

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1-1
2. OBJETIVOS.....	2-1
3. ANTECEDENTES.....	3-1
4. CRITERIOS DE DISEÑO DE UN EMISARIO SUBMARINO	4-1
4.1 DILUCIÓN	4-2
4.2 TIPOS DE AGUAS DESCARGADAS	4-4
4.3 MEDICIONES DE CORRIENTES.....	4-5
4.4 OLEAJE	4-9
4.5 MEDICIÓN DE T_{90}	4-10
4.6 PROGRAMA DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA	4-12
4.7 ESTUDIOS METEOROLÓGICOS.....	4-13
4.8 ESTUDIOS BATIMÉTRICOS Y GEOLÓGICOS	4-13
4.9 UBICACIÓN DEL EMISOR.....	4-14
4.10 REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DIFUSOR	4-19
4.11 ASPECTOS TÉCNICOS DE DISEÑO	4-20
4.12 SELECCIÓN DEL MATERIAL	4-22
5. EMISARIO SUBMARINO DE CARTAGENA.....	5-1
5.1 ANTECEDENTES – NECESIDAD.....	5-1
5.2 MEJOR OPCIÓN.....	5-3
5.3 CRITERIOS DE DISEÑO	5-5
6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	6-1
6.1 PERSONAL.....	6-1
6.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO	6-2
6.3 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA ESTRUCTURAS DE LA PLANTA	6-3
6.4 CONTROL DE CALIDAD DE PROCESO	6-5
6.5 LABORATORIO	6-5
6.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES, PROTECCIÓN LABORAL E HIGIENE	6-6
7. COSTOS ESTIMADOS DE EMISARIOS SUBMARINOS.....	7-1
7.1 COSTOS UNITARIOS PARA SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y EMISARIOS SUBMARINOS.	7-1

7.2 COSTO DE EMISARIOS SUBMARINOS DE PEQUEÑO DIÁMETRO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	7-3
7.3 COMPARACIÓN DE COSTOS	7-6
7.4 COSTOS EMISARIO SUBMARINO DE CARTAGENA.....	7-7
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	8-1

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1 Ubicación de emisarios submarinos en América Latina	3-2
Figura 4.1 Componentes del diseño de emisarios submarinos	4-1
Figura 4.2 Atrapamiento de aguas residuales en aguas de densidad homogénea (a) y estratificada (b).....	4-5
Figura 4.3 Amarre para dos correntógrafos	4-9
Figura 4.4 Esquema de los perfiles verticales de velocidad inducidos por la marea, el viento y el oleaje	4-10
Figura 4.5 Variables y elementos geométricos para el diseño del emisor y difusor submarino.....	4-16
Figura 4.6 Definición de variables en el difusor submarino	4-16
Figura 4.7 Disposición convencional de un sistema emisor submarino	4-18
Figura 4.8 Términos descriptivos de una tubería de acero.....	4-21
Figura 5.1 Ubicación de los cuerpos de agua afectados por el proyecto.....	5-1
Figura 5.2 Sistema de Disposición Final de las Aguas Residuales de Cartagena	5-5
Figura 5.3 Perfil hidráulico	5-8
Figura 5.4 Comportamiento tubería en fase de hundimiento.....	5-12
Figura 5.5 Detalle zanja para tubería terrestre	5-14
Figura 5.6 Detalle zanja zona oleaje	5-15
Figura 5.7 Detalle zanja de 3 hasta 10 metros de profundidad	5-16
Figura 5.8 Detalle zanja de 10 hasta 15 metros de profundidad	5-17
Figura 5.9 Detalle zanja emisario/difusor	5-18
Figura 7.1 Costo de tratamiento.....	7-2
Figura 7.2 Costos del emisario submarino	7-3
Figura 7.3 Costo Unitario de construcción de un emisario submarino de PEAD	7-5
Figura 7.4 Costo de Emisarios Submarinos	7-6

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 3.1 Características de Emisarios de 500 o más metros de longitud en Latinoamérica y el Caribe en 1993.....	3-3
Tabla 4.1 Parámetros para el diseño hidráulico del emisor submarino	4-15
Tabla 4.2 Recomendaciones para el diseño hidráulico del emisor y del difusor	4-15
Tabla 4.3 Relación diámetro/habitantes para el diseño de emisores submarinos	4-21
Tabla 4.4 Características de los materiales usados	4-22
Tabla 4.5 Estimaciones de costos referentes al tipo de material	4-23
Tabla 5.1 Crecimiento demográfico en Cartagena	5-2
Tabla 5.2 Caudales de aguas residuales que descargan a los cuerpos de agua de Cartagena (año 2000).....	5-2
Tabla 5.3 Carga Dinámica Total (metros)	5-6
Tabla 5.4 Tubería de 1.830 mm de diámetro versus caudales de diseño.....	5-7
Tabla 5.5 Características de las aguas residuales domesticas crudas de Cartagena	5-7
Tabla 5.6 Estadística mensual de las velocidades de la corriente.....	5-9
Tabla 5.7 Dilución inicial	5-10
Tabla 5.8 Reducción de contaminantes de las aguas residuales de Cartagena por dilución en el Mar Caribe	5-11
Tabla 5.9 Presión de aire la tubería en el proceso de hundimiento	5-13
Tabla 7.1 Costo tratamiento preliminar con emisario submarino (\$US).....	7-8
Tabla 7.2 Resumen de costos de alternativas con emisario (\$US)	7-9