

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN
“DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA SANEAMIENTO Y
RECUPERACIÓN DEL RÍO APANCHACAL EN LA ZONA NORTE DE LA
CIUDAD DE SANTA ANA.”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

***OCHOA SÁNCHEZ, MANUEL FERNANDO.
MOLINA MANCÍA, SARA MAYRA JOSEFINA.
REYES CASTANEDA, XIOMARA ELIZABETH.***

DOCENTE DIRECTOR:

ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ.

FEBRERO DE 2011

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA.

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR:

ING. Y MSC RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ.

VICE-RECTOR ACADÉMICO:

ARQ. Y MASTER MIGUEL ANGEL PEREZ RAMOS.

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO:

LICDO. Y MASTER OSCAR NOE NAVARRETE.

SECRETARIO GENERAL:

LICDO. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ.

FISCAL GENERAL:

DR. RENE MADECADEL PERLA JIMENEZ.

AUTORIDADES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE.

DECANO:

LICDO. JORGE MAURICIO RIVERA.

VICE-DECANO:

LICDO. Y MASTER ELADIO EFRAÍN ZACARÍAS ORTEZ.

SECRETARIO DE FACULTAD:

LICDO. VICTOR HUGO MERINO QUEZADA.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA:

ING. RAUL ERNESTO MARTINEZ BERMUDEZ.

DOCENTE DIRECTOR:

ING. RAUL ERNESTO MARTINEZ BERMUDEZ.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Graduación para optar al grado de:

INGENIERO CIVIL

Titulo:

***“DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION PARA SANEAMIENTO Y
RECUPERACION DEL RIO APANCHACAL EN LA ZONA NORTE DE LA
CIUDAD DE SANTA ANA.”***

Presentado por:

***OCHOA SANCHEZ, MANUEL FERNANDO.
MOLINA MANCIA, SARA MAYRA JOSEFINA.
REYES CASTANEDA, XIOMARA ELIZABETH.***

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docente Director:

Ing. Raúl Ernesto Martínez Bermúdez.

Santa Ana, Febrero de 2011.

AGRADECIMIENTOS GENERALES

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, por la oportunidad que nos brinda para formarnos profesionalmente.

A NUESTRO ASESOR, ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ, por ser nuestro guía en todo este proceso, gracias por su disposición, apoyo, ayuda y comprensión.

A EL ING. LUIS ZAMORA, por brindarnos su aporte y orientación de manera desinteresada en este trabajo de graduación.

A EL LIC. DAVID ROSALES, por brindarnos sus conocimientos y darnos su apoyo en parte de este trabajo de grado.

A TODOS LOS DOCENTES, que participaron de nuestra formación, gracias por compartir con nosotros sus conocimientos.

DEDICATORIA

A JESUCRISTO NUESTRO SEÑOR Y A NUESTRA SANTISIMA MADRE, por la oportunidad que me dieron de crecer en mi vida profesional, se que sin la ayuda, aliento, fortaleza y consuelo que me brindaron cada día, no hubiera sido posible llegar al final de mi carrera. A ellos sea la gloria y la honra por todos los siglos.

A MI MAMÁ, Rosa Angélica Sánchez, por regalarme la vida, y por hacer de mi una persona correcta con principios y valores. Por su ayuda moral y sentimental que me brindo de manera incondicional en momentos que mas lo necesite y sobre todo por tener confianza en mi cuando aún faltaba mucho...gracias Mamá este triunfo se lo dedico a usted.

A MI PAPÁ, Jorge Alberto Ochoa Cuéllar, por estar conmigo en todo momento de mi carrera, por todo el sacrificio que hizo por mi, brindándome su apoyo económico, ofreciéndome siempre confianza, y ánimo para culminar éste sueño...este triunfo también es tuyo.

A MI HERMANO, José Jaime Ochoa Sánchez por ser un pilar fundamental al brindarme su ayuda económica, dándome ánimo siempre para culminar éste logro. Le agradezco grandemente, se que Dios dará muchas bendiciones sobre su vida y su hogar y le recompensará por todo sus esfuerzo con el afán de verme como un profesional.

A MI TIO, José Jaime Ochoa Cuéllar, por brindarme su ayuda en el momento que mas necesite, apoyándome de manera incondicional para culminar éste proceso y por ser parte importante en mi familia.

A MI SOBRINO, Hugo Alberto, que inicia una nueva etapa en su vida con el afán de formarse profesionalmente, que mi ejemplo de perseverancia, lucha y esfuerzo le sirva de motivación para lograr dicho objetivo.

A MI SOBRINITA, Fátima Abigail, por todo el cariño que me brindo y me sirvió de motivación para llegar al final de este trabajo de grado.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS, Sara Mayra y Xiomara Elizabeth, por permitirme trabajar en equipo para lograr un mismo fin. Gracias por la comprensión, paciencia y esfuerzo, se que sin su dedicación y voluntad, este trabajo de grado no hubiera sido posible.

A MI COMPAÑERO E INGENIERO, Hosni Amir Méndez, por ser un amigo especial con el que compartí penas y glorias en la Universidad, además de brindarnos su ayuda de manera desinteresada en el desarrollo de este trabajo, sé que el Señor derramara muchas bendiciones en su vida...gracias Ingeniero.

A MI COMPAÑERO, Ricardo Ernesto Cerritos, por el apoyo que nos brindó en los momentos que mas necesitamos, Dios que obra con misericordia le dará abundantes bendiciones en su familia.

A TODOS MIS AMIGOS, que Creyeron en mí y me llevaron en sus oraciones para que este triunfo fuera posible...gracias amigos los llevo en mi corazón.

CRISTO VIVE, HOY MAÑANA Y SIEMPRE...

Manuel Fernando Ochoa Sánchez.

DEDICATORIA

A DIOS Y LA VIRGEN MARIA

Por darme la oportunidad y sabiduría de permitirme llegar a este gran día tan especial en mi vida, muchas gracias por permitirme lograr este triunfo.

A MI HIJO.

Diego Fernando que es la luz de mi vida y lo quiero mucho.

A MIS PADRES

Roberto Molina y especial a mi mamita Sara Mancia de Molina, por todo el apoyo moral y sus consejos que dio a lo largo del camino.

A MIS HERMANAS

Vicky (Q.P.D), Marisol y Elena gracias por su apoyo y motivación. Gracias por su amor.

A MIS SOBRINOS/NAS

José Roberto, Eduardo Luis, Ana Beatriz, Manuel Ernesto, Manuel Alberto, Johana Mariana, Luis Mario y Karla Elizabeth me ayudaron y me apoyaron mucho los quiero mucho.

A MI AMIGA

Xiomara Reyes que siempre estuvo a mi lado apoyándome en todo lo que ella pudo y a su mama Rosa Lidia que siempre me brindo su casa y apoyo en todo momento, muchas gracias a las dos las quiero mucho.

A MIS AMIGOS

Ricardo Cerritos, Marlon Guevara, Eve Torres, Luis Sagastume, Eleaquim Lobo (lobito), Agustín Castro, Hosni Méndez y Agustín Chinchilla.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Xiomara Reyes y Fernando Ochoa gracias por su paciencia y tolerancia y a pesar de todo los quiero mucho.

Sara Mayra Molina Mancía.

DEDICATORIA

A DIOS

Por permitirme lograr éste triunfo y todas las bendiciones en mi vida, por la oportunidad de crecer no solo como persona sino que también como profesional, Gracias Diosito lindo por estar conmigo aun a pesar de mis errores.

A MI MAMI

Rosa Lidia por acompañarme en este largo y difícil camino, por darme siempre tu apoyo incondicional y estar ahí siempre para mi, aun en los momentos más difíciles. Gracias por creer y tener fé en mí siempre, te amo mami que Dios te Bendiga.

A MIS HERMANOS Y SUS FAMILIAS

Henry, Sofía y Dany (Mi gorda), Jaime, Emeli y Steven quienes han compartido conmigo en los momentos de alegría y apoyado en los difíciles, los quiero mucho.

A MI FAMILIA

A todos mis tíos, especialmente a mi tía Marina y a mi tío Beto, a todos mis primos, quienes aun estando lejos me apoyaron moral y económicamente, gracias por estar siempre pendientes de mí.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Fernando Ochoa y Mayra Molina, gracias por la paciencia y por compartir todas las experiencias vividas a lo largo de la carrera, el camino no fue fácil y sabemos que a pesar las diferencias y de los momentos difíciles también compartimos sueños y alegrías. Gracias Mayra por ser también mi amiga.

A MIS AMIGOS Y AMIGAS

Que me alentaron siempre cuando pensé que ya no podía más, a mis amigas: Carmina, Janis y Paty que a pesar de no estar conmigo siempre fue como si lo estuvieran, a mis amigos y confidentes que fueron más que mis compañeros: Luis Sagastume, Ricardo Cerritos, Mayra Molina, Iván Ayala, Carlos Cáceres, Federico Gutiérrez, Nelson Melgar, Norman Peña y Hosni Méndez, a ese amigo tan especial que quiero tanto y me ayudo y apoyo siempre, que Diosito los Bendiga siempre a Uds. y a sus familias los quiero mucho, gracias por ser parte de mi vida.

En general, quiero agradecer a todas aquellas personas que a lo largo de la carrera me ayudaron y contribuyeron a alcanzar ésta meta: mi familia, amigos, compañeros de trabajo, les agradezco de todo corazón...DIOS LOS BENDIGA.

Xiomara Elizabeth Reyes Castaneda

INDICE

1. INTRODUCCION	i
CAPITULO I :GENERALIDADES	
1.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA.....	1
1.1.1 ANTECEDENTES	1
1.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2 OBJETIVOS	8
1.3 ALCANCES GLOBALES.....	10
1.4 LIMITANTES	11
1.5 JUSTIFICACIONES.....	12
CAPITULO II :FUNDAMENTOS TEORICOS	
2.1 INTRODUCCION	13
2.2 CICLO HIDROLOGICO	14
2.2.1 FASES DEL CICLO HIDROLÓGICO	16
2.3 MANANTIALES.....	18
2.4 AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA.....	21
2.4.1 AGUA SUPERFICIAL.....	24
2.4.1.1 RELACIONES DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.....	26
2.4.2 CALCULO DE CAUDALES EN EPOCA SECA.....	27

2.4.3 CALCULO DE CAUDALES EN EPOCA LLUVIOSA	31
2.4.4 AGUA SUBTERRANEA	32
2.5 CONTAMINACION DE AGUAS NATURALES	36
2.5.1 ORIGEN DE LA CONTAMINACION DEBIDO A CAMBIOS CLIMATICOS	36
2.5.2 TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN EL SUBSUELO	37
2.5.3 SUPERVIVENCIA DE VIRUS Y BACTERIAS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS	38
2.5.4 CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRANEA POR NITRATOS	40
2.5.4.1 EL PROBLEMA DE LOS NITRATOS	41
2.5.4.2 CONTROL DE NITRATOS	42
2.5.5 CONTAMINACION DE ORIGEN DOMESTICO	43
2.5.6 CONTAMINACION DE ORIGEN INDUSTRIAL.....	44
2.5.7 CONTAMINACION DE ORIGEN AGRICOLA	44
2.5.8 CONTAMINACION POR AGUA PLUVIAL	45
2.6 EFECTOS DAÑINOS CAUSADOS POR LAS AGUAS RESIDUALES EN LOS CUERPOS RECEPTORES DE AGUAS NATURALES	46
2.7 CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.....	47
2.8 ESTUDIO DE POBLACION	48
2.9 AGUAS RESIDUALES	49
2.9.1 CLASIFICACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	49

2.9.2 CARACTERISTICAS FISICAS	53
2.9.3 CARACTERISTICAS QUIMICAS	54
2.9.4 CARACTERISTICAS BIOLOGICAS	55
2.10 ANALISIS DEL AGUA	56
2.10.1 PARAMETROS FISICOS	57
2.10.2 PARAMETROS QUIMICOS	60
2.11 REQUERIMIENTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN DIVERSOS USOS	67
2.11.1 AGUA PARA CONSUMO HUMANO	68
2.11.2 AGUA PARA CONSUMO INDUSTRIAL.....	69
2.11.3 AGUA PARA RIEGO	69
2.11.4 CALIDAD DEL AGUA PARA USO PECUARIO.....	70
2.11.5 CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREATIVO	70

CAPITULO III: IDENTIFICACION DE LAS CAUSAS DE CONTAMINACION.

3.1 INTRODUCCION.....	73
3.2 INSPECCION SANITARIA.....	74
3.2.1 DELIMITACION DEL AREA DE INSPECCION	74
3.2.2 DESCRIPCION AMBIENTAL DEL AREA DETERMINADA.....	75
3.2.2.1 VEGETACION Y FAUNA EXISTENTE EN EL AREA DE ESTUDIO	76

3.3 EVALUACION AMBIENTAL CON EL PROGRAMA RIAM BASIC (SITUACION ACTUAL).....	77
3.3.1 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES SUJETAS A DIAGNOSTICO	80
3.3.2 IDENTIFICACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES QUE ESTAN SIENDO AFECTADOS.....	82
3.3.2.1 PRIORIZACION Y CUANTIFICACION DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS.....	83
3.3.3 RESULTADOS CON EL PROGRAMA RIAM BASIC	84
3.4 EVALUACION AMBIENTAL CON EL PROGRAMA RIAM BASIC (CON PROYECTO)	93
3.4.1 IDENTIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	93
3.4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES POTENCIALES AFECTADOS	95
3.4.3 RESULTADOS CON EL PROGRAMA RIAM BASIC	101
3.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y ASEO DE OBRAS DE MITIGACION	106
3.6 LEGISLACION APLICABLE	108
3.7 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO	111

CAPITULO IV: ANALISIS DE LAS FUENTES DE CONTAMINACION A TRAVES DE INSECTOS ACUATICOS BIOINDICADORES DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA.

4.1 FUENTES DE CONTAMINACION.....	113
4.1.1 FUENTES PUNTUALES	113
4.2 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO APANCHACAL ATRAVES DE INSECTOS ACUATICOS BIOINDICADORES DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA.....	116
4.2.1 USO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES	118
4.2.2 LIMITANTES DE LOS MACROINVERTEBRADOS EN BIOMONITOREO	119
4.3 ORDEN DE INSECTOS ACUATICOS.....	120
4.4 AREA DE MUESTREO.....	122
4.5 MATERIALES Y EQUIPO PARA MUESTREO.....	122
4.6 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL MUESTRO	123
4.7 ANALISIS EN LABORATORIO PARA SEPARACION DE INSECTOS ACUATICOS	127
4.8 FUNDAMENTO DEL ÍNDICE BIOLÓGICO A NIVEL DE FAMILIAS DE INVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL SALVADOR (IBF-SV-2010)	128
4.8.1 ASIGNACIÓN DE PUNTAJES PARA APLICAR EL ÍNDICE BIOLÓGICO A NIVEL DE FAMILIAS DE INVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL SALVADOR (IBF-SV-2010).....	129

4.8.2 CALCULO DEL IBF-SV-2010 PARA DETERMINAR EL GRADO DE CONTAMINACION DEL RIO APANCHACAL EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE SANTA ANA.....	133
4.9 INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LABORATORIO	134

**CAPITULO V: DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION PARA EL
SANEAMIENTO Y RESCATE DEL RIO**

5.1 INTRODUCCION.....	135
5.2 TOPOGRAFIA DEL TERRENO.....	135
5.3 LOCALIZACION Y UBICACIÓN DE OBRAS DE MITIGACION.....	136
5.4 PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACION.....	137
5.5 DISEÑO HIDRAULICO DE CANALETA Y TUBERIA DE AGUAS NEGRAS	138
5.5.1 CALCULOS HIDRAULICOS.....	138
5.5.1.1 CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES.....	139
5.5.1.1.1 CAUDALES DE DISEÑO.....	141
5.5.1.1.2 VELOCIDADES	142
5.5.1.1.3 PENDIENTES.....	143
5.6 DISEÑO DE CANALETA.....	146
5.6.1 DISEÑO DE GRADA REDUCTORA DE ENERGIA	155
5.7 DISEÑO DE TUBERIAS	156
5.7.1 DIAMETRO DE TUBERIAS.....	156

5.8 DISEÑO DE MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA PARA LA ESTABILIDAD DE LA TUBERIA RIB_LOCK.....	160
5.9 OBRAS ADICIONALES	173
5.9.1DETALLE DE REJILLA	173

CAPITULO VI: PRESUPUESTO.

6.1 PRESUPUESTO.....	174
6.1.1 DESGLOSE DE COSTOS UNITARIOS	174
6.1.2 COSTO TOTAL DEL PROYECTO	190
6.2 DURACION DEL PROYECTO.....	191
6.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	193

CAPITULO VII:

CONCLUSIONES	194
RECOMENDACIONES	197
BIBLIOGRAFIA.....	199

ANEXOS

1. INTRODUCCION

A medida que la población ha venido en aumento, la necesidad de agua crece, tanto para consumo humano como para consumo industrial. El agua como fuente de vida se vuelve más escasa día a día y la cantidad de ríos en el municipio de Santa Ana, cada vez son menos y en el peor de los casos se encuentran en un alto grado de contaminación debido a la descarga directa de las aguas residuales, por lo que es necesario realizar medidas que reduzcan al máximo la contaminación de los afluentes y así poder generar un adecuado aprovechamiento de los mismos.

La falta de una mejor recolección, canalización y tratamiento de las aguas residuales que generan los habitantes de la Colonia el IVU, Colonia El Zapote Injerto, Barrio San Lorenzo, sectores ubicados sobre la 5° y 7° Av., Barrio Santa Bárbara, Colonia El Cocal, Colonia Apanteos, Penal de Apanteos y también los Mesones Reinita, Coto, Brisas del Mar y Santa Catarina ubicados entre el Barrio Santa Bárbara y Colonia el Cocal del municipio de Santa Ana, lo cual conlleva a generar problemas de contaminación de los afluentes, en particular y objeto de estudio el Río Apanchacal, además de generar un alto grado de contaminación de la flora, fauna y el ambiente en general.

Cabe mencionar que por las riberas del río existe un drenaje que separa las aguas residuales del afluente, sin embargo esta obra de protección ha sido realizada en forma inconclusa, generando un alto grado de contaminación del mismo.

Por lo que en este documento se identifican las causas probables de contaminación mediante pruebas físico-químicas, así como también mediante un método innovador el cual permitirá determinar la calidad del agua por medio de insectos invertebrados, de igual forma se presentaran posibles soluciones para disminuir el impacto negativo que está generando contaminación en el Rio Apanchacal.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCION DEL TEMA.

1.1.1 ANTECEDENTES

El Salvador es uno de los países de la región que presenta un mayor deterioro de sus recursos naturales y de su medio ambiente. A la fecha los principales indicadores del deterioro ambiental muestran que solo el 8% del territorio del país cuenta con cobertura boscosa adecuada; las tasas de erosión y pérdidas de suelos son una de las más altas de la región, la mayoría de los cuerpos de agua que están contaminados, como resultado de la descarga directa de los vertidos domésticos e industriales de los principales centros urbanos, a los cauces de los ríos.

La ciudad de Santa Ana fue fundada en la época precolombina en el Barrio de Santa Bárbara entre los ríos Apanchacal y Apanteos por los mayas, siendo posteriormente conquistada y colonizada por los pipiles y finalmente por los españoles.

Santa Ana, como una de las ciudades más importantes de El Salvador, no está al margen de este deterioro; ya que la deforestación, destrucción y contaminación ha ido en constante aumento con la transformación de los usos del suelo, que ha tenido lugar con el transcurso del tiempo.

Este es el caso de la zona Noreste de la ciudad que a principios del presente siglo, estaba integrada por fincas tales como: El Cocal, la China, La Quinta y otras, que de alguna manera contribuían con la recarga hídrica del acuífero subterráneo de los manantiales, que dan origen al río Apanchacal.

De unas 100 toneladas diarias de desechos sólidos que se generan en la Ciudad Santa Ana, un 20% va a parar a las alcantarillas que desembocan en ríos cercanos. El Apanchacal, ubicado al norte es uno de los más afectados. Lo preocupante es que el mencionado afluente atraviesa el Parque Ecológico San Lorenzo, el único de la zona y donde habitan muchas especies de animales.

En el río Apanchacal, hay 33 millones de coliformes (bacterias) que recorren las aguas, que van a parar al río Lempa.

Estos residuos originan un líquido o lixiviado, que pueden causar muchas enfermedades, siendo las familias cercanas a las riberas quienes sufren las consecuencias, dado que las filtraciones en los vertederos contienen sustancias cancerígenas y químicas.¹

Los beneficios de café aledaños al sitio, son los principales causantes de la contaminación en el río Apanchacal.

Estas fábricas y otras industrias de la zona descargan de “aguas mieles” y desechos en el afluente.

En el 2001, el río se desbordó, debido a las descargas de aguas residuales provenientes del beneficio COEX, cercano al Parque San Lorenzo.

En ese entonces murieron 50 mil peces de la principal laguna del lugar.

La empresa responsable de la contaminación fue demandada ante el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Sin embargo no fue sancionada, sólo lograron que limpiaran el estanque.

En la zona donde aflora éste manantial, se ha creado un balneario constituido por dos piscinas que han sido remodelado actualmente y se ha mejorado su acceso.

¹ <http://www.elsalvador.com/noticias/2006/10/02/elpais/pais1.asp>

Diferentes Empresas privadas y gubernamentales se interesaron en la recuperación del nacimiento del Río Apanchacal que desemboca en el río Lempa.

Los promontorios de basura que permanecían en las aguas del río Apanchacal, tributario del río Suquiapa, en la cabecera departamental, son tema del pasado. Entidades públicas y privadas que pertenecen al Comité Ambiental Intersectorial Santaneco retiraron los desechos sólidos que contaminaban un área de dos mil metros cuadrados. Los soldados y empleados de la comuna con piochas, palas, guantes y mascarillas retiraron basura acumulada del río. Esta primera campaña ambiental de protección también incluyó retirar los desechos sólidos, en fumigar y abatizar las casas aledañas.

En este sentido, el beneficio El Trapiche se comprometió en la rehabilitación de la canaleta para desviar las aguas negras del río, aseguró Alfredo Navarrete, representante del Ministerio del Medio Ambiente.

La primera etapa se inicio el 1 de julio del 2006 y concluyo a inicios de 2007, de todo el trayecto ya abarcaron 700 metros.²

✓ ANTECEDENTES GEOGRAFICOS

Ubicación Geográfica

Departamento de la zona occidental de la República. Está limitado de la siguiente forma: al norte, por la República de Guatemala y parte del departamento de Chalatenango; al este, por los departamentos de

² <http://www.elsalvador.com/noticias/2006/10/02/elpais/pais1.asp>

Chalatenango y La Libertad; al sur, por el departamento de Sonsonate y al oeste, por Ahuachapán y la República de Guatemala.

Descripción general del lugar del proyecto

Santa Ana es uno de los departamentos más importantes de El Salvador, esta se ubica en una región climática de los trópicos semi-húmedos, dicha ciudad se encuentra limitada por los siguientes municipios: al Norte, por Texistepeque y Nueva Concepción (Departamento de Chalatenango); al Este, por San Pablo Tacachico, Coatepeque y el Congo; al Sur, por Izalco y al Oeste, por Chalchuapa, San Sebastián Salitrillo, El Porvenir y Candelaria de la Frontera Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°48'20" y los 14°07'20" de Latitud Norte; 89°23'00" y los 89°38'27" Longitud Oeste.

Hidrografía

La mayor parte de ríos y quebradas que riegan el departamento desembocan en el río Lempa y Lago de Güija. Entre los ríos más notables se encuentran: Lempa, Angue, Anguiatú (Frío, Negro o El Brujo), San José, Santa Inés, San Miguel Ingenio, Ostúa, Cusmapa, Tahuilapa, Desagüe, San Nicolás, Sunapa, Guajoyo, Chingo (Coco o Jerez),

Tres Ceibas (El Porvenir), Galeano, San Jacinto, Amayo (Amayito o Chilcuyo), Suquiapa, Apanchacal (El Sauce), Zarco, Güeveapa (Pampe o Chalchuapa), El Molino, Ipayo (De Taxis), Chimalapa, El Rosario, Chiquito, El Puente y El Matazano; además cuenta con las lagunas de Metapán, Cuscachapa, y la parte este del Lago de Güija, el cual comparte con la República de Guatemala; es importante destacar la laguneta de aguas azufradas que se encuentra en el cráter del Volcán de Santa Ana o Ilimatepec y el Lago de Coatepeque, que se encuentra en la parte sur del departamento.

Ríos principales: Entre los ríos principales del departamento tenemos: Suquiapa en las cercanías de la ciudad de Santa Ana, Tahuilapa, Desagüe, Angue y San José en los alrededores de Metapán; Güeveapa, Pampe o Chalchuapa. Nace a 2.5 kilómetros al noreste del pueblo de El porvenir, Guajoyo ubicado al costado oeste de la villa de Candelaria, Cusmapa nace en Santiago de la frontera y desemboca en el Lago de Güija, Chingo, Coco o Jerez se desplaza con rumbo sur; su curso sirve como límite con la República de Guatemala, hasta desembocar en el río Güeveapa, Pampe o Chalchuapa.

Orografía

El departamento de Santa Ana está atravesado de oeste a este, por tres sierras o cordilleras, las cuales se denominan Alotepeque-Metapán, Mita-Comecayo o Mita-Sumicayo y Apaneca-Illamatepec. La sierra Alotepeque-Metapán, está situada al norte y la forman un grupo de montañas, entre las que sobresalen los cerros: Montecristo, Las Escobas, Miramundo, El Brujo y Los Cántaros, que sobrepasan los 2,000.0 metros sobre el nivel del mar.

La sierra Mita-Comecayo, situada al centro del departamento, comprende el volcán Chingo y los cerros: Singüil, Mala Cara, Pinalito, Pinalón, Texistepeque, Nispero, Salitre, La Coyota, Tecana, Chamula y Camones. En la región sur, la sierra Apaneca-Illamatepec, se destaca con el volcán de Santa Ana o Illamatepec y los cerros: Ayeco, El Águila, El Retiro, Verde y Las Ranas, además de los rasgos orográficos mencionados, se destacan numerosos valles, especialmente en los municipios de Chalchuapa, San Sebastián Salitrillo, Santa Ana y Metapán.³

³ http://www.escuelanicolasaguilar.com/santa_ana.htm

Contexto social

A continuación se mencionan algunas de las principales actividades Socio Económicas que se llevan a cabo en la Zona.

- **Empresas Industriales.** (X)
- **Empresas Agroindustriales.** (X)
- **Empresas Comerciales.** (X)
- **Empresas de Servicios.** (Y)

Donde:

X: Existentes

Y: No existentes

1.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación de ríos y arroyos en El Salvador, especialmente en la ciudad de Santa Ana, se ha convertido en uno de los problemas ambientales más graves del siglo XX, ya que el alto grado de contaminación ha perdido en los ríos, su capacidad de autodepuración.

Santa Ana siendo rica en recursos hidrológicos, las mayores fuentes de contaminación en sus ríos y lagos, proceden de la disposición de aguas grises de origen domésticos e industriales que no reciben ningún tipo de tratamiento, antes de ser descargados en los afluentes.

La principal fuente de contaminación del agua superficial proviene de los desechos no tratados de desperdicios domésticos e industriales. Uno de los estudios de esta cartera de estado, sobre calidad de agua, indica que la contaminación extrema que ataca a estas fuentes, proviene de la materia fecal que desemboca en ellos, mediante los sistemas de drenajes de aguas negras.⁴

Ante la falta de recolección, canalización y tratamiento de las aguas residuales del tipo domestico, industrial y agrícola, que son generadas por los sectores de las colonias zapote injerto, col. El IVU, el cocal, del municipio de Santa Ana, es una fuente de contaminación de los diferentes componentes ambientales: recursos hídricos, flora-fauna, y por ende la salud de los habitantes en el área y zonas aledañas.

Ante lo expuesto con anterioridad el problema principal es debido a la descarga de aguas negras directamente al rio Apanchacal, generadas por las colonias antes mencionadas, aunado a esto se destaca el tiradero de desechos sólidos sobre el rio contribuyendo aun más a su contaminación.

⁴ http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=48:p&id=5:p.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo general:

- ✚ Mejorar las condiciones del Río Apanchacal y reducir el impacto negativo al Medio Ambiente, causado por la descarga de aguas residuales mediante obras de Mitigación.

Objetivos específicos:

- ✚ Encausar el afluente de aguas negras hacia un punto de descarga aguas abajo, donde exista poca o nula población.
- ✚ Realizar un nuevo diseño para continuar las canaletas receptoras de aguas residuales que contribuyan al saneamiento del río.
- ✚ Mejorar el factor paisajístico de la zona contribuyendo a la vez con el medio ambiente.
- ✚ Aumentar la posibilidad de desarrollo turístico en el sector, mediante el mejoramiento de las condiciones favorables en el cauce.
- ✚ Contribuir a que las autoridades pertinentes concienticen a la población sobre el manejo de los desechos sólidos para disminuir su impacto negativo sobre el río Apanchacal.

- ✚ Determinar la calidad del agua en el río Apanchacal a través de bio-indicadores acuáticos, comparándolos con los valores obtenidos de las pruebas físico-químicos realizados al río.

- ✚ Contribuir a la implementación del método “**ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA ATRAVES DE INSECTOS ACUATICOS BIOINDICADORES DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA**”.

1.3 ALCANCES GLOBALES

- ✚ Elaborar medidas de mitigación para la zona del río Apanchacal comprendida entre el beneficio el COEX, hasta la desembocadura en el río Sauce.

- ✚ Elaborar un Diagnostico Ambiental del rio Apanchacal por medio de un software (RIAM BASIC).

- ✚ Realizar un levantamiento topográfico para conocer la planimetría y altimetría del terreno.

- ✚ Diseño de canaleta y tubería Rib_loc para separar las aguas residuales de las del manantial.

- ✚ Elaborar un presupuesto que contenga el costo total del conjunto de obras de mitigación para el saneamiento y recuperación del rio Apanchacal.

- ✚ Determinar el tiempo de duración del proyecto a través de un cronograma de actividades, representado en un diagrama de Gantt.

1.4 LIMITANTES

- ✚ La alcaldía no cuenta con ningún registro de la primera fase del proyecto, por lo tanto no se tiene ningún dato que respalde la investigación realizada con anterioridad.
- ✚ Debido a la alta inseguridad en la zona de estudio se dificulta el libre acceso a dicha zona con el fin de recolectar información para el desarrollo del trabajo de grado.
- ✚ Falta de interés por parte de las autoridades pertinentes para la realización satisfactoria del trabajo.
- ✚ Este estudio solo se limitara a realizar los análisis fisico-quimicos del agua y un bacteriológico, ya que solo estos se consideran necesarios para determinar el grado de contaminación actual del rio Apanchacal.

1.5 JUSTIFICACIONES

- ✚ Con la elaboración de este trabajo de grado se tendría una base fundamental con propuestas de solución a la problemática de la contaminación, con lo cual se estaría rescatando y saneando el río Apanchacal.

- ✚ A pesar que se realizó la primera etapa en el año 2006 a través de las organizaciones tales como el CAISA (Comité Ambiental Intersectorial de Santa Ana), se hace necesaria y urgente la continuación del proyecto para el rescate del río.

- ✚ Así mismo se hace necesario realizar otro estudio posterior para la realización del diseño y ubicación de la mega planta de tratamiento que recibirá las aguas residuales.

- ✚ Por lo anterior expuesto se justifica la elaboración del documento:
“Diseño de Obras de Mitigación, para Saneamiento y Recuperación del Río Apanchacal, en la zona norte del Departamento de Santa Ana.”

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1 INTRODUCCION

El agua es un recurso finito y vulnerable, por tanto los patrones de asentamientos humanos, los procesos de cambios en el uso del suelo reforzados por el crecimiento económico, la contaminación directa a través de las descargas de aguas servidas a los ríos, y más aun la creación de basureros sobre estos, han alterado las condiciones para la regulación de los mantos acuíferos superficiales y subterráneos, degradando severamente los recursos hídricos del país.

Así mismo el agua, en su estado natural, posee ciertas características físicas, químicas, y biológicas, que le dan una importancia extrema en las sociedades urbanas y rurales, por lo tanto el control para su explotación, conservación, y restitución de sus propiedades es una tarea de todo ser humano, para preservar el vital liquido.

La investigación de la hidrología es muy vital para el desarrollo, gestión y control de los recursos acuíferos, entre sus aplicaciones podemos mencionar: el uso y manejo de cuencas, erosión del suelo, eliminación y tratamiento de aguas servidas, uso recreacional del agua, en fin la conservación de la vida acuática y silvestre, que conforman el ecosistema acuífero.

Por lo tanto el hombre de manera irracional e irresponsable altera el ciclo del agua para satisfacer sus propias necesidades, utilizándolas en distintas actividades por ejemplo: la industria, el hogar, la agricultura, generación de energía eléctrica, etc. Esto conlleva a poner en riesgo a las presentes y futuras generaciones, ya que los mantos acuíferos desaparecen aceleradamente.

Es por eso que a través del marco de referencia que se presenta a continuación, se exponen los fundamentos y conceptos básicos en que se apoya la investigación para realizar una evaluación objetiva de la calidad del agua, y que luego mediante las diferentes propuestas de solución para sanear y recuperar el río Apanchacal, se puedan establecer los diversos usos que ésta podría tener para beneficio y desarrollo de las comunidades cercanas.

2.2 EL CICLO HIDROLOGICO.

El ciclo hidrológico o ciclo del agua es el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrosfera. Se trata de un ciclo biogeoquímico en el que hay una intervención mínima de reacciones químicas, y el agua solamente se traslada de unos lugares a otros o cambia de estado físico. Se podría definir también como el proceso que describe la ubicación y el movimiento del agua en el planeta. Es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano vuelve al océano después de pasar por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y/o escorrentía subterránea (Ver fig. 2.1).

El concepto de ciclo se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados.

Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía Solar y la gravedad.

El agua de la hidrosfera procede de la desgasificación del manto, donde tiene una presencia significativa, por los procesos del vulcanismo. Una parte del agua puede reincorporarse al manto con los sedimentos oceánicos de los que forma parte cuando estos acompañan a la litosfera en subducción.

La mayor parte de la masa del agua se encuentra en forma líquida, sobre todo en los océanos y mares y en menor medida en forma de agua subterránea o de agua superficial. El segundo compartimiento por su importancia es el del agua acumulada como hielo sobre todo en los casquetes glaciares antártico y groenlandés, con una participación pequeña de los glaciares de montaña, sobre todo de las latitudes altas y medias, y de la banquisa. Por último, una fracción menor está presente en la atmosfera como vapor o en estado gaseoso, como nubes. Esta fracción atmosférica es sin embargo muy importante para el intercambio entre compartimentos y para la circulación horizontal del agua, de manera que se asegura un suministro permanente a las regiones de la superficie continental alejadas de los depósitos principales.⁵

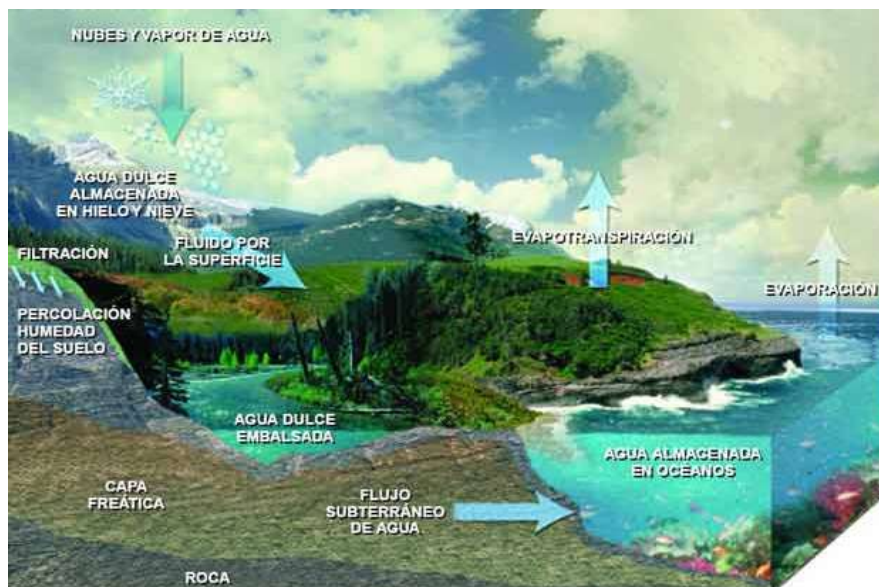


Fig.2.1 El ciclo del Agua.

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_hidrológico

2.2.1 Fases del Ciclo Hidrológico.

Evaporación: El ciclo se inicia sobre todo en las grandes superficies líquidas (lagos, mares y océanos) donde la radiación solar favorece que continuamente se forme vapor de agua.

El vapor de agua, menos denso que el aire, asciende a capas más altas de la atmósfera, donde se enfría y se condensa formando nubes.

Precipitación: Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, las cuales caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones.

Retención: Pero no toda el agua que precipita llega a alcanzar la superficie del terreno.

Una parte del agua de precipitación vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida por la vegetación, edificios, carreteras y luego se evapora. Del agua que alcanza la superficie del terreno, una parte queda retenida en charcas, lagos, ríos y embalses volviendo de nuevo a la atmósfera en su estado particular de vapor de agua.

Escorrentía superficial: Otra parte circula sobre la superficie y se concentra en pequeños cursos de agua, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos. Esta agua que circula superficialmente irá a parar a lagos o al mar, donde una parte se evaporará y otra se infiltrará.

Infiltración: Pero también una parte de la precipitación llega a penetrar la superficie del terreno a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, rellenando de agua el medio poroso o suelto que se encuentre cercano o inmediato a la zona en cuestión.

Evapotranspiración: En casi todas las formaciones geológicas existe una parte superficial cuyos poros no están saturados en agua, que se denomina “zona no saturada”, y una parte inferior saturada en agua, y denominada “zona saturada”. Una buena parte del agua infiltrada nunca llega a la zona saturada sino que es interceptada en la zona no saturada.

En la zona no saturada una parte de esta agua se evapora y vuelve a la atmosfera en forma de vapor, y otra parte, mucho más importante cuantitativamente, se consume en la “transpiración” de las plantas.

Los fenómenos de evaporación y transpiración en la zona no saturada son difíciles de separar, y es por ello por lo que se utiliza el término “evapotranspiración”.

Escorrentía subterránea: El agua que desciende, por gravedad-percolación y alcanza la zona saturada constituye la recarga de agua subterránea. El agua subterránea puede volver a la atmosfera por evapotranspiración cuando el nivel saturado queda próximo a la superficie del terreno. Otras veces, se produce la descarga de las aguas subterráneas, la cual pasara a engrosar el caudal de los ríos, evacuando directamente en el cauce o a través de manantiales, o descarga directamente en el mar, u otras grandes superficies de agua, cerrándose así el ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico es un proceso continuo pero irregular en el espacio y en el tiempo. Una gota de lluvia puede recorrer todo el ciclo o una parte de él. Cualquier acción del hombre en una parte del ciclo, alterara el ciclo entero para una determinada región. El hombre actúa introduciendo cambios importantes en el ciclo hidrológico de algunas regiones de manera progresiva al desecar zonas pantanosas, modificar el régimen de los ríos, construir embalses y otras actividades.

El ciclo hidrológico no solo transfiere vapor de agua desde la superficie de la Tierra a la atmosfera, sino que colabora a mantener la superficie de la Tierra más fría y la atmosfera más caliente. Además juega un papel de vital importancia: permite dulcificar las temperaturas y precipitaciones de diferentes zonas del planeta, intercambiando calor y humedad entre puntos en ocasiones muy alejados. **(Centeno Israel, 2009)**

2.3 MANANTIALES

El agua es un elemento fundamental para el ser humano, pues donde existe se pueden desarrollar diferentes formas de vida, y generar diferentes usos en beneficio de nuestro desarrollo.

El origen del agua en nuestro medio puede ser variado, entre ellos podemos mencionar:

- ✓ Aguas de precipitación: lluvia o nieve
- ✓ Aguas superficiales: ríos, lagos y embalses
- ✓ Aguas subterráneas: pozos y manantiales

Generalmente puede decirse que los manantiales son nacimientos o brotes naturales de aguas subterráneas. Más precisamente, se trata de puntos o zonas de un terreno en los que una cantidad apreciable de agua fluye a la superficie de modo natural, procedente de un acuífero o depósito subterráneo. O sea que son vertedores o desagües por los que emerge la recarga recibida por el acuífero que se encuentra bajo ellos.

Cuando el flujo natural de aguas subterráneas o provenientes de partes más profundas del interior del planeta (aguas fósiles) aparece en la superficie de los

continentes, se forman los manantiales; pero cuando ese flujo hídrico llega a cursos de agua se une a ellos. También puede formar lagunas o lagos.

Su origen puede ser atmosférico (caso del agua de lluvia que se filtra en la tierra y surge en otro lugar de menor altitud) o ígneo (por lo cual nacen manantiales de agua caliente y géiseres).

También las inundaciones súbitas e intermitentes y la acción constante de las corrientes y ríos desgastan gradualmente la superficie de la tierra, creando o ahondando un gran número de valles: De esta manera, pueden aflorar los acuíferos que se hallaban a grandes profundidades; entonces, el agua subterránea alcanza la superficie en ese punto, como un manantial.

Los manantiales, son las aguas absorbidas por el suelo y que luego vuelven a emerger, su caudal es incrementado por las lluvias y los afluentes menores que lo van alimentando durante su recorrido, su forma va siendo modificada por los accidentes de las regiones que atraviesan; es decir, su naturaleza y carácter depende del régimen de las lluvias, de la constitución geológica del suelo y de la topografía del terreno que recorren. El agua de los manantiales puede ser de una pureza sorprendente si se ha filtrado a través de un material casi insoluble, como el cuarzo, o muy dura, si tiene disuelta gran cantidad de carbonato de calcio y otros minerales. El agua que proviene de una gran profundidad, generalmente se haya libre de bacterias nocivas, aunque también existe el peligro de que su viaje a la superficie atravesase algún suelo contaminado con desechos producidos por los humanos.

Los manantiales se pueden clasificar de acuerdo a los siguientes criterios:

Según el tipo de surgimiento de las aguas (Ver fig. 2.2):

- a) rocosos, o sea los que brotan entre rocas basales;
- b) de vertedero o "vertientes", cuando el lugar de la salida original de las aguas queda obturado por rocas de desprendimiento que la obligan a brotar en la

superficie por un conducto situado generalmente en la parte inferior de la ladera.

Por otra parte, según la dirección del curso que las aguas subterráneas siguen antes de su salida al exterior, se dividen en:

- a) descendentes o de derrame, cuando los valles están situados bajo el nivel de las aguas subterráneas, y
- b) ascendentes, cuando las aguas manan por presión hidrostática.

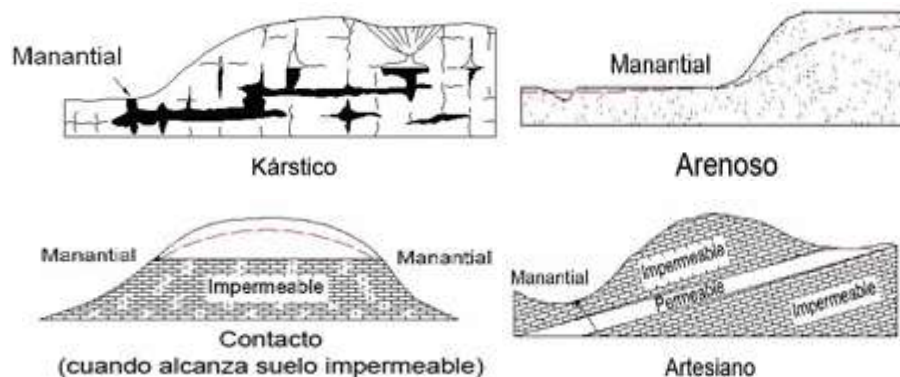


Figura 2.2 Distintas clases de manantiales, según el tipo de su surgimiento.

Además, según su formación se dividen en a) manantiales de estratos, los cuales se forman entre capas impermeables; b) de desborde, cuando se localizan en el borde de capas impermeables, formando una hondonada de la cual surgen las aguas, y c) de turbación o de falla, que es cuando las aguas se acumulan y ascienden por fallas o fracturas en que coinciden capas permeables con capas impermeables.

Por último, de acuerdo con la periodicidad de salida de sus aguas se diferencian en a) manantiales perennes, pues su flujo es continuo, o b) episódicos, periódicos o intermitentes, si es que fluyen normalmente en tiempos cortos, de manera más o menos regular, como lo hacen por ejemplo los géiseres.⁶

2.4 AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales y es uno de los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo, junto con el aire, la tierra y la energía. El agua es el compuesto químico más abundante del planeta y resulta indispensable para el desarrollo de la vida. La evaluación de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo.

Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas; sin embargo hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda.

Por lo tanto, la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, genera un riesgo a la población tanto en términos de salud, por contacto directo o indirecto por consumo de productos y uso del agua, así como, en términos de deterioro de los recursos hídricos.

La evaluación de la calidad del agua ha tenido un desarrollo muy limitado. Hasta hace unos años atrás, se ha reconocido a él agua, como origen de numerosas enfermedades infecciosas y contagiosas; sin embargo hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua es un factor muy importante a tener en consideración.

⁶ <http://chac.imta.mx/enciclopedia/manantiales/enciclopedia-manantiales.html>

El agua interviene en las actividades diarias de los seres humanos y por lo tanto es uno de los recursos naturales fundamentales para nuestro desarrollo, además de ser un recurso finito y vulnerable.

El agua subterránea y el agua superficial están íntimamente relacionadas, ya que son parte del mismo ciclo hidrológico. Los acuíferos descargan a cuerpos de agua superficiales o pueden ser recargados por éstos, dependiendo de las condiciones locales. Sin embargo, mientras que en forma natural en los ríos domina el flujo, en los acuíferos domina el almacenamiento, y ello tiene implicaciones fundamentales:

- ✓ Los acuíferos poseen una gran capacidad para amortiguar la variabilidad del agua superficial y los ciclos de sequía
- ✓ El tiempo de recorrido del flujo del agua subterránea es varios órdenes de magnitud mayor
- ✓ En el caso del agua subterránea, las interacciones 'aguas arriba - aguas-abajo' ni predominan ni son necesariamente fijas.

Con objeto de abordar con propiedad los complejos sistemas de flujo del agua subterránea, es necesario caracterizar en forma completa a los acuíferos, pero es posible empezar a integrar la planificación del agua subterránea y del agua superficial con la información disponible. El comportamiento de los sistemas de agua subterránea se puede llegar a pronosticar con igual certeza que el del agua superficial, si se plantea un monitoreo adecuado y, además, hay que tomar en cuenta que la incertidumbre que produce la falta de información se compensa con el 'efecto de amortiguamiento' del almacenamiento del acuífero.

Además el agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en cada momento en nuestro país y en los continentes, con un volumen mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de km. El agua del subsuelo es un recurso importante, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobre explotación.

Entre tanto suponiendo una relación, la calidad del agua superficial en ríos y arroyos, lagos, estanques y humedales está determinada por las interacciones entre el suelo, los sólidos transportados (orgánicos, sedimentos), las rocas, el agua subterránea y la atmósfera. También puede ser afectada significativamente por las actividades agrícolas, industriales, y de extracción minera y energética, urbanas y otras actividades antrópicas, así como por aportes atmosféricos.⁷

El agua de los manantiales va a parar, directa o indirectamente, a un curso superficial. Los caudales que los ríos llevan proceden en gran medida de la escorrentía de las aguas de lluvia y del deshielo de la nieve es ahí donde se da importancia a la relación existente entre el agua superficial y subterránea, pero también incluyen las aguas que han circulado por el interior de las rocas del subsuelo sin llegar a alcanzar la zona saturada de los acuíferos subterráneos. Para estudiar la aportación de agua subterránea que puede realizar un acuífero a un río, o al contrario, la recarga que un embalse subterráneo puede recibir de un curso de agua superficial, es fundamental conocer el tipo de conexión hidráulica que hay entre ambos. Este vendrá dado principalmente por dos factores:

⁷ www.practiciencia.com.ar/ctierrayesp/tierra/superficie/hidrosfera/continenta/subterra/superficial/index.html

a) Situación próxima de las formaciones geológicas permeables (Las rocas sedimentarias) las cuales se clasifican según el tipo, en: Rocas detríticas, químicas y margas (según su génesis) y Terrígenas (arcilla o limo (lutita), conglomerado, arenisca, etc.), Carbonatadas (creta, caliza, dolomía, etc.), Silíceas (Diatomita, radiolarita, calcedonia, caolín, etc.), Orgánicas (carbón mineral, petróleo, etc.), Ferro-aluminosas (limonita, laterita, etc.) y Fosfatadas (fosforitas sedimentarias, turquesa, etc.) (Según su composición), en relación con el cauce del río. (Ver glosario en anexo 1)

b) Situación del nivel del agua del río y del nivel freático profundo en la zona del acuífero contigua al río.⁸

2.4.1 Agua Superficial.

El agua superficial es aquella agua que fluye en la superficie de la tierra, esta agua está representada por mares, ríos, lagos, arroyos o algún tipo de agua subterránea que se manifiesta en la superficie en forma de un arroyo, el agua superficial tiene una gama muy amplia de usos cuando esta presenta condiciones favorables; el agua superficial sirve para: el uso domestico, la ganadería, producción de energía eléctrica, actividades industriales y otros. En los países en vías de desarrollo el agua superficial ya no brinda los usos antes mencionados ya que esta agua presenta un alto grado de contaminación por diferentes actividades humanas o naturales que degradan la calidad de esta.

Es importante saber cómo se forman los depósitos de agua superficial; la lluvia cae sobre la tierra, se filtra adentro de esta o se convierte en escurrimiento, el cual fluye hacia abajo y se deposita en ríos y lagos.

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Roca_sedimentaria

En la mayoría de los paisajes, la tierra no se encuentra totalmente plana, es decir, tiene declives hacia abajo siguiendo alguna dirección, creando frecuentemente pequeños riachuelos, estos se unen con las corrientes naturales de agua y ríos más grandes, un río por naturaleza fluye sobre la tierra de una altitud mayor hacia una altitud menor debido a la gravedad y eventualmente terminan desembocando en los mares.

El agua superficial no proviene únicamente por escurrimiento. La lluvia que cae a la tierra se filtra y forma el agua subterránea. A cierta profundidad debajo de la capa superficial, se encuentra la capa freática, la tierra se satura de agua. Si un banco de río pasa por esta capa saturada, como ocurre a la mayoría de los ríos, entonces el agua se filtra en estos. De lo anterior se puede concluir que el escurrimiento es muy importante para los depósitos de agua superficial ya que mantienen los ríos y lagos llenos de agua, pero en exceso, también pueden dañar el paisaje local causando erosión en lugares no deseados.

Entre los factores meteorológicos que afectan los escurrimientos se pueden mencionar: Tipo de precipitación, evapotranspiración, intensidad de la lluvia, cantidad de lluvia, duración de la lluvia, tiempo de precipitación, distribución del agua de lluvia sobre el desagüe de la cuenca, temperatura del aire, viento, humedad relativa y estaciones. También existen factores físicos que pueden afectar la esorrentía del agua, entre estos están: Uso de la tierra, vegetación, tipo de suelo, área de drenaje, forma de la cuenca, declive, topografía, estanques, lagos, represas en cuencas, que previenen o alteran el escurrimiento corriente abajo.

Un factor desfavorable para los depósitos de agua podría darse cuando los escurrimientos provienen de tierras agrícolas pudiendo acarrear elementos químicos en exceso, tales como nitrógeno y fosforo a los ríos, lagos y suministros de mantos acuíferos.

Estos elementos químicos en exceso pueden dañar la calidad del agua en la superficie y así como la subterránea.⁹

2.4.1.1 Relaciones del Agua Superficial y Subterránea.

Como el objetivo primordial del ser humano es el desarrollo integral de sus sociedades se ve en la necesidad de explotar el recurso agua para este beneficio. Para esto hay que comprender y analizar las aguas superficiales y subterráneas y tratarlas como un solo recurso que debe de ser aprovechado en equilibrio con el medio ambiente.

Las aguas subterráneas y superficiales generalmente fluyen a velocidades significativamente distintas; pueden tener características sustancialmente diferentes; pueden tener disponibilidades temporales y espaciales significativamente distintas; se almacenan de modos diferentes; a menudo se ven afectadas por distintas leyes y reglamentaciones y con frecuencia son administradas por distintas entidades (entre ellas ANDA, ADESCOS y otras entidades de carácter privado).

⁹ MAG-PNUD 1981, plan maestro de desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos en El Salvador. Documento básico aguas superficiales.Nº12

Esta diferencia entre ambos recursos viene de varias décadas atrás cuando el uso de los recursos era poco intensivo y es insostenible en la actualidad debido a que la gran demanda de agua provocada por el desarrollo económico y social ha hecho que ambos recursos se afecten entre sí. **(Raúl Campillo, 2003)**

2.4.2 Cálculo de caudales en época seca

El cálculo de los caudales en la época seca en un afluente son un parámetro valioso y de mucha importancia, el cual otorga un parámetro de referencia con respecto a la diferencia de volúmenes de agua que circulan o se transporta durante las estaciones seca o lluviosa en el año, en un determinado sector a analizar del río Apanchacal, estos valores vendrán a dar un aporte importante sobre cuál será el efecto que puede sufrir el cauce dependiendo del tipo de obra o medida a implementar, para el mejoramiento y saneamiento del río, y la conservación de la fauna y flora de los sectores circundantes a el lugar de estudio.

Por esta razón es necesario tener en cuenta cual es el valor del caudal mínimo, que nos permita mantener el equilibrio entre vida y seguridad, teniendo en cuenta que la estabilidad de este caudal depende en forma directa en el estado del río en estudio.

De ésta manera se procedió a realizar el aforo, para el cual se utilizo el método: uso de flotadores, que consiste en hallar la relación longitud entre tiempo, determinando el tiempo que demora un flotador en recorrer una longitud determinada, así como, determinando las alturas de la sección media del perfil del río (área), realizando el mismo procedimiento, obteniendo así valores de tiempo y distancia entre dos puntos de la zona de estudio en secuencias de tres

tomas de tiempo, en igual distancia para calcular la velocidad del agua; con este valor promediado y el del área se calcula el caudal por medio de la formula:

$$Q = V \times S \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

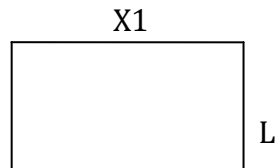
Q = CAUDAL

V = VELOCIDAD DEL AGUA

S: SECCIÓN MEDIA DEL PERFIL DEL RIO

Largo (L) = 5.20 m

Ancho(X1) = 2.70 m



Para una longitud del tramo L = 5.20 mts.

$$A = (X1)(L)$$

$$A1 = (2.70 \text{ m})(5.20 \text{ m})$$

$$A1 = 14.04 \text{ m}^2$$

Tiempos:

T1 = 11.36 seg

T2 = 10.75 seg.

T3 = 10.67 seg.

Alturas:

H1 = 8 cm

H2 = 10 cm

H3 = 7 cm

$$V = \frac{L}{T}$$

$$V1 = \frac{5.20}{10.75} = 0.4577 \text{ m/seg}$$

$$V2 = \frac{5.20}{10.75} = 0.4837 \text{ m/seg}$$

$$V3 = \frac{5.20}{10.67} = 0.4873 \text{ m/seg}$$

$$V_{med} = \frac{0.4577 + 0.4837 + 0.4873}{3}$$

$$\mathbf{V_{med} = 0.4762 \text{ m/seg}}$$

$$Q = V \times S \quad \text{Donde:}$$

S: sección media del perfil del Rio

Q: caudal

$$S1 = 0.10 \times 0.08 = 0.008 \text{ m}^2$$

$$S2 = 0.10 \times 0.10 = 0.010 \text{ m}^2$$

$$S3 = 0.10 \times 0.07 = 0.007 \text{ m}^2$$

Calculo de caudal con (Ecuación 1):

$$Q_1 = \left(0.4762 \frac{m}{seg}\right) (0.008 m^2) = 0.0038 m^3/seg$$

$$Q_1 = \left(0.4762 \frac{m}{seg}\right) (0.010 m^2) = 0.0047 m^3/seg$$

$$Q_1 = \left(0.4762 \frac{m}{seg}\right) (0.07 m^2) = 0.0033 m^3/seg$$

$$Q_{med} = \frac{0.0038 + 0.0047 + 0.0033}{3}$$

$$\mathbf{Q_{med} = 0.004 m^3/seg}$$

Por medio de la ecuación 1 se obtiene el valor del caudal que fluye por la estructura de estudio en la época seca con un valor de **Q = 0.004 m³ /seg.**

(Ver fotos de procedimiento en memoria fotográfica anexo 2.)

2.4.3 Cálculo de caudales en época lluviosa

El valor del caudal durante la época lluviosa es otro parámetro de gran trascendencia para la evaluación y capacidad hidráulica del río en estudio, debido a que este arrojará el valor real de la capacidad de generación y circulación de agua para su máximo aprovechamiento, mediante este análisis se podrá observar cual es el comportamiento verdadero del afluente en estudio. Sumado a esto se debe considerar la saturación previa de los suelos, ya que el aumento considerable del caudal del río pueda deberse a cuencas deforestadas o mal manejo de las mismas.

De esta manera se realizó el procedimiento para obtener los valores de caudal a través de aforos, el cual fue medido a través del método de aforo de vertedero triangular. Los valores obtenidos por las diferentes pruebas se procesaron a través de la fórmula para vertedero triangular.¹⁰

$$Q = 0.685 (H)^{2.45} \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

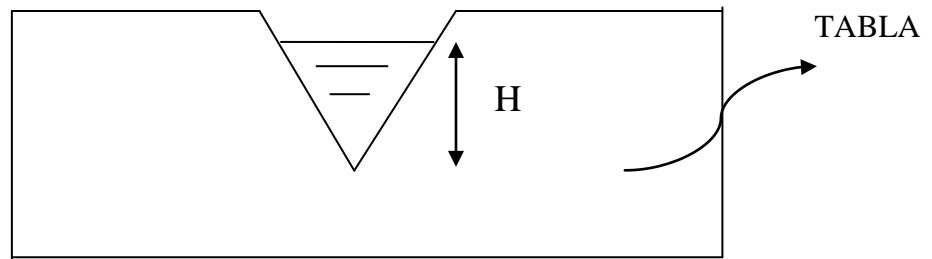
Q = Caudal

h = altura que alcanza el agua en el vertedero

Altura "H" alcanzada del caudal del río en vertedero H= 0.15 mts

NOTA: El resultado de la altura H se obtuvo de alturas promedios que se realizaron en campo durante el aforo.

¹⁰ fórmula obtenida de "Manual de Hidráulica", Autor Azevedo Netto



$$Q = 0.685 (0.15)^{2.45}$$

$$Q = 0.00656 \frac{M^3}{seg}$$

El valor obtenido de la ecuación 2 es de **Q= 0.00656 m³/seg**, caudal determinado en época lluviosa.

(Ver fotos de procedimiento en memoria fotográfica anexo 2.)

2.4.4 Agua Subterránea

El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso, el cual dependiendo del tipo de estrato, puede estar saturado de agua. El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos.

La existencia del agua subterránea se debe a un par de factores muy importantes, uno de ellos es la fuerza de gravedad, la gravedad atrae al agua hacia el centro de la tierra.

Esto significa que el agua de la superficie tratara de filtrarse hacia dentro de la tierra. El otro factor importante son las rocas, las rocas que se encuentra debajo de la superficie de la tierra son los cimientos de los acuíferos. Si todos los cimientos consistieran de un material denso como el granito solido, entonces

aun la gravedad no podría atraer el agua hacia las partes bajas. Pero los cimientos de la tierra consisten en muchos tipos diferentes de roca, tales como roca que contiene granos de cuarzo, granito y piedra caliza que permiten la filtración y permanencia del agua en los acuíferos.

En El Salvador el agua subterránea tiene una importancia mayor que la superficial, ya que la mayor parte del agua de consumo proviene de mantos acuíferos subterráneos que se explotan por medio de pozos.¹¹

Generalmente el agua subterránea tiene una mayor calidad que el agua superficial, de aquí se deriva la importancia de ésta en el medio ya que la mayor parte de fuentes superficiales están contaminadas impidiendo así el uso y consumo de esta agua. Pero también el agua subterránea presenta algunas desventajas que deben de tomarse en cuenta antes de explotar un acuífero, debido a que el agua subterránea se mueve a través de las rocas y la tierra del subsuelo, puede muy fácilmente disolver sustancias durante este movimiento. Por esta razón, el agua subterránea muy frecuentemente podría contener más sustancias que las que contiene el agua superficial.

Aun cuando la tierra es un excelente sistema que filtra partículas tales como hojas, abono e insectos, pueden encontrarse elementos químicos disueltos y gases en grandes concentraciones en el agua subterránea y causar problemas. El agua subterránea puede contaminarse con elementos químicos industriales, domésticos y de la agricultura que se encuentran en la superficie. Esto incluye elementos químicos tales como plaguicidas y herbicidas que muchos dueños de casas usan en sus jardines.¹²

¹¹ MAG-PNUD 1981, plan maestro de desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos en El Salvador. Documento básico aguas subterráneas. N°13.

¹² http://www.imta.gob.mx/index.php?Itemid=80&catid=52:enciclopedia-del-agua&id=181:agua-subterranea&option=com_content&view=article

El recurso hídrico es muy importante para la vida a nivel mundial, es importante para el consumo humano y para muchas actividades de desarrollo ya sea que esta provenga de fuentes superficiales o subterráneas, a continuación se detallan datos estadísticos a nivel mundial relacionados con el recurso agua:

Agua en el Planeta Tierra.¹³

- < 0.1% Superficial (ríos, lagos, atmosfera, suelo, biosfera)
- 94 % salada (de mar)
- 2 % nieves perennes
- ≈ 4 % Subterránea

Agua Dulce en el continente.

- ≈ 99.0% subterránea
- ≈ 1 % superficial

NOTA:

<: Menor que

≈: Aproximadamente

Se observa que el agua que el ser humano puede consumir, es decir el agua dulce en el continente americano, la mayor parte de esta es subterránea es por esta razón por la cual los gobiernos tienen que tomar medidas para proteger ríos, arroyos, lagos, y acuíferos cuando los pequeños pueblos crecen y se convierten en grandes ciudades que demandan cada vez más el vital líquido. Los dos grandes problemas que afectan las reservas de aguas son las sobreexplotación y la contaminación.

¹³ <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind46/contami/contami.html>

La contaminación microbiana disminuye con las distancias que ha recorrido en su filtración por el terreno, siendo mínima en zonas profundas.

Las principales actividades humanas que se producen impactos en las aguas subterráneas se pueden englobar en los siguientes grupos:

- a. Residuos sólidos urbanos.
- b. Aguas residuales vertidas en fosas sépticas.
- c. Actividades agrícolas.
- d. Ganadería
- e. Actividades industriales.
- f. Actividades mineras.

La contaminación del agua subterránea puede permanecer por largos períodos. Esto se debe a la baja tasa de renovación y largo tiempo de residencia, ya que al agua subterránea no pueden aplicarse procesos artificiales de depuración como los que se pueden aplicar a los depósitos superficiales, por su difícil acceso. (Ver fig. 2.3)¹⁴



Figura 2.3 Contaminación del agua subterránea por desperdicios sólidos.

¹⁴ http://www.atsdr.cdc.gov/es/general/agua/es_groundwater4.html

2.5 CONTAMINACION DE LAS AGUAS NATURALES.

Las fuentes naturales del agua son las corrientes fluviales pequeñas o grandes, los manantiales que brotan a la superficie, los pozos de baja profundidad y los profundos que surten poblaciones de una magnitud considerable.

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar al agua y el uso de medios de transporte fluviales y marítimos que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas.

2.5.1 Origen de la contaminación debido a cambios climáticos.

El agua lluvia en su caída hacia la tierra arrastra partículas de polvo y gases; al caer, escurre en la superficie arrastrando materia orgánica en descomposición, desechos de diferente naturaleza, sales diversas y numerosas bacterias, para formar luego arroyos que llegan hasta ríos, lagos y lagunas. Además, puede infiltrarse en la tierra, arrastrando numerosos organismos, muchos de ellos nocivos. Si penetra a grandes profundidades, su paso a través de la tierra puede ayudar a disminuir su carácter contaminante, y si el terreno es rico en minerales puede recoger sustancias que la hagan inadecuada para las necesidades humanas. Existe escasa información sobre la contaminación de las aguas subterráneas en los países en desarrollo. La mayoría de los estudios de campo se limitan a obtener información respecto a las condiciones hidrogeológicas y su relación con la contaminación de las aguas subterráneas por efluentes, producto de las actividades del hombre.

Algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la Tierra y en los océanos contamina la biosfera mucho más que el procedente de la actividad humana. Algo similar pasa con los hidrocarburos y con muchos otros productos. Normalmente las fuentes de contaminación natural son muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución, excepto en algunos lugares muy concretos. La contaminación de origen humano, en cambio, se concentra en zonas concretas y, para la mayor parte de los contaminantes, es mucho más peligrosa que la natural.¹⁵

2.5.2 Transporte de contaminantes en el subsuelo.

El hecho de que el perfil natural del suelo puede servir como un sistema eficaz de purificación de las excretas humanas ha sido conocido desde tiempo atrás. El proceso normalmente incluye la eliminación de microorganismos fecales y la atenuación de diversos compuestos químicos. Sin embargo, cabe señalar que no todos los perfiles de suelo tienen igual capacidad de procesamiento.

Un inconveniente grave en la contaminación de las aguas subterráneas, surge en el diseño, construcción, operación y mantenimiento inadecuado de los sistemas de disposición de excretas, como consecuencia de la pérdida de la capacidad de infiltración del suelo, con el consiguiente rebosamiento de los efluentes. Si bien tales problemas son obvios, existe otro problema igualmente serio y mucho más insidioso, el cual es la inadecuada purificación de los efluentes; esto puede ocurrir con ciertas condiciones hidrogeológicas, y puede ocasionar una grave contaminación del nivel freático, afectando negativamente las fuentes locales de agua. La mayoría de los sistemas sanitarios dependen,

¹⁵ <http://www.monografias.com/trabajos904/contaminacion-atmosferica-salud/contaminacion-atmosferica-salud.shtml>

fundamentalmente, de la capacidad del suelo y de la zona no saturada para aceptar y purificar los efluentes.

El tamaño relativamente grande de los helmintos y protozoarios, superior a 25 micras, hace que su extracción sea bastante eficiente filtrándolos a través del suelo, por lo que es poco probable que estos elementos lleguen a contaminar los mantos acuíferos. Las bacterias y los virus son muchos menores y pueden ser transportados a través de la percolación de los efluentes, desde los sistemas sanitarios locales hasta el nivel freático.

Por lo expuesto anteriormente, es de importancia proceder a la identificación de las condiciones hidrogeológicas de la zona por medio de mapas geológicos u otro material de referencia, para así no exceder su capacidad.¹⁶

2.5.3 Supervivencia de virus y bacterias en aguas subterráneas.

✓ Virus y bacterias.

Aunque parecen lo mismo, no lo son. Los virus son agentes externos a nuestro organismo, que provocan enfermedades virales; en el caso de las bacterias, aunque son agentes externos a nuestro organismo y pueden esparcirse en el aire, al igual que los virus, estas pueden provocar infecciones que, en muchos de los casos, no se pueden erradicar provocando un daño mayor.

Las bacterias y los virus pueden ser transportados a las aguas subterráneas, a través del efluente que se filtra de las letrinas, y de desechos líquidos dispuestos en el suelo, y si son ingeridos pueden causar infecciones. Sin embargo, los virus y bacterias que son excretados pueden transmitirse de

¹⁶ <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/repind46/analisis/analisis.html>

muchas otras maneras, como por ejemplo: a través de los alimentos, dedos o moscas contaminados.

A. Virus: El tiempo de supervivencia de los virus esta determinado en gran parte por la temperatura y el grado de contaminación, siendo mayor en las aguas muy limpias y en aguas altamente contaminadas. Los suelos que demuestran una mayor eficacia para suprimir virus, serian también, los que les permiten persistir por periodos más largos.

B. Bacterias: La información sobre la supervivencia de las bacterias en las aguas subterráneas es relativamente limitada. En general, se ha aceptado la tesis de que su periodo de supervivencia suele ser mayor en las aguas subterráneas que en las aguas superficiales, debido a la ausencia de luz solar y a la poca competencia por los nutrientes disponibles. También la temperatura constituye un factor importante, ya que las bacterias sobreviven mayor tiempo cuando las temperaturas son más bajas, por lo tanto, las bacterias que penetren más profundamente en los suelos tendrán, mayor probabilidad de sobrevivir por más tiempo que aquellas próximas a la superficie. La naturaleza química del agua subterránea afecta asimismo, la capacidad de supervivencia de cualquier bacteria presente.¹⁷

¹⁷ <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind46/analisis/analisis.html>

2.5.4 Contaminación del agua subterránea por nitratos.

Los nitratos presentes tanto en el suelo como en las aguas subterráneas, son resultado de la degradación microbiana de sustancias orgánicas nitrogenadas, como por ejemplo las proteínas.

La cantidad de nitrógeno en los desechos humanos, se calcula en unos 5 Kilogramos por persona al año, en forma de amoníaco y de compuestos orgánicos complejos, los que rápidamente pueden convertirse en nitratos bajo condiciones anaeróbicas. No todo este nitrógeno alcanzara el nivel freático, ya que podría ocurrir una desnitrificación, así mismo, la orina es responsable del 80% del Nitrógeno excretado. Por otra parte, los iones amónicos de los efluentes se pueden convertir rápidamente en nitratos y penetrar libremente en el subsuelo.

La contaminación de aguas subterráneas por nitratos, se atribuye al uso difundido de tanques y fosas sépticas, o en áreas que no cuentan con sistemas de desagüe.

Estudios realizados por personal de la organización panamericana de la salud, han demostrado que la fosas sépticas han provocado una significativa concentración de sustancias nitrogenadas en el suelo y rocas circundantes y desde ahí las partículas de nitrato se esparcen intermitentemente, con las infiltraciones pluviales; calculándose que la masa total de nitrógeno fácilmente oxidable, en una columna de suelo que va desde la superficie hasta el hecho rocoso de los lugares inmediatamente vecinos a una fosa es de 0.1 a 0.5 kg de nitrógeno /m² .

Lo anterior sirve para evidenciar que la contaminación por nitratos del agua subterránea situada a poca profundidad, es un problema serio cuando las instalaciones sanitarias están aglomeradas. **(Centeno Israel, 2009)**

2.5.4.1 El problema de los Nitratos

Una situación problemática generalizada es la creciente concentración de nitratos en el agua subterránea, originada fundamentalmente por el uso incorrecto de fertilizantes nitrogenados en las actividades agrícolas para aumentar el rendimiento de las cosechas. Este origen de contaminación se conoce como fuente extensa o difusa de contaminación y es muy difícil de corregir, en contraposición a las fuentes concentradas o puntuales de contaminación, como puede ser por ejemplo un vertedero de residuos urbanos. Sin embargo el uso incontrolado de fertilizantes no es la única fuente de nitrógeno nítrico en el suelo agrícola, pudiendo considerarse como tales:¹⁸

- a. El nitrógeno mineral existente.
- b. La mineralización natural del suelo, dependiente de la reserva de humus.
- c. Los residuos de la cosecha anterior.
- d. La aplicación de nitrógeno orgánico de origen ganadero (purines, estiércoles y deyecciones directas).
- e. El fertilizante nitrogenado añadido.

Debido a que el exceso de nitratos en las aguas puede deberse a la aportación al suelo de residuos orgánicos de origen ganadero y a la fertilización nitrogenada, se puede decir que las actividades agropecuarias pueden tener efectos negativos sobre la calidad de las aguas superficiales y freáticas, si no se procede con el control adecuado.

Si la adición de fuentes nitrogenadas es excesiva por parte del agricultor, se acumulará en el suelo nitrógeno nítrico. La pérdida de este nitrógeno a nivel de un área agrícola, lixiviándose a capas profundas, constituye un riesgo cuando la

¹⁸ fuente según MSPAS y MAG de El Salvador 1992.

cantidad de nitrógeno nítrico disponible en la zona de las raíces en un momento determinado sea muy superior a la demanda de la población vegetal existente. Las principales consecuencias de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por nitratos son la eutrofización de los sistemas acuáticos, es decir, el incremento del contenido en materia orgánica del agua, y la pérdida de calidad del agua para el consumo por el hombre. Hay que tener en cuenta que la captación y potabilización de aguas subterráneas para consumo es práctica habitual en numerosas zonas de nuestro país.¹⁹

2.5.4.2 Control de Nitratos

El control o disminución de las concentraciones de nitratos en las aguas requiere una serie de medidas preventivas que disminuyen la transferencia de nitratos a las aguas y correctoras cuando el nivel de estos compuestos es demasiado elevado. Las medidas correctoras son más complejas técnicamente que las preventivas, y son sensiblemente más caras. Por esta razón es necesario potenciar la prevención, que puede establecerse según las siguientes actuaciones:

- 1) Ordenación del territorio: planificación agrícola y delimitación de las zonas vulnerables, definiendo la aptitud de cada terreno para minimizar los riesgos de contaminación.
- 2) Aplicación racional de nitrógeno a los cultivos. Es preciso realizar un análisis de la fertilidad del suelo y los cálculos oportunos antes de proceder a la adición de fertilizantes.

¹⁹ <http://html.rincondelvago.com/contaminacion-por-nitratos-en-las-aguas-subterranas.html>

3) Mantener el suelo cubierto de vegetación y manejar el periodo entre cultivos. De esta forma se consigue controlar los niveles de nitratos para que no sean excesivos.

4) Riego racional. Un riego desmesurado provocaría el lavado de los componentes minerales del suelo, facilitando la llegada de nitratos a la capa freática.

5) Determinar la capacidad del suelo para aceptar purines y ajustarse a ella al distribuir este residuo líquido.²⁰

2.5.5 Contaminación de origen domestico.

La contaminación de origen domestico, es causada por todas las aguas negras que provienen de las descargas de tipo civil, es decir, de la actividad diaria del hombre, de las casas, hoteles, restaurantes, oficinas entre otros.

Las sustancias presentes en los excrementos humanos son relativamente constantes en calidad y varían poco con los grupos económicos de la población; sin embargo, se nota un aumento de materias grasas y nitrogenadas, en estratos sociales más elevados. Por otro lado, la cantidad y variedad de estas sustancias crecen muy rápidamente con el desarrollo económico.

Las aguas domesticas son una mezcla de sustancias orgánicas y minerales no disueltas, en solución acuosa. Los principales compuestos orgánicos son las grasas, jabones, proteínas, glúcidos y los productos provenientes de su descomposición, detergentes, aceites minerales y otros desperdicios de material celulósico y animal. **(Centeno Israel, 2009)**

²⁰ <http://educasitios.educ.ar/grupo068/?q=node/80>

2.5.6 Contaminación de origen industrial.

La contaminación de origen industrial, está causada por todas las descargas industriales, que constituyen sin duda, el grupo de contaminantes más peligrosos y que presentan los mayores problemas para su eliminación. Los contaminantes en aguas de origen industrial son innumerables dependiendo del tipo de producción, por tanto, sería un largo trabajo el hacer un listado completo.

Se puede decir que la contaminación puede ser debida a materias inorgánicas que se encuentran en suspensión o en solución y también a sustancias orgánicas como los desechos químicos, fenólicos, orgánicos, fermentables y los más peligrosos, los desechos tóxicos que pueden ser de origen orgánico o inorgánico; también, los detergentes contenidos en las aguas naturales, provienen en su mayor parte de las descargas industriales.²¹

2.5.7 Contaminación de origen agrícola y ganadero.

Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas.

La mayoría de los vertidos directos (el 65% de los 60 000 vertidos directos que hay), son responsabilidad de la ganadería. Se llama directo a los vertidos que no se hacen a través de redes urbanas de saneamiento, y por tanto son más difíciles de controlar y depurar.

²¹ www.worldmapper.org/spanish/325_industrial_water_es.pdf

En la Tabla II.1 se presentan los equivalentes de población según la fuente de desecho.

Fuente de desechos	Equivalentes población	Fuente de desechos	Equivalentes población
Hombre	1	Vaca	16.4
Plaza de guardería	0.5	Caballo	11.3
Plaza de escuela	0.6	Gallina	0.014
Plaza de camping	0.7	Oveja	2.45
Plaza de hotel	2.1	Cerdo	3
Plaza de hospital	4.0		

Fuente: Ciencias de la tierra y del medio ambiente.²²

Tabla II.1. Equivalentes de población (contaminantes expresados en DBO o similar)

2.5.8 Contaminación por agua pluvial.

Antes solía pensarse que el agua pluvial era limpia o que prácticamente no contenía contaminantes. Se le consideraba, por tanto, como un diluyente del agua contaminada en el sistema de alcantarillado. Así, el agua pluvial podía normalmente ser descargada en aguas receptoras sin recibir un tratamiento previo. Sin embargo, muchos análisis han demostrado que esta idea era errónea, y que el agua pluvial, durante los primeros minutos de la precipitación, está más contaminada que las aguas residuales domésticas. El agua pluvial está contaminada por impurezas atmosféricas, e impurezas de la superficie del suelo. Entre las impurezas atmosféricas se encuentran el polvo, las emisiones de combustión, excrementos de animales y bacterias, entre otras.

²² <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Entrega.asp?identrega=919>

Aun no ha sido comprobada la relación entre las sustancias nocivas de la atmosfera y la consiguiente contaminación de las aguas pluviales. Ni aun estableciendo un balance en base, a las fuentes individuales de emisión podría obtenerse un resultado valido.

2.6 EFECTOS DAÑINOS CAUSADOS POR LAS AGUAS RESIDUALES EN LOS CUERPOS RECEPTORES DE AGUAS NATURALES

Para abordar la situación de los riesgos ambientales es necesario considerar que estos se manifiestan en un espacio territorial donde se desarrollan diversas actividades productivas en las que están involucrados los seres humanos; este espacio territorial donde convivimos se llama medio ambiente que es todo lo que nos rodea, ya sea en su paisaje natural compuesto por la flora, fauna, agua, aire y suelo. También representa la fuente de donde provienen los recursos que nos permiten cubrir nuestras necesidades básicas de alimentación, vivienda y salud; además propician el crecimiento y desarrollo de las poblaciones humanas, las cuales viven en interacción dinámica con su medio. En el medio ambiente existen los ecosistemas que son las comunidades de organismos que interactúan en este, pero cuando estos ecosistemas son deteriorados se ocasionan los desequilibrios ecológicos, traduciéndose en una amenaza para la población, convirtiéndose en un riesgo ambiental.

Se puede ver que los problemas ambientales en las zonas urbanas se convierten en riesgo porque afectan mucha de la población urbana, estos riesgos están muy relacionados con los procesos productivos de un municipio. Ante lo anterior es oportuno señalar que los riesgos ambientales son de dos tipos: los de origen natural y los que son generados por la acción del hombre a través de los procesos productivos.

Los riesgos ambientales pueden estar presentes en un territorio siempre y cuando exista propensión en la población; es de mencionar que aspectos como el crecimiento poblacional, la industria, y el comercio, son los que más influyen en el desarrollo de una ciudad, pero también son los que más someten a riesgo a una población, principalmente cuando los procesos de producción no cumplen con la normativa legal ambiental.²³

En relación al proyecto en estudio, el cual tiene mayor énfasis en la recuperación y saneamiento del río Apanchacal, ya que en la actualidad éste presenta un grado de contaminación, por lo cual se hace necesario realizar estudios pertinentes y plantear posibles soluciones y así reducir la contaminación de éste, garantizando la recuperación de la vida acuática, flora y fauna, a la vez mejorando el aspecto paisajístico.

2.7 CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

De acuerdo a una cantidad de habitantes/lote = 6, y considerando una cantidad de 797 lotes existentes en las colonias y comunidades aledañas al Río Apanchacal, entre las que se mencionan: Colonia el IVU, Colonia El Zapote Injerto, Barrio San Lorenzo, sectores ubicados sobre la 5° y 7° Av., Barrio Santa Bárbara, Colonia El Cocal, Colonia Apanteos, Penal de Apanteos y también los Mesones Reinita, Coto, Brisas del Mar y Santa Catarina ubicados entre el Barrio Santa Bárbara y Colonia el Cocal del municipio de Santa Ana, la población total (Po) es de 4782 hab. y genera un caudal de 36.7 lts/seg.²⁴

²³ Allan Lavell: Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos, Pág. 3

²⁴ Datos actualizados obtenidos de la primera etapa de saneamiento del Río Apanchacal.

En el anexo 3 se detallan los caudales que se generan en área de estudio y que son recolectados y conducidos por medio de una canaleta diseñada en la primera etapa de separación de las aguas residuales con las del Río.

2.8 ESTUDIO DE POBLACION

Población dentro del área de influencia

Los sectores como colonias e industrias aledaños a nuestro lugar de estudio cuentan con características propias que nos llevaran a determinar cuáles son las variables que tienen relación con la contaminación del Río Apanchacal, situado en la zona norte de la ciudad de Santa Ana.

Las visitas de campo fueron de vital importancia ya que por medio de estas se puede constatar de forma directa la problemática que se genera en el mismo, debido a la unión de la descarga de las aguas residuales con las aguas del manantial y verificar de qué forma esta problemática incide en la población.

Las variables directas que contaminan el río son las descargas de aguas residuales debido a la unión de éstas con las aguas del río y la acumulación de los desechos sólidos.

El único método que se utilizo en la visita de campo para determinar las variables antes mencionadas es el método de la observación.

En referencia a la salud de la población aledaña al lugar en estudio, se realizo una entrevista con el inspector de Saneamiento y Salud, Lic. Amílcar Ernesto Avalos quien labora en la Unidad de Salud Santa Bárbara, el cual nos notifico que no existen registros de enfermedades a causa de la contaminación del Río Apanchacal ni antes de llevarse a cabo la ejecución de la primera etapa el cual consiste en la Recuperación y Saneamiento del Río ni después de realizada la misma.

2.9 AGUAS RESIDUALES.

Agua residual es aquella que procede de haber utilizado un agua natural, o de la red, en un uso determinado. Las Aguas Residuales cuando se desaguan se denominan VERTIDOS y éstos pueden clasificarse en función:

- Del uso prioritario u origen
- De su contenido en determinados contaminantes

2.9.1 Clasificación de las aguas residuales

➤ *Aguas residuales urbanas.*

Las aguas residuales contienen los productos residuales de las actividades humanas, tanto líquidos como sólidos. Contienen materias orgánicas y fecales, productos de limpieza, aceites, sales y partículas de diferente tipo, así como múltiples elementos que resultan de las actividades industriales (p.ej. metales pesados, diferentes productos químicos de tipo orgánico, etc.). Las aguas naturales contienen partículas o sales de origen mineral y materia orgánica proveniente del metabolismo de los organismos y del funcionamiento de los ecosistemas.

Las aguas residuales desequilibran los sistemas naturales, producen ambientes tóxicos o con exceso de nutrientes que terminan provocando procesos de eutrofización (carencia de oxígeno).

Como resultado de la contaminación de los cuerpos acuáticos con aguas residuales disminuye la diversidad biológica, hay especies que disminuyen o desaparecen, y en casos extremos de alta toxicidad se extinguen los procesos vitales.

Las aguas residuales domésticas contienen los productos de las actividades hogareñas tales como materias fecales, residuos y productos de la limpieza (partículas y sales eliminadas con el agua, los productos de limpieza como detergentes y jabones) y de la cocina (diversos productos orgánicos).²⁵

Procedencia de la contaminación en los núcleos urbanos:

- Servicios domésticos y públicos
- Limpieza de locales
- Drenado de Aguas Pluviales

Tipos de contaminantes:

- Materia Orgánica (principalmente) en suspensión y disuelta
- N; P; NaCl y otras sales minerales
- Micro contaminantes procedentes de nuevos productos
- Las Aguas Residuales de lavado de calles arrastran principalmente materia sólida inorgánica en suspensión, además de otros productos (fenoles, plomo, escape vehículos motor, insecticidas – jardines, etc.)

Las aguas residuales contienen los productos residuales de las actividades humanas, tanto líquidos como sólidos. Contienen materias orgánicas y fecales, productos de limpieza, aceites, sales y partículas de diferente tipo, así como múltiples elementos que resultan de las actividades industriales (p.ej. metales pesados, diferentes productos químicos de tipo orgánico, etc.). Las aguas naturales contienen partículas o sales de origen mineral y materia orgánica

²⁵ <http://www.monografias.com/trabajos14/problemadelagua/problemadelagua.shtml>

proveniente del metabolismo de los organismos y del funcionamiento de los ecosistemas.

Las aguas residuales desequilibran los sistemas naturales, producen ambientes tóxicos o con exceso de nutrientes que terminan provocando procesos de eutrofización (carencia de oxígeno).

Como resultado de la contaminación de los cuerpos acuáticos con aguas residuales disminuye la diversidad biológica, hay especies que disminuyen o desaparecen, y en casos extremos de alta toxicidad se extinguen los procesos vitales.

Las aguas residuales domésticas contienen los productos de las actividades hogareñas tales como materias fecales, residuos y productos de la limpieza (partículas y sales eliminadas con el agua, los productos de limpieza como detergentes y jabones) y de la cocina (diversos productos orgánicos).

Composición típica de agua residual domestica²⁶

El 99.9 % es agua y el 0.01 % son sólidos y el 70 % son sólidos orgánicos y el 30 % son inorgánicos (arenas, sales y metales).

Los sólidos totales son toda la materia residual después de evaporar el agua a 130 °C de estos están los sólidos fijos, es decir lo tratamos a 600 °C 1 h son los fijos estos coinciden con los inorgánicos y la diferencia entre los que quedan son los volátiles.

Estos sólidos pueden ir en suspensión y el tamaño de partículas es de una micra o más y se decantan por sedimentación los sólidos coloidales partículas entre 1 micra y 0.001 micras se eliminan por procesos de coagulación y

²⁶ <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/repind46/analisis/analisis.html>

floculación. Los sólidos disueltos tamaños menores a una milésima de micra se eliminan por procesos de oxidación biológica o por oxidación física.

En definitiva, las aguas residuales domésticas tienen una composición relativamente homogénea y predecible, mientras que las aguas residuales industriales son mucho más variables y de tratamiento mucho más complejo.

➤ **Aguas residuales industriales.**

- Son las que proceden de cualquier taller o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración.
- Líquidos Residuales: Los que se derivan de la fabricación de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos tales como lejías negras, los baños de curtido de pieles, las melazas de la producción de azúcar, los alpechines.
- Se debe intentar la recuperación de subproductos Aguas Residuales de Proceso: Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales.
- Generalmente su contaminación es <10% de la de los líquidos residuales aunque su volumen es 10-50 veces mayor.
- Aguas de Refrigeración Indirecta: No han entrado en contacto con los productos y por tanto la única contaminación que arrastran es su temperatura.

- Ahora bien, hoy día hay que considerar también la existencia de productos que evitan problemas de explotación (estabilizantes contra las incrustaciones y corrosiones, algicidas) que pueden ser contaminantes.²⁷

2.9.2 Características Físicas

El color de los afluentes urbanos produce cierto efecto sobre las aguas de aplicación cuando se siguen sistemas agrarios de tratamientos de las aguas residuales. Generalmente la coloración es indicadora de la concentración y composición de las aguas contaminadas, y puedes del gris al negro. En la medida que éste es más intenso, la capacidad de absorción de energía solar es mayor, y ello redunda en una ligera elevación de las temperaturas del suelo.

La temperatura efluentes urbanos no plantea grandes problemas, ya que oscila entre 10 y 20° C; facilita así el desarrollo de una fauna bacteriana y una flora autóctona, ejerciendo una acción amortiguadora frente a la temperatura ambiente, tanto en verano como en invierno, y en cualquier tipo de tratamiento biológico

El olor causado por la descomposición anaerobia es debido, sobre todo, a la presencia del ácido sulfhídrico, indol, escatoles, mercaptanos. Y otras sustancias volátiles, y es eliminado por aireación o por aspersión del agua en los diferentes sistemas biológicos que se están tratando.

²⁷ <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/repind46/analisis/analisis.html>

2.9.3 Características Químicas

Las propiedades químicas de las aguas residuales son proporcionadas por componentes que podemos agrupar en tres categorías, según su naturaleza: materia orgánica, compuestos inorgánicos y componentes gaseosos, conjunto que podemos reunir, a su vez, en dos grandes grupos:

- ✓ **Sólidos en suspensión**
- ✓ **Compuestos de disolución**

Tanto el grupo de suspensión como disolución, presenta una composición más o menos homogénea, en la que se encuentran, en forma predominante, las proteínas, los hidratos de carbono y algunos aceites y grasas.

También existen elementos, como el nitrógeno, que se encuentran bajo diferentes formas:

El nitrógeno orgánico puede aparecer como amonio, en los nitratos orgánicos y en los nitritos, siendo las dos primeras formas mayoritarias. La presencia de nitratos es muy importante cuando se aplican sistemas de vertidos a suelos. Y además, por la capacidad de eutrofización que desarrollan estos compuestos cuando aparecen en concentraciones elevadas en la parte superficial de los suelos.

Otros elementos como el zinc el cobre y el níquel son los metales que más contribuyen a acrecentar las cifras de elementos pesados, siendo el zinc el metal usado como referencia de toxicidad.

El boro es el otro elemento que puede afectar mucho a los sistemas biológicos de tratamientos de aguas. Es esencial en la micro nutrición vegetal, pero puede ser tóxico para muchos sistemas de fauna y flora que están presentes en los procesos de las aguas residuales.

2.9.4 Características Biológicas

En las Aguas Residuales van numerosos microorganismos, unos patógenos y otros no. Entre los primeros cabe destacar los virus de la Hepatitis. Por ejemplo en 1 gr. de heces de un enfermo existen entre 10^5 - 10^6 dosis infecciosas del virus de la hepatitis.

El tracto intestinal del hombre contiene numerosas bacterias conocidas como Organismos Coliformes. Cada individuo evacua de 10^5 - 4×10^5 millones de coliformes por día, que aunque no son dañinos, se utilizan como indicadores de contaminación debido a que su presencia indica la posibilidad de que existan gérmenes patógenos de más difícil detección.

Las Aguas Residuales Urbanas contienen: 10⁶ coliformes totales / 100 ml

Es claro que el componente orgánico de las aguas residuales es un medio del cultivo que permite el desarrollo de los microorganismos que cierran los ciclos biogeoquímico de elementos como el azufre, el carbono, el nitrógeno o el fósforo, entrando frecuentemente en consecuencia y eliminando los elementos que son fundamentales para los sistemas biológicos de tratamientos de las aguas residuales.

Este componente biológico se manifiesta fundamentalmente en 5 áreas diferentes:

- a. Descomposición de los compuestos orgánicos contenidos en las aguas residuales.
- b. Eliminación de determinados compuestos orgánicos que sean tóxicos para los vegetales y microorganismos del suelo.
- c. Desaparición de microorganismos patógenos.
- d. Participación de los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, del fósforo y del azufre.

- e. Reacciones de la materia orgánica transformada y del componente micro orgánico frente a los constituyentes minerales del suelo.

Un último aspecto del componente biológico de las aguas residuales, es la presencia de determinados virus, como pueden ser el adenovirus, enterovirus, hepatitis A, etc. Quienes aún en muy baja proporción respecto a bacterias y microorganismos en general, manifiestan enorme peligrosidad desde el punto de vista sanitario.²⁸

2.10 ANÁLISIS DEL AGUA.

El agua pura es un producto artificial, posible solamente en laboratorios. Las aguas naturales siempre contienen materias extrañas en solución y suspensión en proporciones muy variables. Estas sustancias, pueden modificar considerablemente las propiedades, efectos y usos del agua.

El aspecto del agua no basta para conocer si es apropiada para los usos que se requiera, especialmente para el uso humano, ya que puede contener sales nocivas que actúen como venenos, aunque sea lentamente, o bacterias y parásitos que produzcan enfermedades y que no son apreciables a simple vista, siendo necesario efectuarlos exámenes o análisis físicos, químicos y bacteriológicos pertinentes para determinar la calidad del agua. En definitiva, se considera que la calidad del agua es muy variable y necesita ser caracterizada a través del tiempo para definir los parámetros que deben ser tratados, así como el grado de tratamiento de conformidad con el uso que se le va a dar.

A continuación se presentan los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, más comúnmente encontrados y que se toman en cuenta en las normas de calidad del agua según el uso para el cual se destine.

28

http://centros4.pntic.mec.es/ies.zurbaran/REPERCUTEC/Actividades/Aguas_residuales/Tratamiento%20de%20las%20aguas%20residuales.htm

2.10.1 Parámetros Físicos.

Entre las características físicas, del agua se tienen: turbiedad, color, olor, sabor, temperatura, sólidos disueltos, sólidos en suspensión, sólidos totales, aceites y grasas. Se llaman físicas, porque se pueden detectar con los sentidos de la vista, olfato y del gusto, esto implica que tienen directa incidencia en las condiciones estéticas del agua. **(Centeno Israel, 2009)**

A. Turbiedad. La turbiedad del agua, se debe a partículas que estando en suspensión, como por ejemplo coloides de arcilla y limo, le dan al líquido la capacidad de diseminar un haz de luz, siendo este fenómeno óptico lo que determina indirectamente la turbiedad. Se puede afirmar que la turbiedad es una forma de medir la concentración de las partículas coloidales suspendidas en el líquido.

En sí, puede considerarse que la turbiedad no tiene efectos sobre la salud, pero afecta la calidad estética del agua y al presentarse puede ocasionar el rechazo de los consumidores.

Un alto grado de turbiedad, puede proteger a los microorganismos de los efectos de desinfección y estimular el desarrollo de bacterias. En consecuencia, en todos los casos en que se desinfecta el agua, la turbiedad debe ser escasa, es decir, el agua debe de ser clara.

B. Color. La coloración del agua potable, incide en el aspecto estético y puede ser resultado de la presencia de materia orgánica coloreada, principalmente, sustancias orgánicas provenientes de la extracción acuosa de sustancias de origen vegetal vivo, metales como el hierro y el manganeso o desechos industriales de color intenso. Cuando la coloración del agua le da un aspecto desagradable, es posible que los consumidores recurran a otras fuentes que tal vez no sean las adecuadas.

Existen dos clases de color tomando en cuenta su origen: el orgánico y el inorgánico, y se reconocen dos tipos: el color verdadero, que es el que presenta el agua después de remover turbiedad, resultado de la presencia de sustancias orgánicas, disueltas o coloidales y el color aparente, debido a materia suspendida.

Aguas muy coloreadas son objetables para muchos procesos industriales y aunque no existe ninguna correlación entre el color y la contaminación, el usuario asocia su presencia con ella.

C. Olor y Sabor. Se mencionan conjuntamente por estar íntimamente relacionados; la percepción combinada del sabor y el olor es a menudo llamada "sabor". El olor del agua obedece fundamentalmente a: vegetación en putrefacción, desechos producto de actividades económicas y a la presencia de sustancias orgánicas generado por el plancton, que son compuestos producto de la actividad de bacterias o algas. Ambas características son objetables en las industrias de bebidas, alimentos, papel, materiales textiles y en la elaboración de productos farmacéuticos; y debido al desagrado que causa a los sentidos puede producir su rechazo.

Las alteraciones del sabor normal del agua de un sistema de abastecimiento, pueden ser un indicio de cambios de la calidad de la fuente de agua natural o deficiencias del tratamiento. Por razones estéticas, el agua debe estar exenta de olor y sabor. La eliminación de los olores puede realizarse con procesos como por ejemplo: aireación y adición de carbono activado.

D. Temperatura. El factor temperatura se toma como naturalmente se presenta en el agua cruda. Solamente en casos extremos se prevén medidas para regularla, generalmente para bajarla. El agua fría es más grata al paladar, pero este factor influye negativamente en los procesos normales de tratamiento, pudiendo entonces afectar la calidad del agua.

No obstante, la temperatura alta intensifica el desarrollo de microorganismos y suele aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

E. Aceites y grasas. Producen problemas de olor, sabor, deterioran la calidad estética y aunque pueden ser un riesgo potencial para la salud, deben estar ausentes del agua de consumo, mas por razones estéticas que por su incidencia sobre la salud o sistemas de tratamiento.

F. Sólidos totales. Se refiere a la materia que permanece como residuo después de evaporar y secar a 103°C - 105°C la muestra de agua. Todos los materiales que ejercen una presión de vapor significativa a tales temperaturas se pierden durante los procesos de evaporación y secado. El residuo remanente, representa solo aquellos materiales de la muestra que tiene una presión de vapor insignificante a 105 DC.

G. Sólidos disueltos. La cantidad de sólidos disueltos presentes en el agua es importante para considerarla adecuada para consumo humano, las aguas con contenidos altos, a menudo tienen efecto laxante, y algunas veces el efecto contrario, en las personas cuyos cuerpos no están acostumbrados a ello.

H. Sólidos en suspensión. Se refiere a todos aquellos sólidos en suspensión que sedimentaran debido a la influencia de la gravedad, solamente los sólidos suspendidos más gruesos, con una gravedad específica mayor que la del agua sedimentaran. Su medición es importante, para determinar la necesidad de unidades de sedimentación y el comportamiento físico de las corrientes de desecho entrando a cuerpos naturales de agua.

I. Conductividad. La conductividad es aplicable en los análisis de agua, como una medida de la capacidad de conducir la corriente eléctrica, la cual esta directamente relacionada con la concentración de las sustancias ionizadas en el agua, las medidas de conductividad específica, son usadas comúnmente para determinar la pureza del agua desmineralizada y los sólidos disueltos totales en calderas o en torres de enfriamiento. **(Centeno Israel, 2009)**

2.10.2 Parámetros Químicos.

Considerando el agua como el solvente universal, se puede afirmar que cualquiera de los elementos de la tabla periódica podría estar presente en el agua.

Es por ello, que se eligen los principales elementos para efectuar los análisis químicos, teniendo en cuenta su posible prevalencia en el agua y los efectos que puedan tener sobre la salud o el impacto que causen sobre los procesos de tratamiento o las implicaciones de tipo económico.

A. Alcalinidad. Básicamente es la medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos, aunque los aniones de ácido débiles como bicarbonatos, carbonatos, hidróxidos y sulfuros, pueden contribuir a la alcalinidad; la composición de la alcalinidad es función del pH, la temperatura y la fuerza iónica.

Por regla general está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico aunque con una tendencia a que los iones de bicarbonato sean preponderantes, de ahí que un agua pueda tener baja alcalinidad y un pH relativamente alto o viceversa, por lo cual solamente su medida no tiene importancia como factor de calidad.

B. Amonio. Puede considerarse como un constituyente "normal" de aguas superficiales, pero en cantidades superiores a 0.1 mg/l puede ser un índice de contaminación por aguas servidas o residuos industriales.

En el proceso bioquímico de oxidación a nitritos y nitratos, consume oxígeno y se considera un nutriente de microorganismo y algas en los sistemas de distribución.

C. Cloruros. En su forma más frecuente: cloruro de sodio o sal común, los cloruros constituyen un compuesto de diaria ocurrencia en la dieta humana. De ahí que los límites que puedan fijarse en el agua se basen más, en razones del gusto que le imparten al agua que por motivos de salubridad.

D. Boro. Existen muy pocos estudios referentes a los efectos de este elemento en aguas de consumo humano, aunque si se cuenta con datos sobre los efectos de este elemento en el crecimiento de las plantas.

E. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Es la cantidad de oxígeno expresada en mg/l y consumida en condiciones de ensayo: 20°C, presión atmosférica y oscuridad, en un tiempo dado, como consecuencia de la oxidación por vía biológica de las materias biodegradables presentes en el agua. Refleja la materia orgánica que existe en el agua, indicando el oxígeno necesario para alimentar a los microorganismos y a las reacciones químicas.

Para el control de la autodepuración natural de un cauce o para el control de los procesos de depuración, suele adoptarse la demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días.

La DBO, es una medida del oxígeno consumido por los organismos vivos principalmente bacterias, para optimizar como alimentos la materia orgánica de un desecho.

F. Demanda Química de Oxígeno (DQO). Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica presente en un agua residual. Es por tanto una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que nos da una idea muy real del grado de toxicidad del vertido.

G. Cianuro. El cianuro es un elemento tóxico para el hombre y se estima que dosis de 50 - 60 miligramos, puede ser fatal, pero si esta es del orden de 10 miligramos o menos, no es nociva, el cuerpo rápidamente la convierte en tiocianatos, cuya forma es mucho menos tóxica. La cloración llevada hasta obtener cloro residual a pH neutro o ligeramente alcalino, reduce los niveles de cianuro por debajo de los límites propuestos como deletéreos. No es común encontrarlo en el agua natural.

H. Dureza. Se define como la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio y magnesio. Este parámetro es de mucha importancia para la industria, ya que ocasiona incrustaciones y depósitos de sales de calcio en equipos industriales; por otra parte, las aguas duras son generalmente consideradas como aguas que requieren considerables cantidades de jabón para poder producir espuma y producen costra en los tubos de agua caliente, calderas, calentadores y otras unidades donde la temperatura del agua se incrementa notablemente.

I. Fosfatos. Los fosfatos son compuestos esenciales para toda la forma de vida acuática, y si se pretende controlar el crecimiento de plantas indeseables, esto se puede hacer limitando el contenido de fosfatos. Su presencia, por tanto, está asociada con la eutrofización en las aguas, problemas de crecimiento indeseable de plantas en depósitos estáticos, acumulación de sedimentos y desarrollo desmedido de la vegetación acuática.

Las concentraciones críticas de fósforo varían notoriamente en las aguas y se ven afectadas por factores como la turbiedad, que pueden inhibir los efectos de la producción de algas en aguas con alto contenido de fósforo.

J. Hierro. La presencia de hierro en las aguas no tiene efectos de salubridad, pero afecta el sabor, produce manchas indelebles en los artefactos sanitarios y la ropa blanca, y se deposita en las redes de distribución, causando a veces obstrucciones y alteraciones en la turbiedad y el color, ocasiona manchas y decoloraciones en equipos industriales, fabricas de pulpa y papel, plantas textiles, lavanderías y tintorerías.

K. Manganeso. Este elemento está muy frecuentemente asociado con el hierro y son raras las aguas que lo contienen en forma independiente. Se presenta por regla general en su estado reducido y su exposición al aire lo lleva a óxidos hidratados mucho menos solubles.

L. Nitratos. Resultan tóxicos cuando se presentan en cantidades excesivas en el agua potable, y en algunos casos causa metahemoglobinemia en lactantes alimentados con biberón. Existe la posibilidad de que ciertas formas de cáncer pudieran asociarse con concentraciones muy elevadas de nitratos.

M. Nitritos. Al igual que la presencia de nitratos, amonio, los nitritos son también indicadores ciertos de contaminación, pero no necesariamente se van a encontrar cuando exista contaminación de origen fecal. La presencia aun mínima de nitritos en el agua ya es una señal de alarma; la concentración máxima admisible es de 0.05 mg/lit.

N. PH. Es importante porque tiene efectos sobre los procesos de tratamiento, además de contribuir a fenómenos como la corrosión. No se puede afirmar que tiene efectos sobre la salud, pero afecta procesos importantes como la desinfección con cloro y se liga a los fenómenos de corrosión e incrustación de las redes de distribución.

Generalmente, las aguas naturales presentan un pH por debajo de 7.0, que es considerado el valor neutro; esto facilita que mediante la adición de un alcali primario, como por ejemplo cal, el pH se lleve hasta el límite esperado para conseguir los niveles óptimos de floculación. Cuando, por efecto de un coagulante, se destruye parte de la alcalinidad para formar un floculo y el pH desciende, es también relativamente sencillo volverlo a llevar hasta niveles que no presenten problemas corrosivos o de incrustación.

O. Sulfatos. Aunque por regla general las aguas naturales no contienen altas cantidades de sulfatos, cuando estos están presentes en cantidades apreciables, pueden tener efectos sobre el sabor y actuar como laxantes, especialmente en los consumidores que no están habituados a consumir agua en estas condiciones. Cuando los sulfatos se encuentran en altas concentraciones, son indirectamente responsables de dos serios problemas asociados con el tratamiento del agua residual, estos son: el olor y los problemas de corrosión de las alcantarillas de concreto.

P. Zinc. Este elemento es esencial y benéfico para el metabolismo humano, pues la actividad de la insulina y de muchas enzimas depende de él. La solubilidad del zinc es variable y depende del pH y de la alcalinidad; en el agua, proviene generalmente del contacto con accesorios y estructuras galvanizadas de bronce.

Q. Cobre. Este elemento puede encontrarse en forma natural en las aguas. Se considera elemento benéfico para el metabolismo, su deficiencia se asocia además con la anemia nutricional de los niños. Se aplica como mecanismo de control de algas, pero a la vez favorece la corrosión del aluminio y el zinc.

R. Mercurio. El mercurio es un elemento tóxico que no cumple ninguna función fisiológica útil para el hombre. Este elemento se acumula en los peces, por lo que no debe encontrarse en concentraciones arriba de las permisibles. En la industria, niveles infinitesimales de este elemento origina el agrietamiento de las aleaciones de aluminio.

S. Biocidas. Los biocidas que tienen importancia en relación con la calidad del agua, incluyen hidrocarburos clorados y sus derivados, herbicidas de acción prolongada, insecticidas para el suelo, biocidas que se pueden percolar en el suelo y biocidas que se aplican a los sistemas de abastecimiento de agua para la eliminación de algún vector. Los efectos tóxicos sobre la salud humana difieren, dependiendo de su naturaleza química, pues mientras algunos se acumulan en los tejidos, otros son metabolizados.

T. Fluoruros. Se ha llegado a comprobar que el contenido natural de flúor, dentro de ciertos límites, puede resultar benéfico para los niños que están desarrollando el esmalte dental, pues este ion se incorpora a la apatita, compuesto principal del esmalte. Si las concentraciones son altas, la protección del esmalte se mantiene, pero por el contrario, también pueden adquirirse manchas permanentes que se conocen como "diente moteado" y también fenómenos indeseables en las estructuras óseas.

U. Plomo. El plomo, puede provocar en el hombre intoxicaciones agudas o crónicas, actualmente por el avance de la tecnología, se está más expuesto a su contaminación por vía de los alimentos, en aire o el agua. Las cantidades que pueden encontrarse en fuentes naturales, varían notoriamente y pueden estar entre cifras tan pequeñas como trazas, hasta cantidades que superan los límites establecidos. El contacto prolongado de aguas acidas y suaves con tuberías o accesorios de plomo, pueden contribuir a incrementar notoriamente el contenido de este.

V. Compuestos organoclorados. Durante la fase de precloración del agua en una planta de tratamiento, se pueden formar varios compuestos orgánicos organoclorados, cuando el agua bruta contiene sustancias orgánicas. Muchos de estos compuestos son potencialmente cancerígenos y pueden generar problemas de toxicidad debido a bio-acumulación en los lípidos del cuerpo humano.

W. Sustancias tenso activas. Estas sustancias son utilizadas para preparar los detergentes domésticos e industriales; cuando están presentes en las aguas profundas o superficiales, significa que existen aportes de descargas domesticas o industriales y esto implica que se debe controlar si hay también presencia de otro tipo de contaminantes.²⁹

²⁹ <http://www.monografias.com/trabajos16/parametros-agua/parametros-gua.shtml>

2.11 REQUERIMIENTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN SUS DIVERSOS USOS.

Las fuentes potencialmente utilizables de agua están constituidas por aguas: superficiales, aguas subterráneas y agua lluvia. La calidad del agua cruda superficial varía dependiendo de su origen y de las condiciones del medio en que se encuentra, y es afectada por fenómenos naturales y artificiales, consecuencia del desarrollo de la población.

Las aguas subterráneas presentan condiciones más uniformes, por regla general son más claras, pero también pueden estar bastante mineralizadas y contaminadas, como resultado del medio en que se conducen y desarrollan.

Por otra parte las aguas lluvias, en su contacto con la atmósfera, pueden contaminarse ocasionalmente debido a las emisiones atmosféricas generadas por la actividad industrial.

Existe un buen número de usos que se le puede dar al agua, entre los que se tiene: consumo humano, riego, recreación, navegación, acuicultura, avicultura, ganadería, industrial, generación eléctrica, y otros. Cada uno de los usos tiene sus requisitos en base a las diferentes normas que existen.

En nuestro país como no existen normas especiales de agua de ríos para clasificarlos según sus uso los análisis realizados se compararan en base a normas extranjera tales como: Informe sobre la consultaría de Normas de Calidad de Agua y Vertidos OMS/OPS (1987), Normas U.S EPA (Environmental Pollution Association) y Normas CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA) Y LAS NORMAS TÉCNICAS DE ANDA.³⁰

³⁰ Tesis Evaluación y Propuestas de Solución a la Contaminación de los Manantiales de Apanteos 1998

A continuación se dan algunos aspectos sobre los usos, y sus cualidades, que se analizan en el presente documento: consumo humano, riego, avicultura, acuicultura, ganadería y recreativo, dando a demostrar el grado de contaminación en base a los resultados obtenidos en análisis físico-químico. (Ver anexo 4 y 5)

2.11.1 Agua para consumo Humano

AGUA PARA CONSUMO HUMANO SEGÚN LA NORMA CALIDAD DE AGUA Y VERTIDOS OMS/OPS (1987) Y NORMAS TECNICAS DE ANDA

El agua potable no debe contener ningún microorganismo patógeno, ni bacterias indicadoras de contaminación fecal. Para analizar la calidad del agua para consumo humano se debe de tomar en cuenta las características físicas, químicas y bacteriológicas.

Existen límites máximos permisibles que restringen los contenidos de concentraciones de los compuestos y elementos presentes en el agua potable, para garantizar una calidad sanitariamente segura.

Nuestro país es regido por las normas técnicas de ANDA, en donde se establecen los parámetros máximos permisibles y aceptables de calidad física, química y bacteriológica; en contraste con las normas de la OPS (Organización Panamericana de la Salud) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) que toman todos los parámetros guías para agua potable, guiándonos en nuestro estudio por las normas la OPS y OMS.

Encontrando que esta agua no es apta para consumo humano según las normas, ya que presenta como resultado 32,000 UFC/100ml de coliformes fecales que son indicadores de contaminación, que según especificaciones de normas tendría que ser cero. (Ver anexo 5)

2.11.2 Agua para consumo Industrial

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar al agua o efluentes y el uso de medios de transporte fluviales y marítimos que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas de los ríos de nuestro país.

2.11.3 Agua para Riego

AGUA PARA RIEGO SEGÚN LAS NORMAS CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza)

La clasificación y uso de las aguas para fines de riego se juzgan teniendo en cuenta las características químicas, agronómicas y edafológicas. Así entonces, deberá tenerse presente la susceptibilidad o la resistencia de las plantas de cultivo que se vayan a regar, su tolerancia a las sales, las propiedades y composición del suelo, su manejo, conservación y mejoramiento; drenaje del terreno y condiciones meteorológicas.

El agua no es apta para riego a pesar de que su pH es de 7.19 por encima del rango de valores permitidos que es de (5.0 – 9.0)³¹ ya que el valor de los coliformes fecales se encuentran treinta veces más de lo permitido, contaminando de tal manera el agua que contaminaría los cultivos que sean regados con ella. (Ver anexo 5)

³¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua

2.11.4 Calidad del agua para uso Pecuario

AGUA PARA USO PECUARIO SEGÚN LAS NORMAS CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza)

Cuando se refiere a uso pecuario, se hace con relación al agua que será utilizada en ganadería, avicultura y acuicultura.

En ganadería está relacionada con la actividad de cría de ganado bovino, porcino, caballar, caprino y otros. La avicultura está relacionada con la cría de aves. La acuicultura se refiere al cultivo de peces y camarones en agua dulce y salobre.

El agua no es apta para uso pecuario a pesar de que su pH es de 7.19 por encima del rango de valores permitidos que es de (5.0 – 9.0) ya que el valor de los coliformes fecales se encuentran treinta veces más de lo permitido, contaminando el hábitat acuático. (Ver anexo 5)

2.11.5 Calidad del agua para uso Recreativo

La calidad de agua para uso recreativo en centros turísticos o ríos naturales de nuestro país, es un factor primordial para garantizar la protección de la salud de los usuarios, estudios en agua de manantiales usados para recreación indican, que las enfermedades de las mucosas, de la piel y digestivas asociadas con los bañistas están directamente relacionadas con los niveles de contaminación fecal.

Además siendo el agua utilizada para distintos fines y, al igual que otros recursos naturales, cumple diferentes funciones que afectan, en forma directa o indirecta, el bienestar de los individuos. De este modo, cuando cambia su

disponibilidad (sea en cantidad como en calidad) para un uso específico se modifica la utilidad que percibe la persona.

Recientes estudios e investigaciones indican que los síntomas gastrointestinales y las enfermedades respiratorias febriles agudas y los estreptococos/enterococos pueden brindar una base científica lo suficientemente sólida para asociar un efecto sobre la salud humana con la calidad del agua recreativa. La mayoría de estudios han identificado a los estreptococos y enterococos fecales como los indicadores más estrechamente relacionados con los efectos sobre la salud en aguas procedentes de manantiales del país.³²

Por lo que los criterios para clasificar los ríos o manantiales que el Ministerio de Salud establece son:

Enterococos NMP/100 ml	Clasificación del Rio-Manantial
0 - 500	APTA PARA USO RECREATIVO
> 500	NO APTA PARA USO RECREATIVO

El indicador bacteriológico más eficiente para evaluar la calidad de agua para uso recreativo de contacto primario son los enterococos fecales, dado que resiste a las condiciones del agua de mar, el grupo de enterococos fecales es un subgrupo de los estreptococos fecales y son diferenciados de otros

³² Fuente Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social, 2002

estreptococos por su habilidad para crecer en 6.5 % de cloruro de sodio, pH de 9.6 y entre 10 y 45 °C, además de estar relacionado directamente con enfermedades como gastroenteritis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis y dermatitis, entre otras.

Derivado de estos riesgos y considerando que en la mayor parte de los ríos del país existen factores que afectan la calidad de agua, como drenajes pluviales, descargas de aguas residuales no tratadas, asentamientos irregulares y que no cuentan con infraestructura de saneamiento y alcantarillado, actividades de comercio informal, así como la gran afluencia de bañistas en algunas temporadas del año; es importante mantener una vigilancia de la calidad del agua del manantial, que permita con un enfoque preventivo, alertar al usuario a tomar la decisión de ingresar o no al mismo, dependiendo de los niveles de enterococos y la temporalidad de estos niveles.

CAPITULO III

IDENTIFICACION DE LAS CAUSAS DE LA CONTAMINACION

3.1 INTRODUCCION

La descarga de contaminantes al ambiente es prácticamente inevitable debido a la falta de concientización por parte de las entidades encargadas de su manejo y disposición final. Los contaminantes son liberados a través de las industrias, hogares, sectores agrícolas entre otros, como resultado del tratamiento y disposición de los residuos que estos generan. Después de alcanzar e impactar en el ambiente, los contaminantes se mueven en respuesta a diversos factores naturales y humanos que están íntimamente interrelacionados.

Es por eso que antes de proponer medidas de solución a la contaminación del río Apanchacal, se hace necesario evaluar y definir algunas situaciones que ayudaran a este objetivo. En este capítulo se incluye una descripción completa y exhaustiva de la zona de estudio, la cual ha sido necesaria su delimitación para facilitar la identificación de las actividades y circunstancias que están impactando al río en forma directa o indirecta.

Además se describen los análisis y pruebas realizadas a las aguas del río con el fin de obtener información a cerca de la calidad de esta, para obtener parámetros y medidas necesarias que se usaran en el diseño de las obras de mitigación a proponer.

Así mismo se enumeran todas las situaciones y actividades que se están generando actualmente a lo largo del río con el objetivo de poder exponer una rápida evaluación ambiental por medio del software RIAM BASIC.

Este Programa nos permite determinar, la prevención, mitigación y restauración de los daños causados al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o disminuir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud de la población. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y manejo sostenible de los recursos naturales.

3.2 INSPECCION SANITARIA

La inspección sanitaria consiste en realizar un estudio en las riberas y a lo largo del cauce del río Apanchacal, dicha área comprende desde el manantial que da origen al río hasta aproximadamente unos 1.5 km aguas abajo. Dicha inspección se realiza con el objeto de poder identificar todas las actividades que están originando la contaminación de todos los componentes ambientales que conforman el ecosistema del río Apanchacal, para poder de esta manera disminuir o eliminar el impacto negativo que generan dichas actividades al río en estudio.

3.2.1 Delimitación del área de inspección.

El área de inspección estará delimitada por aquellas zonas alrededor del río en donde se identifiquen actividades que impactan o que podrían impactar las aguas de este, dado que estas zonas podrían estar constituidas por colonias, mesones, Escuela Venezuela, Beneficio COEX (Trapiche), pequeños asentamientos habitacionales, turicentro Apanchacal y Penal Apanteos, ya que se sabe que en estos lugares se dan actividades como la generación de desechos sólidos, generación de aguas servidas de tipo doméstico e industrial, que de alguna u otra forma pueden llegar a los alrededores del río y contaminarlo, lo cual genera un mayor impacto en época de invierno.

Esta delimitación del área de inspección comprenderá las zonas antes mencionadas en un tramo del río que comienza desde el nacimiento de este hasta la zona del beneficio El Trapiche, con una ubicación de aproximadamente 1.5 km desde el origen del manantial. (Ver esquema de ubicación en anexo 6)

3.2.2 Descripción Ambiental del área determinada.

El problema ambiental que se vive en la ciudad de Santa Ana y el resto del país se debe a la falta de adecuación ambiental de las aguas residuales domésticas e industriales. Debido a esta problemática, se está contaminando específicamente el río Apanchacal, por tal motivo se llevó a cabo la ejecución de la primera etapa de separación de las aguas residuales y las del manantial. Las comunidades aledañas al río cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, además de otras descargas que no están conectadas al sistema de alcantarillado de ANDA por lo que su descarga se realiza directamente a éste sin previo tratamiento violando el artículo 44 de la Ley del medio Ambiente.³³ Este artículo consiste en la prohibición de descargas directas de aguas residuales sin tratamiento a cuerpos de agua.

Las comunidades cuentan con un servicio de recolección de desechos sólidos proporcionado por la Alcaldía Municipal de Santa Ana, pero este no es suficiente ya que se puede encontrar alrededor de estas depósitos de basura que afectan al río a través del arrastre de esta en época de invierno ocasionando la contaminación del río.

Cabe mencionar que algunas de las estructuras tales como las canaletas ya están obsoletas debido a su mal proceso constructivo, por lo que se requiere de su reparación o sustitución. El agua jabonosa que surge de esta actividad es descargada al río y se convierte en la principal fuente de contaminación.

³³ Art. 44 de la "Ley del Medio Ambiente", Norma Salvadoreña para Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor.

También se pueden notar la presencia de talleres mecánicos que disponen sus residuos como que aceites, combustibles, neumáticos y repuestos inservibles. En el cauce del río se observa la presencia del beneficio COEX, donde procesan el café, que depositan sus aguas previamente tratadas ya que este cuenta con su propia planta de tratamiento de aguas mieles.³⁴

3.2.2.1 Vegetación y fauna existente en el área de estudio.

A lo largo del cauce existe variedad de vegetación, entre las especies arbóreas de mayor existencia se encuentran: la ceiba, mango, guarumo, zarzo, mulato, cedro, papayo, eucalipto, pepeto, bambú, guachipilín, café, entre otros.

De acuerdo al tipo de vegetación identificado en la zona puede clasificarse como húmedo subtropical fresco.³⁵

En lo que se refiere a la fauna se pueden mencionar especies como: garzas y otros tipos de aves, ardillas, culebras como mazacuatas, lagartijas, garrobos, sapos, ranas, cangrejos, peces conocidos como butes entre otros.

³⁴ <http://www.elsalvador.com/noticias/2006/10/02/elpais/pais1.asp>

³⁵ http://escuelanicolasaguilar.com/santa_ana.htm

3.3 EVALUACION AMBIENTAL CON EL PROGRAMA RIAM BASIC (SITUACION ACTUAL)

El método RIAM (Matriz de Evaluación de Impacto Rápido) es una herramienta para organizar, analizar y presentar los resultados integrados de una Evaluación de Impacto Ambiental; el concepto de RIAM ha sido definido por Pastakia y Jesen (1998). Los impactos de las actividades del proyecto son evaluados contra los componentes ambientales, y para componente es determinado un valor total (utilizando criterios definidos) lo que proporciona una medida del impacto esperado para ese componente.

Este es uno de los métodos más utilizados para evaluar de forma rápida los impactos de las actividades humanas que producen cambios en el ambiente y en los factores ambientales, que pueden ser alterados positiva o negativamente.

Los criterios se presentan en dos grupos y son los siguientes: ³⁶

A. criterios que son de importancia para la evaluación, los que individualmente pueden cambiar el valor total obtenido.

B. criterios que son de importancia para la evaluación pero que no deben ser capaces, individualmente, de cambiar el valor total obtenido.

Los valores individuales relacionados con estos dos grupos de criterios determinados por el uso de una serie de formulas sencillas, las cuales se presentan a continuación:

³⁶ [http://www.diremmoq.gob.pe/files/ambiental/Quellaveco/5 Impactos Potenciales Actividad.pdf](http://www.diremmoq.gob.pe/files/ambiental/Quellaveco/5%20Impactos%20Potenciales%20Actividad.pdf)

$$(A1)*(A2) = AT$$

$$(B1) + (B2) + (B3) = BT$$

$$(AT)* (BT) = ES$$

Donde A1 y A2 son los valores individuales de los criterios agrupados en A; B1, B2, y B3 son los valores individuales de los criterios agrupados en B; es el valor ambiental total para el componente evaluado.

ES = valor Ambiental del componente Evaluado

Los criterios de evaluación del método y los componentes ambientales se presentan continuación:

Criterios de Evaluación

Los criterios de evaluación son mostrados en la siguiente tabla:

Categoría	Escala	Descripción
A1: importancia de la condición	4	De importancia nacional/de interés internacional
	3	De importancia regional/de interés nacional
	2	De importancia a áreas inmediatas fuera de la condición local
	1	De importancia solamente la condición local
	0	No importante

A2: magnitud del cambio/efecto	+3	Beneficios positivos mayores
	+2	Mejoramiento significativo en "STATUS QUO"
	0	No cambios "STATUS QUO"
	-1	Cambios negativos en "STATUS QUO"
	-2	Cambios negativos significativos
	-3	Cambios negativos mayores
B1 : Permanencia	1	No cambios/ No aplicable
	2	temporal
	3	permanente
B2: Reversible	1	No cambios/ No aplicable
	2	Reversible
	2	Irreversible
B3 : Acumulativo	1	No cambios/ No aplicable
	2	No acumulativo/sencillo
	3	Acumulativo/sinergético

Tabla III.1 Criterios de evaluación del método RIAM³⁷

³⁷ http://www.diremmoq.gob.pe/files/ambiental/Quellaveco/5_Impactos_Potenciales_Actividad.pdf

Criterios A Evaluar Utilizando El Método RIAM:

El método RIAM requiere de una evaluación específica de los componentes a ser definidos a través del proceso de “scoping”, y estos componentes ambientales deberán de incluirse dentro de las siguientes categorías, las que se describen a continuación:

Componentes ambientales:

- ✓ **Físico / Químico (PC):** Cubre todos los aspectos físicos y químicos del medio ambiente.
- ✓ **Biológicos/ Ecológicos (BE):** Cubre todos los aspectos biológicos del medio ambiente.
- ✓ **Sociológico / Cultural (SC):** Cubre todos los aspectos humanos del medio ambiente, incluyendo los aspectos culturales.
- ✓ **Económico/ Operacional (EO):** Cualitativamente identifica las consecuencias económicas de los cambios ambientales, tanto temporales como permanentes.³⁸

3.3.1 Descripción de las actividades sujetas a Diagnostico.

Las actividades que actualmente generan mayor impacto a lo largo del cauce, así como los factores que están siendo afectados por las mismas, las cuales nos permitirán conocer el grado de contaminación existente.

³⁸ http://www.diremmoq.gob.pe/files/ambiental/Quellaveco/5_Impactos_Potenciales_Actividad.pdf

Algunas de las actividades realizadas a lo largo del cauce del Rio Apanchacal son:

- Descargas de aguas residuales provenientes de algunas colonias ubicadas al costado sur y comunidades ubicadas al este y oeste del rio Apanchacal.
- Deposito, acumulación y quema de desechos sólidos en la bóveda de la colonia Zapote Injerto y alrededores de ésta, cerca del turicentro Apanchacal, los que son arrastrados a lo largo del cauce del rio.
- Extracción de metales en las riberas del rio.

No.	Nombre clave	Descripción general de la actividad
1	Descarga aguas residuales	Descarga directa al rio debido a la falta de una obra de mitigación que recolecte y transporte el agua residual.
2	Deposito, acumulación y quema de desechos sólidos	Estos son depositados en las orillas del rio y en bóveda existente que son arrastrados por la escorrentía superficial. En esta actividad también se realiza la quema de basura.
3	Extracción de metales	Esta actividad obstaculiza la obra de mitigación cuya función es recolectar y transportar el agua residual.
4	Tala de arboles	Actividad realizada dentro de las instalaciones del Beneficio COEX, afectando el aspecto paisajístico y el posible hábitat para algunas especies.

3.3.2 Identificación de los Factores Ambientales que están siendo afectados.

Los factores ambientales que se ven afectados a lo largo del río son:

- El agua.
- El aspecto paisajístico.
- El aire.
- La vida acuática.

No.	Nombre clave	Descripción general de la actividad
1	Agua superficial	Es el factor mayormente afectado por las diferentes actividades como son las descargas de aguas residuales así como por el arrastre y acumulación de desechos depositados en este y sus alrededores.
2	Aspecto paisajístico.	Debido a la acumulación de desechos sólidos que generan los habitantes de las zonas aledañas así como la tala de árboles.
3	Vida acuática	Afectada directamente por las descargas de aguas residuales realizadas directamente en este.
4	Calidad del aire	Debido al mal olor ocasionado por la descarga de aguas residuales y la descomposición de los desechos orgánicos acumulados y arrastrados a lo largo del cauce del río.
5	Biodiversidad de especies	Afectada debido a la tala de árboles, ya que estos son el hábitat de especies que puedan habitar en la zona.

3.3.2.1 Priorización y Cuantificación de los Impactos Negativos

ACTIVIDADES	COMPONENTES	CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
Descarga aguas residuales	Agua superficial	-95	-E	Cambios / Impactos negativos mayores
	Aspecto paisajístico.	-25	-C	Cambios / Impactos negativos moderados
	Vida acuática	-70	-D	Cambios / Impactos negativos significativos
	Calidad del aire	-18	-B	Cambios / Impactos negativos
Deposito, acumulación y quema de desechos sólidos	Aspecto paisajístico	-30	-C	Cambios / Impactos negativos moderados
	Agua superficial	-60	-D	Cambios / Impactos negativos significativos
	Calidad del aire	-6	-A	Cambios / impactos ligeramente negativos
	Modelos culturales	-15	-B	Cambios / Impactos negativos
Extracción de metales	Vida acuática	-100	-E	Cambios / Impactos negativos mayores
	Agua superficial	-18	-B	Cambios / Impactos negativos
Tala de arboles	Aspecto paisajístico.	-29	-C	Cambios / Impactos negativos moderados
	Biodiversidad de especies	-26	-C	Cambios / Impactos negativos moderados

Tabla III.2 Resultado de Interacciones entre las actividades sujetas a diagnóstico y componentes ambientales. (Ver anexo 7)

3.3.3 Resultados con el Programa RIAM BASIC

✓ RESULTADOS DE DIAGNOSTICO AMBIENTAL RIO APANCHACAL

Descarga aguas residuales

Physical and chemical components (PC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
PC1	Agua superficial	-54	-D	2	-3	3	3	3
PC2	Calidad del aire	-28	-C	2	-2	3	2	2

Biological and ecological components (BE)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
BE1	Vida acuática	-27	-C	1	-3	3	3	3
BE2	Biodiversidad de especies	-3	-A	1	-1	1	1	1

Sociological and cultural components (SC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
SC1	Aspecto paisajístico	-7	-A	1	-1	3	2	2

Summary of scores

Range	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0

Deposito, acumulación y quema de desechos sólidos

Physical and chemical components (PC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
PC1	Agua superficial	-14	-B	1	-2	2	2	3
PC2	Calidad del aire	-14	-B	1	-2	2	3	2

Biological and ecological components (BE)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
BE1	Biodiversidad de especies	0	N	0	0	1	1	1

Sociological and cultural components (SC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
SC1	Aspecto paisajístico.	-28	-C	2	-2	2	2	3
SC2	Modelos culturales	-18	-B	1	-2	3	3	3

Summary of scores

Range	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SC	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0

Extracción de metales

Physical and chemical components (PC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
PC1	Agua superficial	-14	-B	1	-2	2	2	3

Biological and ecological components (BE)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
BE1	Vida acuática	-54	-D	2	-3	3	3	3

Sociological and cultural components (SC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
SC1	Modelos culturales	-7	-A	1	-1	2	3	2

Summary of scores

Range	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Tala de arboles

Physical and chemical components (PC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
PC1	Calidad del aire	-12	-B	1	-2	2	2	2

Biological and ecological components (BE)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
BE1	Biodiversidad de especies	-21	-C	1	-3	2	2	3
BE2	Vegetacion	-24	-C	2	-2	2	2	2

Sociological and cultural components (SC)

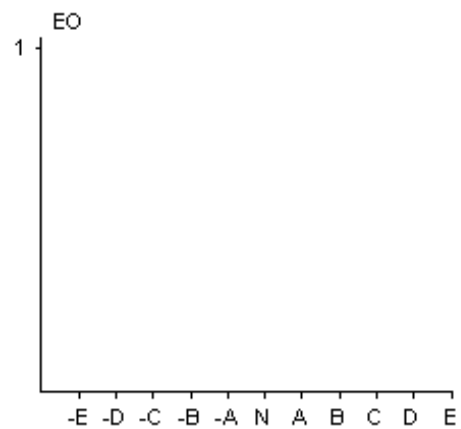
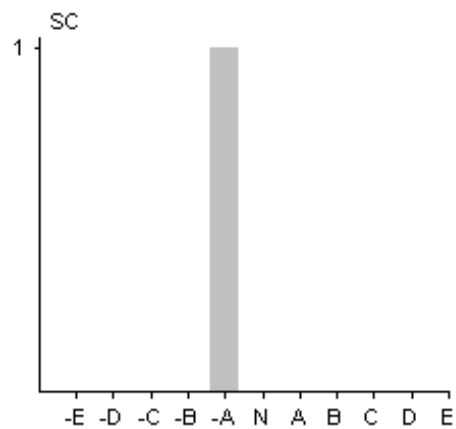
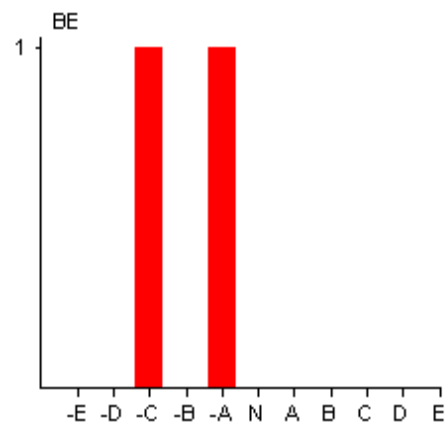
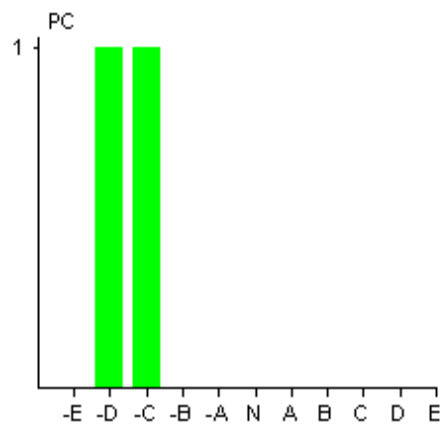
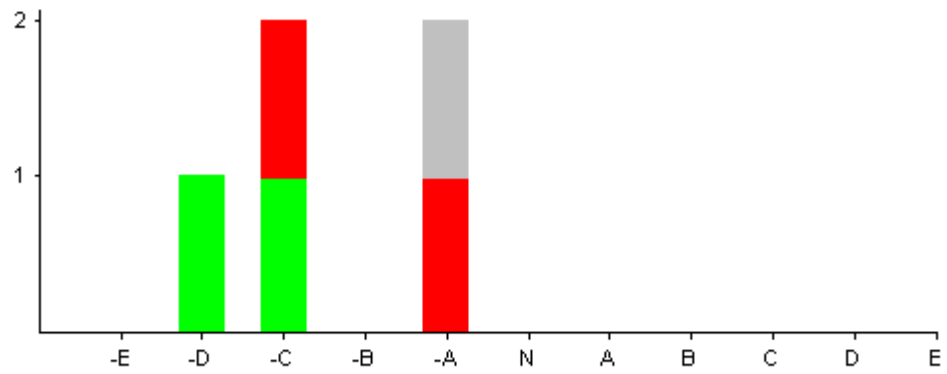
Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
SC1	Aspecto paisajístico.	-24	-C	2	-2	2	2	2

Summary of scores

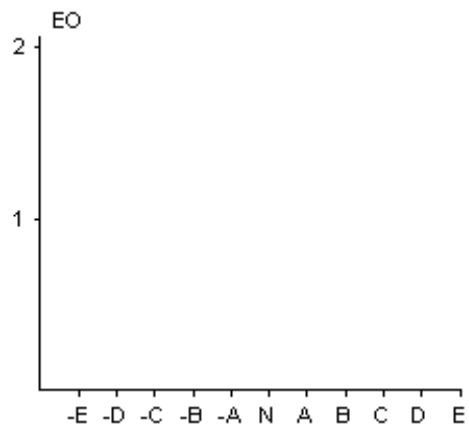
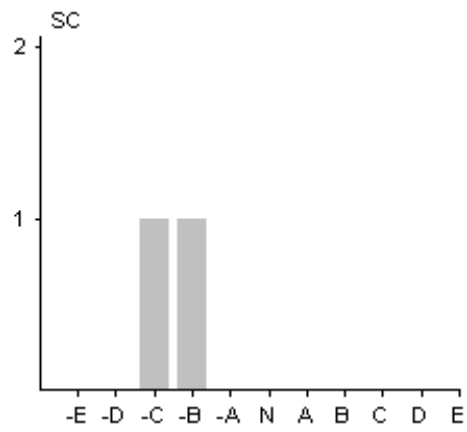
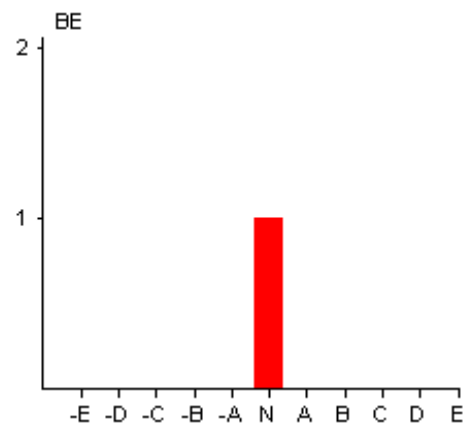
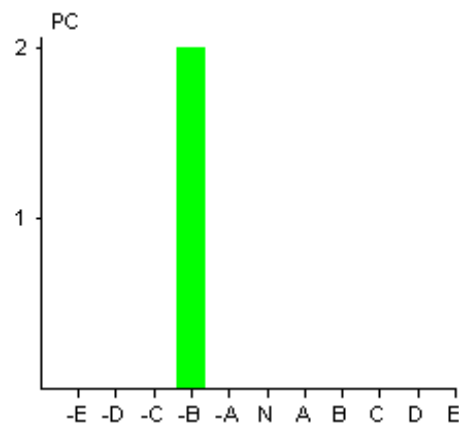
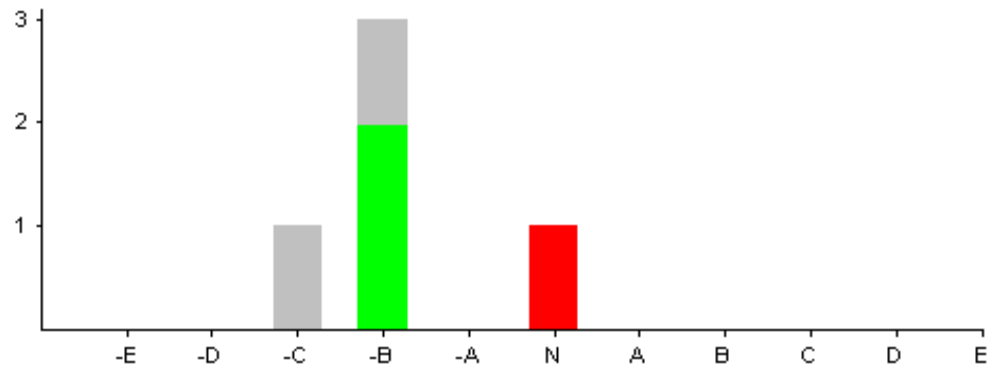
Range	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0

HISTOGRAMAS DE RESULTADOS

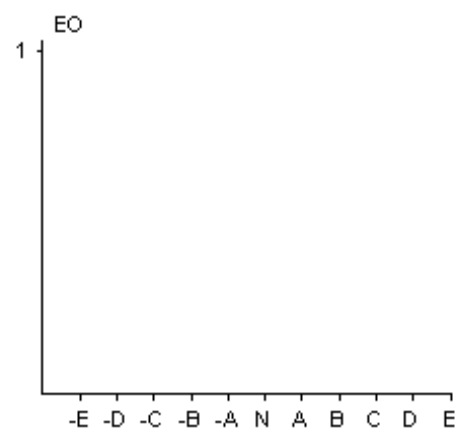
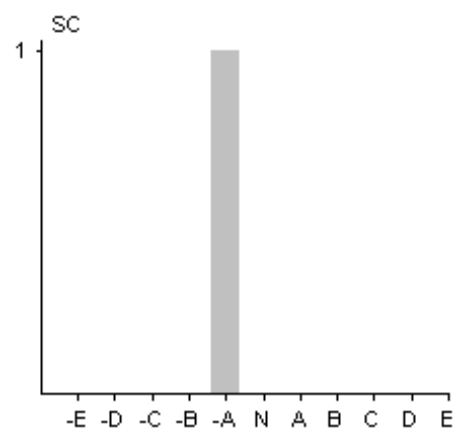
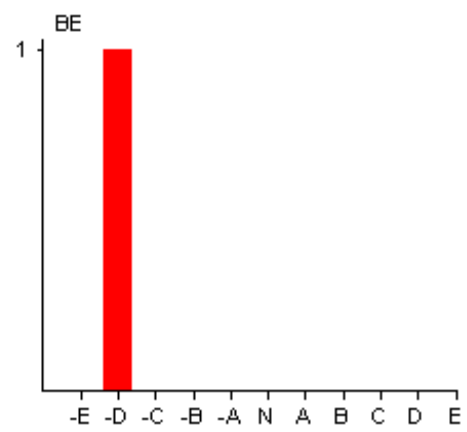
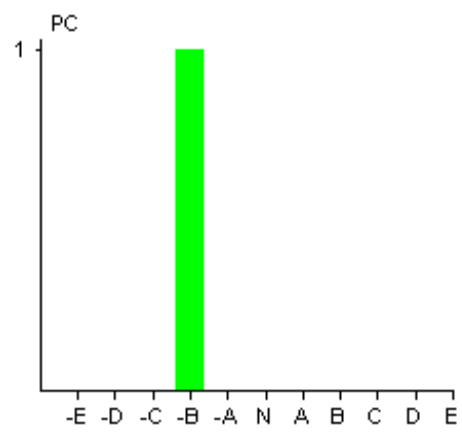
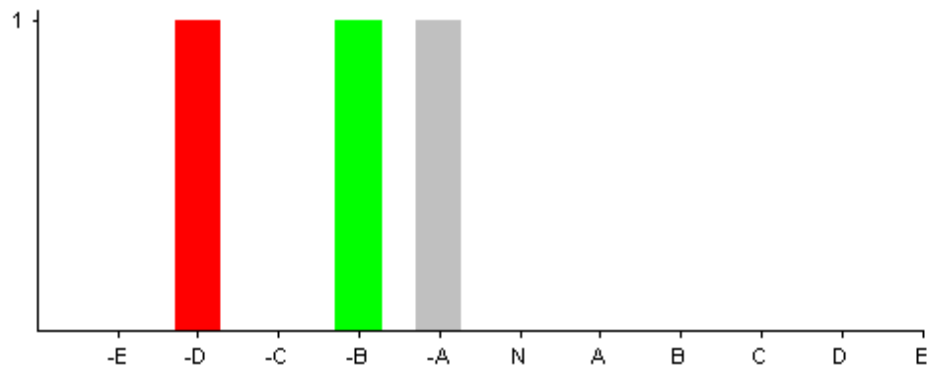
Descarga aguas residuales



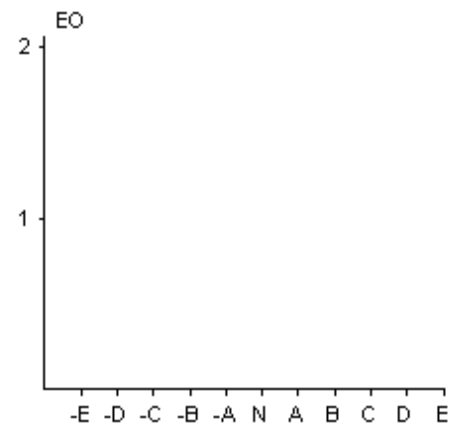
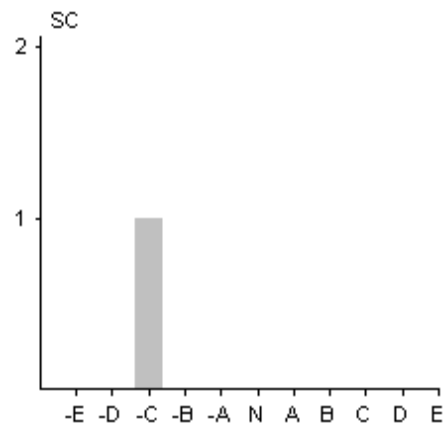
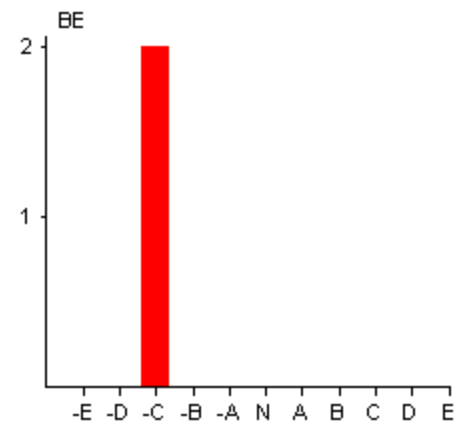
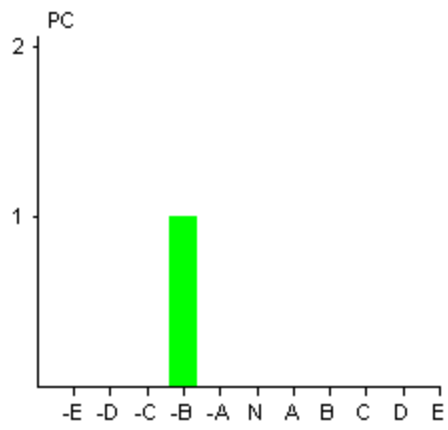
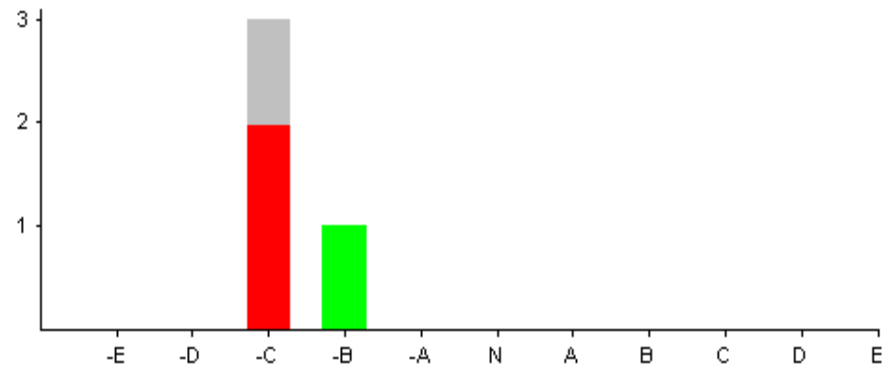
Deposito, acumulación y quema de desechos sólidos



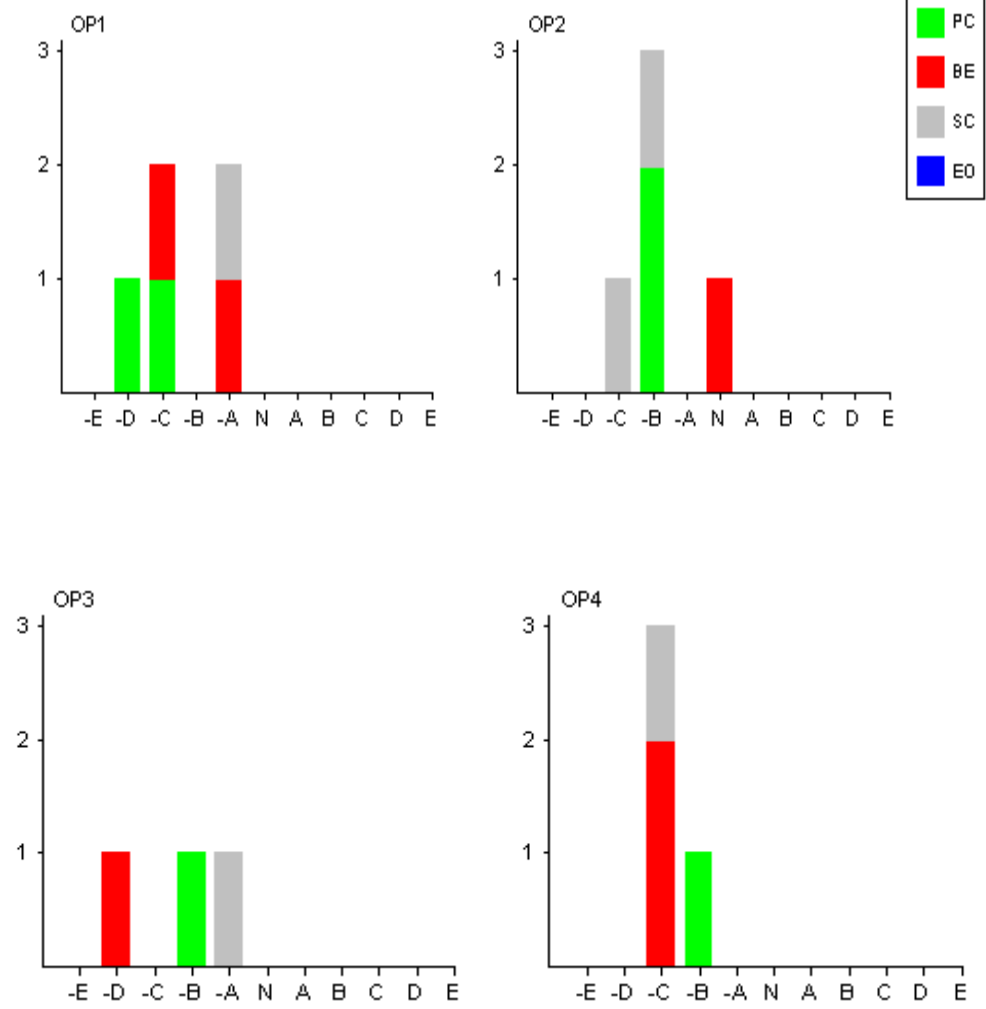
Extracción de metales



Tala de arboles



Option summary



✓ **INTERPRETACION DE RESULTADOS**

El método utilizado para determinar cuál es la condición ambiental actual en la zona de estudio, específicamente Rio Apanchacal y sus alrededores es el RIAM, siendo dicho método una herramienta utilizada para organizar, analizar y presentar los resultados integrados en un Diagnostico Ambiental.

De acuerdo a los resultados obtenidos utilizando el programa RIAM, todos los impactos causados por las diferentes actividades que pudieron observarse en la zona en estudio son negativos, ya que están perjudicando la calidad del rio y por lo tanto causando un impacto ambiental negativo.

Debido a que todos los scores ambientales obtenidos son altos, todas las actividades están causando impactos negativos, siendo la descarga de aguas residuales una de las actividades que está causando un mayor impacto, contaminando el agua superficial y terminando por completo con la vida acuática.

3.4 EVALUACION AMBIENTAL CON EL PROGRAMA RIAM BASIC (CON PROYECTO)

Con la información recolectada del proyecto “**DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION PARA EL RESCATE Y SANEAMIENTO DEL RIO APANCHACAL**”, se obtendrán las diferentes actividades que se realizan dentro de dicho proyecto que potencialmente pueden producir impacto sobre el medio analizado. Se tendrán en cuenta, todas y cada una de las acciones que directa e indirectamente pueden generarse tanto en la fase de construcción, como en la fase de operación.

Se conceptúa por actividades del proyecto las distintas intervenciones que se contemplan en el mismo y que son necesarias para conseguir los objetivos en él definidos. Estas acciones se clasifican, según el momento en que se produzcan, en acciones de la fase de obra o de la fase de operación.

3.4.1 Identificación y ejecución de las actividades en la fase de construcción.

FASE DE CONSTRUCCION:

- Instalaciones provisionales: (oficinas, zonas de acopio). Consiste en la construcción y habilitación de infraestructura de servicios y oficinas temporales utilizadas en obras. Acopio de materiales en los alrededores de las instalaciones.
- Contratación de mano de obra. Se requerirá la mano de obra calificada y no calificada para la ejecución de las diferentes actividades a lo largo de todo el periodo de ejecución del proyecto.

- Descapote y tala de árboles en el lindero donde se construirán las canaletas
- Movimiento de tierras. Se refiere a cortes, nivelaciones y en general, a toda la intervención del suelo que genere la pérdida de las características de este y/o su posterior traslado.
- Excavación. Para toda la etapa del proyecto se deben realizar excavaciones.
- Construcción de estructuras. Obras de mitigación complementarias
- Disposición de exceso de suelo. El material excavado debe ser retirado del sitio de la estructura y trasladado a lugares adecuados y previamente definidos.
- Tala y desbroce. Se refiere a la poda y corta de la vegetación y en general a todo el elemento natural que pueda interferir en la construcción del proyecto.
- Generación de residuos de obra. Se refiere a la generación de: residuos domésticos, residuos industriales no peligrosos (bolsas de cemento, restos de materiales).

FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Infraestructura de canaletas y otras obras de mitigación.
- Operación y mantenimiento de las canaletas: generación de residuos tales como: lodos, maleza.

3.4.2 Identificación de los factores potenciales afectados.

Son efectos potenciales aquellos que probablemente se producirán sobre el medio ambiente como consecuencia de las distintas acciones asociadas a la construcción y funcionamiento del sistema de canaleta y tubería rib_lock, así como de las obras de mitigación adicionales propuestas.

Durante las distintas fases, se producirán los siguientes efectos sobre el medio:

Fase de construcción:

- ✓ Alteración del suelo
- ✓ Alteración en la calidad del agua
- ✓ Alteración en la calidad del aire
- ✓ Alteración de la calidad de paisaje
- ✓ Generación de empleos
- ✓ Incremento y expansión de nuevas condiciones económicas
- ✓ Generación de residuos

Fase de operación:

- ✓ Alteración de la calidad del agua
- ✓ Alteración de la calidad del aire
- ✓ Generación de empleos
- ✓ Generación de residuos

FASES DEL PROYECTO	MEDIO POTENCIALMENTE AFECTADO
CONSTRUCCION	Suelo, agua, atmosfera, Vegetación, Fauna, Medio socioeconómico paisaje
OPERACIÓN	Atmosfera Fauna Medio socioeconómico

Tabla III-3 Efectos potenciales sobre el medio ambiente según la fase del proyecto.

DESCRIPCION DE LOS EFECTOS POTENCIALES

A continuación pasan a describirse los impactos potenciales que como consecuencia de la construcción de los sistemas propuestos, podrían producirse sobre el medio, agrupados en función, por un lado, del elemento que es afectado, y por el otro, de la fase en la que se producen.

Efectos potenciales sobre el suelo

La mayor parte de los efectos potenciales sobre el suelo se desarrollaran sobre la fase de construcción.

Los posibles efectos sobre el suelo que se han identificado son:

- Excavación y remoción del suelo
- Compactación del suelo
- Contaminación por vertidos accidentales
- Ocupación del suelo.

Las excavaciones se realizarán con el cuidado necesario para evitar que se generen daños innecesarios en el terreno circundante, estas dependerán del tipo de cimentación a utilizar (tierra, mixta o roca); aunque se producirán modificaciones por pérdida de cierto volumen de estrato orgánico y una compactación del suelo debido al movimiento de las máquinas.

La compactación del suelo produce una disminución de la permeabilidad del suelo, dificultando la regeneración de la vegetación. Este efecto será reducido debido a la limitación de la superficie afectada.

Efectos potenciales sobre el agua

Los efectos producidos sobre el agua son debidos a los aportes que se realicen sobre el cauce del río Apanchacal, vertidos provenientes de las aguas residuales de las colonias aledañas tales como: desechos de materiales, detergentes, combustibles, aceites. También es afectada por el aumento de sedimentos en suspensión en las aguas superficiales que son producidas por movimiento y remoción de tierra, y arrastrada por las precipitaciones.

Se producirán principalmente durante la fase de construcción, debido a las siguientes acciones:

- Movimiento de tierras
- Circulación de maquinaria
- Transporte, carga y descarga de materiales
- Operación de lavado y mantenimiento de maquinaria y equipo

Estos aportes son generalmente consecuencia del arrastre del material de desecho, estratos orgánicos y vertidos, influyendo en la calidad de las aguas del río, por aumento principalmente, de los sólidos en suspensión. De cualquier manera, los aportes tendrían lugar en los periodos de lluvia, cuando el caudal del cauce y de la canaleta es mayor, actuando el cauce como auto depurador de los mismos, de manera que la afección no sería significativa. De cualquier manera, la existencia de una cobertura vegetal potente minimiza los arrastres que se puedan producir.

Los procesos por los cuales un contaminante presente en el suelo pasa a incorporarse a la red superficial de agua son ciertamente complejos, pero en el caso objeto de estudio se puede asumir que el arrastre por parte del agua superficial será la principal causa de movilización de contaminación.

La contaminación de las aguas subterráneas se produce cuando se dan simultáneamente una serie de circunstancias, o factores favorables, como la existencia de acuíferos subterráneos (superficiales o profundos). Materiales o suelos con cierta permeabilidad que puede reducirse por la compactación de los mismos, presencia o cercanía de focos contaminantes. Los procesos por los cuales la contaminación es movilizadada, transportada e incorporada al sistema acuífero son múltiples y complejos, y no se pretende analizarlos en el presente proyecto.

Efectos potenciales sobre la atmosfera

El impacto potencial sobre la atmosfera se producirá principalmente en la fase de operación.

Durante la fase de construcción, el impacto potencial es debido al incremento del polvo en el ambiente por el movimiento de las maquinarias necesarias en la ejecución del proyecto. Este incremento de partículas en suspensión, que podría suponer un efecto negativo sobre la flora y las personas, se puede comparar por el producido por las maquinarias agrícolas en la realización de los trabajos habituales del campo, por lo que se considera prácticamente nulo si se en cuenta además su carácter claramente temporal, ya que una vez finalizado el proyecto, este no producirá ninguna contaminación por aumento de partículas en suspensión. Además, se trata de un impacto de fácil mitigación con las medidas correctoras oportunas, consistentes en regar aquellas zonas donde interese evitar que se levante más polvo. Por todo ello se puede considerar un impacto no significativo. **(Alas castro Agustín, 2009)**

Efectos potenciales sobre la flora

No se proyecta la tala excesiva de arboles para la construcción de las canaletas y las obras de mitigación según su diseño, ya que solo se despojara los arboles que obstaculicen la ruta de la canaleta y el lugar donde se colocaran las obras de mitigación, dada la magnitud de tala de árboles si es requerido, se considera un impacto no significativo.

Efectos potenciales sobre la fauna

Al estudiar los impactos sobre la fauna hay que diferenciar claramente durante la fase de construcción y la de operación.

Durante la fase de obras hay que tener en cuenta las afecciones que se producen como consecuencia de la pérdida, fragmentación y alteración de hábitats, repercutiendo especialmente sobre la fauna terrestre. Esto por efecto de los ruidos y movimientos de máquina y herramientas, mayor presencia humana, y otras molestias que las obras durante todo el proyecto puedan ocasionar,

Durante la fase de operación, ninguna obra diseñada podría tener efectos negativos. En cualquier caso, el principal efecto potencial que podría suponer sobre la fauna será el ahuyento de la misma durante los trabajos de mantenimiento de las canaletas y obras de mitigación.

Efectos potenciales sobre el medio socioeconómico

➤ **Efectos potenciales sobre la población:**

Durante la fase de construcción, la población puede verse afectada por la circulación de maquinaria y herramientas, incremento de partículas en suspensión, ruido y humos. Se trata de afecciones temporales que terminan una vez acaben la obras.

Respecto a la población activa, se generaran empleos, principalmente durante la fase de construcción, y en menor medida en la fase de operación. Serán de tipo directo en la propia construcción de la canaleta y las propuestas de obras que serán destinadas a mitigar la contaminación del río. **(Alas castro, Agustín, 2009)**

3.4.3 Resultados con el Programa RIAM BASIC

✓ RESULTADOS DE LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL RIO APANCHACAL

Fase de construcción

Physical and chemical components (PC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
PC1	Alteracion del suelo	-8	-A	1	-1	3	3	2
PC2	Alteración en la calidad del agua	16	B	2	2	1	2	1
PC3	Alteración en la calidad del aire	16	B	2	2	1	2	1

Biological and ecological components (BE)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
BE1	Vegetación	10	B	2	1	2	2	1
BE2	Fauna	3	A	1	1	1	1	1

Sociological and cultural components (SC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
SC1	Alteración de la calidad de paisaje	10	B	2	1	2	2	1
SC2	Generación de residuos	-6	-A	1	-1	2	2	2

Economical and operational components (EO)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
EO1	Generación de empleos	16	B	2	2	2	1	1
EO2	Incremento y expansión de nuevas condiciones económicos	5	A	1	1	3	1	1

Summary of scores

Range	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
SC	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Total	0	0	0	0	2	0	2	5	0	0	0

Fase de operacion y mantenimiento

Physical and chemical components (PC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
PC1	Alteración de la calidad del agua	48	D	2	3	3	2	3
PC2	Alteración de la calidad del aire	42	D	2	3	3	2	2

Biological and ecological components (BE)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
BE1	Fauna	0	N	0	0	1	1	1

Sociological and cultural components (SC)

Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
SC1	Aspecto paisajístico.	0	N	0	2	1	2	2
SC2	Medio socioeconómico	0	N	0	2	1	1	2

Economical and operational components (EO)

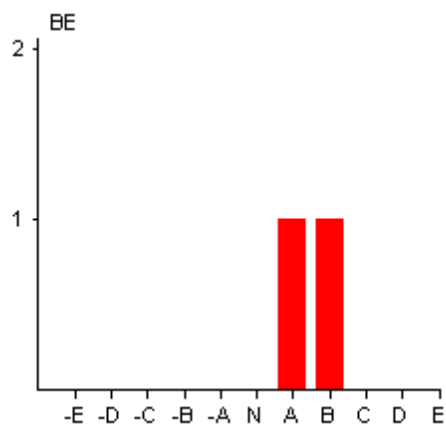
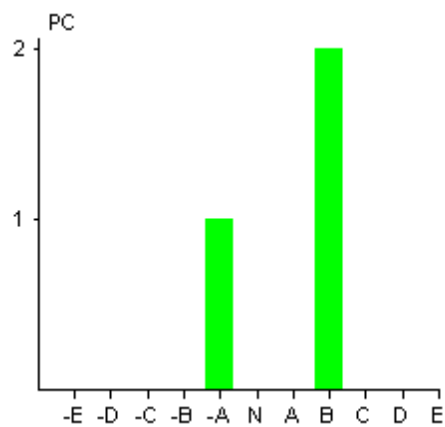
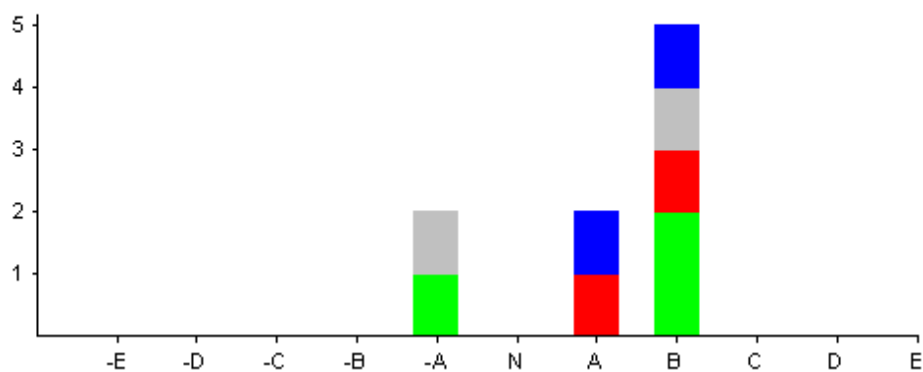
Components		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
EO1	Generación de empleos	7	A	1	1	3	2	2
EO2	Costo de operacion	16	B	1	2	3	3	2
EO3	Mantenimiento	16	B	1	2	3	3	2

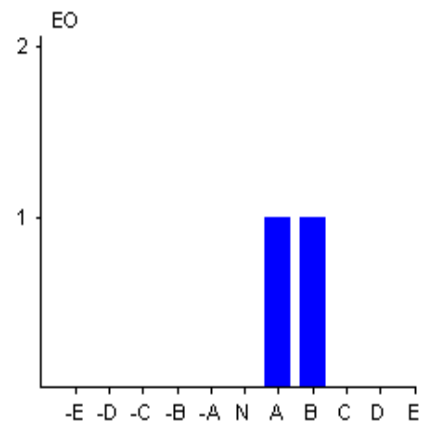
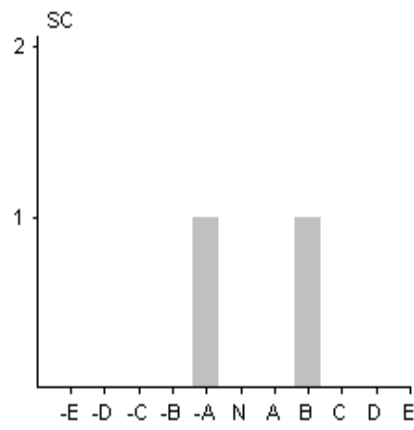
Summary of scores

Range	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
BE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	3	1	2	0	2	0

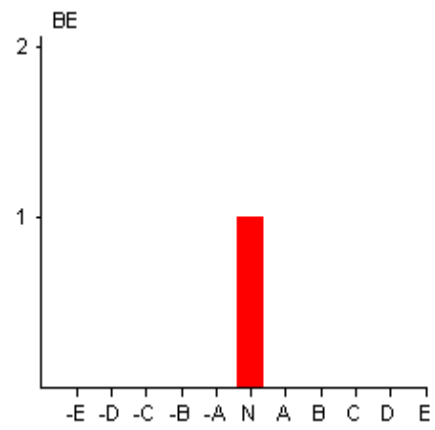
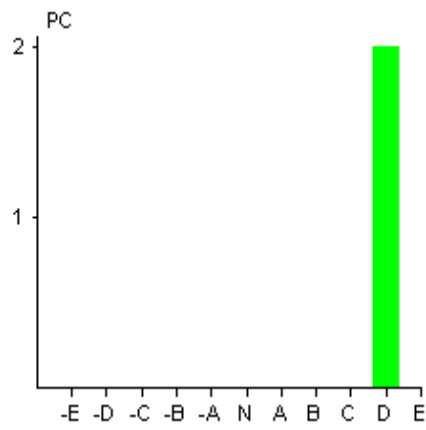
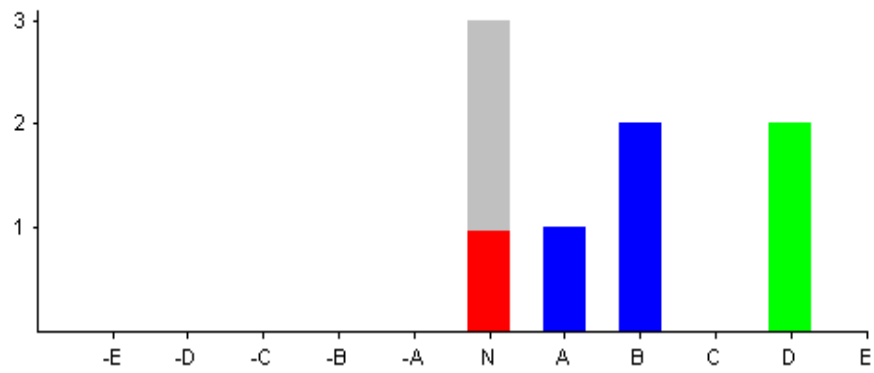
HISTOGRAMAS DE RESULTADOS

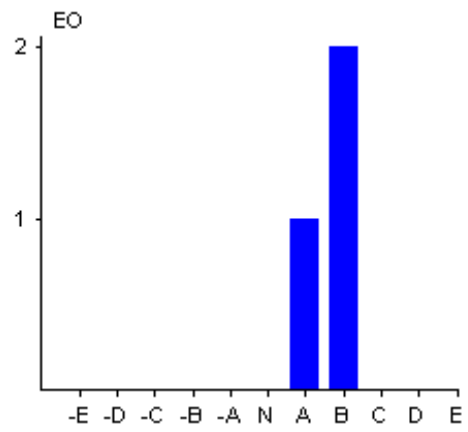
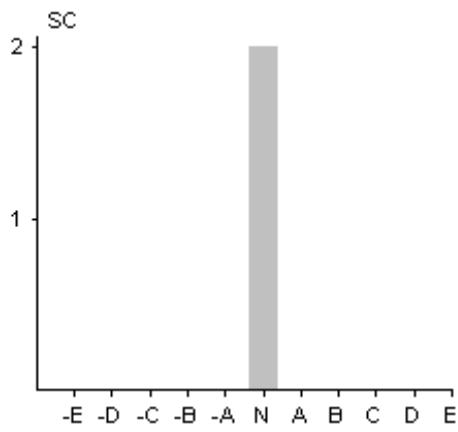
Fase de construccion



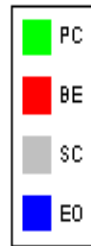
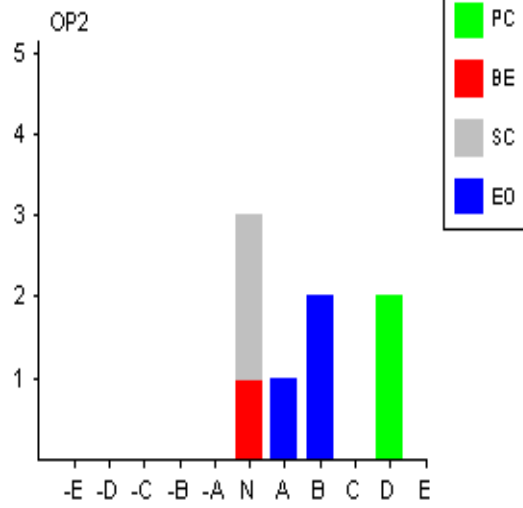
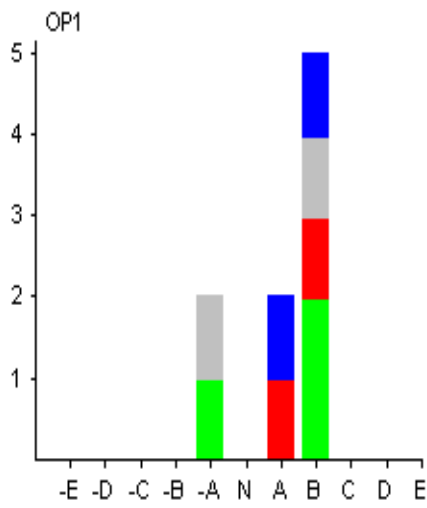


Fase de operacion y mantenimiento





Option summary



✓ **INTERPRETACION DE RESULTADOS**

Según los resultados obtenidos en la Evaluación Ambiental utilizando el programa RIAM, llevando a cabo la ejecución y mantenimiento de las obras de mitigación y protección, propuestas con el fin de alcanzar el saneamiento y recuperación del Rio Apanchacal, las actividades necesarias para lograr dicho fin estarán causando un impacto positivo en gran magnitud en la calidad del rio.

3.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y ASEO DE OBRAS DE MITIGACION

El mantenimiento y limpieza de las obras de mitigación de la primera etapa es realizada cada año por parte de la Alcaldía Municipal de Santa Ana y la empresa COEX S.A. de C.V., sin embargo en la realización de éste proyecto se ha considerado pertinente darle un mantenimiento preventivo en periodos de tres meses a las obras de mitigación propuestas, ya que con esto se estaría asegurando la vida útil de cada una de ellas para la cual fue diseñada, evitando de esta manera costos innecesarios de reparación en caso de llegarse a deteriorar por falta de un mantenimiento establecido.

El objetivo principal de esta acción de mantenimiento es garantizar la capacidad de conducción de agua de acuerdo con el diseño de caudal de la estructura.

Se puede permitir el desarrollo de alguna vegetación en los bordos, pero con especies que impidan el crecimiento de malas hierbas. Se recomienda hacerlo sobre todo en tramos críticos (propensos a la erosión), con el fin de darles una mayor consistencia.

A continuación se muestra un programa donde se propone a las entidades correspondientes las actividades a realizar y el periodo en que deben realizarse para darle el mantenimiento a las obras de mitigación.

No.	Actividad	Descripción general de cada actividad	Periodo
1	Limpieza de Canaleta	Esta actividad consiste en retirar los desechos sólidos o materia orgánica como hojas o ramas que puedan estar retenidos en la canaleta y que obstruyan el paso de las aguas residuales, además del chapeo y limpieza de maleza en los alrededores y a lo largo de esta.	Cada 3 meses
2	Limpieza de Bóveda en Col. Zapote Injerto	Consiste en la recolección de los desechos sólidos depositados y acumulados en la bóveda ubicada la Colonia zapote injerto a 112 mts aproximadamente del nacimiento del manantial, así como en las riveras y alrededores de dicha zona.	Cada 3 meses

Tabla III-4 Programa de mantenimiento de obras de mitigación propuestas.

3.6 LEGISLACION APLICABLE

INTRODUCCION

El medio ambiente y los recursos naturales son esenciales para la sociedad y es deber y responsabilidad del estado y de sus instituciones, así como de las personas mismas que hacen uso de estos recursos, cuidar que estos no se agoten, deterioren o degraden, para que puedan ser aprovechados racionalmente y disfrutados por las generaciones presentes y futuras. Siendo éste uno de los propósitos fundamentales por lo que ha sido creada la Legislación Ambiental, ya que los recursos ambientales naturales y la diversidad biológica son la base para el Desarrollo Sostenible del país, por lo que es necesario mantener la armonía entre el ser humano y el medio ambiente e impedir, subsanar, corregir o eliminar, las situaciones que perjudican los recursos naturales y la biosfera.

Con el fin de proteger nuestros recursos hídricos, han sido creadas diversas leyes ambientales, de las cuales existen varias leyes y artículos, por lo tanto se hace necesario realizar un breve resumen de los reglamentos más importantes de la legislación aplicable al proyecto: **DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION PARA SANEAMIENTO Y RECUPERACION DEL RIO APANCHACAL, EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE SANTA ANA.**

Algunas leyes o artículos que se mencionan no estarán directamente vinculados, pero de igual manera es muy importante darlas a conocer para que se conozcan y se respeten, las cuales se mencionan a continuación:

➤ **REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DEL MEDIO AMBIENTE**

Objeto de la ley.

Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refiere a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

REGLAMENTO ESPECIAL SOBRE EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS DISPOSICIONES GENERALES DEL OBJETO, DEL ALCANCE Y DEL AMBITO DE APLICACIÓN

Objeto y Alcance

Art. 1: El presente Reglamento tiene por objeto regular el manejo de los desechos sólidos. El alcance del mismo será el manejo de desechos sólidos de origen domiciliario, comercial, de servicios o institucional; sean procedentes de la limpieza de áreas públicas, o industriales similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos.

DE LAS AGUAS NEGRAS O AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Art. 59: El control de la contaminación producida por los residuos líquidos domésticos estará sujeto a las disposiciones de la legislación vigente sobre los usos de abastecimiento de agua potable, domésticos, comerciales e industriales en aquellos núcleos de población que cuentan con redes alcantarillado sanitario administrativo por ANDA y organismos afines.

CODIGO DE SALUD

DISPOSICIONES GENERALES

Saneamiento del Ambiente Urbano y Rural

Art. 56.- El Ministerio, por medio de los organismos regionales, departamentales y locales de salud, desarrollará programas de saneamiento ambiental, encaminados a lograr para las comunidades;

- a) El abastecimiento de agua potable;
- b) La disposición adecuada de excretas y aguas servidas;
- c) La eliminación de basuras y otros desechos;
- e) El saneamiento y buena calidad de la vivienda y de las construcciones en general;
- f) El saneamiento de los lugares públicos y de recreación
- h) La eliminación y control de contaminaciones del agua de consumo, del suelo y del aire;
- i) La eliminación y control de otros riesgos ambientales.

Basura y Otros Desechos

Art. 74.- Corresponde al Ministerio la autorización de la ubicación de los botaderos públicos de basura y su reglamentación.

3.7 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

El análisis de las muestras de agua obtenidas en tres puntos de muestreos identificados estratégicamente a lo largo del trayecto del río Apanchacal, mostro resultados variantes, los cuales vienen a corroborar y comprobar la hipótesis formulada anteriormente, la cual se tenían indicios de una inminente contaminación de las aguas del mismo, aunque en diferentes grados de contaminación, lo cual se puede comprobar analizando la información presentada en los anexos 4 y 5.

Los parámetros que se contemplaron para la realización de la prueba, fueron aquellos que se consideraron primordiales para la comprobación de la calidad del agua para lograr la recuperación y saneamiento del mismo.

Debido a la naturaleza del proyecto se consulto a la Ing. Vilma de Caballero, la cual labora como Gerente de Calidad del Instituto del Agua de la UES-FMOCC. Que sugirió necesario realizar únicamente la prueba de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en un solo muestreo realizada en época seca, debido a que en época lluviosa la muestra se ve alterada por la escorrentía superficial, trayendo consigo una serie de contaminantes provenientes actividades domesticas, agrícolas o industriales.

La DQO se expresa como una medida de la cantidad de la sustancia orgánica presente en la muestra, en otras palabras es la materia oxidable presente en el agua ya sea de origen orgánico o mineral (hierro, nitritos, amoniacos, cloruros y sulfuros).

Los análisis para la obtención del DQO del agua en estudio, en los tres puntos de muestreos arrojaron los siguientes datos:

- ✓ Para el punto de muestreo #1(ver anexo 8) se obtuvo un dato el cual asciende a 21 mg/l lo cual comparando con la normativa de aguas residuales de tipo ordinario, se encuentra bajo el límite establecido de los 60mg/l que dicha normativa establece, con lo cual se puede verificar que en ese punto el rio no se encuentra totalmente contaminado.
- ✓ Para el punto de muestreo #2 (ver anexo 9), se obtuvo un dato el cual asciende a 18 mg/l lo cual comparando con la normativa de aguas residuales de tipo ordinario, se encuentra bajo el límite establecido de los 60mg/l que dicha normativa establece, con lo cual se puede verificar que en ese punto el rio no se encuentra totalmente contaminado. Este resultado indica un posible nacimiento debido a que el DQO disminuyo.
- ✓ Para el punto de muestreo #3 (ver anexo 10), se obtuvo un dato el cual asciende a 242 mg/l lo cual comparando con la normativa de aguas residuales de tipo ordinario, se encuentra por arriba del límite establecido de los 60mg/l que dicha normativa establece, con lo cual se puede verificar que en ese punto el rio se encuentra totalmente contaminado, por el nivel de contaminación que dichas aguas poseen podría considerarse como un rio muerto.

CAPITULO IV

**ANALISIS DE LAS FUENTES DE
CONTAMINACION A TRAVES
DE INSECTOS ACUATICOS
BIOINDICADORES DE LA
CALIDAD AMBIENTAL DEL
AGUA**

4.1 FUENTES DE CONTAMINACION

Entre las principales fuentes de contaminación que existen en el río Apanchacal son las originadas por actividades tanto humanas como naturales que están contaminando sus aguas superficiales, que tienen mayor incidencia en época lluviosa, generando el arrastre de los desechos sólidos al río; para poder determinar y describir todos los daños que están generando esta contaminación, es de mucha importancia poder definir las fuentes puntuales y potenciales de contaminación ya que sobre estas se hará el análisis para la planificación y saneamiento ambiental, para poder atenuar o disminuir la contaminación de las aguas superficiales del río en estudio.

4.1.1 Fuentes puntuales

Entre las fuentes puntuales que están generando la contaminación localizadas a lo largo del área limitada se pueden mencionar las siguientes:

- a. Aguas residuales.
- b. Desechos sólidos.
- c. Agua pluvial.

a. Aguas residuales. Es la actividad principal que está afectando en mayor proporción al río, estas descargas provienen de una parte de la zona sur de la ciudad de Santa Ana, en mayor volumen y otros provenientes de sectores que no están conectados a un sistema de alcantarillado sanitario y que realizan sus descargas directamente al río en estudio. (Ver foto 4.1). La composición de este vertido es muy compleja debido a que contienen sustancias orgánicas y químicas que dificultan la autodepuración del agua.



Foto. 4.1 Descarga de aguas residuales directamente al río Apanchacal.

b. Desechos sólidos. Esta actividad se observa en la bóveda de la colonia Zapote Injerto ubicada a una distancia de 115 m desde del nacimiento del río. Los desechos sólidos pueden ser no biodegradables como plástico, vidrio, llantas entre otros, y los biodegradables como residuos animales, vegetales y minerales y que al descomponerse generan mal olor y proliferación de insectos y enfermedades. La basura como comúnmente es llamada a los desechos sólidos puede proceder de domicilios industrias calles y accesos peatonales en estos casos puede contener residuos de alimentos, cartón, cenizas, virio, excretas, hojas ramas, papel, estiércol entre otros. (Ver foto 4.2)



Foto. 4.2 Acumulación de desechos sólidos en bóveda ubicada al final de col. Zapote Injerto.

c. Agua pluvial. El agua lluvia es uno de los contaminantes el cual su composición es desconocida ya que puede arrastrar todo tipo de desechos que se encuentran a su paso tales como por ejemplo plaguicidas, fertilizantes y estiércol, provenientes de zonas donde se desarrollan la agricultura y ganadería, teniendo una mayor repercusión debido a todos los desechos sólidos que son arrastrados aguas abajo. (Ver foto 4.3)



Foto. 4.3 Desechos Sólidos arrastrados por la esorrentía.

4.2 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO APANCHACAL ATRAVES DE INSECTOS ACUATICOS BIOINDICADORES DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA.

La humanidad se beneficia del agua de diversas formas: en los hogares, industrias, fábricas, etc. Además de bebida, el agua es necesaria para la higiene, cocina y actividades domesticas diarias; en la industria, el agua es necesaria para la fabricación de muchos productos, producir vapor, para refrigerar una máquina o para lavar materiales, etc.; en la agricultura, es necesaria para regadíos y para el consumo del ganado, y así sucesivamente forma parte esencial de la vida del humano en varios aspectos. Sin embargo debido al crecimiento poblacional, este recurso esta escaseando, además de que muchas fuentes de obtención están siendo contaminadas por la misma actividad humana a través de vertientes de aguas residuales especialmente en ríos y arroyos.

Una alternativa complementaria a los métodos tradicionales para determinar la calidad del agua de los ríos, además de novedosa, es por medio de indicadores biológicos (también llamados bioindicadores), el cual es relativamente poco costoso. Este método biológico presenta amplias ventajas y nos permite una visión más integral y además retrospectiva de las cualidades del medio en el cual se desarrollan los organismos acuáticos.

Entre todos los grupos de organismos acuáticos, los Macroinvertebrados constituyen el grupo de bioindicadores más utilizados a nivel mundial. Ellos proporcionan excelentes señales sobre la calidad ambiental del agua de los ríos, porque algunos requieren una muy buena calidad para desarrollarse y sobrevivir, mientras que otros, por el contrario, crecen y abundan en aguas muy contaminadas. Esto se debe a que las diferentes especies tienen diferentes grados de sensibilidad a la contaminación de las aguas de los ríos. También,

son considerados excelentes indicadores de la calidad ambiental, debido a que su periodo de vida es lo suficientemente largo para mostrar como son afectados por la presencia de agentes contaminantes, incluyendo aquellos de bajas concentraciones, pero con capacidad de acumularse a través del tiempo. Asimismo, tienen la ventaja de ser relativamente inmóviles y fáciles de recolectar o muestrear y tienden a formar comunidades características que se asocian a condiciones físicas y químicas de las aguas de los ríos, lo que permite conocer los diferentes grados de contaminación. Además, permiten detectar situaciones de toxicidad aguda (envenenamiento) en los cuerpos de agua superficiales, lo cual generalmente no es detectado tan fácilmente por las mediciones físico-químicas tradicionales. Debido a estas ventajas, el uso de bioindicadores para medir la calidad de agua, especialmente de ríos y quebradas, ha cobrado cada vez más importancia a nivel mundial, y recientemente también se está implementado en varios países latinoamericanos. **(Alba-Tercedor, 1996)**

En las zonas rurales el agua que llega a las viviendas proviene de manantiales, ríos, arroyos, Lagos u otro tipo de fuentes naturales superficiales expuestas a la contaminación, donde la gente ve el agua transparente y deduce que está limpia, sin embargo ése es el gran error, pues los microorganismos o agentes causantes de enfermedad no se perciben a simple vista, que cuando es ingerida se presenta como una de las principales causas de muerte, sobre todo en infantes, además de provocar numerosas enfermedades. Tradicionalmente, la evaluación de la calidad del agua se basa en análisis físicoquímicos y bacteriológicos análisis caros y onerosos, en años recientes se ha incluido el método biológico a través de la estimación de la diversidad y densidad de diferentes grupos de organismos en escala zoológica y botánica, llamados bioindicadores, que reaccionan más deprisa que el ser humano a los productos tóxicos y a las perturbaciones del medio ambiente o bien aquéllos que son sensibles a exposiciones cortas a situaciones extremas que no son detectables

en muestreos puntuales, por ejemplo, la composición de la fauna de invertebrados acuáticos indica distintos niveles de calidad de las aguas³⁹

Los insectos acuáticos pueden ser directamente y/o indirectamente por variaciones o perturbaciones ambientales, reduciendo así su diversidad y abundancia, alterando la red trófica y las condiciones físicas del hábitat, es por eso que son considerados buenos indicadores de la calidad de hábitat. **(Alba-Tercedor, 1996)**

La preferencia por éste grupo se debe a varias razones: i) son relativamente sedentarios y por lo tanto representativos del área donde son colectados, ii) tienen ciclos de vida cortos, iii) son sensible a perturbaciones, iv) viven y se alimentan en o sobre los sedimentos donde tienen a acumular toxina, las cuales se incorporan a la cadena trófica a través de ellos.

En base a lo anterior, este tópico tiene la finalidad de determinar a través de este método el grado de contaminación del Río Apanchacal, que servirá como parámetro complementario de los análisis químicos que se le realizaron al río en estudio.

4.2.1 Uso de Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores

Las razones por las cuales se consideran a los Macroinvertebrados como los mejores indicadores de la calidad del agua son muchas, entre las que se citan las siguientes:

³⁹ Determinación de la calidad Ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador UES-OEA 2010

- Son abundantes, de amplia distribución y fáciles de recolectar.
- Poseen una gran diversidad de especies, con un amplio espectro de respuestas ambientales (grados de tolerancia)
- Son sedentarios en su mayoría, reflejando así las condiciones locales (extensión espacial de la contaminación).
- Son relativamente fáciles de identificar en comparación con otros grupos de organismos como los virus, bacterias, entre otros (por lo menos a nivel de familia o género).
- Presentan los efectos de variaciones ambientales de corto tiempo.
- Facilitan información para integrar efectos acumulativos.
- Sus ciclos vitales son relativamente largos.
- Son apreciables a simple vista.
- Se encuentran en una amplia variedad de ambientes acuáticos
- Se pueden criar en el laboratorio.

4.2.2 Limitantes de los Macroinvertebrados en Biomonitoreo

Así como se han reconocido ciertas ventajas del uso de Macroinvertebrados como herramientas para biomonitoreo, también les han sido señaladas algunas limitaciones principales, de los cuales algunas se resumen a continuación:

- a) Los Macroinvertebrados bénticos aparentemente no responde por igual a todos los impactos, como por ejemplo a herbicidas.
- b) Su distribución y abundancia pueden ser afectados por otros factores además de la calidad del agua, como por ejemplo la velocidad de la corriente de agua o la naturaleza del sustrato.
- c) Algunas especies poseen variaciones poblacionales de origen estacional, o sea presentan cambios en sus abundancias en diferentes épocas del año (invierno – verano; época seca – época lluviosa).

- d) La conducta de deriva en aguas en movimiento, puede acarrear algunas especies dentro de áreas (río-abajo) en las que ellos normalmente no ocurren.
- e) Ciertos grupos son taxonómicamente difíciles de trabajar y errores en la identificación pueden arrojar resultados erróneos con respecto a la calidad del agua, debido a los diferentes valores de tolerancia asignadas a los distintos grupos taxonómicos (generalmente familias). **(Rosenberg & Resh, 1993)**

Por lo tanto es importante que el biomonitoreo acuático y el uso de bioindicadores sean aplicados por profesionales capacitados en la aplicación de este método y entrenados en la identificación taxonómica de estos organismos.

Finalmente, hay que destacar que el uso de bioindicadores no pretende sustituir el método físico-químico, ya que ambos son herramientas complementarias, y en especial no debe ser utilizado en el análisis de agua potable como único criterio.

4.3 ORDEN DE INSECTOS ACUÁTICOS

Aproximadamente un 5% de todos los insectos pasan, ya sea total o parcialmente, su ciclo vital en el agua. Las especies de insectos que presentan etapas acuáticas se dividen en cuatro grupos:

Neurópteros: Todos los neurópteros presentan complejas metamorfosis y costumbres carnívoras, por lo que suelen ser ágiles cazadores. La mayoría están dotados de mandíbulas largas y poderosas.

Dípteros (moscas): Este grupo a su vez se subdivide en quironómidos y simúlidos (moscas negras). Los primeros se distinguen por su trompa corta y

alas sin escamas. Varios integrantes de esta familia se alimentan de la sangre humana, siendo sus picaduras extremadamente dolorosas.

En cuanto a los simúlidos, presentan penachos en sus extremidades y sifones respiratorios en lo alto de la cabeza. También chupan la sangre del hombre y de los animales.

Tricópteros: La característica distintiva de esta familia es que sus larvas son predominantemente acuáticas y viven en el interior de tubos fabricados por ellas mismas.

Efímeras: Durante su estado larvario mudan su cascarón más de 40 veces. Su vida adulta tiene solamente 24 horas de duración.

Plecópteros (perlas): Presentan dos tipos de larvas: las herbívoras, que se alimentan generalmente de algas, y las carnívoras, que devoran otros insectos acuáticos.

Odonatos (libélulas): Sus larvas poseen un apéndice extensible bajo la boca que les permite cazar animales pequeños. Cuando alguna diminuta presa se acerca, este apéndice se extiende rápidamente, capturándola con unas pinzas que tiene en el extremo.

Coleópteros (escarabajos): Son el más extenso de los órdenes de los insectos, cifrándose en unas 300 mil especies conocidas. Sus alas son coriáceas y mucho más fuertes que las posteriores, sirviendo así de protección para el segundo par.

4.4 ÁREA DE MUESTREO

El área de muestreo se localiza exactamente en las zonas donde se realizaron las pruebas físico-químicas, que en cuyo caso se muestran a través de los planos de ubicación (ver anexos 8, 9 y 10) exceptuando un punto de muestreo adicional que se localizo a unos 75 mts aproximadamente de donde inicia el manantial, este punto se adiciona de acuerdo al método de muestreo.

4.5 MATERIALES Y EQUIPO PARA MUESTREO

Entre los materiales y equipo utilizados para realizar el muestreo en el Rio Apanchacal se encuentran: la red "D", un colador grande, traje de vadeo, microscopios, guantes, botas de hule, alcohol 90° y 70°, bolsas ziploc, bandejas y pinzas. (Ver fotos 4.4, 4.5 y 4.6)



Foto 4.4 Red "D", traje de vadeo, guantes y colador.



Foto 4.5 Microscopio, pinzas y otros.



Foto 4.6 bandeja y botas de hule.

4.6 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL MUESTRO

El procedimiento se realizo en el Rio Apanchacal utilizando los materiales mencionados en ítem anterior y se detalla brevemente a continuación:

- ✓ Se determinaron los puntos donde se realizara el muestreo, preferentemente los mismos puntos donde se realizaron los análisis químicos con el objetivo de comparar los resultados.

- ✓ Debido a que el método propone que el muestreo debe realizarse a una distancia de 25 mts entre un punto y otro, se hizo necesario determinar otro punto, ya que la distancia entre los puntos 2 y 3 excedía los 25 mts.
- ✓ Para la muestra del punto 1, el procedimiento con la red “D” para la extracción de las muestras es el siguiente:
 - En un lapso de 5 min se sumerge la red “D” en sentido contrario a la corriente del río, moviendo y frotando las rocas, debido a que estos son posibles hábitats de los insectos. (ver foto 4.7)



Foto 4.7 Muestreo usando red “D”.

- Transcurridos los 5 min, la muestra recolectada en la red se coloca en las bolsas ziploc previamente preparadas con alcohol 90°, está dentro de otra bolsa sin alcohol y con las viñetas dentro de ambas bolsas identificando el nombre del lugar de muestreo, fecha y número de muestra, algunos insectos que puedan observarse a simple vista pueden retirarse con una pinza, de manera que la red quede limpia. (ver foto 4.8)



Foto 4.8 Muestra recolectada y depositada en bolsa ziploc preparada con alcohol 90°.

- ✓ El procedimiento para recolectar las muestras con el colador es el siguiente:
 - En un lapso de 15 min se sumerge el colador en las riberas del río, zonas de donde se encuentran raíces de arboles, piedras, ramas, hojarasca, donde generalmente se alojan este tipo de insectos. (ver foto 4.9)



Foto 4.9 Muestreo usando colador.

- Transcurridos los 15 min, la muestra recolectada en el colador se deposita en una bandeja y se extraen los insectos que se pueden observar a simple vista con una pinza y se depositan en frascos previamente preparados con alcohol 70°, colocando dentro de estos, las viñetas identificando el nombre del lugar de muestreo, fecha y numero de muestra. (ver foto 4.10)



Foto 4.10 Extracción de muestra a simple inspección visual.

Este procedimiento es el mismo para los demás puntos de muestreo, para luego ser llevadas a laboratorio, donde se separan e identificaran en orden y familia a las cuales pertenecen cada uno de los insectos acuáticos muestreados.

4.7 ANÁLISIS EN LABORATORIO PARA SEPARACIÓN DE INSECTOS ACUÁTICOS

El análisis en laboratorio para la separación de los insectos acuáticos se realizó en el laboratorio de biología de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, del cual se extrajeron y clasificaron los insectos pertenecientes a las diferentes órdenes y familias que a continuación se mencionan:

ORDEN	FAMILIA
EPHEMEROPTERA	Baetidae
	Leptohyphidae
	Leptophlebiidae
DIPTERA	Chironomidae
	Psychodidae
	Tabanidae
	Empididae
	Muscidae
ODONATA	Coenagrionidae
	Libellulidae
COLEOPTERA	Curculionidae
MEGALOPTERA	Corydalidae
OLIGOCHAETA	Oligochaeta
COLLEMBOLA	Collembola
TRICOPTERA	Hydroptilidae

Tabla IV.1 *Tabla de clasificación de insectos invertebrados por órdenes y familias*

4.8 FUNDAMENTO DEL ÍNDICE BIOLÓGICO A NIVEL DE FAMILIAS DE INVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL SALVADOR (IBF-SV-2010)

Origen del Índice Biológico a nivel de familias en El Salvador

El Índice Biológico a nivel de Familias de invertebrados acuáticos adaptado para El Salvador (IBF-SV-2010), tiene como base el método de cálculo, asignación de puntajes y escala de medición, propuestos por Hilsenhoff (1987). Esencialmente, consiste en el promedio de los puntajes de los grupos taxonómicos encontrados en cada punto o sitio de muestreo, ponderado por su abundancia relativa. De esta manera, el índice presenta dos componentes principales: a) El puntaje asignado a cada grupo de invertebrado acuático; b) La abundancia relativa de los grupos de invertebrados acuáticos encontrados.

El puntaje de los grupos de invertebrados acuáticos es un valor predeterminado que indica su tolerancia a las condiciones de perturbación (grado de sensibilidad a la contaminación del agua), siguiendo el modelo propuesto por Hilsenhoff (1987), según el cual los valores cercanos a “0” indican baja tolerancia y los cercanos a “10” alta tolerancia a la contaminación del agua. Por otro lado, la abundancia relativa se considera como una característica propia de cada punto o sitio muestreado en los principales ríos de El Salvador y es un indicativo del nivel de perturbación.

VALOR IBF-SV-2010	CATEGORIA	CALIDAD DEL AGUA	INTERPRETACION DEL GRADO DE CONTAMINACION ORGANICA
0.00-3.75	 1	Excelente	Contaminación orgánica improbable
3.76-4.25	 2	Muy buena	Contaminación orgánica leve posible
4.26-5.0	 3	Buena	Alguna Contaminación orgánica probable
5.01-5.75	 4	Regular	Contaminación orgánica bastante sustancial es probable
5.76-6.50	 5	Regular pobre	Contaminación sustancial probable
6.51-7.25	 6	Pobre	Contaminación muy sustancial probable
7.26-10.00	 7	Muy pobre	Contaminación orgánica severa probable

Tabla IV.2 Índices Bióticos de Hilsenhoff para determinar la calidad del agua

4.8.1 Asignación de puntajes para aplicar el Índice Biológico a nivel de Familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010)

Los puntajes de los grupos taxonómicos de invertebrados acuáticos encontrados durante los muestreos en los diferentes ríos del país, fueron determinados utilizando los parámetros fisicoquímicos de cada punto o sitio de muestreo en conjunto con la experiencia acumulada en la evaluación de la calidad ambiental de los ríos en Costa Rica. En el cuadro a continuación, se muestra la puntuación que se les ha sido asignada a cada una de las ordenes y familias de los invertebrados acuáticos que se recolectaron en los principales ríos de nuestro país, y en la cual está adaptada a las condiciones biológicas de

los cuerpos lenticos y loticos de los cuerpos de aguas significativos que se abordaron para realizar los muestreos:

Puntajes o grados de sensibilidad a la contaminación de las aguas	Invertebrados acuáticos en los ríos de El Salvador	
	Orden	Familia
0	díptera	Blephariceridae
1	odonata	corduliidae
		platystictidae
2	trichoptera	Glossosomatidae
	odonata	cordulegasteridae
		plecóptera
	trichoptera	calamoceratidae
		lepidostomatidae
odontoceridae		
3	coleóptera	xiphocentronidae
		gyrinidae
		lamprolambidae
	ptilodactylidae	
4	Ephemeroptera	heptageniidae
	trichoptera	polycentropodidae
	bivalvia	
	gastropoda	hydrobiidae

Puntajes o grados de sensibilidad a la contaminación de las aguas	Invertebrados acuáticos en los ríos de El Salvador	
	Orden	Familia
5	coleóptera	dryopidae
	Acarina	
	Nematoda	
	Planaria	
	Amphipoda	
	Coleóptera	Hydraenidae
		Limnichidae
		Lutrochidae
	Collembola	
	Diptera	Dixidae
		Tipulidae
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae
	Hemiptera	Corixidae
		Gelastocoridae
		Mesoveliidae
		Nepidae
		Notonectidae
Saldidae		
Veliidae		
Lepidoptera	Crambidae	
Trichoptera	Helicopsychidae	
	Hydropsychidae	
	Philopotamidae	
6	Decápoda	
	Coleóptera	Curculionidae
		Scirtidae
		Staphylinidae
	Diptera	Dolichopodidae
		Empididae
		Simuliidae
Stratiomyidae		

Puntajes o grados de sensibilidad a la contaminación de las aguas	Invertebrados acuáticos en los ríos de El Salvador	
	Orden	Familia
7	Hirudinea	
	Gastropoda	Planorbiidae
	Coleóptera	Dytiscidae
		Hydrophilidae
	Diptera	Psychodidae
	Ephemeroptera	Caenidae
	Hemiptera	Belostomatidae
		Ochteridae
	Megaloptera	Corydalidae
	Odonata	Calopterygidae
Gomphidae		
Libellulidae		
8	Diptera	Ceraptogonidae
		Chironomidae
9	Gastropoda	Physidae
	Diptera	Ephydriidae
		Muscidae
	odonata	Coenagrionidae
10	Oligochaeta	
	Diptera	Culicidae
		Syrphidae

Tabla IV.3 Asignación de puntajes para aplicar el Índice Biológico a nivel de Familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010).

4.8.2 Calculo del IBF-SV-2010 para determinar el grado de contaminación del rio Apanchacal en la zona norte de la ciudad de Santa Ana.

Luego de haber realizado la separación de las muestras recolectadas se clasificaron por órdenes y familias (ver anexo 11), y se les asignaron los puntajes según la tabla IV.3, utilizando el método IBF-SV-2010 se realizaron los cálculos para determinar el grado de contaminación que posee el rio actualmente, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV.4 Calculo Del IBF-SV-2010 para determinar el grado de contaminación del Rio Apanchacal

ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	PTJE	ABD*PTJE	(ABD*PTJE)/TOTAL
EPHEMEROPTERA	Baetidae	2	6	12	0.0736
	Leptohyphidae	4	6	24	0.1472
	Leptophlebiidae	1	5	5	0.0307
DIPTERA	Chironomidae	111	8	888	5.4479
	Psychodidae	28	7	196	1.2025
	Tabanidae	3	6	18	0.1104
	Empididae	4	6	24	0.1472
	Muscidae	1	9	9	0.0552
ODONATA	Coenagrionidae	2	9	18	0.1104
	Libellulidae	1	7	7	0.0429
COLEOPTERA	Curculionidae	1	6	6	0.0368
MEGALOPTERA	Corydalidae	1	7	7	0.0429
OLIGOCHAETA	Oligochaeta	1	10	10	0.0613
COLLEMBOLA	Collembola	1	5	5	0.0307
TRICOPTERA	Hydroptilidae	2	4	8	0.0491
	TOTAL	163		1237	7.5890

4.9 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

El resultado que nos muestra la tabla IV.4 indica la categoría de la calidad del agua del río, y ésta, según la tabla II se encuentra dentro del rango 7.26-10.00 ya que se obtuvo como resultado el valor de **7.58** considerándolo un río con calidad del agua **“muy pobre” o “contaminación orgánica severa probable”**.

CAPITULO V

DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION PARA EL SANEAMIENTO Y RESCATE DEL RIO APANCHACAL

5.1 INTRODUCCION

En el capítulo anterior se determinaron las fuentes de contaminación del río, como una base fundamental para el diseño integral de obras de mitigación para su efectivo saneamiento y recuperación.

El presente capítulo tiene como objetivo diseñar obras que mitiguen la contaminación existente y estas a su vez sean lo más funcionales posibles en armonía con el medio ambiente.

Esto se logrará combinando las técnicas de diseño y la evaluación de impacto ambiental rápida para lograr una base fundamental al momento de ejecutar las obras.

5.2 TOPOGRAFIA DEL TERRENO

Para llevar a cabo el diseño de las obras de mitigación se llevo a cabo una inspección visual de campo realizando un recorrido donde se pretende proyectar la canaleta y la tubería Rib_loc, con una longitud aproximada de 414.39 mts, así mismo se realizo un levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico para obtener el perfil del terreno (ver anexo 12).

Se constató que en algunos puntos del terreno las pendientes varían entre 0.5% y 10%, por lo cual se tomo el criterio de hacer una combinación de obras, las cuales se realizaran en el siguiente orden: iniciando con un canaleta, colocando gradas reductoras de energía en los puntos de pendientes más fuertes con el fin de generar aireación para disminuir la misma, culminando con tubería Rib_loc. (ver especificaciones técnicas en anexo 13)

5.4 PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACION

Los canales abiertos tienen gran aplicación en el área de proyectos de alcantarillados, encauzamiento de caudales provenientes de aguas lluvias en carreteras, y otras áreas de la ingeniería civil en las cuales se hace necesario recolectar y transportar el agua que se necesita evacuar de un lugar a otro.

Su utilización en el caso de encauzamiento y separación de las aguas residuales provenientes de las colonias y sectores aledaños, es procurar que el flujo que circule a través de estos canales no rebase su altura de diseño, consiguiendo que el agua no cause contaminación directa al río por desborde y sirva de protección a la vida acuática presente en el río.

Debido a la ejecución de la primera etapa se consideró retomar y concluir la obra, cuya función es recolectar y transportar las aguas residuales a un punto más bajo, por lo tanto se optó por continuar la canaleta considerando un mejor diseño en lo que respecta a su capacidad y durabilidad.

Los muros de contención son obras de mampostería de piedra cuya función es darle mayor estabilidad a la obra cumpliendo a la vez los parámetros para los cuales fue diseñado como empuje, carga y volteo.

Se determinó que debido a la irregularidad del terreno es necesario implementar el diseño de una tubería de recolección y conducción cuya función será sustituir un tramo de la canaleta.

5.5 DISEÑO HIDRAULICO DE CANALETA Y TUBERIA DE AGUAS RESIDUALES

5.5.1 Cálculos Hidráulicos

Generalidades

Una rápida y segura recolección, transporte, y disposición final de las aguas residuales es el objetivo principal para la recuperación y saneamiento del río a través de la separación de sus aguas. Pero a lo largo del tiempo debido al crecimiento poblacional, se observa que aumenta el volumen de desechos producidos y disminuye porcentualmente la cobertura de servicios apropiados para su disposición final, esto conlleva a realizar las descargas directas a los ríos o afluentes.

En los países en desarrollo, son diversas las explicaciones por la falta de atención con sistemas adecuados de alcantarillado sanitario. En nuestro país, los elevados costos para su construcción, operación y mantenimiento y la falta de recursos para el sector saneamiento básico dificultan la inmediata solución. Es así, que se deben buscar alternativas para atender la demanda de servicios de saneamiento y salud pública por la viabilidad técnica y económica de soluciones que reduzcan los costos y simultáneamente mantengan su eficiencia. Para tal fin, es necesario aplicar modernas técnicas de diseño en atención a las Normas y Reglamentos vigentes en nuestro país y garantizar la sostenibilidad de los sistemas de evacuación de las aguas residuales.

5.5.1.1 Cálculo de Caudales de Aguas Residuales

LOTES=		797	DMedD=		8.3	lts/seg			QD=		36.700	lts/seg		DATOS DE CAUDALES
HAB/LOTE=		6	DMaxD=		10.8	lts/seg			Qu=		0.046	lts/seg		
Po=		4782	DMaxH=		19.9	lts/seg			K1=		1.3			
									K2=		2.4			
CALLE O	POZO	POZO	LONG.	LOTES.	QL	QL+Q2	Qt	φ	S	VT	VD			
AVENIDA	INICIAL	FINAL	(m)	TRAMO	(Lt/seg)	(Lt/seg)	(Lt/seg)	(plg)	(%)	(m/seg)	(m/seg)			
AVENIDA 1	13	13-A	10	1	0.0460	0.0460	36.3190	8	1.50	1.1199	0.1915			
	13-A	1	45	2	0.0921	0.1381	36.3190	8	1.50	1.1199	0.2679			
	1	2	100.00	36	1.6577	1.7959	35.0875	8	1.40	1.0820	0.5678			
	2	3	59.47	24	1.1051	2.9010	21.1774	8	0.51	0.6530	0.4576			
AVENIDA 2	4	5	37.82	5	0.2302	0.2302	34.1991	8	1.33	1.0546	0.3002			
	5	6	37.28	4	0.1842	0.4144	26.1900	8	0.78	0.8076	0.2980			
	6	7	37.28	7	0.3223	0.7368	24.2731	8	0.67	0.7485	0.3360			
	7	8	37.28	8	0.3684	1.1051	24.6328	8	0.69	0.7596	0.3833			
	8	9	37.25	7	0.3223	1.4275	20.9688	8	0.50	0.6466	0.3693			
	9	10	38.15	8	0.3684	1.7959	45.3624	8	2.34	1.3988	0.6800			
	10	11	30.85	4	0.1842	5.2494	27.3400	8	0.85	0.8431	0.6507			
	11	12	9.06	0	0.0000	5.2494	83.3493	8	7.90	2.5702	1.4344			
CALLE A	13	5	15.81	3	0.1381	0.1381	73.6599	8	6.17	2.2714	0.4379			
	5	14	100.00	36	1.6577	1.7959	22.3885	8	0.57	0.6904	0.4138			
	14	15	48.48	17	0.7828	2.8089	36.3190	8	1.50	1.1199	0.6641			
	15	17	42.47	9	0.4144	3.2233	60.4833	8	4.16	1.8651	0.9906			
SENDA 1	16	15	32.56	5	0.2302	0.2302	29.9494	8	1.02	0.9235	0.2738			
CALLE B	6	18	100.00	35	1.6117	1.6117	32.0761	8	1.17	0.9891	0.5162			
	18	19	76.94	27	1.2433	2.8550	57.4254	8	3.75	1.7708	0.9213			
CALLE C	7	21	100.00	35	1.6117	1.6117	45.9403	8	2.40	1.4166	0.6642			
	21	22	56.31	21	0.9670	2.5787	63.3244	8	4.56	1.9527	0.9572			
CALLE D	8	24	100.00	33	1.5196	1.5196	55.4782	8	3.50	1.7107	0.7447			
	24	25	46.62	16	0.7368	2.2563	55.4782	8	3.50	1.7107	0.8383			
CALLE E	9	27	99.92	35	1.6117	1.6117	49.3547	8	2.77	1.5219	0.6984			
	27	28	26.99	7	0.3223	1.9340	74.1952	8	6.26	2.2879	0.9812			
CALLE F	10	30	100.00	33	1.5196	1.5196	58.5627	8	3.90	1.8059	0.7734			
	30	31	22.76	7	0.3223	1.8419	53.0473	8	3.20	1.6358	0.7646			
CALLE G	3	11	40.28	8	0.3684	3.2694	32.4847	8	1.20	1.0017	0.6417			
CALLE H	12	32	100.00	28	1.2893	6.5388	52.2119	8	3.10	1.6100	1.0992			
	32	33	19.64	5	0.2302	6.7690	54.6799	8	3.40	1.6861	1.1473			
PJE PEATONAL	17	19	40.75	2	0.0921	3.3154	95.5782	10	3.16	1.8863	0.8814			
	19	20	8.52	0	0.0000	6.1704	89.9693	10	2.80	1.7756	1.0162			
	20	22	33.08	0	0.0000	6.1704	97.6725	10	3.30	1.9276	1.0768			
	22	23	8.65	0	0.0000	8.7491	44.6622	10	0.69	0.8814	0.6842			
	23	25	30.29	0	0.0000	8.7491	46.8729	10	0.76	0.9250	0.7083			
	25	25-a	9.47	0	0.0000	11.0054	46.2521	10	0.74	0.9128	0.7484			
	25-a	28	30.74	0	0.0000	11.0054	46.5635	10	0.75	0.9189	0.7520			
	28	31	37.05	0	0.0000	12.9394	38.3973	10	0.51	0.7578	0.6836			
	31	33	38.47	0	0.0000	14.7813	39.8746	10	0.55	0.7869	0.7283			

Tabla V.1 Caudales de Agua Residuales.

CALLE O AVENIDA	POZO INICIAL	POZO FINAL	LONG. (m)	LOTES. TRAMO	QL (Lt/seg)	QL+Q2 (Lt/seg)	Qt (Lt/seg)	ϕ (plg)	S (%)	VT (m/seg)	VD (m/seg)
AVENIDA 3	33	36	28.21	2	0.0921	21.6424	116.5639	10	4.70	2.3004	1.7586
	36	38	41.47	0	0.0000	22.1950	120.2265	10	5.00	2.3727	1.8109
	38	39	49.97	1	0.0460	22.8396	195.5015	12	5.00	2.6794	1.7927
	39	40	17.77	0	0.0000	22.8396	197.4469	12	5.10	2.7060	1.8054
	40	41	37.04	0	0.0000	22.8396	195.5015	12	5.00	2.6794	1.7927
	41	42	58.11	3	0.1381	22.9778	113.9960	12	1.70	1.5623	1.2225
	42	43	91.60	11	0.5065	23.4843	70.4891	12	0.65	0.9661	0.8689
CALLE I	35	36	45.50	12	0.5526	0.5526	39.8959	8	1.81	1.2302	0.4360
CALLE J	37	38	48.88	13	0.5986	0.5986	55.0805	8	3.45	1.6985	0.5593
AVENIDA 8	48	49	77.61	15	0.6907	0.6907	41.7274	8	1.98	1.2867	0.4812
	49	50	78.17	15	0.6907	1.3814	45.3624	8	2.34	1.3988	0.6286
	50	51	81.00	13	0.5986	1.9801	56.5769	8	3.64	1.7446	0.8174
	51	52	100.00	18	0.8289	2.8089	52.4639	8	3.13	1.6178	0.8604
	52	53	31.02	4	0.1842	2.9931	53.0473	8	3.20	1.6358	0.8837
AVENIDA 7	54	55	58.35	12	0.5526	0.5526	43.9845	8	2.20	1.3563	0.4667
	55	56	100.00	36	1.6577	2.2103	40.0059	8	1.82	1.2336	0.6623
	56	57	99.68	34	1.5656	3.7759	50.8466	8	2.94	1.5679	0.9187
	57	58	31.42	10	0.4605	4.2364	57.0413	8	3.70	1.7589	1.0307
AVENIDA 6	59	60	66.90	17	0.7828	0.7828	29.6544	8	1.00	0.9144	0.3937
	60	61	100.00	36	1.6577	2.4405	40.8757	8	1.90	1.2605	0.6924
	61	62	29.35	8	0.3684	2.8089	63.2549	8	4.55	1.9505	0.9812
AVENIDA 5	63	64	8.56	3	0.1381	0.3223	30.5310	8	1.06	0.9415	0.3073
	64	65	99.02	36	1.6577	1.9801	44.6788	8	2.27	1.3777	0.6927
	65	66	25.35	6	0.2763	2.2563	68.2695	8	5.30	2.1052	0.9695
AVENIDA 4	44	45	80.35	18	0.8289	0.8289	59.4568	8	4.02	1.8334	0.6510
CALLE K	51	56	31.19	0	0.0000	0.0000	29.9494	8	1.02	0.9235	0.0000
	56	60	38.92	0	0.0000	0.0000	53.6244	8	3.27	1.6536	0.0000
	60	63	31.06	4	0.1842	0.1842	22.9702	8	0.60	0.7083	0.2127
CALLE L	43	45	80.05	2	0.0921	23.5764	193.3391	12	4.89	2.6497	1.7951
	45	46	6.97	0	0.0000	24.4053	194.5216	12	4.95	2.6659	1.8211
	53	58	37.19	0	0.0000	2.9931	53.7669	10	1.00	1.0611	0.5709
	58	62	37.19	0	0.0000	7.2295	55.0947	10	1.05	1.0873	0.7524
	62	66	37.43	0	0.0000	10.0384	66.7230	10	1.54	1.3168	0.9479
	66	46	32.24	0	0.0000	12.2947	59.3875	10	1.22	1.1720	0.9241

Tabla V.1 Caudales de Agua Residuales.

NOTA: Datos actualizados en el año 2009 por el Ing. Oscar Alberto Sanabria, y fueron proporcionados por el Ing. Luis Zamora.

La información que contienen estas tablas se utilizó para realizar el diseño hidráulico.

5.5.1.1.1 Caudales de Diseño

LOTES=	797	DMedD=	8.3	lts/seg		QD=	36.700	lts/seg	DATOS DE DISEÑO		
HAB/LOTE=	6	DMaxD=	10.8	lts/seg		Qu=	0.046	lts/seg			
Po=	4782	DMaxH=	19.9	lts/seg		K1=	1.3				
						K2=	2.4				
CALLE O	POZO	POZO	LONG.	LOTES.	QL	QL+Q2	Qt	φ	S	VT	VD
AVENIDA	INICIAL	FINAL	(m)	TRAMO	(Lt/seg)	(Lt/seg)	(Lt/seg)	(plg)	(%)	(m/seg)	(m/seg)
COLECTOR	C1	C2	24.00	0	232.9247	232.9247	1006.5574	30	1.00	2.2072	1.7979
COLONIA EL	C2	C3	23.96	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
COCAL Y	C3	C4	23.85	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
DESCARGA	C4	C5	24.00	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
EL TRAPICHE	C5	C6	24.00	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C6	C7	24.00	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C7	C8	24.00	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C8	C9	24.00	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C9	C10	24.00	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C10	C11	24.00	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C11	C12	32.09	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C12	C13	54.40	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C13	C14	11.31	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C14	C15	11.31	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C15	C16	29.77	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C16	C17	40.76	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C17	C18	81.97	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C18	C19	68.12	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C19	C20	68.12	0	232.9247	232.9247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.3982
	C20	C21	82.29	0	232.9247	232.9247	805.2459	30	0.64	1.7657	1.5298
	Pozo#46	C21	9.20	0	36.7000	36.7000	91.2806	12	1.09	1.2510	1.1829
	C21	C22	8.99	0	269.6247	269.6247	753.2386	30	0.56	1.6517	1.5156
	C22	DESC	18.34	0	269.6247	269.6247	711.7436	30	0.50	1.5607	1.4537
DESCARGA						269.62		30			

Tabla V.2 Caudales de diseño.

NOTA: El Qd utilizado para realizar el diseño es de 36.7 lts/seg, y este es el que la Empresa Propietaria COEX S.A. de C.V. actualizó en el año 2009.

5.5.1.1.2 Velocidades

Criterios de Diseño

Durante el funcionamiento de la canaleta y la tubería Rib_loc, se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho). La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento.

En el caso de flujo en canales abiertos la condición de auto limpieza está determinada por la pendiente del conducto (canaleta o tubería). Para tuberías de alcantarillado, la pendiente mínima puede ser calculada utilizando el criterio de velocidad mínima que garantice una conducción y transporte lo más rápido posible sin crear sedimentos que obstruyan la canaleta u otra obra diseñada para el transporte de las aguas residuales.

Criterio de velocidad mínima

La práctica usual, es calcular la pendiente mínima, con el criterio de la velocidad mínima y para condiciones de flujo a sección llena. Bajo este criterio las tuberías de alcantarillado se proyectan con pendientes que aseguren una velocidad mínima de 0,5 m/s, la cual se obtuvo de las Normas Técnicas de ANDA. De la fórmula de Manning⁴⁰, la pendiente tiene la siguiente expresión:

⁴⁰ Técnicas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial
Ing. Alcides Franco T. MVSb-VMSB, 2007 formula

$$S = \left(\frac{Vn}{0.397D^{0.6667}} \right)^2$$

Sin embargo, la velocidad cerca del fondo del conducto (canaleta o tubería) es la más importante a efectos de la capacidad transportadora del agua residual. Según algunos autores, se ha comprobado que una velocidad media de 1.5 m/s (dato obtenido de Curva del Banano) es suficiente para evitar un depósito importante de sólidos. Por tal motivo, se deberá verificar en nuestro diseño que para condiciones de flujo parcialmente lleno, la velocidad no sea menor a este valor. **(Ven Te Chow, segunda edición 1994.)**

5.5.1.1.3 Pendientes

Pendientes Mínimas Admisibles

En la práctica, los sistemas de alcantarillado sanitario (tuberías) así como los canales abiertos diseñados para el transporte y evacuación de las aguas residuales, que además de la arena, transportan diferentes tipos de sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) y plásticos, papel, trapos, etc. Además, durante los primeros años de funcionamiento del sistema, los caudales promedio, están por debajo de la capacidad llena de los colectores y canaletas, es por esta razón que se considera necesario en el diseño de la canaleta y tubería proporcionar las pendientes mínimas que garantizaran la rápida y correcta evacuación del agua residual, evitándose su sedimentación en el fondo de la obra propuesta. **(Normas Técnicas de ANDA)**

Por lo anterior, para la selección de la pendiente mínima se tomo en cuenta realizar un estudio técnico, el cual indico que las canaletas existentes realizadas en la primera etapa no cumplen con los parámetros de pendientes mínimas admisibles, por lo que se realizo un nuevo diseño de la canaleta.⁴¹

Por lo tanto, de acuerdo al caudal de diseño, el siguiente paso es predeterminar las pendientes mínimas de los colectores, que den lugar a velocidades auto-limpiantes en condiciones críticas de flujo, es decir cuando se presentan bajos caudales y tirantes.

De acuerdo con las características topográficas de la zona del proyecto, la canaleta de evacuación se dimensionara con la pendiente natural del terreno, pero las pendientes no deberán ser inferiores a la mínima admisible que es de 0.6%, aunque en algunos tramos se puede justificar de 0.5%, siempre y cuando no sea en tramos iniciales (**Normas Técnicas de ANDA**), para permitir la condición de auto limpieza desde el inicio de funcionamiento del sistema, cuando se presentan caudales de aporte bajos y condiciones de flujo críticas.

A continuación se establecen las pendientes mínimas determinadas en el levantamiento topográfico de la zona donde se dará continuidad a las obras de mitigación y saneamiento del rio:

⁴¹ [Http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s06.html](http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s06.html)

PENDIENTES DE CANALETA Y TUBERIA RIB LOC	
Estacionamiento	Pendiente
0+000 a 0+030	10%
0+030 a 0+060	0.7%
0+060 a 0+110	0.5%
0+110 a 0+160	0.7%
0+160 a 0+170	6%
0+171 a 0+210	3.75%
0+210 a 0+270	1.0%
0+270 a 0+332	8.66%

Tabla V.3 Pendientes de diseño

5.6 DISEÑO DE CANALETA

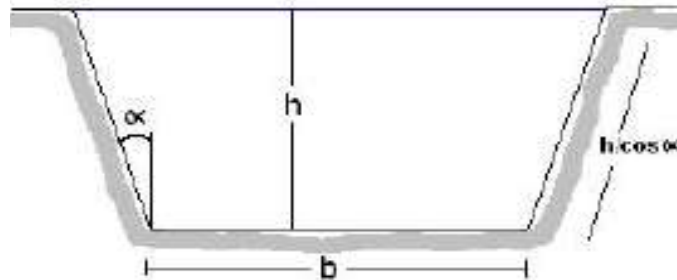
El radio ideal estará definido por el perímetro mojado mínimo.

Donde $h=1.4$ m

Se tomo el valor de $h = 1.4$ m como pre-dimensionamiento del tirante de la canaleta, cuyo valor no es el definitivo, sino como un parámetro para posteriormente calcular su valor de diseño definitivo.

$$R = \frac{h}{2} = \frac{1.4}{2} = 0.7 \text{ m}$$

$$R = 0.7 \text{ m}$$



✓ **Caudal a conducir:**

Donde $Q =$ Cálculo de la sección del canal (A). = $4.42 \text{ m}^3/\text{s}$

$$V = 6.0 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{4.42}{6} = 0.73666667 \text{ m}^2$$

$$A = 0.73666667 \text{ m}^2$$

MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
Suelo arenoso muy suelto	0.30 – 0.45
Arena gruesa o suelo arenoso suelto	0.46 – 0.60
Suelo arenoso promedio	0.61 – 0.75
Suelo franco arenoso	0.76 – 0.83
Suelo franco de aluvión o ceniza volcánica	0.84 – 0.90
Césped de crecimiento ralo o débil	0.90
Suelo franco pesado o franco arcilloso	0.90 – 1.20
Suelo con vegetación regular	1.22
Suelo arcilloso o cascajoso	0.30 – 0.45
Césped vigoroso, denso y permanente	1.20 – 1.50
Conglomerados, cascajo cementado, pizarra blanda	1.52 – 1.83
Roca dura	3.00 – 4.50
hormigón	4.51 – 6.00

Tabla V.4 velocidades máximas permitidas en canales (Agres y Scoates, 1939, aumentada con valores de Foster. 1967) Fuente: Ciancaglini citando a Foster.

✓ **Cálculo del tirante (h).**

$$h = \sqrt{\frac{A \cos \alpha}{2 - \sin \alpha}}$$

$$\mathbf{Cosa} = 0.86602479$$

$$\mathbf{Sena} = 0.50000106$$

Donde: $\alpha = 30^\circ = 0.5236 \text{ rad} = 0.86602479$

$$h = \sqrt{\frac{(0.73667) \cos 30}{2 - \sin 30}}$$

$$h = 0.65216156 \text{ mts}$$

✓ *Calculo de la base de fondo (b)*

$$b = \frac{A}{h} - (h \cdot \tan \alpha)$$

Donde $\tan \alpha = 0.5773519$

$$b = 0.75305024$$

✓ *Cálculo de la longitud del talud (l)*

$$l = \frac{h}{\cos \alpha}$$

$$l = 0.75305183 \text{ m}$$

Perímetro mojado es $p = b + 2l$

Sl α	36.37°	b = l/2
Sl α	30.00°	b = l
Sl α	21.47°	b = 2l
Sl α	16.31°	b = 3l
Sl α	13.00°	b = 4l

Tabla V. 5 parámetros de pre dimensionamiento del perímetro mojado

Donde: b = 0.75305024 m

l = 0.75305183 m

$$**p = 2.25915391 m**$$

✓ **Cálculo de la pendiente del canal (s)**

$$Q = \frac{1}{n} \times S_2^1 \times R_3^2 \times A$$

Donde: n = 0.014

R = 0.7

Despejando "S" de la formula el resultado es:

$$**S = 0.03132085**$$

Superficie	Condiciones			
	Perfectas	Buenas	Regulares	Malas
Canaletas y Zanjas				
Canales revestidos con concreto	0.012	0.014*	0.016*	0.018
En tierra, alineados y uniformes	0.017	0.02	0.0225	0.025*
En roca, lisos y uniformes	0.025	0.03	0.033*	0.035
En roca, con salientes y sinuosos	0.035	0.04	0.045	
Sinuosos y de escurrimiento lento	0.0225	0.025*	0.0275	0.03
Dragados en tierra	0.025	0.0275*	0.03	0.033
Con lecho pedregoso y bordos de tierra, enhierbados	0.025	0.03	0.035*	0.04
Plantilla de tierra, taludes ásperos	0.028	0.03	0.033	0.035
Corrientes Naturales				
1. Limpios, bordos rectos, llanos sin hendiduras ni charcos profundos	0.025	0.0275	0.03	0.033
2. Igual a 1, pero con algo de hierbas y piedra	0.03	0.033	0.035	0.04
3. Sinuoso, algunos charcos y escollos limpios	0.033	0.035	0.04	0.045
4. Igual a 3, de poco tirante con pendiente y sección menos eficiente	0.04	0.045	0.05	0.055
5. Igual a 3, algo de hierbas y piedras	0.035	0.04	0.045	0.05
6. Igual a 4, secciones pedregosas	0.045	0.05	0.055	0.06
7. Ríos perezosos, cauce enhierbado o con charcos profundos	0.05	0.06	0.07	0.08
8. Cauces muy enhierbados	0.075	0.1	0.125	0.15

Tabla V. 6 Valores de “n” dados por Horton, para ser empleados en la fórmula de Manning (Extractado de Canales de Desviación; Ciancaglini, N.1966, Argentina, UNESCO).

✓ **Calculo de la revancha**

$$r = \frac{1}{3} \times hr = 0.21738719 \text{ m}$$

NOTA: La revancha es un cálculo que se realiza para evitar derrames por turbulencia y oleaje del agua residual, y este cálculo se adiciona al tirante “h” o altura del canal.

Diseño a través de Manning (comprobación)

$$R = h/2 \quad (1)$$

$$A = \frac{h^2 * (2 - \sin\alpha)}{\cos\alpha} \quad (2)$$

$$Q = \frac{1}{n} * S_2^1 * \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} * \frac{h^2 * (2 - \sin\alpha)}{\cos\alpha} \quad (3)$$

$$S = 0.03143881 \text{ (sustituyendo en 3)}$$

$$\underline{\underline{A = 0.73666667 \text{ m}^2}}$$

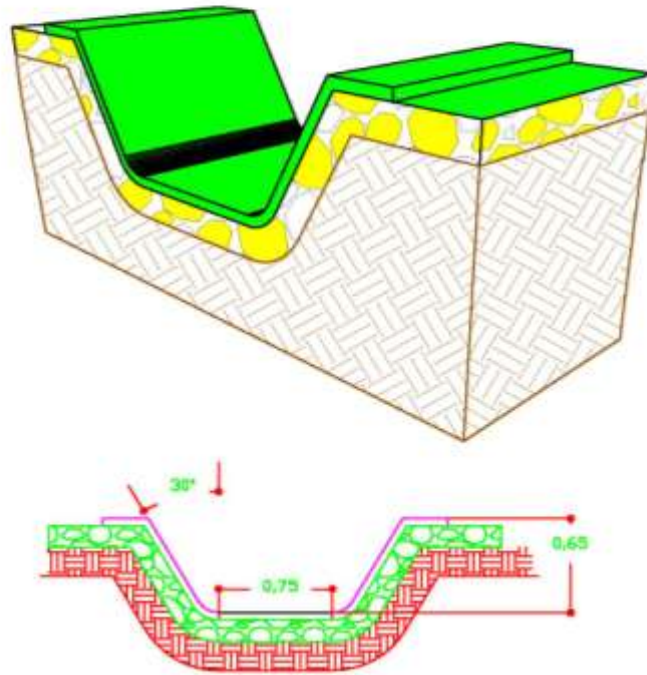
RESUMEN DE DIMENSIONAMIENTO		
A=	0.73666667	mts ²
h=	0.65216156	mts
b=	0.75305024	mts
α =	30°	
S=	0.03132085	

Tabla V. 7 Resumen de dimensiones de canaleta

DIMENSIONES A UTILIZAR		
h=	0.65	mts
b=	0.75	mts
α =	30°	
S=	3%	

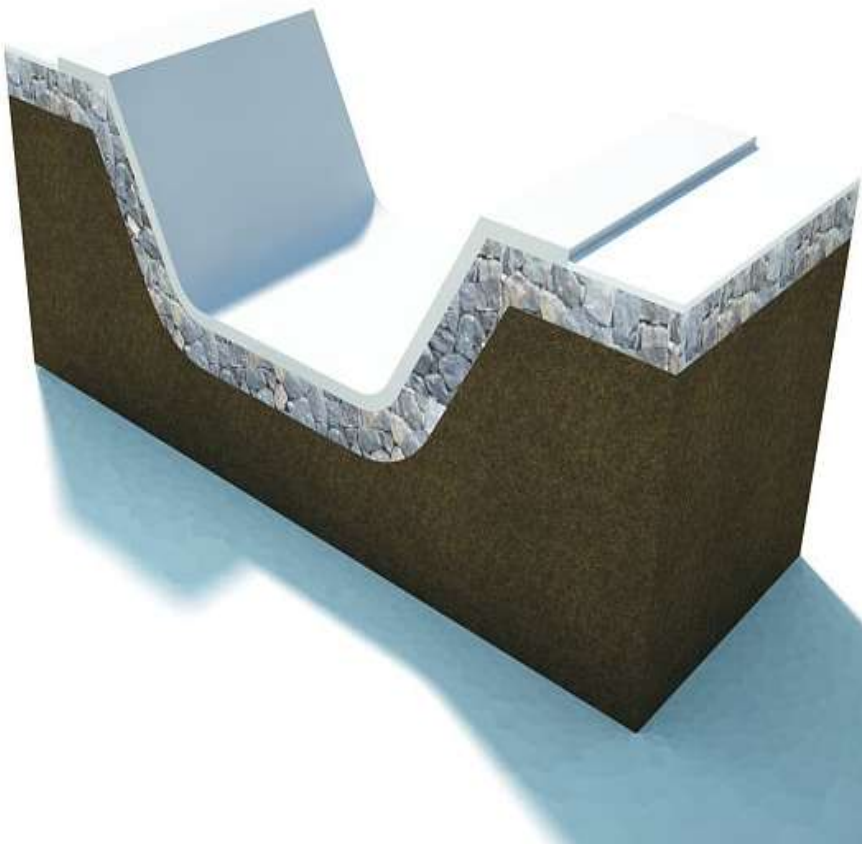
Tabla V. 8 Dimensiones de diseño de la canaleta

DISEÑO DE CANALETA

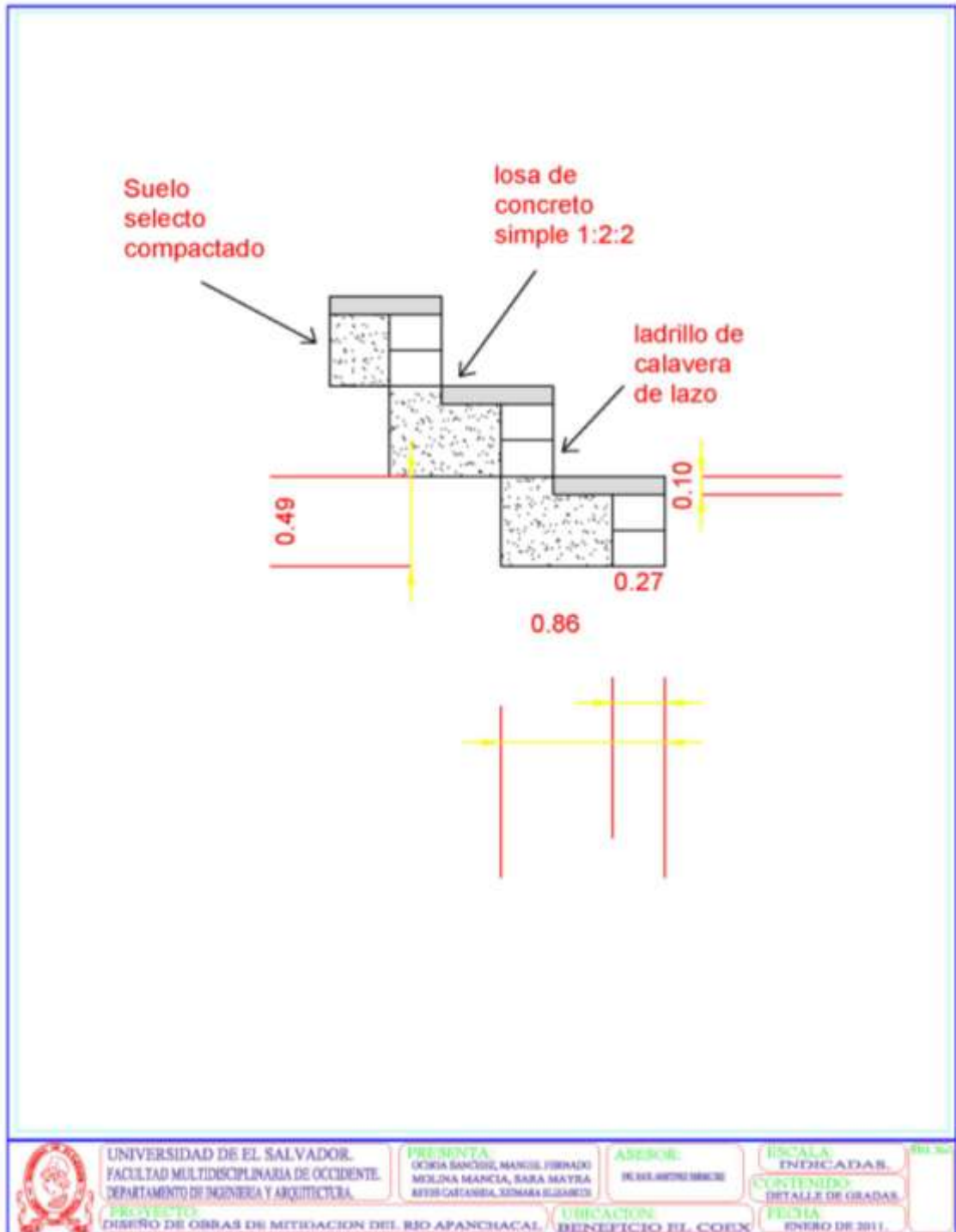


	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA.	PRESENTA: DORIS SANCHEZ, MANUEL FERRADO MOLINA MARCELA, SARA MAYRA REYES CARTAGENA, XIMARA ELIZABETH	ASESOR: DR. EDUARDO BERRIO	ESCALA: SIN ESCALA.	Hoja No. 1
	PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION DEL RIO APANCHACAL.	UBICACION: BENEFICIO EL COEX	CONTENIDO: CANAL DE EVACUACION	FECHA: DICIEMBRE DE 2010.	

VISTA DE CANALETA EN TRES DIMENSIONES



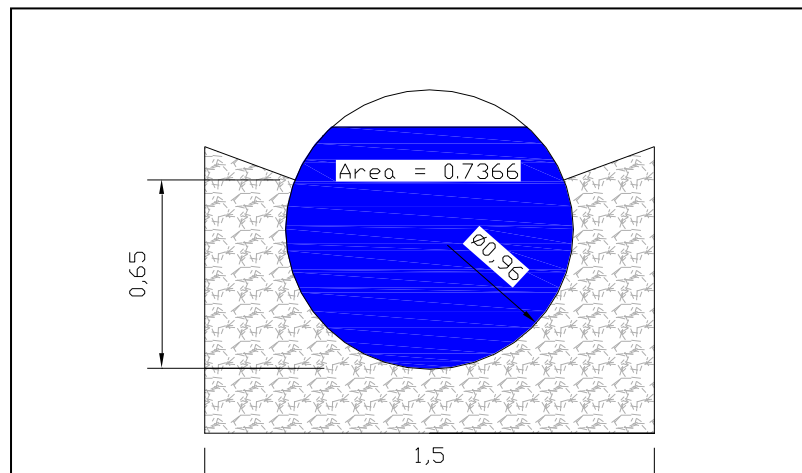
5.6.1 Diseño de Grada Reductora de Energía



5.7 DISEÑO DE TUBERIAS

5.7.1 Diámetro de Tuberías

Calculo de diámetro de la tubería:



Datos:

$$Q = 4.42 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 6.0 \text{ m/s}$$

Las tuberías tienen área transversal circular, por lo tanto con los datos anteriores se obtiene lo siguiente:

$$Q = A * V$$

Despejando tenemos:

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{4.42 \text{ m}^3/\text{s}}{6 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.73667 \text{ m}^2$$

Luego:

$$A = \pi r^2$$

$$r = \sqrt{(A/\pi)}$$

$$r = \sqrt{(0.73667/3.14165)}$$

$$**r = 0.4842 m**$$

Obtenido el radio se procede al cálculo del diámetro de la tubería:

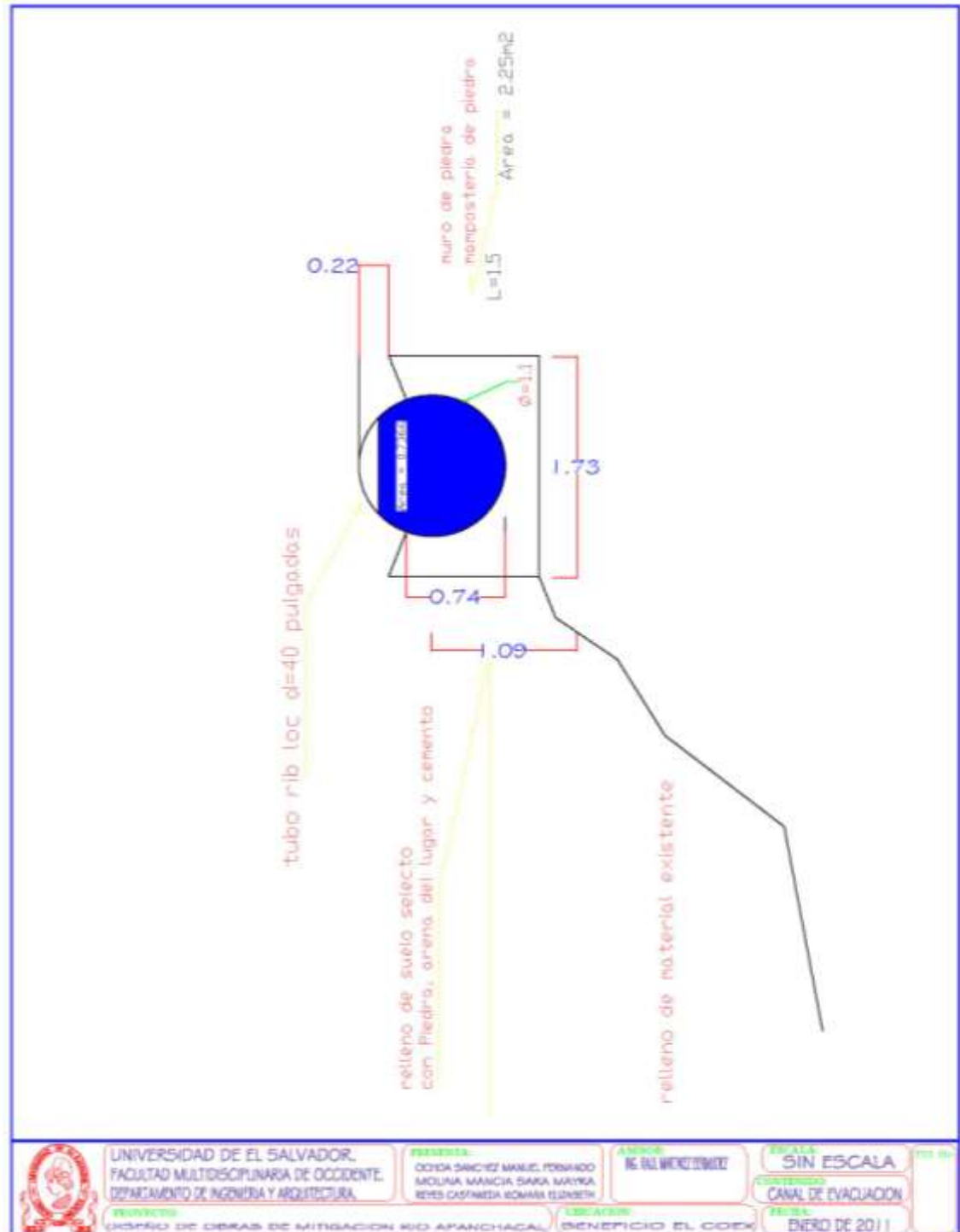
$$\emptyset = 2r$$

$$\emptyset = 2 * 0.48423945$$

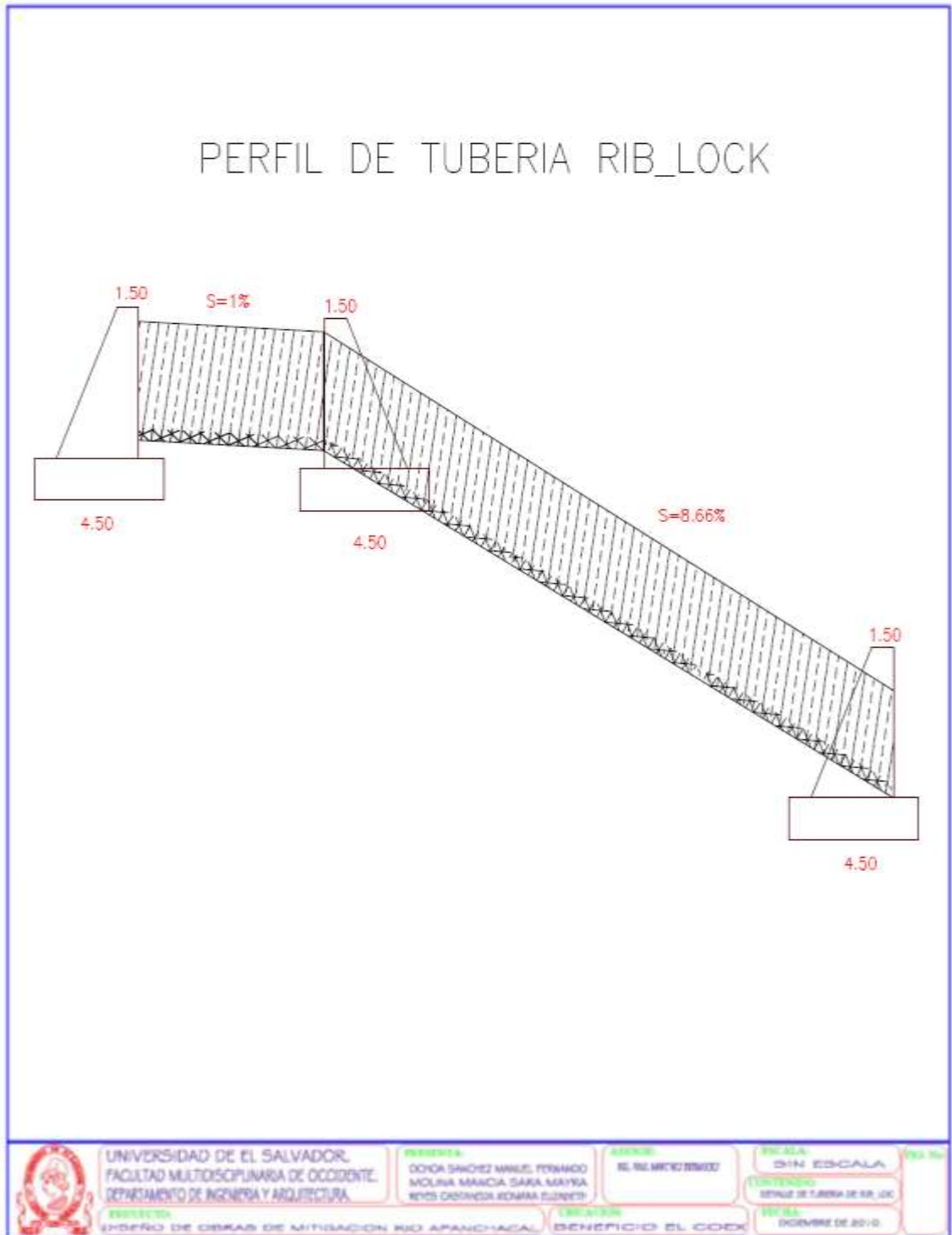
$$\emptyset = \underline{\underline{\mathbf{0.96847889 m}}}$$

USAR DIÁMETRO DE 40 PULG = 1.016 MTS

DETALLE DEL DISEÑO DE TUBERIA RIB_LOC



DETALLE DE TUBERIA RIB_LOCK



5.8 DISEÑO DE MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA PARA LA ESTABILIDAD DE LA TUBERIA RIB_LOC

Diseño de Muro M1

A) Pre-dimensionamiento

NOTA: De acuerdo con la inspección visual del terreno y relacionándolo con los valores del ángulo de fricción establecidos en las tablas se toma el siguiente valor:

CARACTERISTICAS FISICAS TÍPICAS DE DIVERSOS SUELOS		
TIPO DE SUELO	Φ(GRADOS)	σ(T/M²)
Arena compacta	32.5-35°	-----
Arena semi-compacta	30-32.5°	-----
Arena Suelta	27.5-30°	-----
Limo blando	22.5°	10-12
Limo seco y suelto	35-40°	18
Limo suelto	27.5°	12
Arcilla arenosa y suelta	20°	10-20
Arcilla blanda	17.5°	2-5
Arcilla Media	25°	5-10
Grava arenosa	38°	-----
Grava suelta	40-45°	-----
Suelos Orgánicos	10-15°	-----

Tabla V. 9 Tabla de características físicas típicas de diversos suelos⁴²

Donde:

Φ = ángulo de fricción interna del suelo

σ = capacidad portante del suelo

⁴² <http://www.geotecnia2000.com/files/publicaciones/Capacidad%20Portante%20del%20Terreno.pdf>

DATOS:

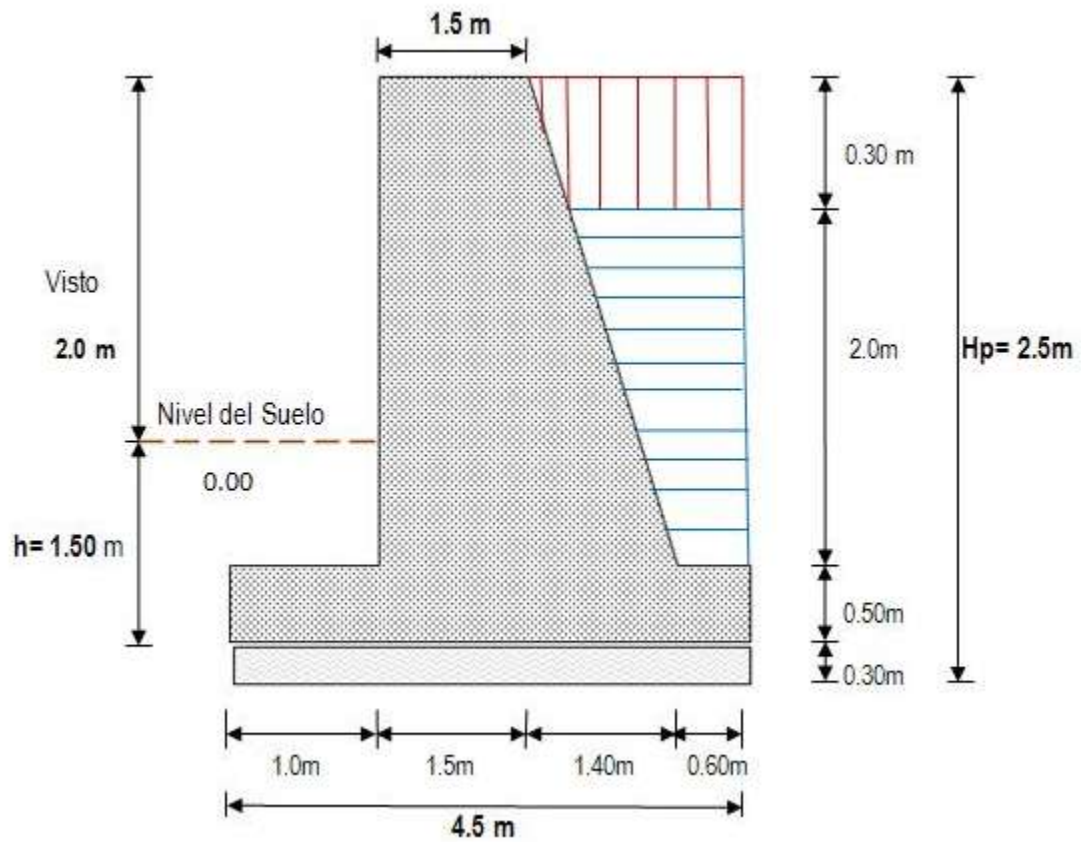
$\gamma_s = 2.20 \text{ t/m}^3$ peso específico de la mampostería de piedra

$\gamma_s = 2.20 \text{ t/m}^3$ peso específico del material de relleno

$\phi = 40^\circ$ ángulo de fricción interna (limos secos y sueltos)

$\sigma_s = 18.0 \text{ t/m}^2$ capacidad portante bruta del suelo

$W = 0.3 \text{ t/ml}$ carga distribuida



MAMPOSTERIA= 6.25 M2/ML

EXCAVACION= 6.60 M2/ML

COMPACTACION MATERIAL EXISTENTE= 1.55 M2/ML



COMPACTACION MATERIAL= 0.45 M2/ML



COMPACTACION S. C. 1:20= 1.35 M2/ML



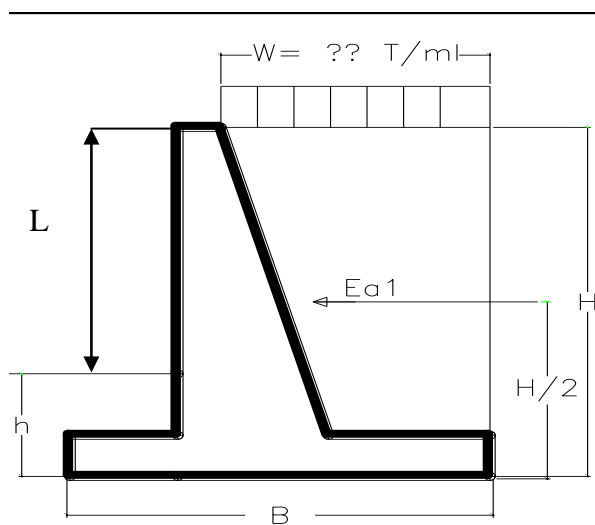
B) Estabilidad del muro

Altura de relleno "h"= 2.00 m

Coeficiente de presión activa: $K_a = (1 - \text{sen } \phi) / (1 + \text{sen } \phi) = 0.22$

Coeficiente de presión pasiva: $K_p = (1 + \text{sen } \phi) / (1 - \text{sen } \phi) = 4.60$

CALCULO DE LOS EMPUJES ACTIVOS Y PASIVOS TOTALES



a) Empuje por cargas vivas (Ea1)

Considerando una carga de 8 ton

Peso: $P = 0.30 \text{ ton/ml}$

Longitud: $L = 1 \text{ ml}$

Ejes: $E = 1 \text{ u}$

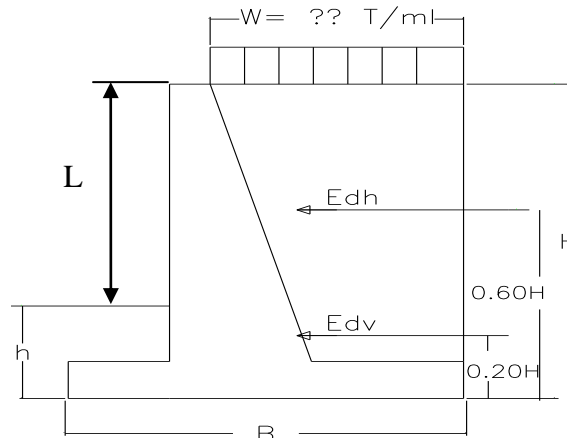
$W = P * E / L = 0.30 \text{ ton / ml}$

$h' = W / \gamma_s = 0.18 \text{ ml}$

$Ea1 = K_a * \gamma_s * H * h' = \mathbf{016 \text{ ton}}$

$Ea1 \text{ actúa en } H / 2 = \mathbf{1.25 \text{ ml}}$

b) Empuje sísmico



Coefficiente de aceleración sísmica	Zona I	Zona II
Δh máx.	0.20	0.10
Δv máx.	0.10	0.05

Usar zona 1

$$E_{dh} = \frac{3}{8} * \gamma \sigma * H^2 * \Delta h \text{ máx.} = \mathbf{0.80 \text{ ton}}$$

$$E_{dv} = \frac{1}{2} * \gamma \sigma * H^2 * \Delta v \text{ máx.} = \mathbf{0.12 \text{ ton}}$$

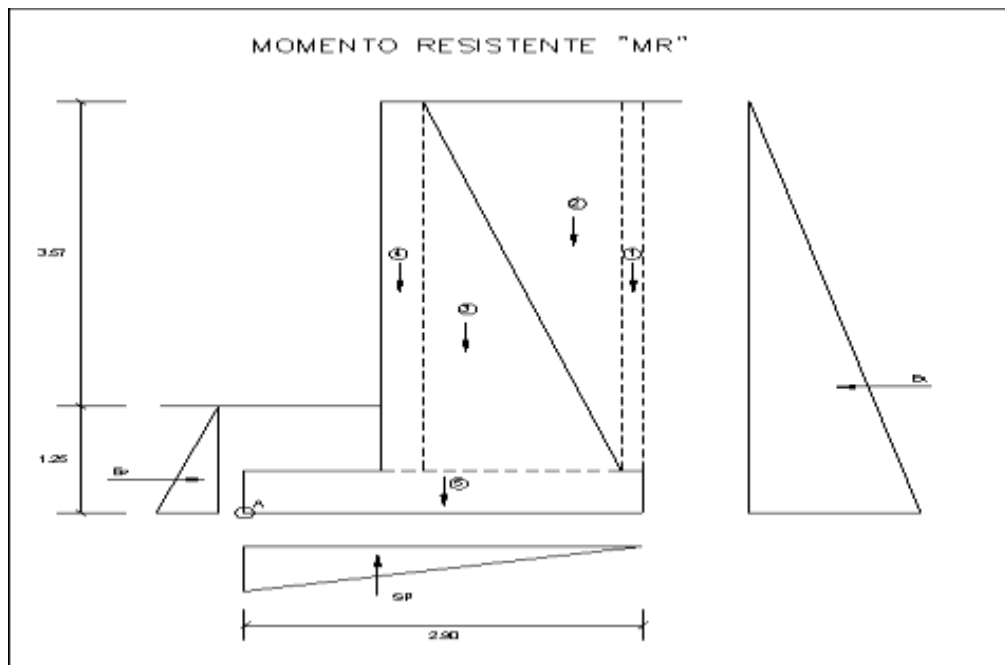
$$E_{dh} \text{ actúa en } 0.60 H = \mathbf{1.50 \text{ m}}$$

$$E_{dv} \text{ actúa en } 0.20H = H/3 = \mathbf{0.83 \text{ m}}$$

c) Empuje por material de relleno

$$E_a = K_a * \gamma_s * H^2 / 2 = \mathbf{1.16 \text{ ton}}$$

$$E_p = K_p * \gamma_s * h^2 / 2 = \mathbf{0.98 \text{ ton}}$$



Calculo de los pesos de las cuñas de suelo, piedra y concreto para encontrar MR.

ELEMENTO	Área (m ²)	γ (ton/m ³)	Peso W (ton/m)	Brazo (m)	MR (ton*m)
1	2.0000	1.70	3.400	4.000	13.60
2	1.0000	1.70	1.700	3.167	5.38
3	1.0000	2.20	2.200	2.833	6.23
4	3.0000	2.20	6.600	1.750	11.55
5	2.2500	2.20	4.950	2.250	11.14
6			0.000	3.500	0.00
			18.850		47.90

d) Calculo de fuerza de Fricción

$$Fr = 0.9 \tan \theta * W T$$

$$\text{Donde: } \theta = 2 / 3 \phi = 26.6666667$$

$$\text{Fricción Fr} = 8.52 \text{ Ton}$$

CALCULO DE MOMENTO DE VOLTEO

$$MV = E_{a1} * H/2 + E_{dh} * 0.6H + E_{dv} * 0.20H + E_{ax} (H/3)$$

$$MR = C/E_p = 0.16 \text{ ton*m}$$

$$MRT = 47.90$$

$$MV = 2.46 \text{ ton}$$

✓ REVISION POR VOLTEO

$$MR = 47.90 V$$

$$MV = 2.30 \text{ ton}$$

FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

$$FSV = MR / MV = 19.49$$

$$FSV \geq 1.50$$

$$19.49 \geq 1.50$$

OK.

$$FSV = MR / MV = 20.87$$

$$FSV \geq 1.50$$

$$20.87 \geq 1.50$$

OK.

✓ REVISION POR DESLIZAMIENTO

$$Fr + Ep = 9.50$$

$$+Ea = 2.23$$

$$F.S.D. = (Fr + Ep) / (+Ea) = 4.26$$

$$FSD \geq 1.50$$

$$4.26 \geq 1.50$$

OK.

✓ REVISION POR HUNDIMIENTO O FALLA DEL SUELO

POSICION DE LA RESULTANTE

$$X_A = (Mr - Mv) / W = 2.41 \text{ m}$$

$$2 * B / 3 \geq X_A \geq B / 3 \quad \geq X_a \geq$$

$$3.00 \geq 2.41 \geq 1.50 \quad 3.00 \quad 2.42 \quad 1.50$$

O.K.

Excentricidad: $e = B / 2 - X_A = - 0.16 \text{ m}$

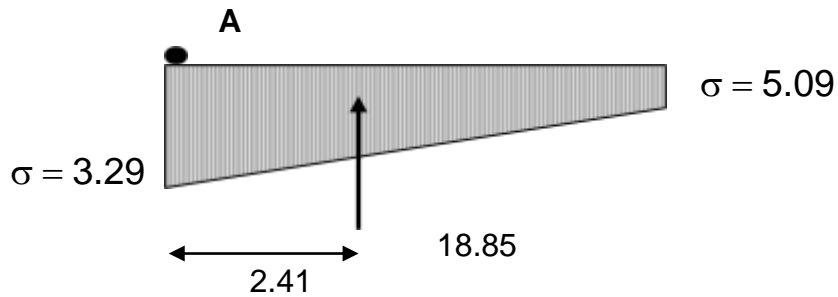
e	\leq	$B / 6$	e	\leq	$B / 6$
-0.16	\leq	0.75	-0.17	\leq	0.75

Solo existen esfuerzos de compresión.

PRESIONES DEL SUELO:

$$\sigma_1 = W / B * (1 + 6 * e / B) = 3.24 \text{ Ton/m}^2$$

$$\sigma_2 = W / B * (1 - 6 * e / B) = 5.14 \text{ Ton/m}^2$$

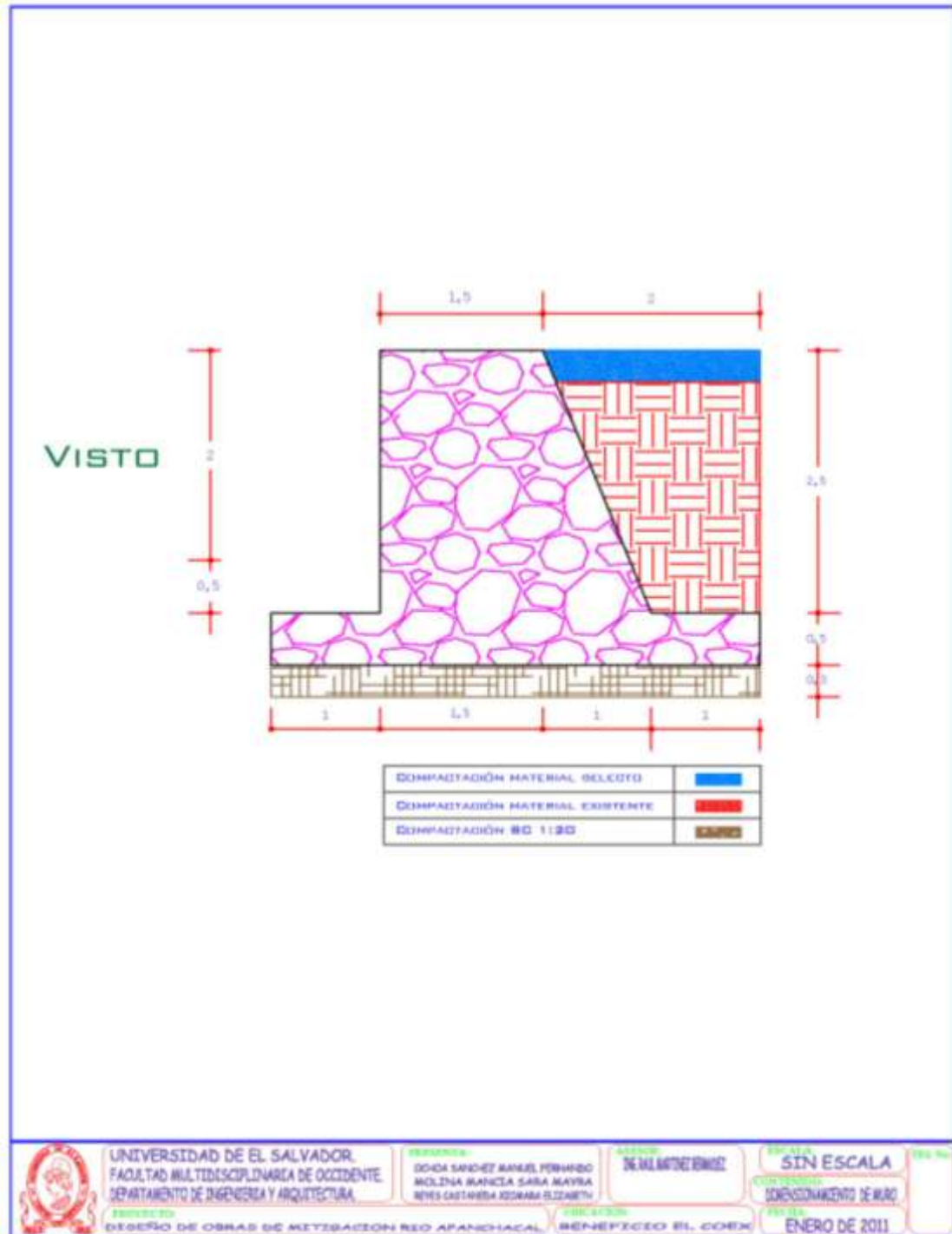


σ_1	$<$	σ_s		$<$	
3.29		18.00	3.24		18.00
		O.K.			

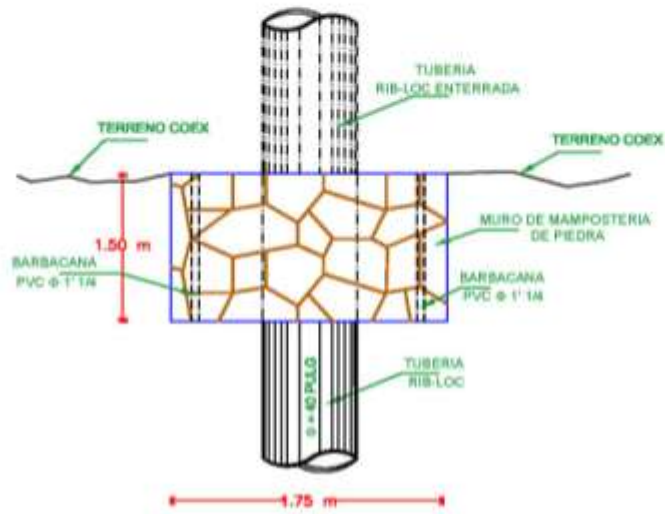
COLOCAR UNA BASE DE SC 1:20 CON ESPESOR DE 0.30M EN CAPAS DE 15 CM

NOTA: M1 = M2 = M3 EL DISEÑO ES EL MISMO PARA LOS TRES MUROS.


DIMENSIONAMIENTO DE MURO



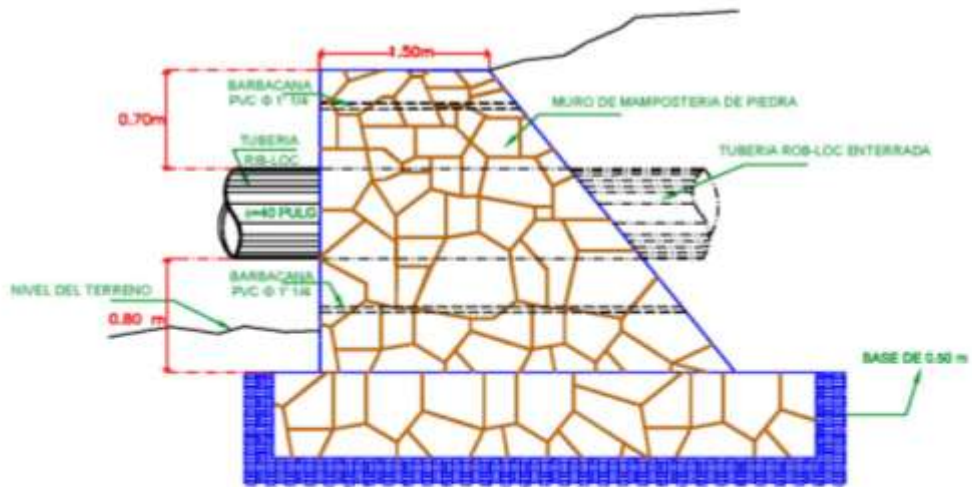
EMPOTRAMIENTO TUBERIA EN MURO VISTO EN PLANTA



**DETALLE DE TUBERIA RIB_LOC-MURO
VISTA EN PLANTA**

	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE, DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	PRESIDENTA: OCIDA SANCHEZ MANUEL FERNANDO MOLINA MANCIA SARA MAYRA REYES CASTANEDA ROMANA ELIZABETH	ASISTENTE: ING. DALL VICTOR BERNADEZ	ESCALA: SIN ESCALA	PROYECTO: DISTRITO DE OBRAS DE MITIGACION RIO APANCHAGAL	EMPLAZAMIENTO: BENEFICIO EL COEX	FECHA: ENERO DE 2011
	PROYECTO: DISTRITO DE OBRAS DE MITIGACION RIO APANCHAGAL	EMPLAZAMIENTO: BENEFICIO EL COEX	FECHA: ENERO DE 2011	FECHA: ENERO DE 2011			

PERFIL DE EMPOTRAMIENTO TUBERIA EN MURO



DETALLE DE EMPOTRAMIENTO TUBERIA RIB_LOC-MURO



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE,
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA.

PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION RIO APANCHACAL

INGENIERO: DORIS SANDOZ MARIE FERRANDO
MOLINA MANCHA SARA MAYRA
REVISOR: DORIS SANDOZ MARIE FERRANDO

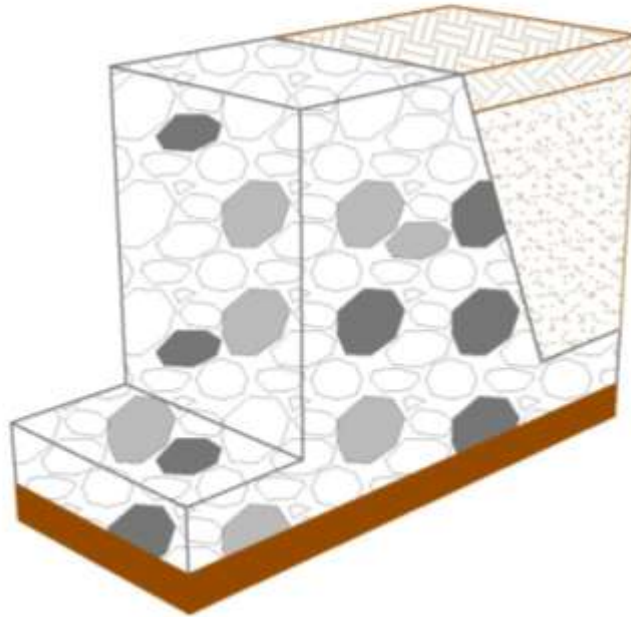
ASPIRANTE: 16 DE MARZO DE 2011

ESCALA: SIN ESCALA

TITULO: PERFIL DE MURO

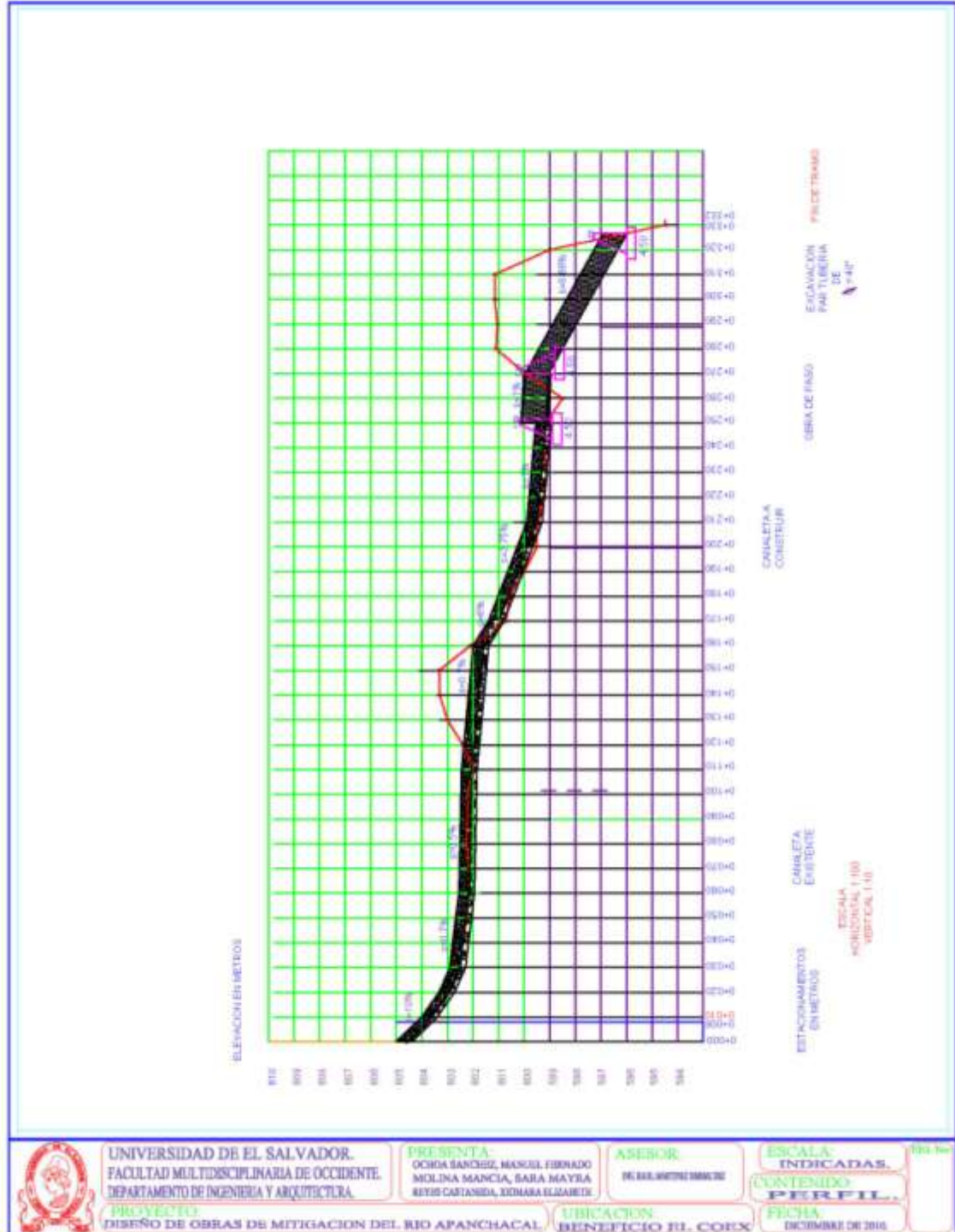
FECHA: ENERO DE 2011

VISTA DE MURO EN TRES DIMENSIONES



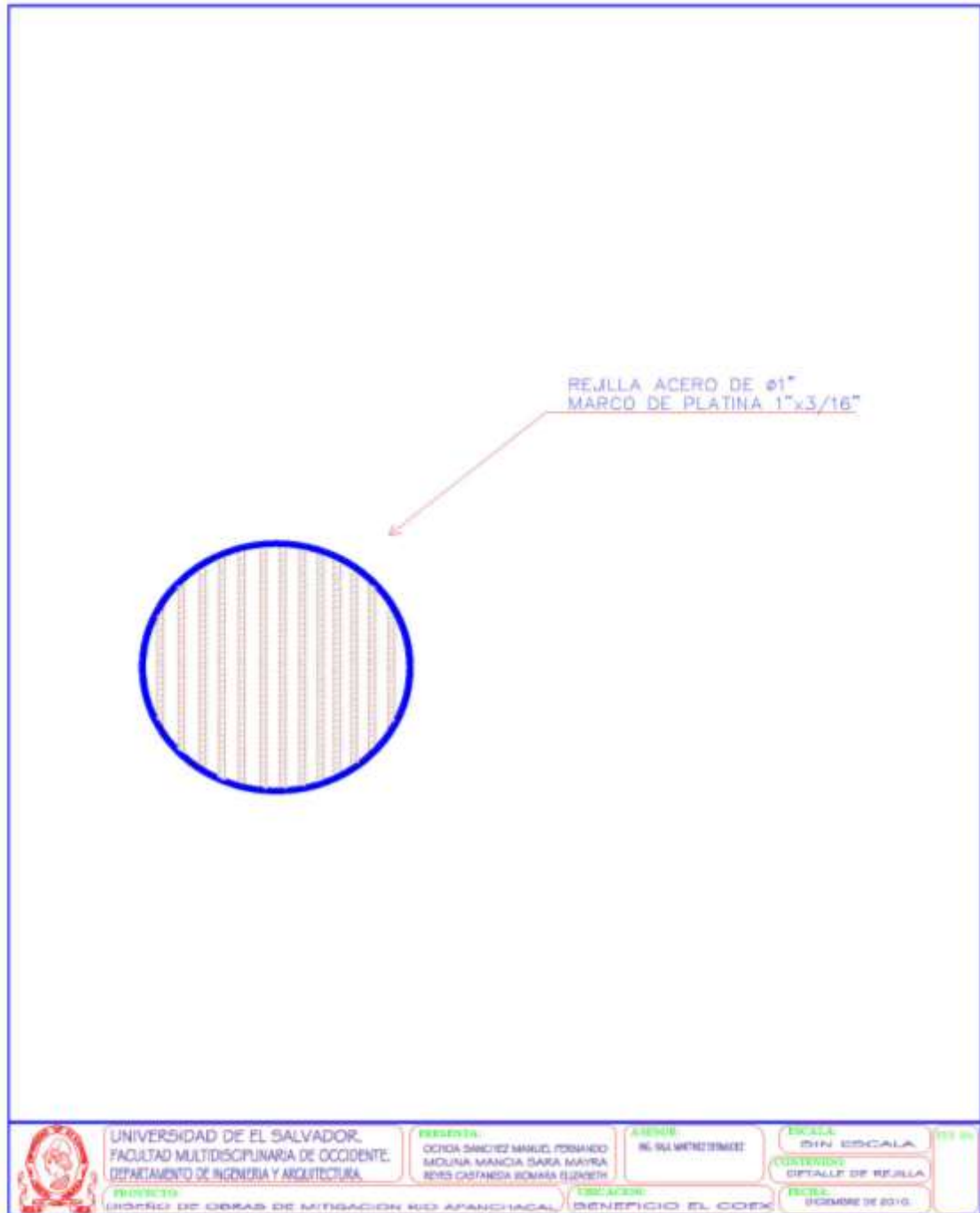
	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA.	PRESENTE: DIGNA SANDOZ RAFAEL FERRNANDO MOLENA BLANCA SARA MAYRA NEVES CASTAEDA KONARA ELIZABETH	ACTIVO: DE VALMONTZEMOSE	PROFESOR: SIN ESCALA	TEMA No:
PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE METEORACION RIO APANDIACAL	UBICACION: BENEFICIO EL COEK	CONTENIDO: MURO EN 3D	FECHA: ENERO DE 2011		

DETALLE DE PERFIL DEL TERRENO



5.9 OBRAS ADICIONALES

5.9.1 Detalle de Rejilla



CAPITULO VI

PRESUPUESTO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA

PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION, RIO APANCHACAL					
PARTIDA: ROTULO				UNIDAD:	C/U
ITEM Nº: 1.2					
A- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
Cuartón de pino	vara	17,000	1,30	22,10	
Costanera de pino	vara	20,000	0,75	15,00	
Clavos de Ho. 3"	libra	1,000	0,50	0,50	
Lámina lisa Zinc 3 x 1 y # 28	unidad	2,000	18,00	36,00	
Pintura de Aceite Colonial S.W.	galón	1,000	15,00	15,00	
Brocha de 4"	unidad	0,500	2,57	1,29	
Solvente Mineral	galón	0,52	3,25	1,69	
			SUB - TOTAL:	91,58	
B-MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Carpintero	JDR		9,74	2,16	21,07
Pintor	JDR		9,74	3,00	29,22
Auxiliar	JDR		8,19	1,00	8,19
					0,00
			SUB - TOTAL:	58,48	
C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
			SUB - TOTAL:	0,00	
D-SUBCONTRATOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
			SUB - TOTAL:	0,00	
				COSTO DIRECTO = A + B + C + D	
				0%	0,00
				PRECIO UNITARIO	
				150,06	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA						
PROYECTO: "Diseño de Obras de Mitigacion, Rio Apanchacal"						
PARTIDA: LIMPIEZA Y DESCAPOTE				UNIDAD:	SG	
ITEM N° : 1.3						
A- MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
			SUB-TOTAL		\$ 0.00	
B- MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxiliar		JDR		8,19	0,040	0,33
			SUB - TOTAL		\$ 0,33	
C- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
DESCRIPCIÓN		TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Depreciacion de herramientas menores		varias	1	1	0,01	0,01
			SUB - TOTAL		\$ 0,01	
D- SUBCONTRATOS						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
CHAPEO Y DESCAPOTE		SG	1,00	\$ 750,00	750,00	
			SUB - TOTAL		\$ 750,00	
				COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$ 750,34
				COSTO INDIRECTO (30 % C. D.)		\$ 225,10
				PRECIO UNITARIO		\$ 975,44

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA						
PROYECTO: "Diseño de Obras de Mitigacion, Rio Apanchacal"						
PARTIDA: EXCAVACION A MANO, MATERIAL BLANDO HASTA 1.5 MTS				UNIDAD:	M3	
ITEM N°: CANALETA						
A- MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
			SUB-TOTAL		\$ 0.00	
B- MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxiliar		7,00	1,90	13,30	0,50	\$ 6,65
			SUB - TOTAL		\$ 6,65	
C- EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
DESCRIPCIÓN		TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Palas		varias	1	0,03	\$ 8,00	\$ 0,26
Piochas		varias	1	0,03	\$ 9,00	\$ 0,27
			SUB - TOTAL		\$ 0,53	
D- SUBCONTRATOS						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
			SUB - TOTAL		\$ 0.00	
		COSTO DIRECTO = A + B + C + D			\$ 7,18	
		COSTO INDIRECTO (30 % C. D.)			\$ 2,15	
		PRECIO UNITARIO			\$ 9,33	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA					
PROYECTO: Diseño de Obras de Mitigacion, Rio Apanchacal					
PARTIDA: COMPACTACION LODOCRETO 10:1				UNIDAD:	M3
ITEM N°: 3.1					
A- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
Material Selecto	m3	1,120	3,51	3,93	
Agua	litro	20,000	0,01	0,10	
Cemento Portland tipo I	bolsa	0,637	6,75	4,30	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
			SUB - TOTAL:	8,33	
B-MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxiliar	JDR		8,19	1,09	8,91
					0,00
					0,00
					0,00
			SUB - TOTAL:	8,91	
C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Depreciación de herramientas menores	varias	1,00	1,00	0,18	0,18
					0,00
					0,00
					0,00
			SUB - TOTAL:	0,18	
D-SUBCONTRATOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
			SUB - TOTAL:	0,00	
				COSTO DIRECTO = A + B + C + D	17,42
				COSTO INDIRECTO % C. D.	0%
				PRECIO UNITARIO	17,42

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA					
PROYECTO: Diseño de Obras de Mitigacion, Rio Apanchacal					
PARTIDA: COMPACTACION SUELO-SELECTO				UNIDAD: M3	
ITEM Nº: 3.2					
A- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
Tierra blanca	m3	1,200	3,51	4,21	
Agua	litro	20,000	0,01	0,10	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
SUB - TOTAL:				4,31	
B-MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxiliar	JDR		8,19	1,09	8,91
					0,00
					0,00
					0,00
SUB - TOTAL:					8,91
C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Depreciación de herramientas menores	varias	1,00	1,00	0,18	0,18
					0,00
					0,00
					0,00
SUB - TOTAL:					0,18
D-SUBCONTRATOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
SUB - TOTAL:				0,00	
COSTO DIRECTO = A + B + C + D				13,40	
COSTO INDIRECTO % C. D.				0,00	
PRECIO UNITARIO				13,40	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA

PROYECTO: "Diseño de Obras de Mitigacion, Rio Apanchacal"

PARTIDA: GRADAS REDUCTORAS DE ENERGIA **UNIDAD:** U

ITEM N°: 4.2

A- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
Cemento	bolsas	0,52	\$6,40	\$ 3,33
Arena	m³	0,03	\$16,40	\$ 0,49
Ladrillo de Obra	Unidad	12	\$0,15	\$ 1,80
Agua	Litros	21	\$0,01	\$ 0,21
Grava	m³	0,01	\$31,00	\$ 0,31
Costanera de Pino	Varas	2	\$0,80	\$ 1,60
Clavos de 2 y 1/2	Libras	0,5	\$1,25	\$ 0,63
SUB-TOTAL				\$ 8,37

B- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Albañil	JDR	1,80	9,74	0,250	2,44
Auxilar	JDR	1,90	8,39	0,120	1,01
SUB - TOTAL					\$ 1,01

C- EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Depreciacion de herramientas menores	varias	1	3	0,12	0,36
SUB - TOTAL					\$ 0,36

D- SUBCONTRATOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL				\$ 0,00

	COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$ 9,73
	COSTO INDIRECTO (30 % C. D.)	\$ 2,92
	PRECIO UNITARIO	\$ 12,65

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS SIN IVA					
PROYECTO: "Diseño de Obras de Mitigacion, Rio Apanchacal"					
PARTIDA: COLOCACION DE REJILLA				UNIDAD:	SG
ITEM N°: 4.4					
A- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
Rejilla de Acero de 1" marco de platina de 1"x3/16"	UNIDAD	1	\$17,00	\$ 17,00	
SUB-TOTAL				\$ 17,00	
B- MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
Auxilar	JDR	1,90	8,39	0,073	0,61
SUB - TOTAL					\$ 0,61
C- EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA	SUB TOTAL
Depreciacion de herramientas menores	varias	1	1	0,08	0,08
SUB - TOTAL					\$ 0,08
D- SUBCONTRATOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL				\$ 0,00	
COSTO DIRECTO = A + B + C + D				\$ 17,69	
COSTO INDIRECTO (30 % C. D.)				\$ 5,31	
PRECIO UNITARIO				\$ 23,00	

6.1.2 Costo Total del Proyecto

"DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACION PARA EL SANEAMIENTO Y RECUPERACION DEL RIO APANCHACAL"					
HOJA DE PRESUPUESTO					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	C.U.	SUB TOTAL
1.0	OBRAS PRELIMINARES				
1.1	BODEGA PROVISIONAL	1,00	SG	\$ 1.250,02	\$ 1.250,02
1.2	ROTULO	1,00	SG	\$ 150,00	\$ 150,00
1.3	LIMPIEZA Y DESCAPOTE	1,00	SG	\$ 975,44	\$ 975,44
1.4	TRAZO Y NIVELACION	414,37	ML	\$ 0,74	\$ 306,63
2.0	EXCAVACION				
2.1	EXCAVACION CANALETA	132,60	M3	\$ 9,33	\$ 1.237,16
2.2	EXCAVACION TUBERIA	271,99	M3	\$ 14,52	\$ 3.949,29
3.0	COMPACTACION				
3.1	COMPACTACION LODOCRETO 10:1	55,00	M3	\$ 17,42	\$ 958,10
3.2	COMPACTACION SUELO SELECTO	29,37	M3	\$ 13,40	\$ 393,56
3.3	COMPACTACION MATERIAL EXISTENTE	53,50	M3	\$ 6,56	\$ 350,96
4.0	OBRAS DE ALBAÑILERIA				
4.1	CANAL DE EVACUACION	330,00	ML	\$ 44,79	\$ 14.780,70
4.2	GRADAS REDUCTORAS DE ENERGIAS	3,00	C/U	\$ 12,65	\$ 37,95
4.3	REPELLO Y AFINADO DE CANAL	745,47	M2	\$ 8,59	\$ 6.403,59
4.4	REJILLAS	1,00	C/U	\$ 23,00	\$ 23,00
5.0	MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA				
5.1	MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	63,87	M3	\$ 130,47	\$ 8.333,12
6.0	TUBERIA RIBLOC				
6.1	COLOCACION TUBERIA RIBLOC DE 40"	84,34	ML	\$ 90,43	\$ 7.626,87
7.0	OTROS				
7.1	DESALOJO	1,00	SG	\$ 298,95	\$ 298,95
SUB TOTAL =					\$ 47.075,34
IVA (13%)=					\$ 6.119,79
MONTO TOTAL DEL PROYECTO=					\$ 53.195,13

6.2 DURACION DEL PROYECTO

Es importante en todo proyecto determinar el tiempo de duración del mismo, para esto es necesario contar con rendimientos de mano de obra calificada que serán un factor importante para desarrollar el proyecto de manera satisfactoria.

A continuación se detallan los rendimientos de mano de obra en la industria de la construcción en nuestro país.

RENDIMIENTOS DIARIOS DE MANO DE OBRA⁴³

ACTIVIDAD	PERSONAL	CANTIDAD DE OBRA
Limpieza y descapote	2 auxiliares	60 ml
Trazo y nivelación	1 albañil + 1 auxiliar	50 m ²
Excavación hasta 1.5m	3 auxiliares	6.6 m ³
Excavación hasta 4.5m	4 auxiliares	7.2 m ³
Compactación S-C 20:1	3 auxiliares	3.0 m ³
Compactación mat. existente	2 auxiliares	7.0 m ³
Colocación lodocreto 10:1	2 auxiliares	4.0 m ³
Construcción canaleta	2 albañiles + 4 aux.	18 ml
Repello y afinado de canaleta	1 albañil + 1 auxiliar	19 m ²
Colocación de tubería rib_lock	1 albañil + 1 auxiliar	2 Unidades
Muro de mampostería	1 albañil + 1 auxiliar	2.5 m ³
Desalojo	2 auxiliares	SG

⁴³ Tablas de rendimiento diarios de mano de obra, manual del constructor 2006, pág. 14 y 15.
Investigación sobre rendimientos de la mano de obra en edificaciones para la programación y Presupuestación de obras civiles (agosto 2002). Tesis UCA

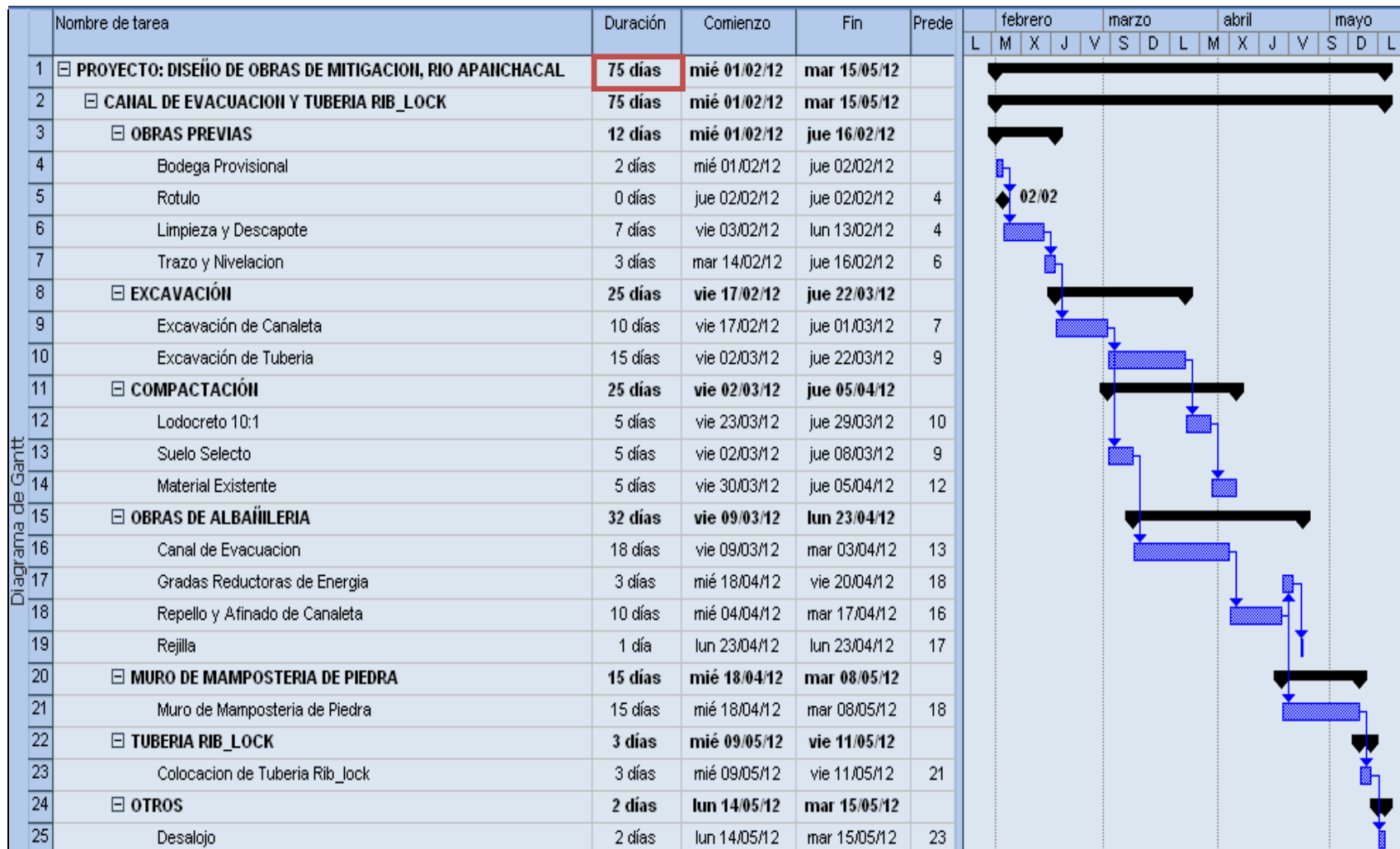
RESUMEN DE MANO DE OBRA

CARGO	CANTIDAD
Albañiles	6
Carpinteros	2
Auxiliares	12

En base a los rendimientos y el número de trabajadores involucrados, el tiempo de duración del proyecto *“Diseño de Obras de Mitigación para Saneamiento y Recuperación del Río Apanchacal en la zona norte de la Ciudad de Santa Ana”* será de: **75 días hábiles, 3 meses 15 días.**

A continuación se detalla el periodo de duración del proyecto a través del diagrama de Gantt.

6.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- ✚ Se pudo constatar que con la ejecución de la primera etapa de separación del agua residual y el agua del río, la cual inicio el 1 de julio del 2006 y concluyo a inicios de 2007, es evidente que disminuyo el nivel de contaminación, y a la vez mejoro el aspecto paisajístico.
- ✚ La aplicación de los métodos físico-químico y biológico para determinar el grado de contaminación del agua del río, a pesar de ser métodos diferentes, reflejo los mismos resultados, dado que éstos fueron comparados con los parámetros estándares encontrados en tablas, lo cual indica una contaminación alta pero no irreversible.
- ✚ La variación del caudal del río es de 6.09% en la transición de la época seca a lluviosa, esto se pudo constatar realizando el aforo por medio de un vertedero triangular.
- ✚ Según los resultados obtenidos al realizar las pruebas físico-químicas, de acuerdo al rango permisible que varía entre 5.0 – 9.0, el valor del pH de 7.9 indica que el agua es idónea para algunas actividades, pero según los coliformes encontrados de 32,000 UFC/100 ML, ésta no es apta para ningún tipo de actividad.
- ✚ De acuerdo a las pruebas realizadas y a los resultados obtenidos al utilizar el Método de Evaluación de Impacto Rápida (RIAM), así como también por simple inspección visual, el impacto ambiental que sufre la zona de estudio no afecta la biodiversidad de especies, afectando únicamente la vida acuática y la calidad del agua del río.

- ✚ De acuerdo a la topografía del terreno se optó por realizar el diseño con dos tipos de obra diferentes; canaleta y tubería, ya que por medio de estas obras se pretende recolectar y transportar el agua residual de una manera rápida y efectiva, y disminuirá considerablemente los costos de construcción.

- ✚ Se determino la calidad del agua por medio del método de invertebrados acuáticos, obteniéndose como resultado el valor de 7.58 calificándolo de esta manera como un rio con calidad del agua “muy pobre” o “contaminación orgánica severa probable”.

- ✚ Se tomaron en cuenta para realizar el diseño de las obras de mitigación, los parámetros de durabilidad, economía y funcionabilidad para decidir qué tipo de materiales sean los más adecuados para optimizar recursos.

- ✚ El costo total de la primera etapa del proyecto es de \$ 320,555.33, el cual es mayor en comparación con el costo total de la segunda etapa siendo su costo de \$ 53,195.13 representando un 16.6% al costo de la primera etapa, justificando con esto su realización.

- ✚ El cronograma de actividades nos muestra el periodo de duración del proyecto, sin embargo las autoridades encargadas de llevar a cabo la ejecución del proyecto, estimaran conveniente el mes de inicio del proyecto.

- ✚ El resultado obtenido del estudio del diagnóstico y la evaluación de Impacto Ambiental respalda la ejecución de las obras propuestas, ya que los impactos al ambiente generados en la etapa de construcción, son menores en comparación con los beneficios que se tendrán al ejecutar el proyecto.

RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda realizar una inspección periódica y mantenimiento a las obras de mitigación propuestas por parte de las entidades encargadas, para garantizar su buen funcionamiento durante su vida útil.
- ✚ Debe continuarse con la limpieza periódica que actualmente ejecuta la Municipalidad de Santa Ana y la empresa privada COEX, con la finalidad de evitar el estancamiento de sedimentos, así como la obstrucción que genera la maleza en los bordes de la canaleta y en el cauce del río.
- ✚ Se recomienda a las autoridades involucradas en el rescate del río Apanchacal, desarrollar urgentemente el diseño y la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en dicha zona, con el fin de mejorar el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos de Santa Ana.
- ✚ Debe tenerse en cuenta que en este trabajo de investigación, las características de los suelos existentes en el lugar fueron realizados solo por simple inspección visual, por lo que se recomienda a las instituciones encargadas de ejecutar dicho proyecto, realizar un estudio de suelos definitivo.
- ✚ Se recomienda a las autoridades responsables de la ejecución del proyecto, realizar un ajuste del presupuesto en los rubros de materiales y mano de obra, ya que estos pueden incrementar sus costos en el mercado de la construcción.

- ✚ Se sugiere ejecutar el proyecto en los meses comprendidos entre enero y abril, por ser el periodo de época seca y así evitar atrasos en la ejecución del mismo debido a las lluvias.

- ✚ Las autoridades municipales de la ciudad de Santa Ana tienen la responsabilidad de contribuir al desarrollo, por lo cual deben tomar en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, para la solución del problema de contaminación del río.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

- ✚ Raúl Campillo Urbano, HidroGeólogo Senior
Fecha de Publicación Aguamarket: jueves 22 de mayo 2003


- ✚ “Manual de Hidráulica”
Autor: J.M. de Azevedo Netto, Guillermo A. Álvarez;
Editorial Harla S.A. de C.V., México D.F.

- ✚ “Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010)
Autores: José Miguel Sermeño, Leopoldo Serrano Cervantes, Mónica Springer.
1ª Edición San Salvador, El Salvador: editorial Universitaria (UES), 2010.

- ✚ “Método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell. Limnetica 4:51-56
Alba-Tercedor, 1996

- ✚ Rapid Assessment Approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates.
Rosenberg & Resh, 1993

- ✚ Técnicas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial
Ing. Alcides Franco T. MVSB-VMSB, 2007 formula

 Hidrología Aplicada
Ven Te Chow
Editorial Mac Graw Hill, segunda edición 1994.

TESIS:

- + DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA EL RESCATE DEL RIO EL MOLINO, ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SANTA ANA.**

Centeno Israel

Tesis UES, 2009.

- + EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LA CONTAMINACIÓN DE LOS MANANTIALES DEL RÍO APANTEOS, EN LA CIUDAD DE SANTA ANA”.**

Claudia Patricia Zaldaña

Tesis UES, 1998.

- + GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS, LA UNIÓN DEL MUNICIPIO DE DSANTA ANA.**

Alas Castro, José Agustín

Tesis UES, 2009.

PAGINAS DE INTERNET:

- ✚ <http://www.elsalvador.com/noticias/2006/10/02/elpais/pais1.asp>

- ✚ http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=48:p&id=5:p
Ministerio del Medio Ambiente

- ✚ [http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo hidrológico](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_hidrol%C3%B3gico)

- ✚ <http://chac.imta.mx/enciclopedia/manantiales/enciclopedia-manantiales.html>

- ✚ www.practiciencia.com.ar/ctierrayesp/tierra/superficie/hidrosfera/continental/subterra/superficial/index.html
© Copyright JUAN GIL MONTES 2008

- ✚ <http://www.monografias.com/trabajos904/contaminacion-atmosferica-salud/contaminacion-atmosferica-salud.shtml>

- ✚ [http://es.wikipedia.org/wiki/Roca sedimentaria](http://es.wikipedia.org/wiki/Roca_sedimentaria)

- ✚ <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind46/contami/contami.html>

- ✚ http://www.atsdr.cdc.gov/es/general/agua/es_groundwater4.html

- ✚ <http://html.rincondelvago.com/contaminacion-por-nitratos-en-las-aguas-subterraneas.html>

- [!\[\]\(2dc8cdc0c918df88cde61039ecf68682_img.jpg\) http://educasitios.educ.ar/grupo068/?q=node/80](http://educasitios.educ.ar/grupo068/?q=node/80)
- [!\[\]\(793119bf0d613bd9b598fb8668922511_img.jpg\) http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/repind46/analisis/analisis.html](http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/repind46/analisis/analisis.html)
- [!\[\]\(0a4819029e810ca9d2aba79260b63a4d_img.jpg\) www.worldmapper.org/spanish/325_industrial_water_es.pdf](http://www.worldmapper.org/spanish/325_industrial_water_es.pdf)
- [!\[\]\(5b78a2fafd05db5e14d20573d68ef9b3_img.jpg\) http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Entrega.asp?identrega=919](http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Entrega.asp?identrega=919)
- [!\[\]\(25fe2c0d7244c22c84de6bda963b471d_img.jpg\) http://www.monografias.com/trabajos14/problemadelagua/problemadelagua.shtml](http://www.monografias.com/trabajos14/problemadelagua/problemadelagua.shtml)
- [!\[\]\(d4bd0dc972749ad3ba477eac47688a0b_img.jpg\) http://centros4.pntic.mec.es/ies.zurbaran/REPERCUTEC/Actividades/Agua_residuales/Tratamiento%20de%20las%20aguas%20residuales.htm](http://centros4.pntic.mec.es/ies.zurbaran/REPERCUTEC/Actividades/Agua_residuales/Tratamiento%20de%20las%20aguas%20residuales.htm)
- [!\[\]\(5eab3de5002abb449199a3fc43c9f414_img.jpg\) http://www.monografias.com/trabajos16/parametros-agua/parametros-gua.shtml](http://www.monografias.com/trabajos16/parametros-agua/parametros-gua.shtml)
- [!\[\]\(3f2384a64e2c0ffe3eae9a8107dd00c7_img.jpg\) http://www.diremmoq.gob.pe/files/ambiental/Quellaveco/5_Impactos_Potenciales_Actividad.pdf](http://www.diremmoq.gob.pe/files/ambiental/Quellaveco/5_Impactos_Potenciales_Actividad.pdf)
- [!\[\]\(0a4ab723df2c815236fb0c30cb14280f_img.jpg\) http://www.elsalvador.com/noticias/2006/10/02/elpais/pais1.asp](http://www.elsalvador.com/noticias/2006/10/02/elpais/pais1.asp)
- [!\[\]\(a5e6025d913df625081ab04ab57538d0_img.jpg\) http://www.fao.org./docrep/t0848s/t0848s06.html](http://www.fao.org./docrep/t0848s/t0848s06.html)
- [!\[\]\(933db2af0bc51ccc9956c85daceec771_img.jpg\) www.coval.com.co - E-mail: info@coval.com.co](http://www.coval.com.co - E-mail: info@coval.com.co)

MANUALES, LEYES Y REGLAMENTOS:

+ UNIDAD DEL MEDIO AMBIENTE.

ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTA ANA.

Ing. Amílcar Ovidio Sandoval

Ing. Luis Zamora

+ PLAN MAESTRO DE DESARROLLO URBANO DE SANTA ANA

Vice ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano

Oficina de planificación estratégica

MONOGRAFÍA N°: 14

“ACUÍFEROS Y RECURSOS HÍDRICOS”

+ MAG-PNUD 1981, Plan Maestro De Desarrollo Y Aprovechamiento De Los Recursos Hídricos En El Salvador.

Documento básico aguas superficiales. N°12

+ MAG-PNUD 1981, plan maestro de desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos en El Salvador.

Documento básico aguas subterráneas. N°13

+ “LEY DEL MEDIO AMBIENTE DE EL SALVADOR”

Norma Salvadoreña para Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, Art. 44.

+ GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES URBANOS

Allan Lavell, Pág. 3

 **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LAS AGUAS DE
LOS RÍOS DE EL SALVADOR**

UES-OEA 2010

 **NORMAS TÉCNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS, ANDA, 1995.**

ANEXOS

ANEXO 1

GLOSARIO DE TERMINOS

Acuífero: es un terreno rocoso permeable dispuesto bajo la superficie, en donde se acumula y por donde circula el agua subterránea.

Aforo: Medición de caudal.

Aguas residuales industriales: Son aquellos desechos líquidos resultantes de cualquier proceso industrial pudiendo contener, residuos orgánicos, minerales y tóxicos.

Aguas residuales domesticas o aguas negras: Es la combinación de los líquidos y residuos, arrastrados por el agua, procedentes de casas, edificios comerciales fábricas e instalaciones, resultante del uso humano del agua

Aguas Iluvias: Son aquellos resultantes como consecuencia del ciclo hidrológico que se producen por el fenómeno de la evapotranspiración con la atmósfera pasando del estado gaseoso al estado líquido y precipitándose en forma de lluvia a la superficie terrestre de donde vuelve a evaporarse y transpirarse para continuar el ciclo.

Agua residual: es el agua resultante de cualquier uso, proceso u operaciones de tipo agropecuario, doméstico e industrial, sin que forme parte de productos finales.

Alcantarillado de aguas residuales domesticas: Es el conjunto de obras, instalaciones y servicios que tienen por objeto de evacuación y disposición final de las aguas residuales domésticas o aguas negras.

Anaeróbica: Todo proceso respiratorio que no requiere de oxígeno. No requiere de oxígeno libre para llevar a cabo la respiración.

Antrópicas: Pertenciente o relativo a los seres humanos o la época de la vida humana. Lo originado por la actividad humana (factores antrópicos, riesgos antrópicos, etc.).

Aminoácido triptófano: es un aminoácido esencial en la nutrición humana.

Bioindicadores: Organismos que pueden actuar como indicadores de las condiciones físicas o químicas del medio en que se desarrollan.

Biomonitoreo: método directo para determinar si las personas han estado expuestas a sustancias concretas, los que las magnitudes de sus exposiciones son, y como estos pueden estar cambiando con el tiempo.

Botadero de desechos: Es el sitio o vertedero, sin preparación previa, donde se depositan los desechos, en el que no existen técnicas de manejo adecuadas y en el que no se ejerce un control y representa riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

Cadena trófica: es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente.

Carbonatadas: creta, caliza, dolomía, etc.

Caudal: Volumen de agua por unidad de tiempo.

Ciclo biogeoquímico: movimiento de cantidades masivas de carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, calcio, sodio, sulfuro, fósforo y otros elementos entre los seres vivos y el ambiente (atmósfera y sistemas acuáticos) mediante una serie de procesos de producción y descomposición.

Cuerpos de agua: Masa de agua estática o en movimiento tales como ríos, lagos, lagunas, fuentes, acuíferos, mares, embalses.

Corriente fluvial: es la escorrentía por el cauce de un río de las aguas procedentes de la arroyada, la fusión del hielo o de la nieve, los manantiales, etc.

Desechos sólidos: Son aquellos materiales no peligrosos, que son descartados por la actividad del ser humano o generados por la naturaleza, y que no teniendo una utilidad inmediata para su actual poseedor, se transforman en indeseables.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): la oxidación química fuerte de sustancias susceptibles de origen inorgánico y orgánico presentes en el agua.

Descarga o vertido: Efluente que proviene de un establecimiento doméstico, industrial, comercial, agrícola o de una red de alcantarillado.

Escatol: es un ligeramente tóxicos blanco cristalino de compuestos orgánicos pertenecientes a la índole de la familia. Ocurre naturalmente en las heces (se produce a partir de triptófano en el tracto digestivo de mamíferos), y el alquitrán de hulla , y tiene una fuerte fecal olor .

Estrato: cada una de las capas en que se presentan divididos los sedimentos, las rocas sedimentarias y las rocas metamórficas que derivan de ellas, cuando esas capas se deben al proceso de sedimentación.

Eutrofización: Proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado por la mineralización total, de manera que la descomposición del exceso de materia orgánica produce una disminución del oxígeno en las aguas profundas.

Ferro-aluminosas: (limonita, laterita, etc.). De procesos de meteorización de menas férrico-alumínicas.

Formaciones geológicas: es una unidad litoestratigráfica formal. Las formaciones definen cuerpos de rocas sedimentarias caracterizados por unas características litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

Fosfatadas: (fosforitas sedimentarias, turquesa, etc.). De sedimentación y transformación del guano, o a partir de la precipitación de geles fosfatados en medios alumínicos

Géiser: es un tipo de fuente termal que erupción periódicamente, expulsando una columna de agua caliente y vapor en el aire.

Gestión integral: Conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y de todas las etapas de la gestión de los desechos, hasta su disposición final.

Helminto: que significa gusano, se usa sobre todo en parasitología, para referirse a especies animales de cuerpo largo o blando que infestan el organismo de otras especies.

Hojarasca: Movimiento de las hojas, ramas y otras formas de materia orgánica de la biosfera a la basura capa que se encuentra en el suelo.

Indol: Es un sólido a temperatura ambiente, y puede producirse mediante bacterias como producto de la degradación del aminoácido triptófano

Lixiviado: Líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

Margas: mezcla de rocas detríticas y rocas químicas (de origen químico). Por su composición se clasifican en: Terrígenas (arcilla o limo (lutita), conglomerado, arenisca, etc.). Sedimentación y diagénesis de partículas de origen continental, sin o con influencia de precipitación de carbonatos marinos (marga).

Macroinvertebrados: conjunto de individuos con un tamaño superior a 3 mm que viven durante todas o alguna de sus fases del ciclo vital en medios acuáticos (Los arácnidos, crustáceos, oligoquetos, hirudíneos, moluscos y, principalmente, insectos en su fase larvaria).

Macroinvertebrados bénticos: aquellos que habitan en el lecho fluvial (entre las piedras, plantas acuáticas sumergidas, etc.) ya sea durante todo su ciclo vital (como los moluscos) o parte de él (como muchos insectos, en los que la fase adulta es terrestre y la fase larvaria es acuática).

Mercaptanos: son un grupo de azufre que contienen sustancias químicas orgánicas. Huelen a podrida col, y son, en su mayor parte, lo que hace que las plantas de celulosa huelen a plantas de celulosa. Si mercaptanos se encuentran en el aire, incluso a bajas concentraciones, son muy notables.

Red trófica: Conjunto de cadenas alimentarias de un ecosistema, interconectadas entre sí mediante relaciones de alimentación. Tanto las plantas como los herbívoros y los carnívoros forman parte de la red trófica.

Rocas detríticas: formadas por acumulación de derrubios procedentes de la erosión y depositados por gravedad. Éstas a su vez se clasifican sobre todo por el tamaño de los clastos, que es el fundamento de la distinción entre conglomerados, areniscas y rocas arcillosas.

Rocas organógenas: formadas con restos de seres vivos. Las más abundantes se han formado con esqueletos fruto de los procesos de biomineralización; algunas, sin embargo, se han formado por la evolución de las partes orgánicas (de la materia celular), y se llaman propiamente rocas orgánicas (carbones).

Rocas químicas o rocas de precipitación química: formadas por depósito de sustancias previamente disueltas o neoformadas por procesos metabólicos; en este último caso se llaman rocas bioquímicas. El mayor volumen corresponde a masas de sales acumuladas por sobresaturación del agua del mar que se llaman evaporitas. Como el yeso y la sal gema.

Silíceas: (Diatomita, radiolarita, calcedonia, caolín, etc.) Sedimentación y diagénesis de partículas orgánicas silíceas; o de meteorización de granitos cuarzosos.

Sustancias volátiles: un grupo de productos, a menudo artículos del hogar, que contienen productos químicos que, si deliberadamente se inhala, puede causar intoxicación. Productos de este grupo son: los recambios de encendedores de cigarrillos, algunos-lacas para el cabello, desodorantes y ambientadores-, un poco de dolor alivio de los aerosoles, ciertos adhesivos, productos de limpieza, quitaesmaltes de uñas-, la corrección de líquidos disolventes de pintura y diluyente.

Taxonomía: la ciencia de la clasificación. Habitualmente, se emplea el término para designar a la taxonomía biológica, la ciencia de ordenar a los organismos en un sistema de clasificación compuesto por una jerarquía de taxones anidados.

Tributario: Que es afluente a otro, cuyo caudal es mayor, o que descarga su caudal en cierto lago o mar.

Dícese del curso de agua con relación al río o mar adonde desemboca.

ANEXO 2
MEMORIA FOTOGRAFICA



Foto 1.



Foto 2.

Foto 1 Y 2. Zona donde se realizó el aforo del Rio Apanchacal en época seca ubicado aproximadamente a 90 metros del nacimiento.



Foto 3.



Foto 4.

Foto 3 y 4. Levantamiento topográfico realizado con estación total.



Foto 5. Vertedero triangular utilizado para la obtención del caudal en Rio Apanchacal.



Foto 6. Aforo realizado con vertedero triangular para la obtención del caudal en época lluviosa.



Foto 7. Toma de muestra para obtención de PH y coliformes fecales, realizado en época lluviosa.



Foto 8. Punto donde se une el Rio con las aguas residuales en el cual se pretende implementar el diseño de la nueva etapa de la canaleta.



Foto 9. Punto más alto donde pasará la canaleta en el cual es necesario realizar corte del terreno.



Foto 10. Punto de unión entre canaleta y la tubería rib_lock.



Foto 11.



Foto 11 y 12. Zona donde se implementaran las obras de mitigación.

ANEXO 3

TABLA 1 - CÁLCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

LOTES= 797		DMedD= 8,3		lts/seg		QD= 36,700		lts/seg			
HAB/LOTE= 6		DMaxD= 10,8		lts/seg		Qu= 0,046		lts/seg		DATOS DE DISEÑO	
Po= 4782		DMaxH= 19,9		lts/seg		K1= 1,3					
						K2= 2,4					
CALLE O AVENIDA	POZO INICIAL	POZO FINAL	LONG. (m)	LOTES. TRAMO	QL (Lt/seg)	QL+Q2 (Lt/seg)	Qt (Lt/seg)	φ (plg)	S (%)	VT (m/seg)	VD (m/seg)
AVENIDA 1	13	13-A	10	1	0,0460	0,0460	36,3190	8	1,50	1,1199	0,1915
	13-A	1	45	2	0,0921	0,1381	36,3190	8	1,50	1,1199	0,2679
	1	2	100,00	36	1,6577	1,7959	35,0875	8	1,40	1,0820	0,5678
	2	3	59,47	24	1,1051	2,9010	21,1774	8	0,51	0,6530	0,4576
AVENIDA 2	4	5	37,82	5	0,2302	0,2302	34,1991	8	1,33	1,0546	0,3002
	5	6	37,28	4	0,1842	0,4144	26,1900	8	0,78	0,8076	0,2980
	6	7	37,28	7	0,3223	0,7368	24,2731	8	0,67	0,7485	0,3360
	7	8	37,28	8	0,3684	1,1051	24,6328	8	0,69	0,7596	0,3833
	8	9	37,25	7	0,3223	1,4275	20,9688	8	0,50	0,6466	0,3693
	9	10	38,15	8	0,3684	1,7959	45,3624	8	2,34	1,3988	0,6800
	10	11	30,85	4	0,1842	5,2494	27,3400	8	0,85	0,8431	0,6507
	11	12	9,06	0	0,0000	5,2494	83,3493	8	7,90	2,5702	1,4344
CALLE A	13	5	15,81	3	0,1381	0,1381	73,6599	8	6,17	2,2714	0,4379
	5	14	100,00	36	1,6577	1,7959	22,3885	8	0,57	0,6904	0,4138
	14	15	48,48	17	0,7828	2,8089	36,3190	8	1,50	1,1199	0,6641
	15	17	42,47	9	0,4144	3,2233	60,4833	8	4,16	1,8651	0,9906
SENDA 1	16	15	32,56	5	0,2302	0,2302	29,9494	8	1,02	0,9235	0,2738
CALLE B	6	18	100,00	35	1,6117	1,6117	32,0761	8	1,17	0,9891	0,5162
	18	19	76,94	27	1,2433	2,8550	57,4254	8	3,75	1,7708	0,9213
CALLE C	7	21	100,00	35	1,6117	1,6117	45,9403	8	2,40	1,4166	0,6642
	21	22	56,31	21	0,9670	2,5787	63,3244	8	4,56	1,9527	0,9572
CALLE D	8	24	100,00	33	1,5196	1,5196	55,4782	8	3,50	1,7107	0,7447
	24	25	46,62	16	0,7368	2,2563	55,4782	8	3,50	1,7107	0,8383
CALLE E	9	27	99,92	35	1,6117	1,6117	49,3547	8	2,77	1,5219	0,6984
	27	28	26,99	7	0,3223	1,9340	74,1952	8	6,26	2,2879	0,9812
CALLE F	10	30	100,00	33	1,5196	1,5196	58,5627	8	3,90	1,8059	0,7734
	30	31	22,76	7	0,3223	1,8419	53,0473	8	3,20	1,6358	0,7646
CALLE G	3	11	40,28	8	0,3684	3,2694	32,4847	8	1,20	1,0017	0,6417
CALLE H	12	32	100,00	28	1,2893	6,5388	52,2119	8	3,10	1,6100	1,0992
	32	33	19,64	5	0,2302	6,7690	54,6799	8	3,40	1,6861	1,1473
PJE PEATONAL	17	19	40,75	2	0,0921	3,3154	95,5782	10	3,16	1,8863	0,8814
	19	20	8,52	0	0,0000	6,1704	89,9693	10	2,80	1,7756	1,0162
	20	22	33,08	0	0,0000	6,1704	97,6725	10	3,30	1,9276	1,0768
	22	23	8,65	0	0,0000	8,7491	44,6622	10	0,69	0,8814	0,6842
	23	25	30,29	0	0,0000	8,7491	46,8729	10	0,76	0,9250	0,7083
	25	25-a	9,47	0	0,0000	11,0054	46,2521	10	0,74	0,9128	0,7484
	25-a	28	30,74	0	0,0000	11,0054	46,5635	10	0,75	0,9189	0,7520
	28	31	37,05	0	0,0000	12,9394	38,3973	10	0,51	0,7578	0,6836
	31	33	38,47	0	0,0000	14,7813	39,8746	10	0,55	0,7869	0,7283

AVENIDA 3	33	36	28,21	2	0,0921	21,6424	116,5639	10	4,70	2,3004	1,7586
	36	38	41,47	0	0,0000	22,1950	120,2265	10	5,00	2,3727	1,8109
	38	39	49,97	1	0,0460	22,8396	195,5015	12	5,00	2,6794	1,7927
	39	40	17,77	0	0,0000	22,8396	197,4469	12	5,10	2,7060	1,8054
	40	41	37,04	0	0,0000	22,8396	195,5015	12	5,00	2,6794	1,7927
	41	42	58,11	3	0,1381	22,9778	113,9960	12	1,70	1,5623	1,2225
	42	43	91,60	11	0,5065	23,4843	70,4891	12	0,65	0,9661	0,8689
CALLE I	35	36	45,50	12	0,5526	0,5526	39,8959	8	1,81	1,2302	0,4360
CALLE J	37	38	48,88	13	0,5986	0,5986	55,0805	8	3,45	1,6985	0,5593
AVENIDA 8	48	49	77,61	15	0,6907	0,6907	41,7274	8	1,98	1,2867	0,4812
	49	50	78,17	15	0,6907	1,3814	45,3624	8	2,34	1,3988	0,6286
	50	51	81,00	13	0,5986	1,9801	56,5769	8	3,64	1,7446	0,8174
	51	52	100,00	18	0,8289	2,8089	52,4639	8	3,13	1,6178	0,8604
	52	53	31,02	4	0,1842	2,9931	53,0473	8	3,20	1,6358	0,8837
AVENIDA 7	54	55	58,35	12	0,5526	0,5526	43,9845	8	2,20	1,3563	0,4667
	55	56	100,00	36	1,6577	2,2103	40,0059	8	1,82	1,2336	0,6623
	56	57	99,68	34	1,5656	3,7759	50,8466	8	2,94	1,5679	0,9187
	57	58	31,42	10	0,4605	4,2364	57,0413	8	3,70	1,7589	1,0307
AVENIDA 6	59	60	66,90	17	0,7828	0,7828	29,6544	8	1,00	0,9144	0,3937
	60	61	100,00	36	1,6577	2,4405	40,8757	8	1,90	1,2605	0,6924
	61	62	29,35	8	0,3684	2,8089	63,2549	8	4,55	1,9505	0,9812
AVENIDA 5	63	64	8,56	3	0,1381	0,3223	30,5310	8	1,06	0,9415	0,3073
	64	65	99,02	36	1,6577	1,9801	44,6788	8	2,27	1,3777	0,6927
	65	66	25,35	6	0,2763	2,2563	68,2695	8	5,30	2,1052	0,9695
AVENIDA 4	44	45	80,35	18	0,8289	0,8289	59,4568	8	4,02	1,8334	0,6510
CALLE K	51	56	31,19	0	0,0000	0,0000	29,9494	8	1,02	0,9235	0,0000
	56	60	38,92	0	0,0000	0,0000	53,6244	8	3,27	1,6536	0,0000
	60	63	31,06	4	0,1842	0,1842	22,9702	8	0,60	0,7083	0,2127
CALLE L	43	45	80,05	2	0,0921	23,5764	193,3391	12	4,89	2,6497	1,7951
	45	46	6,97	0	0,0000	24,4053	194,5216	12	4,95	2,6659	1,8211
	53	58	37,19	0	0,0000	2,9931	53,7669	10	1,00	1,0611	0,5709
	58	62	37,19	0	0,0000	7,2295	55,0947	10	1,05	1,0873	0,7524
	62	66	37,43	0	0,0000	10,0384	66,7230	10	1,54	1,3168	0,9479
	66	46	32,24	0	0,0000	12,2947	59,3875	10	1,22	1,1720	0,9241

TABLA 2 - CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

LOTES=	797	DMedD=	8,3	lts/seg		QD=	36,700	lts/seg		DATOS DE DISEÑO	
HAB/LOTE=	6	DMaxD=	10,8	lts/seg		Qu=	0,046	lts/seg			
Po=	4782	DMaxH=	19,9	lts/seg		K1=	1,3				
						K2=	2,4				
CALLE O AVENIDA	POZO INICIAL	POZO FINAL	LONG. (m)	LOTES. TRAMO	QL (Lt/seg)	QL+Q2 (Lt/seg)	Qt (Lt/seg)	φ (p/g)	S (%)	VT (m/seg)	VD (m/seg)
COLECTOR	C1	C2	24,00	0	232,9247	232,9247	1006,5574	30	1,00	2,2072	1,7979
COLONIA EL	C2	C3	23,96	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
COCAL Y	C3	C4	23,85	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
DESCARGA	C4	C5	24,00	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
EL TRAPICHE	C5	C6	24,00	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C6	C7	24,00	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C7	C8	24,00	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C8	C9	24,00	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C9	C10	24,00	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C10	C11	24,00	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C11	C12	32,09	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C12	C13	54,40	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C13	C14	11,31	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C14	C15	11,31	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C15	C16	29,77	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C16	C17	40,76	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C17	C18	81,97	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C18	C19	68,12	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C19	C20	68,12	0	232,9247	232,9247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,3982
	C20	C21	82,29	0	232,9247	232,9247	805,2459	30	0,64	1,7657	1,5298
	Pozo#46	C21	9,20	0	36,7000	36,7000	91,2806	12	1,09	1,2510	1,1829
	C21	C22	8,99	0	269,6247	269,6247	753,2386	30	0,56	1,6517	1,5156
	C22	DESC	18,34	0	269,6247	269,6247	711,7436	30	0,50	1,5607	1,4537
DESCARGA						269,62		30			

ANEXO 4

RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO DQO



INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
APARTADO 1998, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELEFONO (503)2424-0282

INFORME DE LABORATORIO

No 01- 10


Pag. 1 de 1

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Procedencia : Río Apanchacal (punto de muestreo # 1)
Ubicación : Colonia El Cocal, Santa Ana
Tipo de muestra : Puntual
Municipio : Santa Ana
Departamento : Santa Ana
Fecha y hora de muestreo : 18 de junio de 2010, 12 m
Fecha de recepción : 18 de junio de 2010
Fecha de análisis : 18 de junio de 2010
Fecha de informe : 21 de junio de 2010
Tomó la muestra : Br. Manuel Fernando Ochoa
Solicitante : Br. Manuel Fernando Ochoa, Departamento de Ingeniería FMO

ANALISIS PRACTICADOS:

Determinación fisico química	Unidades	Método	Resultados
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	Digestión	21


Vilma de Caballero
Gerente de Calidad



INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
APARTADO 1998, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELEFONO (503)2484-0592

INFORME DE LABORATORIO

No 02- 10

Pag. 1 de 1

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Procedencia : Río Apanchacal (punto de muestreo # 2)
Ubicación : Colonia El Cocal, Santa Ana.
Tipo de muestra : Puntual
Municipio : Santa Ana
Departamento : Santa Ana
Fecha y hora de muestreo : 18 de junio de 2010, 12 m
Fecha de recepción : 18 de junio de 2010
Fecha de análisis : 18 de junio de 2010
Fecha de informe : 21 de junio de 2010
Tomó la muestra : Br. Manuel Fernando Ochoa
Solicitante : Br. Manuel Fernando Ochoa, Departamento de Ingeniería FMO

ANALISIS PRACTICADOS:

Determinación físico química	Unidades	Método	Resultados
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	Digestión	18


Vilma de Caballero
Gerente de Calidad



INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
APARTADO 1908, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELÉFONO (503)2404-0098

INFORME DE LABORATORIO

No 03- 10

Pag. 1 de 1

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Procedencia : Río Apanchacal (punto de muestreo # 3)
Ubicación : Colonia El Cocal, Santa Ana.
Tipo de muestra : Puntual
Municipio : Santa Ana
Departamento : Santa Ana
Fecha y hora de muestreo : 18 de junio de 2010, 12 m
Fecha de recepción : 18 de junio de 2010
Fecha de análisis : 18 de junio de 2010
Fecha de informe : 21 de junio de 2010
Tomó la muestra : Br. Manuel Fernando Ochoa
Solicitante : Br. Manuel Fernando Ochoa, Departamento de Ingeniería FMO

ANÁLISIS PRACTICADOS:

Determinación físico química	Unidades	Método	Resultados
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	Digestión	242

Comunidad de El Salvador
Resolución Institucional de Tercer Nivel




Vilma de Caballero
Gerente de Calidad

ANEXO 5

RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PH Y COLIFORMES FECALES



INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
APARTADO 1908, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELEFONOS (503)2484-0897
2484-0898
FAX (503) 2484-0803

INFORME DE LABORATORIO

01 - 2010

Pág. 1 de 1

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Procedencia : Rio
Ubicación : Rio Apanchacal, Col. El Cocal
Municipio : Santa Ana
Departamento : Santa Ana
Fecha y hora muestreo : 07 de octubre de 2010, 10.40 a.m.
Tomó la muestra : Br. Manuel Fernando Ochoa
Fecha de análisis : 07 de octubre de 2010
Fecha de informe : 08 de octubre de 2010
Solicitante : Br. Manuel Fernando Ochoa. FMO - UES

ANALISIS PRACTICADOS:

Determinación Físico-química	Unidades	Método	Resultados	NSO 13.07.01:04 Limite máximo permisible
pH	--	Potenciométrico	7.19	8,5 *
Determinación Bacteriológica				
Coliformes fecales	UFC/100 ml	Membrana filtrante	32,000	0

* El limite minimo permisible 6 unidades


Vilma de Caballero
Gerente de Calidad



ANEXO 7

TABLAS DE RANGO DE CONVERSION DE “ES” (SCORE AMBIENTAL)

SCORE AMBIENTAL (ES)	BANDA DE RANGOS	DESCRIPCION DE LA BANDA RANGOS
72 A 78	E	CAMBIOS / IMPACTOS POSITIVOS MAYORES
36 A 71	D	CAMBIOS / IMPACTOS POSITIVOS SIGNIFICATIVOS
19 A 35	C	CAMBIOS / IMPACTOS POSITIVOS MODERADOS
10 A 18	B	CAMBIOS / IMPACTOS POSITIVOS
1 A 9	A	CAMBIOS / IMPACTOS LIGERAMENTE POSITIVOS
0	N	NO CAMBIOS / "STATUS QUO" / NO APLICABLE

SCORE AMBIENTAL (ES)	BANDA DE RANGOS	DESCRIPCION DE LA BANDA RANGOS
-1 A -9	A-	CAMBIOS / IMPACTOS LIGERAMENTE NEGATIVOS
-10 A -18	B-	CAMBIOS / IMPACTOS NEGATIVOS
-19 A -35	C-	CAMBIOS / IMPACTOS NEGATIVOS MODERADOS
-36 A -71	D-	CAMBIOS / IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS
-72 A -108	E-	CAMBIOS / IMPACTOS NEGATIVOS MAYORES

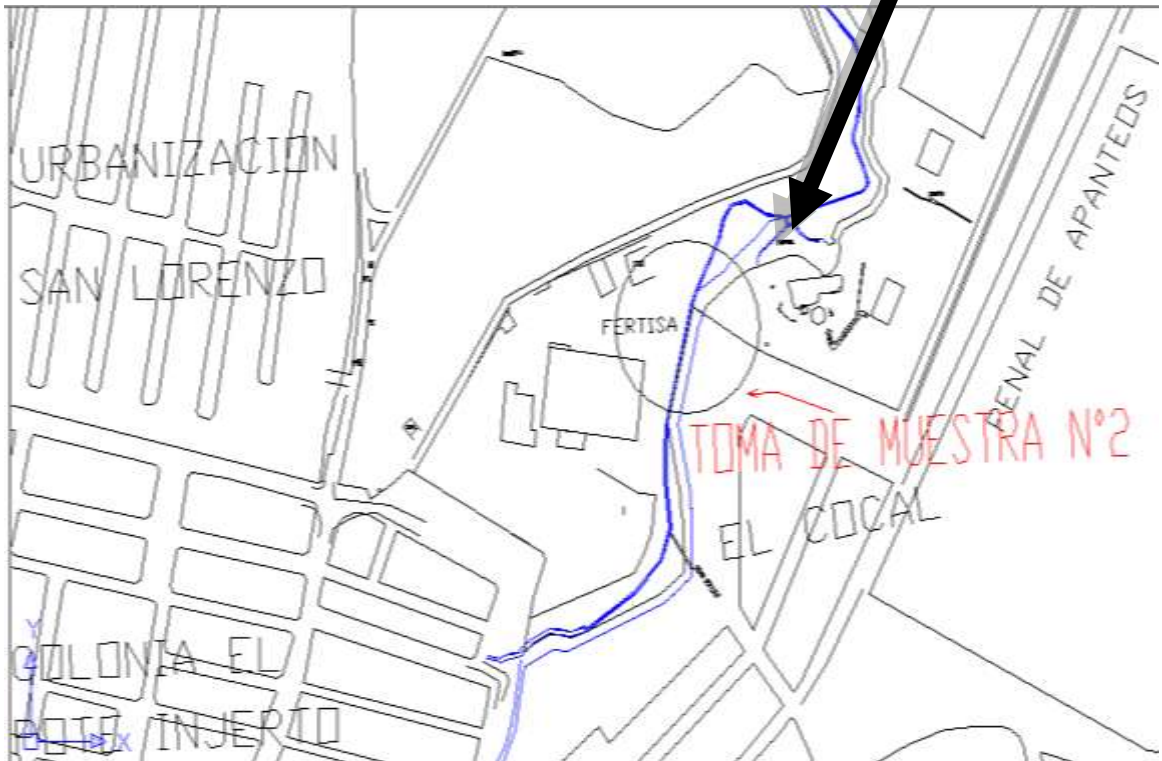
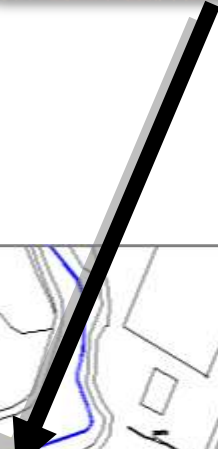
ANEXO 8

UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRA N° 1



ANEXO 9

UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRA N° 2



ANEXO 10

UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRA N° 3



ANEXO 11

INSECTOS INVERTEBRADOS ACUÁTICOS ENCONTRADOS EN MUESTRO REALIZADO EN RIO APANCHACAL COLOCADOS POR ORDEN Y FAMILIAS.



Orden Ephemeroptera, Familia Baetidae



Orden Ephemeroptera, Familia Leptohyphidae



Orden Ephemeroptera, Familia Leptophlebiidae



Orden Díptera, Familia Chironomidae



Orden Díptera, Familia Psychodidae



Orden Díptera, Familia Tabanidae



Orden Díptera, Familia Empididae



Orden Díptera, Familia Muscidae



Orden Odonata, Familia Coenagrionidae



Orden Odonata, Familia Libellulidae



Orden Coleóptera, Familia Curculionidae



Orden Megaloptera, Familia Corydalidae



Orden Oligochaeta, Familia Oligochaeta

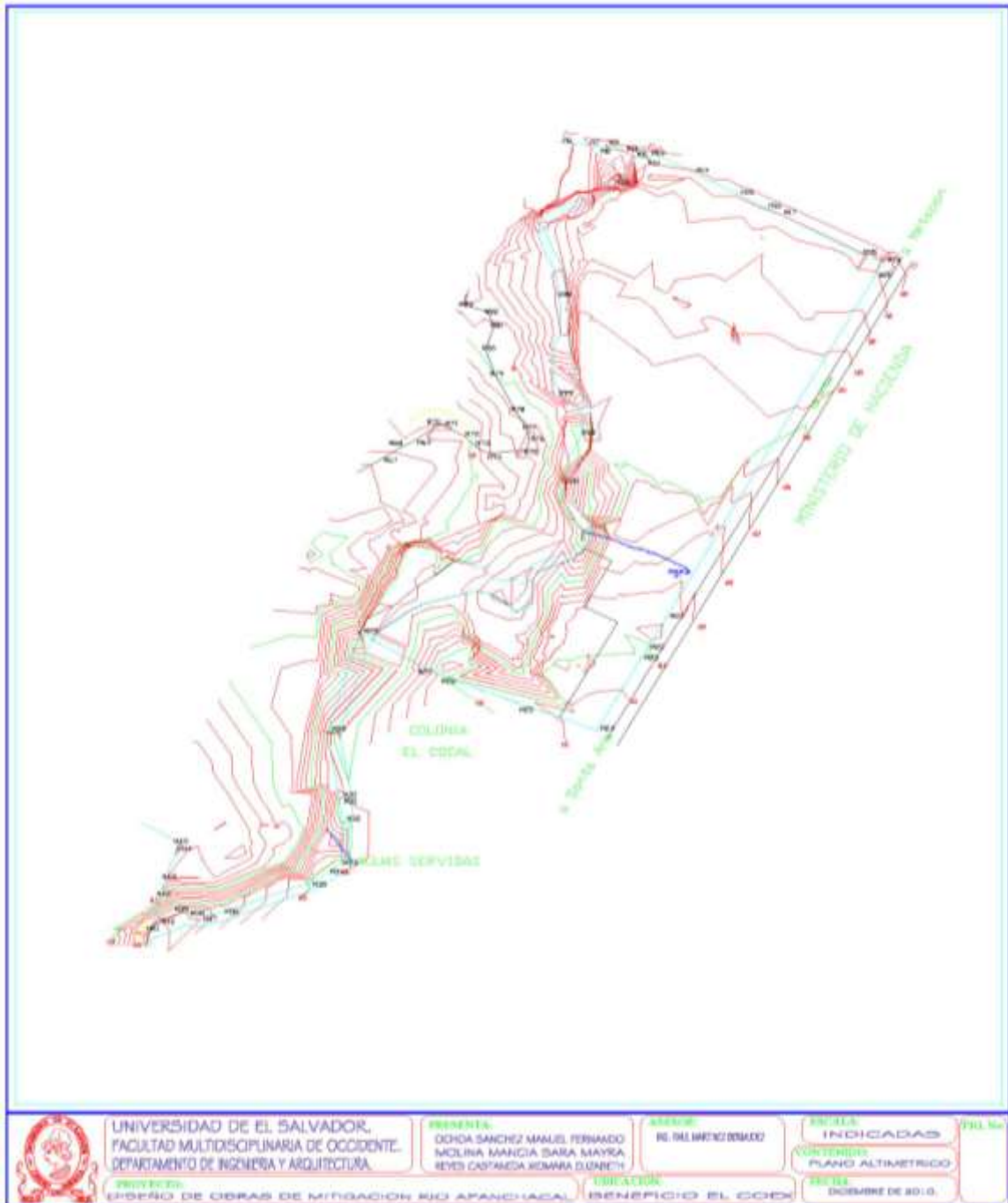


Orden Collembola, Familia Collembola



Orden Megaloptera Familia Corydalidae

ANEXO 12
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO Y
ALTIMETRICO



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE,
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA.

PROYECTO: PROYECTO DE OBRAS DE MITIGACION RIO APANCUAL

PRESENTA:
DORIS SANCHEZ MARIE, FERRIADO
MOLINA MANGIA SARA MAYRA
REYES CASTANEDA ROMANA DULCETH

DIRECCION: BENEFICIO EL CODAL

ASISTENTE:
ING. DEL MARINO DOMINGO

ESCALA:
INDICADAS

CONTENIDO:
PLANO ALTIMETRICO

FECHA:
DICIEMBRE DE 2010

PAG. No. 1

ANEXO 13

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TUBERIA RIB_LOC

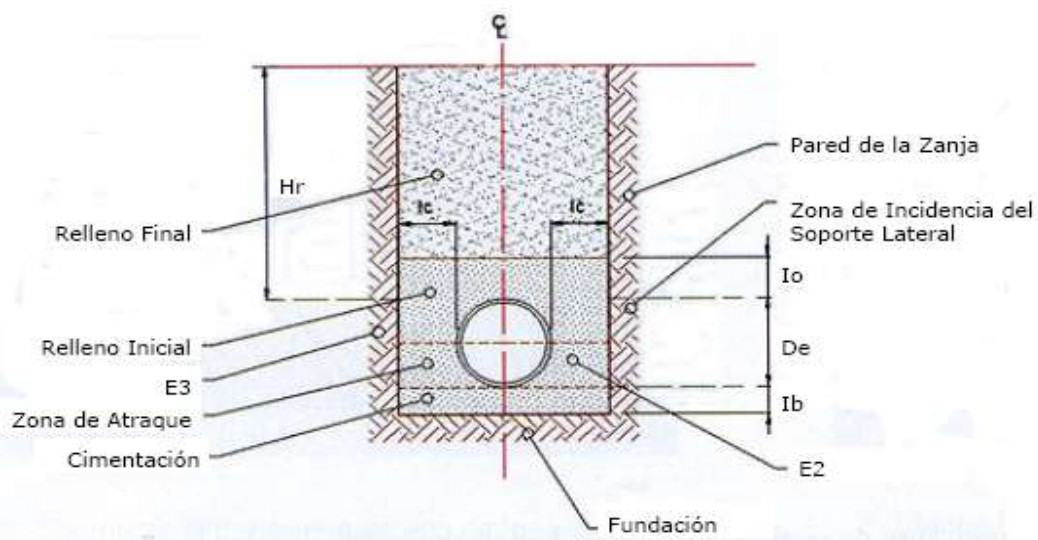
✓ Ventajas del Sistema RIB LOC®

- Única tubería flexible para alcantarillado fabricada en PVC con refuerzo en acero.
- Facilidad en el manejo durante el cargue, transporte, descargue y almacenamiento por su bajo peso.
- Tubería para alcantarillado con un amplio rango de diámetros.
- Única tubería para alcantarillado con uniones herméticas químicamente soldadas, garantizando la estanqueidad frente a movimientos telúricos o asentamientos diferenciales del suelo a través del tiempo, gracias a la combinación de flexibilidad integridad (ver anexo 1).
- Alta resistencia a efectos corrosivos y abrasivos disminuyendo los costos de mantenimiento y prolongando la vida útil de los proyectos. Además óptimo comportamiento en suelos ácidos y alcalinos.
- Alto rendimiento durante el proceso de instalación disminuyendo costos y tiempo.
- Fácil instalación aún en lugares de muy difícil acceso.

- Mayor relación beneficio costo con respecto a otros sistemas utilizados en alcantarillado.

✓ Instalación de la tubería RIB LOC

El óptimo comportamiento de las tuberías flexibles incluye respetar ciertos anchos de zanja mínimos. A continuación se presenta un cuadro resumen de las dimensiones de la zanja para cada uno de los diámetros de acuerdo con nuestra experiencia en el análisis de los resultados de diferentes instalaciones, así también como los modelos de distribución de cargas y esfuerzos en los que se basa la tecnología de tuberías flexibles enterradas



E2= Módulo de rigidez material de préstamo.

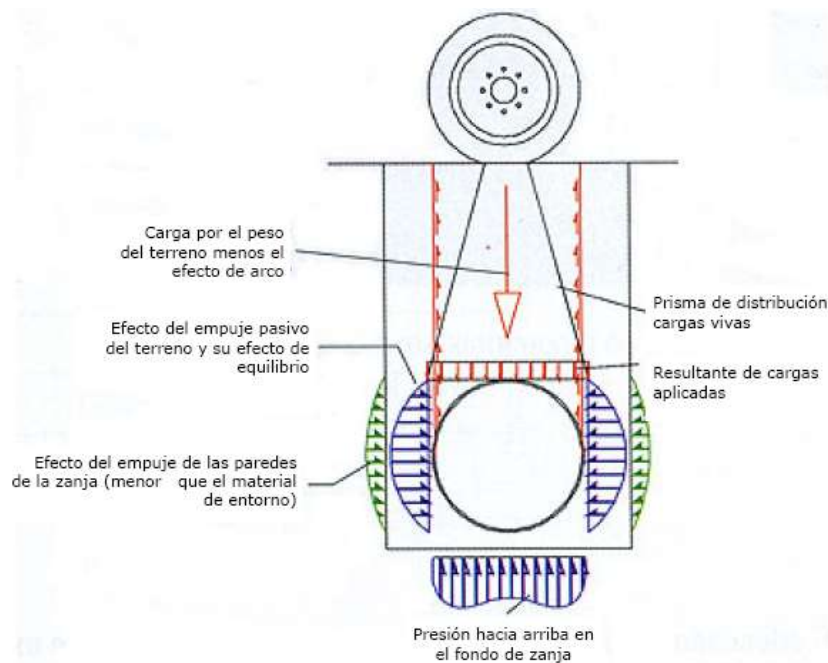
E3= Módulo de rigidez de los materiales de la pared de la excavación.

Di	VALORES RECOMENDADOS* (mm)		
	Ib	Ic**	Io***
>150 ≤ 300	100	150	150
>300 ≤ 450	100	200	150
>450 ≤ 900	150	300	150
>900 ≤ 1500	150	350	200
>1500 ≤ 2000	150	0.25xDe	300

El objetivo está en lograr las mismas condiciones y grados de compactación en todo el contorno de la tubería.

Estos valores pueden cambiar, disminuir o aumentar, de acuerdo con el criterio del diseñador (previo estudio de suelos), en circunstancias donde se utilizan técnicas especiales de construcción o donde los suelos naturales son sustituidos.

✓ **Esquema de cargas y presiones**



**En condiciones críticas tales como: profundidad y suelos de muy mala calidad, el ancho de la zanja (Ic) se incrementará según las condiciones del sitio, hasta un máximo de dos veces el diámetro externo de la tubería.

Anchos mayores no retribuyen beneficios adicionales en la respuesta estructural de la tubería.

*** Es necesario aumentar el relleno sobre la corona del tubo (I0) cuando las cargas vivas están aplicadas a muy poca profundidad o muy cerca del relleno mínimo.

✓ **Cimentación**

Es importante aclarar que la tubería RIB LOC al igual que todas las tuberías termoplásticas, es una tubería flexible y su comportamiento depende del material de atraque y el ancho de la zanja, y en mucho menos proporción del tipo de cimentación que se use.

La función primordial de la cama es en realidad la de ofrecer un apoyo firme, continuo y homogéneo en donde se pueda posar convenientemente la tubería, retirando cualquier objeto extraño que pueda impedirlo. Así como permitir distribuir la resultante vertical del sistema.

La cama se debe elaborar colocando una capa continua de material selecto con un espesor mínimo de 10 cm, preferiblemente gravilla o triturado. Esto permite adsorber o eliminar las irregularidades que siempre quedan en el fondo de la zanja al ejecutar su excavación.

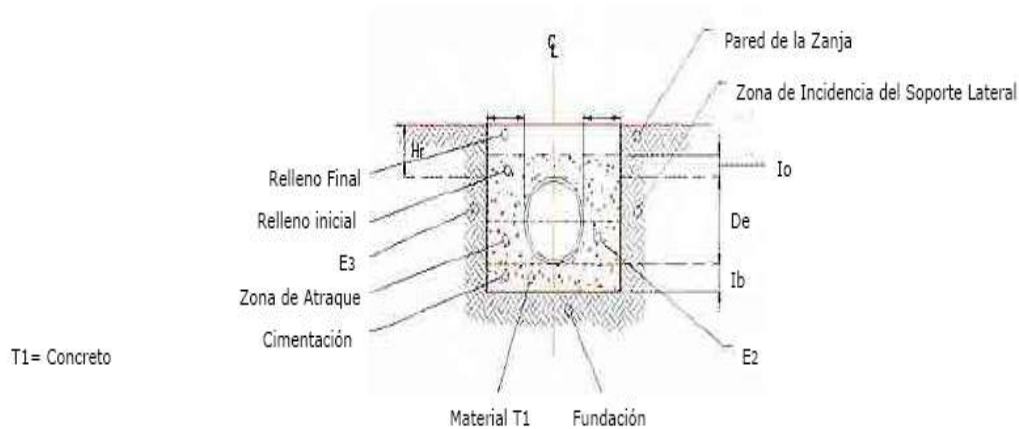
En caso de que se encuentre un material poco consistente en el fondo de la zanja, se recomienda sustituir por lo menos 20 cm. dependiendo de la magnitud del problema, con material granular hasta lograr una buena consistencia.

✓ **Condiciones específicas dependiendo de la altura de relleno**

Los siguientes cuadros dependen de la existencia o no de las cargas vivas y del tipo de suelo de excavación.

Cuando la altura de relleno sea menor o igual a 1.5 de diámetro, se recomienda un análisis de flotabilidad.

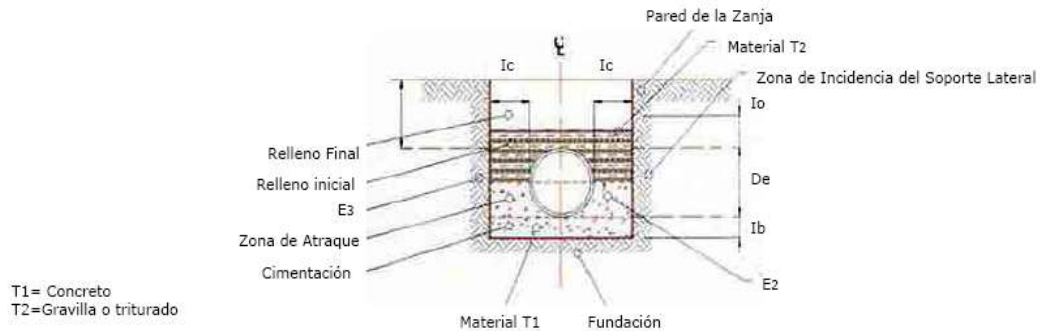
1. Para alturas de relleno en $0.20 \text{ m} < H_r \leq 0.45 \text{ m}$



La zona de Atraque y relleno inicial deberán estar compuestas por concreto simple con un $f'c = 105 \text{ kg/cm}^2$.

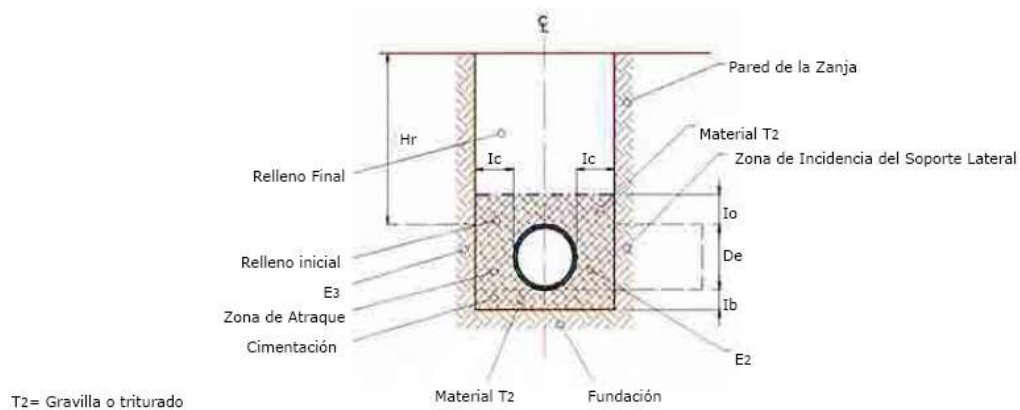
Para la instalación de tuberías mayores a 500 mm o 20" y menores a 900mm o 36" es necesario colocar una malla de refuerzo electro soldada de tipo R7 en la parte superior de la tubería. Para diámetros mayores, o para cargas vehiculares superiores a las de autopista, es indispensable un diseño que contemple la tubería, el pavimento y el entorno.

2. Para alturas de relleno en $0.45 \text{ m} < H_r \leq 0.65 \text{ m}$



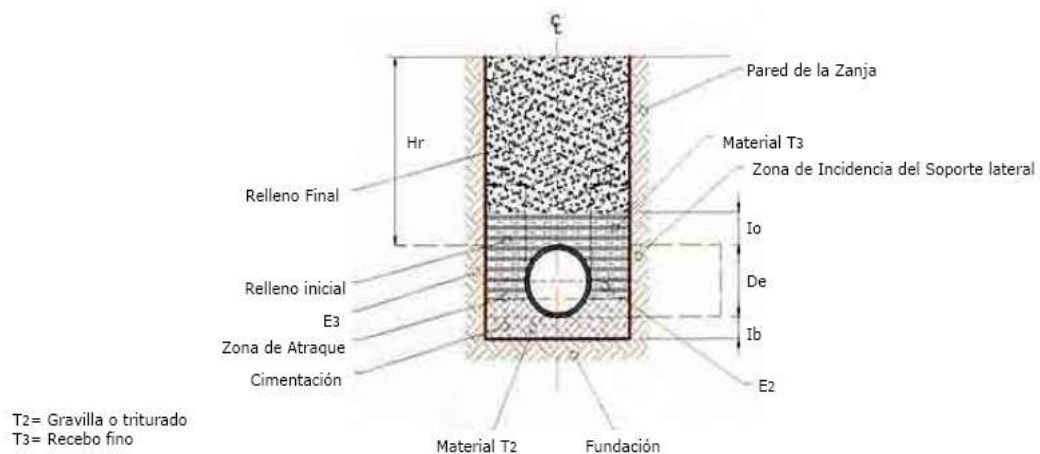
La zona de Atraque debe estar compuesta por concreto simple con un $f'c=105 \text{ kg/cm}^2$ y la zona de relleno inicial por materiales triturados o granulares con un tamaño entre $\frac{3}{4}$ " y $1\frac{1}{2}$ ", esta zona inicia a una altura de la mitad del diámetro. Esta solución aplica para tuberías de hasta 1000 mm o 40". Para diámetros mayores, o para cargas vehiculares superiores a las de autopista, es indispensable un diseño que contemple la tubería, el pavimento y el entorno.

3. Para alturas de relleno en $0.65 \text{ m} < H_r \leq 0.85 \text{ m}$



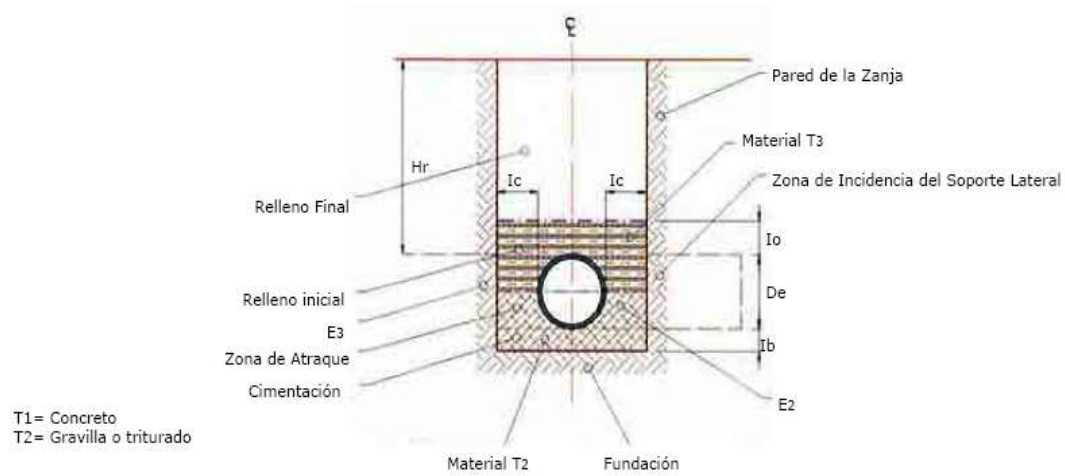
La zona de Atraque y la zona de relleno inicial deben estar compuestas por materiales triturados o granulares con un tamaño entre $\frac{3}{4}$ " y $1\frac{1}{2}$ ". Esta solución aplica para tuberías de hasta 1000 mm o 40". Para diámetros mayores, o para cargas vehiculares superiores a las de autopista, es indispensable un diseño que contemple la tubería, el pavimento y el entorno.

4. Para alturas de relleno en $0.85 \text{ m} < H_r \leq 3.25 \text{ m}$



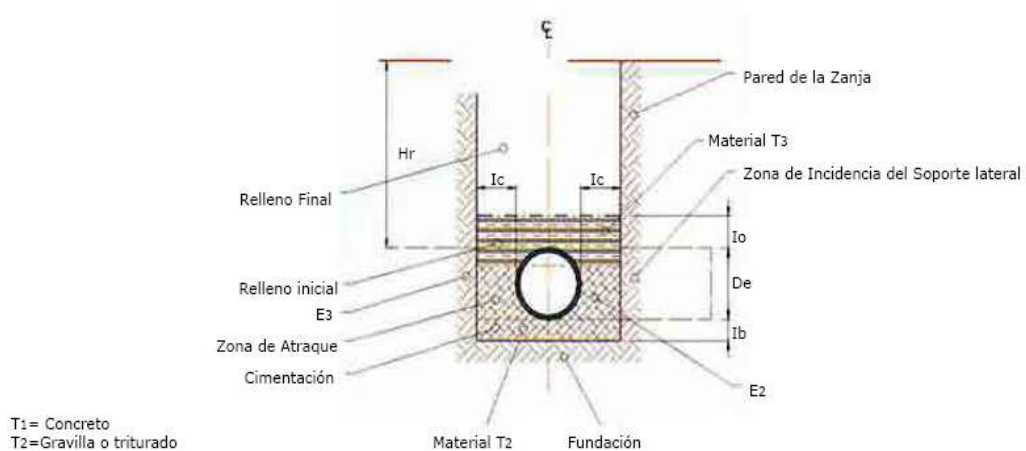
La zona de Atraque debe estar compuesta por materiales triturados o granulares con un tamaño entre $\frac{3}{4}$ " y $1\frac{1}{2}$ ", y la zona de relleno inicial por recebo fino compactado, esta zona inicia a una altura de $\frac{1}{4}$ del diámetro.

5. Para alturas de relleno en $3.25 \text{ m} < H_r \leq 4.75 \text{ m}$



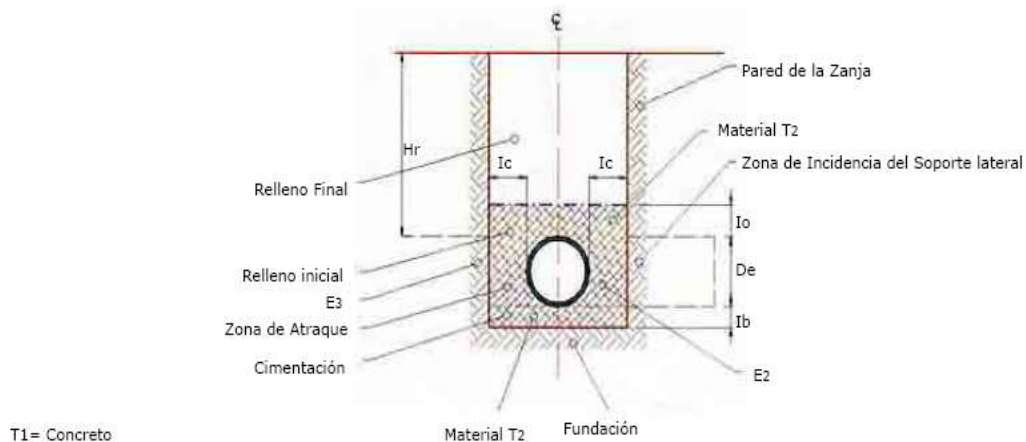
La zona de Atrache debe estar compuesta por materiales triturados o granulares con un tamaño entre $\frac{3}{4}$ " y $1\frac{1}{2}$ " y la zona de relleno inicial por recebo fino compactado, esta zona inicia a una altura de la mitad del diámetro.

6. Para alturas de relleno en $4.75 \text{ m} < H_r \leq 6.25 \text{ m}$



La zona de Atraque debe estar compuesta por materiales triturados o granulares con un tamaño entre $\frac{3}{4}$ " y $1\frac{1}{2}$ ", y la zona de relleno inicial por recebo fino compactado, esta zona inicia a partir de $\frac{3}{4}$ del diámetro.

7. Para alturas de relleno en $H_r \leq 6.25$ m



La zona de Atraque y relleno inicial deben estar compuestas por materiales triturados o granulares con un tamaño entre $\frac{3}{4}$ " y $1\frac{1}{2}$ ".

Los anteriores gráficos aplican bajo utilización de la tubería RIB LOC® para los diámetros de 160 mm o 6" hasta 650 mm o 26", y RIB STEEL® desde 675 mm o 27" hasta 2500 mm o 100".

Recomendaciones para el análisis de tuberías superficiales y/o con cargas superiores a las d autopista, diámetros excluidos en este modelo.

Para estos casos se deben contemplar algunos parámetros específicos:

- Deflexión en el pavimento por la transmisión de las cargas. Si la tubería es de gran diámetro y el recubrimiento es muy bajo, de acuerdo con los conceptos de mecánica estructural, la losa de concreto deberá llevar la gran mayoría de las sollicitaciones estructurales, de donde se le deba analizar ya sea como losa en

carga o como viga plana sobre fundación elástica, definiéndose a partir de allí el espesor y refuerzo de la misma. Esto es especialmente importante para tuberías de 1500 mm en adelante con recubrimientos de menos de 0.50 metros.

- Efecto de concentración de cargas en el tubo. En tuberías superficiales, con diámetros cuya relación en la fórmula siguiente sea inferior a 1.0, la carga no se distribuye en toda la proyección horizontal, por lo que se deberán tomar consideraciones en el diseño del pavimento y el material de cobertura.

✓ **Comportamiento Hidráulico**

Diseño Hidráulico con RIB LOC

Debido a que RIB LOC®, se fabrica a partir de PVC, ofrece la gran ventaja de poseer un bajo coeficiente de rugosidad, permitiendo así un comportamiento más económico en las instalaciones.

Los coeficientes recomendados para RIB LOC®, según el Estándar Australiano AS2200-1978 “Design Charts for Water Supply and Sewerage” son:

Manning: $n = 0.009$

Nosotros recomendamos para Hazen Williams $C = 150$

Celebrook—White: $k = 0.0015 \text{ mm}$

La velocidad máxima de flujo para las tuberías RIB LOC® es de 10 m/s.

Velocidad mínima para alcantarillados sanitarios = 0,45 m/s y para alcantarillados pluviales = 0,75 m/s.

COMPORTAMIENTO HIDRAULICO COMPARATIVO					
Tubería en CONCRETO			Equivalencia en RIB LOC®		
Díámetro		Peso	Díámetro		Peso
mm	plg	Kg/ml	mm	plg	Kg/ml
250	10	78,4	250	10	2,6
300	12	97,6	275	11	4,3
350	14	115,2	350	14	6,1
400	16	149,6	375	15	6,6
450	18	200,8	400	16	6,7
500	20	260,0	450	18	8,8
600	24	392,0	550	22	10,7
700	27	508,0	625	25	15,9
800	30	636,0	700	28	27,5
900	36	792,0	800	32	33,0
1000	40	996,0	900	36	33,4
1100	44	1.116,0	1000	40	39,4
1200	48	1.312,0	1050	42	41,3
1300	52	1.456,0	1150	46	44,6
1400	56	1.556,0	1250	50	48,4
1500	60	1.784,0	1350	54	53,6
1600	64	2.032,0	1400	56	56,1
1700	68	2.300,0	1500	60	61,9
1800	72	2.576,0	1600	64	101,3
2000	80	3.184,0	1750	70	110,6
2150	86	3.580,0	1900	76	119,9
2300	92	4.000,0	2000	80	126,1