



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Análisis de contaminación y propuesta de Soluciones Técnicas
en Punta Blanca”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Oswaldo Antonio Villacis Guzmán

Guayaquil – Ecuador
Año: 2015

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia y a todos quienes hicieron posible la culminación de este trabajo que fue realizado en condiciones inesperadas de triunfos, logros y derrotas que le dan sentido a mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por cuidarme cada día y permitirme ver mi norte

Mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes me dieron la vida, y desde mis primeros pasos nunca me han dejado solo. Por ellos soy quien soy, por toda su enseñanza y guía que me permitieron desarrollarme como una persona de bien capaz de valerme por mí mismo y afrontar la vida, siempre con una sonrisa.

A mis hermana que me llena de alegría y me hace sentir su cariño aun cuando no estemos cerca, por todos los buenos y malos momentos que pasamos. Pero siempre recordando mantenernos unidos.

A la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra y La Escuela Superior Politécnica del Litoral, lugar en donde adquirí los conocimientos que hoy me permiten ser profesional.

Al Dr. Miguel Ángel Chávez, por su guía en el desarrollo de este trabajo y sus consejos tanto para el desarrollo profesional como para el desarrollo del ser humano al que aspiramos ser, lleno de valores, rectitud y conocimientos.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta tesina de grado me corresponde exclusivamente.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, (Reglamento de Graduación de Pregrado de la ESPOL)

Oswaldo Villacis Guzmán

RESUMEN

Mediante los trabajos realizados se ha determinado que existe un significativo problema ambiental en la extensa playa del área urbanizada denominada punta blanca.

En los recorridos realizados se constató la existencia de descargas en algunos casos directas de aguas servidas en las arenas de playa lo que determine la existencia de malos olores y el nacimiento de una vegetación que incluye además la presencia vectores que afectan la salud de los habitantes y visitantes.

Se constató que existen numerosos pozos sépticos susceptibles de infiltración ya que han sido construidos en la ladera, en suelos granulares y en estratos rocosos altamente fracturados y meteorizados, por lo existen claras condiciones de infiltración con lo que seguramente se estarán

generando flujos interconectados que descienden por gravedad hacia las partes más bajas.

No existe un sistema de alcantarillado ya que la solución de pozos sépticos se ha implementado para cada casa, por lo que en las condiciones actuales no es posible determinar soluciones mediante una o dos plantas de tratamiento.

Por las razones antes mencionadas se propone en primer lugar construir una red de alcantarillado de aguas servidas. Ubicar sitios donde construir plantas de tratamiento, descartando por completo soluciones de lagunas de oxidación ya que no existe ni el espacio ni las áreas aptas para su implementación.

Debido a que se trata de una situación especial se plantea el empleo de tecnologías modernas de tratamiento de aguas servidas las mismas que emplean pequeños espacios y que son suficientemente eficientes como para efectuar el tratamiento de aguas servidas hasta tener agua con un alto porcentaje de tratamiento, de tal forma que pueda descargarse al mar o mejor aún ser empleada para el reverdecimiento de dicha área urbanística.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	iv
TABLA DE CONTENIDO	vi
ABREVIATURA.....	ix
SIMBOLOGIA	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRAFICOS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xvi
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción.....	1
1.2 Objetivos.	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance de la investigación.	3
1.4 Metodología.....	4

CAPÍTULO 2

2. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO PUNTA BLANCA	5
2.1 Descripción de la situación encontrada	9
2.1.1 Geografía del Terreno en Punta Blanca	18
2.1.2 Inspección Visual Realizada a Punta Blanca	29

CAPITULO 3

3. Solución técnica que se propone.....	41
3.1 Propuesta n° 1 para solución técnica	42
3.1.1 Pre diseño del sistema de conducción de aguas servidas	42
3.2 Propuesta n° 2 para solución técnica	45
3.2.1 Pre diseño del sistema de conducción de aguas servidas	45
3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO.....	47
3.3.1 Eficiencia del tratamiento	53

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
N	Nitrógeno total
NH4 N	Contenido de nitrógeno de amonio
SBR	Reactor Biológico Secuencial
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente

SIMBOLOGÍA

Ag	Plata
Al	Aluminio
As	Arsénico total
Ba	Bario
Cd	Cadmio
cm	Centímetro
CN⁻	Cianuro total
Co	Cobalto
Cr⁺⁶	Cromo hexavalente
Cu	Cobre
día	Día
F	Fluoruros
g	Gramo
Hab.	Habitante
Hg	Mercurio total
km	Kilometro
l	Litro
l/día	Litros Por día
m	Metro
m²	Metro cuadrado

mg	Miligramos
mg/l	Miligramo por litro
min	Minuto
Ni	Níquel
P	Fósforo Total
Pb	Plomo
pH	Potencial de hidrógeno
pulg	Pulgada
S	Sulfuros
Se	Selenio

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I ÁREA DE INFLUENCIA O ESTUDIO	9
Tabla II ÁREA PROMEDIO DE TERRENOS (LOTIZACION)	10
Tabla III PRODUCCIÓN AASS POR VIVIENDA.....	11
Tabla IV LECTURAS RESULTANTES DE ENSAYO DE PERCOLACIÓN...	14
Tabla V TIPO DE SUELO SEGUN TASA DE PERCOLACIÓN	15
Tabla VI AREA DE INFLUENCIA DE ACUERDO A TASA DE PERCOLACIÓN.....	17
Tabla VII CÁLCULO DE ÁREA DE INFLUENCIA.....	17
Tabla VIII DATOS DE CONFORMACION SECCION TRANSVERSAL RUTA 1.....	19
Tabla IX DATOS DE CONFORMACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL RUTA 2	20
Tabla X DATOS DE CONFORMACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL RUTA 3	22
Tabla XI DATOS DE CONFORMACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL RUTA 4	23
Tabla XII DATOS DE CONFORMACIÓN SECCION TRANSVERSAL RUTA 5	25
Tabla XIII PRODUCCIÓN MEDIA ESTIMADA DE MICROORGANISMOS INDICADORES.....	34

Tabla XIV COMPOSICIÓN TIPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	35
Tabla XV LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA ...	56
Tabla XVI EFICIENCIA Y LÍMITES PERMISIBLES	56

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 2. 1 SECCIÓN TRANSVERSAL RUTA 1	19
Gráfico 2. 2 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 1	20
Gráfico 2. 3 SECCIÓN TRASVERSAL RUTA 2.....	21
Gráfico 2. 4 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 2	21
Gráfico 2. 5 SECCIÓN TRASVERSAL RUTA 3.....	22
Gráfico 2. 6 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 3	23
Gráfico 2. 7 SECCIÓN TRASVERSAL RUTA 4.....	24
Gráfico 2. 8 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 4	24
Gráfico 2. 9 SECCIÓN TRASVERSAL RUTA 5.....	25
Gráfico 2. 10 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 5	26
Gráfico 2. 11 FLUJO DE AGUAS RESIDUALES	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 SISTEMA SÉPTICO CON TANQUE FILTRANTE	7
Figura 2. 2 SISTEMA SEPTICO CON TRINCHERAS DE ABSORCION.....	7
Figura 2. 3 SISTEMA SEPTICO DE COMPARTIMIENTO DOBLE CON TRINCHERAS DE ABS.	8
Figura 2. 4 ÁREA DE INFLUENCIA O ESTUDIO	10
Figura 2. 5 LOTIZACIÓN PUNTA BLANCA	11
Figura 3. 1 LLENADO	48
Figura 3. 2 REACCIÓN.....	49
Figura 3. 3 SEDIMENTACIÓN.....	49
Figura 3. 4 EXTRACCIÓN DE SOBRENADANTE	50
Figura 3. 5 ÁREA REQUERIDA PARA 1000 HABITANTES	52
Figura 3. 6 ÁREA REQUERIDA PARA 2000 HABITANTES	53

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 2. 1 ARENISCAS ENCONTRADAS EN PUNTA BLANCA.....	15
Imagen 2. 2 VEGETACIÓN EN ZONA BAJA DE PUNTA BLANCA	29
Imagen 2. 3 ZONA ALTA Y MENOS POBLADA DE PUNTA BLANCA	30
Imagen 2. 4 VEGETACION CRECIENDO EN FORMA DE SENDERO.....	30
Imagen 2. 5 DESCARGA INAPROPIADA DE AGUAS RESIDUALES	31
Imagen 2. 6 CRECIMIENTO DE VEGETACIÓN A CAUSA DE AGUAS RESIDUALES	32
Imagen 2. 7 CONEXIÓN DE AGUAS SERVIDAS	36
Imagen 2. 8 CONEXIÓN DE AGUAS SERVIDAS	37
Imagen 2. 9 ESTRATO ROCOSO	38
Imagen 2. 10 MUESTRA DE ROCA (ARENISCA) QUE CONFORMA EL TERRENO	38
Imagen 2. 11 FRACTURAS EN ROCA.....	39
Imagen 2. 12 FLUJO SUBTERRANEO DE AGUAS RESIDUALES	40
Imagen 3. 1 SISTEMA DE RECOLECCION #1	43
Imagen 3. 2 SISTEMA DE RECOLECCION #2	44
Imagen 3. 3 PROPUESTA #1 DE SISTEMA DE RECOLECCION PUNTA BLANCA	44

Imagen 3. 4 PROPUESTA #2 DE SISTEMA DE RECOLECCIO PUNTA BLANCA	46
Imagen 3. 5 LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y BOMBEO DE AGUAS SERVIDAS	47

CAPÍTULO 1

1.INTRODUCCIÓN.

1.1 Descripción.

El presente proyecto tiene objetivo esclarecer y encontrar las razones a las que se adjudica la contaminación de Punta Blanca, un balneario de Santa Elena conocido a nivel turístico por su hermosa playa de arena blanca y aguas tranquilas rodeada de un terreno irregular, en el cual se desarrolla un medio de viviendas focalizadas al turismo vacacional teniendo así una fluctuación muy marcada de residentes acorde a los meses del año. Añadiendo a este problema una solución de tratamiento de aguas que mejorara las condiciones ambientales de flora y fauna en este balneario, y así poder conservar su reconocimiento turístico a nivel nacional e internacional.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general

El objetivo general para esta investigación es:

- Encontrar las razones a las cuales se debe la contaminación de la playa de Punta Blanca mediante procesos de investigación en sitio y propuesta de mitigación de contaminación a través de tratamiento de aguas residuales.

1.2.2 Objetivos específicos

A partir de este objetivo general se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Encontrar los causales de contaminación de la playa de Punta Blanca.
- Analizar las repercusiones de la contaminación en un medio de desarrollo turístico.
- Plantear un proceso de mitigación de la contaminación de la playa.
- Establecer un método de tratamiento de aguas residuales adaptado al medio turístico y al número de habitantes asentados en este balneario.

1.3 Alcance de la investigación.

Para el cumplimiento de los objetivos de este proyecto se realizará una metodología de investigación cuyo alcance consiste en lo detallado a continuación:

- Para establecer los causales de la contaminación de la playa de Punta Blanca se realizara investigación de campo, para incluir o descartar las opciones que nos lleven a precisar las fuentes de contaminación.
- Se realizara estudios de suelo para determinar la permeabilidad de estos, sobre los cuales se asienta la población del balneario.
- Se realizaran encuestas a los pobladores para determinar las afectaciones sobre la salud que ha desencadenado la contaminación de la playa.
- Acorde a los resultados obtenidos de la investigación de causales de contaminación, se desarrollara una propuesta de mitigación o erradicación de las causas, amigable con el medio ambiente.

1.4 Metodología

Se utilizará la Metodología de la Investigación Analítica y Sintética aplicadas a la Ingeniería Civil, comprendida en 3 fases:

- Fase de Investigación y Estudios
- Fase de Análisis
- Fase de Propuesta

Métodos:

- Método Analítico
- Método Sintético

Medios:

- Fase de Investigación y Estudios
Textos, internet, consulta a expertos, observación del sitio de estudio, consulta a instituciones públicas, entrevistas.
- Fase de Análisis
Análisis técnico de los resultados obtenidos de ensayo de suelo y contaminación.
- Fase de Propuesta

Propuesta de alternativa de solución a la contaminación de la playa; manual de normas y procedimientos técnicos de tratamiento.

CAPÍTULO 2

2. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO PUNTA BLANCA

Punta Blanca se ubica en la Provincia de Santa Elena, es un pequeño poblado en su mayor parte residencial de viviendas pertenecientes a la clase media alta en general.

Esta población se caracteriza por estar constituida con viviendas vacacionales queriendo decir con esto que la mayor afluencia o concentración de habitantes se incrementa de acuerdo a la estación o los meses del año, siendo para la costa en época de invierno que es cuando sus aguas alcanzan una temperatura agradable para la recreación familiar. En los meses de verano existe también una importante concentración de personas provenientes de la sierra ecuatoriana y de otros países

Es considerada una de las playas más hermosas de la costa ecuatoriana por aguas cristalinas así como por los paisajes que posee y armonía, alejados del ritmo acelerado de las ciudades, siendo un punto turístico altamente reconocido en Ecuador.

Punta Blanca al igual que la mayoría de los poblados asentados en el perfil costanero del Ecuador, no consta con un sistema de canalización y menos aún de un sistema de tratamiento de las aguas residuales normalmente provisto por las entidades públicas.

Debido a esto, casi todas las viviendas tienen pozos sépticos, algunos excavados sin revestimiento y otros revestidos con bloques. En ellos se realiza tanto la sedimentación como la infiltración. Un alto porcentaje de pozos han sido excavados en las laderas y otros construidos al borde de la playa.

Existen tres tipos de Sistemas sépticos como se muestran en las Figuras 2.1, 2.2 y 2.3, siendo el más empleado en la población rural ecuatoriana el Sistema séptico con tanque filtrante. A pesar de no tener certeza física de la construcción de este tipo de pozos sépticos en Punta Blanca, lo pudimos corroborar con encuestas realizadas en sitio a pobladores de la zona.

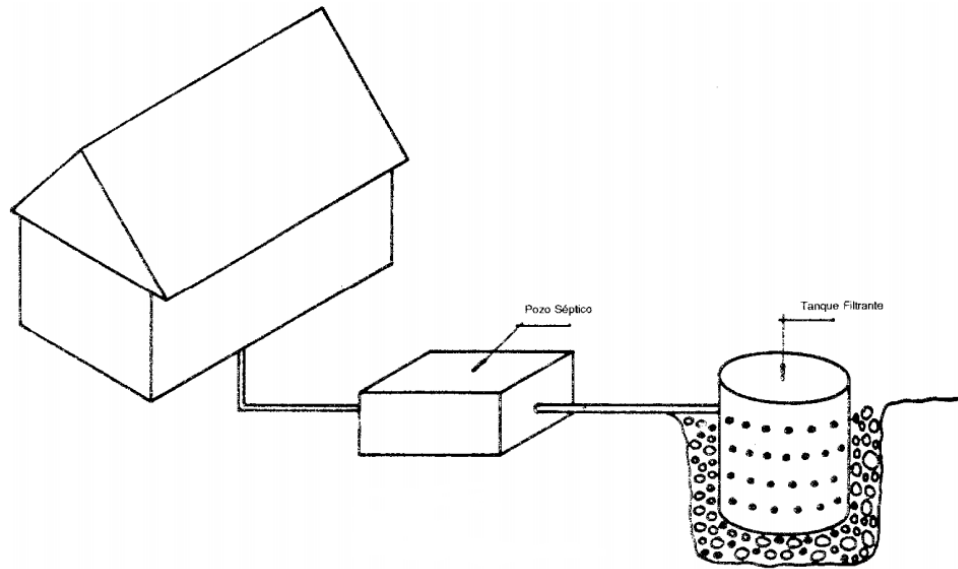


Figura 2. 1 SISTEMA SÉPTICO CON TANQUE FILTRANTE
FUENTE: sistemas sépticos para aguas usadas residenciales

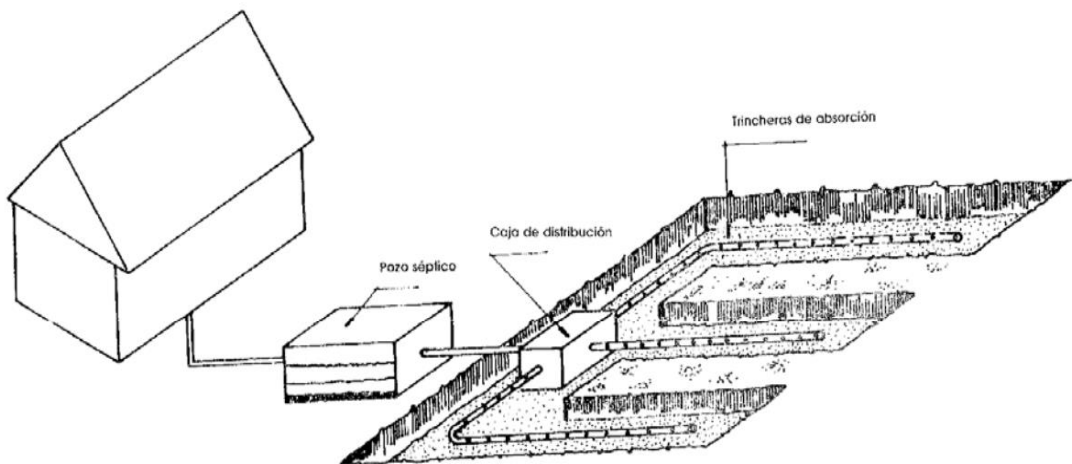


Figura 2. 2 SISTEMA SEPTICO CON TRINCHERAS DE ABSORCION
FUENTE: sistemas sépticos para aguas usadas residenciales

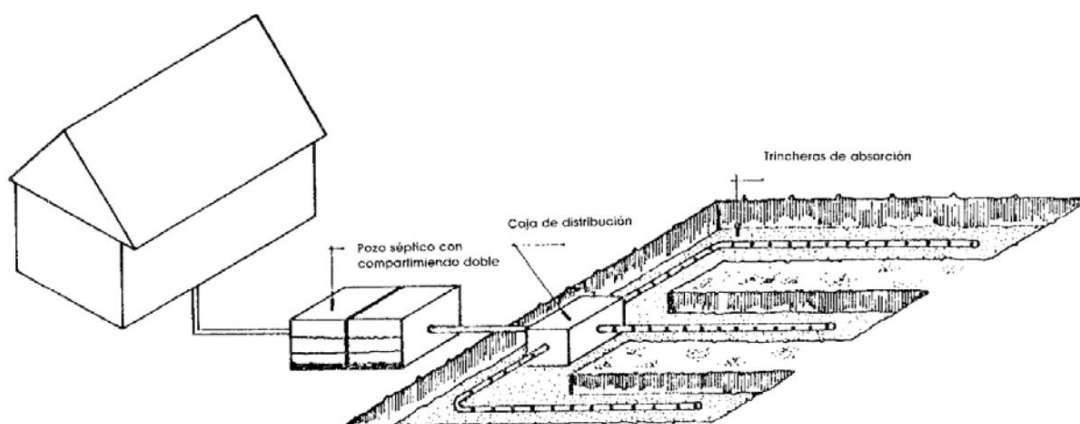


Figura 2. 3 SISTEMA SEPTICO DE COMPARTIMIENTO DOBLE CON TRINCHERAS DE ABS.
FUENTE: sistemas sépticos para aguas usadas residenciales

Como se muestra en la Figura 2.1, este sistema cuenta con dos tanques. El primero sirve de tanque de sedimentación y, además, en él ocurre la descomposición de los desperdicios. El segundo es uno filtrante desde el cual el afluente del tanque se filtra hacia el suelo.

Es el más recomendable cuando la percolación del terreno es buena. El mismo requiere de un espacio más pequeño en comparación a otros sistemas. En sitios en que la cota freática es alta, este sistema es inapropiado.

En Ecuador es común que este sistema séptico cuente con un solo pozo en donde se realizan los dos procesos, tanto de sedimentación, como de filtración. Las paredes son construidas con Bloques de hormigón sin enlucir, por donde se filtra el agua hacia el terreno circundante.

2.1 Descripción de la situación encontrada

A continuación se muestra varios datos recolectados a través de encuestas, información Municipal, recorridos y ensayos de campo; para llegar a una conclusión que nos brindará valoraciones más exactas al evaluar el sistema de tratamiento de aguas residuales que se está manteniendo en la actualidad en Punta Blanca.

En la Tabla I se muestran los datos del área en el que se desarrolla la investigación del proyecto, ya que es el área de Punta Blanca en donde se concentra el mayor número de viviendas por metro cuadrado como se ve en la Figura 2.4.

	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
<u>AREA DE INFLUENCIA</u>	LONG. PROMEDIO:	2,00	km
	LONG. PROMEDIO:	2.000,00	m
	ANCHO PROMEDIO:	100,00	m
	AREA:	200.000,00	m ²

Tabla I ÁREA DE INFLUENCIA O ESTUDIO
Fuente: Datos Google Earth



Figura 2. 4 ÁREA DE INFLUENCIA O ESTUDIO
Fuente: Google Earth

En la Figura 2.5 se muestra la lotización y distribución de algunos terrenos existentes en el Balneario Punta Blanca. En la Tabla II se encuentran las medidas promedio de los terrenos encontrados a través de visitas e inspecciones de campo realizadas al sitio de investigación del proyecto.

	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
<u>TERRENO PROMEDIO</u>	ANCHO PROMEDIO:	15,00	m
	LONG. PROMEDIO:	30,00	m
	AREA:	450,00	m ²

Tabla II ÁREA PROMEDIO DE TERRENOS (LOTIZACION)
Fuente: Datos Google Earth



Figura 2. 5 LOTIZACIÓN PUNTA BLANCA
Fuente: Google Earth

La producción de aguas residuales por vivienda fue calculada como se muestra en la Tabla III de acuerdo a los datos obtenidos a través de encuestas realizadas en sitio.

	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CONSUMO POR VIVIENDA	HABITANTES:	5,00	hab
	CONSUMO:	150,00	l/hab.dia
	CONSUMO TOTAL:	750,00	l/dia

Tabla III PRODUCCIÓN AASS POR VIVIENDA
Fuente: Datos Google Earth

Una vez hecha la recopilación de datos y procesamiento de los mismos, se realizó un ensayo de percolación en terrenos circundantes a las viviendas para constatar la característica física de infiltración de aguas en el suelo del cual está constituido en su mayor parte Punta Blanca.

Prueba de percolación

Procedimiento

- 1.** Se realizó un hoyo circular de doce pulgadas de diámetro y con lados verticales. El fondo del hoyo esta seis pulgadas más bajo que el fondo de las trincheras o camas de filtración.
- 2.** Se raspo y removió un poco de tierra del fondo y de los lados del hoyo para proveer una superficie natural. Colocando dos pulgadas de grava o piedra picada en el fondo del hoyo para evitar la socavación.
- 3.** Se Llenó el hoyo con agua clara hasta una profundidad de doce pulgadas sobre la grava. Manteniendo la profundidad de la columna de agua por un tiempo no menor de cuatro horas y se recomienda de un día para otro. La columna de agua se debe mantener lo más constante posible durante el tiempo de saturación. En suelos arenosos como el encontrado en Punta Blanca, cuatro horas son suficiente para alcanzar saturación. Otros tipos de suelos requieren más tiempo, preferiblemente de un día para otro.

4. Al otro día después del proceso de saturación queda agua en el hoyo, ajuste el agua a una profundidad de seis pulgadas sobre la grava y anotando cada 30 minutos y durante un periodo de cuatro horas la distancia que baja el agua durante cada intervalo de 30 minutos.

5. Si al otro día después del proceso de saturación no hay agua en el hoyo, llenamos éste con agua clara hasta una profundidad de seis pulgadas sobre la grava. Como punto de referencia, medimos la distancia que bajó el agua en intervalos de 30 minutos durante cuatro horas. Se llene el hoyo con agua hasta las seis pulgadas cuando la percolación indica que el hoyo se vaciará antes de completar el intervalo de 30 minutos. Se usa un formulario como el que se acompaña para tomar los datos de la prueba.

6. En terrenos arenosos y otros terrenos donde el día siguiente del proceso de saturación la columna de agua de seis pulgadas se filtra en menos de los 30 minutos como es nuestro caso, el periodo de tiempo para lectura se realiza a intervalos de 10 minutos durante un periodo de una hora.

7. Para calcular la razón de percolación del suelo en minutos por pulgada, use el resultado de la última lectura. Divida la lectura (total) entre el último tiempo. Anote este resultado.

Los datos que se encuentran en la Tabla IV, son el resultado de la prueba de Percolación realizadas en un terreno baldío ubicado en Punta Blanca, dentro de la zona de estudio.

ENSAYO DE PERCOLACION				
INTERVALOS (min)	ALTURA	ALTURA	TIEMPO	TASA DE FILTRACION
0 - 10	6,73	2,65	10,00	3,77
10 - 20	6,48	2,55	10,00	3,92
20 - 30	6,40	2,52	10,00	3,97
30 - 40	6,10	2,40	10,00	4,17
40 - 50	6,22	2,45	10,00	4,08
50 - 60	6,35	2,50	10,00	4,00
UNIDAD	cm	pulg.	min	min/Pulg.

Tabla IV LECTURAS RESULTANTES DE ENSAYO DE PERCOLACIÓN

Con la tasa de filtración obtenida (4 min/pulg) del ensayo o prueba de percolación, podemos tener una idea más clara del tipo de suelo que conforma el balneario Punta Blanca y nos podemos ayudar con la Tabla V, la cual nos da como resultado Arena fina franco arenoso - Areniscas (Ver Imagen 2.1).

Tasa de filtración (tiempo requerido para que el agua baje 2,5 cm en minutos)	Porosidad del terreno Absorción del terreno	Tipo de suelo
1 ó menos 2 3	Absorción rápida	Arena gruesa o grava
4 5	Absorción media	Arena fina franco arenoso
10 15 30 ^a	Absorción lenta	Franco-arcilloso
45 50 60 ^b o más	Terreno semipermeable	Arcilla compacta

Tabla V TIPO DE SUELO SEGUN TASA DE PERCOLACIÓN
FUENTE: Cucunubá, modelo para desarrollo sostenible, Jaime Villareal



Imagen 2. 1 ARENISCAS ENCONTRADAS EN PUNTA BLANCA

La arenisca es una roca sedimentaria de tipo detrítico que contiene clastos de tamaño arena. Después de la lutita, es la roca más abundante ya que

constituye el 20% del conjunto de rocas sedimentarias del planeta Tierra.

Este tipo de roca tiene un granulado muy variable y se divide en:

- Areniscas de grano Grueso: 2 mm
- Arenisca de grano Medio: 0,63 mm
- Arenisca de grano Fino: 0,2 mm

La composición química de esta roca es la misma que la de la arena; así, la roca está compuesta esencialmente de cuarzo y se podrían encontrar pequeñas cantidades de feldespato y otros minerales. El material cementador que mantiene unido a los granos de la arenisca suele estar compuesto de sílice, carbonato de calcio u óxido de hierro. Su color viene determinado por dicho material cementador; los óxidos de hierro generan: areniscas rojas o rojizas (como la muestras presentada) mientras que los otros producen areniscas blancas, amarillentas y grisáceas.

La tasa de percolación también nos ayudó a calcular el área necesaria para la correcta infiltración de las aguas provenientes del sistema séptico empleado en Punta Blanca con 3.333,00 m² de acuerdo a la ponderación y cálculo mostrado en las tablas VI y VII.

EN MINUTOS (PROMEDIO) PARA BAJAR 2,5 CM.

Tasa (en minutos)	Coefficiente de infiltración litros / m ² - día	Área (m ²) necesaria para poder absorber 400 litros - vivienda- día	Área (m ²) necesaria para poder absorber 750 litros - vivienda- día
3	110,00	3,64	6,82
4	100,00	4,00	7,50
5	93,00	4,30	8,06
6	85,00	4,71	8,82
7	76,92	5,2	9,75
8	71,43	5,87	10,50
9	68,05	6,60	11,02
10	64,11	6,23	11,70
11	61,58	6,50	12,08
12	58,82	6,80	12,75
13	56,18	7,12	13,35
14	54,04	7,40	13,88
15	52,37	7,64	14,32
16	50,81	7,87	14,76
17	49,15	8,14	15,26
18	47,62	8,40	15,75
19	46,18	8,66	16,24
20	45,05	8,88	16,65
22	43,20	9,26	17,36

Tabla VI AREA DE INFLUENCIA DE ACUERDO A TASA DE PERCOLACIÓN
FUENTE: Proyecto Mercosur Roga

CONSOLIDADO DE RESULTADOS		
AREA TOTAL:	200.000,00	m ²
TOTAL HABITANTES:	2.222,00	Hab.
(A) CONSUMO TOTAL:	333.300,00	l/día
(B) CONSUMO POR VIVIENDA:	750.00	l/día
TIPO DE SUELO	ARENOSO	TIPO
AREA DE INFLUENCIA	3.333,00	m²

Tabla VII CÁLCULO DE ÁREA DE INFLUENCIA

2.1.1 Geografía del Terreno en Punta Blanca

Una vez obtenidos los resultados previos, se realizaron secciones transversales del terreno para conocer un poco más sobre la geografía del terreno que envuelve el desarrollo de este poblado.

Con lo que se pudo constatar que los terrenos presentan un relieve con una de cota en promedio de 20 m sobre el nivel del mar desde la parte más alta en donde arranca el desenvolvimiento urbanístico o asentamiento residencial y va decreciendo la cota hasta el nivel del mar que es 0.

A continuación veremos las secciones transversales con coordenadas y cotas que fueron realizadas con la ayuda de Google Earth.

RECOPIACION DE DATOS			
puntos	coordenadas:	LONGITUD	COTA-ALTURA
1	1	0	15,00
2		20,81	15,00
3	2	41,25	14,00
4		62,26	13,00
5	3	80,36	12,00
6		100,18	11,00
7	4	120,1	10,00
8		140,73	9,00
9	5	162,06	8,00
10		181,48	7,00
11	6	200	6,00
12		221,22	5,00
13	7	240,1	4,00
14		261,26	3,00
15	8	281,61	2,00
16		300,32	1,00
17	9	320,87	0,00

Tabla VIII DATOS DE CONFORMACION SECCION TRANSVERSAL RUTA 1

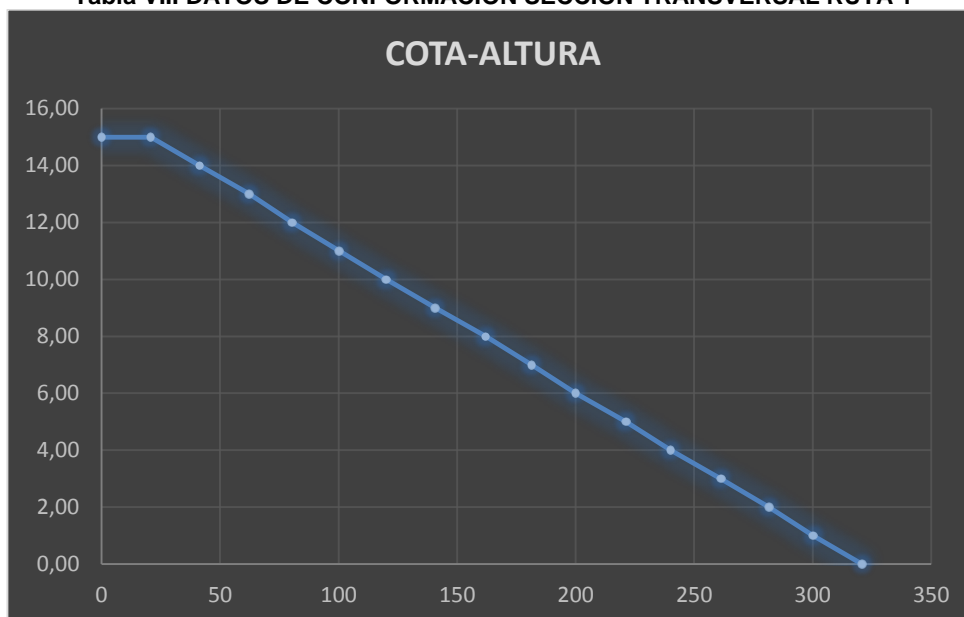


Gráfico 2. 1 SECCIÓN TRANSVERSAL RUTA 1

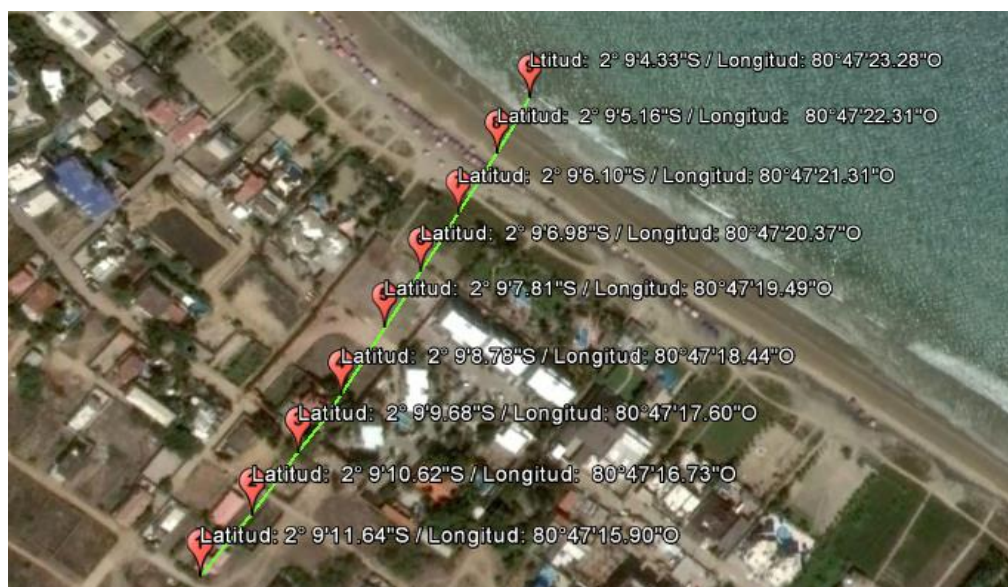


Gráfico 2. 2 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 1

RECOPIACION DE DATOS			
puntos	coordenadas:	LONGITUD	COTA-ALTURA
1	1	0,00	13,00
2		20,70	13,00
3	2	41,00	13,00
4		60,40	12,00
5	3	80,50	11,00
6		100,00	10,00
7	4	120,00	10,50
8		140,00	9,00
9	5	160,00	8,00
10		180,00	7,00
11	6	200,00	6,00
12		220,00	5,00
13	7	240,00	3,00
14		260,00	3,00
15	8	280,00	2,00
16		300,00	2,00
17	9	320,00	1,00
18		346,00	0,00

Tabla IX DATOS DE CONFORMACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL RUTA 2

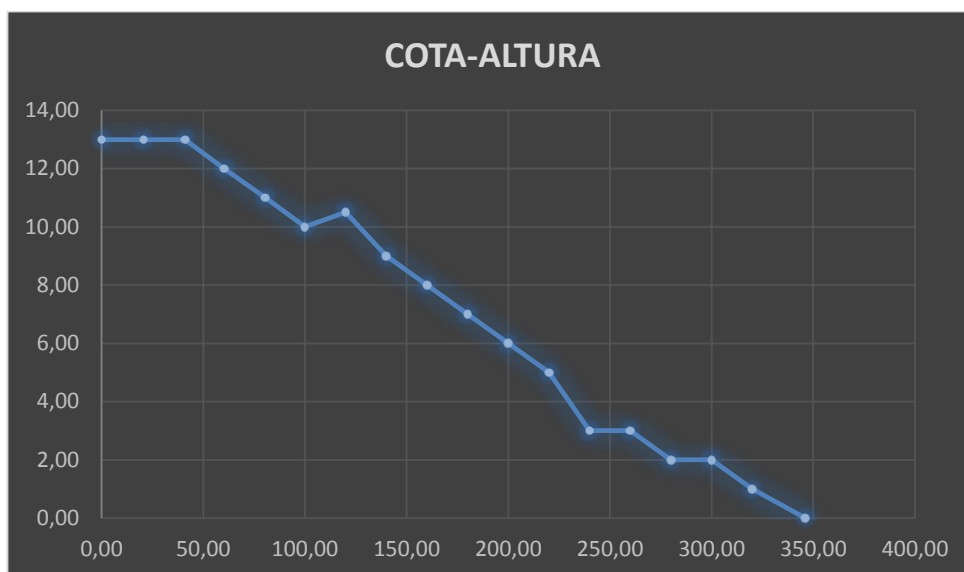


Gráfico 2. 3 SECCIÓN TRASVERSAL RUTA 2

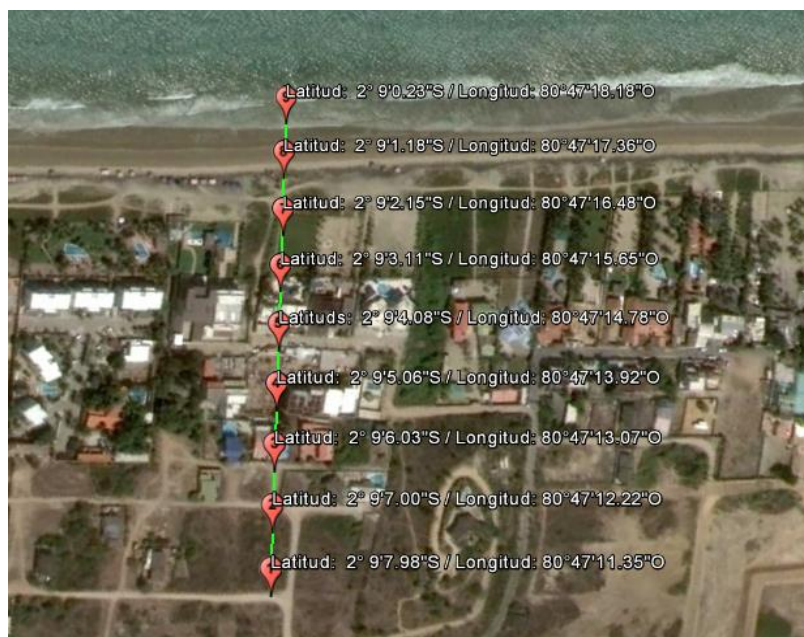


Gráfico 2. 4 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 2

RECOPIACION DE DATOS			
puntos	coordenadas:	LONGITUD	COTA-ALTURA
1	1	0,00	17,00
2		20,90	17,00
3	2	40,40	18,00
4		60,50	18,00
5	3	80,50	18,00
6		100,00	19,00
7	4	120,40	18,00
8		140,60	20,00
9	5	160,37	19,00
10		180,46	17,00
11	6	200,08	16,00
12		220,39	14,00
13	7	240,00	12,00
14		260,00	10,00
15	8	280,00	9,00
16		300,00	8,00
17	9	320,00	7,00
18		340,00	6,00
19	10	360,00	4,00
20		380,00	3,00
21	11	400,00	2,00

Tabla X DATOS DE CONFORMACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL RUTA 3

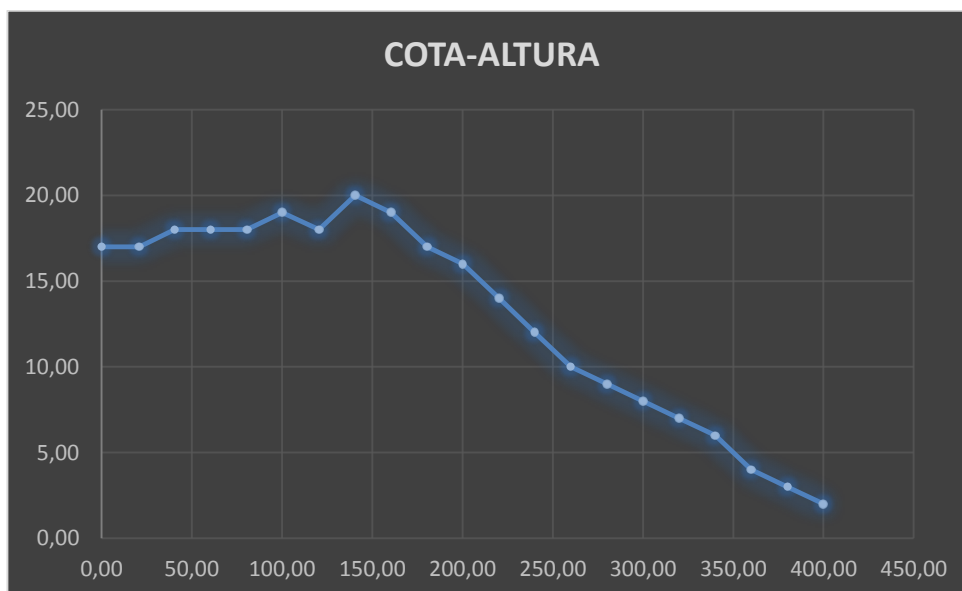


Gráfico 2. 5 SECCIÓN TRASVERSAL RUTA 3



Gráfico 2. 6 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 3

RECOPIACION DE DATOS			
puntos	coordenadas:	LONGITUD	COTA-ALTURA
1	1	0,00	24,00
2		20,04	23,00
3	2	40,09	23,00
4		60,25	22,00
5	3	80,19	21,00
6		100,13	19,00
7	4	120,00	17,00
8		140,33	15,00
9	5	160,45	12,00
10		180,00	11,00
11	6	200,00	9,00
12		220,00	7,00
13	7	240,00	5,00
14		260,00	3,00
15	8	280,00	2,00

Tabla XI DATOS DE CONFORMACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL RUTA 4

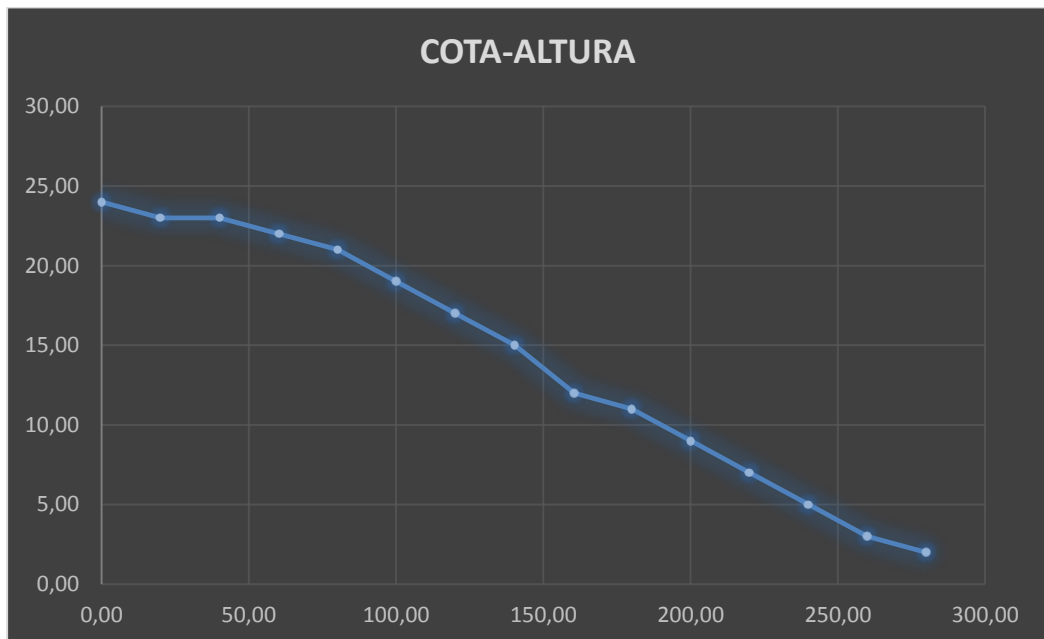


Gráfico 2. 7 SECCIÓN TRASVERSAL RUTA 4



Gráfico 2. 8 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 4

RECOPIACION DE DATOS			
puntos	coordenadas:	LONGITUD	COTA-ALTURA
1	1	0,00	21,00
2		20,21	20,00
3	2	40,00	19,00
4		60,00	18,00
5	3	80,11	16,00
6		100,26	15,00
7	4	120,00	14,00
8		140,00	13,00
9	5	160,00	12,00
10		180,00	10,00
11	6	200,17	8,00
12		220,00	6,00
13	7	240,19	6,00
14		260,24	4,00

Tabla XII DATOS DE CONFORMACIÓN SECCION TRANSVERSAL RUTA 5

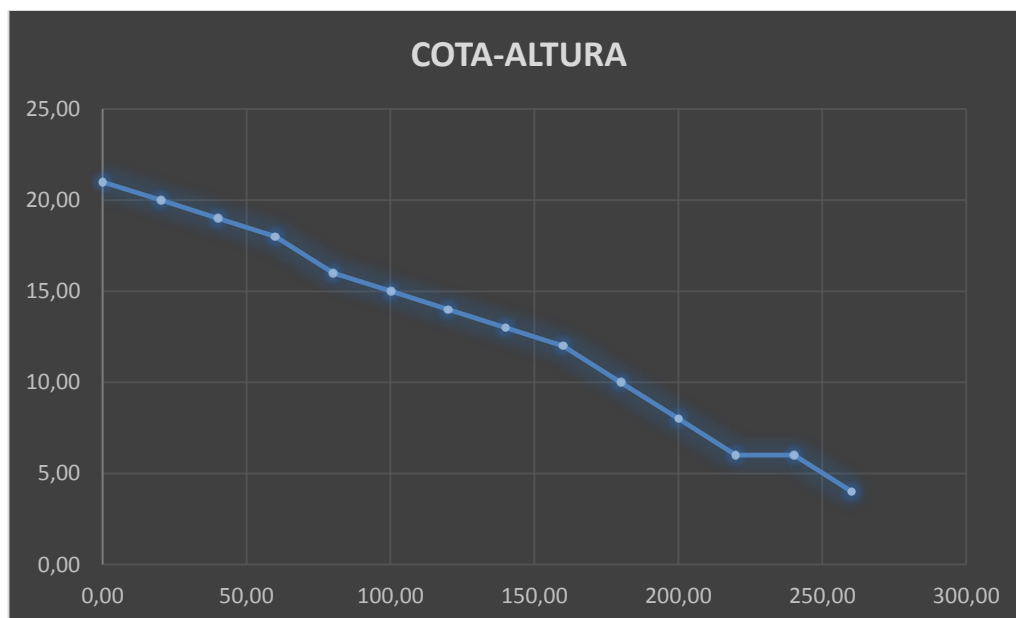


Gráfico 2. 9 SECCIÓN TRASVERSAL RUTA 5

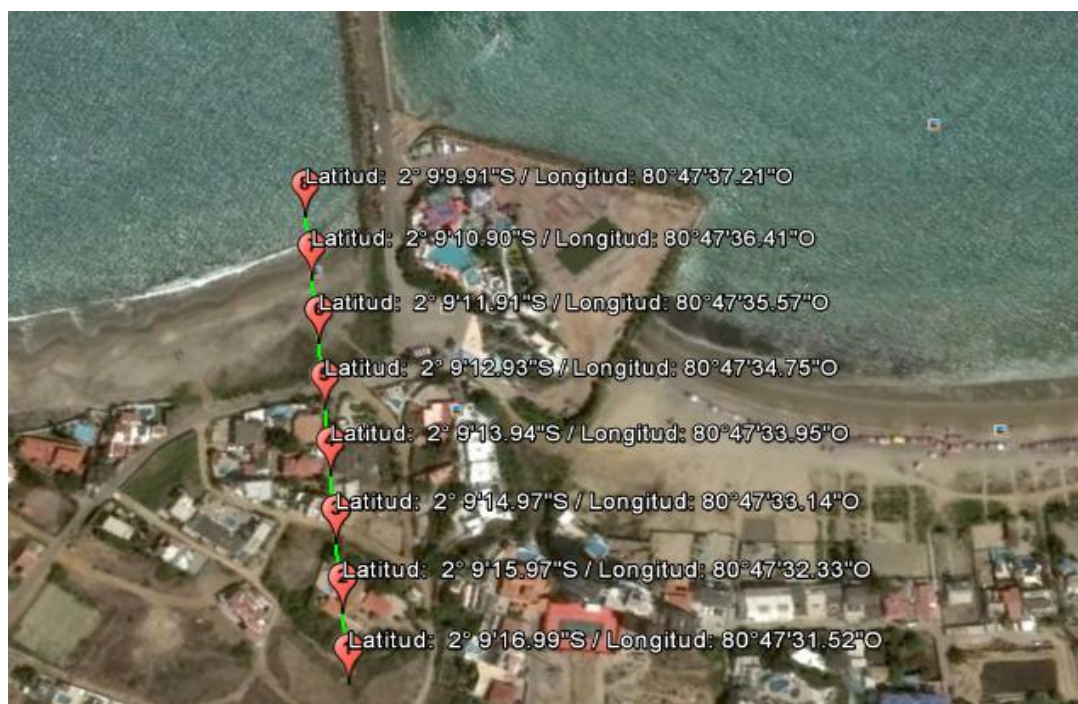
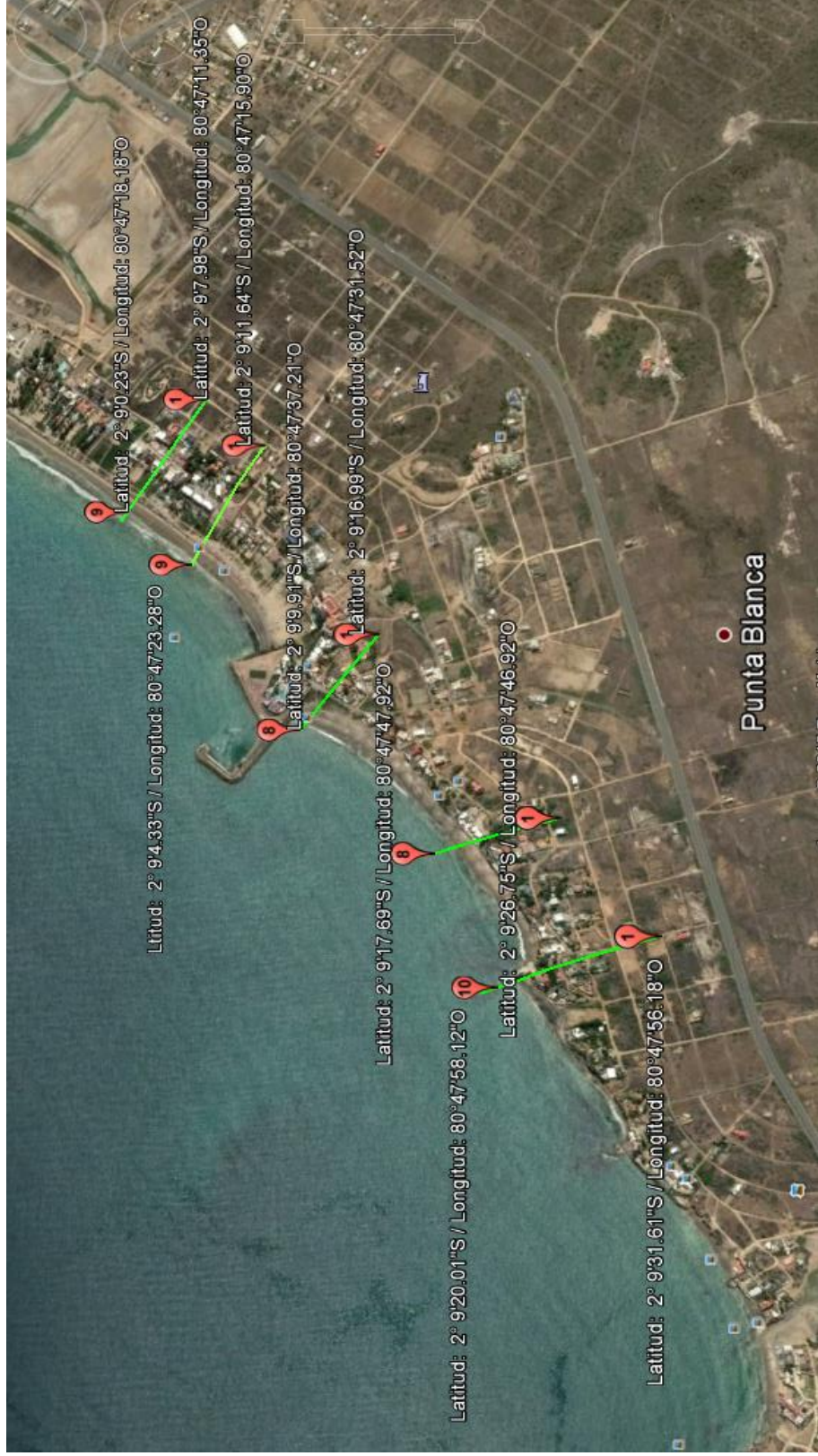


Gráfico 2. 10 IMPLANTACIÓN DE COORDENADAS RUTA 5

IMPLAMTACION GENERAL DE RUTAS (Ubicación de Secciones Transversales)



Esta forma Geográfica en particular del terreno que caracteriza la belleza del balneario de Punta Blanca, sumado a las características Geológicas (Areniscas en la conformación del terreno, junto con fracturas en los estratos rocosos) y el Sistema Séptico de Punta Blanca que acoge aproximadamente 450 Pozos Sépticos con una percolación al terreno de 333.300,00 litros/día como fue mencionado anteriormente. Al juntarse las características propias del terreno en el que se ubica Punta Blanca, más las descarga de agua residual producida diariamente por los habitantes, se está generando una línea de flujo subterránea de estas aguas residuales (Ver Gráfico 2.11) directo hacia la playa (Ver Imagen 2.2), produciendo estragos Ambientales y problemas en la salud de los habitantes o turistas que se meten al agua de este balneario.

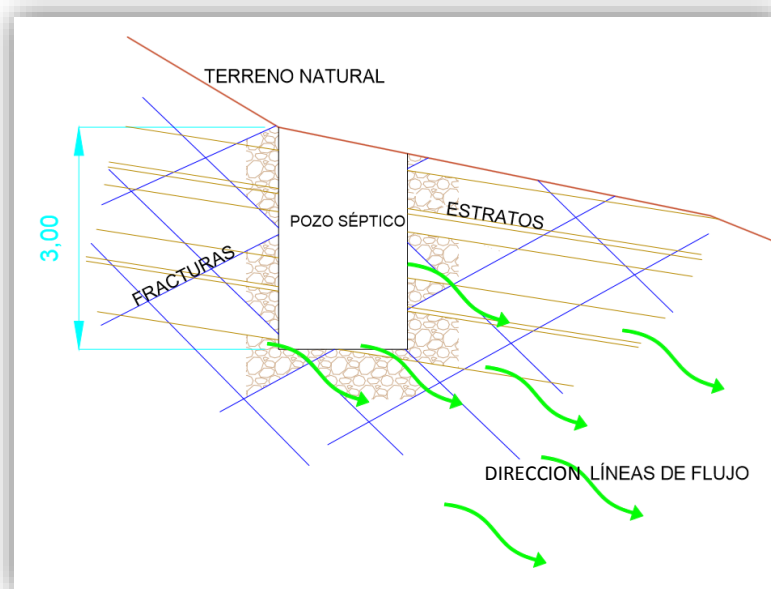


Gráfico 2. 11 FLUJO DE AGUAS RESIDUALES

2.1.2 Inspección Visual Realizada a Punta Blanca

Se realizó una visita de campo con el objetivo de recolectar información que ayude a elaborar una teoría certera sobre la contaminación en la cual está sumergida Punta Blanca.

En las imágenes 2.2 y 2.3 podemos observar el contraste producido entre la zona alta y la zona baja de Punta Blanca caracterizando a la zona alta por ser árida y a la zona baja en donde descarga gran parte de las aguas residuales producidas por los habitantes, en una zona con vegetación



Imagen 2. 2 VEGETACIÓN EN ZONA BAJA DE PUNTA BLANCA



Imagen 2. 3 ZONA ALTA Y MENOS POBLADA DE PUNTA BLANCA



Imagen 2. 4 VEGETACION CRECIENDO EN FORMA DE SENDERO

En las imágenes a continuación (2.5 y 2.6) podemos apreciar como una tubería sale de la vivienda y es conectada al suelo sin ninguna caja de revisión que indique hacia donde se encuentra el pozo séptico, sin embargo podemos notar vegetación creciendo desde la tubería hacia la playa, que es la parte más baja de Punta Blanca, mostrando que esta conexión no va hacia ningún lugar en específico y las aguas residuales están siendo vertidas directamente al suelo sin un previo tratamiento, he ahí la razón del crecimiento vegetal, debido a la carga biológica que contienen estas aguas residuales.



Imagen 2. 5 DESCARGA INAPROPIADA DE AGUAS RESIDUALES



Imagen 2. 6 CRECIMIENTO DE VEGETACIÓN A CAUSA DE AGUAS RESIDUALES

Aguas residuales domesticas

Son las aguas originadas en las viviendas o instalaciones comerciales privadas o públicas. Están compuestas por aguas fecales y aguas de lavado y limpieza. Los principales contaminantes que contienen son gérmenes patógenos, materia orgánica, sólidos, detergentes, nitrógeno y fósforo, además de otros en menor proporción.

Desde un punto de vista sanitario, interesan los gérmenes de origen fecal que se eliminan con el agua porque producen enfermedades (enfermedades hídricas). De todos los gérmenes que son evacuados, una parte son

producidos por el aparato digestivo, y de estos una parte pueden ser patógenos. La medida directa de los gérmenes patógenos en un agua residual es impracticable debido al gran número o familias que puede haber. Sería necesario realizar una amplia variedad de análisis, lo cual resultaría poco práctico y antieconómico. La técnica que se emplea es una medida indirecta. Son técnicas presuntivas, lo que se busca en el agua son microorganismos indicadores de la contaminación. Estos microorganismos deben ser fecales exclusivamente aunque no deben ser necesariamente patógenos, y no deben desarrollarse en ambientes naturales. La presencia del indicador nos dice que hay contaminación fecal, y por lo tanto puede ser posible que haya gérmenes fecales.

Como indicadores de contaminación fecal se usan gérmenes fáciles de detectar, de medir y que aparezcan en grandes cantidades. Además estos gérmenes deben tener en el medio natural un comportamiento similar o de evolución más favorable que el de los patógenos.

En calidad de agua se utilizan sobre todo tres tipos de indicadores:

- **Coliformes:** Los coliformes también aparecen en el medio natural, se habla de coliformes totales. Para tener un indicador exclusivamente entérico, se estableció un indicador biológico denominado coliformes fecales CF. Para detectarlos en laboratorios se realizan siembras en medios nutritivos específicos y al cabo de un tiempo determinado se

cuenta el número determinado de colonias formadas (técnica del filtro de membrana) o se observa el efecto de gas consecuencia de proceso de fermentación de la lactosa (técnica de flujo múltiple). Si no hay coliformes se tiene la seguridad que no hay gérmenes o contaminación de origen fecal.

- **Estreptococos Fecales (EF):** Son microorganismos estrictamente fecales, los que le convierte en un indicador bastante claro. Procede de animales de sangre caliente. Se ha demostrado que las aguas que tienen un mayor número de coliformes fecales que estreptococos fecales tienen mayor probabilidad de ser de origen humano. Si la relación CF/EF es del orden 4,40, es prácticamente seguro que la relación es de origen humano. Si es menor de 0,40 o 0,60 es seguro que es de origen animal. La contaminación por estreptococos fecales acompaña y correlaciona bien con enfermedades relacionadas con las mucosas y por contacto en general.

ANIMAL	Densidad media de indicador / g heces		Producción media/ individuo.día		CF/EF
	CF*10EXP6	EF*10EXP6	CF*10EXP6	EF*10EXP6	
Hombre	13	3	2000	450	4,4
Pollo	1,3	3,4	250	620	0,4
Vaca	0,23	1,3	5400	31000	0,2

Tabla XIII PRODUCCIÓN MEDIA ESTIMADA DE MICROORGANISMOS INDICADORES

FUENTE: Introducción a la ingeniería sanitaria y ambiental, 2001. Iñiqui Tejero Monzón, Joaquín Suarez López, Alfredo Jácome burgos, Javier temprano

- **Clostridium sulfito-reductores:** son microorganismos anaerobios que en situaciones difíciles crean esporas, lo que les permite resistir durante largo tiempo en ambientes hostiles. Es un indicador de contaminación lejana (en el tiempo), ya que todos los organismos fecales en el organismo podrían haber desaparecido.

Todas las unidades en mg/L menos los sólidos sedimentales.

CONSTITUYENTE	CONCENTRACION		
	FUERTE	MEDIA	DEBIL
SÓLIDOS TOTALES	1200	720	350
Disueltos SD	850	500	250
SD fijos SDF	525	300	145
SD volátiles SDV	325	200	105
En suspensión SS	350	220	100
SS fijos SSF	75	55	20
SS volátiles SSV	275	165	80
SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml/L	20	10	5
DBO5	400	220	110
COT	290	160	80
DQO	1000	500	250
NITROGENO (Total como N)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
FOSFORO (Total como P)	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
CLORUROS	100	50	30
ALCALINIDAD (como Co3Ca)	200	100	50
GRASA	150	100	50

Tabla XIV COMPOSICIÓN TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

FUENTE: Metcalf & Eddy, ingeniería de aguas residuales, redes de alcantarillado y bombeo, 1995.

En las Imágenes 2.7 y 2.8 observamos la conexión de la canalización del sistema sanitario de las viviendas a un pozo ciego, llamado así ya que no cuenta con escotilla de limpieza de lodos, y esto ocurre debido a que nunca tendrán problemas de rebosamiento, en conocimiento de las personas que construyeron las viviendas, que el suelo sobre el cual se asientan tiene una alta tasa de percolación, sin embargo no tomaron las medidas necesarias para evitar la contaminación de la playa.



Imagen 2. 7 CONEXIÓN DE AGUAS SERVIDAS



Imagen 2. 8 CONEXIÓN DE AGUAS SERVIDAS

A más de la roca que compone los estratos de Punta Blanca con una tasa alta de percolación, estos estratos se encuentran fracturados como podemos observar en la Imagen 2.9, 2.10 y 2.11. La suma de estas condiciones geológicas así como la producción de aguas servidas y la geografía del terreno sobre el cual se asienta este pequeño poblado, genera un flujo subterráneo de aguas servidas (Ver Gráfico 2.12) que descarga directamente sobre la playa, ocasionando un alto nivel de contaminación, afectando tanto

flora y fauna marina como la salud de las personas que entran a recrearse en estas playa.



Imagen 2. 9 ESTRATO ROCOSO



Imagen 2. 10 MUESTRA DE ROCA (ARENISCA) QUE CONFORMA EL TERRENO



Imagen 2. 11 FRACTURAS EN ROCA

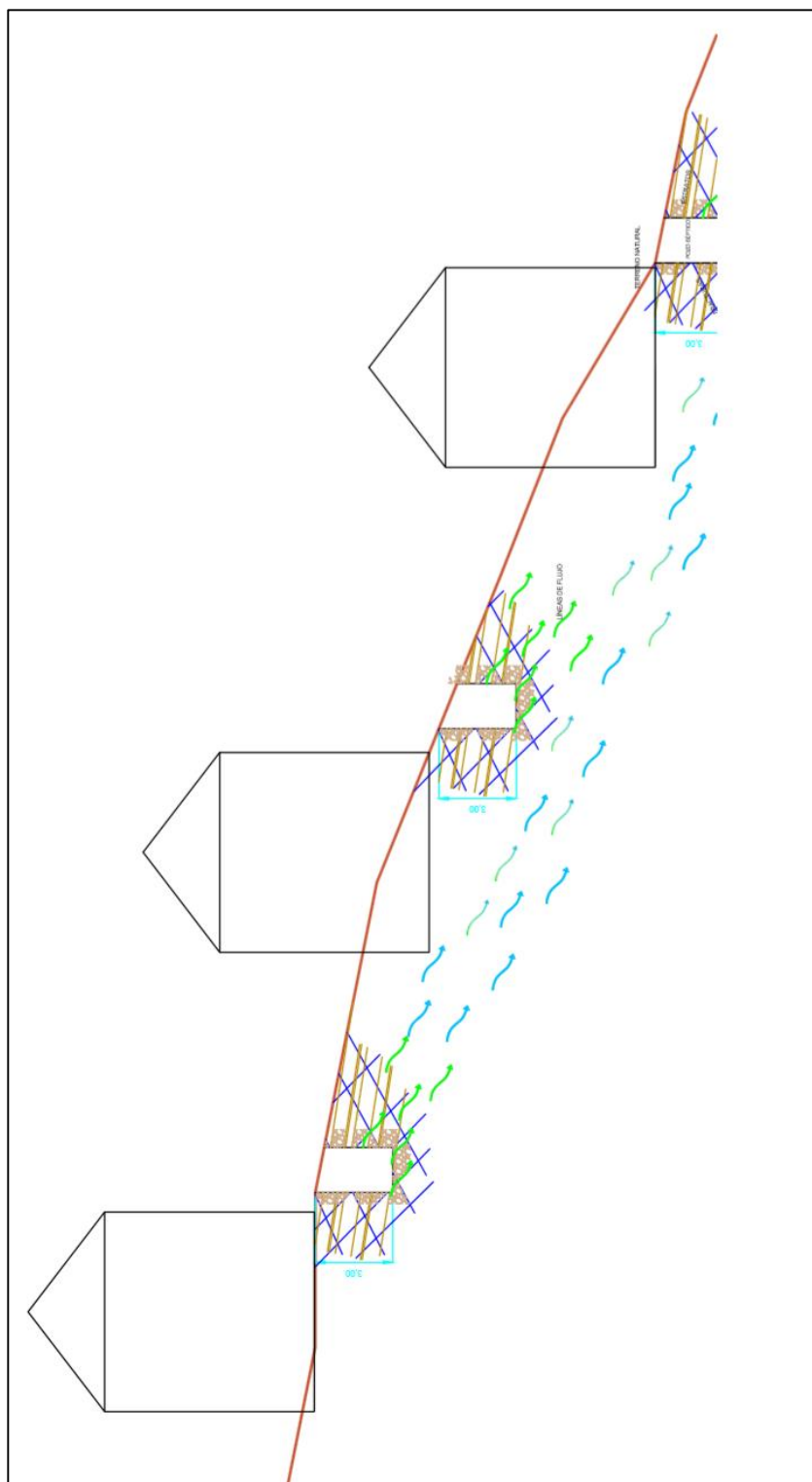


Imagen 2. 12 FLUJO SUBTERRANEO DE AGUAS RESIDUALES

CAPITULO 3

3.SOLUCIÓN TÉCNICA QUE SE PROPONE

Luego de los análisis realizados se deduce que la mejor forma de acometer el problema existente es la construcción de una o dos plantas de tratamiento que capte las aguas servidas de toda la comunidad de Punta Blanca.

Previamente a posicionar el o las áreas destinadas a las plantas de tratamiento es necesario construir el sistema de recolección de las aguas servidas que se generen en todas las viviendas y demás edificaciones. El sistema de conducción de aguas servidas puede ser sólo por gravedad y también por gravedad y bombeo, lo cual depende de las áreas que se puedan disponer para instalar las plantas de tratamiento.

Para implementar la solución técnica es conveniente partir del criterio de disponerse de un sistema de tratamiento que requiera la menor área posible para la instalación. Así será más fácil lograr el objetivo de construir la planta ya que existen pocos espacios disponibles.

3.1 Propuesta n° 1 para solución técnica

Como primera alternativa se propone un sistema de recolección de aguas servidas que las conduce hacia dos puntos, ubicados en extremos opuestos con respecto al asentamiento urbanístico de este poblado en cotas bajas, capaces de recolectar por gravedad toda la descarga de Aguas Servidas.

Teniendo en cuenta que para este sistema de recolección se empleara dos plantas de tratamiento con capacidad adecuada al número de viviendas involucradas en el área que abarcara cada sistema, siendo este el 50% de las viviendas que conforman la zona estudiada de la población asentada en Punta Blanca.

3.1.1 Pre diseño del sistema de conducción de aguas servidas

Este sistema consta de dos colectores Principales (ver imagen 3.3) el primero lo podemos ver en la imagen 3.1 de color verde y el segundo en la imagen 3.2 de color rojo, seguido de colectores secundarios que extenderán la red de alcantarillado hacia los puntos más lejanos del colector principal.

Estas aguas recolectadas, serán acogidas en dos plantas de tratamiento ubicadas en puntos estratégicos debido a la irregularidad del terreno. Refiriéndonos con esto a zonas bajas de Punta Blanca ubicadas de tal forma que las pendientes sean las adecuadas para que el sistema de recolección funcione a gravedad.

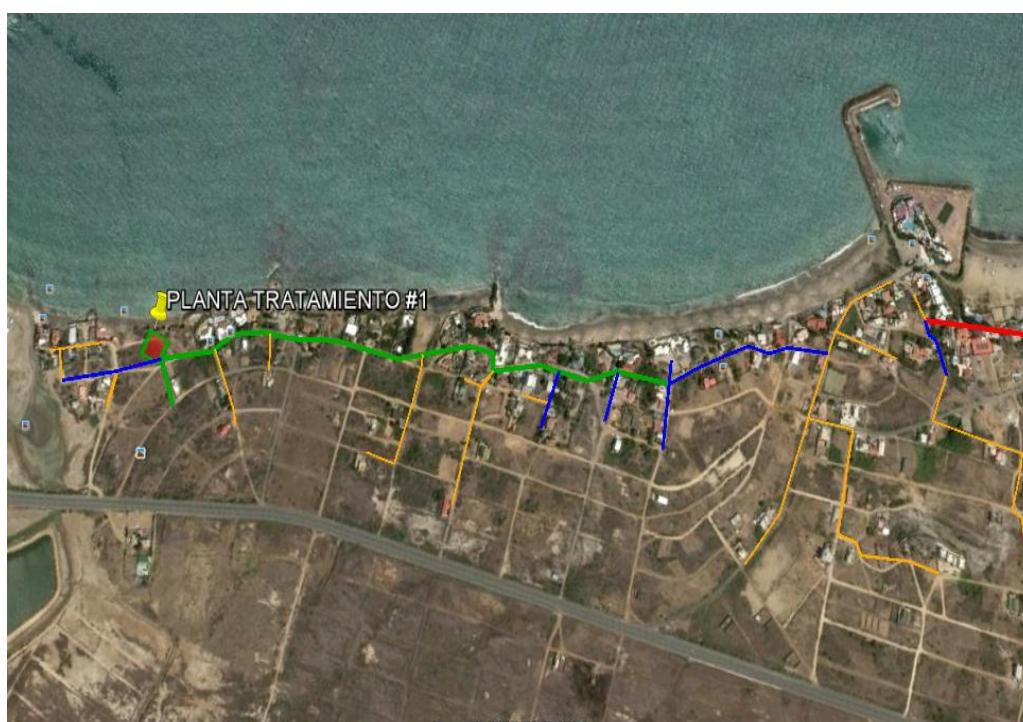


Imagen 3. 1 SISTEMA DE RECOLECCION #1



Imagen 3. 2 SISTEMA DE RECOLECCION #2

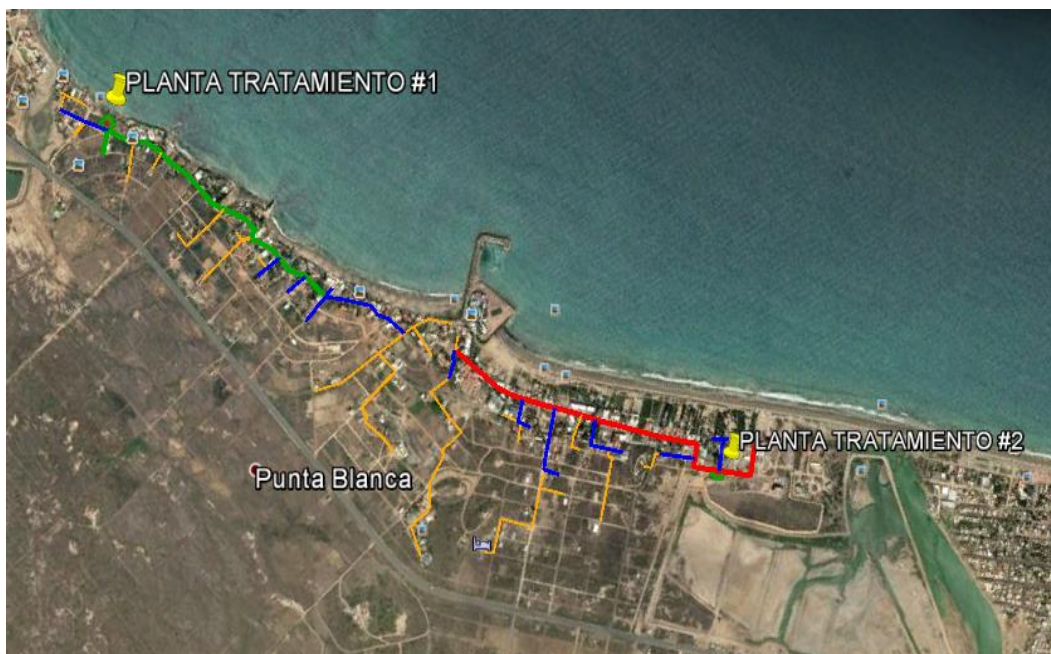


Imagen 3. 3 PROPUESTA #1 DE SISTEMA DE RECOLECCION PUNTA BLANCA

3.2 Propuesta n° 2 para solución técnica

Esta segunda alternativa consiste en un sistema de recolección de aguas servidas que las conduce hacia dos puntos capaces de recolectar por gravedad toda la descarga de Aguas Servidas. Una vez recolectada el agua servida esta será conducida, con ayuda de dos bombas, hacia la planta de tratamiento ubicada en una zona apartada del desenvolvimiento urbanístico de Punta Blanca.

A pesar de ser esta alternativa un poco más costosa que la primera, nos brinda debido a su ubicación la tranquilidad o comodidad de adaptación para ampliar su capacidad y brindar un sistema que abarque una zona más amplia, pudiendo así ayudar o colaborar con la recolección de aguas servidas de asentamiento poblacionales aledaños.

3.2.1 Pre diseño del sistema de conducción de aguas servidas

Este sistema consta de dos colectores principales, de color verde como podemos observar en la Imagen 3.4, seguido de colectores secundarios que extenderán la red de alcantarillado hacia los puntos más lejanos del colector principal.

Estas aguas recolectadas, serán acogidas en dos tanques ubicadas en puntos estratégicos debido a la irregularidad del terreno. Refiriéndonos con

esto a zonas bajas de Punta Blanca ubicadas de tal forma que las pendientes sean las adecuadas para que el sistema de recolección funcione a gravedad; luego las aguas recolectadas son bombeadas (ver imagen 3.5) hacia la planta de tratamiento para luego ser descargas al mar o usadas para el reverdecimiento de la zona que se torna árida en épocas de verano.

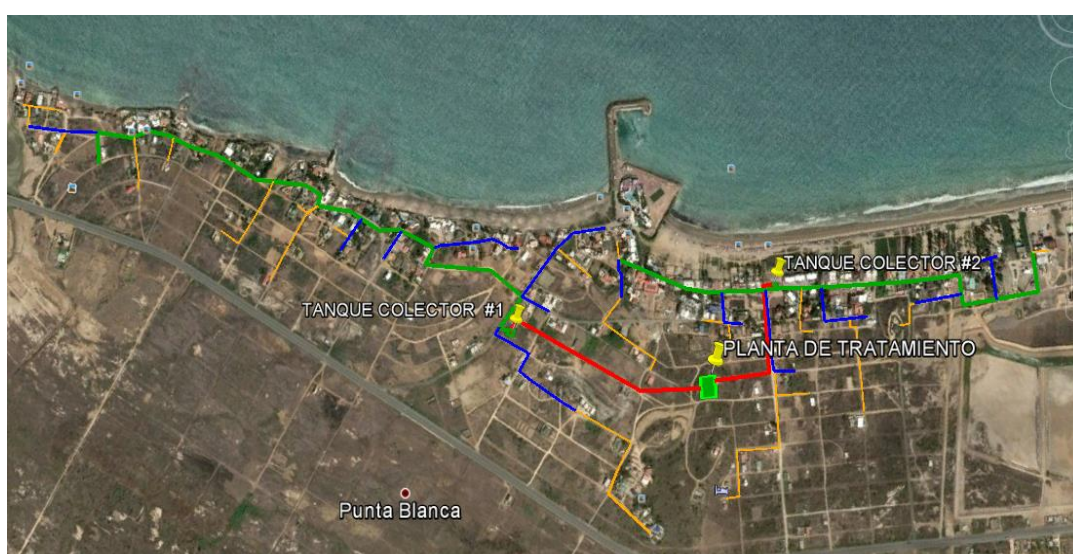


Imagen 3. 4 PROPUESTA #2 DE SISTEMA DE RECOLECCIO PUNTA BLANCA



Imagen 3. 5 LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y BOMBEO DE AGUAS SERVIDAS

3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO

En las investigaciones realizadas se ha llegado a decidir que una de las mejores alternativas es instalar 1 o 2 plantas de tratamiento alemana con tecnología SBR (Reactores Biológicos Secuenciales).

Un reactor discontinuo secuencial (SBR) es un sistema de crecimiento suspendido en el que el agua residual se mezcla con un lodo biológico existente en un medio aireado. Es el único proceso biológico en el que se combina en un mismo tanque el proceso de reacción, aeración y clarificación, al contrario de un sistema convencional de lodos activados en continuo, donde el flujo de agua residual pasa de un tanque a otro, y cada uno de estos tanques realiza un tratamiento específico. El reactor SBR remueve la materia orgánica y los sólidos suspendidos al igual que los sistemas

convencionales de lodos activados; pero además éste también puede ser empleado para la remoción biológica de nutrientes (fósforo y nitrógeno).

El sistema SBR consta de por lo menos cuatro procesos cíclicos:

1. Llenado: el agua residual es distribuida en la cama de lodo. El evento de llenado puede ocurrir bajo condiciones de mezclado o sin mezclado, o condiciones con aireación o sin aireación.

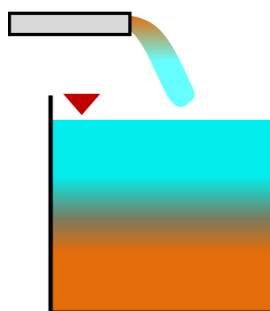


Figura 3. 1 LLENADO

2. Reacción: el evento de reacción incluye mezclado y aireación. Las condiciones de aireación sirven para oxidación del carbón orgánico, nitrificación, así como la absorción del fósforo en el lodo. En condiciones de no aireación se realiza la desnitrificación y la remoción del fósforo.

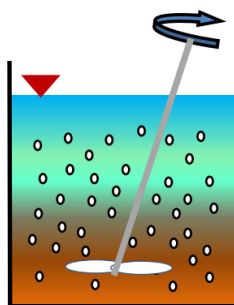


Figura 3. 2 REACCIÓN

3. Sedimentación: la etapa de sedimentación ocurre cuando el mezclado y la aireación están fuera de operación, los sólidos del licor de mezcla se sedimentan en el fondo del reactor, permitiendo un sobrenadante limpio en la parte superior del reactor.

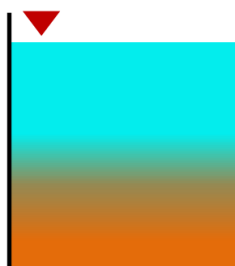


Figura 3. 3 SEDIMENTACIÓN

4. Extracción del sobrenadante: el evento de extracción ocurre después del evento de sedimentación cuando se ha formado una capa de sobrenadante clarificado. Se abren las válvulas automáticas y se permite el retiro del agua clarificada de la parte superior del reactor. EL retiro de lodo residual también puede darse durante este tiempo, ya que la cama de lodo alcanza la concentración máxima de sólidos.

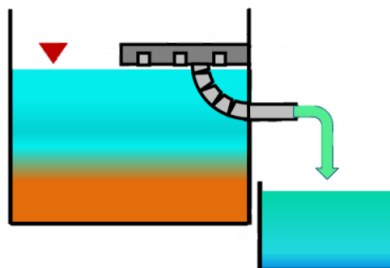


Figura 3. 4 EXTRACCIÓN DE SOBRENADANTE

Las posibles variaciones y combinaciones de los eventos anteriores dentro de un sólo tanque permiten la remoción del carbono orgánico, sólidos suspendidos, nitrógeno total y fósforo total. La ventaja más importante y fundamental del sistema es su flexibilidad. Los eventos del proceso están separados en tiempos, y no en el espacio. El operador puede eficazmente adicionar, alargar, acortar o cambiar la secuencia de los diferentes ciclos de eventos para alcanzar la modificación deseada en el proceso.

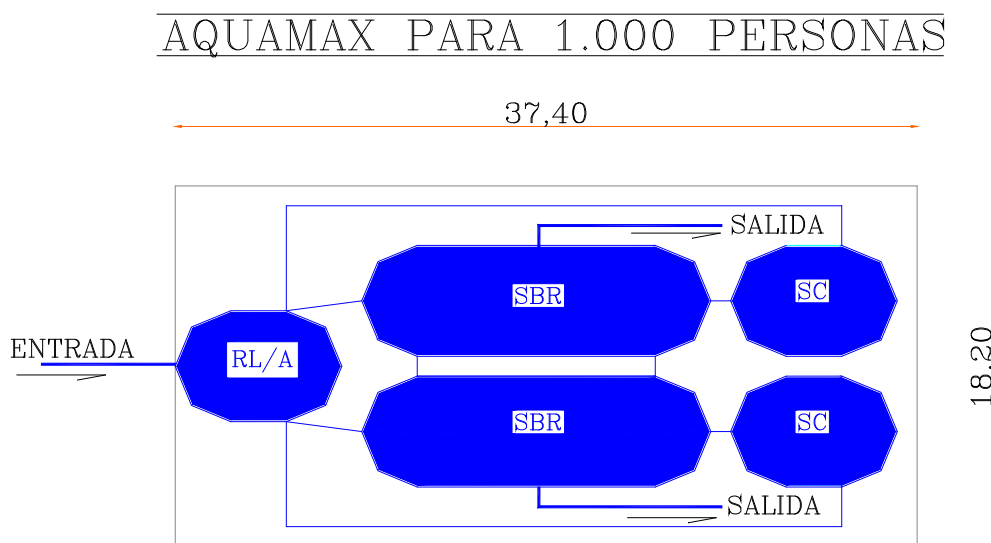
Por su configuración y características los SBR (Reactor Biológico Secuencial) nos brindan las siguientes ventajas y beneficios:

- Bajo requerimiento de espacio, debido a que se requiere un solo tanque para realizar todo el proceso.
- Menor costo que los sistemas convencionales de tratamiento biológico, como consecuencia de la menor necesidad de terreno y de la simplicidad de los equipos.
- Mejor control del crecimiento de organismos filamentosos y de problemas de decantación.

- Permite eliminación de nutrientes. Los sistemas SBR pueden ser utilizados para realizar un proceso completo de nitrificación–desnitrificación, así como para la eliminación de fósforo. Estos dos parámetros son los que suelen dar más problemas cuando se trabaja con tecnologías convencionales.
- Menor tiempo de control requerido.
- Gran flexibilidad de funcionamiento en función de la duración de los ciclos y del modo de operar.
- Fácil reconocimiento y corrección de los problemas de decantación.
- Versatilidad para trabajar con fluctuaciones de caudal y de concentración de materia orgánica.
- Capacidad para la adaptación de los microorganismos a efluentes con elevado contenido en sales.

Actualmente en Ecuador podemos acceder a este tipo de plantas con sistemas de Reactores Biológicos Secuenciales contactándonos con AQUAmax, una empresa Alemana que brinda los servicios de venta e instalación de plantas con Tecnología SBR adaptadas a la demanda o necesidad de la población en la que se va a emplear.

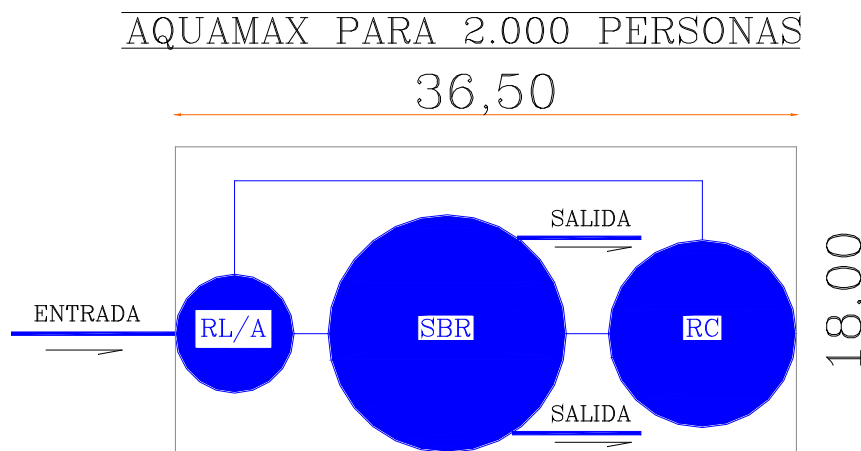
Para el proyecto de Punta Blanca podemos emplear un diseño con las dimensiones mostradas en la Figura 3.5 para la Propuesta #1 y Figura 3.6 para la Propuesta #2.



OTROS DISEÑOS:

LOS TANQUES PUEDEN SER REDONDOS CUADRADOS U OVALADOS

Figura 3. 5 ÁREA REQUERIDA PARA 1000 HABITANTES



OTROS DISEÑOS

LOS TANQUES PUEDEN SER REDONDOS CUADRADOS U OVALADOS

Figura 3. 6 ÁREA REQUERIDA PARA 2000 HABITANTES

3.3.1 Eficiencia del tratamiento

A más del beneficio obtenido por la poca demanda de espacio de este tipo de plantas que ofrece AQUAmax, Consigue un rendimiento de depuración de hasta el 99% y una reutilización del agua para riegos.

La Ley de Gestión Ambiental, que se encuentra en el libro VI del TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente), establece los límites de descarga de aguas residuales a cuerpo de agua marina como podemos observar en la Tabla XV.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Limite máximo permisible
Aceites y Grasas		mg/l	0,3
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de	D.B.O₅	mg/l	100

Parámetros	Expresado como	Unidad	Limite máximo permisible
Oxígeno (5 días)			
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos		mg/l	100

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Totales			
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05

**Tabla XV LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA
FUENTE: Tulas Libro IV**

Las plantas de AQUAmax con tecnología SBR brindan una eficiencia en la cual podemos observar que los límites permitidos en Ecuador son mucho más altos que en Alemania (Ver Tabla XVI), siendo las normativas bajo la cual se rige el proceso de depuración en estas plantas.

Componente Principales	Valor límite en Alemania	AQUAmax	Valor límite en Ecuador
DBO 5	40 mg/l	15 mg/l	100 mg/l
DQO	150 mg/l	75 mg/l	250 mg/l
NH 4 N	----	10 mg/l	----
N	----	----	40 mg/l

**Tabla XVI EFICIENCIA Y LÍMITES PERMISIBLES
FUENTE: Presentación tratamiento de las aguas residuales mediante el sistema AQUAmax**

DBO 5: Demanda bioquímica de oxígeno (indica la cantidad de oxígeno requerido para la degradación abiótica de materia orgánica presente en el agua bajo ciertas condiciones y en un tiempo determinado; 5 días).

DQO: La demanda química de oxígeno (En este caso, todas las sustancias no bióticamente degradables se oxidan por la fuerza del agente oxidante dicromato de potasio).

NH 4 N: Contenido de nitrógeno de amonio.

N: El nitrógeno total (N total) es un parámetro de sumatoria. Es la suma del contenido orgánico de nitrógeno (urea, péptido, proteína) y el material de nitrógeno inorgánico (amonio o amoníaco) en una muestra.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado de mitigación de contaminación en el sector de Punta Blanca, se tienen las siguientes conclusiones:

1. Una vez realizada la visita técnica, se pudo constatar que existen conexiones de aguas servidas de las viviendas directamente al suelo sin un pozo séptico ya que se observó en el área circundante a la ubicación de la tubería, vegetación creciendo desde este punto en dirección a zonas bajas del terreno.
2. Se tomaron muestras de afloramiento rocosos en los cuales se observa la meteorización y fracturación del terreno sobre el cual se estructura el desenvolvimiento urbanístico de esta población.

3. Todas las viviendas que se encuentran en la zona de estudio del proyecto, producen aguas servidas que de forma subterránea se infiltran por la alta permeabilidad de las areniscas y la fracturación que presentan estos suelo, así también como la geografía del terreno ayudan a que todas las aguas servidas provenientes de estas viviendas creen una línea de flujo en dirección a la playa, ya que es la zona más baja.

4. Todo el sector bajo de Punta Blanca, siendo este la playa, muestra una franja de vegetación que se nutre de las aguas servidas que fluyen en dirección a la playa, caso que no ocurre en los sectores altos.

5. La contaminación Ambiental producto de la descarga indirecta de las aguas servidas sin un tratamiento previo adecuado, afecta no solo a la fauna existente en la zona de Punta Blanca, sino también afecta a la salud de los bañistas que concurren a estas playas, ocasionando un declive turístico y afectando al comercio local.

6. Como punto de partida a una solución para mitigar la contaminación de la playa, se realizan dos pre-diseño del sistema de recolección de aguas servidas, en donde estas aguas en el primer sistema son

conducidas por gravedad hasta dos plantas de tratamiento, ubicadas en sectores estratégicos, debido a la complejidad geográfica de la zona estudiada. El segundo diseño conduce las aguas residuales hasta dos puntos de acopio desde donde son bombeadas hacia una sola planta de tratamiento, ubicada en el sector alto de la zona, alejado del desarrollo urbano.

7. Debido a la falta de espacio quedaron descartadas las plantas de tratamiento con lagunas de oxidación. Acorde a los beneficios mencionados en el capítulo 3, se escogen plantas de tratamiento que trabajan con tecnología SBR (Sequencing Batch Reactor), siendo las más opcionadas por su eficiencia en el tratamiento de aguas residuales domésticas y el reducido espacio necesario para su implementación.

RECOMENDACIONES

1. Es aconsejable realizar ensayos de laboratorio empleando perforación o calicatas en el suelo de Punta Blanca para determinar todos los estratos que lo conforman y así saber exactamente la permeabilidad y cuales con los punto más factibles para la descarga de agua servida.
2. Conforme a la demanda turística del balneario, se recomienda hacer un estudio de crecimiento poblacional, ya que la creación de edificaciones, sea para hoteles o torres residenciales, incrementaría la producción de aguas residuales, ocasionando el aumento de las dimensiones de las plantas de tratamiento y se tendría que reubicar dichas plantas por la falta de espacio en la zona de estudio del proyecto.
3. Se recomienda implementar las dos plantas de tratamiento de la primera propuesta ya que tiene un menor costo debido a que no es

necesario un sistema de bombeo a más del incremento de las líneas de la conducción de dichas aguas bombeadas.

4. El agua que se obtiene luego del proceso de tratamiento con tecnología SBR puede ser utilizada para riego de áreas verdes o reutilizadas dentro de las mismas viviendas en los procesos de descarga de inodoros o urinarios.
5. A pesar de tener una alta eficiencia en el proceso de depuración de las aguas servidas, no es aconsejable usar estas aguas para riego de cultivos alimenticios ya que podría causar afectaciones en la salud de quienes consuman estos alimentos.

BIBLIOGRAFIA

1. Cárdenas, C. (29 de Noviembre de 2012). Desempeño de un reactor biológico secuencial (RBS) en el tratamiento de aguas residuales domésticas.<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/37294/40413>
2. Davila F., R. (Septiembre de 1992). Sistemas Sépticos para aguas usadas residenciales. Recuperado el Julio de 2015, de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-744/sistemasepticoconstruccion.pdf>
3. Instituto Ecuatoriano de Normalizacion, I. (1992). Normas para el estudio y diseño de sistemas de Agua Potable y Disposicion de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitantes. Ecuador.

4. Metcalf, & E. (1995). Ingeniería de aguas residuales, redes de alcantarillado y bombeo. México DF: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
5. Perdomo Leal, A. (15 de Mayo de 2014). DIAGRAMA DE FLUJO "PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL Y LODOS ACTIVOS". Recuperado el Julio de 2015, de https://prezi.com/_smqxhtxqjqh/diagrama-de-flujo-planta-de-tratamiento-de-agua-residual-y/
6. Reactores biológicos secuenciales (SBR): una tecnología versátil para el tratamiento de aguas residuales industriales. (s.f.). Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2006/12/01/53336>
7. SENA VITAT. (2011). Memoria Técnica Proyecto Piloto Mercosur Roga. Santo Domingo, Paraguay.
8. Tecnología SBR (Reactores Biológicos Secuenciales). (s.f.). Obtenido de http://www.sinia.cl/1292/articles-49990_08.pdf
9. Tejero Monzón, I. (2001). INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. Cantabria.

10. TULAS. (2006). Libro VI Anexo 1. Politicas Basicas Ambientales del Ecuador. Ecuador.
11. Villareal Morales, J. (2000). Cucunubá: modelo para un desarrollo sostenible. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
12. Zimmermann, W. (2015). El tratamiento de las aguas residuales mediante el sistema AQUAmax. Ecuador.