarán las normas vigentes, se indicarán los criterios y procedimientos adoptados, y se garantizará que los componentes funcionen correctamente.

El diseño incluirá:

- Diseño hidráulico sanitario de los nuevos componentes (red de recolección, interceptores, emisarios, estaciones de bombeo, etc.).
- Diseño arquitectónico de elementos y espacios libres, en caso de ser necesario.
- Diseño estructural de los nuevos elementos hidráulicos y arquitectónicos.
- Diseño electromecánico para las estaciones de bombeo.



- Diseño de pozos de revisión, pozos separadores de caudal, conexiones domiciliarias y estructuras especiales, cámaras de bombeo, obras auxiliares y facilidades como casa de operadores, cámaras de transformación, cerramientos, etc.

Se prepararán planos de construcción con todos los detalles (hidráulicos, estructurales y arquitectónicos) necesarios, y que correspondan al diseño descrito en la memoria de cálculo.

#### **a.) Criterios para el diseño de redes de alcantarillado e interceptores**

- El diseño de las redes de interceptores sanitarios, se basará en las “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado, para la EMAAP-Q; 01-AL-EMAAP-Q-2009” (Anexo 2).
- Se determinarán los caudales de agua residual a partir de la información de consumos de los usuarios de las redes de agua potable de la EPMAPS.
- Se realizará el diseño hidráulico de la red de alcantarillado para la condición de flujo uniforme, calculando los caudales de diseño, los diámetros de las tuberías, los materiales a utilizar y las cotas de los pozos de revisión. Con la red diseñada se evaluarán los criterios que se deben cumplir a fin de evitar problemas de sedimentación y facilitar la limpieza de las tuberías. Igualmente se diseñarán pozos de salto y estructuras especiales de ser el caso.
- Para el caso de redes en los que ingresen caudales pluviales, se comprobará el diseño hidráulico de la red para la condición de flujo gradualmente variado, para lo cual se utilizará el modelo Storm Water Management Model SWMM 5.1 o similar<sup>3</sup>. De acuerdo con los resultados de la simulación y las limitaciones de campo, se analizará la posibilidad de modificar las cotas de los pozos y/o los diámetros de las tuberías y colectores, siempre buscando mejorar la hidráulica de la red.
- Se comprobará el diseño hidráulico de la red para la condición de flujo gradualmente variado, para lo cual se utilizará el modelo Storm Water Management Model SWMM 5.1 o similar. De acuerdo con los resultados de la simulación y las limitaciones de campo, se analizará la posibilidad de modificar las cotas de los pozos y/o los diámetros de las tuberías y colectores, siempre buscando mejorar la hidráulica de la red.
- Se realizará la comprobación de la seguridad a rotura de las tuberías, para lo cual se analizará la carga del terreno, carga sobre la tubería en la zanja, sobrecargas móviles y cálculo y control de deflexiones. Se definirá la rigidez anular necesaria de la tubería a utilizar.
- Las obras para protección de cauces y estabilización de taludes consistirán entre otras, en estructuras tales como muros de gaviones o de hormigón, colectores, terrazas, cunetas de coronación, de tal forma que se garantice la estabilidad de los taludes.
- El trazado de los interceptores debe proyectarse en franjas de protección donde exista certeza de su estabilidad geotécnica en el tiempo, y no exista presencia de erosión o

<sup>3</sup> Si el Consultor utilizare un software diferente, deberá provisionar una licencia en el caso que no se trate de un software libre y capacitará al personal seleccionado para el efecto.



inestabilidad al pie. Para taludes verticales o pendientes pronunciadas, con alturas superiores a 20 metros, deberá realizarse un análisis de estabilidad para determinar la conveniencia o no, de implantar el interceptor en ese tramo.

- El diseño de las estructuras especiales como son: obras de captación, obras de regulación, pozos de revisión, pozos de salto, estructuras de descarga, etc., debe sujetarse a lo establecido en las “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado, para la EMAAP-Q; 01-AL-EMAAP-Q-2009” (Anexo 2) y deben contemplar todas las facilidades necesarias para el acceso del personal de mantenimiento, y para los sistemas de tratamiento deben sujetarse a las normas nacionales e internacionales.

#### **b.) Criterios para el diseño de separadores de caudales y pozos de alivio.**

- El diseño hidráulico de los separadores, se basará en literatura técnica internacional del año 2000 en adelante, que el consultor validará con el Supervisor de contrato, previamente a cualquier diseño.
- Se determinarán los caudales de agua residual a partir de la información de consumos de los usuarios de la red de agua potable.
- Además, el consultor estimará el caudal in situ, mediante un aforo que considere calado y velocidad del caudal sanitario. Se deberá realizar un análisis comparativo del caudal teórico con el caudal medido in situ.
- El caudal de diseño deberá considerar el posible aporte de aguas ilícitas y aguas freáticas, de tal forma que se garantice que se desvíe todo el caudal sanitario existente, considerando en el diseño un porcentaje de obstrucción en la captación mayor al 30%.
- El Consultor deberá presentar una modelación en flujo 2D o 3D de la aproximación y la estructura de separación.
- El diseño de los separadores de caudal debe considerar las facilidades para la operación y mantenimiento, y debe ser una superficie adecuada, que incluso permita en el futuro instrumentar la misma.
- El separador de caudal deberá considerar la utilización de compuertas de emergencia para cierre total, por condiciones de operación y mantenimiento del sistema.
- Dada la dimensión de los colectores a intervenir, se deberá proyectar un desvío temporal para la construcción de captaciones de fondo, vertederos frontales y otros, que deberá estar sustentado con diseño y planos de detalle.
- Es obligación del consultor, conforme el cronograma, presentar un prediseño de los separadores proyectados; los cuales una vez aprobados y sometidos a cambios y/o recomendaciones del supervisor, podrán pasar a nivel definitivo y proceder a realizar el respectivo plano estructural. Para este prediseño se presentará la memoria de cálculo del separador y un dibujo a nivel de esquema en AutoCAD.

#### **c.) Criterios para diseño de estructuras de descarga y/o estructuras especiales**





- El diseño hidráulico de estructuras de descarga, captaciones u otras estructuras especiales, se basará en las “**Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado, para la EMAAP-Q; 01-AL-EMAAP-Q-2009**” y literatura técnica internacional del año 2000 en adelante, que el consultor validará con el Supervisor de contrato, previamente a cualquier diseño.
- El obligatorio el diseño todas las estructuras de descarga hacia los cuerpos receptores, en los sitios donde esté previsto el alivio del caudal pluvial; el cual deberá llegar al fondo del cuerpo receptor y disponer de todas las obras necesarias para mitigar la erosión en la salida de la descarga.
- El diseño de estructuras de descarga se basará en literatura técnica internacional reciente, con estructuras probadas que faciliten las labores de operación y mantenimiento. El diseño debe garantizar el correcto funcionamiento para toda la gama de caudales menores al caudal de diseño.
- El diseño de las estructuras de descarga deberá considerar los componentes geotécnicos que garanticen su estabilidad en el tiempo.
- El diseño debe considerar criterios estructurales que garanticen su estabilidad global y no generen asentamientos considerables que pongan en riesgo a estructuras colindantes; la resistencia a la compresión y la abrasión del hormigón deben ser las adecuadas, de manera que garanticen la durabilidad de la obra;
- El diseño debe considerar criterios constructivos modernos, que permitan ejecutar su construcción con tecnología nacional;
- El diseño debe facilitar la operación y mantenimiento de las estructuras, con la ubicación de andenes, losas de inspección, pasamanos y demás elementos que el diseñador crea necesarios para dar condiciones de seguridad a los operadores.

#### **7.3.4. OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE LA PTAR**

Una vez establecidos los caudales que llegarán a la PTAR, se procederán a realizar los diseños definitivos de las PTAR.

De acuerdo con la alternativa seleccionada y el tren tratamiento propuesto por el Consultor para la PTAR y los sistemas de bombeo requeridos, se desarrollarán los diseños definitivos de todas las unidades propuestas como mejor alternativa, entre las que pueden constar las siguientes:

##### **7.3.4.1. COMPONENTES PTAR**

###### **- Ingreso y recepción de caudales**

Comprende el diseño detallado de las obras de entrada entre el interceptor de llegada y la PTAR, tramo de empate, estructuras de conexión, sistema de medición y control de caudales de llegada, compuertas de by-pass para desvío de incrementos de caudal por aguas pluviales o contingencias en la PTAR. Considerar facilidades para la recepción de



contenido de fosas sépticas, lodos de tratamiento de agua potable, entre otros.

#### - **Tratamiento preliminar**

Comprende el diseño detallado de los componentes considerados, entre los que podrían contemplarse: compuertas, trampas de fondo, mecanismos de extracción y evacuación para sólidos, rocas y grava, rejas de entrada, rejillas, desarenador - desengrasador con sus mecanismos de extracción de arenas y grasas, bombas de arenas de ser el caso, línea de agua, equipos para lavado y clasificación de arenas, líneas de retorno al tratamiento de aguas de lavado y compactación, conducciones del agua residual pre-tratada al reactor biológico, sistemas de extracción de natas y grasas, sistemas de tuberías, canales, válvulas, compuertas e instrumentación asociados a los componentes y equipos para la recolección, transporte, lavado, compactación, almacenamiento, pesaje y retiro del material retenido en rejas, cribas y desarenador- desengrasador. Las estructuras propuestas deberán tener conexiones al bypass y desagües que faciliten las labores de vaciado en el caso de mantenimientos programados o emergentes. Deberán preverse los mecanismos de evacuación de los desechos generados y los tipos de contenedores requeridos para tal efecto.

Se analizará y diseñará de ser el caso, la necesidad de implementar un tanque ecualizador de caudales de aguas residuales debido a la posible recepción del contenido de fosas sépticas, lodos de la potabilización del agua, descargas industriales, efluentes generados en la gestión de lodos, aguas residuales diluidas, etc. En el caso que se requiera elementos adicionales que optimicen el proceso, evaluar su mejor ubicación.

#### - **Tratamiento biológico y sedimentación secundaria**

Diseño detallado de todos los componentes, entre los que podrán constar: los tanques de aireación con diseños de los sistemas de aireación detallados, debidamente justificados, sistema de movimiento del agua en el reactor, selector de ser necesario, sistema de remoción de natas del reactor de justificarse su necesidad, sistema de aspersión de agua para control de espuma en los tanques de aireación de ser necesario, los tanques de sedimentación secundaria con sus respectivos mecanismos barrelosos y barrenatas, la estructura de salida del efluente hacia el sistema terciario, el bombeo para recirculación de lodos activados, el bombeo de natas secundarias, y los sistemas de tuberías, canales, válvulas, compuertas e instrumentación asociados a estos componentes. Analizar incluir el desvío (by-pass) para llevar directamente el agua desde el pretratamiento hasta la estructura de salida del efluente de la PTAR, sin pasar por el tratamiento biológico ni por la sedimentación secundaria. De igual forma, analizar la pertinencia de que los sedimentadores secundarios puedan tener una conexión hacia el by pass, saltando los tratamientos terciarios propuestos. Todas las unidades de tratamiento deben tener desagües y facilidades para tránsito.

#### - **Tratamientos terciarios**

En esta Fase, deberá presentar los diseños a nivel de detalle del o los tratamientos terciarios propuestos.

El Consultor con base a los resultados de la modelación y otras consideraciones de tipo



técnico, económico y ambiental, deberá presentar para la aprobación de la Supervisión/Administrador, el desarrollo a nivel de diseños definitivos o de detalle la propuesta del sistema de desinfección considerado el más adecuado luego del tratamiento biológico o complementario, de ser este último necesario.

#### - **Modelación BIO WIN o similar**

El Consultor deberá desarrollar la modelación final de la alternativa seleccionada con los parámetros de calidad del agua de los procesos del tren de tratamiento propuesto en los Estudios de Factibilidad correspondientes a la Fase I en el software BIOWIN o similar, para la PTAR de lodos activados.

El objetivo de esta actividad es optimizar, predecir, seleccionar y definir los procesos de tratamiento óptimos en base a las eficiencias de reducción de contaminantes, modelando para diferentes escenarios de caudales, cargas y, de ser el caso, de procesos, de cara a determinar todas las condiciones operativas puntuales y específicas por procesos involucrados en la depuración de las aguas residuales urbanas.

#### - **Reuso de agua**

Realizar el diseño hidráulico de las instalaciones necesarias para reutilizar el agua tratada en la PTAR que aplique, en labores de limpieza y operación, riego de áreas verdes, compostaje o cualquier otra actividad compatible. Para el efecto, el consultor deberá:

- Realizar un trazado de las redes que serán abastecidas con este sistema, en común acuerdo con la Supervisión del contrato.
- El diseño de la red de impulsión prevista.
- Deberá realizar el diseño del sistema de bombeo, cisterna, entre otros necesario para abastecer este sistema.
- El diseño del sistema debe realizarse conforme la Norma Ecuatoriana de la Construcción vigente a la fecha de elaborar los estudios.
- Debe obtener los planos de construcción de las redes proyectadas, del cuarto de bombas, con todos sus accesorios, planos de detalles, entre otros.
- Obtener el presupuesto de construcción de esta red.

#### - **Drenaje pluvial**

- Realizar un trazado de las redes que recogerán los caudales pluviales, en común acuerdo con la Supervisión/Administración del contrato.
- El diseño de la red de drenaje pluvial, donde consten pozos, tuberías, descarga y sumideros, tanto de calzada, como otros que el Consultor considere pertinentes.
- Deberá realizar el diseño del sistema conforme las normas de diseño de alcantarillado de la EPMAPS.
- Debe obtener los planos de construcción de las redes proyectadas, planimetrías, perfiles, descarga, planos de detalle, entre otros.
- El Consultor debe proponer sistemas de drenaje sostenible, para infiltrar y/o retener aguas lluvias donde fuera aplicable, con la finalidad de mitigar la erosión en la descarga pluvial.



- Obtener el presupuesto de construcción de esta red.

#### - **Procesamiento y gestión de lodos**

De la alternativa seleccionada en la Fase I para los procesos de espesamiento (de justificarse su necesidad), deshidratación, secado (de justificarse su necesidad y viabilidad), almacenamiento, manipulación, disposición final de lodos y la presentación de alternativas de uso, se efectuará el diseño definitivo y detallado de todos los componentes.

#### - **Control de olores**

Si en la Factibilidad se determinó la necesidad de agregar un sistema de control de olores, el Consultor desarrollará a nivel de diseño definitivo de la alternativa seleccionada. El diseño deberá comprender a nivel de detalle, los siguientes componentes:

- Sistemas de ventilación y extracción asociados con el sistema de control de olores.
- Sistemas de ventilación y extracción para control de gases peligrosos.
- Sistemas de ventilación y extracción relacionados con evacuación del calor generado por los diferentes equipos electromecánicos, en las diferentes áreas de la PTAR.
- Sistemas de ventilación y extracción asociados con el edificio de mantenimiento.
- Obras civiles, electromecánicas, eléctricas y de instrumentación (canales, ductos, instrumentación, entre otras).

De determinarse justificadamente que no se requiere un sistema de control de olores, el Consultor debe proponer mecanismos de control de olores en los lugares requeridos y presentar el detalle de los mismos.

El Consultor deberá diseñar las redes de agua potable, agua para otros servicios y alcantarillado internos de la PTAR, con sus instalaciones sanitarias (abastos y desagües).

### **7.3.4.2. OPERACIÓN, CONTROL Y MANTENIMIENTO DE LA PTAR**

Para la operación y Control el Consultor deberá ejecutar:

- Definición, mapeo y diagramación de procesos involucrados en los trenes de tratamiento (agua, lodos, gases) y sus relaciones e interrelaciones.
- Análisis, selección y levantamiento de los procedimientos para llevar a cabo la operación y control de la PTAR, en los que se describa las variables de proceso que deben ser controladas, supervisadas y registradas, las respectivas frecuencias con que deben realizarse estas actividades. Los procedimientos deberán incluir los instructivos (instrucciones) de medición, cálculo, registro, inspección, operación, reporte, etc., relacionados.
- Elaboración del manual de Operación y Control de la PTAR, tanto para condiciones normales como emergentes, detallando los procesos de arranque y parada y todas las acciones rutinarias, especiales y de emergencia que deben realizarse.
- La definición de los puestos requeridos para operar y controlar la PTAR, sus funciones, perfiles y competencias.





- El diseño de las edificaciones, las áreas requeridas para oficina, baterías sanitarias, sala de control central, el laboratorio de la PTAR, edificio para el o los generadores de emergencia de energía eléctrica, este último de determinarse su necesidad.
- Incluir las áreas para vestidores, aseo, canceles (lockers), etc.
- Recomendación y especificación de las herramientas requeridas en la operación y los equipos de protección personal necesarios para brindar condiciones seguras en la PTAR al personal de operación, mantenimiento, laboratorio, visitas y administrativo indicando la cantidad (equipos autocontenidos, máscaras, cascos, guantes, gafas de seguridad, etc.).
- Estudio de estimación de los costos de operación, control y administración de la PTAR a nivel mensual y anual.
- Diseño, dimensionamiento y especificación del laboratorio de control de calidad de la PTAR, incluyendo su equipamiento, para realizar los análisis de seguimiento operativo.
- Planes y programas de monitoreo que debe tener el laboratorio de análisis con su frecuencia tanto diario, semanal, mensual, anual y parámetros a ser analizados, para el control del agua, lodos y gases de la PTAR.
- Determinación, dimensionamiento, especificación y localización de los equipos en línea y de campo para muestrear y analizar agua residual de ingreso, efluente pretratado, efluente secundario, efluente final y otros procesos de la PTAR.

En relación al mantenimiento de la PTAR, el Consultor deberá ejecutar:

- Selección de las diferentes herramientas, equipos de diagnóstico y máquinas-herramientas necesarias para llevar a cabo las labores de mantenimiento rutinarias y especiales en la PTAR.
- Definir áreas para almacenamiento de herramientas y para almacenamiento de repuestos, las áreas para el personal de oficina y para el personal que suministra la mano de obra directamente, baterías sanitarias y áreas para lockers y vestuarios.
- La definición de los puestos requeridos para operar y mantener la PTAR, sus funciones, perfiles y competencias.
- Elaboración del Manual de Mantenimiento de la PTAR, sus procesos, equipos y sistemas.
- Estudio y determinación de las necesidades de partes y repuestos para cada uno de los equipos, accesorios y componentes de la PTAR, para periodos de 1 año y 5 años.
- Estudio de estimación de los costos de mantenimiento de la PTAR a nivel mensual y anual.

#### **7.3.4.3. SISTEMA DE AGUA POTABLE**

El Consultor analizará las alternativas de suministro externo de agua potable para los requerimientos internos de la PTAR y del personal que laborará en la misma.

La alternativa seleccionada y aprobada por la Supervisión será la que el Consultor desarrollará a nivel de diseño definitivo.

El diseño definitivo del sistema de suministro interno de agua potable comprende los siguientes componentes:



- Tanques de almacenamiento
- Sistema de bombeo
- Tanques hidroneumáticos para conservar la presión en el sistema de ser necesario
- Sistemas de tuberías asociados con el sistema de bombeo y de distribución de agua fría y caliente de la PTAR
- En general comprende el diseño definitivo sanitario e hidráulico del sistema de agua potable

#### **7.3.4.4. SISTEMA DE AGUA PARA OTROS SERVICIOS**

Comprende el diseño detallado del sistema de agua para otros servicios de la PTAR, tales como: riego de áreas verdes, sistema contra incendios, lavado de unidades de tratamiento, lavado de pisos, sistemas de refrigeración en caso de ser necesario, lavado de arenas, materiales, herramientas y equipos.

El diseño definitivo del sistema de agua para otros servicios comprende los siguientes componentes:

- Tanques de almacenamiento
- Sistema de bombeo
- Tanques hidroneumáticos para conservar la presión en el sistema
- Sistemas de bombeo y de distribución de agua para otros servicios.
- Sistemas de recolección, tratamiento, enfriamiento, adecuación y reciclaje del agua de planta usada, para su respectiva recirculación.
- En general comprende el diseño definitivo sanitario e hidráulico del sistema de agua para otros servicios.

#### **7.3.4.5. EQUIPOS DE IZAJE Y DESPLAZAMIENTO**

Dentro de este lote de trabajo, se incluye el dimensionamiento y selección de los equipos de izaje y desplazamientos requeridos para la operación de la PTAR (puente grúa, monorriel, etc.). Incluye la determinación de las condiciones operativas tales como: peso, dimensiones y distancias de desplazamiento estimadas de cada uno de los equipos, insumos, materiales, etc., que serán utilizados en la PTAR, considerando el o las áreas en donde serán montados, instalados y utilizados, en base a los cuales se dimensionarán los equipos de izaje y desplazamiento.

Se deberá adjuntar la memoria de cálculo para el dimensionamiento de cada uno de los equipos seleccionados.

Incluye además los procedimientos para el montaje y desmontaje de cada uno de los equipos de la PTAR, y el diseño de los accesos, circulación y espacios libres para las actividades de montaje durante la instalación inicial de los equipos y durante las actividades normales de operación y mantenimiento de los equipos de la PTAR.



#### 7.3.4.6. TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN, SERVICIOS Y FACILIDADES

El Consultor deberá recomendar el procedimiento y la tecnología de construcción que sean más apropiados, considerando la dificultad de acceso, tiempos de movilización, actividades propias de la población asentada, contaminación del aire, afectaciones ambientales, excavación a cielo abierto, sistemas de sostenimiento, evacuación de escombros, ventilación, iluminación y estabilidad general de infraestructura cercana, suministro de servicios básicos, etc.

#### 7.3.4.7. DISEÑO ESTRUCTURAL

Para que los elementos estructurales (canales, depósitos, sedimentadores, reactores, edificaciones, etc.), tengan un diseño adecuado, se considerarán las secciones y dimensiones obtenidas en el cálculo hidráulico-sanitario, y los requerimientos de cargas a las que estarán sometidas y la estabilidad del suelo en los que se ubicarán. El diseño estructural de los diferentes componentes de la PTAR, se basará en las siguientes normas:

- Para estructuras tipo edificación de hormigón armado
  - ✓ NEC-SE-DS Norma Ecuatoriana de la Construcción: Peligro Sísmico – Diseño Sismo Resistente, vigente.
  - ✓ NEC-SE-CG Norma Ecuatoriana de la Construcción: Cargas no sísmicas, vigente.
  - ✓ NEC-SE-HM Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de hormigón armado, vigente.
  
- Para estructuras tipo edificación de acero estructural
  - ✓ NEC-SE-DS Norma Ecuatoriana de la Construcción: Peligro Sísmico – Diseño Sismo Resistente, vigente.
  - ✓ NEC-SE-CG Norma Ecuatoriana de la Construcción: Cargas no sísmicas, vigente.
  - ✓ NEC-SE-AC Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de acero, vigente.
  
- Para estructuras enterradas tipo colectores y tuberías
  - ✓ Manual de ingeniería y diseño “Strength Design for Reinforced Concrete Hydraulic Structures” año 2016, Department of the U.S. Army Corps of Engineers, USACE. Para determinación de estados de carga, factores de mayoración, refuerzo mínimo y diseño de secciones de hormigón.
  - ✓ Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures, (ACI-350), para considerar condiciones de materiales y exposición.
  - ✓ American Association of State Highway and Transportation Officials, ASSHTO, Standard Specifications for highway bridges, para determinación de cargas vivas y de relleno.



- ✓ Engineering and Design, CONDUITS, CULVERTS AND PIPES, Department of the U.S. Army Corps of Engineers, USACE, para determinación de cargas vivas y de relleno.
- ✓ Concrete Pipe, Design Manual, American Concrete Pipe Association.
- ✓ ASTM D2321-14 Standar Practice for Underground Installation of Thermoplastic Pipe for Sewers and Other Gravity-Flow Applications, para seleccionar la rigidez anular de las tuberías.
- Para túneles de hormigón armado o de acero corrugado.
  - ✓ Manual de ingeniería y diseño “Strength Design for Reinforced Concrete Hydraulic Structures” año 2016, Department of the U.S. Army Corps of Engineers, USACE. Para determinación de estados de carga, factores de mayoración, refuerzo mínimo y diseño de secciones de hormigón.
  - ✓ Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures, (ACI-350), para considerar condiciones de materiales y exposición.
  - ✓ American Association of State Highway and Transportation Officials, ASSHTO, Standard Specifications for highway bridges, para determinación de cargas vivas y de relleno.
  - ✓ Engineering and Design, CONDUITS, CULVERTS AND PIPES, Department of the U.S. Army Corps of Engineers, USACE, para determinación de cargas vivas y de relleno.
  - ✓ Engineering and Design, TUNNELS AND SHAFTS IN ROCK, Department of the U.S. Army Corps of Engineers, USACE.
- Para canales, captaciones, presas y otras estructuras hidráulicas de hormigón armado.
  - ✓ Manual de ingeniería y diseño “Strength Design for Reinforced Concrete Hydraulic Structures” año 2016, Department of the U.S. Army Corps of Engineers, USACE. Para determinación de estados de carga, factores de mayoración, refuerzo mínimo y diseño de secciones de hormigón.
  - ✓ Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures, (ACI-350), para considerar condiciones de materiales y exposición.
  - ✓ American Association of State Highway and Transportation Officials, ASSHTO, Standard Specifications for highway bridges, para determinación de cargas vivas y de relleno.
  - ✓ Engineering and Design, CONDUITS, CULVERTS AND PIPES, Department of the U.S. Army Corps of Engineers, USACE, para determinación de cargas vivas y de relleno.
  - ✓ Engineering and Design, RESPONSE ESPECTRA ANDA SEISMIC ANALYSIS FOR CONCRETE HYDRAULIC STRUCTURES, Department of the U.S. Army Corps of Engineers, USACE.
- El consultor deberá realizar el siguiente análisis, para todos los elementos estructurales proyectados en su alternativa:
  - ✓ Capacidad portante del suelo para el diseño de la cimentación.





- ✓ Cargas y estados de carga de las estructuras propuestas.
  - ✓ Modelo en 3D, de las estructuras tipo tanque, captaciones, entre otras en SAP2000, Staad-Pro, Autodesk Robot Structural Analysis o similar.
  - ✓ Modelo en 2D, de las estructuras tipo túnel, colector, canal de desvío, entre otras en SAP2000, Staad-Pro, Autodesk Robot Structural Analysis o similar.
  - ✓ El espesor de muros y soleras debe realizarse, considerando que, con los espesores propuestos, el refuerzo tenga esfuerzos de trabajo que eviten el agrietamiento, conforme lo explicado en la sección 10.6.4 del ACI-350-06. Se adjuntará un cálculo detallando este particular en la memoria.
- En estructuras no enterradas totalmente, como rápidas con cuencos disipadores, rápidas escalonadas, torres de captación, tanques, entre otros, el consultor deberá presentar el cálculo manual de la estabilidad global de la estructura.
  - Se realizará la comprobación de la seguridad a rotura de las tuberías, para lo cual se analizará la carga del terreno, carga sobre la tubería en la zanja, sobrecargas móviles y cálculo y control de deflexiones. Se definirá la rigidez anular necesaria de la tubería a utilizar, colocando este parámetro en los planos.
  - También se incluye el diseño de las obras para protección de cauces y estabilización de taludes que consistirán en muros de gaviones o de hormigón, colectores, terrazas, entre otras, de tal forma que se garantice la estabilidad de los taludes. Debe adjuntar la memoria de cálculo de la estabilidad global de las estructuras utilizadas. Para los Taludes que bordean la PTAR se tomarán en cuenta los datos obtenidos en la modelación hidrológica-hidráulica.
  - La memoria técnica debe contener toda la información descrita, donde se identifique como mínimo, los siguientes requerimientos para cada estructura de hormigón armado o acero diseñada:
    - ✓ Cargas de diseño por cada estructura diseñada, con capturas de pantalla del programa de cálculo donde se indique el ingreso de estos valores.
    - ✓ Estados de carga propuestos, conforme las normas sugeridas en estos términos.
    - ✓ Para estructuras no enterradas o parcialmente enterradas, deberá adjuntarse el espectro sísmico de diseño.
    - ✓ Deflexiones en la estructura diseñada para cargas de servicio, con capturas de pantalla de los valores críticos.
    - ✓ Asentamientos de la estructura para carga de servicio, con capturas de pantalla de los valores críticos.
    - ✓ Cargas axiales de diseño, con capturas de pantalla de valores críticos.
    - ✓ Cortantes de diseño, con capturas de pantalla de valores críticos.
    - ✓ Momentos de diseño, con capturas de pantalla de valores críticos.
    - ✓ Refuerzo calculado, con la respectiva captura de pantalla.
    - ✓ Otras capturas que el consultor considere necesarias.

#### 7.3.4.8. DISEÑO ELÉCTRICO PARA LA PTAR Y ESTACIONES DE BOMBEO



El Diseño eléctrico deberá incluir los siguientes elementos:

- Diseño de la acometida en alta tensión desde el punto más cercano de la red existente de distribución de energía de la EEQ hasta la PTAR, considerando las estructuras tipo y calibre de los conductores eléctricos, equipo de seccionamiento, protecciones eléctricas, sistema de puesta a tierra, equipo primario y secundario para el sistema de medición comercial en base a lo establecido en la Regulación ARCONEL 001/16 y a la condición de Autoprodutor de la EPMAPS.
- Diseño y especificaciones técnicas del transformador de Distribución, estructura de soporte cámara de transformación o instalación tipo pad mounted, equipos de seccionamiento y protecciones eléctricas, etc., en función de la potencia actual y futura demandada por la PTAR y determinada en la Consultoría.
- Aprobación para construcción del proyecto eléctrico por parte de la EEQ.
- Diseño del sistema eléctrico de fuerza en baja tensión, iluminación interior y exterior, tomas telefónicas y puntos de red, considerando la posibilidad de utilizar paneles solares como fuente alternativa o complementaria de energía a la fuente principal de la EEQ, con el objetivo de optimizar el costo por consumo de energía y convertir a la PTAR en una instalación autosustentable energéticamente, utilizando principios de eficiencia energética y procesos amigables con el ambiente.
- Diseño del sistema de puesta a tierra de toda la instalación y protección contra descargas atmosféricas
- Elaboración de las memorias de diseño, memorias de cálculo, planos, APU's que no consten en la base de datos de la EPMAPS y presupuesto referencial.
- Elaboración de las especificaciones técnicas generales y particulares del proyecto eléctrico.
- Elaboración del manual de operación y mantenimiento

De esta forma, se presentarán los diseños definitivos para cada uno de los sistemas, equipos, componentes y accesorios que hagan parte del sistema eléctrico, automatización, control y comunicaciones de la PTAR. El Consultor deberá analizar, calcular y presentar la justificación técnica – económica con las respectivas memorias de cálculo.

#### 1) Descargas Atmosféricas y Sistema de Puesta a Tierra

- Análisis del mapa de niveles isokeraunic del sitio de ubicación de la PTAR.
- Diseños del sistema de protección contra descargas atmosféricas y apantallamiento en general de las dos PTAR.
- Diseño del sistema de puesta a tierra de las PTAR (SPT). Interconexión entre las mallas del sistema eléctrico de fuerza y del control, automatización y comunicaciones.

El Consultor deberá llevar a cabo los estudios, análisis, medidas de campo e investigaciones que se requieran para efectuar el diseño de SPT la PTAR.



El Consultor deberá presentar un informe técnico, planos y las memorias de cálculo correspondientes al diseño del sistema de puesta a tierra de las PTAR, por separado el cual se debe ajustar a lo indicado en las normas aplicables para el diseño de este componente.

## 2) Diseño del Sistema Eléctrico

- El Consultor deberá considerar para el diseño eléctrico de las redes de alimentación de energía a las PTAR, derivada desde el sistema de distribución de la EEQ, las estructuras tipo, calibre de los conductores eléctricos, elementos de corte, seccionamiento y protección.
- Cálculo de la demanda de potencia eléctrica de las PTAR con proyección hasta alcanzar la operación a su capacidad nominal. La demanda máxima determinada para las PTAR, llevará a la determinación de la capacidad del transformador y el tipo de montaje determinado básicamente por su capacidad
- El Consultor será responsable de obtener la aprobación por parte de la EEQ del diseño para construcción del proyecto eléctrico de acometida en alta tensión y transformador de distribución para la PTAR de aplicarse, siendo el responsable de la presentación de las memorias de diseño y cálculo, planos, y todos los requerimientos que tenga al respecto la EEQ.

Para el diseño del sistema eléctrico la acometida en alta tensión, transformador y el sistema de fuerza, iluminación y tomacorrientes, el Consultor deberá presentar:

- Planos y diagrama unifilar de la acometida en alta tensión en la que considere el transformador y los elementos para corte, seccionamiento y protecciones eléctricas.
- Planos del Tablero Principal de Distribución con sus principales componentes de maniobra, control y protecciones eléctricas.
- Diagramas unifilares y multifilares
- Dimensionamiento de los circuitos de fuerza, iluminación, tomacorrientes y tomas especiales en los que se determine el calibre y tipo de conductores, tabla de caídas de voltaje, electroductos, protecciones eléctricas, supresores de transientes, subtableros de distribución.
- Plano con el trazado de electroductos, canaletas y bandejas.
- Cálculos de iluminación para las principales áreas internas de la PTAR, iluminación externa e iluminación de emergencia.

## 3) Estudio de Cortocircuitos y Coordinación de Protecciones

Con el fin de evitar la propagación de fallas, aislar las áreas de la PTAR donde se produzca una falla, evitar la desconexión total de la instalación debido a una falla sectorizada, dimensionar adecuadamente los equipos, etc. la Consultora debe realizar un estudio de cortocircuitos y en base a los resultados obtenidos proceder con la coordinación de las protecciones eléctricas.



#### 4) Selección de los equipos

- Determinar el Grado de Protección del equipamiento electromecánico en general según sitio de instalación y las condiciones operativas de estos.
- Calcular y diseñar un banco automático de condensadores para compensación del factor de potencia de la PTAR para carga parcial y máxima.
- Garantizar que los gabinetes de los tableros eléctricos en general tengan el espacio físico adecuado para la realización de las actividades de mantenimiento, iluminación con su propio sistema de control y resistencia anti condensación con sistema de control de temperatura.
- Especificar el generador diesel de emergencia para una operación restringida pero temporal de la PTAR y un sistema de transferencia automática, de justificarse su necesidad.

#### 5) Programa de Mantenimiento en sus diferentes fases

- El Consultor deberá proponer el uso de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para las PTAR para su seguimiento y control, que permita la programación de las actividades de mantenimiento y considere una fase superior de ejecución de las mismas como mantenimiento basado en: confiabilidad, estadísticas de fallas, productividad total, entre otros.

### 7.3.4.9. DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

Una vez analizada la conveniencia y factibilidad de la automatización de la PTAR, el diseño del sistema SCADA, deberá cumplir e incluir lo siguiente:

#### 1) Selección de equipos

El Consultor debe realizar estudios, análisis, investigaciones y cálculos que se requieran para efectuar una adecuada selección de equipos, instrumentación de campo, registradores digitales para medición en línea de los diferentes parámetros involucrados en el proceso, controladores de proceso, switches de interconexión y elementos de red en general, considerando aspectos como la normativa para fabricación, instalación, pruebas de estos sistemas o equipos, sitio de ubicación de la instalación, como condiciones atmosféricas y exposición a gases explosivos, tipo de procesos a controlar, etc. de manera que se garantice un adecuado y confiable control de los procesos y la adecuada vida útil esperada.

En el diseño se debe incluir el grado de protección para cada uno de los equipos y el diagrama normalizado para la instrumentación y tuberías (P&ID), en concordancia con la normativa establecida de la "Sociedad de Instrumentistas de América" (ISA).

#### 2) Arquitectura del sistema de control

La arquitectura del sistema SCADA para la PTAR estará organizada en base a un sistema jerárquico superior del tipo Cliente/Servidor en donde los PLC's serán los elementos principales y actuarán como organizadores de los procesos y sub procesos.





El sistema SCADA para la PTAR dispondrá de un Centro Local de Control desde donde se podrá realizar una operación integral y centralizada de toda la planta, a través de una estación de trabajo y una estación de ingeniería en donde residirá el software de visualización y control. Para el mando remoto y un sistema de control distribuido que finalmente converge en una Red Local de Control (LAN) deberán considerarse pantallas táctiles de control con su respectivo HMI ubicadas en los diferentes tableros de control y automatización que controlan los sub procesos que se desarrollan en la PTAR.

El medio de comunicación establecido para la LAN será fibra óptica y cable trenzado de cobre; la Consultora determinará si se establece un anillo redundante de control. La red LAN a diseñarse será del tipo Industrial Ethernet y el protocolo principal de comunicaciones, TCP/IP.

### Interfaz de operación

El software que permite el control, la supervisión y adquisición de datos de los procesos y sub procesos que se desarrollarán en la PTAR debe correr sobre la plataforma Microsoft Windows, la cual deberá estar completamente integradas a las redes de comunicación, con una arquitectura tipo Cliente/Servidor, con programación orientada a objetos basada en la tecnología estándar actual de Microsoft COM/DCOM, ActiveX, y OPC (OLE para Process Control) entre otros. Deberá manejar una base de datos robusta tipo Microsoft SQL Server, permitiendo realizar el respaldo de la información en forma periódica y automática a un medio físico (disco duro, DVD o CD).

### Red industrial de Control

El Consultar deberá presentar el diseño detallado de la red industrial de control basada en las siete capas del modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI), que cumpla con las normas IEC y/o IEEE.

La LAN integrará a todos los componentes: hidráulicos, electromecánicos, hidromecánicos, sanitarios, control, automatización y comunicaciones que son parte del proceso principal, así como a los equipos o sistema auxiliares que se determinen.

### Tendido de cables

El Consultor deberá presentar el diseño detallado del tendido de cables de control e instrumentación; deberá acompañarse de planos, esquemas y diagramas, que ilustren la configuración, rutas, calibres del cableado, tipos de tuberías, diámetros de tuberías y accesorios involucrados y las respectivas memorias de cálculo.

El consultor asegurará utilizar los procedimientos y normas actualizadas y los avances tecnológicos más recientes en la concepción del Sistema de Instrumentación, Control y Automatización.

El consultor para el diseño deberá regirse a las normas técnicas vigentes en el país: INEN, Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), de la Empresa Eléctrica Quito, Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, En lo pertinente a otras normas, códigos, estándares, procedimientos y buenas prácticas reconocidas internacionalmente.



El consultor dentro de las especificaciones técnicas incluirá los valores correspondientes al licenciamiento de desarrollo y ejecución del software de la totalidad de dispositivos del sistema de Eficiencia energética y de Instrumentación, Control y Automatización. El consultor debe garantizar el periodo de uso de las licencias para todos los programas de software que se van a utilizar.

El consultor diseñará la infraestructura pasiva de comunicaciones Ethernet, bajo red de cobre categoría 6 y fibra óptica multimodo OM3, que brinde soporte a redes informáticas, Telefonía IP, red informática interna de área local o LAN, Wifi. Deberá basarse en las normas y estándares actualizados de ANSI/TIA, ISO, IEEE, BICSI, IEC, NEC, Comité de Ingeniería TR-42, relacionadas a Ethernet, Power over Ethernet POE. Bajo estas consideraciones especificará, vías y espacios, gabinetes de equipos y de telecomunicaciones, puestas a tierra de telecomunicaciones, administración y rotulación, entradas de servicio.

El consultor diseñará considerando la norma ANSI/TIA-1005 de infraestructura de telecomunicaciones dentro de la planta de tratamiento, basado en la norma ISO/IEC 24702 Information Technology - Industrial Premises, analizando el correspondiente M.I.C.E (Mechanical, Ingress, Climate/Chemical, Electromechanical).

El diseño e implementación de la red activa de datos y la seguridad informática, es decir ruteadores, paredes de fuego firewall, switch o conmutador administrable, VPN, equipos de telefonía IP, equipos WIFI, será efectuado por el Departamento informático de EPMAPS bajo sus políticas de seguridad

El consultor diseñará la infraestructura pasiva y activa del sistema de video vigilancia IP, bajo comunicaciones Ethernet, basada en la red informática interna de área local o LAN.

El consultor especificará los dispositivos de protección interna contra transientes o sobretensiones TVSS en las líneas de datos, de sensores, de control. Adicionalmente diseñará y dimensionará, los equipos de energía no interrumpida UPS, para el sistema de Instrumentación, Control y Automatización.

Corresponde al consultor diseñar la infraestructura interna de canalización subterránea requerida para el Sistema de Instrumentación, Control y Automatización, basado en las normas establecidas por Agencia de Regulación y Control de la Electricidad y del operador Técnico y comercial del Sistema Interconectado

#### **7.3.4.10. ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Con el objetivo de optimizar el consumo de energía y en el mejor de los casos tratar de conseguir la autosuficiencia energética de la PTAR, es necesario realizar un estudio de Eficiencia Energética que promueva el uso de energías renovables, como por ejemplo la energía solar; se debería propiciar el uso de elementos y equipamientos eficientes en cuanto al consumo de energía, mejorar los procedimientos, etc. para de esta forma disminuir los costos de operación de la planta. Analizar la pertinencia de realizarlo en la PTAR de ser el caso.

El Estudio de Eficiencia Energética debe contemplar los siguientes aspectos:



- Revisar el diseño eléctrico, mecánico e hidromecánico realizado por la Consultora Acciona Ingeniería.
- Se determinará el sistema más adecuado de la energía alternativa o complementaria, como por ejemplo a través de paneles solares, el sitio más conveniente para instalación y la operación en paralelo con el sistema de Distribución de la EEQ.
- Determinar todos los elementos que sean necesarios para la operación en paralelo de los dos sistemas de alimentación de energía, de manera que el suministro a la PTAR nunca se vea interrumpido, garantizando de este modo la continuidad de las operaciones, dando prioridad siempre al sistema alternativo.
- En el caso de que el sistema de energía alternativo sea a través de paneles solares, el consultor especificará los componentes de la instalación fotovoltaica especificado para aplicaciones comerciales, definiendo el máximo período de garantía.
- La iluminación interna, externa y de emergencia es uno de los temas a abordar en un proceso de eficiencia energética; por lo tanto, la consultora deberá considerar para los diseños de iluminación, luminarias y lámparas de alta eficiencia, elementos de control y sensores, etc. Sin embargo, los diseños de iluminación no deberán descuidar la seguridad de las personas y de las propias instalaciones.
- El consultor considerará para la totalidad de componentes que forman el sistema la posible desclasificación o derating conforme a la altura de instalación del proyecto (msnm), temperatura del sitio de instalación del proyecto, nivel de humedad, contaminación de los paneles, el efecto del viento, etc.

El consultor detallará los siguientes aspectos:

- a) Determinación de la potencia máxima demandada para las PTAR en función de la potencia instalada en base al equipamiento especificado, considerando los factores de diversidad o coincidencia, frecuencia de uso, simultaneidad, factor de demanda, etc.
- b) Análisis de radiación solar, insolación directa, difusa y total, media y mensual del sitio de la Planta de Tratamiento. Se basará en la información disponible del ARCONEL, CIE Corporación para la Investigación Energética: <http://energia.org.ec/cie/wp-content/uploads/2017/09/AtlasSolar.pdf>, o de las estaciones meteorológicas disponibles por la EPMAPS, en los sitios cercanos a la PTAR.
- c) Especificación de los componentes de acuerdo a las tecnologías ofrecidas por los más reconocidos fabricantes de estos equipos.
  - i. Especificar las características de los paneles solares
  - ii. Especificar el Inversor para la interconexión a la red de distribución y su operación en paralelo, considerando elementos de control y protección, puertos de interconexión, medio y protocolo de comunicación para integrarlo a una red local de control, sistema de ventilación e intercambiador de calor, etc.



- iii. Especificar el sistema de almacenamiento y respaldo de energía a través de un banco de baterías.
- iv. Diseñar el sistema de iluminación interno y externo en base a la normativa e información que contenga los valores de iluminación requerida para las áreas establecidas en la PTAR y los procesos que allí se desarrollarán.
- v. Especificar las estructuras de soporte de los paneles solares
- vi. Elaborar el manual de operación y mantenimiento del sistema

#### 7.3.4.11. ESTUDIO DE INGENIERÍA MECÁNICA

En los sistemas de bombeo y en cada uno de los procesos de tratamiento del agua residual cruda como: ingreso y recepción de caudales, tratamiento primario, tratamiento secundario (tratamiento biológico y sedimentación secundaria) y tratamientos terciarios, se incluyen elementos mecánicos tales como: compuertas, rejillas, tamices, sistemas de bombeo, bombas de diferente tipo, moto reductores, soplantes, sistemas de ventilación, válvulas de actuación manual o electro actuadas, tornillos transportadores, etc., existe equipamiento mecánico e hidromecánico que debe ser considerado en el diseño.

Existen además procesos auxiliares y complementarios al proceso principal como drenaje pluvial, reuso del agua, control de olores, tratamiento y gestión de lodos, que también requieren componentes mecánicos e hidromecánicos que deben ser considerados en el diseño respectivo.

El Diseño Mecánico, por tanto, deberá ejecutarse y proporcionará información en base a los siguientes detalles:

- Normativa nacional e internacional aplicable: En el diseño de cada uno de los sistemas y equipos mecánicos e hidromecánicos a utilizarse, se deberá aplicar la normativa nacional y/o internacional, de mayor nivel de exigencia o criterios de calidad. El uso de alguna normativa que no sea parte de los términos de referencia, deberá ser igual o superior a las determinadas con la respectiva autorización de la EPMAPS.
- Ubicación dentro de la PTAR: Se determinará la función específica dentro de los procesos y subprocesos y la forma de utilización de cada equipo y las condiciones de operación, a fin de considerar las mismas dentro del diseño para seleccionar adecuadamente los materiales, espesores, dimensiones y otras características.

Se especificarán todas las cargas mecánicas a las cuales estarán sometidos cada uno de los equipos y los factores de seguridad en cada una de las aplicaciones.

- Condiciones internas y externas

En todos los diseños mecánicos y para el dimensionamiento de los equipos, se deberá considerar las condiciones geográficas y atmosféricas (considerando sus variaciones diarias y estacionales), del sitio de instalación de la PTAR, tales como:

- Altura geodésica
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa





En el diseño mecánico deberán considerarse las condiciones específicas que se tendrán en cada fase del tratamiento del agua como: ambientes y elementos corrosivos, vibración, niveles de ruido, afectación al medio ambiente, seguridad industrial, etc., y se emitirán las respectivas recomendaciones para el diseño y acondicionamiento del sitio en donde se instalarán los equipos. Así, por ejemplo, los equipos que tengan contacto con las aguas residuales deberán proyectarse en acero inoxidable con las especificaciones técnicas adecuadas para este tipo de uso.

Se deberá señalar los distintos medios de protección de los elementos, tales como pintura, aislamientos, etc., para lo cual se indicarán las condiciones específicas de cada uno de ellos.

- Posibles proveedores (al menos tres por tipo de equipo): Para cada uno de los equipos y alternativas seleccionadas, se deberá presentar un cuadro en donde se señalen, al menos tres posibles proveedores especializados. Para la selección de los equipos, se debe tomar en cuenta que exista la representación regional de los mismos, de tal forma que sea factible la compra de los equipos, servicio técnico post venta, repuestos y aplicación de garantías.
- Comisionamiento: Se adjuntará el respectivo protocolo de pruebas a los que deberá someterse cada uno de los equipos tanto en fábrica como una vez instalados.
- Operación y Mantenimiento: Para cada uno de los equipos seleccionados se proporcionarán los manuales de operación y mantenimiento, para garantizar su adecuado funcionamiento, la continuidad en las operaciones, la confiabilidad de los equipos y la seguridad para las personas y la propia instalación durante su funcionamiento.
- Especificaciones Técnicas: El Diseño Mecánico debe incluir las especificaciones generales y para cada uno de los equipos considerados, las especificaciones técnicas particulares. Deben ser parte de las especificaciones técnicas, las curvas de operación de las bombas y los criterios para su selección, tipos de anclajes requeridos para los diferentes elementos, presión de los sistemas de impulsión y resistencia de los elementos asociados incluidas las tuberías.

Adicionalmente el Diseño Mecánico debe considerar criterios de redundancia en los equipamientos e instalaciones para no afectar la continuidad de las operaciones durante los procesos de falla o mantenimientos.

Se deben diseñar además pasos metálicos peatonales, barandas, gradas, etc. que sean necesarios para una circulación segura y las actividades de operación y mantenimiento.

Finalmente se debe destacar que, en el proceso del diseño mecánico, debe actuarse coordinadamente, particularmente con las áreas de ingeniería eléctrica y automatización y control de manera que los sistemas sean confiables, seguros y eficientes energéticamente.

#### **7.3.4.12. ESTUDIOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

El consultor deberá establecer en el diseño, una ruta de evacuación para el área de las PTAR; así como de las oficinas y parqueaderos, particular que se debe incluir en el Plan de Emergencia y contingencias. Además, diseñará la ruta de operación y mantenimiento de la PTAR y estación de bombeo.



Debe diseñar caminerías debidamente señalizadas e iluminadas en los sectores peatonales y vehiculares, para el efecto deberá presentar los respectivos planos de todos los elementos requeridos, con su respectiva simbología.

Debe diseñar las caminerías aéreas con sus respectivos pasamanos y señalización.

El diseño contemplará un área para acopio de escombros temporales y un sitio para manejo de residuos y desechos sólidos.

#### **7.3.4.13. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Comprende las siguientes actividades, las cuales se deberán realizar de acuerdo con los requisitos y recomendaciones de las normas NFPA (la EPMAPS actuará como la autoridad competente, mencionada en dichas normas):

- Los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de incendio de todas las áreas de las PTAR y estación de bombeo
- El diseño de los sistemas automáticos de extinción y de detección de incendios para todas las áreas de la PTAR (regaderas automáticas, y agentes gaseosos limpios) y estación de bombeo
- Los sistemas interiores de gabinetes de mangueras y extintores portátiles
- Los hidrantes exteriores con sus redes de distribución asociadas
- El tanque de almacenamiento de agua
- La estación de bombeo contra incendios
- Los sistemas de supervisión y de alarmas con sus respectivos tableros de control y señalización
- Los sistemas de evacuación

El sistema de detección y protección contra incendios deberá integrarse al sistema SCADA de la PTAR desde donde se lo podrá monitorear y generar acciones preventivas en el modo automático que será el tipo de operación preferente. En el HMI de la estación de control e ingeniería deberá desarrollarse una o varias pantallas de monitoreo en tiempo real y control del sistema Contra incendio.

#### **7.3.4.14. COSTOS, PROGRAMACIÓN Y CONTROL**

El Consultor deberá establecer listas de cantidades de obra, tanto para la construcción de las obras civiles como para la adquisición de los equipos y para su respectivo montaje, con el grado de detalle que requiera la EPMAPS. Deberá hacer estudios de precios unitarios para las obras civiles, y de costos de los equipos y de su respectivo montaje y pruebas, para los distintos ítems del proyecto en forma aceptable para la EPMAPS.

El Consultor producirá programas simulados de ejecución de las obras civiles, suministros y montajes, aceptables en forma, contenido y nivel de detalle para la EPMAPS. El resultado de estos programas será parte del documento titulado Programa Director para la Ejecución del Proyecto. Esta información deberá incluir un listado de actividades, duraciones, precedencias y restricciones, y será el resultado de estudios detallados de simulación de la



construcción o ejecución. Deberá incluir, además, un análisis de rutas críticas para ejecutar el proyecto de manera eficiente, minimizando los tiempos de ejecución. La información deberá ser de forma y desagregación aceptable y a satisfacción de la EPMAPS.

El Consultor producirá un programa de ejecución de las obras civiles, suministros y montajes, aceptables en forma, contenido y nivel de detalle para la EPMAPS. Esta información deberá incluir un listado de actividades, duraciones, precedencias y restricciones. Deberá incluir, además, un análisis de rutas críticas para ejecutar el proyecto de manera eficiente, minimizando los tiempos de ejecución. La información deberá ser de forma y desagregación aceptable y a satisfacción de la EPMAPS.

Con base en las cantidades de obra, el número total de equipos y sistemas, los estudios e investigaciones de precios, el Consultor ejecutará presupuestos y flujos de inversión, aceptables en forma, contenido y nivel de detalle para la EPMAPS.

#### **7.3.4.15. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

El Consultor deberá ejecutar los trabajos de manera oportuna, planificada, sistemática y documentada por medio de personal calificado y con herramientas de trabajo validadas, de acuerdo con los documentos del contrato, con los requerimientos de la EPMAPS y con base en buenas prácticas de ingeniería reconocidas y aceptadas, en precedentes probados en operación real y satisfactoria y según las prescripciones de los códigos y normas aplicables y el estado del arte de la tecnología.

El Consultor deberá optimizar la ingeniería de todas las partes constitutivas del proyecto para lograr maximizar:

- La calidad, claridad, precisión, exactitud, integridad y consistencia de los documentos
- La confiabilidad en ejecución, es decir, la capacidad para desarrollar las funciones requeridas bajo las condiciones preestablecidas y durante todos los períodos del proyecto
- La seguridad, es decir, la capacidad para no operar ni sufrir daño debido a información falsa, comandos erróneos o condiciones anómalas
- La dependibilidad; es decir, la certeza de ejecución correcta cuando se presentan las condiciones de operación preestablecidas
- La disponibilidad operativa; es decir, el período de tiempo de ejecución continua, correcta y libre de fallas
- La mantenibilidad; es decir, la capacidad de permanecer o ser restablecido rápidamente a un estado de ejecución correcta
- La expandibilidad; es decir, la capacidad de expansión y cambios normales
- La flexibilidad operativa; es decir, la capacidad de adaptación y ejecución correcta en situaciones operativas diferentes a las inicialmente previstas
- La simplicidad y la estandarización
- La facilidad de inspección y el acceso, remoción y reinstalación



- La facilidad de detección y corrección rápida de fallas
- La eficiencia y rendimiento del personal técnico clave y de apoyo

Y minimizar:

- Los costos de construcción, adquisición, transporte, montaje, operación, mantenimiento y reparación; es decir, identificar, aislar y eliminar los costos innecesarios
- La frecuencia de fallas
- Los modos de falla disruptiva
- El nivel de entrenamiento y destreza requeridos por el personal de construcción, montaje y operación
- La frecuencia y duración del mantenimiento
- Los problemas de coordinación e interfases entre contratistas, proveedores, fabricantes y montadores
- Los riesgos a la salud y seguridad del personal de construcción, transporte, montaje y operación y del público

El Consultor se obliga a formular, desarrollar, elaborar, establecer, ejecutar, implantar, mantener y documentar un sistema de control y aseguramiento de calidad de los trabajos, aceptable para la EPMAPS y que cubra, de conformidad con el alcance del contrato, las diferentes etapas y actividades bajo su responsabilidad, para asegurar la correcta y técnica ejecución y la verificación de los trabajos.

El Consultor deberá imponer prescripciones de control y aseguramiento de calidad a los subcontratistas utilizados en la ejecución de los trabajos en concordancia con lo establecido en estos Términos de Referencia y en el Contrato.

Esencialmente, el sistema de control o aseguramiento de calidad deberá cubrir el conjunto de medidas tendientes a:

- **La Ejecución controlada del trabajo**

El trabajo deberá ser planeado, ejecutado, controlado y mejorado de manera sistemática por personal competente, con la ayuda de herramientas de trabajo validadas.

El Consultor deberá asignar un responsable de cada área de trabajo, calificado y con acceso a la información, y recursos adecuados para terminar el trabajo dentro de los requisitos de calidad, tiempo y costo preestablecidos.

- **La ejecución interdisciplinaria del trabajo**

El Consultor deberá asegurar que cada actividad del trabajo sea ejecutada por una persona competente desde el punto de vista de la disciplina de ingeniería principal y por personal de todas las disciplinas de ingeniería concurrentes, cualquiera sea su alcance.

- **La verificación controlada del trabajo**

La verificación es un procedimiento de control que se realiza para asegurar





independientemente del ejecutor, que el trabajo cumple con las exigencias preestablecidas y para detectar las anomalías o errores que hayan pasado desapercibidos por los responsables de la ejecución.

La verificación deberá hacerse simultáneamente con la ejecución del trabajo.

#### - **La documentación sistemática del trabajo**

La documentación se refiere a documentos y datos que puedan ser leídos por personas o máquinas.

El trabajo y la verificación deben documentarse en forma sistemática de tal manera que estén disponibles y sean conocidos y fácilmente confrontables y revisables los criterios, códigos, normas, hipótesis, métodos, datos, cálculos, resultados y conclusiones usados en su ejecución y los expedientes de calidad como prueba de que se ha procedido de acuerdo con los requerimientos del contrato.

#### - **La gestión de la calidad**

La gestión de la calidad comprende todos los procedimientos relativos a garantizar y probar en forma documentada que el trabajo de consultoría, satisfará los requisitos especificados y que poseerá las características necesarias para suministrar adecuada confiabilidad en relación con la calidad, la funcionalidad, la seguridad, el costo y el plazo del proyecto; la detección y documentación de las desviaciones a los requisitos especificados, las medidas correctivas implementadas, y la auditoría de la calidad.

La aprobación por parte de la EPMAPS al sistema de aseguramiento de calidad del Consultor, tiene únicamente por objeto permitir a la Empresa asegurarse razonablemente de que el Consultor esté procediendo de acuerdo con los documentos del contrato y no será entendida por el Consultor como exoneración, liberación, atenuación o traslado de ninguna de las responsabilidades adquiridas por éste en virtud del contrato; tampoco será interpretada como una limitación o renuncia del derecho que tienen la EPMAPS de inspeccionar el trabajo en cualquier momento y de exigirle al Consultor los ajustes o correcciones que sean necesarios si se encuentra que no están en estricta conformidad con los documentos del contrato, sin que tenga derecho a pago adicional o a indemnización alguna.

El costo del personal, programas y demás costos directos e indirectos para la ejecución y mantenimiento del sistema de aseguramiento de la calidad en la forma establecida en los documentos del contrato, estará incluido dentro de los precios del contrato.

El producto de esta actividad lo constituirá el **Informe 2: Diseños Definitivos**, el cual deberá contener la descripción detallada de los diseños a nivel de ingeniería de detalle de todas las obras involucradas en el empate de los sistemas de intercepción hacia las PTAR.

#### **7.3.4.16. ESTUDIO AMBIENTAL DEFINITIVO**

El Estudio Ambiental inicial desarrollado en la Factibilidad deberá completarse con los diseños definitivos de los interceptores, estaciones de bombeo y las PTAR para cumplir con lo establecido en el Anexo 3.



#### **7.3.4.17. DISEÑO ARQUITECTÓNICO**

Comprende el diseño detallado de los siguientes aspectos:

- Arquitectura general de las diferentes edificaciones
- Sala de control, su diseño arquitectónico deberá concordar con el diseño del sistema de control y que se adapte a su equipamiento asociado.
- Cercas vivas y áreas para mitigación de ruido y olores.
- Vías internas y externas, vías de acceso, señalización de vías, avisos de identificación y de seguridad de las diferentes áreas de la PTAR y el aviso con el nombre de la PTAR, los parqueaderos, los accesos a las diferentes edificaciones, el cerramiento general, casetas de guardianía, los jardines y la arborización, los sistemas de riego de jardines y zonas verdes utilizando el agua efluente, los senderos peatonales, y el paisajismo general interior, y de las zonas exteriores ubicadas en el perímetro del cerramiento de la PTAR.

Una vez aprobada a conformidad la propuesta paisajística por la Supervisión/Administración, el consultor dibujará en 3D los procesos de la PTAR, para obtener las renderizaciones y poder desarrollar un video.

#### **7.3.4.18. DISEÑO DE ACCESOS**

Para el diseño de los accesos a las PTAR, se deberá considerar las normas y manuales de diseño de accesos vigentes en el país, pudiendo el consultor hacer uso de cualquier otro manual cuyas normas se adapten razonable y lógicamente a las características y entorno en que se emplaza el camino.

Las normas de diseño deben provenir de los resultados que se obtengan de la caracterización del tráfico, para determinar lo vehículos representativos y la carga que permita la operatividad de la PTAR.

Por ello, los parámetros más importantes de aplicación en el desarrollo del diseño geométrico, tales como velocidad, ancho de sección y vehículo de diseño deben de ser propuestos en conjunto por los especialistas del equipo consultor.

En la memoria de cálculo, constará todo el desarrollo del diseño geométrico de los accesos y circulación vehicular al interno de la PTAR. Deberá anexarse, sin limitarse a ello, fórmulas, criterios, gráficas, cálculos y todo aquello que considere apropiado para la comprensión del diseño.

- Diseño Geométrico

El consultor incluirá dentro de su informe, una memoria de la adopción de las normas de diseño geométrico basado en los cálculos realizados, en los criterios asumidos y en el cumplimiento de los objetivos del estudio. Las normas y criterios de diseño establecidas, deberán asegurar que la carretera preste un servicio seguro y cómodo durante su vida útil.



Se establecerá para el proyecto, las normas especiales para señalización vial, horizontal o vertical, y se incluirán como complemento en el informe de la especialidad de diseño geométrico.

La definición de la rasante se apegará razonablemente a las condiciones existentes de alineamiento vertical procurando la disminución del movimiento de tierras.

Se realizará el cálculo del Diagrama de Masa y se presentarán los resultados que ofrezcan un balance adecuado de movimientos entre las áreas de corte y las de relleno. El diagrama debe presentar las líneas de balance y los volúmenes que comprenden las áreas delimitadas por dichas líneas. Así mismo presentará los volúmenes de acarreo y sobreacarreo, producto del movimiento de tierra y se especificará la escombrera de disposición final aprobada por la entidad competente.

Se diseñarán las cunetas y demás estructuras necesarias para el cruce de canales de riego, quebradillas y demás interferencias, se analizará la capa de rodadura más conveniente según el uso.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la modelación de los taludes en el programa GEOSLOPE o similar, se propondrá las obras y medidas a ejecutarse, incluyendo las medidas de mitigación para la erosión.

En ningún caso el contenido de estos Términos de Referencia reemplaza al conocimiento de los principios básicos de la Ingeniería y técnicas afines, así como tampoco el adecuado criterio profesional. En consecuencia, el Consultor será responsable de la calidad del diseño que proponga.

- Estudio Hidráulico – Hidrológico de los accesos

Se requiere analizar el régimen hidrológico de los cauces naturales que tienen relación directa con el estudio, así como del régimen de precipitaciones y de su influencia sobre la escorrentía superficial. El análisis debe ser hecho para evaluar si el sistema vial propuesto es el adecuado en términos de ubicación y drenaje.

El Consultor deberá analizar y prediseñar un sistema adecuado para el drenaje de las vías, de acuerdo a las características topográficas y pluviométricas del sector del proyecto. El Consultor deberá proponer el sistema más idóneo para el drenaje de las vías, sistema que formará parte del presupuesto.

Se presentará el sistema de drenaje propuesto en planta y perfil, además se deberá dibujar cada una de las alcantarillas en las secciones transversales donde se indique la cota de entrada, cota de salida, la pendiente longitudinal y el recubrimiento sobre el lomo de la alcantarilla.

Estos diseños de drenaje deben ser cuantificados y presupuestados; y, formarán parte del presupuesto general de la obra.

- Informe de Señalización

El Consultor deberá efectuar el estudio y diseño de la señalización tanto vertical como horizontal de la vía, de acuerdo al Manual de Señalización vigente.



Se diseñarán los tipos de soporte estructural necesarios, así como su cimentación.

Se presentará la ubicación de cada tipo de señal con su diseño respectivo, indicando sus dimensiones y contenido; así mismo se presentará los cuadros resúmenes de las dimensiones y cantidades de obra de las mismas.

El diseño de la señalización deberá ser compatible con el diseño geométrico del camino, de manera que las señales no generen riesgo y tengan buena visibilidad en concordancia con la velocidad del tránsito.

Además, el Consultor presentará los planos de señalización y los procedimientos de control de tránsito durante la ejecución de obra, el cual deberá estar en función al cronograma de obra, incluyendo las responsabilidades del Contratista de la Obra y los requerimientos de comunicación en las localidades afectadas, a fin de alertar a los usuarios de la vía sobre las interrupciones, desvíos de tránsito y posibles afectaciones en los tiempos de viaje. Igualmente se deberá presentar un informe del estudio de señalización.

### **7.3.5. ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES Y LINEA DE IMPULSIÓN**

Una vez verificados los caudales de aguas residuales que llegarán a cada una de las estaciones de bombeo, establecido los lugares y las áreas con las que se cuenta para la implantación de las mismas se realizarán los cálculos necesarios para determinar las dimensiones finales definitivas de las estaciones de bombeo, así como el equipo necesario para su correcto funcionamiento de las estaciones de bombeo y de las líneas de impulsión.

Para este componente, se considerará todo lo descrito en “Diseños Eléctricos”, “Diseño Mecánico” y “Automatización y Control” de aplicar, descritos para las PTAR además de los siguientes aspectos:

- El cárcamo de bombeo será diseñado para evitar la erosión de la losa de fondo;
- Se diseñará un by pass y la respectiva descarga para los casos en los que se requiera mantenimiento del cárcamo
- Las Válvulas y Tuberías deberán cumplir con los requisitos de las especificaciones técnicas generales;
- El consultor deberá diseñar los anclajes de manera apropiada, de tal manera que cuando todas las tuberías estén conectadas en la estación de bombeo se pueda evitar que los esfuerzos ocasionados por el sistema de conducción hidráulico sean transmitidos a las bombas.
- Para los elementos mecánicos como tamices, sistema de izaje, válvulas, etc., se tomarán en cuenta las condiciones específicas de ambientes y elementos corrosivos en los que trabajarán, señalando los distintos medios de protección de los diferentes elementos, tales como pinturas, aislamientos, etc.
- Se adjuntará el respectivo protocolo de pruebas a los que deberá someterse cada uno de los equipos tanto en fábrica como una vez instalados, es decir pruebas de





campo para asegurar el cumplimiento de las especificaciones;

- Se incluirá el diseño del sistema de agua potable para la EBAR;
- Los caudales Máximo horario serán manejados por la totalidad de las bombas instaladas en la estación operando en paralelo
- Diseño arquitectónico de la estación, procurando causar el mínimo impacto estético en el entorno; deberá contar con una bodega, baño y lavabo de manos exterior;
- Diseño del sistema y accesorios de la línea de impulsión,
- Selección y diseño del método para protección del sistema contra el golpe de ariete
- En el diseño de cada uno de los sistemas y equipos mecánicos e hidromecánicos a utilizarse, se deberá aplicar normativa nacional y/o internacional, de mayor nivel de exigencia o criterios de calidad,
- Evaluación de la alternativa (diámetro de impulsión- bomba)
- Se deberán elaborar curvas del sistema considerando pérdidas por fricción.
- Análisis del funcionamiento de la estación de bombeo para el caudal de diseño previsto para el final del período de diseño y para el caudal previsto para el inicio del periodo de diseño. Análisis del funcionamiento de la estación de bombeo para caudal mínimo diario (con el fin de verificar el tiempo de retención del pozo húmedo).
- Análisis del funcionamiento de la estación de bombeo de acuerdo al incremento de caudal cada 5 años, hasta completar el período de diseño.
- Para todos los caudales previstos debe verificarse el índice de cavitación.
- Análisis del golpe de ariete para el máximo caudal en diferentes formas de operación de ameritarlo;
  - Trazado de la línea impulsión
  - Escoger entre bombeo en una etapa y en varias etapas
  - Determinar el diámetro de la impulsión
  - Seleccionar el material de la tubería
  - Definir si se requiere tomar medidas de control de transitorios. Se realizará la modelación respectiva.
- Análisis del beneficio de instalar un variador de velocidad para cada bomba (para los casos que aplique).
- Análisis de la factibilidad de ampliación de la estación de bombeo, durante su período de diseño.
- Análisis de riesgo para evaluar la necesidad de instalar un sistema de respaldo de energía.
- El Consultor, debe elaborar un Manual de Operación de todos los componentes de la estación de bombeo.



- El Consultor, debe elaborar un Plan de Manejo Ambiental, para la Estación de Bombeo.
- Establecer la señalética de seguridad necesaria al interior de la estación de bombeo, para garantizar una buena operación del sistema. La señalética debe orientarse al equipo eléctrico, electrónico, de datos, de operación de accesos y disposición de basura y escombros.
- Elaboración de las memorias de diseño, memorias de cálculo, planos, APU's que no consten en la base de datos de la EPMAPS
- Presupuesto referencial individual para la estación y línea de impulsión
- Se prepararán planos de construcción con todos los detalles (hidráulicos, estructurales, arquitectónicos, etc.) necesarios, y que correspondan al diseño descrito en la memoria de cálculo.

#### 7.3.5.1. DISEÑO ELÉCTRICO

- Diseño de la acometida en alta tensión desde el punto más cercano de la red existente de distribución de energía de la EEQ hasta la EBAR, considerando las estructuras tipo y calibre de los conductores eléctricos, equipo de seccionamiento, protecciones eléctricas, sistema de puesta a tierra, equipo primario y secundario para el sistema de medición comercial en base a lo establecido en la Regulación ARCONEL 001/16 y a la condición de Auto productor de la EPMAPS.
- Diseño y especificaciones técnicas del transformador de Distribución, estructura de soporte cámara de transformación o instalación tipo pad mounted, equipos de seccionamiento y protecciones eléctricas, etc.
- Diseño del sistema eléctrico de fuerza en baja tensión, iluminación interior y exterior, y puntos de red, para la estación de bombeo.
- El tablero de control debe estar equipado para arranque, control y alternación de las bombas electro sumergibles
- El suministro del servicio eléctrico de la estación debe estar detallados en los diagramas unifilares respectivos, en donde se especifican tipo y calibre de cables, barras de cobre, etc. y potencia de los transformadores;
- Análisis del beneficio de instalar un variador de velocidad para cada bomba (para los casos que aplique).
- Análisis de riesgo para evaluar la necesidad de instalar un sistema de respaldo de energía.
- Aprobación para construcción del proyecto eléctrico de las EBAR por parte de la EEQ.
- Elaboración de las especificaciones técnicas generales y particulares del proyecto



eléctrico.

### **7.3.6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PTAR, ESTACIONES DE BOMBEO EN SUS DIFERENTES FASES E INGENIERIAS**

- El Consultor deberá desarrollar un programa tradicional de mantenimiento preventivo y correctivo para las PTAR y estaciones de bombeo que se ingresará al ERP de la empresa para su seguimiento y control. Sería deseable que la programación de las actividades de mantenimiento considere una fase superior de ejecución de las mismas como Mantenimiento basado en confiabilidad, mantenimiento basado en estadísticas de fallas, mantenimiento productivo total, etc.

### **7.3.7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS**

Incluye la elaboración del cronograma de ejecución de las PTAR y estaciones de bombeo, así como el cálculo de los costos de ejecución del proyecto y el cronograma de desembolsos.

El cronograma involucra la elaboración y presentación de los subcronogramas por componentes y fases de construcción de todos los componentes objeto de esta Consultoría.

Además, el Consultor deberá elaborar y determinar los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios para la supervisión de los trabajos de construcción, implementación, montaje, pruebas, puesta en marcha y operación de todos los componentes objeto de esta Consultoría.

El Consultor deberá elaborar el orgánico funcional necesario, las funciones, responsabilidades y tiempos de actuación en la ejecución del proyecto.

### **7.3.8. DIBUJO DE PLANOS**

- Las planimetrías y perfiles se ajustarán a las normas de la EPMAPS indicadas en las “Normas de Dibujo de Alcantarillado” (Anexo 6).
- Los planos del sistema de intercepción: Implantación, áreas de aportación, planimetrías, y perfiles se pagará por km. Estos planos bajo ningún concepto se liquidarán como planos individuales.
- Los planos elaborados durante la etapa de factibilidad se liquidarán conforme los rubros existentes, cuando la alternativa no sea la seleccionada. Los planos elaborados durante la etapa de factibilidad que lleguen a diseño definitivo solo se cancelarán por una vez, durante el diseño definitivo, y se consideran como trabajo previo para el diseño final.
- Se prepararán planos de construcción con todos los detalles (hidráulicos, estructurales, arquitectónicos, etc.) necesarios, y que correspondan al diseño descrito en la memoria de cálculo.
- Los planos se entregarán dividiéndolos en fases de construcción, acorde a lo definido como mejor opción por la consultoría y según lo solicitado por la



Supervisión/Administración del contrato, que deberá tener relación con el presupuesto de la obra, para garantizar ejecutar la misma en dos o más etapas dada la complejidad de la misma.

- Los planos hidráulicos de detalle se realizarán en escalas comprendidas entre 1:5 a 1:100 como máximo, y deben contener:
  - Cotas de elementos importantes,
  - Juntas de construcción previstas,
  - Niveles máximos de crecida, respectivamente acotado,
  - Escaleras de acceso y pasamanos de protección,
  - Coordenadas en XY de estructuras con algún perfil característico,
  - Coordenadas en XY de elementos representativos de la planimetría de la estructura proyectada, que permitan replantear fácilmente la misma,
  - Cortes transversales que permitan comprender la estructura proyectada,
  - En el caso de captaciones es necesaria una isometría de la estructura propuesta.
  
- Los planos estructurales se realizarán en escalas comprendidas entre 1: 5 a 1:100, y deben considerar los siguientes elementos:

Los planos de estructuras de hormigón armado deben cumplir con:

- Identificar con marcas a todas las varillas utilizadas, con su respectiva planilla de aceros por plano.
- Se aceptará planillas de aceros que resuman como máximo dos planos estructurales.
- El plano debe disponer de detalles de: las juntas de construcción y de los recubrimientos propuestos para la estructura.
- Toda estructura propuesta al menos debe tener un corte longitud y transversal de la estructura armada.

Los planos de estructuras de acero deben cumplir con:

- Identificar con marcas a todos los elementos utilizados, ya sean: perfiles, elementos formados, placas, entre otros; con su respectiva planilla de aceros por plano.
  - Se aceptarán planillas de aceros que resuman como máximo dos planos estructurales.
  - Los planos deben seguir la simbología estandarizada de la AWS (American Welding Society) donde se identifican parámetro como espesor y longitud de soldadura, tipo de unión, indicaciones si la suelta es de campo o taller, entre otros.
  - Los planos de estructuras de acero deben tener detalles de todos los apoyos en planta y elevación.
- 
- Los planos de estructuras de acero deben contener información de anclajes y pernos, uniones, entre otros elementos, además deben indicar el sistema de montaje previsto ya sea con tecla, grúa, etc.





- Los planos de estructuras de gaviones deben indicar el armado por nivel de los gaviones, las juntas de construcción, con sus respectivas medidas acotadas.
- El plano estructural contiene un cuadro con el resumen de materiales por metro en el caso de colectores o túneles, y por la totalidad de plano para estructuras especiales, donde indicará volúmenes y resistencia especificada a la compresión del hormigón, cantidad de acero de refuerzo, superficie y tipo de encofrado a utilizar, longitud de cinta PVC requerida en las juntas de construcción, volúmenes de excavación necesarios para la implantación de la estructura, cantidad de pernos necesarios, material requerido en los gaviones y otros elementos adicionales que requiera el diseño.
- El plano estructural debe disponer de un cuadro de especificaciones técnicas de los materiales como hormigón, acero de refuerzo, acero estructural, pernos, suelda, cinta PVC, mejoramiento de suelo donde el estudio geotécnico lo indique o desde el punto de vista constructivo sea necesario, drenaje, entre otros.

#### **Para los planos de accesos:**

- En los planos de planta y perfiles longitudinales de conjunto y generales se deben tener en cuenta los siguientes criterios:
- El perfil longitudinal se debe presentar junto con la planta, siempre que sea posible, en la misma hoja, al objeto de favorecer el análisis del diseño geométrico y, especialmente, de la coordinación planta-perfil.
- Se deben marcar los P.K. de los perfiles transversales y se deben rotular los múltiplos de 1/10 de la escala horizontal.
- La escala se debería elegir de forma que en la peor situación quepa el perfil longitudinal completo en una hoja, lo cual, en combinación con la longitud a representar en cada hoja, definiría la escala vertical.
- La escala vertical debería ser 1/10 de la horizontal, para realzar las pendientes y desniveles.
- Se deben establecer suficientes líneas de referencia de cotas para que se permitiesen apreciar las diferencias de cotas en cualquier P.K. El paso de estas líneas de referencia debería ser de 1:10 de la escala vertical.
- No se deberían efectuar cortes del plano de comparación en una misma hoja. Si debido a la diferencia entre las cotas extremas del dibujo fuese necesario disponer de la totalidad del plano para representar el perfil longitudinal, sería preferible representar la planta y el perfil en hojas separadas.
- En la planta se deberían identificar como mínimo los siguientes elementos:
  - o Los puntos kilométricos de los perfiles transversales en el mismo intervalo definido en el perfil longitudinal.
  - o Las líneas más destacadas de la plataforma, así como los pies de talud, diferenciando los de desmonte de los de terraplén.

Deberían representarse además los siguientes elementos:

- El diagrama de curvaturas, reflejando los radios y parámetros de las clotoideas del trazado en planta.
- Bajo este diagrama se debería indicar el P.K en los puntos singulares o extremos de las distintas alineaciones en planta.



- En la parte inferior del perfil longitudinal debe aparecer el diagrama de peraltes, mediante la expresión del peralte a izquierda y derecha, indicando su valor en los cambios del mismo.
- La escala horizontal y vertical del perfil.
- Las pendientes de los tramos rectos.
- En cada vértice se deberían representar los siguientes valores del acuerdo vertical correspondiente: P.K., la cota en el vértice, el parámetro K, el desarrollo o longitud, la flecha o bisectriz, y el ángulo, en tanto por uno, que forman las rasantes de entrada y de salida en el vértice.
- Tanto en la planta general como en el perfil longitudinal se deben localizar y representar las diferentes obras de fábrica o estructuras, así como los túneles, identificándolos adecuadamente.
- En los P.K marcados a intervalos de 1/10 de la escala y en aquellos en los que se han definido los perfiles transversales, se debería representar la cota en la posición del eje del terreno y de la rasante, con los decimales que su precisión requiera.

### 7.3.9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto se estructurará por módulos y etapas, acorde a lo solicitado por la Supervisión/Administración del Contrato en la fase 2, y deberá contener la siguiente información: Resumen general; detalle del presupuesto por componentes (Interceptores, estaciones de bombeo, todos los componentes de la PTAR, Pasos elevados) y por etapas de inversión; volúmenes, cantidades de obra, accesorios y equipos; y, análisis de precios unitarios de los rubros que no existen en la base de datos de la EPMAPS, con la respectiva especificación técnica.

Para la construcción por etapas deberá justificarse en la memoria en función de condiciones constructivas y de disponibilidad de recursos, lo cual será acordado entre la supervisión y el consultor.

El consultor deberá justificar el costo de los terrenos seleccionados como expropiables, en función del avalúo catastral, comparando con el costo comercial.

La EPMAPS proporcionará el listado de rubros y especificaciones técnicas generales; en el caso que como resultado del proyecto se generen rubros particulares propios del proyecto, el consultor debe preparar y presentar el análisis de precios unitarios con la respectiva especificación técnica particular. Esto también aplicará para aquellos ítems de los que la EPMAPS cuente con el rubro más no con la especificación técnica. Además, es responsabilidad de la consultora:

- Cotizar todos los materiales utilizados en los análisis de precios unitarios, que serán entregados a la EPMAPS, inclusive de rubros que el consultor tome como referencia del catálogo de la empresa. El consultor deberá entregar estas cotizaciones firmadas por el proveedor.
- Cotizar el alquiler de toda la maquinaria utilizada en los análisis de precios unitarios, que serán entregados a la EPMAPS, inclusive de rubros que el consultor tome como referencia del catálogo de la empresa. El consultor deberá entregar estas cotizaciones firmadas por el proveedor.
- El consultor podrá solicitar modificaciones a los análisis de precios unitarios del



catálogo de la EPMAPS, si a su criterio existan errores en materiales, maquinaria, rendimientos, entre otros.

Las cantidades de obra se determinarán en función de los trabajos a realizar y los planos de construcción.

El consultor preparará un archivo con resumen de excavaciones, volúmenes de materiales por estructura individualmente de todos los componentes objetos de la Consultoría; resumen de pozos según su altura y tipo, entre otros. De igual forma, el Consultor deberá incluir todos los rubros adicionales de tipo ambiental que requieran su reposición económica y de temas de seguridad de la obra.

Para aprobación del presupuesto, el Consultor deberá reunirse con la Supervisión/Administración y ajustarse a las recomendaciones donde sea aplicable.

#### **7.3.10. INFORME DISEÑO DEFINITIVO: FASE 2**

Como resultado de esta Etapa, el Consultor elaborará y presentará para la aprobación de la EPMAPS el Informe de los Diseños Definitivos del proyecto. Este Informe contendrá los datos, criterios, consideraciones adoptadas, memorias de cálculo de todos los componentes, modelación de alternativa seleccionada bajo los escenarios descritos, análisis realizados, descripción e interpretación de resultados, entre otros.

Los documentos que conforman este Informe se detallan en el apartado PRODUCTOS ESPERADOS.

#### **7.4. FASE 3: INFORME FINAL PROVISIONAL**

Durante esta fase el consultor compilará la documentación de la fase 1 y 2, en un solo documento, denominado informe final provisional, el que pasará a ser definitivo si no recibe observaciones. Los componentes mínimos de dicho informe se detallan en PRODUCTOS ESPERADOS.

Además, en esta fase el consultor obtendrá el presupuesto de las obras proyectadas y complementará toda la información necesaria para iniciar la construcción del proyecto.

De modo particular, esta fase abarcará los siguientes aspectos:

- Compilación de los informes de la fase 1 y fase 2
- Servidumbres, expropiaciones y autorizaciones
- Documento ambiental final: Estudio de Impacto Ambiental
- Presupuesto del proyecto
- Desagregación tecnológica
- Ejecución del proyecto
- Socialización final del proyecto
- Evaluación financiera y socioeconómica del proyecto

#### **7.4.1. COMPILACIÓN DE LOS INFORMES DE LA FASE 1 Y FASE 2.**

El consultor compilará en un solo informe los aspectos más importantes de la fase 1, y la



totalidad de aspectos de la fase 2, además de considerar cualquier variante requerida en el diseño definitivo.

#### **7.4.2. SERVIDUMBRES, EXPROPIACIONES Y AUTORIZACIONES.**

El consultor deberá preparar toda la documentación correspondiente para que la Empresa realice las gestiones para legalizar la propiedad y el derecho de uso de terrenos y servidumbres.

El Consultor presentará planos dimensionados y georeferenciados, así:

- **Plano 1:** con nombres de propietarios y su respectiva clave catastral y número de predio de todas las propiedades afectadas por el proyecto, además de un respaldo fotográfico de cada propiedad afectada, en un formato suministrado por la EPMAPS, esta información será entregada a la Unidad de Servidumbres y Expropiaciones de la EPMAPS, con el objeto de que se inicie el trámite para contar con las autorizaciones y acuerdos necesarios para la ocupación de los terrenos afectados y las servidumbres de paso requeridas.
- **Plano 2:** Con el objeto de que la EPMAPS pueda gestionar los permisos de rotura de pavimento y/o levantamiento de adoquín, el consultor elaborará un plano en el que se especifique el tipo de capa de rodadura (lastre, empedrado, adoquín, pavimento). Además, se presentará el respectivo Protocolo de Trabajos, para que la entidad municipal competente coordine los desvíos de circulación vehicular correspondientes. El formato de Protocolo de Trabajos será proporcionado por la EPMAPS.
- **Plano 3 y/o 4:** Con el objeto de que la EPMAPS pueda gestionar los permisos de paso bajo los ferrocarriles y las tuberías de Poliducto y/o Oleoducto el consultor adjuntará el plano respectivo, donde se indique el sitio donde es requerido el cruce, acorde a las normas y especificaciones de cada entidad. Es necesario que el consultor ingrese un oficio para realizar el primer acercamiento entre la EPMAPS y la entidad respectiva, durante el proceso de elaboración de los estudios, para el efecto elabora una memoria técnica, que deberá entregar a esta entidad, donde describa el proyecto de ingeniería y describa el proceso constructivo. Conjuntamente con la memoria entregará planos en planta y elevación de la obra de la EPMAPS donde conste la tubería o riel intervenida.
- Los planos de servidumbres, expropiaciones y autorizaciones deben crearse con líneas de un grosor visible y en color, de manera que cualquier funcionario, sea o no ingeniero pueda entender fácilmente la intervención.
- Todos los planos descritos, en este numeral, se pagarán como planos temáticos.
- Finalmente, el consultor adjuntará las fichas para servidumbres y/o expropiaciones de cada predio conforme formato suministrado por la Unidad de Servidumbres y Expropiaciones de la EPMAPS, elaboradas en la fase previa.

#### **7.4.3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**





Documento final que responda a los Diseños Definitivos ajustándose a los términos de referencia obtenidos dentro del proceso de regularización ambiental.

El consultor deberá realizar el proceso de selección de un Consultor Acreditado por la Autoridad Ambiental para desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental.

Este estudio deberá contener al menos los siguientes capítulos:

- Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto
- Análisis de alternativas de las actividades del proyecto
- Demanda de recursos naturales por parte del proyecto
- Diagnóstico Ambiental de la línea base
- Evaluación de impactos socioambientales
- Análisis de riesgos
- Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles
- Inventario forestal, de ser aplicable
- Plan de manejo ambiental y sus respectivos subplanes.

Adicional a la normativa ambiental del país, el consultor debe seguir obligatoriamente los lineamientos de salvaguardas ambientales de CAF. Estos lineamientos constan en varios documentos anexos a la página web: <https://www.caf.com/es/lineamientos-y-salvaguardas-ambientales/>

#### **7.4.4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

El presupuesto se estructurará por módulos y etapas, acorde a lo solicitado por el Administrador del Contrato en la fase 3, y deberá contener la siguiente información: Resumen general; detalle del presupuesto por etapas de inversión y componentes; volúmenes, cantidades de obra, accesorios y equipos; y, análisis de precios unitarios, tomando como referencia la base de datos de la EPMAPS con las optimizaciones que correspondan y la respectiva especificación técnica.

Para la construcción por etapas deberá justificarse en la memoria en función de condiciones constructivas y de disponibilidad de recursos, lo cual será acordado entre la supervisión y el consultor.

La EPMAPS proporcionará el listado de rubros y especificaciones técnicas generales; en el caso que como resultado del proyecto se generen rubros particulares propios del proyecto el consultor debe preparar y presentar el análisis de precios unitarios con la respectiva especificación técnica particular.

Las cantidades de obra se determinarán en función de los trabajos a realizar y los planos de construcción.

El consultor preparará un archivo con resumen de excavaciones, volúmenes de materiales por estructural especial, resumen de pozos según su altura y tipo, entre otros.

Para aprobación del presupuesto, el consultor deberá reunirse con el supervisor, para reuniones previas, ajustándose de forma obligatoria a las recomendaciones del supervisor donde sea aplicable.

Se adjuntará un plano temático CAD general donde se indiquen el monto de las inversiones por módulos y/o etapas.



#### **7.4.5. DESAGREGACION TECNOLÓGICA**

En el caso de que el monto de las obras corresponda a un **proceso de Licitación**, conforme lo establece la RESOLUCIÓN INCOP No. RE-2013-000089 del 23 de junio del 2013, el Consultor realizará los estudios de desagregación tecnológica necesarios para el presente proyecto, los que determinarán la proporción mínima de participación nacional de acuerdo a la metodología y parámetros determinados, por el Instituto Nacional de Contratación Pública.

#### **7.4.6. EJECUCIÓN DEL PROYECTO.**

El Consultor deberá elaborar el cronograma valorado y el cronograma de avance físico, definiendo las etapas de construcción.

Allí se detallará la división de la obra total en frentes de trabajo y la priorización de su ejecución; el balance de recursos humanos y materiales requeridos para cada frente de trabajo y su programación, la conciliación de los recursos con plazos de ejecución y la organización armónica de los elementos que intervienen. Los cronogramas se presentarán en formato de barras GANTT y diagramas PERT destacando la ruta crítica. En estos trabajos se utilizará software especializado.

#### **7.4.7. ASAMBLEA DE PRESENTACIÓN DE DISEÑOS DEFINITIVOS.**

Concluidos los Estudios, se realizará una presentación al equipo supervisor del proyecto y a la Unidad de Saneamiento con una presentación en Power Point de todos los componentes del proyecto de forma sucinta en donde también se incluirá el video.

También se realizará una Asamblea de presentación final del proyecto a las comunidades beneficiarias y a los afectados si existieran.

La ejecución de esta asamblea será responsabilidad del Consultor con el único fin de informar a la comunidad sobre los resultados de la consultoría.

En la asamblea participarán: el Supervisor del estudio, representantes de la Gerencia del Ambiente, el Consultor, representantes del o los barrios beneficiados por el proyecto, dirigentes de la comunidad y la población beneficiada con el proyecto.

Se elaborarán volantes, papelotes y un mapa temático de implantación del proyecto, identificando el área de influencia directa e indirecta del Proyecto, situación sin proyecto y con proyecto, recalcando los beneficios del proyecto.

Se elaborará el acta de la asamblea, que será suscrita por todos los participantes.

#### **7.4.8. EVALUACION FINANCIERA Y SOCIO ECONOMICA DEL PROYECTO**

El consultor elaborará el documento sobre el proyecto definitivo que al menos considere lo siguiente:



- Metodología utilizada en la evaluación económica.
- Análisis de costos durante la vida útil del proyecto:
  - ✓ Costos de construcción, costos del plan de manejo ambiental, flujo mensual de acuerdo al cronograma valorado de costos directos e indirectos del proyecto.
  - ✓ Costos de operación y mantenimiento. Es necesario que el consultor describa y considere todos los rubros previstos para estas labores, incluso de los costos del plan de manejo ambiental durante la fase de operación y mantenimiento, considerando las mejores prácticas para estos sistemas. En los casos que amerite, preparará los Análisis de Precios Unitarios que correspondan.
- Análisis de ingresos, en función de la política tarifaria de la EPMAPS.
- Cálculos de beneficios, determinación del VAN, TIR y B/C.
- Escenarios de sensibilidad.
- Factibilidad económica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Anexos estimaciones de operación y mantenimiento, entre otros.

#### **7.4.9. ELABORACION DE PLIEGOS PARA LA CONTRATACIÓN DE LA OBRA**

El consultor elaborará los pliegos para la futura contratación de la obra, siguiendo obligatoriamente los lineamientos de CAF y EPMAPS.

### **8. INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD**

El consultor debe levantar información; recopilar, analizar, organizar y sintetizar la información existente en la "EPMAPS", así como aquella que pueda recabar en dependencias públicas, privadas y otra información conocida.

El consultor revisará los estudios y/o planos de todos los estudios que le suministre la EPMAPS.

La información disponible en la EPMAPS, y que sea requerida por el Consultor, será entregada en la primera reunión entre el equipo consultor y la supervisión cuando inicie el plazo contractual, para lo cual se suscribirá un acta que certifique dicha entrega-recepción. La información disponible adicional que será entregada es la siguiente:

- Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado, para la EMAAP-Q, 01-AL-EMAAP-Q - 2009;
- Normas para dibujo de planos digitales de redes de alcantarillado, EPMAPS;
- Normas para ingreso de información de obras de alcantarillado existentes, EPMAPS; que se usará para almacenar en un SIG la infraestructura proyectada o la existente cuando no se encuentre registrado en el sistema interno;
- Cartografía digital en escala 1:5000 y 1:1000 del área de estudio, conforme la disponibilidad, en formato CAD;
- Redes existentes de agua potable y alcantarillado en formato shape
- Listado de rubros y precios unitarios;
- Formatos para catastrar las redes de alcantarillado;



El Consultor, para complementar la documentación disponible en la EPMAPS, deberá consultar información generada por otras dependencias, entre las que, a manera de guía, se pueden citar las siguientes:

- Ordenanzas Municipales;
- Planos de trazado vial;
- Monografías de Hitos de control horizontal y vertical, IGM;
- Información de los últimos censos de población, INEC;
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial;
- Mapas geológicos;
- Otra información que se requiera recopilar para el desarrollo del estudio;

## 9. PRODUCTOS ESPERADOS

Los resultados que obtenga el Consultor en la ejecución de los trabajos, serán presentados en informes parciales, informes de fases, más un Informe Final, conforme se detalla más adelante. El Consultor estructurará la información principal en volúmenes y las de respaldo en anexos.

Los Informes se presentarán en castellano, debidamente encarpados, incluyendo carátula, índice general, índice de cuadros, catálogos, ilustraciones y/o fotografías, en formato INEN A4, debidamente numerado. Los textos serán elaborados con la utilización del procesador de palabras MS WORD y los cálculos elaborados mediante hoja electrónica MS EXCEL, de últimas versiones. Si el Consultor utilizare un software diferente o no compatible con los que usa el Contratante, estará obligado a entregar el software con por lo menos una licencia sin costo alguno para el Contratante, con vigencia de por lo menos un año. Adicionalmente, deberá alimentar la información en el software que dispone la EPMAPS en los casos que corresponda, verificando el correcto funcionamiento.

Los Informes serán presentados en forma secuencial, clara, precisa y de fácil interpretación. Cada informe contendrá la descripción detallada de los métodos de cálculo empleados, así como de las hipótesis y criterios adoptados, el origen de los parámetros y supuestos, así como alcances y limitaciones de los resultados obtenidos. Los Informes, antes de ser entregados deberán sujetarse a un estricto control de calidad por parte del Consultor.

En los anexos se incluirá las memorias de cálculo detalladas (no sólo hojas de cálculo), con una descripción clara y precisa del respaldo teórico y con la explicación de los procedimientos, a fin de que se puedan realizar las verificaciones que fueren necesarias. Se incluirá también en anexos cualquier otra información de sustento necesaria. Todos los informes se presentarán en versiones impresa y digital, para lo cual en las versiones escritas se incluirá el nombre del archivo de la versión digital. Los respaldos digitales de los anexos serán ensamblados en un directorio de "Archivos de soporte", en el cual se incluirán todos los archivos de corridas de modelos, hojas de cálculo, archivos de gráficos y de cuadros con datos procesados.

Todos los planos, mapas y gráficos que desarrolle el Consultor, serán realizados a la escala necesaria y de conformidad con las especificaciones que sobre el particular indicará la Supervisión del Contratante, particularmente en lo relacionado a las coordenadas del Plano



de Quito (el detalle del sistema de coordenadas a ser utilizado, se encuentran en los Anexos). Los planos serán entregados en el formato indicado en estos TDRs, con tarjetas de la EPMAPS, que serán suministradas por el Contratante, y serán realizados en formato AutoCAD o ArcGIS, según corresponda.

Como guía los planos deberán ordenarse de acuerdo con la siguiente estructura: Índice general de planos, planos de información y estudios básicos, planos de detalle y de construcción. Los planos contendrán la información sobre los responsables de su elaboración y estarán debidamente aprobados y legalizados por el Director del Proyecto y por cada uno de los especialistas del Consultor.

Toda la información cartográfica (a excepción de planos de diseño, estructurales y demás relacionados exclusivamente con detalles constructivos) deberá ser estructurada e integrada al SIG del Proyecto con sus respectivos atributos temáticos. Todos los detalles de planos de obra civil deberán estar debidamente referenciados con los planos estructurales, eléctricos y mecánicos.

La EPMAPS se encargará de la Supervisión y Administración concurrente de los estudios y la revisión de los Informes. Cada uno de los informes, sus anexos y los planos respectivos, se presentarán inicialmente en dos ejemplares. El primero en formato INEN A4 y A3 (planos) en papel bond y en digital para su revisión por parte del Contratante, el cual los revisará en el plazo de 15 días calendario.

En caso de que la Supervisión/Administración encuentre errores de fondo en el informe que se encuentra en revisión y que ameriten el no continuar con la siguiente fase del Estudio, podrá solicitar al Consultor la suspensión del avance de los trabajos de la siguiente fase hasta que los errores sean subsanados a entera satisfacción del Contratante, sin que esto signifique costo adicional a los estipulados en el contrato ni prórrogas de plazo.

Una vez que los informes sean aprobados y legalizados, éstos deben ser escaneados con las respectivas sumillas y subidos por el Consultor al Sistema BIM360DOCS, cuyos permisos serán proporcionados por la EPMAPS. La información digital se entregará en memoria externa de cada etapa y el informe final en disco externo.

## **9.1. PRODUCTO 1 – INFORME PRELIMINAR**

El Informe No. 1: El informe preliminar deberá incluir por lo menos: el plan de trabajo, la metodología que utilizará en sus trabajos, el flujograma de utilización del personal técnico clave y del personal técnico de apoyo, el cronograma físico y valorado de ejecución, en el que conste los plazos de entrega de subproductos intermedios entre fases, debidamente actualizados, de tal forma que permitan a la Supervisión realizar un seguimiento adecuado del proyecto.

## **9.2. PRODUCTO 2 – INFORME DE: ESTUDIOS TÉCNICOS Y DE CAMPO**

El Informe No. 2: Estudios Técnicos y de Campo, que deberá contener todas las actividades descritas al respecto en la Fase I, siendo éstas como mínimo:

### **9.2.1. MEMORIA TOPOGRÁFICA**





La memoria topográfica tendrá al menos los siguientes capítulos:

- Antecedentes,
- Justificación,
- Objetivos y alcance,
- Información analizada,
- Justificación del proyecto,
- Ubicación geográfica y localización,
- Bases generales del proyecto: sistemas de referencia espacial del DMQ, exactitud horizontal y vertical, referencia cuadricular, estándares de exactitud, control básico de referencia horizontal y vertical, sistema de información geográfica, cartografía utilizada,
- Trabajos de topografía,
- Procesamiento de datos,
- Ubicación de BMs,
- Catastro de estructuras existentes,
- Conclusiones y recomendaciones,
- BIM 360
- Anexos:
  - Anexo 1: Monografías de los GNSS;
  - Anexo 2: Monografías de hito de arrastre IGM y arrastre de puntos donde fuera aplicable,
  - Anexo 3: Coordenadas de puntos y libretas de nivelación,
  - Anexo 4: Fotografías de respaldo del trabajo de campo (dos fotografías de cada BMS, dos fotografías de estacas y/o referencias del abscisado al menos cada 100m, fotografías en fondos de quebradas en descargas, etc.)
  - Anexo 5: Catastro de pozos conforme formato suministrado por la EPMAPS.
  - Anexo 6. Planos del levantamiento topográfico en formato A3.
- Se debe adjuntar índice de mapas, cuadros, figuras y fotografías.

### 9.2.2. ESTUDIO GEOLÓGICO

El estudio Geológico tendrá al menos los siguientes capítulos:

- Introducción: alcance, descripción general del proyecto, estructuras proyectadas.
- Geología: regional y local,
- Geomorfología,
- Hidrografía,
- Estratigrafía,
- Geología estructural e hidrogeología.
- Tectónica,
- Análisis de amenazas geológicas: sísmicas, volcánicas, por fenómenos de remoción en masa, análisis consolidado.
- Propuesta de investigaciones geotécnicas.
- Conclusiones y recomendaciones.



- Anexos (mapas y/o planos en formato A3):
  - Anexo 1: Mapa geológico regional, escala 1: 10 000 a 1 :5000
  - Anexo 2: Mapa geológico del proyecto, escala 1: 2000 o 1:1000.
  - Anexo 3: Mapa de cauces o quebradas antiguas rellenadas, donde fuere aplicable.
  - Anexo 4: Perfiles geológicos, donde la información sea disponible.
  - Anexo 5: Plano de ubicación de propuestas de sondeos geotécnicos, con su respectiva simbología, para el caso de perforaciones a rotación, a percusión, tomas de muestras inalteradas, entre otros.

### 9.2.3. ACTA DE ASAMBLEA DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El Acta de Asamblea de Socialización del Proyecto tendrá al menos los siguientes capítulos:

- Antecedentes
- Alcance y objetivo.
- Desarrollo del proceso: actividades realizadas, identificación de actores, etc.
- Participación de la comunidad: foro de preguntas y respuestas, participantes que suscribieron el acta de socialización, entre otros.
- Análisis de actores,
- Análisis de conflictos.
- Conclusiones y Recomendaciones.
- Anexos:
  - Anexo 1: Programación.
  - Anexo 2: Lista de asistentes, con firma y número de identificación.
  - Anexo 3: Presentación técnica, se adjuntará el archivo en POWERPOINT de la presentación, además de su respaldo impreso.
  - Anexo 4: Respaldo fotográfico del evento.
  - Anexo 5: Modelo de convocatoria.

### 9.2.4. MEMORIA TÉCNICA DE LA FASE 1

La memoria técnica de la fase 1 tendrá al menos los siguientes capítulos:

- Antecedentes
- Alcance y objetivos del estudio
- Recopilación y análisis de la información existente: proporcionada por la EPMAPS y recopilada por el consultor.
- Marco urbano del proyecto:
  - Ubicación geográfica y poblacional.
  - Características de la zona del proyecto: topografía y relieve, climatología, precipitación.
  - Infraestructura existente: energía eléctrica, telefonía, vías, abastecimiento de agua potable, saneamiento, equipamiento comunitario, actividades económicas.
- Inspección preliminar del área de influencia.
- Asamblea de socialización del proyecto: resumen ejecutivo.



- Información base actualizada
  - Porcentajes de recolección de aguas residuales y su composición (aporte doméstico, no doméstico y aguas lluvias)
  - Funcionamiento de las estructuras de separación
  - Cobertura de las PTAR para los horizontes de diseño
  - Aporte per cápita de cargas domésticas e industriales
  - Coeficientes y parámetros de la modelación de la PTAR
- Estudio de población y demográfico
- Estudio de calidad de las fuentes receptoras
  - Caudales máximos y mínimos de los cuerpos receptores
  - Condiciones hidrológicas críticas
  - Caracterización y medición de caudales en las descargas
    - Requerimientos de ajustes de calidad de descarga de las PTAR
    - Trabajos de campo y toma de muestras
    - Análisis de laboratorio
    - Conclusiones
- Parámetros de diseño:
  - Densidad poblacional
  - Tipo de sistema
  - Períodos de diseño
  - Caudales de diseño y/o estudio hidrológico donde sea aplicable
  - Caudales de diseño de las PTAR para las dos etapas de diseño
  - Justificaciones de las soluciones adoptadas
  - Criterios hidráulicos, estructurales, ambientales y de las demás ingenierías (eléctrica, mecánica, comunicación, servicios básicos, etc.) adoptados
- Conceptualización del proyecto:
  - Resultados del análisis realizado a la propuesta de PTAR por la consultora Acciona Ingeniería
  - Modificaciones y optimizaciones propuestas para la PTAR
  - Descripción de las obras proyectadas
  - Resultados de la Modelación en BIOWIN
  - Diseño a nivel de factibilidad de las estaciones de bombeo requeridas
- Planteamiento y prediseño de alternativas
  - Documento Ambiental Inicial.
  - Diseño a nivel de preliminar de los componentes: hidráulico, sanitario, estructural, eléctrico, mecánico, control, automatización de las PTAR según corresponda.
  - Diseño arquitectónico de las PTAR
  - Diseño de accesos
  - Matriz de comparación de alternativas técnico-económicas y ambientales.
  - Viabilidad de la alternativa seleccionada
    - Viabilidad técnica
    - Viabilidad económica y financiera
    - Viabilidad ambiental
  - Factibilidad de servidumbres y expropiaciones
- Presupuesto preliminar
- Conclusiones y recomendaciones



- Anexos (planos en formato A3):
  - Anexo 1: Plano temático con áreas de aportación del proyecto, caracterizados de acuerdo al uso de suelo.
  - Anexo 2: Plano temático de las redes proyectadas, con cuadros que indiquen la longitud de los interceptores.
  - Anexo 3: Plano temático con las vías del proyecto, identificando con colores y con simbología, el tipo de capa de rodadura y su longitud.
  - Anexo 4: Plano de detalle a nivel de factibilidad.
  - Anexo 5: Resultados de la caracterización de las descargas domésticas e industriales (agropecuarias y agroindustriales)
  - Anexo 6: Resultados de la caracterización de los cuerpos receptores
  - Anexo 7: Resultados de la modelación en BOWIN
  - Anexo 8: Respaldo fotográfico de calles a intervenir, donde se identifique su capa de rodadura, al menos 2 fotografías cada cambio de capa de rodadura.
  - Anexo 9: Respaldo fotográfico de los sitios donde están implantadas las estructuras de descarga y las PTAR. Al menos 4 fotografías por sitio.
- El Informe Ejecutivo, que será un resumen del Informe 1: Estudios Técnicos y de Campo

### 9.2.5. MEMORIA AMBIENTAL PREVIA A LA CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL

Esta memoria deberá contener al menos los siguientes capítulos:

- Datos Generales
  - Nombre del proyecto, obra o actividad
  - Resumen del proyecto, obra o actividad
  - Tipo de zona
  - Coordenadas del área geográfica en DATUM WGS 84 zona 17S de acuerdo con la plantilla del ANEXO X
  - Coordenadas del área de implantación del proyecto en DATUM WGS 84 zona 17S de acuerdo con la plantilla del ANEXO X
  - Código CIU de la actividad principal
  - Caudal de tratamiento de aguas residuales
- Datos del proyecto, especificar si se realiza
  - Generación de residuos o desechos peligrosos y/o especiales
  - Gestión de residuos o desechos peligrosos y/o especiales
  - Remoción de cobertura vegetal nativa
  - Fabrica, usa o almacena sustancias químicas.
- Magnitud del proyecto
  - Por consumo / ingresos
  - Por dimensionamiento
  - Por capacidad de tratamiento y tipo de agua residual
- Otros datos solicitados por la Gerencia Ambiental

### 9.2.6. MEMORIA EJECUTIVA DE LA FASE 1

El consultor presentará una memoria ejecutiva, la que será de fácil entendimiento para personal técnico y político, con un resumen conciso de los informes precedentes,



incluyendo los planos en formato A3.

### 9.3. PRODUCTO 3 – FASE 2

El Informe 3 – Diseños Definitivos. El Producto 2, debe contener la siguiente información mínima:

#### 9.3.1. MEMORIA TÉCNICA DE LA FASE 2

La memoria técnica de la fase 2 tendrá al menos los siguientes capítulos:

- Antecedentes
- Alcance y objetivos del estudio.
- Reajuste de los parámetros de diseño y criterios de diseño:
  - Análisis demográfico
  - Tipo de sistema
  - Período de diseño
  - Caudales de diseño y/o estudio hidrológico donde sea aplicable
  - Criterios hidráulicos adoptados
- Trabajos de topografía complementarios:
  - Trabajos de topografía
  - Procesamiento de datos
  - Ubicación de nuevos BMs
  - Plano en A3 de ubicación de puntos de control (GNSS y BMs)
- Estudio Geológico (resumen ejecutivo)
- Estudio Geotécnico.- El estudio Geotécnico tendrá al menos los siguientes capítulos:
  - Introducción: Alcance, descripción general del proyecto, estructuras proyectadas.
  - Unidades geológicas y su estratigrafía
  - Trabajos realizados:
    - Trabajos de campo
    - Trabajos de laboratorio
    - Trabajos de gabinete
  - Información técnica:
    - Descripción de los sitios de estudio
    - Descripción de los materiales encontrados en los sondeos
    - Perfiles estratigráficos y geotécnicos escala 1:1000 de todos los sitios de las obras
    - Niveles freáticos
  - Resultados:
    - Zonificación geotécnica (mapa)
    - Esfuerzo admisible e indicadores de la resistencia al corte del suelo
    - Estabilidad de taludes y zanjas





- Estabilidad de taludes
- Clasificación geomecánica de los sitios de obra proyectados
- Modelos geotécnicos en elementos finitos, para los taludes
- Conclusiones y recomendaciones:
  - Conclusiones técnicas y constructivas
  - Recomendaciones técnicas y constructivas: para excavaciones en zanja, compactación de suelos y sostenimiento de túneles donde fuere aplicable
  - Recomendaciones técnicas y constructivas para la construcción de vías y estabilidad de taludes
- Anexos (planos temáticos en formato A3):
  - Anexo 1: Planimetría de ubicación de sondeos con su respectiva simbología
  - Anexo 2: Perfiles estratigráficos de túneles proyectados y/o redes principales, donde fuere aplicable
  - Anexo 3: Anexo ensayos de clasificación SUCS, registro de perforaciones, ensayos triaxiales, entre otros, donde fuere aplicable
  - Anexo 4: Análisis de capacidad portante
  - Anexo 5: Resultados del modelo FEM donde fuese aplicable
  - Anexo 6: Resultados de la modelación de estabilidad de taludes
- Concepción técnica o Conceptualización del proyecto:
  - Áreas de servicio previstas con el estudio
  - Integración del proyecto
  - Interferencias con infraestructura existente
  - Interferencias con rellenos antrópicos
- Diseño de los sistemas proyectados:
  - Memoria de cálculo y diseño hidráulico y/o sanitario de interceptores.
  - Memoria de cálculo y diseño hidráulico y/o sanitario de PTAR.
  - Memoria de cálculo y diseño de la optimización propuesta para la PTAR
  - Memoria de cálculo y diseño de las estaciones de bombeo y demás que en el diseño se requieran
  - Memoria de cálculo y diseño estructural
  - Memoria de cálculo y diseño de accesos
  - Memoria de cálculo y diseño de las otras ingenierías de detalle (Mecánica, Eléctrica, Automatización, Seguridad Industrial, etc.)
  - Diagramas (unifilar, de procesos, PID de tuberías e instrumentación, etc.) que correspondan de cada PTAR
  - Memoria de cálculo y diseño de servicios internos en las PTAR, (agua potable, alcantarillado, reuso de agua tratada, etc.)
  - Memoria de cálculo y diseño del sistema de protección contra incendios



- Diseño arquitectónico y paisajístico
- Identificación de las vulnerabilidades del proyecto con las medidas de protección de las obras.
- Manual de operación y mantenimiento
- Estudio ambiental final
- Presupuesto consolidado y detallado por sistema
- Desagregación tecnológica
- Cronograma de ejecución de obras
- Anexos:
  - Anexo 1: Plano temático en formato A3 con áreas de servicio e integración del proyecto
  - Anexo 2: Plano temático en formato A3 con interferencias con infraestructura o servicios existentes
  - Anexo 3: Plano temático en formato A3 con interferencias con rellenos antrópicos
  - Anexo 4: Plano temático en formato A3 con redes proyectadas, en color para fácil entendimiento político y técnico, con un cuadro que resuma la longitud del subsistema, tipo y diámetro de tuberías, proceso de excavación en zanja o en túnel
  - Anexo 5: Memoria técnica de cálculo y diseño hidráulico y/o sanitario
  - Anexo 6: Memoria técnica de cálculo y diseño estructural
  - Anexo 7: Memoria técnica de cálculo y diseño de otras ingenierías y especialidades
  - Anexo 8: Todos los planos del diseño definitivo en formato A3 (plano general, planimetrías, perfiles, detalles para cada estructura propuesta en sus componentes hidráulico, estructural, eléctrico, mecánico, accesos, etc.)

### 9.3.2. MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO Y DISEÑO HIDRÁULICO Y/O SANITARIO

La memoria técnica del cálculo y diseño hidráulico y/o sanitario, tendrá al menos los siguientes capítulos:

- Antecedentes
- Parámetros y criterios de diseño:
  - Análisis demográfico
  - Tipo de sistema
  - Período de diseño
  - Caudales de diseño y/o estudio hidrológico donde sea aplicable
  - Criterios hidráulicos adoptados para redes y estructuras especiales y/o descarga y las estaciones de bombeo requeridas según diseño.
- Diseño hidráulico y/o sanitario de los sistemas proyectados:
  - Antecedentes y ubicación de los sistemas proyectados
  - Descripción de los sistemas proyectados
  - Cuadro de resumen de caudales sanitarios y pluviales, pendiente, diámetro y tipo de tuberías, velocidades máximas y mínimas, Froude, relación Y/D, relación q/Q, tipo de pozo
  - Cuadro de resumen de longitudes de tuberías por tipo y diámetro
  - Conexiones domiciliarias: criterios empleados para su cuantificación,



- cuadro de resumen de conexiones domiciliarias proyectadas
- Cálculo de la línea de impulsión
- Curva de descarga de bombas en estación de bombeo
- Conclusiones y recomendaciones
- Diseño hidráulico de las estructuras de descarga y/o especiales proyectadas:
  - Antecedentes y ubicación de las estructuras de descarga y/o especiales
  - Caudales de diseño
  - Dimensionamiento de las estructuras de descarga y/o especiales
  - Evaluación de funcionamiento del dissipador para períodos de retorno 5,10, 15 y 25 años
  - Obras de protección para evitar socavamiento en descargas
  - Obras de acceso para operación y mantenimiento de estructuras de descarga y/o especiales
- Conclusiones y recomendaciones
- Bibliografía técnica empleada

### 9.3.3. MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

La memoria técnica del cálculo y diseño estructural, tendrá al menos los siguientes capítulos:

- Antecedentes
- Resumen y ubicación de estructuras analizadas
- Cargas de diseño: cargas según códigos NEC, ASSHTO o similares, cargas vivas, cargas en túneles donde sea aplicable, carga debidos al empuje de suelos, cargas debidas al peso propio de la estructura, carga sísmica
- Estados de carga: criterios básicos, categoría de cargas, combinaciones de carga
- Criterios empleados para el diseño de elementos de hormigón armado y acero: para elementos sujetos a flexión y corte, para elementos sujetos a flexo-compresión y corte, entre otros
- Modelo análisis y diseño estructural:
  - Criterios empleados en cada uno de los modelos estructurales
  - Análisis estructural: cálculo estructural de cada estructura proyectada, adjuntando capturas de pantalla de momentos de diseño, cortantes de diseño y cargas axiales de diseño. (en una dirección para estructuras tipo frame y en dos direcciones para estructuras tipo Shell)
  - Diseño estructural: capturas de pantalla con refuerzo por flexión y corte requerido en cada una de las estructuras proyectadas. Para el caso de losas de fondo y soleras de hormigón armado se requiere el cálculo detallado para verificar que los esfuerzos de trabajo en el acero en tensión, en la estructura para cargas usuales, no superen al esfuerzo de admisible indicados en la sección 10.6.4 del ACI-350-06
  - Ejecución del proyecto: metodología constructiva, equipos mínimos.
  - Conclusiones y recomendaciones
  - El consultor adjuntará los archivos de los modelos del cálculo y diseño estructural en programas comerciales



### 9.3.4. MEMORIA DE CÁLCULO Y DISEÑO DE LA PTAR

- Antecedentes
- Parámetros y criterios de diseño:
  - Análisis demográfico
  - Tipo de sistema
  - Período de diseño
  - Caudales de diseño
  - Criterios hidráulicos adoptados
- Optimización del Diseño de la PTAR– Diseño Hidráulico, Sanitario y Componentes Complementarios
  - Ingreso y recepción de caudales (empates con el sistema de alcantarillado, sistemas de medición y control)
  - Tratamiento preliminar (descripción detallada de todos los componentes como compuertas, trampas de fondo, mecanismos de extracción y evacuación de sólidos, líneas de retorno, etc.)
  - Tratamiento biológico y sedimentación secundaria (diseño detallado de cada componente orientado a la remoción de materia carbonácea y nutrientes)
  - Tratamiento terciario
  - Modelación en BIO WIN o similar
- Operación, control y mantenimiento de las PTAR
- Sistemas de agua potable y alcantarillado
- Sistema de agua para otros servicios
- Equipos de izaje y desplazamiento
- Tecnología de construcción, servicios y facilidades
- Diseño estructural
- Diseño mecánico
- Diseño eléctrico
- Diseño del sistema SCADA
- Estudio de eficiencia energética
- Estudio de seguridad industrial
- Sistema de protección contra incendios
- Costos, programación y control
- Aseguramiento de la calidad
- Diseño hidráulico de las PTAR

### 9.3.5. MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO Y DISEÑO DE OTRAS INGENIERÍAS Y ESPECIALIDADES

La memoria técnica del cálculo y diseño de otras ingenierías y especialidades, tendrá al menos los siguientes capítulos:

- Antecedentes
- Resumen y ubicación de estructuras analizadas
- Códigos y normativa de diseño aplicada
- Cálculos y diseños realizados
- Conclusiones y recomendaciones



### 9.3.6. MEMORIA EJECUTIVA DE LA FASE 2

El consultor presentará una memoria ejecutiva, la que será de fácil entendimiento para personal técnico y político, con un resumen conciso de los informes precedentes, incluyendo los planos en formato A3.

## 9.4. PRODUCTO 4 – INFORME FINAL

### 9.4.1. INFORME FINAL PROVISIONAL Y DEFINITIVO.

Este informe incluirá el compendio de los dos informes parciales (Fase I y Fase II), con todos sus volúmenes y anexos, que integre y actualice todos los entregables previos.

El consultor presentará un informe final provisional, que pasará a ser definitivo si no se encuentran observaciones al mismo, el que se compone de un resumen de los informes de la fase 1 y fase 2, incluyendo los planos en formato A1, con los aspectos más relevantes del estudio. así:

- Antecedentes
- Alcance y objetivos del estudio
- Marco urbano del proyecto:
  - Ubicación geográfica y poblacional
  - Características de la zona del proyecto: topografía y relieve, climatología, precipitación
  - Infraestructura existente: energía eléctrica, telefonía, infraestructura vial, abastecimiento de agua potable, saneamiento, equipamiento comunitario, actividades económicas
- Asamblea de socialización del proyecto: resumen ejecutivo
- Reajuste de los parámetros de diseño y criterios de diseño:
  - Análisis demográfico
  - Tipo de sistema
  - Período de diseño
  - Caudales de diseño y/o estudio hidrológico donde sea aplicable
  - Criterios hidráulicos adoptados
- Inspección preliminar del área de influencia
- Memoria topográfica, resumen ejecutivo
- Estudio geotécnico, resumen ejecutivo
- Modelación numérica de los sistemas existentes, donde fuere aplicable
- Concepción técnica:
  - Áreas de servicio previstas con el estudio
  - Integración del proyecto
  - Interferencias con infraestructura existente
  - Interferencias con rellenos antrópicos
- Diseño de los sistemas proyectados:
  - Resumen ejecutivo de la memoria de cálculo y diseño hidráulico y/o sanitario
  - Resumen ejecutivo de la memoria de cálculo y diseño estructural
  - Resumen ejecutivo de la memoria de cálculo y diseño de accesos (donde sea aplicable)
  - Resumen ejecutivo de la memoria de cálculo y diseño de otras ingenierías





- y especialidades (donde sea aplicable)
- Servidumbres, expropiaciones y autorizaciones
- Documento ambiental final
- Presupuesto global y particular de cada etapa de construcción
- Desagregación tecnológica, dependiendo de las condiciones del SERCOP
- Ejecución del proyecto
- Socialización final del proyecto
- Elaboración de pliegos para la contratación de la obra
  
- Anexos:
  - Anexo 1: Plano temático en formato A3 con áreas de servicio e integración del proyecto.
  - Anexo 2: Plano temático en formato A3 con interferencias con infraestructura o servicios existentes.
  - Anexo 3: Plano temático en formato A3 con interferencias con rellenos antrópicos.
  - Anexo 4: Plano temático en formato A3 con redes proyectadas, en color para fácil entendimiento político y técnico, con un cuadro que resumen longitud del subsistema, tipo y diámetro de tuberías, proceso de excavación en zanja o en túnel.
  - Anexo 5: Memoria técnica de cálculo y diseño hidráulico y/o sanitario.
  - Anexo 6: Memoria técnica de cálculo y diseño estructural.
  - Anexo 7: Memoria técnica de cálculo y diseño de otras ingenierías y especialidades
  - Anexo 8: Planos temáticos de servidumbres, autorizaciones y expropiaciones, y fichas para servidumbres y/o expropiaciones.
  - Anexo 9: Todos los planos del diseño definitivo en formato A3 con copia.
  - Anexo 10: Todos los planos del diseño definitivo en formato A1 bond, con todos los detalles requeridos para la correcta construcción del sistema.
  - Anexo 11: Plano General en formato A1 color, donde se identifique el proyecto y el presupuesto referencial de cada etapa.

#### 9.4.2. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Documento final que responda a los Diseños Definitivos ajustándose a los términos de referencia obtenidos dentro del proceso de regularización ambiental y a la normativa ambiental vigente y los lineamientos y salvaguardas ambientales establecidas por la CAF.

Este estudio se entregará en un solo producto y deberá contener al menos los siguientes capítulos:

- Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto
- Análisis de alternativas de las actividades del proyecto
- Demanda de recursos naturales por parte del proyecto
- Diagnóstico Ambiental de la línea base
- Evaluación de impactos socioambientales
- Análisis de riesgos
- Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles
- Inventario forestal, de ser aplicable
- Plan de manejo ambiental y sus respectivos sub-planes



Adicional a la normativa ambiental del país, el consultor debe seguir obligatoriamente los lineamientos de salvaguardas ambientales de CAF. Estos lineamientos constan en varios documentos anexos a la página web: <https://www.caf.com/es/lineamientos-y-salvaguardas-ambientales/>

### **9.4.3. MEMORIA EJECUTIVA DE LA FASE 3**

El consultor presentará una memoria ejecutiva, la que será de fácil entendimiento para personal técnico y político, con un resumen conciso de los informes precedentes, incluyendo los planos en formato A3.

### **9.5. DOCUMENTACIÓN FÍSICA A RECIBIR**

Para la revisión de cada fase del estudio, el consultor entregará la documentación impresa de cada fase con las siguientes características:

- Memorias de cada fase en formato A4 bond, impresos en ambas caras (original y dos copias).
- Los planos temáticos y de diseño en formato A3 bond, serán impresos en una sola cara (original y dos copias).
- Los planos de diseño definitivo en formato A1 bond, serán impresos en una sola cara (original y dos copias).
- Se entregará el respectivo respaldo digital en una memoria externa

Para el pago de cada planilla, el consultor presentará conjuntamente con la planilla de pago, lo siguiente:

- Archivo digital en formato PDF de las memorias escaneadas aprobadas de cada fase, las que estarán sumilladas por el consultor y el supervisor del estudio.
- Archivo digital en formato PDF de los planos en formato A3 bond escaneados aprobados de cada fase, que estarán firmadas por el consultor, supervisor, administrador y el jefe de Ingeniería de Proyectos.
- Archivo digital en formato PDF de los planos en formato A1 bond escaneados aprobados (solo para el informe final provisional), las estarán firmadas por el consultor, supervisor, administrador y el jefe de Ingeniería de Proyectos.
- Se entregará el respectivo respaldo digital en una memoria, con todos los documentos escaneados por fase.

El consultor entregará el respaldo del proyecto en un disco duro externo estado sólido, consolidando la información correspondiente a las 3 fases, conjuntamente con el informe final definitivo.

Se entregará la documentación en carpetas, con sus respectivas subcarpetas, acorde a las necesidades del proyecto.

La primera carpeta con archivos en formatos editables, sean archivos tipo: Word, Excel, Powerpoint, Autocad, GIS, u otros acorde a los programas utilizados.



La segunda carpeta se entregará en formato PDF, escaneando todos los documentos impresos entregados por el consultor, por cada fase, los que estarán sumillados por el consultor y el supervisor.

Se adjuntan las “Normas de Dibujo para la Elaboración de Planos Digitales de Diseño de Redes de Alcantarillado de La EPMAPS”.

## 9.6. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

El Consultor tendrá la responsabilidad de desarrollar un programa de transferencia de tecnología que contenga un plan de capacitación para el personal de la EPMAPS, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a) La pertinencia del programa de capacitación a las actividades de la Consultoría y del programa de descontaminación de los ríos de Quito. En relación con este aspecto se deberán proponer temas de capacitación a niveles profesional y técnico, que sirvan a la EPMAPS para el desarrollo de funcionarios entrenados en aspectos de diseño, operación y mantenimiento de los sistemas de intercepción y de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales. También se deberán tomar en cuenta aspectos componentes de la caracterización de aguas residuales de origen doméstico e industrial.
- b) El enfoque y metodología de la capacitación, cubriendo tanto aspectos teóricos como prácticos de capacitación en servicio, en los diferentes temas. Se deberán proponer talleres, y/o seminarios a dictarse como parte de la actividad de los expertos, en temas relacionados con: (1) la tecnología del tratamiento de aguas residuales, con especial relevancia a las condiciones del estudio; (2) el diseño de los procesos de tratamiento a incluirse en las PTAR; y (3) el control de procesos y la operación y mantenimiento de dichos sistemas de tratamiento de aguas residuales, incluido aspectos de instrumentación necesaria.

La Transferencia de Tecnología deberá tener como mínimo los siguientes aspectos:

- Mínimo dos eventos de capacitación de al menos 20 horas, sobre conceptos y últimas herramientas tecnológicas utilizadas en la elaboración de estudios relacionados al proyecto de Preinversión.
- Conferencias y/o charlas sobre temas relacionados al proyecto en estudio que incluya a la Academia o a instituciones interesadas.
- Las actividades deberán ser presentadas en un cronograma, especificando los objetivos a alcanzar con los participantes. Al final de cada actividad el Consultor presentará un reporte demostrando cómo los objetivos planteados fueron alcanzados.

El Consultor deberá proponer programa de “Transferencia Tecnológica” en el que se indicarán las capacitaciones, charlas, etc. a realizar con el respectivo cronograma. Este programa será aprobado por la Supervisión/Administración.

## 10. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo previsto para la ejecución de la presente consultoría es de **TRESCIENTOS TREINTA DIAS CALENDARIO (330)**, hasta la entrega del Informe Final Provisional, el mismo que servirá para el cómputo y control del plazo contractual.



## 10.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

### ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO DEL EMISARIO LA VIÑA Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS PARROQUIAS CUMBAYA Y TUMBACO

ACTIVIDAD	PLAZO (en días)											
Informe Preliminar	15											
Fase 1: Estudios técnicos y de campo	130											
Revisión Fase 1 (*)				15								
Corrección Fase 1					15							
Fase 2: Diseños Definitivos						120						
Revisión Fase 2 (*)									15			
Corrección Fase 2										15		
Fase 3: Informe Final Provisional												20
<b>TOTAL</b>	<b>330</b>											

\*Actividad que realiza la EPPMAPS

\*\* El plazo contractual termina con la entrega del informe final provisional. A partir de ese momento, comienza la etapa de recepción.

Una vez que se firme el contrato, el Consultor deberá entregar a la Supervisión un cronograma detallado de todas las actividades y entregables parciales de productos, con fechas específicas en el Informe Preliminar. Cada mes se realizará una “Reunión de Seguimiento” en donde deberán estar presentes todos los profesionales vinculados en el desarrollo de los entregables, la supervisión de los mismos y todos aquellos que la Supervisión/Administración considere necesarios. El objetivo de la reunión es verificar el cumplimiento del cronograma de trabajo planteado por el Consultor, con la finalidad de cumplir las fechas contractuales.

## 10.2. APROBACIÓN DE INFORMES

### 10.2.1. INFORME PRELIMINAR

El Consultor presentará el **Informe Preliminar** en el plazo de **quince (15)** días siguientes, contados a partir de la fecha de la firma del contrato, debiendo la EPPMAPS aprobar o presentar las observaciones pertinentes en el plazo de **tres (3)** días (Revisión Informe Preliminar). El Consultor a su vez, dispondrá de un plazo de **tres (3)** días, por una sola vez, para presentar la versión final corregida en función de las observaciones que realice la EPPMAPS (Corrección Informe Preliminar).



### 10.2.2. INFORME FASE 1

El Consultor presentará el **Informe de la Fase 1** en el plazo de **ciento treinta (130) días** siguientes, contados a partir de la fecha de la firma del contrato, debiendo la EPMAPS aprobar o presentar las observaciones pertinentes en el plazo de **quince (15) días** (Revisión Fase 1). El Consultor a su vez, dispondrá de un plazo de **quince (15) días**, por una sola vez, para presentar la versión final corregida en función de las observaciones que realice la EPMAPS (Corrección Fase 1).

### 10.2.3. INFORME FASE 2

El Consultor presentará el **Informe de la Fase 2** en el plazo de **doscientos ochenta (280) días** contados a partir de la fecha de la firma del contrato, debiendo la EPMAPS aprobar o presentar las observaciones pertinentes en el plazo de **quince (15) días** (Revisión Fase 2). El Consultor a su vez, dispondrá de un plazo de **quince (15) días**, por una sola vez, para presentar la versión final corregida en función de las observaciones que realice la EPMAPS (Corrección Fase 2).

### 10.2.4. INFORME FINAL PROVISIONAL Y DEFINITIVO

El Consultor presentará el **Informe Final Provisional**, en el plazo de **trescientos treinta (330) días** contados a partir de la fecha de la firma del contrato, debiendo la EPMAPS aprobar o presentar las observaciones pertinentes en el término de **quince (15) días**, las que el Consultor deberá atender en el término de **quince (15) días** y presentar el **Informe Final Definitivo**. Estos tiempos no son imputables al plazo contractual.

El plazo previsto de **(trescientos treinta) 330** días para la entrega del Informe Final Provisional de acuerdo al Cronograma de Actividades servirá para el cómputo y control del plazo contractual.

El tiempo empleado para revisión de los productos por parte de la EPMAPS y para corrección de los mismos, por parte del consultor, no se considerarán como incrementos o ampliación al plazo contractual, sino que deberán ejecutarse dentro del plazo total establecido para la consultoría.

## 11. ADMINISTRACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORÍA

La Administración y Supervisión de esta consultoría será realizada por la EPMAPS a través de los funcionarios previamente designados para el efecto, con los que el Consultor deberá mantener permanente contacto para coordinar cualquier actividad necesaria en el cumplimiento de su cometido y reuniones periódicas de evaluación de cumplimiento, mínima 1 vez al mes. Las atribuciones de la Supervisión/Administración son: conocer y resolver los pedidos del Consultor, analizar y aprobar los informes, efectuar las recepciones de los trabajos, cuantificar el avance de los estudios y aprobar las planillas de pago respectivas, en base a los informes de la Supervisión.

La Supervisión/Administración realizará los trámites pertinentes para que se apliquen las





leyes y reglamentos vigentes en lo que tenga relación a los derechos y obligaciones que se desprendan del contrato de consultoría.

El Consultor tiene la obligación de brindar las adecuadas y necesarias facilidades para que la Administración y Supervisión pueda cumplir con sus obligaciones y responsabilidades.

Además, cuando la Entidad así lo requiera, el Consultor está obligado a efectuar presentaciones cada vez que entregue un informe y a contestar las preguntas y aclaraciones que el personal de la Entidad participante en la presentación las formule, en relación con el informe.

## 12. FORMAS Y CONDICIONES DE PAGO

CAF, realizará los desembolsos a los Consultores a requerimiento de la EPMAPS, en función de los productos establecidos en el presente documento. La EPMAPS solicitará el desembolso una vez validado los informes de cada producto de la presente consultoría y se encuentre satisfecho con los resultados.

Para la solicitud de desembolso, la EPMAPS deberá presentar la documentación e informes requeridos por CAF y contar con el visto bueno del Administrador del Contrato.

### 12.1. FORMA DE PAGO

El pago se realizará de la forma que se describe a continuación. De cada uno de los pagos se retendrá al Consultor la suma equivalente al 10% en concepto de garantía:

- **Primer pago (planilla 1):** equivalente al 20% del valor total del contrato, se cancelarán desde CAF a la cuenta del Consultor, luego de la entrega del Informe Preliminar, por parte del Consultor y la respectiva aprobación por parte de la EPMAPS.
- **Segundo pago (planilla 2):** equivalente al 20% del valor total del contrato, se cancelarán desde CAF a la cuenta del Consultor, luego de la entrega del informe correspondiente a la Fase 1, por parte del Consultor y la respectiva aprobación por parte de la EPMAPS.
- **Tercer pago (planilla 3):** equivalente al 30% del valor total del contrato, se cancelarán desde CAF a la cuenta del Consultor, luego de la entrega del informe correspondiente a la Fase 2, por parte del Consultor y la respectiva aprobación por parte de la EPMAPS.
- **Cuarto pago (planilla 4, liquidación):** equivalente al 30% del valor total del contrato, se cancelarán desde CAF a la cuenta del Consultor, luego de la entrega del informe correspondiente a la Fase 3, por parte del Consultor y la respectiva aprobación por parte de la EPMAPS. El Acta de Entrega Recepción Definitiva (única), se suscribirá una vez que se cuente con la liquidación del contrato emitida por el Departamento de Contabilidad de la EPMAPS.
- La devolución de la retención realizada del 10% de cada uno de los pagos anteriores, será devuelto al consultor, una vez entregado el Informe Final Definitivo y firmada el Acta de Entrega Recepción Definitiva.



## 12.2. REAJUSTE DE PRECIOS

No se contempla reajuste de precios para este proyecto.

## 12.3. MODALIDAD:

La modalidad de pago será por suma alzada.

## 13. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El Presupuesto Referencial disponible de la Consultoría que considera las estimaciones de Costos Directos, Indirectos y Subcontratos y Servicios es de **USD. 750.000,00 + IVA** (SETECIENTOS CINCUENTA MIL NOVECIENTOS 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA) + IVA

## 14. PERSONAL TECNICO, EQUIPO DE TRABAJO, RECURSOS

### 14.1. PERSONAL TECNICO CLAVE:

No.	Cargo	Clave	Nivel de estudio	Descripción	Cantidad
1	DIRECTOR DE PROYECTO	SI	CUARTO NIVEL CON TÍTULO	TITULO UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA CIVIL O EQUIVALENTE	1
2	ESPECIALISTA HIDRAULICO SANITARIO	SI	CUARTO NIVEL CON TÍTULO	TÍTULO UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA CIVIL O AFÍN CON MAESTRÍA EN ÁREAS RELACIONADAS CON EL AGUA	2
3	ESPECIALISTA EN DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO	SI	CUARTO NIVEL CON TÍTULO	TITULO UNIVERSITARIO EN RAMAS DE LA INGENIERÍA CON MAESTRÍA EN ÁREAS RELACIONADAS CON EL AGUA	1
4	ESPECIALISTA EN DISEÑO DE EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	SI	CUARTO NIVEL CON TÍTULO	TITULO UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTROMECAÁNICA O EQUIVALENTES	1
5	ESPECIALISTA EN INGENIERIA ELECTRICA	SI	TERCER NIVEL CON TÍTULO	TÍTULO UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA, AFINES O EQUIVALENTE	1
6	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL	SI	TERCER NIVEL CON TÍTULO	TÍTULO UNIVERSITARIO EN INGENIERO CIVIL CON EXPERIENCIA EN DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS HIDRÁULICAS	1

## 15. EL CONSULTOR

### 15.1. CARACTERÍSTICAS DEL CONSULTOR



El perfil tanto de las Firmas Consultoras, Asociaciones o APCAS, así como del Grupo Clave necesario para el desarrollo de la presente Consultoría, está descrito en los criterios de evaluación descritos en los pliegos.

## **15.2. RESPONSABILIDAD DEL CONSULTOR**

El Consultor es legal y económicamente responsable de la validez técnica de los estudios y diseños contratados, así como de su aplicabilidad, dentro de los términos contractuales, las condiciones de información disponible y el nivel científico técnico existente en la actualidad.

Es obligación del Consultor, a través de su personal técnico, asistir a todas las reuniones que convoque la Supervisión/Administración. El Consultor, además, brindará todas las facilidades para que la Supervisión/Administración pueda acceder a sus oficinas y sitios de trabajo, así como a la información técnica del proyecto, con el objeto de constatar el desarrollo de las actividades previstas en el Plan de Trabajo presentado en el Primer Informe.

Es responsabilidad del Consultor disponer del personal de apoyo idóneo y capacitado para realizar el trabajo propuesto de acuerdo a los Términos de Referencia y cumplir con los requisitos legales que la relación laboral exige. Por tal motivo, su responsabilidad implica el proveer de transporte a su personal, dotarle de equipo de trabajo, así como de todos los aditamentos de seguridad industrial que se requiera.

El Consultor asume para sí todas las obligaciones laborales consagradas en el Código de Trabajo y en la Ley de Seguridad Social, por tanto, tendrá la calidad de patrono o empleador frente a su personal, sin que el Contratante tenga responsabilidad por estos conceptos, ni a título de solidaridad patronal y respecto de los cuales observará las normas del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo y sus reformas. El Consultor deberá presentar, junto con cada informe, a excepción del Informe Preliminar, una copia del rol de pagos del personal de planta asignado al proyecto o copia de las facturas de pago del personal temporal contratado por honorarios profesionales para el proyecto.

Es responsabilidad del Consultor coordinar sus trabajos con la Supervisión/Administración y el personal del Contratante, así como de participar en todas las reuniones de trabajo que realizará la EPMAPS para analizar y exponer los trabajos y sus avances.

El Consultor utilizará la información que entregue la EPMAPS, única y exclusivamente para los objetivos del presente estudio, además se compromete a no entregar a terceros: ni datos, ni ningún producto del mismo, sin la debida autorización escrita de la EPMAPS.

El Consultor tiene la obligación de brindar las adecuadas y necesarias facilidades para que la Supervisión/Administración pueda cumplir con sus obligaciones y responsabilidades, entre otras, deberá contar con instalaciones equipadas con el adecuado mobiliario y equipamiento para realizar reuniones y presentaciones referentes al proyecto.

## **15.3. ADMINISTRACION Y SUPERVISION DE LOS SERVICIOS DE CONSULTORIA**

La Administración y Supervisión de esta consultoría será realizada por la EPMAPS a través



de los funcionarios previamente designados para el efecto, con los que el Consultor deberá mantener permanente contacto para coordinar cualquier actividad necesaria en el cumplimiento de su cometido. Las atribuciones de la Administración son: conocer y resolver los pedidos del Consultor, analizar y aprobar los informes, efectuar las recepciones de los trabajos, cuantificar el avance de los estudios y aprobar las planillas de pago respectivas, en base a los informes de la Supervisión y solicitar el pago directo de CAF al Consultor.

La Administración realizará los trámites pertinentes para que se apliquen las leyes y reglamentos vigentes en lo que tenga relación a los derechos y obligaciones que se desprendan del contrato de consultoría.

El Consultor tiene la obligación de brindar las adecuadas y necesarias facilidades para que la Administración y Supervisión pueda cumplir con sus obligaciones y responsabilidades.

Además, cuando la Entidad así lo requiera, el Consultor está obligado a efectuar presentaciones cada vez que entregue un informe y a contestar las preguntas y aclaraciones que el personal de la Entidad participante en la presentación las formule, en relación con el informe.

#### **15.4. REQUISITOS MÍNIMOS DEL CONSULTOR**

En lo referente a los requisitos de experiencia, el Consultor y su personal técnico clave mínimo, deberá cumplir con lo establecido en este documento y en los criterios de evaluación de los pliegos.

Para las demás actividades de la Consultoría, el Oferente deberá proponer una lista del personal extranjero o nacional técnico, auxiliar y administrativo a contratarse deberá contar con la aprobación de la EPMAPS. Estos costos y todos los inherentes al estudio deberá contemplarlos en su propuesta.

La presencia física de cada profesional del Personal Técnico Clave en el lugar de la Consultoría (Distrito Metropolitano de Quito) no deberá ser inferior a lo manifestado en los criterios de evaluación.

#### **15.5. ACOMPAÑAMIENTO DURANTE EL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL**

El consultor se obliga a prestar el acompañamiento técnico durante la obtención de la Licencia Ambiental en la entidad competente y se obliga a realizar las modificaciones que solicite la entidad competente, hasta obtener la licencia respectiva.

Durante todo el proceso de licenciamiento, el consultor se compromete a estar calificado en la entidad competente.

#### **16. RESPONSABILIDAD DEL CONSULTOR Y LA EPMAPS**

Para cualquier controversia, el consultor y la EPMAPS se sujetan de manera estricta a todo lo dispuesto en el CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA NO REEMBOLSABLE ENTRE LA CAF Y LA EPMAPS, firmado el 21 de abril del 2022 y que formará parte del contrato de consultoría.



## 17. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

---

Ing. Omar Correa  
**ELABORÓ**

---

Ing. Shubert Rosero  
**JEFE ESTUDIOS SANEAMIENTO (E)**  
**REVISÓ**

---

Ing. Víctor Ushiña  
**JEFE DEP. INGENIERIA DE**  
**PROYECTOS (E)**  
**VISTO BUENO**

---

Ing. José Ortega  
**GERENTE TECNICO DE**  
**INFRAESTRUCTURA**  
**APROBÓ**





**ANEXOS:**

<b>Anexo N° 1</b>	Tabla de cantidades de presupuesto referencial desglosado
<b>Anexo N° 2</b>	“Especificaciones Técnicas para la Realización de Trabajos de Control, Topografía, Cartografía y Sistemas de Información Geográfica en Proyectos de Agua Potable y Saneamiento”, Versión 4.0.”
<b>Anexo N° 3</b>	“Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado, para la EMAAP-Q; 01-AL-EMAAP-Q-2009”.
<b>Anexo N° 4</b>	“Especificaciones Técnicas para la Prospección Geológica – Geotécnica”
<b>Anexo N° 5</b>	“Ficha Predial”
<b>Anexo N° 6</b>	“Normas de Dibujo para la Elaboración de Planos Digitales de Diseño de Redes de Alcantarillado de La EPMAPS”
<b>Anexo N° 7</b>	Implantación del Proyecto, Formato A3_ PTAR e Interceptores.

Los Anexos 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se suministrarán al inicio de la etapa contractual.



## ANEXO N° 1

### TABLA DE CANTIDADES DE PRESUPUESTO REFERENCIAL DESGLOSADO



EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO DEL EMISARIO LA VIÑA Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS PARROQUIAS CUMBAYA Y TUMBACO

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	HONORARIO	TOTAL
				(meses)	(USD)	(USD)
	<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
	<b>1. REMUNERACIONES</b>					
	<b>1.1 PERSONAL TECNICO CLAVE (incluye beneficios y cargas sociales)</b>					
100102	DIRECTOR DEL PROYECTO_CTG 3	mes	1	11.00		
200103	ESPECIALISTA HIDRAULICO - SANITARIO_CTG 2	mes	2	10.00		
200111	ESPECIALISTA EN DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES_CTG 2	mes	1	10.00		
200119	ESPECIALISTA EN DISEÑO DE EQUIPO ELECTROMECHANICO_CTG 2	mes	1	5.00		
200171	PROFESIONAL ELÉCTRICO	mes	1	5.50		
200172	PROFESIONAL ESTRUCTURAL	mes	1	6.50		
	<b>1.2 PERSONAL TECNICO AUXILIAR Y ADMINISTRATIVO</b>					
200131	ESPECIALISTA EN INSTRUMENTACION, AUTOMATIZACION Y CONTROL DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES_CTG 2	mes	1	4.00		
200133	ESPECIALISTA EN EFICIENCIA ENERGETICA Y ENERGIAS RENOVABLES_CTG 2	mes	1	2.00		
200135	ESPECIALISTA EN GEOLOGIA_CTG 2	mes	1	2.00		
200137	ESPECIALISTA EN GEOTECNIA_CTG 2	mes	1	2.50		
200147	ESPECIALISTA EN ARQUITECTURA_CTG 2	mes	1	4.00		
200113	ESPECIALISTA EN DISEÑO VIAL_CTG 2	mes	1	2.00		
200107	ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA_CTG 2	mes	1	2.00		
200145	ESPECIALISTA EN ESTUDIOS DE POBLACION Y DEMOGRAFIA_CTG 2	mes	1	3.00		
200143	ESPECIALISTA EN EVALUACION ECONOMICA - FINANCIERA_CTG 2	mes	1	4.00		
200161	PROFESIONAL CON EXPERIENCIA EN ELABORACION DE PLIEGOS_CTG 1	mes	1	1.50		
200114	PROFESIONAL CON EXPERIENCIA EN COSTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS_CTG 1	mes	1	2.50		
200126	PROFESIONAL GEOGRAFO_CTG 1	mes	1	2.00		
200116	PROFESIONAL EN SEGURIDAD INDUSTRIAL_CTG 1	mes	1	1.50		
200148	PROFESIONAL RELACIONADOR COMUNITARIO	mes	1	2.00		
700306	INGENIERO CIVIL SEMI SENIOR (EXPERIENCIA DE 2 A 6 AÑOS)_CTG 2	mes	1	10.00		
200153	CHOFER	mes	1	6.00		



EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO DEL EMISARIO LA VIÑA Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS PARROQUIAS CUMBAYA Y TUMBACO

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	HONORARIO	TOTAL
				(meses)	(USD)	(USD)
	SUBTOTAL REMUNERACIONES (incluye beneficios y cargas sociales)					
	<b>2. BENEFICIOS Y CARGAS SOCIALES (Valor incluido en las Remuneraciones)</b>					
	SUBTOTAL BENEFICIOS Y CARGAS SOCIALES					
	<b>3. VIAJES Y VIATICOS (En este proyecto no se requiere)</b>					
	SUBTOTAL VIAJES Y VIATICOS					
	<b>4. SERVICIOS</b>					
300100	LUZ, AGUA, TELEFONO, INTERNET	mes	1	11.00		
300102	GARANTIAS_C TG 1	glb	1			
	SUBTOTAL SERVICIOS					
	<b>5. MOVILIZACION DE PERSONAL TECNICO</b>					
300101	VEHICULO	mes	1	11.00		
	SUBTOTAL MOVILIZACION					
	<b>6. SUMINISTROS</b>					
300108	SUMINISTROS Y MATERIALES DE OFICINA_C TG 1	glb	1.00			
	SUBTOTAL SUMINISTROS					
	<b>7. REPRODUCCIONES</b>					
300111	REPRODUCCION DE DOCUMENTOS_C TG 1	glb	1.00			
300116	COMPRA DE INFORMACION_C TG 3	glb	1.00			
	SUBTOTAL REPRODUCCIONES					
	<b>8. SUBCONTRATOS</b>					
	<b>TOPOGRAFIA</b>					
11.004.4.04	PUNTO GNSS (INCLUYE MOJON CON PLACA Y MONOGRAFIA)	u	8.00			
11.004.4.16	POLIGONO DE ARRASTRE CON NIVELACION GEOMETRICA INCLUYE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DIBUJO PLANTA PERFIL	Km	6.00			
11.004.4.19	CATASTRO DE POZOS H<6m (INCL. CAPTURA ELECTRONICA DE DATOS)	u	271.00			
11.004.4.22	CATASTRO DE POZOS h>6m (INCL. CAPTURA ELECTRONICA DE DATOS)	u	60.00			



EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO DEL EMISARIO LA VIÑA Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS PARROQUIAS CUMBAYA Y TUMBACO

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	HONORARIO	TOTAL
				(meses)	(USD)	(USD)
11.004.4.15	NIVELACION POZO A POZO PARA CATASTRO- INCLUYE CALCULO PROCESAMIENTO DE DATOS Y DIBUJO PLANTA Y PERFIL	Km	11.00			
11.004.4.01	POLIGONO PARA DISEÑO CON NIVELACION GEOMETRICA (INCLUYE COLOCACION DE BM, DIBUJO Y PLANOS)	Km	13.00			
11.004.4.17	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN RIOS Y QUEBRADAS (ha) INCLUYE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DIBUJO	u	28.00			
11.004.4.18	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN TERRENO PLANA (ha) INCLUYE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DIBUJO	u	20.00			
11.004.4.33	RESTITUCION AEROFOTOGRAFICA ESCALA 1:5000 FOTOGRAFIAS EXISTENTES, INCL. ARCHIVO DIGITAL Y JUEGO DE PLANOS EN PAPEL (SE PAGARA EN ha)	u	2,303.00			
11.004.4.20	INFORME TOPOGRAFICO (INCL.LIBRETAS CAMPO, FOTOGRAFIAS)	glb	1.00			
	<b>ESTUDIO GEOLOGICO – GEOTECNICO</b>					
11.003.4.01	MOVILIZACIÓN, TRASLADO Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS PESADO PARA MECÁNICA DE SUELOS	glb	1.00			
11.003.4.05	PERFORACIÓN EN SUELOS O RELLENOS CON ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) CADA METRO (INCLUYE FOTOGRAFÍAS, REGISTRO Y TOMA DE MUESTRAS ALTERADAS)	m	150.00			
11.003.4.06	PERFORACION A ROTACIÓN CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO EN SUELO (INCLUYE UN ENSAYO SPT CADA METRO,REGISTRO, FOTOGRAFÍAS, CAJAS). DIÁMETRO MÍNIMO NQ	m	110.00			
11.003.4.08	PERFORACION A ROTACIÓN CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO EN CONGLOMERADO (INCLUYE REGISTRO, FOTOGRAFÍAS, CAJAS). DIÁMETRO MÍNIMO NQ	m	60.00			
11.003.4.07	PERFORACION A ROTACIÓN CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO EN ROCA (INCLUYE REGISTRO, FOTOGRAFÍAS, CAJAS). DIÁMETRO MÍNIMO NQ	m	40.00			
11.003.4.04	EXCAVACIONES MANUALES Y/O APERTURA CALICATAS O TRINCHERAS, (MUESTRA ALTERIADA Y FOTOGRAFÍAS)	m3	30.00			
11.003.4.11	TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS EN CALICATAS INCLUYE FOTOGRAFIAS POR MUESTRA	u	20.00			
11.003.4.12	ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN SUCS. (INCLUYE: HUMEDAD NATURAL, LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO Y GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO)	u	106.00			
11.003.4.16	ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN SUELOS	u	70.00			
11.003.4.13	ENSAYO TRIAXIAL UU EN PROBETA SATURADA	u	20.00			
11.003.4.14	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	u	5.00			
11.003.4.18	PRUEBAS DE PERMEABILIDAD LEUGEON	u	3.00			
11.003.4.19	PRUEBAS DE PERMEABILIDAD LEFRANC	u	3.00			
11.003.4.42	TOMOGRAFIAS ELECTRICAS	m	1,000.00			





EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO DEL EMISARIO LA VIÑA Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS PARROQUIAS CUMBAYA Y TUMBACO

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	HONORARIO	TOTAL
				(meses)	(USD)	(USD)
11.003.4.20	SISMICA DE REFRACCIÓN	m	510.00			
11.003.4.28	SISMICA PASIVA	u	5.00			
11.003.4.29	CBR DE LABORATORIO (3 MOLDES)	m	6.00			
	<b>CATASTRO DE PREDIOS, COMPONENTE SOCIOECONOMICO Y CALIDAD DE AGUA</b>					
11.002.4.34	ASAMBLEA DE SOCIALIZACION PARA CONSULTORIAS (SE PAGARA POR EVENTO)	u	3.00			
11.002.4.22	ENCUESTA SOCIOECONOMICA PARA ANALISIS DEMOGRAFICO Y EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA - INCL. PLANIFICACION, DESARROLLO E INFORME	u	2,580.00			
11.002.4.31	FICHAS DE SERVIDUMBRE DE ACUEDUCTO	u	50.00			
11.002.4.29	FICHAS CATASTRALES	u	30.00			
07.009.4.02	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00			
11.004.4.12	ANIMACION DE PROYECTO (VIDEO VIRTUAL TRIDIMENSIONAL-SE PAGARÁ POR MINUTO)	u	6.00			
400120.00	CARACTERIZACIÓN DE DESCARGAS DE ALCANTARILLADO DE LOS PARÁMETROS: TURBIEDAD, COLOR, SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES, DBO5, DQO SOLUBLE, DQO PARTICULADO, ACEITES Y GRASAS, TENSOACTIVOS, NITRÓGENO AMONICAL, NTK, SULFATO, FÓSFORO TOTAL, CLORUROS, COLIFORMES TOTAL).	u	42.00			
400121.00	CARACTERIZACIÓN DE DESCARGAS DE ALCANTARILLADO DE METALES PESADOS (ARSÉNICO TOTAL, CADMIO, COBALTO, COBRE, CROMO EXVALENTE, CROMO TOTAL, NIQUEL, PLOMO, ZINC, CIANURO TOTAL Y MERCURIO).	u	42.00			
400122.00	ANÁLISIS DE DQO Y PH.	u	42.00			
400123.00	COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS.	u	6.00			
11.005.4.08	AFORO TIPO 1 (Q HASTA 10 l/s)	u	31.00			
11.005.4.09	AFORO TIPO 2 (Q MAYOR 10 l/s) CON MOLINETE	u	42.00			
11.002.4.24	TOMA DE MUESTRAS Y PARAMETROS DE CAMPO (T,OD, pH) INCL. CONSERVACION, CUSTODIA, GEOREFERENCIACION E INFORME (TOMA DE UNA MUESTRA DIARIA)	u	28.00			
11.002.4.25	ANALISIS EN LABORATORIO DE MUESTRAS DE AGUA DE FUENTES NATURALES (DBO5, DQO, COLI FECAL, NTK, P TOTAL, SST, SULFATO, ACEITES Y GRASAS, TENSOACTIVOS MBAS) INCL. INFORME	u	30.00			
400130	ADECUACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO Y AFORO E IMPLEMENTOS MENORES	u	6.00			



EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO DEL EMISARIO LA VIÑA Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS PARROQUIAS CUMBAYA Y TUMBACO

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	HONORARIO	TOTAL
				(meses)	(USD)	(USD)
	<b>DIBUJO</b>					
11.002.4.32	PLANO NIVEL PREFACTIBILIDAD/FACTIBILIDAD (INCLUYE IMPRESIÓN A1)	u	126.00			
11.004.4.27	DIBUJO DE PLANOS DE IMPLANTACION GENERAL, AREAS DE APORTACION, PLANIMETRIAS Y PERFILES DE RED DE ALCANTARILLADO E INTERCEPTORES (INCL. IMPRESION FORMATO A1)	Km	13.00			
11.004.4.28	DIBUJO DE PLANOS DE ARQUITECTURA HIDRAULICA O DE DETALLE (INCL. IMPRESION FORMATO A1)	u	150.00			
11.004.4.29	DIBUJO DE PLANOS ESTRUCTURALES (INCL. IMPRESION FORMATO A1)	u	130.00			
11.004.4.26	DIBUJO DE PLANOS TEMATICOS (INCL. IMPRESION FORMATO A1)	u	52.00			
11.004.4.13	DIBUJO 3D DE PROYECTO HIDRAÚLICO Y/O URBANISTICO	u	22.00			
11.004.4.30	IMPRESION DE PLANOS TIPO - FORMATO A1 (INCL. EDICION)	u	18.00			
	<b>SUBTOTAL SUBCONTRATOS</b>					
<b>A</b>	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (1+2+3+4+5+6+7+8)</b>					<b>681,818.18</b>
<b>B</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>5.0%</b>	<b>34,090.91</b>
<b>C</b>	<b>UTILIDAD EMPRESARIAL (SOLO PARA FIRMAS CONSULTORAS)</b>				<b>5.0%</b>	<b>34,090.91</b>
	<b>TOTAL GENERAL SIN INCLUIR IVA (A + B + C)</b>					<b>750,000.00</b>