



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO CIVIL

TEMA:

**DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA
DE TRATAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA
CIUDAD NARCISA DE JESÚS, UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL
DEL CANTÓN NOBOL, PROVINCIA DEL GUAYAS**

REALIZADO POR:

**JUAN RAMÓN JIMÉNEZ VALENZUELA
JACKSON NEPTALI VERA FLORES**

TUTOR: ING. PABLO PAREDES RAMOS, MsC.

GUAYAQUIL- ECUADOR

2016

TEMA: DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD NARCISA DE JESÚS, UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL, PROVINCIA DEL GUAYAS.

CAPITULO I	1
1. MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5. OBJETIVO GENERAL	5
1.6. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	5
1.7. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.8. DELIMITACIÓN O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.9. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	8
CAPÍTULO II.....	10
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.1. AGUAS RESIDUALES	10
2.2. DEFINICIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN	10
2.2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LAS LAGUNAS.....	11
2.2.2. OBJETIVOS DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN	12
2.2.3. MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	13
2.2.4. DECAIMIENTO BACTERIANO.....	13
2.2.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DECAIMIENTO BACTERIANO....	14
2.3. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	17
2.3.1. COMPONENTES QUE INTERVIENEN EN EL TRATAMIENTO.....	19
2.4. PROCESO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN	20
2.4.1. PROCESO DEL SISTEMA AEROBIO.....	20
2.4.2. PROCESO DEL SISTEMA ANAEROBIO	21
2.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN	21
2.5.1. LAGUNAS AERÓBICAS	22
2.5.2. LAGUNAS ANAERÓBIAS	22
2.5.3. LAGUNAS FACULTATIVAS	24

2.5.4. LAGUNAS DE MADURACIÓN.....	25
CAPÍTULO III.....	27
3. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	27
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	27
3.1.1. ANTECEDENTES.....	28
3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA - COORDENADAS.....	31
3.1.3. CRECIMIENTO POBLACIONAL.....	32
3.1.4. SERVICIOS PÚBLICOS.....	32
3.1.4.1. ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES.....	32
3.1.4.2. CENTRO DE SALUD.....	33
3.1.4.3. TRANSPORTE Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	34
3.1.4.4. MERCADO MUNICIPAL.....	35
3.1.4.5. GASTRONOMÍA.....	35
3.1.4.6. RELIGIÓN.....	36
3.1.5. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS.....	37
3.1.5.1. HIDROGRAFÍA.....	38
3.1.5.2. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE PRECIPITACIÓN.....	39
3.1.5.3. VALORES EXTREMOS, RECURRENCIAS PROBABLES.....	39
3.1.5.4. SUBCUENCA DEL RIO DAULE.....	39
3.1.6. CALIDAD DEL AIRE.....	41
3.1.7. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, USO DEL SUELO.....	42
3.1.7.1. ESTRATIGRAFÍA.....	42
3.1.7.2. PERFILES DE METEORIZACIÓN.....	43
3.2. HIDROGEOLOGÍA.....	44
3.3. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	45
3.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS NATURALES.....	51
3.5. MEDIO BIOTICO.....	51
3.5.1. ECOSISTEMAS.....	51
3.5.1.1. ECOSISTEMA URBANO.....	51
3.5.1.2. ECOSISTEMA AGRÍCOLA.....	51
3.5.2. FLORA.....	51
3.5.3. FAUNA.....	52
CAPÍTULO IV.....	55
4. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	55

4.1. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN NOBOL	56
4.1.1. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.	56
4.1.2. CONSUMO DE AGUA POTABLE.	57
4.1.3. DOTACIÓN DE AGUA	57
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	58
4.2.1. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LAS LAGUNAS	58
4.2.2. DESCARGA DE LAS LAGUNAS AL CUERPO RECEPTOR	59
4.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN	60
4.3.1. DIMENSIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN	61
4.3.2. IMPERMEABILIZACION DEL FONDO DE LAS LAGUNAS	61
4.3.3. IMPERMEABILIZACION DE LOS TALUDES DE LAS LAGUNAS	61
4.4. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD NARCISA DE JESÚS DEL CANTÓN NOBOL	62
5. CALCULO DE LOS CAUDALES DE LAS AGUAS RESIDUALES Y SUS VARIACIONES	64
5.1. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN	64
5.1.1. MÉTODO ARITMÉTICO	64
5.1.2. MÉTODO GEOMÉTRICO	65
5.1.3. MÉTODO EXPONENCIAL	65
5.1.4. CÁLCULO MÉTODO GEOMÉTRICO	66
5.2.1. CAUDAL MEDIO DIARIO (QMD)	69
5.2.2. COEFICIENTE DE RETORNO (Cr)	69
5.2.3. CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	70
5.2.4. COEFICIENTE DE MAYORIZACIÓN (M)	70
5.2.5. APORTES INDUSTRIALES, COMERCIALES E INSTITUCIONALES	71
5.2.6. CAUDAL CONEXIONES ILÍCITAS (QIL)	71
5.2.7. CAUDAL DE DISEÑO	71
5.2.8. HIDRÁULICA DE LOS CONDUCTOS	72
5.2.9. VELOCIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS CONDUCTOS PARA LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO.	73
5.2.10. TENSIÓN TRACTIVA	73
CAPITULO VI	75
6. CONDICIONES ACTUALES EN LAS LAGUNAS DE TRATAMIENTO	75
6.1. LÍNEA DE CONDUCCIÓN EXPUESTA A LA SUPERFICIE	75

6.1.1.	ESTADO DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN.....	76
6.1.2.	CAJAS DE REGISTRO OBSTRUIDAS.....	78
6.1.3.	COMPUERTAS DE REBOSE CON MATERIAL PÉTREO.....	79
6.1.4.	LAGUNAJE CON EXCESO DE VEGETACIÓN.....	81
6.1.5.	VEGETACIÓN EN TERRAPLENES.....	82
6.1.6.	HECES DE ANIMALES EN LOS ACCESOS A LAS LAGUNAS.....	83
6.1.7.	DESCARGA DEL EFLUENTE.....	85
6.1.8.	CASETA DE GUARDÍAN.....	90
6.1.9.	PUERTAS DE ACCESO AL SISTEMA.....	90
CAPITULO VII.....		91
7.	REVISION DEL DISEÑO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN EXISTENTE.....	91
7.1.	DISEÑO DE LAGUNAS ANAEROBIAS.....	91
7.1.1.	CRITERIOS DE DISEÑOS DE LAGUNAS ANAEROBIAS.....	91
7.2.	DISEÑO DE LAGUNAS FACULTATIVAS.....	94
7.2.1	CRITERIOS DE DISEÑO.....	94
7.2.2.	MÉTODOS EMPÍRICOS.....	95
7.2.3.	MÉTODOS RACIONALES.....	95
7.2.4.	MÉTODOS MATEMÁTICOS:.....	95
7.2.4.1.	MÉTODOS EMPÍRICOS.....	96
7.2.4.1.1.	ECUACIÓN DE ARCEIVALA.....	96
7.2.4.1.2.	MÉTODO DE MCGARRY Y PESCOD.....	97
7.2.4.1.3.	ECUACIÓN DE ARTHUR.....	97
7.2.4.1.4.	MÉTODO DE LARSEN.....	98
7.2.4.1.5.	MÉTODO DE GLOYNA.....	99
7.2.4.1.6.	MÉTODO DE LA RADIACIÓN SOLAR.....	101
7.2.4.1.7.	RELACIONES DE MARA Y MARECOS.....	102
7.2.5.	METODOS RACIONALES.....	103
7.2.5.1.	MÉTODO DE LA CINÉTICA DE PRIMER ORDEN.....	103
7.2.5.1.1.	MODIFICACIÓN DE MIDDLEBROOKS.....	104
7.2.5.1.2.	MODIFICACIÓN DE MARA.....	104
7.2.5.1.3.	MÉTODO DE UHLMANN.....	105
7.2.5.1.4.	ECUACIÓN DE WEHNER-WILHELM. APLICACIÓN DE THIRUMURTHI PARA FLUJO PISTÓN.....	106
7.3.	DISEÑO DE LAGUNAS DE MADURACIÓN.....	109

7.3.1. CRITERIO DE DISEÑO DE LAGUNAS DE MADURACIÓN	109
7.4. REVISIÓN DEL DISEÑO	112
7.4.1. ANAEROBICA SUBSISTEMA A1.....	112
7.4.2. FACULTATIVA SUBSISTEMA S1	113
7.4.3. MADURACIÓN SUBSISTEMA M1	115
7.4.4. ANAEROBICA SUBSISTEMA A2.....	117
7.4.5. FACULTATIVA SUBSISTEMA F2.....	118
7.4.6. MADURACIÓN SUBSISTEMA M2	120
7.5. PROPUESTA DE MEJORA	122
7.5.1. MAMPARAS.....	122
7.5.1.1. VENTAJAS DEL USO DE MAMPARAS.....	123
7.5.1.2. CRITERIO PARA EL DISEÑO DE LAS MAMPARAS SUMERGIDAS	123
7.5.1.3. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS MAMPARAS EN LAGUNAS ..	123
7.5.1.4. DISEÑO DE LAS MAMPARAS EN LAGUNAS	124
CAPITULO VIII.....	126
8. MEDIDAS DE CORRECCION EN LOS PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LAGUNAJE.....	126
8.1. MANTENIMIENTO EN LA OBRAS DE TRATAMIENTO	126
8.1.1. MANTENIMIENTO EN LA RED DE CONDUCCIÓN HACIA LAS LAGUNAS.....	127
8.1.2. MANTENIMIENTO EN LA RED DE CONDUCCIÓN QUE PRESENTA FUGAS	128
8.1.3. MANTENIMIENTO EN LAS CAJAS DE REGISTRO.....	128
8.1.4. MANTENIMIENTO EN LAS ESTRUCTURAS DE INTERCONEXIÓN Y COMPUERTAS DE REBOSE	129
8.1.5. PROTECCIÓN A LOS TALUDES.....	129
8.1.6. MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS.....	130
CAPITULO IX.....	133
9.1. PRESUPUESTO	133
9.2. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU).....	135
9.3. CRONOGRAMA VALORADO	168
CAPITULO X.....	172
10.1. CONCLUSIÓN	172
10.2. RECOMENDACIONES	172
CAPITULO XI.....	174



11. BIBLIOGRAFÍA	174
CAPITULO XII	177
12. ANEXOS.....	177



Índices de imágenes

Imagen N° 1: Canal de riego. Fuente (Autor).	2
Imagen N° 2: Morador bañándose en canal. Fuente (Autor).	2
Imagen N° 3: Estado actual de las lagunas. Fuente (Autor).	3
Imagen N° 4: Se aprecia que no se controla el crecimiento vegetal. Fuente (Autor).	3
Imagen N° 5: Relación simbiótica entre algas y bacterias (Fuente: Metcalf & Eddy, 1991)	17
Imagen N° 6: Interacción de las bacterias y algas en zonas aeróbicas. Recuperado de http://www.monografias.com/trabajos106/reuso-aguas-residuales-colegio-inmaculada-lima-peru/image002.png	20
Imagen N° 7: Tipos de lagunas de oxidación. Recuperado de http://www.iagua.es/sites/default/files/images/medium/lagunaje.png .	21
Imagen N° 8: Proceso del sistema anaeróbico. Recuperado de http://images.slideplayer.es/2/1031049/slides/slide_13.jpg	23
Imagen N° 9: Ecosistema de laguna facultativa http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432014000300010	24
Imagen N° 10: Esquema de laguna maduración. Recuperado de https://www.google.com/search?biw=1366&bih=661&tbm=isch&sa=1&btnG=Buscar&q=laguna+maduracion#imgsrc=exURLto0jtg_bM%3A	26
Imagen N° 11: Mapa del cantón nobol (Gobierno Autónomo del Cantón Nobol).	27
Imagen N° 12: Disposición de las lagunas de oxidación (Autor).	31
Imagen N° 13: Mercado municipal del cantón Nobol. (Autor).	35
Imagen N° 14: Vista del río Daule, malecón de la ciudad Narcisca de Jesús (Autor).	40
Imagen N° 15: Recorrido del río guayas. Recuperado de http://www.eluniverso.com/vida-estilo/2014/05/26/nota/3019816/rio-guayas-emblema-que-lucha-contracorriente .	41
Imagen N° 16: Suelos de la cuenca del guayas. Recuperado de http://www.zonu.com/america-del-sur/ecuador/guayas/tematicos.html	50
Imagen N° 17: Presencia de animales domésticos como gallinas, perro (Autor).	54
Imagen N° 18: Distribución del sistema de lagunaje (Autor).	59
Imagen N° 19: Descarga al canal de riego (Autor).	60
Imagen N° 20: Última caja de registro previo a la descarga al canal (Autor).	60
Imagen N° 21: Estación de bombeo de aguas residuales (Autor).	63

Imagen N° 22: Red de impulsión a la planta de tratamiento (Autor).	63
Imagen N° 23: Tubería expuesta a la superficie (Autor).	75
Imagen N° 24: Se observan charcos causados por las fugas en la línea de conducción (Autor).	76
Imagen N° 25: Tubería de conducción con fugas (Autor).	77
Imagen N° 26: Tubería de conducción con fugas (Autor).	77
Imagen N° 27: Cajas de registro se encuentran obstruidas por materiales de construcción (Autor).	78
Imagen N° 28: Caja de registro obstruía y emanando espuma (Autor).	79
Imagen N° 29: Compuertas de rebose se encuentran con piedras (Autor).	80
Imagen N° 30: Compuertas de rebose con filtración entre los tablones (Autor).	80
Imagen N° 31: Lagunas con excesiva proliferación de vegetación (Autor).	81
Imagen N° 32: Vegetación frente a la cámara de rebose (Autor).	82
Imagen N° 33: Proliferación de macrófitas en terraplenes (Autor).	83
Imagen N° 34: Heces de animales (Autor).	84
Imagen N° 35: Ingreso de animales (Autor).	84
Imagen N° 36: Toma de muestra en laguna facultativa (Autor).	87
Imagen N° 37: Toma de muestra en laguna maduración (Autor).	87
Imagen N° 38: Afluente de las aguas residuales a canal (Autor).	88
Imagen N° 39: Afluente de las aguas residuales (Autor).	88
Imagen N° 40: Espuma que se produce en el canal de descarga (Autor).	89
Imagen N° 41: Moradores del sector bañándose en el canal (Autor).	89
Imagen N° 42: Recorrido del canal, estero bijagual y rio daule (Google Earth).	90
Imagen N° 43: Excavadora hidráulica (Recuperada de http://www.abadiamartinez.com/maquinaria/excavadoras/)	127

CAPITULO I

1. MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actual situación en las Lagunas de Oxidación ubicadas en el Recinto Bijagual del Cantón Nobol es que su aporte garantice un tratamiento eficaz al Estero Bijagual y al río Daule, además una alta eficiencia a bajo costo de operación y mantenimiento, y empleando la energía que se encuentra en el ambiente que son el sol y viento. No existen y nunca se han realizado pruebas de laboratorio a las aguas residuales por lo que se debe realizar monitoreo y pruebas a las aguas que ingresan al afluente y salen al efluente siendo esto sumamente importante, porque de esta manera se podrá verificar si se cumple con el tratamiento y con las normas del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, basada en el Acuerdo Ministerial 028 de febrero del 2015. Por lo que se ha enfocado en la necesidad de realizar el mejoramiento de este sistema. Esta realidad genera, serios riesgos, tales como:

- Las aguas que ingresan al sistema son evacuadas a un canal que conduce al Estero Bijagual y desemboca en el río Daule. La contaminación también actúa sobre el medio acuático y altera el equilibrio de los diferentes ecosistemas; estos organismos acuáticos requieren del oxígeno disuelto en el agua para poder vivir. Si el consumo de oxígeno es excesivo, se estaría alcanzando niveles inferiores de los necesarios para que se desarrolle la vida acuática, produciéndose una muerte masiva de seres vivos.
- De igual manera se genera propagación de malos olores, debido a la sobrecarga de materia orgánica causando malestar en los moradores del sector, lo que acarrea denuncias ante las autoridades de turno; así mismo puede causar la migración interna de los habitantes para buscar un lugar mejor donde vivir.

- Esta realidad genera enfermedades (Infecciones Intestinales, Hepatitis A, Sarna, Tifoidea, Dermatitis, etc.) transmitiéndose por ingesta de alimentos, contacto con el agua del estero, por la proliferación de insectos y transmisión por vectores del hábitat acuático.



Imagen N° 1: Canal de riego. Fuente (Autor).



Imagen N° 2: Morador bañándose en canal. Fuente (Autor).

- Esta realidad puede generar fuertes sanciones legales y multas al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Nobol, por no cumplir con las normas establecidas.

La falta de mantenimiento en el sistema de tratamiento de las aguas servidas, contamina elementos muy importantes para el ser humano como lo son las reservas de aguas dulces y los suelos fértiles, ya que estas aguas se filtran llegando a contaminar el suelo.



Imagen N° 3: Estado actual de las lagunas. Fuente (Autor).



Imagen N° 4: Se aprecia que no se controla el crecimiento vegetal. Fuente (Autor).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El actual sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad Narcisca de Jesús del Cantón Nobol Provincia del Guayas, se compone de 2 sistemas de lagunas de oxidación, que en condiciones normales, generan estabilidad y reducción de bacterias y patógenos en las aguas residuales.

El problema actual radica en que la empresa encargada del saneamiento de las aguas residuales Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Nobol Empresa Pública (ECAPAN-EP) establece una tarea ineficaz, la que se ve afectada por la falta de medios económicos, por lo que no supe las necesidades básicas de la empresa. Adicional a esto el malestar social que genera la inutilidad de las lagunas, que emana malos olores, asimismo este efluente es utilizado como riego de sembríos de arroz, melón, mango y además sirve de alimento del ganado vacuno, porcino, etc., con el daño ambiental que esto conlleva.

Debido a esto surge el interés de rehabilitar el sistema de lagunaje, mediante un medio natural y de mejoras hidráulicas, produciría menos gastos en el sector público, favoreciendo a la gestión ambiental y al plan económico de la empresa pública que administra el sistema, logrando aplicar un plan piloto y este genere buenos resultados para la mejora del sistema de tratamiento de las aguas residuales

1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿De qué manera afecta la carencia de mantenimiento y monitoreo del sistema de tratamiento de las aguas residuales a los terrenos y los sembríos de cultivos?
- ¿De qué manera perjudica la salud de los moradores que habitan alrededor de Lagunas de oxidación?

- ¿Cuántas familias se beneficiarían con el desarrollo de este proyecto de investigación?
- ¿De qué manera perjudica la carencia del tratamiento y monitoreo del sistema de aguas residuales sobre el medio acuático?
- ¿Cómo se puede mejorar la calidad de vida de los moradores que habitan en el sector Bijagual y en la ciudad Narcisa de Jesús, encaminado en el buen vivir?

1.4. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

El campo de acción de la Ingeniería Civil, proyecta la búsqueda de nuevas alternativas constructivas con metodologías innovadoras aplicables a los procesos constructivos en los sistemas de tratamiento sanitarios de las aguas residuales, los mimos que se fundamentan en análisis constructivos, diseños, presupuestos, y cronogramas de trabajos a realizarse con sus respectivos tiempos de ejecución.

1.5. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y mejorar el funcionamiento del sistema de Tratamiento de las Lagunas de Oxidación, con el fin de lograr que el efluente cumpla con los parámetros permisibles de descarga, establecidos en el Acuerdo Ministerial 028 de febrero del 2015; a través de la rehabilitación del sistema de tratamiento de las Lagunas de Oxidación.

1.6. OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar la eficiencia del tratamiento de las lagunas de oxidación, rehabilitando el sistema de lagunaje y así tener un efluente que cumpla con las normas Acuerdo Ministerial 028 de febrero del 2015, y que este proyecto sirva como plan piloto para las autoridades de turno.

Entre los objetivos específicos se tienen los siguientes:

- Obtener información actualizada de datos necesarios para el diseño del mejoramiento de las lagunas, tales como: Estudios demográficos, censos, servicios existentes, estudios sanitarios e hidrológicos, planos existentes del sistema de tratamiento.
- Reducir la causa de riesgo de enfermedades de origen hídrico que pueda tener la localidad al estar en contacto con las aguas residuales o a través del consumo de alimentos agrícolas o animales.
- Realizar una selección de alternativas para el mejoramiento en el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad Narcisca de Jesús.
- Reducir la contaminación que actúa sobre el estero Bijagual y el río Daule, además del medio acuático que altera el equilibrio de los diferentes ecosistemas.
- Realizar pruebas de monitoreo a las aguas físico, químico y biológico que salen del sistema al efluente, para así comprobar que la calidad del agua cumpla con los parámetros que indican las normas legales.
- Presentar los planos de una manera detallada de planta y perfil del sistema de tratamiento, lagunaje y de los elementos estructurales que fuesen necesario; los planos a presentarse serán realizados para la zona rural. Cabe indicar que el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Nobol no cuenta con estos planos.
- Los diferentes procesos constructivos favorecen al desarrollo y el progreso de diferentes sectores, por el cual se implementan métodos actuales para el sistema de tratamiento de las residuales, obteniendo un propósito, de ofrecer un aporte social enmarcado en el Plan del Manejo del Buen Vivir, beneficiando al entorno en general.

1.7. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad el sistema de alcantarillado sanitario que se está utilizando es a gravedad, siendo este eficaz, moderno y económico para evacuar las aguas residuales, domesticas e industriales.

Con el desarrollo de esta Investigación, promoverá a diagnosticar y evaluar las condiciones actuales del sector, lo que originara obtener un método económico y eficaz del tratamiento del sistema de las aguas residuales, el cual ayudara a que se reduzca los riesgos contaminantes y los problemas de salubridad que están afectando a los habitantes y su calidad de vida.

Se espera que el estudio, tenga como propósito identificar las posibles causas de mal funcionamiento de operación o mantenimiento y proponer soluciones y recomendaciones, para que la planta de tratamiento opere correctamente y cumpla con la calidad de vertidos conforme en el Acuerdo Ministerial 028 de febrero del 2015.

Los habitantes del sector señalan que se bañan en el estero Bijagual, en especial niños, y afirman que en varias ocasiones han visto producirse espuma y nata a las orillas del estero; además es constante la propagación de mal olor y esto es debido a la sobrecarga de la materia orgánica proveniente de las aguas residuales, lo que conlleva a una propagación de enfermedades.

Entre las principales enfermedades son las de origen hídrico como infecciones intestinales, diarreas, parasitarias, dérmicas, fiebre (fuente: Centro de Salud de la ciudad Narcisa de Jesús) esto origina que el presente proyecto de investigación sanitario sea una necesidad imperante, como una solución a la problemática actual.

La solución al problema es factible por la existencia de diversos métodos relacionados al diseño, cumpliendo con las normas vigentes, métodos constructivos modernos y eficientes, personal capacitado y la disponibilidad de recursos para realizar el proyecto.

Conociendo la importancia de suplir estas necesidades en lo que se refiere a la parte ambiental,

el presente proyecto de investigación, ofrece una propuesta loable para el recinto Bijagual y la Ciudad Narcisca de Jesús del Cantón Nobol de la Provincia del Guayas, referente al mejoramiento del tratamiento del sistema de aguas residuales.

Se espera que el presente proyecto sirva como un aporte para la Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Nobol (ECAPAN-EP) lo ponga en práctica en la planta de tratamiento de las aguas residuales, y así poder cumplir con la normativa ambiental nacional, y de esta manera evitar el deterioro de los cuerpos receptores.

1.8. DELIMITACIÓN O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de este proyecto de investigación es el mejoramiento del sistema de tratamiento de las lagunas de oxidación ubicadas en la ciudad Narcisca de Jesús del cantón Nobol, el cual incluirá la mejor alternativa de tratamiento y la elaboración de planos y el presupuesto referencial del proyecto.

1.9. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

- El sistema de tratamiento de las lagunas de oxidación, aportara con un porcentaje de mejora el efluente para los habitantes del Cantón Nobol, previniendo en gran porcentaje las enfermedades de origen hídrico y la contaminación del medio acuático sobre los cuerpos receptores por la falta de mantenimiento y de control de las aguas residuales.
- El efluente de las lagunas de oxidación, cumplirá con los requerimientos de calidad exigidos para su vertido al Estero Bijagual y al río Daule.
- El tratamiento de las aguas residuales actualmente construidas, bajo las condiciones del proyecto de investigación, deberá tener una eficiencia igual a lo que indica la literatura especializada cuando se trata de lagunas de estabilización.



- Los sistemas de tratamientos de aguas residuales, por medio de las lagunas de oxidación como las construidas para la ciudad Narcisca de Jesús del Cantón Nobol, teóricamente remuevan alrededor del 80% de la materia orgánica y como mínimo el 90 % de los patógenos.



CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales, son el resultado de las aguas que han sido utilizadas en las viviendas, en fábricas e industrias, etc. Estas están contaminadas y acarrean materia orgánica, detergentes, residuos de industrias, grasas, residuos de ganado, herbicidas y en algunas ocasiones sustancias tóxicas.

Las aguas residuales, antes de retornar a la naturaleza, deben de ser tratadas y a su vez saneadas, y para realizar este proceso se debe de conducir a plantas de tratamiento o estaciones que depuren estas aguas, donde se va a realizar un tratamiento apropiado, para que pueda regresar el agua a la naturaleza de las mejores condiciones permitidas.

Lo que no se debe de hacer es verter estas aguas residuales directamente a los ríos, vertientes, etc. sin haber sido antes tratadas, y así evitar la contaminación ambiental. (Alexander, 2014).

2.2. DEFINICIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Son excavaciones o estanques contruidos de poca profundidad en el suelo, donde se almacena las aguas residuales para su tratamiento, en las que se desarrollan una población microbiana formada por bacterias, algas y protozoos (que convienen en forma simbiótica) y eliminan en forma natural, patógenos ligados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y materia orgánica y así alcanzar un grado de estabilización requerido mediante un periodo de tiempo determinado.

2.2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LAS LAGUNAS

Las lagunas de oxidación o estabilización forman hoy en día una interesante alternativa de tratamiento para depurar las aguas residuales, las mismas que son generadas por pequeñas y grandes poblaciones.

El tratamiento de las lagunas de aguas residuales radica en el almacenamiento de éstas durante un tiempo variable, en función de la carga aplicada y de las condiciones climáticas, de modo que la materia orgánica se vaya degradando por la acción de las bacterias heterótrofas presente en el medio.

Cabe indicar que en la depuración en las lagunas no participa la acción del hombre; el sistema de lagunas es un sistema biológico natural de tratamiento, basado en los principios, por los que tiene lugar el auto depuración de ríos y lagos.

Los romanos fueron los primeros en tener en cuenta la sanidad del suministro del agua, quienes construyeron una extensa red de acueductos, la que servía para transportar agua de los montes Apeninos hasta la ciudad. A finales de la edad media, se empezaron a utilizar en Europa, letrinas y excavaciones subterráneas en las que se descargaba las aguas residuales, las mismas que eran conducidas a los ríos y arroyos, lo cual ocasionaba problemas de contaminación ambiental.

Las primeras lagunas de oxidación fueron estanques construidos como sistema de almacenamientos para agua para riego. Se depositaba en los excedentes de agua residual utilizada en riegos directos, sin realizar tratamiento.

Mientras mayor era el tiempo de almacenamiento, se notaba que la calidad del agua mejoraba, eliminando los malos olores, la cantidad de sólidos en suspensión y su apariencia, por lo que se comenzó a estudiar la posibilidad de utilizar las lagunas como método de tratamiento de aguas residuales.

Fue a partir de los años 1950 a 1955, que se iniciaron los proyectos pilotos y de laboratorio, examinándose la influencia de diferentes factores, entre ellos la insolación, los vientos, la temperatura, la producción de algas, etc. lo que permitió estudiar más a fondo los diferentes procesos de transformación que ocurren en el lecho de las lagunas.

En América Latina se ubica en primer lugar a Costa Rica quienes realizan construcciones e investigaciones en sistema de lagunas, le siguen en orden cronológico: Panamá, El Salvador, Brasil, Colombia y Ecuador. En el Ecuador (existen aproximadamente 12 lagunas operativas eficientemente) se cuentan con sistemas de lagunaje en las ciudades de Guayaquil, Cuenca, Portoviejo entre las más representativas, y en lugares de menor población como Manta, Milagro y en la provincia del Oro y Los Ríos (Alexander, 2014).

2.2.2. OBJETIVOS DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

El principal objetivo para el tratamiento de las aguas residuales mediante las lagunas de oxidación o estabilización, es la de remover bacterias, parásitos y virus patógenos, obteniendo como base el período de retención, el sistema de lagunaje pueden alcanzar la remoción total de los patógenos, es decir, que su construcción sirve para la protección epidemiológica, en la que se debe disminuir los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales, de igual manera, la protección ecológica, reduciendo la carga orgánica (DBO) en las aguas residuales. Consiguiendo de esta manera que el nivel de oxígeno disuelto (OD) en los cuerpos receptores se vea menos comprometido, esto conlleva a un beneficio para los peces y demás organismos acuáticos (Denys, 2003).

El efluente de las aguas residuales debe ser tratado previo a la descarga al cuerpo receptor, en la que se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Eventualmente estos cursos de agua.
- Serán empleados para el riego agrícola.

- Para preservar el medio acuático.
- Prevalecer los recursos hídricos, para las presentes y futuras generaciones.

Estas son razones suficientes para tratar las aguas servidas antes de su descarga, lo cual preservara el medio ambiente en su entorno.

2.2.3. MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Existen varios de métodos o procesos para la depuración y tratamiento de las aguas servidas domésticas, para establecer cuál es el tratamiento óptimo y conveniente para realizar un proyecto de manera particular hay que considerar varios factores como son los siguientes:

- Terreno o área disponible.
- Manejo del agua del cuerpo receptor.
- Costo de construcción y facilidad de operación y mantenimiento.

El tratamiento de las aguas residuales, es el proceso al que se someten estas aguas para eliminar o mitigar sus componentes dañinos y hacerlo así menos agresivo o peligroso.

2.2.4. DECAIMIENTO BACTERIANO

En las lagunas de oxidación anaerobias como en las facultativas se manifiesta un decaimiento de la concentración de bacterias patógenas, que en la práctica se mide a través del decaimiento de las bacterias Coliformes fecales. Esta es la razón que el decaimiento sea muy baja, y para lograr efluentes de buena calidad microbiológica en las lagunas de oxidación, es que se necesitan períodos de retención muy grandes (de 5 a 30 días o más), esto depende de los condiciones de

calidad de los efluentes, de las características del agua residual, de la radiación solar, de la temperatura, y demás características.

2.2.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DECAIMIENTO BACTERIANO

Los factores que influyen en el decaimiento bacteriano en las lagunas de oxidación son las siguientes:

- DBO y nutrientes
- Radiación Solar
- Valor de pH
- Temperatura del agua
- Sedimentación
- Oxígeno disuelto
- Competencia y predación
- Profundidad de la laguna
- Concentración de algas

• DBO Y NUTRIENTES

Las bacterias demandan formas orgánicas de carbón y nitrógeno, lo que implica que una insuficiencia del sustrato orgánico lograría reducir el número de bacterias, la carga orgánica por sí sola no influye en la remoción de los coliformes, pero si a través de cambios ambientales ligados a ella.

• RADIACIÓN SOLAR

Este factor puede tener un efecto directo o indirecto sobre el decaimiento bacteriano. El efecto indirecto se refiere a que las algas crecerán más rápido con el aumento de la intensidad de la luz, y este aumento de algas es primordial para el decaimiento bacteriano, mientras tanto el efecto directo es la producción de sustancias tóxicas.

- **VALOR DE pH**

Los valores de pH en el sistema de lagunaje se determinan principalmente por la actividad fotosintética del fitoplancton (Conjunto de organismos exclusivamente vegetales formando parte del plancton). Y la degradación de la materia orgánica producto de las bacterias. Las algas absorben anhídrido carbónico durante la fotosíntesis, lo que produce que se desplace el equilibrio de los carbonatos, dando lugar a un aumento del pH. De igual manera la degradación de la materia orgánica conlleva a la formación de dióxido de carbono como producto final, lo que causa una disminución del pH.

Puesto que la fotosíntesis depende de la radiación solar, el pH del sistema de lagunaje presenta variaciones durante el día y durante el año. Por lo que cuanto mayor sea la intensidad luminosa, los valores del pH son más altos. Todos estos cambios son muy destacados en el verano, donde pueden alcanzar valores de pH a 9 o mayores siendo esto crítico en la aceleración en el decaimiento bacteriano, y partiendo de valores de 7 a 7,5 en la noche.

- **TEMPERATURA DEL AGUA**

Este es el factor más definido y conocido, ya que al ascender la temperatura, aumentara el decaimiento bacteriano presumiblemente por el incremento de la actividad metabólica, esto originaria mayor susceptibilidad a las sustancias tóxicas. Una baja de 10°C en la temperatura disminuirá la actividad microbiológica aproximadamente en un 50%. Cuando la temperatura se encuentra por debajo de 17°C no se produce la actividad de fermentación de lodo.

- **SEDIMENTACIÓN**

La sedimentación puede remover los patógenos o por adsorción de partículas sedimentales. Es probable que este factor de sedimentación de bacterias ejerza un papel importante solo si estas son absorbidas en grandes partículas.

- **OXIGENO DISUELTO**

La cantidad de oxígeno disuelto es el mejor indicador sobre el funcionamiento del sistema de lagunaje. La fotosíntesis es la principal fuente de oxígeno disuelto, seguido por la reaeración superficial. El oxígeno disuelto es importante para el decaimiento bacteriano, ya que a altas concentraciones de oxígeno disuelto tienen un efecto positivo sobre la formación de compuestos tóxicos de oxígeno.

- **COMPETENCIA Y PREDACIÓN**

Las bacterias que provienen de las aguas residuales constituyen la cadena alimenticia de las lagunas, de igual manera una gran parte de estos organismos son consumidos por los protozoarios. Ciertos microorganismos, bacterias específicas también destruirán organismos fecales.

- **PROFUNDIDAD DE LAGUNAS**

La profundidad de las lagunas normalmente es de 1.5 m, aunque suelen usarse profundidades entre 1.0 y 2.0 m. Si una laguna no es muy profunda, la luz solar puede llegar hasta el fondo y la fotosíntesis se puede realizar en todo el fondo de la laguna. Mientras menor sea la profundidad de la laguna se incrementara el decaimiento bacteriano debido a los beneficios de la fotosíntesis. Es indudable que para el mismo flujo del efluente y del área, mientras más profunda sea una laguna, esta tendrá un mayor tiempo de retención y por consiguiente habrá más tiempo favorable para la eliminación de bacterias. Se ha demostrado que la mayor tasa de remoción compensa el menor tiempo de retención de las lagunas poco profundas.

- **CONCENTRACIÓN DE ALGAS**

Este efecto es uno de los más importantes para los microorganismos se encuentra establecido por la relación de las algas y de otros factores, principalmente el pH, oxígeno disuelto y

penetración de la luz en el lagunaje. Este proceso durante el día las algas originan biomasa y la concentración total de algas muertas; mientras tanto el aumento del número de algas también produce turbiedad, lo que origina una influencia negativa para la penetración de la luz a través de la columna de agua (Denis, 2003).

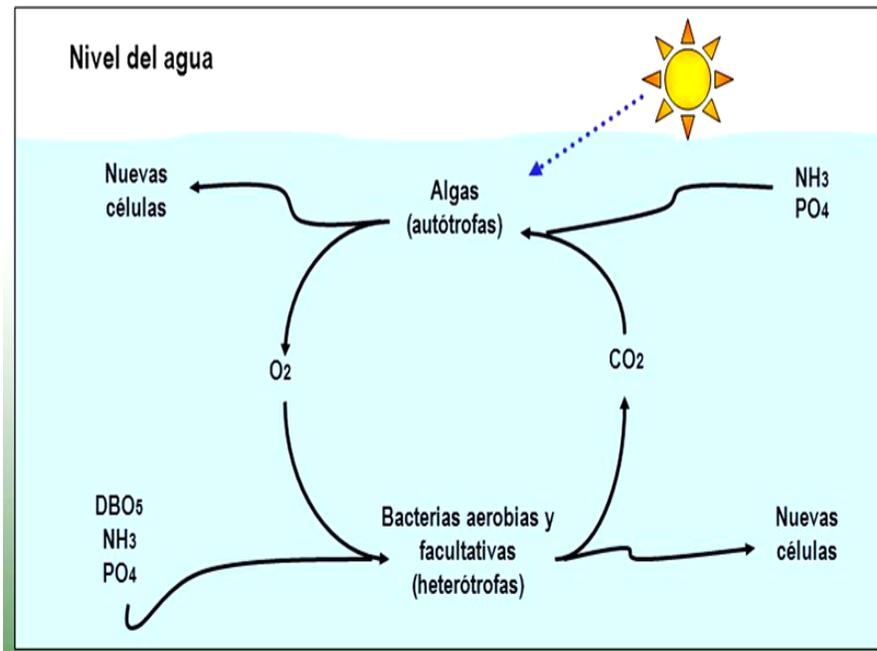


Imagen N° 5: Relación simbiótica entre algas y bacterias (Fuente: Metcalf & Eddy, 1991)

2.3. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El tratamiento es un proceso en la que las aguas servidas o residuales, son sometidas a procesos en los que se debe eliminar los sólidos suspendidos así como las sustancias coloidales, mediante la combinación de varios tratamientos físicos, químicos y/o biológicos. Los líquidos residuales están compuestos por un 99.9% de agua y el 1% constituido de sólidos suspendidos. Los mismos que están disueltos ejerciendo una acción muy significativa en sus efectos.

Estas aguas residuales domésticas por lo general tienen un ligero olor a jabón o aceitoso y es de aspecto turbio. De igual manera se observa materia fecal, masas de cabello, papeles y en a las

estaciones de bombeo se ve flotando botellas plásticas, tablas de madera, juguetes, basura y diversos artículos.

Las aguas residuales o servidas tienen un olor desagradable, a compuestos como ácido sulfhídrico y sulfuroso a temperaturas normales cuando estos líquidos recorren el sistema, el efecto de putrefacción se percibirá a partir de 2 horas y luego del lapso de 6 horas será mucho mayor; la baja temperatura y mientras más diluido sea el líquido, la putrefacción se producirá de una manera más lenta y menos perceptible.

La mayor concentración de compuestos putrescibles de un líquido dependerá de lo siguiente:

- El consumo de agua por individuos
- La cantidad de residuos industriales

Los sólidos suspendidos mediante filtros de amianto se los puede separar y desecar. Siendo estos ricos en materia orgánica.

Los sólidos contenidos en las aguas servidas, se encuentran en solución y suspensión y se encuentran compuestos por materiales orgánicos como inorgánicos.

Los sólidos totales contienen a la vez sólidos en suspensión y disueltos.

Los sólidos disueltos se logran separando una muestra filtrada.

Los sólidos coloides, se encuentran en suspensión finamente divididos que no se sedimentan.

Los sólidos que se quedan luego de la evaporación o filtración se secan, pesan y se queman. Con la pérdida de peso se lo considera como sólidos volátiles los cuales se los clasifica como materia orgánica y el remanente o sólidos fijos se lo consideran como inorgánicos.

2.3.1. COMPONENTES QUE INTERVIENEN EN EL TRATAMIENTO

Cuando se realiza un análisis químico sanitario de las aguas servidas, se encuentra la relación de sólidos y demás parámetros de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 1.-

Parámetros de químicos de aguas servidas.

CONSTITUYENTE	FUERTE	MEDIANO	DÉBIL
Sólidos totales	1000	500	200
Volátiles	700	350	120
Fijos	300	150	80
Sólidos en suspensión	500	300	100
Volátiles	400	250	70
Fijos	100	50	30
Sólidos sedimentales	12	8	4
Demanda Bioquímica de Oxígeno D.B.O.	300	200	100
Oxígeno consumido	150	75	30
Oxígeno disuelto	0	0	0
Nitrógeno total	85	50	25
Nitrito	0.1	0.05	0
Nitratos	0.4	0.2	0.1
Cloruros	175	100	50
Alcalinidad	200	100	50
Grasas	40	20	0

Fuente Estudio para el diseño del sistema sanitario de AA.SS para la Parroquia Puerto Pechiche, ubicado en el cantón Pueblo Viejo de la Provincia de Los Ríos.

2.4. PROCESO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Se refiere al proceso Aerobio y Anaerobio:

2.4.1. PROCESO DEL SISTEMA AEROBIO

El proceso aerobio se define por la descomposición de la materia orgánica esta se desarrolla en una masa de agua que contiene oxígeno disuelto, en este proceso intervienen bacterias aeróbicas y facultativas, y estas producen compuestos inorgánicos, sirviendo de nutrientes a las algas, siendo estas las que originan oxígeno, que aporta al trabajo de las bacterias aeróbicas y facultativas. Durante el proceso aerobio se encuentra una simbiosis entre las bacterias y algas, en el que se facilita la estabilización aeróbica de la materia orgánica. Mediante estos procesos bioquímicos más la presencia del oxígeno disuelto, las bacterias obtienen el desdoblamiento aerobio de la materia orgánica. El oxígeno consumido es parte del DBO (demanda bioquímica de oxígeno). Las algas no ejercen DBO.

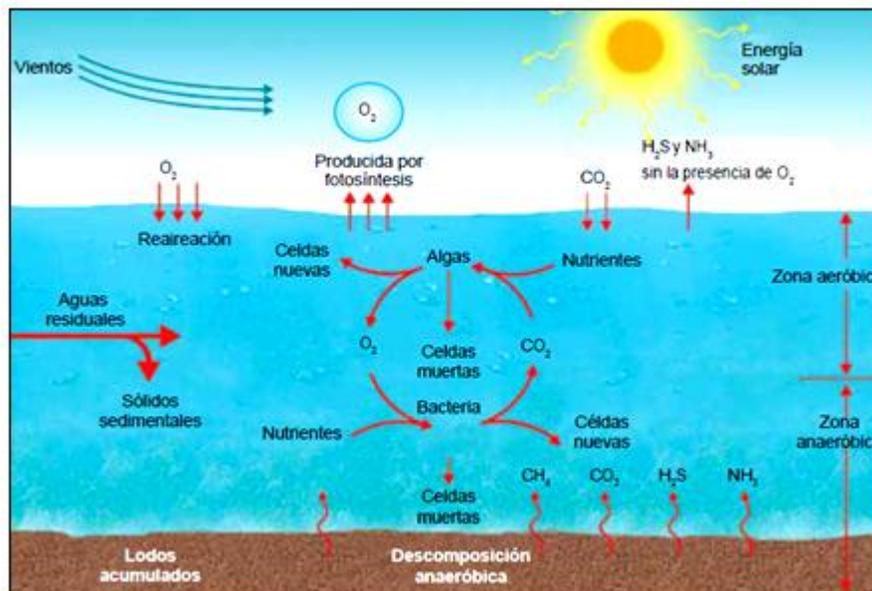


Imagen N° 6: Interacción de las bacterias y algas en zonas aeróbicas. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos106/reuso-aguas-residuales-colegio-inmaculada-lima-peru/image002.png>

2.4.2. PROCESO DEL SISTEMA ANAEROBIO

El proceso anaerobio es más lento, y estas pueden causar malos olores. Los estados anaerobios, se forman cuando el uso de oxígeno disuelto es mayor que la inclusión de este a la masa de agua mediante la fotosíntesis de las algas y el oxígeno disuelto, y las lagunas se vuelven de un color gris oscuro. La segmentación de la materia orgánica ocurre de una manera más lenta y se originan malos olores debido a la elaboración de sulfuro de hidrogeno. (Denis, 2003).

2.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Las lagunas se las puede clasificar de la siguiente manera:

- Lagunas Aeróbicas
- Lagunas Anaeróbicas
- Lagunas Facultativas
- Lagunas de Maduración

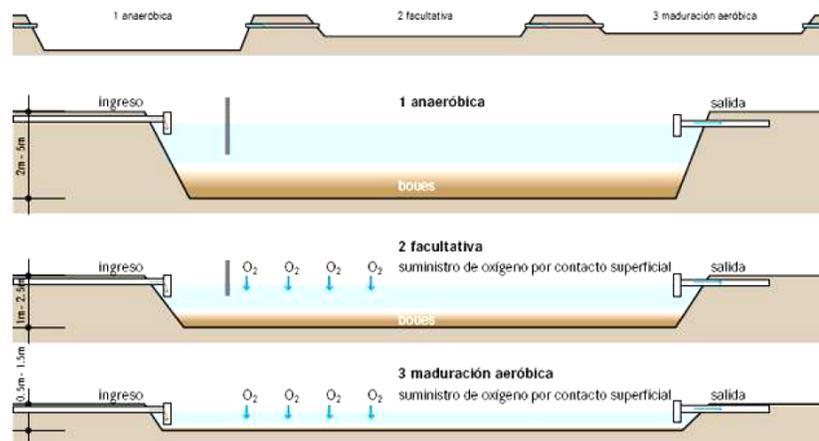


Imagen N° 7: Tipos de lagunas de oxidación. Recuperado de <http://www.iagua.es/sites/default/files/images/medium/lagunaje.png>.

2.5.1. LAGUNAS AERÓBICAS

Estas lagunas reciben las aguas residuales que han sido sometidas a un tratamiento y que contienen relativamente pocos sólidos en suspensión. En estas lagunas se produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas.

Estas lagunas son poco profundas de 1,0 a 1.5 mts, de profundidad y suelen tener tiempo de residencia elevada, 20 – 30 días. Estas lagunas aerobias se clasifican, según el procedimiento de aireación sea este natural o mecánico, en lagunas aerobias y lagunas aireadas.

- Lagunas aerobias: el procedimiento de aireación es natural, estando el oxígeno provisto por intercambio a través de la interface aire-agua y principalmente por la actividad fotosintética de las algas.
- Lagunas aireadas: en ellas la cantidad de oxígeno es provista por medios mecánicos.

2.5.2. LAGUNAS ANAERÓBIAS

Este tipo de tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaeróbicas. Como resultado de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual, el contenido de oxígeno disuelto se conserva muy bajo o nulo durante todo el año.

El objetivo a conseguir es de retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica. La particularidad o ventaja de esta clase de tratamiento, es que puedan procesar altos niveles de carga orgánica, a diferencia de las aeróbicas, su principal desventaja, es que son susceptibles de generar malos olores.

La estabilización en estas lagunas, tiene lugar mediante las etapas siguientes:

- **Hidrólisis:** Los compuestos orgánicos complejos e insolubles se descomponen en otros compuestos más simples y solubles en el agua.
- **Formación de ácidos:** los compuestos orgánicos simples formados en la etapa anterior son usados por las bacterias productoras de ácidos, originándose su conversión en ácidos orgánicos volátiles.
- **Formación de metano:** luego de que se hayan formado los ácidos orgánicos, una nueva categoría de bacterias actúa y los emplea para convertirlos posteriormente en metano y dióxido de carbono.

La lagunas anaerobias suelen tener profundidad entre 3,0 y 5,0 mts, el parámetro más utilizado para el diseño de lagunas anaerobias es la carga volumétrica que por su alto valor lleva a que sean habituales tiempos de retención con valores comprendidos entre 3 – 7 días.



Lagunas Anaerobias

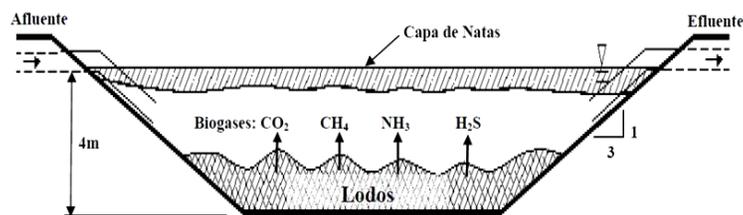


Imagen N° 8: Proceso del sistema anaeróbico. Recuperado de http://images.slideplayer.es/2/1031049/slides/slide_13.jpg

2.5.3. LAGUNAS FACULTATIVAS

Este tipo de lagunas son las más comunes a usarse por el tratamiento de aguas residuales de pequeñas y medianas poblaciones. Son de bajo costo de construcción y operación. Las lagunas facultativas usualmente requieren profundidades de 1,0 a 2,0 mts, con tiempos de retención hidráulica de 10 hasta 30 días.

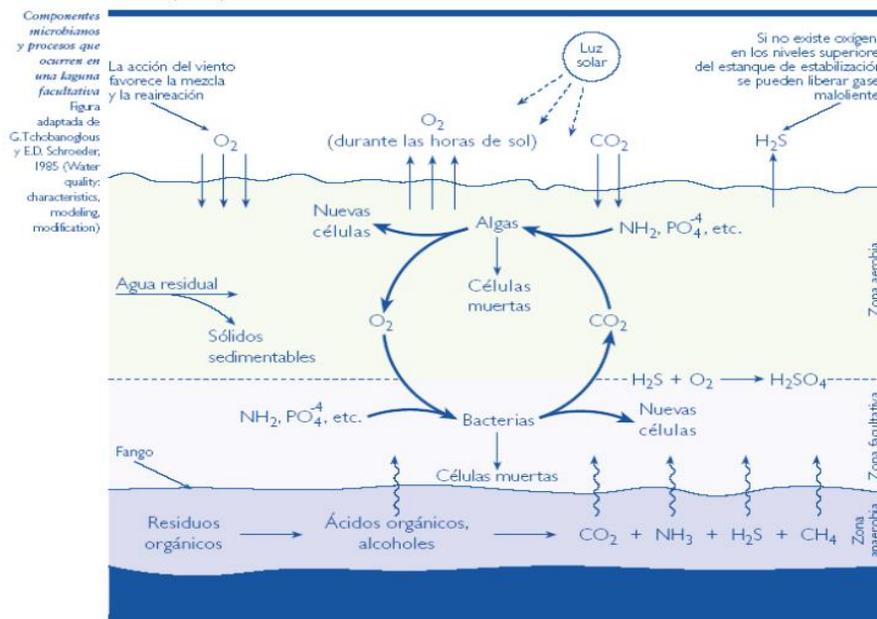


Imagen N° 9: Ecosistema de laguna facultativa
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432014000300010

La principal característica de este sistema de lagunas, para lo cual se la denomina facultativo, es la presencia simultánea de los dos metabolitos de tratamiento: aerobio y anaerobio, desarrollándose los procesos que a continuación se detallan: un proceso aerobio en las capas cercanas a la superficie y que tienen influencia directa del viento y de la luz, un proceso anaerobio en las capas más profundas de la laguna, que contienen los sólidos sedimentados, y una facultativa, cuyos procesos se desarrollarán de acuerdo a la hora del día en que se encuentre.

En la zona intermedia que es parcialmente aerobia y anaerobia, la descomposición la llevan a cabo las bacterias facultativas. Los sólidos de mayor tamaño se sedimentan para lograr un manto de lodo anaerobio.

Los materiales orgánicos y coloidales se oxidan por la acción de las bacterias aerobias y facultativas, empleando el oxígeno generado por las algas presentes en la primera fase de la laguna, la fuente de dióxido de carbono producida por las bacterias es empleada por las algas como fuente de carbono, en las capas inferiores se producen gases como CO_2 , H_2S y CH_4 , que bien oxidados por las bacterias aerobias, o son liberados a la atmósfera.

2.5.4. LAGUNAS DE MADURACIÓN

Las lagunas de maduración, llamadas también terciarias o de pulimento son aquellas que operan con un afluente de DBO estabilizado casi en su totalidad, y su característica principal es mejorar las características biológicas, fisicoquímicas y eutróficas del agua residual, aparecen casi siempre en la última fase del tratamiento por lagunaje, y los efluentes que salen de la misma, son considerados aptos para descargar a entornos hídricos o ser usada en agua de riego.

Los procesos que se desarrollan son aeróbicos, en profundidades cercanas a 1,0 metro. Dado los niveles altos de oxígeno disuelto y pH, y disponibilidad de luz solar en toda la columna de agua, son utilizadas también para la remoción de nutrientes como fósforo y el nitrógeno, así como microorganismos patógenos.

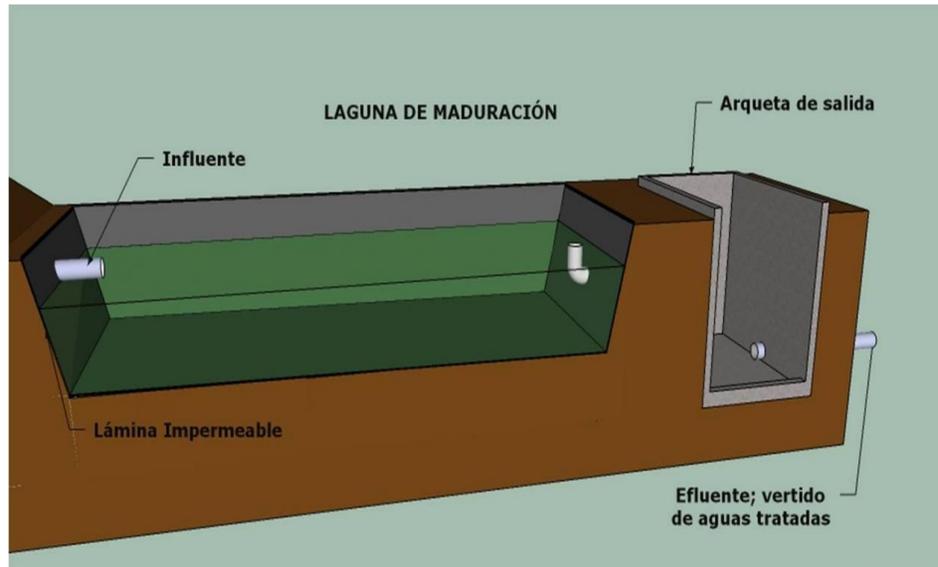


Imagen N° 10: Esquema de laguna maduración. Recuperado de https://www.google.com/search?biw=1366&bih=661&tbn=isch&sa=1&btnG=Buscar&q=laguna+maduracion#imgsrc=exURLto0jtg_bM%3A

CAPÍTULO III

3. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El Cantón Nobol se encuentra ubicado al Norte de la Ciudad de Guayaquil, entre un ramal de la cordillera de Congo y la Ribera del río Daule; se encuentra limitada Al Norte con el Cantón Daule, al Sur con Guayaquil, al Este con Daule y Guayaquil y al Oeste con los Cantones Isidro Ayora y Lomas de Sargentillo. Tiene una superficie de 137.15 km².



Imagen N° 11: Mapa del cantón Nobol (Gobierno Autónomo del Cantón Nobol).

3.1.1. ANTECEDENTES

Los límites urbanos de la ciudad de Narcisa de Jesús, del cantón Nobol (Vicente Piedrahita) fueron tomados de la Ordenanza de Delimitación Urbana fijada por el Concejo, el 14 de Junio de 1993.

Al Norte el sector Los Canales incluso hasta salir a la Vía Daule intersección Carretera a Manabí hasta el Bypass; Al Este límite natural con el rio Daule hasta la desembocadura del Estero Bijagual; Al Sur desde la desembocadura del Estero Bijagual aguas abajo hasta el Puente Bijagual tomando la vía a Guayaquil hasta empatar con el Bypass que conduce a la Provincia de Manabí. Al Oeste desde el Bypass hasta el Puente No. 2 sobre el Estero Bijagual, que incluye la lotización San Gregorio, y desde este Puente siguiendo hacia arriba, hasta empatar con el carretero que conduce a Manabí, ubicado al Norte de la Ciudad.

El cantón Nobol antes fue parroquia rural del Cantón Daule. Su cantonización se efectuó el 7 de agosto de 1992. En el cantón Nobol nació la Santa Narcisa de Jesús Martillo Morán. Su beatificación se la realizó en la ciudad de Roma, un 25 de Octubre de 1992, por el Papa Juan Pablo II. Su cabecera cantonal es Narcisa de Jesús con su parroquia urbana del mismo nombre. Llegó la tan anhelada fecha de la Canonización de Narcisa de Jesús, la misma se realizó con toda solemnidad el 12 de octubre del 2008, en la Basílica de San Pedro en Roma.

Este acontecimiento conmovió la atención de todos los ecuatorianos, y de manera especial a los habitantes del Cantón Nobol. Miles de creyentes viajaron desde Ecuador y desde diferentes países donde residen, para estar presentes en este momento especialísimo, y en una apoteósica demostración de fe.

Los habitantes de Nobol, remontan su origen a partir de 1850 donde ocuparon posesión de estas tierras las mismas que eran baldías en ese entonces. Posteriormente después de realizar intensas gestiones, fue cuando un 28 de abril de 1901, el honorable Concejo Dauleño, luego de que haya aprobado en decisión, por decreto municipal, eleva a categoría de parroquias del recinto Nobol,

con el nombre de Vicente Piedrahita, en homenaje al eminente, sabio e ilustre ciudadano, Dr. José Vicente Piedrahita. El gobierno central de aquel entonces aprobó el decreto municipal del cantón Daule de la cual se creó la parroquia Vicente Piedrahita un 6 de julio de 1901.

Nobol permaneció como parroquia del cantón Daule por espacio de 91 años. Por lo que un grupo de ciudadanos el 4 de diciembre de 1990, debido a la falta de atención del Concejo de Daule y por el deseo de superación decidió crear el comité pro cantonización, el mismo que tras dos años de intensas gestiones ante el Congreso Nacional consiguió que este organismo el 21 de julio de 1992 apruebe en segunda y definitiva instancia la creación del cantón Nobol, estableciendo como cabecera cantonal la ciudad Narcisa de Jesús y como jurisdicción política administrativa lo que hasta entonces era la parroquia Piedrahita y disponiendo que el Tribunal Supremo, convoque a elecciones para dirigir a los dignatarios del primer cabildo.

La Ciudad Narcisa de Jesús, con fecha 7 de Agosto de 1992 fue erigida Cantón de la Provincia del Guayas, tal como se aprecia en el Registro Oficial # 173, durante la Presidencia del Dr. Rodrigo Borja Cevallos (Cantón Nobol, 2016).

La cuenca que ocupa la ciudad de Narcisa de Jesús (Nobol), se localiza al norte de Guayaquil, aproximadamente en el Km. 35 vía a Daule, entre las ramificaciones de la cordillera Chongón y la vía señalada. El área es plana, de suaves pendientes de norte a sur y de occidente a oriente, la altura promedio es 8,0 metros sobre el nivel del mar y alcanza aproximadamente 200 hectáreas en general.

La Ciudad Narcisa de Jesús, se localiza al inicio de la planicie costera, sobre depósitos del Cuaternario correspondiente a la Formación Pichilingue constituida por sedimentos aluviales y marinos. Esta estructura se presenta en tres capas netamente establecidas, muchas veces en formas alternadas y son: areniscas finas y limosas con elevada composición volcánica; arena de grano medio sueltas lentes longitudinales, paralelos a los ríos, productos de la deposición de los finos en los periodos de inundaciones. Los materiales son permeables, y las areniscas se presentan muy cementadas.

La ciudad Narcisa de Jesús se encuentra asentada sobre una terraza sedimentaria, formada por la deposición de sedimentos del Río Daule. Para la localidad se determina, que existen dos formaciones geológicas en el área comprendida por la Hoja Topográfica escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar que son:

- Depósitos Sedimentarios de edad geológica Cuaternaria, comprendidos, principalmente, por arcillas marinas y depósitos estuarios de la Cuenca Geológica denominada Progreso. Sobre estos depósitos se encuentra situada la ciudad Narcisa de Jesús.
- La formación Piñón de edad geológica Jurásica, comprendida, principalmente por basaltos y rocas de origen volcánico.

Las características socio – económicas más relevantes que se pueden señalar de la ciudad de Narcisa de Jesús son las siguientes:

La población del área urbana de Nobol, de acuerdo a su actividad como demuestra el siguiente cuadro:

Tabla N° 2.-

Número de habitantes en la cabecera cantonal.

CATEGORÍA	CABECERA CANTONAL	
	Hab.	%
A. Activa	2925	46,01
B. Inactiva	2169	34,12
C. No Declarados	1263	19,87
TOTAL	6357	100,00

Fuente: Autor

Narcisa de Jesús presenta una deficiente infraestructura urbana, con pocas calles pavimentadas, lastradas o adoquinadas, así como pocas aceras en la parte central de la población y en el área

consolidad; además, no dispone de los sistemas públicos eficientes.

La ciudad Narcisca de Jesús, no cuenta con la infraestructura de un adecuado tratamiento de desechos sólidos, aguas lluvias (Nobol - Cantones de la Provincia del Guayas - Prefectura del Guayas, 2016).

3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA - COORDENADAS

El Recinto Bijagual, pertenece al cantón Nobol, provincia del Guayas; y este se encuentra asentada a 8 metros sobre el nivel del mar; Longitud Oeste $80^{\circ}04'50''$ y Latitud Sur $01^{\circ}52'38''$ según el Instituto Geográfico Militar.

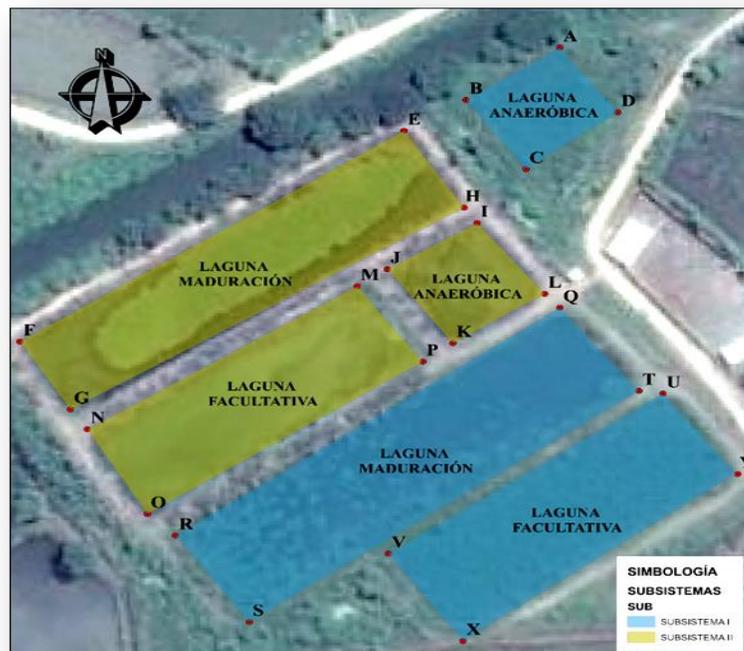


Imagen N° 12: Disposición de las lagunas de oxidación (Autor).

3.1.3. CRECIMIENTO POBLACIONAL

Según el Censo realizado por el INEC en el año 2010, el cantón Nobol presenta una población total de 19 600 habitantes en las áreas urbana y rural., y en el año 2001, 14753 habitantes con una tasa de crecimiento poblacional del 3,16 %. En el área rural la población es de 11 344 habitantes, de los cuales 5 751 son hombres y 5 593 son mujeres; en cuanto al área urbana la población es de 8256 habitantes, de los cuales 4 105 son hombres y 4 152 son mujeres (Sistema Nacional de Información, 2016).

Existen altas concentraciones poblacionales en la parroquia del cantón Nobol, excepto en la parte sur baja del cantón, el cual tiene su mayor extensión en superficie cubierta en su mayoría por bosques naturales; la concentración alta viene reflejada principalmente (aunque no en todos los casos) en aquellas poblaciones que gozan de una mejor calidad en los servicios básicos, así: Al norte del cantón es la zona en la cual la población rural se encuentra mayormente distribuida en las comunidades de: Los Kioskos, La Garza, Escobería, Bijagual, Los Ciruelos. Al sureste están los poblados de San José y El Empedrado. Un poco más al norte existe una concentración de población en los poblados de La Unión y Los Playones. En general, la mayoría de la población se concentra en zonas donde existe disponibilidad de servicios básicos, infraestructura de educación e infraestructura de salud, además cercana o con buena accesibilidad a superficies con vocación agrícola y pecuaria de tal manera que el recurso suelo sea una fuente de ingresos económicos para el hogar (Sistema Nacional de Información, 2016).

3.1.4. SERVICIOS PÚBLICOS

3.1.4.1. ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES

En lo que se refiere a infraestructura educativa, la ciudad Narcisca de Jesús cuenta con establecimientos educativos, información proporcionada por los rectores de las instituciones; para la zona urbana es el siguiente: Educación Primaria: cuatro (4) escuelas fiscales, dos (2)

particulares. El número aproximado de alumnos matriculados para el periodo lectivo 2015 – 2016.

TABLA N° 3

Número de estudiantes por establecimiento con su respectiva categoría.

ESTABLECIMIENTO	CATEGORÍA	No. DE ESTUDIANTES
Corina Parral de Velasco Ibarra	Fiscal	1180
Adriana Fuentes	Fiscal	1017
Héroes del Cenepa	Fiscal	410
Emperatriz Morán de Guerrero	Fiscal	250
6 de Julio	Particular	100
Narcisa de Jesús	Particular	200
TOTAL		3157

Fuente: (Autor)

En lo que se refiere a entidades de enseñanza secundaria, el cantón Nobol cuenta: con el colegio particular matutino, “Narcisa de Jesús” con 1500 alumnos en total, de los cuales aproximadamente solo 300 son de la localidad; además el colegio fiscal “Vicente de Piedrahita” que es vespertino, cuenta con 350 alumnos; también se encuentra la Academia Artesanal 6 de Julio que cuenta con aproximadamente 140 estudiantes, el colegio Corina Parral de Velasco Ibarra , el colegio Adriana Fuentes Por lo tanto existen 1990 alumnos en total. En la comuna Petrillo se encuentra el Colegio Petrillo.

Según la información del VI Censo de Población de 2010, la tasa de Analfabetismo en el Cantón esta entre el 9.6% y el 13.5%.

3.1.4.2. CENTRO DE SALUD

El Centro de Salud cuenta con tres médicos y una rural medico en total 4, además cuenta con 4 enfermeras, siendo 2 auxiliares de enfermería y 2 rurales, cuenta con 2 obstétrices, en esta unidad hay un laboratorio que toma muestras dos veces por semana y estas son llevadas a la

ciudad de Guayaquil. Casos de operaciones especializadas o complicaciones por una falta de atención oportuna son llevados a las ciudades de Guayaquil o Daule, para un mejor tratamiento en los hospitales generales.

Las enfermedades más frecuentes atendidas en esta unidad médica constantemente son infecciones intestinales, diarreas, infecciones respiratorias, especialmente en niños hasta los cuatro años. Además se atienden casos de enfermedades dermatológicas, paludismo y dengue.

La Ciudad de Narcisca de Jesús, es servida al nivel privado únicamente por 10 Consultorios Médicos Particulares, que atienden casos de medicina general y odontología (Sub centro de salud Nobol, 2016).

3.1.4.3. TRANSPORTE Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

En lo que concierne al transporte que sirve a la ciudad Narcisca de Jesús se debe señalar que hasta la actualidad existe una cooperativa de transporte que presta sus servicios desde la ciudad Narcisca de Jesús al Cantón, sin embargo por ser Narcisca de Jesús una ciudad ubicada en La vía Guayaquil – El Empalme, el servicio de transporte lo proporcionan diferentes cooperativas que dan servicio a los cantones cercanos como: Daule, Lomas de Sargentillo, Pedro Carbo, Santa Lucia, Palestina, Colimes, Balzar y El Empalme. De la información recabada se puede establecer que por la ciudad de Narcisca de Jesús, transitan diez cooperativas de transporte de pasajeros, con un promedio aproximado de doce unidades cada una.

El tráfico vehicular de la vía principal, está compuesto por transporte pesado de pasajeros y transporte de carga pesada. La movilización hacia los recintos cercanos es mediante camionetas, tricimotos siendo estos de mucha ayuda para los moradores, especialmente en la movilización de los diferentes productos de la zona.

3.1.4.4. MERCADO MUNICIPAL

El mercado está en manos directamente del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Nobol, al momento, cuenta con puestos en los cuales se expenden diferentes productos, incluyendo abastos. En la actualidad su capacidad abastece para la comunidad en general, en el que se comercializan toda clase de productos. La carne es expendida en tercenas, las que no cuentan de las principales condiciones de higiene para guardarlas y/o preservarlas.



Imagen N° 13: Mercado municipal del cantón Nobol. (Autor).

3.1.4.5. GASTRONOMÍA

Una de la característica principal de la ciudad Narcisca de Jesús, es su gastronomía, muy apetecidas por los turistas que visitan esta ciudad; entre los platos típicos de esta zona tenemos: el maduro con queso, considerado el plato tradicional de este cantón debido a la particularidad de sus ingredientes, como lo es el plátano maduro y queso hecho con cuajo fresco.

En la Av. Río Amazonas que es la arteria principal esta ciudad, se puede encontrar gran cantidad de restaurantes con diversos platos típicos que son tradición como lo son las torrijas de choclo, tortillas de maíz, humitas, tortillas de camarón, de carne y pollo, y en algunos restaurantes el puzungo.

En lo que se refiere a platos fuertes es común degustar el famoso seco de pato, seco de gallina, fritada, y el tradicional caldo de salchicha (Autor, 2016).

3.1.4.6. RELIGIÓN

Los habitantes de este hermoso cantón son eminentemente católicos, por ser el lugar de nacimiento de nuestra Santa Narcisa de Jesús Martillo Moran, quien fue beatificada un 25 de Octubre de 1992 por el Papa Juan Pablo II, en Roma el Vaticano.

A nuestra Santa Narcisa de Jesús se le han atribuido muchos milagros de sanación como el de cáncer del devoto Juan Bautista Pesantes Peñaranda, en el año de 1967, por lo que Juan Pablo II señaló: Narcisa de Jesús Martillo Morán es presentada hoy por la iglesia como un modelo de virtud, principalmente a tantas mujeres de nuestro país y Latinoamérica, que como ella tuvo que emigrar del campo a la ciudad en busca de una mejor vida.

El 12 de Octubre de 2008 el Papa Benedicto la canonizó en el Vaticano, este acontecimiento fue emotivo para los habitantes del Cantón Nobol, sus habitantes vivieron desde esa fecha.

El Cantón Nobol celebra su fiesta de santificación de su Santa Narcisa de Jesús Martillo Moran y su santuario ubicado a un costado del río Daule. Las actividades inician con el pregón de inauguración, novenas, misas en el santuario y en la hacienda San José lugar donde nació, y la tradicional quema de castillo el 25 de Octubre.

La cantonización del Cantón Nobol se celebra el 7 de Agosto y el 8 de Diciembre sus fiestas patronales (Santuario Narcisa de Jesús, Nobol 2016).

3.1.5. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS

TABLA N° 4

VARIABLES atmosféricas de la zona del proyecto.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Precipitación	700 mm a 1100 mm
Temperatura	24°C a 27°C
Humedad	140 a 150 días

Fuente: SIN, 2026, recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/documentoFinal/0960006180001_PDYOT%20NOBOL_15-03-2015_17-44-51.pdf

TABLA N° 5

Tipo de clima en el cantón Nobol y demás variables atmosféricas.

ESTACIÓN	T °C	C	r (cm)	R	Clima	Clasificación
NOBOL	26	0	70.62	2.7	SABANA	AW

Fuente: SIN, 2026, recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/documentoFinal/0960006180001_PDYOT%20NOBOL_15-03-2015_17-44-51.pdf

La información meteorológica es facilitada para la ciudad de Narcisa de Jesús, por la estación de la Toma (INAMHI), a través de los Anuarios Meteorológicos, ha aportado información de los diferentes parámetros.

Se ha escogido esta estación climatológica, como básica, por la cercanía a la ciudad Narcisa de

Jesús y se considera que cubre la zona de estudio y sectores aledaños, la cual ha proporcionado los datos necesarios.

Se registra la concentración de las lluvias en los primeros meses del año, con su apareamiento en el mes de Diciembre como inicio del ciclo Hidrológico. Los valores anuales de precipitación que indican 13 años por debajo de la media y solo 6 por arriba de este nivel.

El cálculo de los valores extremos realizado, revela que la precipitación que se produjo en el año de 1983, tiene una recurrencia mayor a 50 años. Los años de 1979, 1985 y de 1995 son de extrema sequía con valores de 366,5; 195.0 y 311.5 milímetros. La media observada es de 706.2 mm.

Los vientos son de baja magnitud y viene de SW, cuya frecuencia impera casi todo el año, el valor máximo puntual no alcanza los 6 m/s; el periodo más ventoso es de Julio a Octubre. 2.0 m/s es el valor medio anual.

La evaporación anual es de 1158 milímetros, siendo el mes de Septiembre el de mayor evaporación, con 155.3 milímetros y el menor es Febrero con 105 milímetros.

Este exceso de precipitación y sus resultados sobre la producción se lo atribuyo a los efectos del “NIÑO” que es la corriente cálida marina que de manera periódica se presenta en el Ecuador, con intensidad variable, sin conocer hasta la fecha las causas que la originan.

En la región la parte occidental de la ciudad, sufrió de inundaciones, pues el rio Paco y hasta el estero Bijagual, se salieron de curso. (Prefectura del Guayas, 2016).

3.1.5.1. HIDROGRAFÍA

El sistema fluvial que constituye al Cantón Nobol, está conformado por la sub cuenca hidrográfica del río Daule, el mismo que cubre una superficie de 3,0 Km² aproximadamente; de

igual manera se encuentra el río Magro, con una superficie de 0.3 Km²; el río y Estero Bijagual con un área de 5,0 Km²; y el estero Petrillo con una área de 2 Km² aproximadamente y todos estos dentro del cantón.

3.1.5.2. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE PRECIPITACIÓN

En el siguiente cuadro, contiene la distribución temporal de precipitación, cifras que permiten analizar la precipitación mensual.

3.1.5.3. VALORES EXTREMOS, RECURRENCIAS PROBABLES

Basándose en los datos recopilados de lluvias máximas en 24 horas, se ha procedido a ajustarlos a una distribución Gumbel, para los diferentes periodos de retorno Tr, de 5,10, 25, 50, 100 y 200 años.

TABLA N° 6

Tiempo de retorno para la zona del proyecto.

TRES (años)	PRECIPITACIÓN (mm/h)
3	70
5	83
10	101
25	122
50	138
100	154

Fuente: INAHMI

3.1.5.4. SUBCUENCA DEL RIO DAULE

El río Daule, constituye el sistema hidrográfico, de mayor importancia de la zona.

La Comisión de Estudio para el Desarrollo de la cuenca del río guayas, (CEDEGE), construyo la presa Daule Peripa, aguas abajo de la confluencia de los ríos Daule y Peripa, a pocos kilómetros de Pichincha, inicio las operaciones en el año de 1989.

Su capacidad es de 6000 hectómetros cúbicos y su propósito es múltiple, entre las que se destaca el control de las inundaciones, genera energía con una capacidad de 130 Megavatios, suministra la dotación del agua cruda para la ciudad de Guayaquil llegando a la Planta la Toma de Interagua en la localidad de Puente Lucia; además aporta para el riego de la Península de Santa Elena mediante el trasvase de sus aguas al reservorio de Chongón como primera etapa, y en la actualidad con la presa San Vicente.

A parte del río Daule se ha contemplado el estero Bijagual, el cual es una derivación del drenaje de las aguas del río Nato. El estero Bijagual desagua al Daule en la parte Sur de la ciudad de Narcisa de Jesús. (Prefectura del Guayas).



Imagen N° 14: Vista del río Daule, malecón de la ciudad Narcisa de Jesús (Autor).

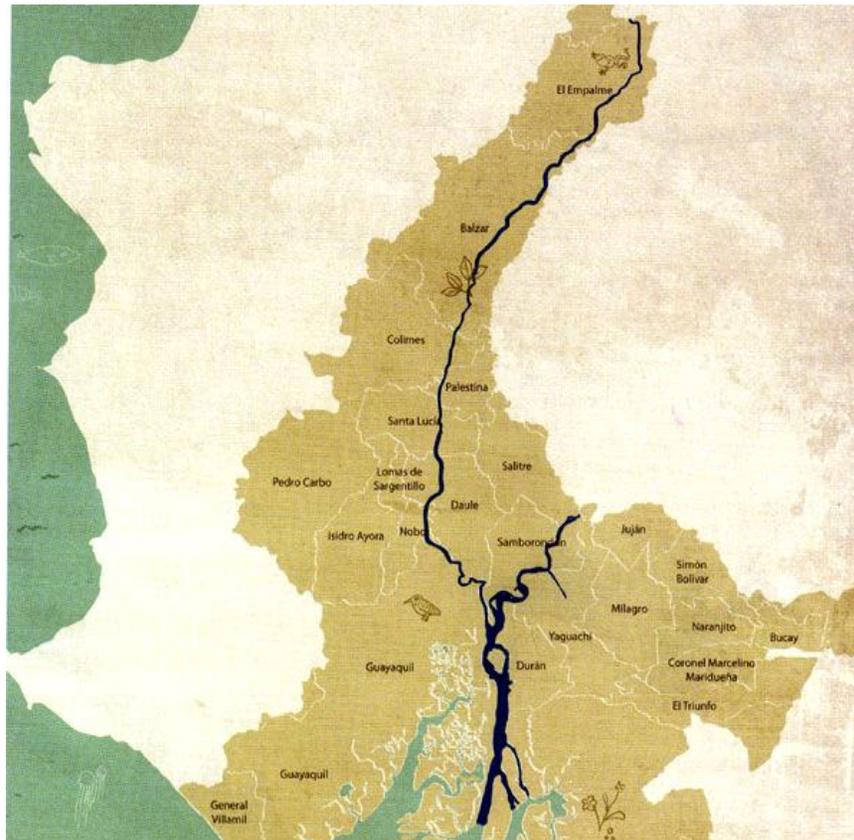


Imagen N° 15: Recorrido del río guayas. Recuperado de <http://www.eluniverso.com/vida-estilo/2014/05/26/nota/3019816/rio-guayas-emblema-que-lucha-contra-corriente>.

3.1.6. CALIDAD DEL AIRE

Por simple inspección directa de campo, se realizó un registro de los posibles puntos contaminantes de emanación de gases o polvo, sean estos móviles o fijos en toda el área de Influencia; estableciendo lo siguiente: En la ciudad de Narcisa, así como en los lugares de descarga, no se identifica ninguna fuente fija de contaminación que emita a la atmosfera gases y partículas de polvo debido esencialmente a la ausencia de industrias y fábricas.

Como fuentes móviles de contaminación se pudo identificar a los vehículos que circulan por la

ciudad. Estos adicionan a la atmosfera gases provenientes de la combustión interna de los motores y partículas de polvo que se levanta de las calles, especialmente de las que son lastradas. Como conclusión, se indica que la calidad del aire en la ciudad de Narcisca de Jesús es relativamente pura, con presencia de gases en forma esporádica provenientes de los automotores, y presencia de malos olores también en forma esporádica y puntual. Se pueden presentar irritaciones leves en ojos y garganta debido al polvo en calles lastradas (Prefectura del Guayas).

3.1.7. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, USO DEL SUELO

El proyecto se sitúa cerca del extremo oriental del flanco septentrional de la cordillera Chongón – Colonche, en el margen derecho de la cuenca baja del rio Daule que drena en términos generales hacia el Sur.

Desde el núcleo de la cordillera Chongón – Colonche y hacia el Este, se encuentra un relieve de mesas, con alturas de 200 metros, formado por rocas sedimentarias terciarias. El borde oriental de este relieve de mesas lo compone un paquete sedimentario pliocenico (formación Balzar) en cuyo pie, y siempre hacia el Este, se desarrolla la llanura aluvial del rio Daule. En esta llanura, y hacia el Norte de la zona de estudios, se encuentran los sedimentos aterrizados fluviales pleistocénicos de la formación Pichilingue, hacia el Sur, las colinas del complejo ígneo jurásico-cretácico de la formación Piñón.

3.1.7.1. ESTRATIGRAFÍA

- **FORMACIÓN PIÑÓN (JURASICO-CRETÁCICO)**

La formación Piñón se basa en rocas ígneas, especialmente diabasas intrusionadas por granodioritas. Las rocas, en estado fresco, son densas con deformabilidad frágil, son de alta resistencia, de baja porosidad, masivas, con fracturación decimétrica a métrica. Contiene sulfuros polimetálicos, especialmente de hierro. La formación Piñón está calificada como el basamento

rocoso de la Costa.

Las diabasas son rocas de grano fino a muy fino, verdes (blancuzco a grisáceo), con abundantes ferromagnesianos. Predominan sobre las granodioritas en: La Estación de Peaje La Toma, Chivería, San José, Cerro sin Cabeza.

- **ALUVIALES RECIENTES**

Se denominan así, a los sedimentos aluviales que cubren las depresiones de las formaciones anteriores. Se trata de sedimentos finos a muy finos (arenas muy finas, limos y principalmente arcillas) orgánicos, generalmente depositados durante las inundaciones.

Los materiales muy finos son plásticos, con fuertes evidencias de expansibilidad, de baja consistencia, poco densos, de tonalidades amarillentas claras y gris oscuras (según el contenido orgánico).

3.1.7.2. PERFILES DE METEORIZACIÓN

Las profundidades de meteorización son variables. Existe aparentemente alguna correlación entre las texturas originales de los suelos, la profundidad de meteorización y de espesor de la capa vegetal.

La formación Piñón muestra un suelo residual decimétrico, con el horizonte “C” de espesores métricos. La cobertura de bosque seco tropical en las colinas altas ha permitido el desarrollo de un suelo de espesores decimétricos.

Las areniscas limosas de la formación Balzar muestran suelos orgánicos del orden de 30 centímetros. El espesor de la capa meteorizada es de varios metros.

Las areniscas friables de la formación Pichilingue muestran escaso desarrollo de suelo orgánico, menor que 30 centímetros. El espesor de la capa meteorizada es del orden de 1.5 metros.

Las tobas y cenizas de la formación Pichilingue muestran suelos orgánicos del orden de 50 centímetros. Los indicadores de meteorización se notan hasta los 2 metros de profundidad.

Los aluviales recientes muestran fuertes acumulaciones orgánicas en las zonas planas y también en las ligeramente onduladas (Prefectura del Guayas).

3.2. HIDROGEOLOGÍA

El nivel freático, en la llanura, es superficial a pesar de la profundidad en que se localiza con respecto a la superficie del terreno. Es más profundo en los terrenos levemente ondulados del Norte de la ciudad Narcisca de Jesús, en la que ha sido encontrado, en épocas de estiaje, a profundidades del orden de 5 metros. En los alrededores de la ciudad se encuentra la capa freática a menos de 4 metros de profundidad.

Las areniscas friables son buenos acuíferos. Las areniscas de la formación Balzar, por su alto contenido de finos, no pueden ser consideradas como reservorios adecuados para la explotación sostenible de agua subterránea.

En los sectores muy bajos de la cuenca, sometidos a la influencia de la marea, el contenido de sulfatos, cloruros y dureza es ligeramente más alto que en las partes altas. El contenido de hierro y alcalinidad no representa obstáculo para la utilización del agua para el consumo humano.

Hacia el occidente de la Comuna Petrillo del Cantón Nobol, al pie de las colinas de la formación Piñón, se ha observado manifestaciones artesianas.

El contenido de sales solubles es relativamente alto, y es independiente del origen y de la textura del suelo, a pesar de que se nota una ligera tendencia a una mayor concentración al incrementarse el contenido de finos.

La concentración de sales puede tener varias causas:

- Salinación de los suelos por carencia de drenaje, incluyendo: estancamiento del agua freática, la evaporación capilar y la consecuente concentración de evaporistas en los niveles superiores de la oscilación de la capa freática.
- Disolución de las sales singenéticas y recristalización en los niveles superiores de la oscilación del nivel freático.
- Salinización por riego y/o inundación con aguas salobres y percolación.

En el primer caso puede expresarse la presencia de carbonatos en las areniscas friables. El segundo caso puede expresarse la presencia de yeso en los suelos residuales de la formación Balzar. El tercer caso expresaría la presencia de cloruros en las áreas planas cerca de la ciudad Narcisca de Jesús.

Las mayores concentraciones de sales solubles se encuentran en las muestras arcillosas, con valores mayores que 0.45% del peso seco. La presencia de muy altas concentraciones de estas sales solubles podría originar problemas de tubificación; pero, los valores encontrados pueden ser considerados como tolerables (Prefectura del Guayas).

3.3. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Sobre la base de la geomorfología y de las características geotécnicas de los materiales superficiales, se precisan las siguientes zonas en el área del proyecto:

A) ZONA 1

Se ubica en el sector meridional. Comprende a las colinas de la formación Piñón. Las rocas son diabasas medianamente fracturadas. Las rocas frescas son extremadamente duras, densas, con deformabilidad frágil. El contenido de sulfuros es mínimo.

El relieve es fuertemente colinado, con valles estrechos de pendientes de más de 30° en las partes altas. La red de drenaje es subparalela, regida por el control estructural. Los taludes naturales son estables. La profundidad de meteorización es variable, mayor que 5 metros. La permeabilidad secundaria es mediana a baja en el macizo rocoso. No se observa el nivel freático en las excavaciones de las laderas de relieve colinado, pero en el pie de las colinas, cuando hay un bajo desarrollo de los abanicos de deyección, hay manifestaciones artesianas.

En el pie de las colinas existen fuertes acumulaciones diluviales, coluviales y abanicos de deyección, todos con porcentajes significativos de grava y bloques decimétricos. En estas zonas, de pendientes menores que el 5% a la cobertura residual se debe sumar la de los suelos transportados; entre todos, pueden tener espesores métricos de materiales fácilmente, excavables con maquinaria ligera.

La explotación del material rocoso requiere de explosivos. El material triturado se lo usa como árido grueso. Una vez localizada la roca fresca, cualquiera de los afloramientos presentes puede ser explotado para material de construcción, excepto en las cercanías de La Toma, donde se ha encontrado alteraciones hidrotermal en las vecindades del intrusivo granodiorita de Pascuales.

B) ZONA 2

Se ubica al margen derecho del río Daule, sobre la formación Balzar. Las rocas son predominantemente areniscas limosas regularmente conglomeráticas y limolitas arcillosas. Las rocas son blandas, de densidad media a baja, con deformabilidad plásticas.

El relieve es ondulado, con morfología de mesas y laderas con pendientes de menos de 10°. Los taludes son aparentemente estables. La red de drenaje es dendrítica. En el pie de las colinas se observan las acumulaciones de suelos transportados de granulometría fina con porcentajes tolerables de grava, y cambio de pendiente a menos de 5°.

La profundidad de meteorización puede sobrepasar los 5 metros. El manto de suelos residuales y transportados, incluyendo el nivel vegetal, en los abanicos de deyección, es potente.

La permeabilidad es relativamente baja debido al alto contenido de finos intersticiales. El nivel freático se encuentra a más de 8 metros de profundidad.

El contenido de sales (como yeso y carbonatos) solubles puede ocasionar problemas de tubificación y/o asentamientos indeseables por disolución de los minerales. La explotación de material puede ejecutarse con maquinaria liviana. El material es bueno y puede ser usado para terraplenes.

Los datos de campo, en suelos cohesivos, dieron los siguientes resultados promedios:

TABLA N° 7

Datos de tipos de suelos con sus respectivos parámetros.

MATERIAL	DENSIDAD	VALETA (C')	PENETRÓMETRO
Gris	1.8 g/cm ³	0.30 Kg/cm ²	1.25 Kg/cm ²
Amarillo	1.7 g/cm ³	0.25 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²

Fuente: Recuperado de <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013-septiembre/EIA%20EX%20post%20Nobol.pdf>

Con los datos obtenidos preliminares, y aplicar las cartas de falla circular de Hoek y Bray (Rock Slope Engineering, 1974) y asumiendo un ángulo de fricción interna de 15°, las estimaciones de estabilidad de los taludes de los muros para condiciones extremas son:

TABLA N° 8

Ángulo de talud 30° (1.96H: 1V)

ALTURA DE TALUD (m)	2	3	4	5	6
FACTOR DE SEGURIDAD	4.00	2.67	2.18	2.00	1.85

Fuente: Rock SlopeEngineering, 1974.

TABLA N° 9

Ángulo de talud 18°

ALTURA DE TALUD (m)	2	3	4	5	6
FACTOR DE SEGURIDAD	4.81	3.42	2.67	2.42	2.00

Fuente: Rock SlopeEngineering, 1974.

C) ZONA 3

Esta zona pertenece a los terrenos aluviales planos a muy ligeramente ondulados que se inundan casualmente o permanentemente. La textura de los suelos es fina a muy fina. Contiene cauces meandrifones y son frecuentes los meandros abandonados en las vecindades de Nobol y Petrillo.

Igualmente el relieve plano, se describe por su alto contenido orgánico y materiales expansivos. El terreno es muy erosionable.

El nivel freático es superficial. El contenido de sales (cloruros, sulfatos y carbonatos) es el más alto de la zona y se lo atribuye a la influencia de las inundaciones.

Los ensayos de suelos de este tipo han sido dados los siguientes resultados:

TABLA N° 10

Parámetros de los sondeos del suelo.

PARÁMETROS	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
Densidad Máxima (Kg/m ³)	1335.00	1340.00	1337.50	2.50
Humedad Óptima (%)	28.50	32.00	30.25	1.75
Clasificación			CH	
Humedad (%)	35.00	54.00	46.00	8.00
Limite Liquido	72.00	92.00	76.80	7.63
Índice Plástico	42.00	64.00	48.00	8.20
Pasante 200	96.00	98.00	97.00	1.00
Pasante un _m	48.00	63.00	51.75	6.65
Compresión Simple (Kg/cm ²)	0.45	1.40	0.93	0.48
Sales Disueltas (%)	0.46	0.93	0.65	0.17

Fuente: Recuperado de <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013-septiembre/EIA%20EX%20post%20Nobol.pdf>

3.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS NATURALES

El sismo de diseño para Nobol concierne al ocurrido en Junio de 1960, en 2° latitud Sur y 80°, longitud Oeste a 33 Kilómetros de profundidad, de magnitud Richter 6.1, a 11 Kilómetros de distancia, el que originó una aceleración horizontal de 131.3 cm/sg².

3.5. MEDIO BIOTICO

3.5.1. ECOSISTEMAS

En la localidad, se puede distinguir tres tipos de ecosistemas:

3.5.1.1. ECOSISTEMA URBANO

Este Ecosistema forma parte del sector urbano de la ciudad de Narcisca de Jesús, que se determina por una elevada densidad de casas y calles construidas con adoquines, cascajo compactado y asfalto que remplazan el suelo de la zona. La vegetación en este sector es muy escasa, pudiéndose identificar algunas especies vegetales en parques, lotes baldíos y riveras de las ríos.

3.5.1.2. ECOSISTEMA AGRÍCOLA

Puede ser reconocido en las afueras de la ciudad. Este tipo de ecosistema es propio de las haciendas que existen en la zona, en las cuales se ha reemplazado el bosque natural por especies agroforestales, cultivos de ciclo corto.

3.5.2. FLORA

Para identificar la flora se estableció las áreas que aún existe vegetación dentro de la zona de influencia. Luego se realizó un recorrido de campo en donde estas especies fueron identificadas

y registradas. Los resultados obtenidos fueron mostrados en un inventario en el cual consta el nombre común, nombre científico y familia. El estado de conservación y grado de endemismo fue determinado con la ayuda del libro rojo de las plantas.

TABLA N° 11

Tipo de flora existente en la zona.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Guayacán	Tabebuia caryanthea (Seem) Hemsl.
Pechiche	Vitex gigantea
Guachapelí	Pseudosamanea guachapele (Kunth) Harás

Fuente: Recuperado de <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013-septiembre/EIA%20EX%20post%20Nobol.pdf>

La falta de conciencia ambiental en la población ha generado que los recursos naturales del cantón Nobol se vean afectados y se convierte en una zona de características desérticas, pues su bosque primario ha sido devastado y a este cantón lo ubica en la escala de 8 a 9 de deforestación.

3.5.3. FAUNA

Para la identificación de la fauna se utilizó una versión modificada de la metodología denominada Evaluaciones Ecológicas Rápidas (Sobrevila, 1992) para esto se siguió el siguiente proceso:

En el Cantón Nobol existen especies de animales que han migrado mucho por la constante deforestación, incendios, cacería, agrícola etc.

- Como complemento se realizó una entrevista a los pobladores del sitio muestreado acerca de los avistamientos de fauna en el último año.

- Los resultados fueron presentados en un inventario en el que conste el nombre común, nombre científico, familia y abundancia.
- Para determinar el estado de conservación y grado de endemismos se apoya en la información de los libros rojos correspondientes.

TABLA N° 12

Aves representativas del Cantón Nobol

MATERIAL	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
CATHARTIDAE	Coragyps atratus	Gallinazo negro
CUCULIDAE	Crothophaga ani	Garrapatero
ICTERIDAE	Dives warsewiczi	Negro matorralero
ARDEIDAE	Egretha thula thula	Garza

Fuente: Prefectura del Guayas.

TABLA N° 13

Mamíferos representativos del Cantón Nobol

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
MURIDAE	Oryzinyssp	Ratón de campo
PHYLLOSTOMIDAE	Sturnuasp	Murciélago vampiro
PHYLLOSTOMIDAE	Rhinophyla alethina	Murciélago

Fuente: Prefectura del Guayas.

De igual manera de estas especies se puede distinguir insectos del orden ortóptera (grillos), lepidóptera (mariposas), díptera (moscas), formicidae (hormigas) y apiade (abejas). Se trata de especies que presentan características comunes, una baja sensibilidad y gran éxito reproductivo

en sitios abiertos. Las especies de reptiles y anfibios son comunes en la zona y no se encuentran registradas en ninguna categoría de la lista roja de la UICN (2008), o en el libro rojo de los reptiles del Ecuador (Carrillo et al, 2005).



Imagen N° 17: Presencia de animales domésticos como gallinas, perro (Autor).

CAPÍTULO IV

4. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El Recinto Bijagual donde se encuentran ubicadas las lagunas de oxidación se encuentra asentada en un área de 15,00 has (información proporcionada por el Departamento de Obras Públicas del Municipio del Cantón Nobol). La única vía que existe en este sector está compuesta cascajo compactado. La ciudad Narcisca de Jesús cuenta con calles asfaltadas, adoquinadas y algunas calles con material pétreo (cascajo) compactado, cuenta con casa de salud, un UPC en las afueras de la ciudad, varios parques, cuenta con un Polideportivo, colegios, escuelas, el Santuario de la Santa Narcisca de Jesús, una Iglesia Parroquial y el Palacio Municipal del Gobierno Descentralizado del Cantón Nobol.

Cabe indicar que solo la ciudad Narcisca de Jesús cuenta con el sistema de alcantarillado sanitario, el Recinto Bijagual no cuenta con este servicio. La cabecera cantonal y el Recinto Bijagual cuentan con el servicio de agua potable quienes son abastecidos por la Empresa Interagua de la ciudad de Guayaquil, y distribuido internamente en el Cantón por la Empresa Ecapan-EP. El sistema de Alcantarillado Sanitario en la ciudad, se encuentra en perfectas condiciones salvo algunas tapas de las cajas domiciliarias que se encuentran dañadas. El GAD Municipal del Cantón en conjunto con la Empresa Ecapan-EP periódicamente contrata un tanquero Hydrocleaner, quien realiza la limpieza de todo el sistema de los colectores.

Cada 6 meses se da mantenimiento operativo y preventivo a las bombas de la Estación de Bombeo de AA.SS siendo estas de 30hp marca Gould. Existe un sistema de recolección de aguas lluvias en la cabecera cantonal, cuyas descargas son al río Daule, al estero Guachapelí y al Estero Bijagual. Fuente (Autor).

4.1. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN NOBOL

El Cantón Nobol cuenta con la empresa ECAPAN-EP (empresa cantonal de agua potable y alcantarillado) su creación fue en el año 1995, quien es la responsable de suministrar y garantizar el servicio de Agua Potable y del Alcantarillado Sanitario.

La población del cantón Nobol en la actualidad es abastecida por la Empresa INTERAGUA de agua captada desde el río Daule, desde su planta LA TOMA que se encuentra ubicada en el Km. 26,5 vía a Daule en el sector Puente Lucía a 5,0 Km del Cantón Nobol.

Según información y por datos referenciales se obtuvo que la red de agua potable se comenzó a instalar en los años 60, siendo este el acueducto principal de asbesto cemento de 16 pulgadas, y este se encuentra en mal estado, cumpliendo su tiempo de vida útil, debido a los años que tiene en servicio. Se puede evidenciar en varios sectores frecuentes fugas de agua, conexiones ilegales, siendo estas causas que aumentan los problemas de mantenimiento.

Debido a esto el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Nobol en el año 2015, contrato un proyecto por más de \$4, 000,000 en la nueva red de agua potable para la ciudad Narcisca de Jesús y alcantarillado sanitario para el sector Lonarsan de la misma ciudad, y así mejorar el servicio; logrando conseguir el 100% de abastecimiento en la ciudad. Fuente (Autor)

4.1.1. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

La empresa ECAPAN-EP compra el agua en bloque a Interagua, y esta es distribuida por tuberías que con el tiempo se han ido cambiando de asbesto cemento a PVC, de diámetros Ø 63mm, 90mm y 110mm.

4.1.2. CONSUMO DE AGUA POTABLE.

El suministro realizado por la empresa Interagua de la ciudad de Guayaquil suministra el servicio de agua potable durante las 24 horas, siendo de consumo diario.

Fuente (Autor)

4.1.3. DOTACIÓN DE AGUA

La dotación de agua potable para satisfacer de la población Narcisca de Jesús, se la establecerá a base de estudios de las condiciones particulares de cada población; cuando no se obtenga datos para realizar los estudios de factibilidad, se podrá utilizar las dotaciones indicadas en la tabla siguiente:

TABLA N° 14

Cuadro de dotación de agua según el número de habitantes y el clima.

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (lt/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf>

Se escogió la dotación de agua potable de 200 lt/hab/día para la ciudad de Narcisa de Jesús que es la única que cuenta con el sistema de alcantarillado sanitario en el cantón Nobol.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La ciudad Narcisa de Jesús cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario que fue construido en el 2002, por el GAD Municipal; el sistema cuenta con 2 lagunas anaeróbicas, 2 de maduración y 2 facultativas las mismas que dan servicio a la población de la ciudad Narcisa de Jesús. El sistema de lagunaje se encuentra ubicado en el recinto Bijagual, al oeste de la cabecera cantonal.
Fuente (Autor)

4.2.1. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LAS LAGUNAS

Las lagunas de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales que se generan en la ciudad Narcisa de Jesús, son tratadas actualmente por medio de 2 subsistemas de lagunas, cada una formada por una laguna anaeróbica, facultativa y maduración, imagen 18.

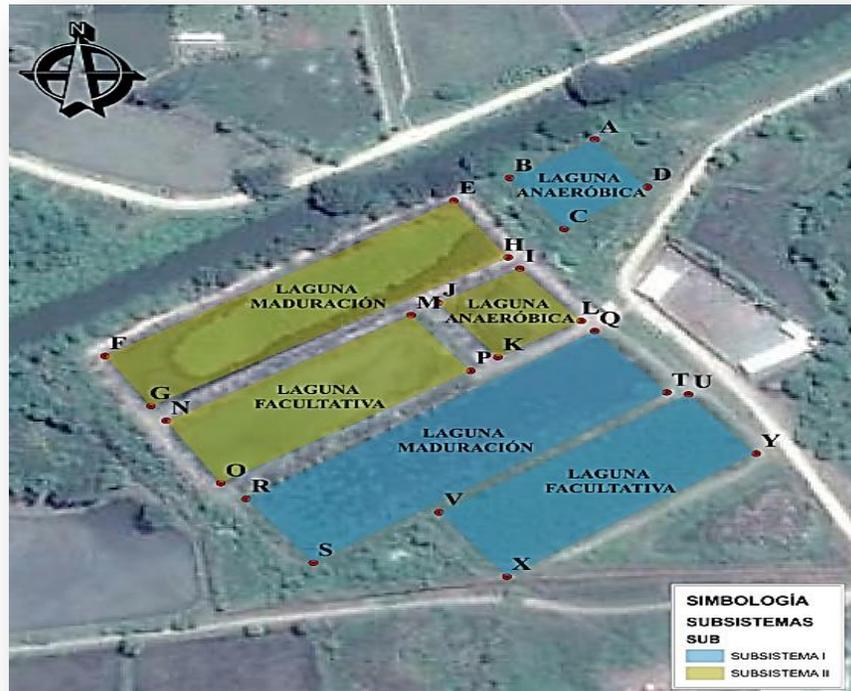


Imagen N° 18: Distribución del sistema de lagunaje (Autor).

4.2.2. DESCARGA DE LAS LAGUNAS AL CUERPO RECEPTOR

La descarga de las aguas provenientes de las lagunas de oxidación, es hacia un canal de riego ver la imagen N° 19 que se encuentra a 10 metros de estas, conducida por tubería de PVC tipo Novafort de 400mm de diámetro, que dirige las aguas tratadas mediante los 2 subsistemas de laguna, hasta el cuerpo receptor el mismo que converge con el Estero Bijagual y luego desemboca al río Daule.



Imagen N° 19: Descarga al canal de riego (Autor).

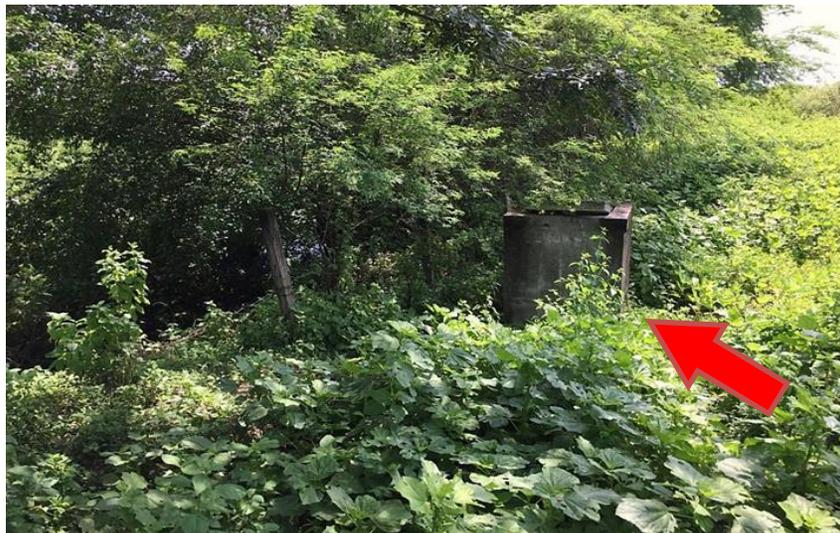


Imagen N° 20: Última caja de registro previo a la descarga al canal (Autor).

4.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Dentro de las características de las lagunas de oxidación se tiene lo siguiente:

4.3.1. DIMENSIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Las lagunas de oxidación de cada uno de los 2 subsistemas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad Narcisca de Jesús del Cantón Nobol, tienen las siguientes dimensiones:

a) **Lagunas anaeróbica**, con un área de 529.00 m^2 (0.05 Ha), de 23 mts., de largo, y 23.00 mts., de ancho, con una profundidad de 2.40 mts., dando un volumen de almacenamiento de 1269.6 m^3 .

b) **Lagunas maduración**, con un área de 5360 m^2 (0.536 Ha), de 160.00 mts., de largo, 33.50 mts., de ancho, con una profundidad de 1.50 mts., dando un volumen de almacenamiento de 8040.0 m^3 .

c) **Lagunas facultativa**, con un área de 3597 m^2 (0.359 Ha), de 109.00 mts de largo, 33.00 mts de ancho, con una profundidad de 1.50 mts., dando un volumen de almacenamiento de 5395.50 m^3 .

4.3.2. IMPERMEABILIZACION DEL FONDO DE LAS LAGUNAS

El fondo de las lagunas de oxidación se encuentra impermeabilizado con arcilla para evitar infiltraciones.

4.3.3. IMPERMEABILIZACION DE LOS TALUDES DE LAS LAGUNAS

Los taludes del interior de las lagunas de oxidación están impermeabilizados mediante el uso de arcilla, para cuando estén en contacto con las aguas residuales no se provoquen infiltraciones.

4.4. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD NARCISA DE JESÚS DEL CANTÓN NOBOL

El sistema de alcantarillado sanitario fue construido en el año 2002, y funciona sólo para la cabecera cantonal.

Inicialmente se construyeron 56 colectores de hormigón armado. La tubería que se instaló es de PVC tipo Novafort doble pared corrugada, y diámetros que van desde 160mm en red domiciliaria, 250mm en tirantes y para red colectora se utilizó tubería de 250mm hasta 400mm de diámetro.

En el 2011 se realizó una ampliación en sectores dentro de la cabecera cantonal, que no contaban con la red de alcantarillado como son San Pablo, Providencia y San Ramón instalándose 17 colectores.

En el 2002, se construyó la Estación de Bombeo de aguas, ver imagen N° 21 y 22, ubicada en el sector San Pablo de la ciudad Narcisa de Jesús; fue construida y diseñada para elevar (8.00 mts) y transportar el agua residual y dirigirla a las lagunas de oxidación.

En la estación de bombeo existen 3 equipos de bombeo (marca Gould) de potencia 30 hp de eje horizontal. En la actualidad se encuentran dos equipos de bombeo que operan alternadamente, el tercero no se encuentra operativo.

La Empresa ECAPAN-EP (Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Nobol – Empresa Pública) son los responsables de su operación, su Gerente el Ing. Segundo Castañeda indicó que periódicamente le dan mantenimiento preventivo y correctivo a las bombas; de igual manera a la red domiciliaria con personal de la empresa y la limpieza de los colectores se los realiza mediante un tanquero Hydrocleaner dos veces al año, esta gestión se efectúa por petición de la Sra. Mariana de Jesús Jácome Álvarez, Alcaldesa del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Nobol. Fuente: Autor



Imagen N° 21: Estación de bombeo de aguas residuales (Autor).



Imagen N° 22: Red de impulsión a la planta de tratamiento (Autor).

CAPÍTULO V

5. CALCULO DE LOS CAUDALES DE LAS AGUAS RESIDUALES Y SUS VARIACIONES

5.1. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN

Para efectuar la elaboración de un diseño del sistema abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario y otros es necesario determinar la población futura de la localidad, así como de la clasificación se debe distinguir si son zonas comerciales o industriales.

La población actual se determina en base a los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), tomando en cuenta los últimos tres censos disponibles para el proyecto.

En el cálculo de la población de proyecto o futura intervienen diversos factores como los siguientes modelos matemáticos:

5.1.1. MÉTODO ARITMÉTICO

Es un método de proyección completamente teórico y rara vez se da el caso de que una población presente este tipo de crecimiento. En la estimación de la población de diseño, a través de este método, sólo se necesita el tamaño de la población en dos tiempos distintos.

La población futura a través de este método se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$P_d = P_a + r * t$$

Dónde:

Pd = Población de diseño (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

r = Tasa de crecimiento (hab./año)

t = Período de diseño (años)

5.1.2. MÉTODO GEOMÉTRICO

Mediante este método, se asume que el crecimiento de la población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el usado para el método aritmético.

Con la siguiente fórmula se calcula la población futura a través del método geométrico:

$$Pd = Pa (1 + r)^t$$

Dónde:

Pd = Población de diseño (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

r = Tasa de crecimiento anual

t = Período de diseño (años)

5.1.3. MÉTODO EXPONENCIAL

Para el uso de este método, se asume que el crecimiento de la población se ajusta al tipo exponencial y la población de diseño se puede calcular con la ecuación siguiente. La aplicación de este método requiere el conocimiento de por lo menos tres censos, ya que para el cálculo del valor de k promedio se requieren al menos de dos valores.

$$Pd = Pa * e^{k*t}$$

Dónde:

Pd = Población de diseño (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

k = Constante

t = Período de diseño (años).

5.1.4. CÁLCULO MÉTODO GEOMÉTRICO

Se escogió el método geométrico debido a que este muestra según la literatura un mejor resultado. De la fórmula del cálculo geométrico, se determina (r) despejando, siendo la tasa de crecimiento geométrico.

$$r = \left(\frac{Pob2010}{Pob2001} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 = \left(\frac{8256}{6357} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 = 0,026$$

TABLA N° 15

Datos para el período 1990-2001.

CÁLCULO DE TASA DE CRECIMIENTO 1990 - 2001	
Pd	6357
Pa	NO HAY DATOS
r1	0,000
t	0

Fuente: INEC

TABLA N° 16

Datos para el período 2010-2016.

CALCULO DE TASA DE CRECIMIENTO 2001 - 2010	
Pd	8256
Pa	6357
r2	0,02648
t	10

Fuente: INEC

TABLA N° 17

Tasa de crecimiento.

PROMEDIO DE TASA DE CRECIMIENTO	
rpromedio =	r1 + r2
rpromedio =	0,026

Fuente: Autor.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$Pd = Pa (1 + r)^t$$

TABLA N° 18

Calculo de Población futura año a año para el período 2010-2041.

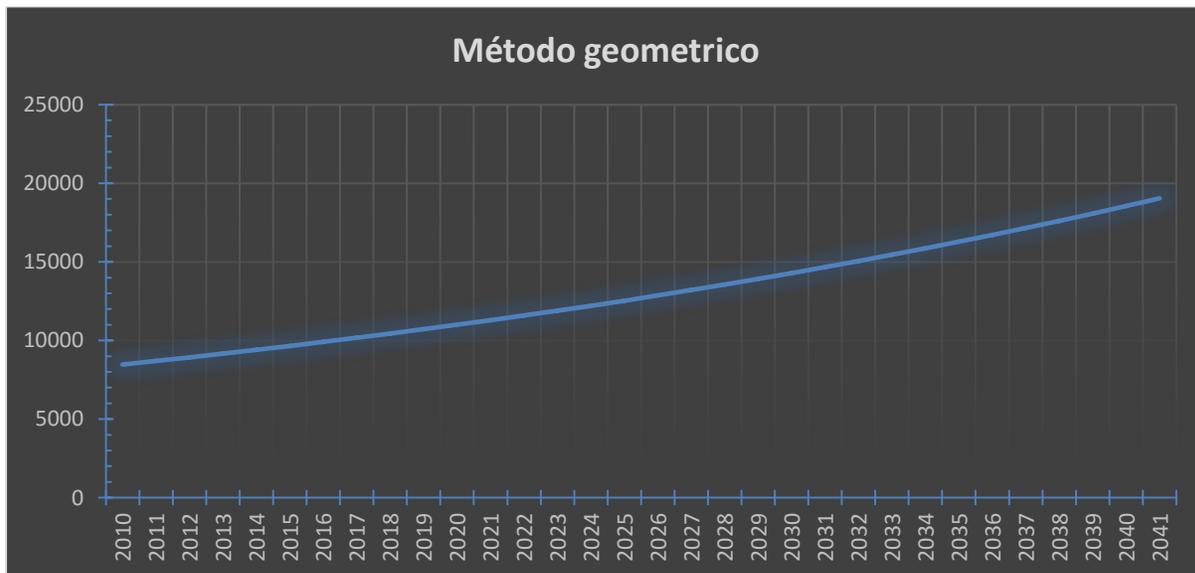
AÑO	PA	1+R	(1+ R) ^T	PD
2010	8256	1.0265	1.026482967	8475
2011	8475	1.03	1.026482967	8699
2012	8699	1.03	1.026482967	8929
2013	8929	1.03	1.026482967	9165
2014	9165	1.03	1.026482967	9408
2015	9408	1.03	1.026482967	9657
2016	9657	1.03	1.026482967	9913
2017	9913	1.03	1.026482967	10176
2018	10176	1.03	1.026482967	10445
2019	10445	1.03	1.026482967	10722
2020	10722	1.03	1.026482967	11006
2021	11006	1.03	1.026482967	11297
2022	11297	1.03	1.026482967	11596
2023	11596	1.03	1.026482967	11903
2024	11903	1.03	1.026482967	12218
2025	12218	1.03	1.026482967	12542
2026	12542	1.03	1.026482967	12874
2027	12874	1.03	1.026482967	13215
2028	13215	1.03	1.026482967	13565
2029	13565	1.03	1.026482967	13924

2030	13924	1.03	1.026482967	14293
2031	14293	1.03	1.026482967	14672
2032	14672	1.03	1.026482967	15061
2033	15061	1.03	1.026482967	15460
2034	15460	1.03	1.026482967	15869
2035	15869	1.03	1.026482967	16289
2036	16289	1.03	1.026482967	16720
2037	16720	1.03	1.026482967	17163
2038	17163	1.03	1.026482967	17618
2039	17618	1.03	1.026482967	18085
2040	18085	1.03	1.026482967	18564
2041	18564	1.03	1.026482967	19056

Fuente: Autor.

TABLA N° 19

Representación gráfica de la población futura para el período 2010-2041.



Fuente: Autor

De acuerdo a los datos obtenidos, para el año 2041, la población en la Ciudad Narcisca de Jesús, será de 18771 habitantes, lo que se establecerá como Población a Servir.

5.2. CAUDALES DE DISEÑO Y VARIACIONES

La dotación neta mínima pertenece al volumen necesario para satisfacer las necesidades de un habitante, sin considerar las pérdidas en el sistema de la red principal. Se establece el valor en 200 litros/hab-día (pág. 65).

5.2.1. CAUDAL MEDIO DIARIO (QMD)

Corresponde al promedio de los consumos que se espera que la población de diseño realice durante un periodo de un día.

$$Q_{md} = \frac{Cr * P * D}{86400} = lts/sg$$

Dónde:

Cr: Coeficiente de retorno

P: Población futura

D: Dotación

$$Q_{md} = \frac{0.80 * 19056 * 200}{86400} = 35.29 lts/sg$$

5.2.2. COEFICIENTE DE RETORNO (Cr)

Este parámetro constituye que solo un porcentaje del total del agua consumida por la población es devuelto al sistema de alcantarillado; este valor varía entre el 60% y el 80% dependiendo del área de estudio.

Se escogió el coeficiente de retorno del 80% (recuperado de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>).

5.2.3. CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)

Conciérne al caudal máximo durante el día, este caudal interpreta el consumo máximo de un día presentado durante el período de un año.

$$QMD = M \times Qmd = lts/seg$$

Dónde:

M: Coeficiente de Mayorización

$$Qmaxd = 2.68 \times 35.29 = 94.58 \text{ lts/seg}$$

$$Qmaxd = 94.58 \text{ lts/seg}$$

(Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>).

5.2.4. COEFICIENTE DE MAYORIZACIÓN (M)

Conciérne a la relación entre el máximo diario y el gasto medio diario, este factor se lo escoge de acuerdo a las características propias de la población ya que depende directamente de la población. Para poder establecer el coeficiente de mayorización se requiere de utilizar fórmulas que relacionen el coeficiente con la magnitud de población, para el proyecto se utilizará el coeficiente de Harmon, este es recomendado para poblaciones de 1000 a 100000 habitantes.

$$MD = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

$$P = \frac{x}{1000}$$

$$P = \frac{19,056}{1000}$$

$$P = 19.06$$

$$MD = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{19.06}} = 2.67$$

(Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>).

5.2.5. APORTES INDUSTRIALES, COMERCIALES E INSTITUCIONALES

Los caudales debidos a actividades industriales, comerciales y/o institucionales deberán ser incluidos solamente en el caso de diseños específicos para descargas industriales, comerciales y/o institucionales, en el presente caso no se consideran.

5.2.6. CAUDAL CONEXIONES ILÍCITAS (QIL)

No obstante en sistemas nuevos de alcantarillado sanitario, no se debe admitir el ingreso de aguas lluvias a través de conexiones ilícitas, generalmente se debe a:

Falta de impermeabilidad en las tapas de los pozos de revisión.

Conexiones ilícitas de las aguas que se escurren por techos, patios y drenajes de jardines, sótanos con sumideros de agua lluvia conectados al sistema de alcantarillado sanitario, por ignorancia o equivocación.

El caudal de aguas lluvias que ingresa al sistema de alcantarillado sanitario es viable y en muchos casos esta aportación debe ser tomada muy en cuenta, ya que un valor elevado puede ser uno de los factores, debido al cual comience a fallar el sistema.

El caudal de estas aguas lluvias o ilícitas se determina relacionándolas con la población, es decir en litros/segundo/habitante.

Para el cantón, se ha adoptado el valor de 80 l/hab/día recomendado en las Normas.

5.2.7. CAUDAL DE DISEÑO

Corresponde a la suma del QMH (Caudal Máximo Horario) que es el aporte doméstico, comercial, industrial e institucional), caudal de infiltración, y caudal de conexiones ilícitas. Se

calcula para condiciones finales del proyecto (periodo de diseño) condición para la cual se debe dimensionar el sistema, y para las condiciones iniciales en las que se verifican las medidas de funcionamiento hidráulico del sistema previamente diseñado.

5.2.8. HIDRÁULICA DE LOS CONDUCTOS

Las tuberías y colectores se diseñan a tubo parcialmente lleno, con el 80% como relación q/Q como máxima capacidad a ser utilizadas y en condiciones de circulación a gravedad.

Para el cálculo de la velocidad se utilizará la fórmula de Manning, cuya expresión es:

$$V = \frac{J^{0.5} * R^{0.667}}{n}$$

En donde:

V = velocidad (m/s)

J = pendiente del conducto o canal

R = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad de Manning:

Para el coeficiente de Manning (n) se adoptará los siguientes valores:

TABLA N° 20

Coficiente según el tipo de material.

Tipo de conducto	Coficiente (n)
Tuberías de hormigón	0.013
Tuberías de PVC	0.011
Colectores de hormigón	0.015

Fuente: Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>.

5.2.9. VELOCIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS CONDUCTOS PARA LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO.

Velocidad mínima a tubo de lleno.....	0.90 m/s
Velocidad máxima tuberías de hormigón Clase 2.....	3.50 m/s
Velocidad máxima tuberías de hormigón Clase 3.....	6.00 m/s
Velocidad máxima en canales de hormigón.....	9.00 m/s
Velocidad máxima en tuberías de PVC... ..	9.00 m/s

5.2.10. TENSIÓN TRACTIVA

La tensión tractiva o también conocida fuerza de arrastre (τ), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada que actúa por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. Su fórmula es la siguiente:

$$\tau = \rho g R S$$

Dónde:

τ : Tensión tractiva en pascal (Pa)

g : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

ρ : Densidad del agua (1000 kg/m³)

R: Radio Hidráulico (m)

S: Pendiente de la tubería (m/m)

El objetivo principal de esta ecuación es calcular la pendiente mínima del tramo, capaz de provocar la tensión suficiente para arrastrar el material que se pudiera sedimentar en el fondo.

La pendiente mínima de la tubería, se la puede calcular con el criterio de la tensión tractiva, a su vez se considera que el transporte de los sedimentos es proporcional a la tensión tractiva. Por medio de la siguiente ecuación podremos obtener la pendiente de la tubería a sección llena.

$$S = \frac{\tau}{\rho g R}$$

Si a esta ecuación la sustituimos con la del Radio Hidráulico, se obtiene la pendiente para tuberías para sección parcialmente llena, siendo la siguiente:

$$S = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360^\circ \text{sen } \theta^\circ}{2\pi\theta^\circ}\right)}$$

Recuperado de <http://www.ops.org.bo/textocompleto/nac23890.pdf>

CAPITULO VI

6. CONDICIONES ACTUALES EN LAS LAGUNAS DE TRATAMIENTO

Las obras de tratamiento que se tiene, son dos Subsistemas, cada uno consta con una laguna anaeróbica, una laguna facultativa y una de maduración.

6.1. LÍNEA DE CONDUCCIÓN EXPUESTA A LA SUPERFICIE

Aproximadamente hace 3 años el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Nobol realizó una limpieza en las 6 lagunas, ya que existían altos niveles de lodos y exceso de vegetación. La línea de conducción es de material PVC modelo Novafort corrugada de diámetro Ø 400mm, existiendo tramos de tubería que está a expuesta a la superficie, ver imagen 23, por lo que debería estar enterrada, para evitar que sea perforada.



Imagen N° 23: Tubería expuesta a la superficie (Autor).

6.1.1. ESTADO DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN

La tubería de la línea de conducción hacia el cuerpo receptor es de material PVC modelo Novafort de doble pared corrugada de diámetro \varnothing 400mm. En el trayecto donde se encuentra la línea de conducción, existen varios charcos originados por fugas de la misma línea de conducción; ver imagen 24, 25, 26. En las imágenes se puede observar que hay grietas o fisuras en la tubería, lo que induce a que las aguas residuales causen fuentes de contaminación, malos olores y proliferación de insectos.



Imagen N° 24: Se observan charcos causados por las fugas en la línea de conducción (Autor).



Imagen N° 25: Tubería de conducción con fugas (Autor).



Imagen N° 26: Tubería de conducción con fugas (Autor).

6.1.2. CAJAS DE REGISTRO OBSTRUIDAS

Como se puede observar las cajas de registro de hormigón armado se encuentran obstruidas, por lodos y materiales de construcción que aún están presentes a pesar del tiempo transcurrido desde su construcción, como se puede apreciar en la Imagen 27.



Imagen N° 27: Cajas de registro se encuentran obstruidas por materiales de construcción (Autor).



Imagen N° 28: Caja de registro obstruída y emanando espuma (Autor).

6.1.3. COMPUERTAS DE REBOSE CON MATERIAL PÉTREO

En las cámaras donde se encuentran las compuertas de rebose de hormigón armado existe gran cantidad de material pétreo (piedras), y sedimento obstaculizando el fluido normal del agua residual, haciendo que en cualquier momento pueda colapsar. De igual manera se observa que en algunas compuertas entre los tablonés se filtra el agua residual sin tratar, lo que no estaría cumpliendo el proceso de rebose.



Imagen N° 29: Compuertas de rebose se encuentran con piedras (Autor).



Imagen N° 30: Compuertas de rebose con filtración entre los tablonces (Autor).

6.1.4. LAGUNAJE CON EXCESO DE VEGETACIÓN

En todo el sistema de lagunaje se puede observar que existe exceso de vegetación, Macrophyta que es el término que se emplea para nombrar las plantas acuáticas presentes en las lagunas de estabilización.

Estas plantas tienen un papel importante en lo que se refiere al proceso de purificación, ya que están asimilando el nitrógeno y fósforo, pero la excesiva vegetación puede llevar a afectar el adecuado funcionamiento de las lagunas de estabilización.

Como se puede apreciar en las imágenes 31 y 32, la baja reducción del líquido residual se debe a la alta proliferación de la vegetación y esto facilita la infiltración, lo que es *salida es igual Afluente – infiltración + evaporación*. Para que se produzca una conveniente descarga del efluente, las pérdidas del líquido residual por infiltración y la evaporación deben ser menores que el volumen del líquido ingresado al sistema con el afluente, por lo que se debe controlar estas dos variables y así obtener un balance hídrico positivo (Lagunas de Estabilización - Guía Ambiental, 2010).



Imagen N° 31: Lagunas con excesiva proliferación de vegetación (Autor).



Imagen N° 32: Vegetación frente a la cámara de rebose (Autor).

6.1.5. VEGETACIÓN EN TERRAPLENES

La proliferación de la vegetación en los terraplenes de las lagunas y en el fondo de estas facilitan a la infiltración por lo que deberán ser retiradas; luego de la remoción se deberá controlar la infiltración mediante una variable que es la permeabilidad del suelo, siendo la compactación del suelo el método más adecuado, aplicando una capa de suelo arcilloso.



Imagen N° 33: Proliferación de macrófitas en terraplenes (Autor).

6.1.6. HECES DE ANIMALES EN LOS ACCESOS A LAS LAGUNAS

En las áreas de camino (corona de los muros) de acceso entre las lagunas, se puede observar heces de animales, por lo que se aprecia que entran animales debido a la vegetación que crece en el sistema de tratamiento. En época invernal provocan hundimiento por el peso del ganado, lo que demuestra que hace falta mejorar el terreno con material pétreo de mejor calidad y compactar.



Imagen N° 34: Heces de animales (Autor).



Imagen N° 35: Ingreso de animales (Autor).

6.1.7. DESCARGA DEL EFLUENTE

El efluente es descargado a un canal que sirve de riego para la agricultura, generalmente todo el año se lo encuentra cubierto de algas, lo que impide la circulación normal de las aguas; Las aguas de este canal en su recorrido, se unen al estero Bijagal y luego desemboca en el río Daule.

Se realizó tomas de muestra a las aguas residuales del sistema de tratamiento, para estimar los parámetros de control de calidad físico y microbiológico, para que sean analizadas en el laboratorio.

Los resultados fueron los siguientes:

TABLA N° 21

*Datos de prueba de laboratorio en salida de laguna de maduración, ** Incertidumbre reportada con $K = 2$*

CONDICIONES DEL ANÁLISIS Fecha de la Toma: Abril 04-2016 Lugar de Toma: Salida de Laguna de Maduración Subsistema 1	
DBO mg/l	27 \pm 2**
DQO mg/l	60 \pm 17**
Coliformes Fecales NMP/100	1,290.00
Sólidos Suspendidos Totales mg/l	140 \pm 4**
Nitrógeno Total mg/l	1.7
Fósforo Total mg/l	0.18

Fuente: Autor.

TABLA N° 22

*Datos de prueba de laboratorio en entrada de laguna anaeróbica, ** Incertidumbre reportada con $K = 2$*

CONDICIONES DEL ANÁLISIS	
Fecha de la Toma: Abril 04-2016	
Lugar de Toma: Entrada de Laguna Anaeróbica	
Subsistema 1	
DBO mg/l	12
DQO mg/l	26 \pm 7**
Coliformes Fecales NMP/100	470.00
Sólidos Suspendidos Totales mg/l	280 \pm 8**
Nitrógeno Total mg/l	5.0
Fósforo Total mg/l	2.50

Fuente: Autor.

TABLA N° 23

*Datos de prueba de laboratorio en entrada de laguna facultativa, ** Incertidumbre reportada con $K = 2$*

CONDICIONES DEL ANÁLISIS	
Fecha de la Toma: Abril 04-2016	
Lugar de Toma: Entrada de Laguna Facultativa	
Subsistema 2	
DBO mg/l	20
DQO mg/l	53 \pm 15**
Coliformes Fecales NMP/100	360.00
Sólidos Suspendidos Totales mg/l	296 \pm 9**
Nitrógeno Total mg/l	4.40
Fósforo Total mg/l	2.60

Fuente: Autor.



Imagen N° 36: Toma de muestra en laguna facultativa (Autor).



Imagen N° 37: Toma de muestra en laguna maduración (Autor).



Imagen N° 38: Afluente de las aguas residuales a canal (Autor).



Imagen N° 39: Afluente de las aguas residuales (Autor).



Imagen N° 40: Espuma que se produce en el canal de descarga (Autor).



Imagen N° 41: Moradores del sector bañándose en el canal (Autor).



Imagen N° 42: Recorrido del canal, estero Bijagual y rio Daule (Google Earth).

6.1.8. CASETA DE GUARDIÁN.

La caseta del guardián se deberá de rehabilitarla no tiene inodoro ni lavamanos, además no cuenta con la debida seguridad, esta se encuentra sin puerta siendo esto sumamente importante para proteger toda el área del sistema de tratamiento.

6.1.9. PUERTAS DE ACCESO AL SISTEMA.

Las puertas de malla de seguridad, con tubo poste galvanizado de 2" (2 hojas) de acceso al sistema se encuentran desprendidas de las columnas, se debe de repararlas y volver a soldarlas reforzando la seguridad.

CAPITULO VII

7. REVISION DEL DISEÑO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN EXISTENTE

7.1. DISEÑO DE LAGUNAS ANAEROBIAS.

7.1.1. CRITERIOS DE DISEÑOS DE LAGUNAS ANAEROBIAS

Para diseñar lagunas anaerobias se desarrollan procedimientos empíricos. Los parámetros más utilizados para su diseño son carga volumétrica y tiempo de retención hidráulico, ya que los métodos que se utilizan para su desarrollo son independientes de los fenómenos superficiales.

En la actualidad, existen diferentes métodos basándose en la carga superficial, siendo esta necesaria para conservar que una laguna se encuentre en condiciones anaerobias, sin embargo la información que aportan diferentes autores varía en gran manera. Por ejemplo el autor, Eckenfelder quien se lo considera un pionero en el tratamiento de las aguas residuales, demostró datos referentes a las lagunas anaerobias con cargas superficiales que van entre 280-4500 kg DBO₅/hab/día, y profundidades entre 2.50 y 5.00 m, en las que se obtienen reducciones de DBO₅ entre 50-80 %. Otros ensayos como el de Yáñez, en 1980 sugiere un límite inferior a 1000 kg DBO₅/hab/día para conservar las condiciones anaerobias. De igual manera la Agencia de Protección de Medio Ambiente de los Estados Unidos recomienda un intervalo de 220-1100 kg DBO₅/hab/día.

Así mismo métodos establecidos en la carga volumétrica se ha planteado distintos intervalos y límites. A continuación se muestra algunos de ellos expresados en g DBO₅/m³·día:

TABLA N° 24

Carga volumétrica se ha planteado distintos intervalos y límites según los autores.

40 - 250	Bradley y Senra, 1976
125	Gloyna 1981
< 400	Mara, 1976
90 - 500	Parker, 1970
90 - 350	Oswald, 1968
200 - 500	Cooper, 1968
42 - 283	Fisher et al, 1968
190 - 240	White, 1970
100 - 400	Arthur, 1986

Fuente: Recuperada de
www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc

El tiempo de retención hidráulico es muy aplicado para el diseño de este tipo de lagunas. Así como en casos anteriores, los datos demostrados por los diferentes autores varían entre unos de otros. A continuación se expone algunos de ellos expresados en días:

TABLA N° 25

Tiempo de retención hidráulico según los autores.

5 - 50	Eckenfelder, 1970
5	Mara, 1976
2 - 5	Parker y col. 1959
30 - 50	Eckenfelder, 1961
2 - 5	Malina y Ríos, 1976
2	Arthue, 1986

Fuente: Recuperada de
www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc

Haciendo referencia a la eliminación de materia orgánica como DBO₅, los valores fluctúan entre 50 % en etapa invernal y un 80 % en verano, con temperaturas sobre los 25°C. Fundamentándose en los resultados logrados en el estudio de pozos sépticos en Estados Unidos y Zambia, se plantea la siguiente fórmula empírica para reducir la materia orgánica en las lagunas anaerobias en función del tiempo de permanencia:

$$L_e = \frac{L_i}{k_n (L_e / L_i)^n R + 1} \quad (1)$$

Dónde:

L_e = DBO₅ del efluente, mg/l

L_i = DBO₅ del influente, mg/l

k_n = coeficiente de diseño adimensional, 6.0 para $T > 20^\circ \text{C}$

n = exponente empírico, adimensional, 4.8 para $T > 20^\circ \text{C}$

R = tiempo de retención hidráulico, días

Esta ecuación se contempla legal, en climas tropicales y subtropicales.

La Organización Mundial de la Salud plantea los siguientes métodos para temperaturas mayores a 22 °C:

- Carga volumétrica menor a 300 g DBO₅ hab/día
- Tiempo de retención del orden de 5 días
- Profundidad entre 2.5 y 5.0 mts
- Eliminación de DBO₅ del orden del 50 %

El Departamento de Desarrollo del Banco Mundial, elabora un informe y plantea los siguientes parámetros de diseño:

- Carga volumétrica entre 0.1-0.4 kg DBO₅ hab/día
- Profundidad entre 2.5 y 5.0 mts.
- Carga superficial entre 4000-16000 kg DBO₅ hab/día
- Tiempo de retención del orden de 2 días

Asimismo, la Organización Mundial de la Salud, sugiere que se tenga al menos dos lagunas anaerobias en paralelo para sostener la secuencia del proceso, cuando se deba realizar limpieza y retirada de fangos en una de las lagunas.

El proceso de limpieza de las lagunas que debe de realizarse es en un intervalo en años y es el siguiente:

$$T = \frac{\text{Volumen de la laguna (m}^3\text{)}}{2(V_a \text{ m}^3 / \text{hab} \cdot \text{año}) \text{ Poblacion, hab}} \quad (2)$$

Dónde:

V_a = Velocidad de la acumulación de lodo.

7.2. DISEÑO DE LAGUNAS FACULTATIVAS.

A través del tiempo se han propuesto numerosos métodos para el diseño de lagunas facultativas, pudiendo clasificarse en las siguientes categorías:

- Métodos Empíricos
- Métodos Racionales
- Métodos Matemáticos

7.2.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Los métodos de diseño de las lagunas facultativas se pueden clasificar de la siguiente manera:

7.2.2. MÉTODOS EMPÍRICOS

Son términos matemáticos sencillos deducidos de la información experimental en lagunas de oxidación, las mismas que pueden trabajar en condiciones similares. Estos métodos se los utiliza como variables de diseño, principalmente tiempo de residencia, caudal y carga aplicada. La demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO_5), es el principal parámetro de diseño siendo una medida de la carga orgánica.

7.2.3. MÉTODOS RACIONALES

En estos métodos se pretende brindar una ilustración en términos cinéticos de lo que sucede en las lagunas de oxidación. Generalmente se basan en la disminución de una sola variable indicativa de la carga orgánica y se establecen en hipótesis restrictivas. Entre las hipótesis se encuentran las siguientes:

- La contextura de la alimentación se contempla invariable durante todo el año.
- El régimen hidráulico concierne a un modelo ideal de flujo.
- No se define el sistema detrítico, es decir, no se toman en cuenta las sedimentaciones orgánicas en el lodo.
- Las lagunas actúan en régimen estacionario.
- La cinética de la depuración es de primer orden, teniendo una constante de velocidad, que se puede definir como exponencial de la temperatura.

7.2.4. MÉTODOS MATEMÁTICOS:

Realmente son una subcategoría de los anteriores, pero demuestran características muy diferentes respectivamente a las hipótesis utilizadas. Se estima que las lagunas de oxidación son sistemas dinámicos, con cinéticas complejas y regímenes no ideales de flujo.

Se fundamentan en la modelización matemática en las interacciones físico-químicas y biológicas, siendo responsables de la depuración en lagunas de oxidación. Su complejidad es mayor, ya que se representa de manera dinámica la relación simbiótica que existe entre bacterias y fitoplancton, por lo que es esencial llevar a cabo un balance de materia de las diferentes especies químicas y biológicas que se encuentran presentes en el sistema.

A continuación se detallan los métodos empíricos y racionales más empleados:

7.2.4.1. MÉTODOS EMPÍRICOS

El uso de un intervalo admisible de carga superficial es el parámetro de diseño más usado. Como resultado de la gran variedad de condiciones en que han sido deducidos, consta una gran variedad de intervalos sugeridos por los distintos autores. La Organización Mundial de la Salud, recomienda para climas templados un intervalo de 200-400 kg DBO₅ hab/día.

Existen otros métodos empíricos que consisten en ecuaciones deducidas a partir de datos obtenidos en varias lagunas que operan en condiciones similares. Entre ellos los más conocidos son los siguientes. (Recuperado de www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc).

7.2.4.1.1. ECUACIÓN DE ARCEIVALA

Esta ecuación relaciona la carga superficial admisible con la latitud. Se derivó a partir de datos obtenidos en India, aplicable para el diseño en ese país y en un intervalo de latitud entre 8o N-36o N:

$$L (\text{kg DBO}_5 / \text{ha} \cdot \text{dia}) = 375 - 6.25 (\text{latitud}) \quad (3)$$

En la ecuación (3) la latitud viene a desempeñar las variaciones en temperatura de las diferentes

zonas.

7.2.4.1.2. MÉTODO DE MCGARRY Y PESCOD

El estudio de datos operativos de las lagunas facultativas ubicadas en diferentes zonas geográficas, indican que la carga superficial máxima aplicable a una laguna facultativa, se vincula con la temperatura mensual media del aire de la siguiente manera:

$$L_{max} = 60.3 \times 1.0993^T \quad (4)$$

La carga admisible máxima se incrementa con la temperatura, ya que para el diseño se emplea la aproximación más conservadora, y se asume la temperatura media ambiente del mes más frío en el año. Por medio de esto se conseguiría una laguna que operaría en el límite tolerado, por lo menos una vez mes al año. Para evitar la anaerobiosis se utiliza un factor de seguridad, por lo que la ecuación queda:

$$L_{max} = 20 \cdot T - 120 \quad (5)$$

En ambas ecuaciones L. máx. viene expresado en kg DBO5 hab/día.

En diferentes investigaciones se ha expuesto que esta ecuación no resulta apropiada para lagunas con cargas superficiales pequeñas (14.1 - 27.2 kg DBO₅ hab/día). Para cargas superficiales unas 10 veces superiores, en climas cálidos, se consiguen óptimos resultados.

7.2.4.1.3. ECUACIÓN DE ARTHUR

En la ecuación de Arthur, plantea una forma corregida de la ecuación de McGarry y Pescod (4):

$$L_{max} = 20 \cdot T - 60 \text{ (kg DBO}_5\text{/ha dia)} \quad (6)$$

Esta relación proporciona un factor de seguridad alrededor de 1.5, para evitar que la laguna facultativa se convierta en anaerobia.

7.2.4.1.4. MÉTODO DE LARSEN

La superficie necesaria para alcanzar una reducción prefijada en materia orgánica en una laguna de oxidación facultativa se calcula en función de cinco factores adimensionales, de la manera siguiente:

$$MOT = (2.468^{RED} + 2.468^{TTC} + 23.9 / TEMPR + 150 / DRY) \cdot 10^6 \quad (7)$$

Estos factores adimensionales se definen como:

$$MOT = 1.0783 \times 10^{-7} \frac{S I^{1/3}}{Q_i L_e^{1/3}} \quad (8)$$

$$RED = \frac{L_i - L_e}{L_i} \quad (9)$$

$$TTC = \frac{0.0879 W L_i^{1/3}}{I^{1/3}} \quad (10)$$

$$TEMPR = \frac{T_W}{T_a} \quad (11)$$

$$DRY = \text{Humedad relativa (\%)} \quad (12)$$

Siendo:

S = superficie de la laguna, ft²

I = radiación solar, Btu/ft² día

Q_i = caudal del influente, gal/día

L_e = DBO₅ del efluente, mg/l

L_i = DBO₅ del influente, mg/l

W = velocidad del viento, millas/hr

T_w = temperatura del agua de la laguna, °F

T_a = temperatura del aire, °F

Esta ecuación se emplea en condiciones más desfavorables: intensidad de radiación solar y temperatura media en invierno, carga orgánica máxima, etc. (Recuperado de www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc).

7.2.4.1.5. MÉTODO DE GLOYNA

Luego de investigar los resultados conseguidos en varios reservorios a escala de laboratorio, planta piloto, y más de 200 reservorios en explotación, Además Gloyna y demás colaboradores desarrollaron diversas fórmulas que acceden a establecer un enlace entre el volumen del estanque, el DBO₅, caudal del efluente, toxicidad y la temperatura. Hermann y Gloyna en su primera ecuación publicaron, para que la eficacia en la reducción de la DBO₅ estaba entre un 85-95% fue la siguiente:

$$V = (3.5 \times 10^{-5}) N q L_i \theta^{35-T_m} \quad (13)$$

Dónde:

V = volumen de la laguna, m³

N = población contribuyente

q = producción de agua residual por persona, lts/día

L_i = DBO₅ del influente, mg/lts

θ = coeficiente de temperatura, 1.09 adimensional

T_m = temperatura media del agua correspondiente al mes más frío, °C

La ecuación (13) fue reformada por Gloyna en 1976, el objetivo es de añadir factores de corrección aplicados a la concentración de iones sulfato presentes en el medio, y a la toxicidad de las algas, consiguiendo finalmente la ecuación:

$$\frac{V}{Q} = R = 3.5 \times 10^{-5} Q L_i \theta^{(35-T_m)} f \cdot f' \quad (14)$$

Dónde:

V, L_i, θ, T_m, poseen el mismo significado que en la ecuación

Q = caudal del influente, lts/día

R = tiempo de retención hidráulico, días

f = factor de toxicidad de las algas = 1.0 para aguas residuales de origen doméstico

f' = factor de corrección para el DBO₅ originado por la presencia en el medio de iones sulfato = 1.0 para concentraciones de iones sulfato < 500 mg/l.

Luego de calculado el volumen de la laguna con la ecuación (14), se debe adoptar un valor para la profundidad que dependerá del tipo de agua residual, temperatura, contenido en sólidos sedimentables, y condiciones climáticas.

La Organización Mundial de la Salud aconseja el uso de los métodos de Gloyna o de McGarry y

Pescod, en función de la carga orgánica a sanear y de localización geográfica de las lagunas, cuando no se dispone de información específica fiable.

7.2.4.1.6. MÉTODO DE LA RADIACIÓN SOLAR

El método de la radiación solar, se funda en el supuesto caso de que el oxígeno necesario para el proceso de oxidación aerobia se origina por medio de la acción fotosintética de las algas en el sistema, a través de la influencia de la radiación solar.

La ecuación planteada es la siguiente:

$$R = \frac{D DBO_5}{\varphi I (C / 0.1)} \quad (15)$$

Dónde:

R = tiempo de retención en días

D = profundidad del estanque, cm

DBO₅ = carga orgánica en mg/l

C = 2.8×10^{-5}

φ = factor de eficacia para la conversión de la luz, que representa la relación entre cantidad de oxígeno producido y la DBO₅ que hay que disminuir en la laguna, la que se expresa en %

I = intensidad de la luz, cal/cm² día

Luego de que se conoce el tiempo de residencia, la profundidad y el caudal, se puede calcular la superficie (Recuperado de www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc).

7.2.4.1.7. RELACIONES DE MARA Y MARECOS

Recomiendan las siguientes consideraciones de diseño:

TABLA N° 26

Parámetros según los autores Mara y Marecos,

$L_s = 100$	$T < 10^\circ \text{C}$
$L_s = 10 \times T$	$10 < T < 20^\circ \text{C}$
$L_s = 50(1.072)^{T-20}$	$T > 20^\circ \text{C}$
$L_s = 350(1.107 - 0.002 \times T)^{T-20}$	$T > 10^\circ \text{C}$

Fuente: (Recuperado de www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc).

Seleccionada la carga de diseño, se escoge la profundidad (regularmente entre 1.50 y 2.00 mts) y se obtiene el área de la laguna mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{10 L_i Q}{L_s}$$

Dónde:

A = área de la laguna en m^2

L_i = DBO_5 del influente en mg/l

Q = caudal del influente en $\text{m}^3/\text{día}$

L_s = carga orgánica superficial de diseño en $\text{kg DBO}_5/\text{hab}/\text{día}$

7.2.5. METODOS RACIONALES

7.2.5.1. MÉTODO DE LA CINÉTICA DE PRIMER ORDEN

Este método fue elaborado por Marais y Shaw, también conocido como aproximación de mezcla completa, basándose en las siguientes hipótesis:

- Reducción de materia orgánica y presenta una cinética de primer orden.
- En las lagunas se dan condiciones de mezcla completa.
- No se producen pérdidas por evaporación y/o filtración.

La ecuación formulada es la siguiente:

$$\frac{L_e}{L_i} = \frac{1}{1 + k R} \quad (17)$$

Dónde:

L_e = DBO₅ del efluente en mg/l

L_i = DBO₅ del influente en mg/l

k = constante de velocidad en días⁻¹

R = tiempo de retención en días

Reemplazando R por V/Q , se calcula la superficie de la laguna:

$$A = \frac{Q}{D k} \left[\frac{L_i}{L_e} \right] \quad (18)$$

Dónde:

D = profundidad de la laguna en mt.

Q = caudal del influente en m³/día

A = superficie en m²

7.2.5.1.1. MODIFICACIÓN DE MIDDLEBROOKS

Middlebrooks contribuyó con la modificación en la ecuación de Marais, proponiéndola de la siguiente manera:

$$\frac{L_e}{L_i} = \left[\frac{I}{I + k R_n} \right]^n \quad (19)$$

Dónde:

L_e = DBO₅ del efluente en mg/l

L_i = DBO₅ del influente en mg/l

k = constante de velocidad en días⁻¹

R_n = tiempo de retención hidráulico en cada laguna en días

n = número de lagunas en serie

La ecuación (19) está aplicada a **n** lagunas conectadas en serie, donde la eficacia máxima se logrará cuando el tiempo de retención en cada laguna sea idéntico (Recuperado de www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc).

7.2.5.1.2. MODIFICACIÓN DE MARA

Este método se basa en el trabajo experimental de que el DBO₅ de las facultativas no debe ser

nunca menor a 55 mg/l. Mara plantea una modificación al método de Marais y Shaw, aportando una expresión del área en función de la DBO₅ del influente, caudal del afluente, la constante cinética, y la profundidad de la laguna:

$$A = Q \frac{L_i - 55}{55 k D} \quad (20)$$

Dónde:

A = área de la laguna en m²

Q = caudal, en m³/día

L_i = DBO₅ del afluente en mg/l

k = constante cinética de degradación día⁻¹

D = profundidad de la laguna en mts.

7.2.5.1.3. MÉTODO DE UHLMANN

En este método, Uhlmann y col. asumen para el diseño de lagunas de oxidación, el modelo de **n** reactores de mezcla completa trabajando en serie. Adquieren una expresión de la constante cinética de degradación, **k**, en función del tiempo de retención, de la carga orgánica y la temperatura:

$$k = \frac{R^J}{G} \quad (21)$$

Dónde:

k = constante cinética de primer orden en (días)⁻¹

R = tiempo de retención hidráulico en días

$$J = -1/(1.391 + 1.304/T + (0.061 + 0.05T)/L)$$

$$G = (0.327 + (10.277/T) + 1/ (L(0.25 + 0.476/T)))$$

T = temperatura, °C

L = carga orgánica volumétrica, g DBO₅/m³ día

7.2.5.1.4. ECUACIÓN DE WEHNER-WILHELM. APLICACIÓN DE THIRUMURTHI PARA FLUJO PISTÓN

La aplicación de las bases de la aproximación de Thirumurthi, son diferentes a los modelos ensayados anteriormente, porque tienen en cuenta el estado de dispersión hidráulico de la laguna. El modelo fue analizado para condiciones intermedias entre el flujo pistón y sistemas de mezcla completa. El grado de mezcla se constituye mediante un parámetro adimensional, **d**, dicho valor va de cero para condiciones de flujo pistón, a infinito para sistemas de mezcla completa.

Wehner y Wilhelm, estableciéndose en la segunda ley de Fick de la difusión molecular, consiguieron la ecuación 22 para los reactores químicos y su cinética no es de primer orden y en los que no se consigue las condiciones de flujo ideal.

$$\frac{L_e}{L_i} = \frac{4 a e^{1/2d}}{(1 + a)^2 e^{1/2d} - (1 - a)^2 e^{-a/2d}} \quad (22)$$

Dónde:

L_e = DBO₅ del efluente en mg/l

L_i = DBO₅ del efluente en mg/l

a = (1 + 4kRd)^{1/2}

k = constante cinética de primer orden en días⁻¹

R = tiempo de retención hidráulico en días

d = módulo adimensional de dispersión de flujo

$$d = \frac{H}{UL} = \frac{HR}{X^2} \quad (23)$$

H = coeficiente de dispersión axial ft²/h

U = velocidad del fluido ft/h

X = longitud que recorre una partícula típica, desde que entra hasta que sale de la laguna en ft

Para resolver los cálculos y aproximación, Thirumurthi desprecia el segundo término del denominador de la ecuación de Wehner-Wilhelm por tener un valor pequeño, resultando la siguiente ecuación:

$$\frac{L_e}{L_i} = \frac{4 a e^{1-a/2d}}{(1 + a)^2} \quad (24)$$

Con la información obtenida de varias lagunas e investigaciones de laboratorio, Thirumurthi plantea una ecuación simplificada, que se consigue al considerar en la ecuación de Wehner-Wilhelm, las condiciones hidráulicas para flujo pistón (d = 0). La ecuación es:

$$\frac{L_e}{L_i} = e^{-kR} \quad (25)$$

Thirumurthi indica que el principal parámetro de diseño es la constante de velocidad para la reducción de la DBO₅, normalmente ésta se considera únicamente función de la temperatura. Para pequeños intervalos de temperatura se puede expresar como:

$$k = k_0 \theta^{(T-T_0)}$$

k_0 = valor de la constante a la temperatura de referencia.

En otras ocasiones el efecto de factores como toxicidad, intensidad luminosa o características hidráulicas se engloba dentro de la constante de velocidad. Se definen unos estándares ambientales:

- Temperatura en la laguna de 20°C.
- Carga orgánica de 672 kg DBO5 hab/día
- Ausencia de agentes químicos tóxicos.
- Radiación solar mínima de 100 langley/día.
- Ausencia de carga orgánica originada por los sólidos sedimentables.

La constante de velocidad se define en este caso como:

$$k = k_{20} \cdot C_{Te} \cdot C_0 \cdot C_{Tox}$$

Dónde:

C_{Te} = factor de corrección de temperatura

C_0 = factor de corrección para la carga orgánica

C_{Tox} = factor de corrección para los compuestos tóxicos procedentes de industrias químicas

Además de los métodos de diseño aquí expuestos, existen otros de uso menos frecuente, como son:

- Método de Polprasert y Bhattarai.
- Método de la alimentación intermitente.
- Método de Ferrara y Harleman.

(Recuperado de www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc).

7.3. DISEÑO DE LAGUNAS DE MADURACIÓN

7.3.1. CRITERIO DE DISEÑO DE LAGUNAS DE MADURACIÓN

El objetivo fundamental de las lagunas de maduración es la reducción de agentes patógenos, por tanto los métodos de diseño se basan en los modelos cinéticos para la eliminación de éstos, normalmente representados por los coliformes fecales.

Los modelos de simulación de calidad de aguas superficiales, generalmente utilizan una cinética de primer orden para representar la desaparición de coliformes del medio acuático. La ecuación que se recomienda con más frecuencia para el diseño de lagunas de maduración, se basa en suponer una cinética de primer orden para la eliminación de patógenos, así como un régimen de flujo en mezcla completa. La ecuación de diseño es la siguiente:

$$N_e = \frac{N_i}{1 + k_b R}$$

Dónde:

N_e = número de coliformes fecales/100 ml en el efluente

N_i = número de coliformes fecales/100 ml en el influente

k_b = constante de velocidad para la eliminación de coliformes, día⁻¹

R = tiempo de retención, días

Para la construcción de varias lagunas de maduración en serie, la ecuación de diseño sería:

$$N_e = \frac{N_i}{(1 + k_b R_1)(1 + k_b R_2) \dots (1 + k_b R_n)}$$

Donde R_n es el tiempo de retención en la laguna n.

La constante de velocidad se suele expresar de la forma siguiente:

$$k_b = k_{20} \theta^{(T-20)}$$

Dónde:

k_{20} = constante de velocidad a 20 °C, día-1

θ = coeficiente de temperatura, 1.19 adimensional

T = temperatura, °C

Habitualmente se toma un valor constante para k_b , que depende únicamente del microorganismo que se considere. Los valores habituales para k_b son 2 d-1 para *Escherichia coli* y 0.8 d-1 para *Salmonella typhi*.

La presencia de coliformes fecales se ve afectada por la intensidad luminosa. Para incluir este factor, Chamberlin y Mitchell propusieron la siguiente definición de velocidad específica de desaparición de coliformes:

$$k = k_l I_0 e^{-\beta z}$$

Dónde:

k_l = constante de proporcionalidad específica de cada microorganismo, cm²/cal

I_0 = energía luminosa a nivel de la superficie de la laguna, cal/cm² hr

β = coeficiente de extinción, m-1

z = profundidad, m.

Según esta ecuación la velocidad específica se anularía en la oscuridad, debido a esto se ha

desarrollado una ecuación alternativa, que incluye componentes dependientes e independientes de la intensidad luminosa. Expresa la velocidad específica en función de la temperatura, salinidad e intensidad luminosa:

$$k = \frac{0.8 + 0.006 (\% AM)}{24} 1.07^{(T-20)} + k_l l$$

Dónde:

% AM = salinidad, expresada como tanto por ciento de agua de mar

T = temperatura, °C.

La O.M.S. recomienda un tiempo de retención mínimo de 5 días si se cuenta con una sola laguna de maduración, y 3 días por laguna cuando hay dos o más trabajando en serie

(Recuperado de www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc).

7.4. REVISIÓN DEL DISEÑO

7.4.1. ANAEROBICA SUBSISTEMA A1

TABLA N° 27

Datos de la laguna anaeróbica del subsistema 1.

**LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD NARCISA
DE JESÚS
SUBSISTEMA 1: ANAERÓBICA A1**

**CALCULO DE EFICIENCIAS DE LAGUNAS
MODIFICADAS**

**REMOCION DE DBO
En Laguna Anaeróbica A1**

Largo (m)	43
Ancho (m)	43
Alto (m)	2.4
Área (m ²)	1,849
Talud H:V	2
Volumen útil (m ³)	3,520.61

Datos de Entrada

DBO entrada, S_0 (mg/l)	250
Área A (ha)	0.1849
l Carga Volumétrica, (g DBO/m ³ -d)	400
$Q = (A \cdot l \cdot h) / S$	
Q medio (m ³ /d)	7,100.16
Q medio (l/s)	82.18

este valor es mayor al
 $Q_{\max \text{ dia}} = 94.58 \text{ l/s} / 2$
 $= 47.59 \text{ l/s}$

Tiempo de retención, t (días)

$t = \text{Volumen útil} / Q_{\text{med}}$	0.50
--	-------------

Eficiencia DBO (%)	50%
---------------------------	-----

Concentración DBO efluente

$S_e = S_0 \cdot (1 - E)$ (mg/l)	125
----------------------------------	------------

Fuente: Autor.

7.4.2. FACULTATIVA SUBSISTEMA S1

TABLA N° 28

Datos de la laguna facultativa subsistema 1.

LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD NARCISA DE JESÚS
SUBSISTEMA 1 : FACULTATIVA S1

CALCULO DE EFICIENCIAS DE LAGUNAS MODIFICADAS
REMOCION DE DBO

En Laguna Facultativa S1

Largo (m)	115.5
Ancho (m)	39
Alto (m)	1.50
Área (m ²)	4,505
Talud H:V	2
Volumen útil (m ³)	6,079.50

Datos de Entrada

DBO entrada, S_0 (mg/l)	125
Área A (ha)	4,505
l Carga Superficial, (kg DBO/ha-d)	350
$A = (10 * S_0 * Q_{med}) / l$	
Q medio (m ³ /d)	1,261.26
Q medio (l/s)	14.60

Este valor es menor al
 $Q_{max \text{ dia}} = 94.58 \text{ l/s} / 2$
 $= 47.29 \text{ l/s}$ a futuro por
 lo que necesita el uso
 de mamparas.

Tiempo de retención, t (días)

$t = \text{Volumen útil} / Q_{med}$	4.82
-------------------------------------	-------------

Cálculo de la eficiencia de la remoción de DBO

$Kt = K_{20} * q^{T-20}$	0.38
--------------------------	------

K_{20}	0.25
$t = q$	1.07
$T (^{\circ}C)$	26

Eficiencia DBO %

$E = 100 * Kt * t / (1 + Kt * t)$	64.39
-----------------------------------	-------

Concentración DBO efluente

$Se = So * (1 - E)$ (mg/l)	44.51
----------------------------	--------------

REMOCION DE PATOGENOS

$K_b = 1,1 (1,07)^{(T-20)}$	1.65
K_b : Coeficiente de reducción bacteriana	

En Laguna Facultativa S1

$d = (L/A) / (-0.26118 + 0.25392(L/A) + 1.01368 * (L/A)^2)$	0.32
$a = (1 + 4 * K * tr * d)^{0.5}$	3.32
Ni (NMP Coliformes fecales/100ml)	10,000,000
$Ne/Ni = (4 * a * \exp(0.5/d) / (((1+a)^2) * \exp(a/2*d)) - ((1-a)^2) * \exp(-a/2*d))$	0.01793
$Ne = Ni * \text{factor}$	179,000

Eficiencia coliformes fecales Facultativa

$E = ((Ni - Ne) / (Ni)) * 100$	98.21
--------------------------------	-------

Fuente: Autor.

7.4.3. MADURACIÓN SUBSISTEMA M1

TABLA N° 29

Datos de la laguna maduración del subsistema 1.

LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD NARCISA DE JESÚS
SUSBSISTEMA 1 : MADURACIÓN S1

En Laguna Remoción de Patógenos Maduración S1

Largo (m)	164.50
Ancho (m)	39
Alto (m)	1.50
Área (m2)	6,416
Talud H:V	2
Volumen (m3)	8,725.50
Tiempo de retención (días)	6.92
$T(^{\circ}C) = T \text{ facultativa} + 1 \text{ }^{\circ}C$	26
$K_b = 1,1 (1,07)^{T-20}$	1.65
$d = (L/A) / (-0.26118 + 0.25392(L/A) + 1.01368*(L/A)^2)$	0.22
$a = (1 + 4*K*tr*d)^{0.5}$	3.35
Ni (NMP Coliformes fecales/100ml)	179,000
$Ne/Ni = (4*a*exp(0.5/d) / (((1+a)^2)*exp(a/2*d)) - ((1-a)^2)*exp(-a/2*d))$	0.00371
$Ne = Ni*factor$	664.92

Eficiencia coliformes fecales Maduración

$E = ((Ni - Ne) / (Ni)) * 100$	99.63
--------------------------------	-------

Eficiencia total Coliformes fecales (%)	99.99335
--	-----------------

Fuente: Autor.

TABLA N° 30

Datos de resumen del subsistema 1.

DATOS DE RESUMEN	
Caudal (l/s)	14.60
Tiempo total de retención (días)	11.74
DBO entrada (mg/l)	125
DBO salida (mg/l)	44.51
Remoción DBO (%)	64.39
Coliformes Fecales entrada (nmp/100ml)	10,000,000
Coliformes Fecales salida (nmp/100ml)	665
Remoción coliformes fecales	99.9933508

Fuente: Autor.

Como los datos de DBO dados por el laboratorio contratado indicaban concentraciones menores a la que se mencionan en la literatura especializada se decidió tomar un valor promedio de 250 mg/l, ya que era imposible tomar las muestras en las lagunas por la gran cantidad de vegetación que existe en el sistema de lagunaje. Así obtendremos una remoción de DBO de 64.39 %.

El caudal máximo a tratar por laguna facultativa es de 14.60 lts/seg y como el caudal máximo para la población futura es de $(94.58 \text{ lts/seg}) / (2 \text{ sub sistemas}) = 47.29 \text{ lts/seg}$, se definió usar mamparas. Cabe indicar que con el uso de mamparas se duplicara el caudal de diseño.

De igual manera podemos observar que el tiempo de retención en el sistema es de 11.74 días, considerando que para nuestro diseño utilizando mamparas se mejorara el equilibrio hidráulico bajando el tiempo de retención.

La descarga del efluente estaría dentro de los parámetros permisibles siendo este 44.51 mg/l y límite máximo permisible por la Norma de Calidad Ambiental es 250 mg/l, obteniendo una eficiencia óptima en la descarga y así conservar la calidad del recurso del agua y así proteger y preservar los ecosistemas y del medio ambiente.

7.4.4. ANAEROBICA SUBSISTEMA A2

TABLA N° 31

Datos de la laguna anaeróbica del subsistema 2.

**LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD
NARCISA DE JESÚS
SUBSISTEMA 2: ANAERÓBICA A2**

En Laguna Anaeróbica A2

Largo (m)	43
Ancho (m)	43
Alto (m)	2.4
Área (m ²)	1,849
Talud H:V	2
Volumen útil (m ³)	3,520.61

Datos de Entrada

DBO entrada, S_o (mg/l)	250
Área A (ha)	0.1849
λ Carga Volumétrica, (g DBO/m ³ -d)	400
$Q = (A \cdot \lambda \cdot h) / S$	
Q medio (m ³ /d)	7,100.16
Q medio (l/s)	82.18

este valor es mayor al
 $Q_{max \text{ día}} = 94.58 \text{ l/s} / 2$
 $= 47.29 \text{ l/s}$

Tiempo de retención, t (días)

$t = \text{Volumen útil} / Q_{med}$	0.50
-------------------------------------	-------------

Eficiencia DBO (%)	50.00
---------------------------	-------

Concentración DBO efluente

$S_e = S_o \cdot (1 - E)$ (mg/l)	125
----------------------------------	------------

Fuente: Autor.

7.4.5. FACULTATIVA SUBSISTEMA F2

TABLA N° 32

Datos de la laguna facultativa del subsistema 2.

**LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD NARCISA DE
JESÚS
SUBSISTEMA 2 : FACULTATIVA S2**

**CALCULO DE EFICIENCIAS DE LAGUNAS
REMOCION DE DBO**

En Laguna Facultativa S2

Largo (m)	115.5
Ancho (m)	39
Alto (m)	1.5
Área (m ²)	4,505
Talud H:V	2
Volumen útil (m ³)	6,079.50

Datos de Entrada

DBO entrada, S_o (mg/l)	125
Área A (ha)	4,504.50
λ Carga Superficial, (kg DBO/ha-d)	350
$A = (10 \cdot S_o \cdot Q_{med}) / \lambda$	
Q medio (m ³ /d)	1,261.26
Q medio (l/s)	14.60

Tiempo de retención, t (días)

$t = \text{Volumen útil} / Q_{med}$	4.82
-------------------------------------	-------------

Cálculo de la eficiencia de la remoción de DBO

$Kt = K_{20} \cdot \theta^{\Delta T - 20}$	0.38
K_{20}	0.25
$t = \theta$	1.07
T (°C)	26

Eficiencia DBO %

$E=100 \cdot Kt^*t / (1+Kt^*t)$	64.39
---------------------------------	-------

Concentración DBO efluente

$Se=So^*(1-E)$ (mg/l)	44.51
-----------------------	--------------

REMOCION DE PATOGENOS

$Kb = 1,1 (1,07)^{T-20}$	1.65
Kb : Coeficiente de reducción bacteriana	

En Laguna Facultativa F2

$d=(L/A) / (-0.26118+0.25392(L/A)+1.01368^*(L/A)^2)$	0.32
$a=(1+4^*K^*tr^*d)^{0.5}$	3.32
Ni (NMP Coliformes fecales/100ml)	10,000,000
$Ne/Ni=(4^*a^*exp(0.5/d) / (((1+a)^2)^*expo(a/2^*d))-((1-a)^2)^*expo(-a/2^*d))$	0.01793
$Ne=Ni^*factor$	179,000

Eficiencia coliformes fecales Facultativa

$E=((Ni-Ne)/(Ni))^*100$	98.21
-------------------------	-------

Fuente: Autor.

7.4.6. MADURACIÓN SUBSISTEMA M2

TABLA N° 33

Datos de la laguna maduración del subsistema 2.

LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD NARCISA DE JESÚS
SUBSISTEMA 2 : MADURACIÓN S2

En Laguna Remoción de Patógenos M2

Largo (m)	164.5
Ancho (m)	39
Alto (m)	1.5
Área (m ²)	6,416
Talud H:V	2
Volumen (m ³)	8,725.50
Tiempo de retención (días)	6.92
T(°C) = T facultativa + 1 °C	26
Kb = 1,1 (1,07) ^{T-20}	1.65
$d = (L/A) / (-0.26118 + 0.25392(L/A) + 1.01368*(L/A)^2)$	0.22
$a = (1 + 4*K*tr*d)^{0.5}$	3.35
Ni (NMP Coliformes fecales/100ml)	179,000
$Ne/Ni = (4*a*exp(0.5/d) / (((1+a)^2)*expo(a/2*d)) - ((1-a)^2)*expo(-a/2*d))$	0.00371
Ne = Ni*factor	664.92

Eficiencia coliformes fecales Maduración

$E = ((Ni - Ne) / (Ni)) * 100$	99.63
--------------------------------	-------

Eficiencia total Coliformes fecales (%)	99.9933508
--	-------------------

Fuente: Autor.

TABLA N° 34

Datos de resumen del subsistema 2.

DATOS DE RESUMEN	
Caudal (l/s)	14.60
Tiempo total de retención (días)	11.74
DBO entrada (mg/l)	125
DBO salida (mg/l)	44.51
Remoción DBO (%)	64.39
Coliformes Fecales entrada (nmp/100ml)	10,000,000
Coliformes Fecales salida (nmp/100ml)	664.92
Remoción Coliformes fecales (%)	99.99335

Fuente: Autor

Como los datos de DBO dados por el laboratorio contratado indicaban concentraciones menores a la que se mencionan en la literatura especializada se decidió tomar un valor promedio de 250 mg/l, ya que era imposible tomar las muestras en las lagunas por la gran cantidad de vegetación que existe en el sistema de lagunaje. Así obtendremos una remoción de DBO de 64.39 %.

El caudal máximo a tratar por laguna facultativa es de 14.60 lts/seg y como el caudal máximo para la población futura es de $(94.58 \text{ lts/seg}) / (2 \text{ sub sistemas}) = 47.29 \text{ lts/seg}$, se definió usar mamparas. Cabe indicar que con el uso de mamparas se duplicara el caudal de diseño.

De igual manera podemos observar que el tiempo de retención en el sistema es de 11.74 días, considerando que para nuestro diseño utilizando mamparas se mejorara el equilibrio hidráulico bajando el tiempo de retención.

La descarga del efluente estaría dentro de los parámetros permisibles siendo este 44.51 mg/l y límite máximo permisible por la Norma de Calidad Ambiental es 250 mg/l, obteniendo una eficiencia óptima en la descarga y así conservar la calidad del recurso del agua y así proteger y preservar los ecosistemas y del medio ambiente.

7.5. PROPUESTA DE MEJORA

Entre la propuesta de mejora para obtener una mayor eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales desde el punto de vista de aumentar los caudales de tratamiento de aguas residuales, y de esta manera obtener óptimos resultados para proteger la calidad del recurso del agua, con la finalidad de proteger y preservar los ecosistemas y del medio ambiente, se optó por construir mamparas.

7.5.1. MAMPARAS

Las mamparas son planchas o paredes que se usan para encauzar o dirigir el flujo de las aguas residuales en las lagunas. Facilitan con área superficial sumergida en la que los microorganismos quedan atrapados, aumentando el equilibrio orgánico. Las mamparas se las utiliza de una manera considerable, cuando el influente posee material en suspensión o flotante, el mismo que se espera sedimentar y lograr colectarlo consecutivamente.

La instalación de las mamparas en lagunas de estabilización ha sido planteada por diferentes investigadores, siendo esta una manera de mejorar las características hidráulicas del sistema de lagunaje. Este diseño busca interrumpir el flujo estratificado, disminuir las zonas muertas y reducción de cortocircuitos, lo que incrementaría el tiempo de retención.

Los investigadores Killani y Ogunrombi (1984) en los experimentos desarrollados, obtuvieron que las lagunas de oxidación con mamparas originen un mejor tratamiento que aquellas sin las mismas, además se minimiza los costos operativos. Además las diferentes investigaciones realizadas con mamparas, aportan que con un modelo matemático para la optimización se obtiene mayor remoción y mejora el régimen hidráulico, por lo que esta condición beneficia al flujo pistón dentro de las lagunas facultativas y maduración.

7.5.1.1. VENTAJAS DEL USO DE MAMPARAS

Dentro de las ventajas podemos mencionar las siguientes:

- No demandan mucho mantenimiento
- No se requiere costos de reactivos
- Se reduce el corto circuito
- Bajo costo por mantenimiento
- No se requiere de personal calificado
- Se mejora la eficiencia al disminuir la dispersión
- Su instalación es fácil
- Se puede recolectar las algas y no tener toxicidad y se lo puede utilizar como abono para la agricultura y alimento para el ganado (Cortés-Martínez, 2015).

7.5.1.2. CRITERIO PARA EL DISEÑO DE LAS MAMPARAS SUMERGIDAS

Diversos investigadores concuerdan que el uso de las mamparas sumergidas optimiza la eficacia del proceso, y afecta el patrón de flujo de la hidráulica del sistema disminuyendo el corto circuito. De igual manera se han conseguido remociones en nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y los sólidos suspendidos totales.

7.5.1.3. UBICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LAS MAMPARAS EN LAGUNAS

Conforme con búsquedas bibliográficas no se ha podido encontrar entre diferentes diseñadores notas o estudios para desarrollar el diseño de las mamparas sumergidas. Según Cigana *et al.*, (1998) no existen estudios aceptables al respecto, definiendo que la eficacia del sistema se ve afectada por la ubicación y profundidad de las mamparas.

En el estudio realizado por Cigana *et al.*, (1998) demostró que con mamparas colocadas a

profundidades entre 15, 30 y 50 cm, logrando mejorar la remoción de objetos flotantes que al emplear mayor profundidad. En vista que no se podía emplear una mampara con la profundidad sugerida en el ensayo, porque tenían igual profundidad que la de las lagunas empleadas, se eligió porque estas tuvieran 40 cm de profundidad para lograr conseguir mejor eficacia de remoción. Optaron por dejar una longitud vertical correspondiente al 20% de la profundidad total, para la circulación del flujo, el mismo que no provoca turbulencia. De igual manera no se sugiere que las mamparas sean colocadas muy profundas, ya que si se instalan muy próximas al fondo de la laguna establecerán condiciones desfavorables bajo la mampara pudiendo provocar los problemas siguientes:

- Aumentar la velocidad local y la turbulencia debajo de la mampara. Como resultado, se producirá una reducción de la eficacia debido a la reintroducción de los flotantes ya obstaculizados por la mampara.
- Probable desbordamiento causado por la restricción del flujo. (Cortés-Martínez, 2015)

7.5.1.4. DISEÑO DE LAS MAMPARAS EN LAGUNAS

Conforme a los objetivos planteados, se analizó para nuestro proyecto que la mejor opción es canalizar con dos mamparas o deflectores las aguas residuales en las Lagunas Facultativas y Maduración de ambos Subsistemas, a su vez se desea conservar el diseño constructivo del sistema de tratamiento ya que utilizando otro diseño se tendría que cambiar el área de todo el sistema de lagunaje, aumentarían los costos, y conservándolas ayudará a una mayor eficiencia hidráulica y a mejorar el tratamiento de las aguas residuales con las mamparas a un 70 % de la longitud, mejorando el tiempo de retención tanto en la laguna facultativa como en la de maduración.

Se utilizó el estudio de Cigana *et al.*, (1998) de colocar a 40 cm de profundidad del nivel de fondo de laguna, con paneles de hormigón pre fabricados con malla electro soldada en su



interior, con vigas empotradas en ambos extremos.



CAPITULO VIII

8. MEDIDAS DE CORRECCION EN LOS PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LAGUNAJE

8.1. MANTENIMIENTO EN LA OBRAS DE TRATAMIENTO

El mantenimiento que se debe realizar en las obras de tratamiento de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad Narcisca de Jesús, es el siguiente:

- Realizar inspecciones de las condiciones físicas de cada una de las lagunas, cada 6 meses, comprobando cada uno de los materiales de construcción como lo es el revestimiento de impermeabilización de las compuertas de entrada y salida de las lagunas como también las compuertas de rebose que sirven para retener los desechos que podría arrastrar el efluente. También se debe verificar que no exista vegetación en terraplenes.
- Cada año se deberá extraer de las lagunas los lodos, teniendo en cuenta que la cantidad de lodos acumulados por habitante fluctúa entre 30 a 60 lts, dejando una mínima porción de lodos para la digestión futura; se debe tener en cuenta que los lodos extraídos deben ser enterrados como mínimo en 60 cm. de profundidad. Esta se deberá de realizar por medio de una Excavadora Hidráulica y un volquete para transportar los lodos.



Imagen N° 43: Excavadora hidráulica (Recuperada de <http://www.abadiamartinez.com/maquinaria/excavadoras/>)

8.1.1. MANTENIMIENTO EN LA RED DE CONDUCCIÓN HACIA LAS LAGUNAS

Las correcciones que se debe realizar en la red de conducción hacia las lagunas, en lo que corresponde a la línea de conducción de agua residual son:

- Se debe enterrar y cubrir con material pétreo, toda la tubería que se encuentre expuesta a la superficie, y así evitar que esta sea destruida.
- Constantemente se debe realizar inspecciones en toda la red de conducción para evitar que esta tenga deterioros o roturas como se encuentra en la actualidad.

8.1.2. MANTENIMIENTO EN LA RED DE CONDUCCIÓN QUE PRESENTA FUGAS

Las correcciones y reparaciones que se debe realizar en la red de conducción hacia las lagunas, en lo que corresponde a la línea de conducción de agua residual hacia las lagunas son:

- Se debe identificar los puntos exactos donde existen las fugas de aguas residuales, y proceder a reemplazarla conservando el diámetro.
- Remover, desalojar las áreas que están saturadas con las aguas residuales y luego proceder a rellenar con material importado (cascajo) seco.
- Periódicamente se debe realizar inspecciones físicas de la red de conducción de las aguas residuales (tubería NOVAFORT corrugada de 400mm) entre el sistema de lagunaje, verificando que se encuentre en perfectas condiciones y así evitar que se provoque fuentes de contaminación, malos olores y la proliferación de insectos.

8.1.3. MANTENIMIENTO EN LAS CAJAS DE REGISTRO

Las correcciones que se debe realizar en las cajas de registro, son las siguientes:

- Realizar mantenimiento, ya que aún se encuentra material de construcción cuando fueron construidas; de igual manera realizar limpieza e todas las cajas y retirar los residuos sólidos que se encuentren.
- Construir y colocar tapas de hormigón armado en las cajas de registro que hagan falta.
- Realizar constantemente inspecciones físicas en las cajas de registro y así verificar que están operativas sin obstrucciones, libres de cualquier material solido que imposibilite el paso normal de las aguas.

8.1.4. MANTENIMIENTO EN LAS ESTRUCTURAS DE INTERCONEXIÓN Y COMPUERTAS DE REBOSE

Las correcciones que se debe realizar en las estructuras de hormigón y en las compuertas de rebose en el sistema de lagunaje son las siguientes:

- Realizar mantenimiento en las estructuras de hormigón, como limpieza el retiro de las piedras que se encuentran en el invert.
- Reparar las compuertas de madera (moral), que presenta filtraciones entre los tablones y esto permite que no se cumpla el proceso.
- Reparar todas las grietas, que no se encuentre en contacto con las aguas residuales, deberá resanarlas con cemento, arena. Se debe tener en cuenta que se deberá revisar la estructura sumergida en las aguas residuales luego de que se haya realizado la limpieza y teniendo el área seca para poder trabajar. Esto deberá de realizarse en todas las estructuras y constantemente realizar inspecciones físicas, verificando que se encuentren operativas.
- Eliminar todo tipo de vegetación existente en las estructuras de entrada y de salida entre el sistema de lagunaje. Posteriormente en la temporada invernal mensualmente se deberá de realizar inspecciones físicas y proceder a limpieza.

8.1.5. PROTECCIÓN A LOS TALUDES.

La corrección que se debe realizar en los taludes de las lagunas de oxidación son:

- Eliminar toda la vegetación que ha crecido en los taludes, ya que estás provocan infiltraciones, asimismo ocasionan levantamiento del material y la destrucción de los

taludes.

- Nivelar y compactar las pendientes de los taludes la cual es de 1:3.
- Se debe realizar periódicamente inspecciones físicas, y así comprobar que no exista erosión en estos.

8.1.6. MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS

La operación y mantenimiento de las lagunas de oxidación de la ciudad Narcisa de Jesús es el siguiente:

- Toda operación y mantenimiento deberá ser controlado por un Ingeniero Sanitario y por personal capacitado.
- Se deberá controlar los siguientes parámetros con la frecuencia que se especifica en la siguiente tabla:

TABLA N° 35

Periodo recomendado para las tomas de muestras según os diferentes parámetros de control.

PARÁMETROS	FRECUENCIA	SITIO DE TOMA DE MUESTRA
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO mg/l	Cada mes	Entrada y salida de cada subsistema
Demanda Química de Oxígeno DQO mg/l	Cada mes	Entrada y salida de cada subsistema
Temperatura °C	Cada mes	Entrada y salida de cada subsistema
Sólidos Suspendidos Totales mg/l	Cada mes	Entrada y salida de cada subsistema
PH a 25°C unidades	Cada mes	Entrada y salida de cada subsistema
Coliformes Fecales NMP/100ml	Cada mes	Entrada y salida de cada subsistema
Nitrógeno Total	Cada 3 meses	Entrada y salida de cada subsistema
Aceites y Grasas mg/l	Cada 3 meses	Entrada y salida de cada subsistema
Fósforos Total mg/l	Cada 3 meses	Entrada y salida de cada subsistema
Detergentes	Cada 3 meses	Entrada y salida de cada subsistema

Fuente: Autor

- Mensualmente se deberá controlar los caudales de entrada y salida de las lagunas de oxidación y llevar control de estos.
- Periódicamente se realizara limpieza en cada laguna de oxidación, removiendo los lodos existentes, sin que se deje de funcionar el sistema. La remoción de los lodos se deberá de realizar cuidadosamente para no rozar la base de las lagunas de oxidación. Esta labor se la deberá de realizar con una Excavadora y volqueta.
- Verificar los niveles de lodos cada 2 años aproximadamente en cada una de las lagunas, de deberá medir con un jalón o vara pintada de blanco y así comprobar la cota de niveles de lodos existentes en el sistema de lagunaje.



- Semanalmente se deberá eliminar todo exceso de maleza, restos de basura que se encuentren en las orillas de las lagunas, mantener limpio de vegetación en los caminos (coronas) de acceso a las lagunas, despejar la vegetación que crece dentro de las lagunas para que no se originen pantanos.



CAPITULO IX

9.1. PRESUPUESTO



PROYECTO



MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
	MEJIRAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL				
	PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS				
1	LIMPIEZA Y DESALOJO DE MATERIAL DE CAPA VEGETAL	M3	3,856.80	11.36	43,813.25
2	DESALOJO DE LODOS	M3	948.60	50.19	47,610.23
3	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	13,173.00	0.97	12,777.81
4	RELLENO COMPACTADO CASCAJO IMPORTADO	M3	3,724.91	13.30	49,541.24
5	RECONFORMACIÓN DE TALUDES	M2	13,173.00	3.69	48,608.37
6	EXCAVACIÓN DE ZANJAS	M3	1,234.23	3.26	4,023.59
7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC - 400mm	ML	130.90	64.31	8,418.18
8	CAMA DE ARENA	M3	62.09	10.40	645.74
9	HORMIGÓN SIMPLE 210kg/cm2 (CAJAS)	M3	3.00	272.32	816.96
10	ENCOFRADO VERTICALES	M2	10.00	5.67	56.70
11	DESALOJO DE MATERIALES EXCAVACIÓN	M3	1,235.53	10.50	12,973.07
12	BOMBEO 4"	DIA	22.75	86.99	1,979.02
13	HORMIGÓN F'c=280 Kg/cm2 PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍA (INCLUYE ARENA, REPLANTILLO DE HS F'c=140 Kg/cm2) D= 400 MM.	M2	80.00	111.37	8,909.60

14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS (D=12 MM CAJAS)	QQ	5.00	72.94	364.70
15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS (D=5.5 MM PROTECCIÓN DE TUBERÍA)	M2	84.00	9.11	765.24
SUBTOTAL 1					241,303.69
CIMENTACIÓN Y MAMPARAS					
16	HORMIGÓN CICLÓPEO 60% HS Y 40% DE PIEDRA	M3	61.28	112.50	6,894.00
17	MAMPARAS	ML	199.30	53.05	10,572.87
18	REPLANTILLO DE HS F´C= 140 Kg./CM2	M3	6.98	136.87	955.35
SUBTOTAL 2					18,422.22
MEJORAMIENTO DE CASETA DE GUARDIAN					
19	PAREDES DE BLOQUES	M2	4.81	15.77	75.85
20	ENLUCIDOS	M2	9.62	13.36	128.52
21	PINTURA PAREDES	M2	9.62	7.27	69.94
22	PUNTO DE LUZ	U	1.00	57.69	57.69
23	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DESAGUE D=4"	ML	8.00	4.99	39.92
24	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INODORO	U	1.00	185.38	185.38
25	SUMINISTRO E INSTALACION DE LAVAMANOS	U	1.00	161.78	161.78
26	PUERTA DE MADERA PARA BAÑO	U	1.00	116.95	116.95
27	POZO SÉPTICO	GL	1.00	673.31	673.31
SUBTOTAL 3					1,509.34
PARTE MECÁNICA					
28	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COMPUERTA DESLIZANTE DE OPERACIÓN MANUAL (0.40 X 0.40m)	U	4.00	5,924.62	23,698.48
SUBTOTAL 4					23,698.48
SEGURIDAD INDUSTRIAL, SEÑALIZACIÓN Y AMBIENTAL					
29	AGUA PARA ELCONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTO DE ÁREAS EXPUESTAS	M3	240.00	2.73	655.20
30	IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES	U	25.00	63.72	1,593.00
31	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	3.00	61.36	184.08
32	PROTECCIÓN AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS	U	10.00	37.76	377.60
33	PROTECCIÓN AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACIÓN	U	20.00	31.86	637.20
SUBTOTAL 5					3,447.08
TOTAL					288,380.81

9.2. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 1

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1 UNIDAD: M3

DETALLE: LIMPIEZA Y DESALOJO DE MATERIAL DE CAPA VEGETAL

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.089
EXCAVADORA 168 HP	1.00	25.60	25.60	0.10	2.560
VOLQUETA 12 M3	1.00	52.02	52.02	0.10	5.200
			-		
			-		
SUBTOTAL M					7.851
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OPERADOR DE EXCAVADORA	1.00	3.57	3.57	0.10	0.36
CHOFER LICENCIA TIPO E	1.00	4.67	4.67	0.10	0.47
PEÓN	3.00	3.18	9.54	0.10	0.95
			-		
			-		
SUBTOTAL N					3.55
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.63
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					1.63
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.36
VALOR OFERTADO					11.36

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:

JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 2

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2 UNIDAD: M3

DETALLE: DESALOJO DE LODOS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.178
EXCAVADORA 168 HP	1.00	52.02	52.02	0.50	26.01
VOLQUETA 12 M3	1.00	25.40	1.40	0.50	12.80
			-		
			-		
SUBTOTAL M					36.988
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OPERADOR DE TRACTOR	1.00	3.57	3.57	0.01	0.04
PEÓN	3.00	3.18	9.54	0.01	0.10
SUBTOTAL N					0.13
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					42.54
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	7.56
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					50.19
VALOR OFERTADO					50.19

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 3

DE 33



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3 UNIDAD: M2

DETALLE: TRAZADO Y REPLANTEO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.027
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	1.00	3.40	3.40	0.08	0.26
SUBTOTAL M					0.282
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
MAESTRO DE OBRA	0.10	3.57	0.36	0.08	0.03
TOPÓGRAFO	1.00	3.57	3.57	0.08	0.27
CADENERO	1.00	3.22	3.22	0.08	0.24
SUBTOTAL N					0.54
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	0.15
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.97
VALOR OFERTADO					0.97

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 4

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 4 UNIDAD: M3

DETALLE: RELLENO COMPACTADO CON CASCAJO IMPORTADO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.029
MOTONIVELADORA 140 HP	1.00	49.45	49.45	0.05	2.47
RODILLO LISO VIBRATORIO 12 TON	1.00	22.00	22.00	0.05	1.10
TANQUERO DE 3000 GAL	1.00	28.02	28.02	0.05	1.40
			-		-
SUBTOTAL M					5.003
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OPERADOR DE RODILLO LISO VIBRATORIO 12	1.00	3.39	3.39	0.05	0.17
OPERADOR DE MOTONIVELADORA	1.00	3.57	3.57	0.05	0.18
CHOFER LICENCIA TIPO E	1.00	4.67	4.67	0.05	0.23
			-		-
			-		-
SUBTOTAL N					0.58
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CASCAJO	M3	1.02	5.58	5.69	
SUBTOTAL O					5.69
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.27
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	2.03
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.30
VALOR OFERTADO					13.30

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 5

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5 UNIDAD: M2
DETALLE: RECONFORMACIÓN DE TALUDES

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.025
EXCAVADORA 168 HP	1.00	52.02	52.02	0.050	2.60
			-		-
SUBTOTAL M					2.626
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OPERADOR DE EXCAVADORA	1.00	3.57	3.57	0.050	0.18
PEÓN	2.00	3.18	6.36	0.050	0.32
SUBTOTAL N					0.50
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	0.56
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.69
VALOR OFERTADO					3.69

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLIAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 6

DE 34

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 6 UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACIÓN DE ZANJAS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.035
RETROEXCAVADORA 80 HP	1.00	27.02	27.02	0.067	1.81
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	1.00	3.40	3.40	0.067	0.23
SUBTOTAL M					2.007
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	1.00	3.57	3.57	0.067	0.24
TOPÓGRAFO	1.00	3.57	3.57	0.067	0.24
CADENERO	1.00	3.22	3.22	0.067	0.22
SUBTOTAL N					0.69
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	0.50
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.26
VALOR OFERTADO					3.26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 7

DE 33



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 7 UNIDAD: ML
DETALLE: SUMINSTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC = 400 MM

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.342
SUBTOTAL M					0.342
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	5.00	3.18	15.90	0.026	4.13
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.026	0.93
TOPÓGRAFO	1.00	3.57	3.57	0.026	0.96
CADENERO	1.00	3.22	3.22	0.026	0.84
SUBTOTAL N					6.83
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
TUBO PVC RÍGIDO PARED ESTRUCTURAL E INTERIOR LISA D= 400MM	ML	1.02	46.00	46.92	
SUBTOTAL O					46.92
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
TUBO PVC RÍGIDO PARED ESTRUCTURAL E INTERIOR LISA D= 400MM	ML	1.02	0.40	0.41	
SUBTOTAL P					0.41
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					54.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	9.81
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					64.31
VALOR OFERTADO					64.31

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 8

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

8

UNIDAD: M3

DETALLE:

CAMA DE ARENA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.004
SUBTOTAL M					0.004
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	3.00	3.18	9.54	0.006	0.06
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.006	0.02
SUBTOTAL N					0.08
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ARENA	M3	1.02	8.56	8.73	
SUBTOTAL O					8.73
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.81
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					1.59
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.40
VALOR OFERTADO					10.40

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO



"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 9

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 9 UNIDAD: M3

DETALLE: HORMIGÓN SIMPLE 210kg/cm2 (CAJAS)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					5.850
CONCRETERA 1 SACO DE 12 HP	1.00	4.55	4.55	3.300	15.02
VIBRADOR 5HP	1.00	2.21	2.21	3.300	7.29
SUBTOTAL M					28.158
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	8.00	3.18	25.44	3.300	83.95
CARPINTERO	1.00	3.22	3.22	3.300	10.63
ALBAÑIL	1.00	3.22	3.22	3.300	10.63
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	3.300	11.78
SUBTOTAL N					116.99
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CEMENTO PORTLAND	KG	400.00	0.16	65.00	
ARENA	M3	0.50	11.06	5.53	
PIEDRA ¾	M3	1.00	15.10	15.10	
SUBTOTAL O					85.63
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					230.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					41.54
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					272.32
VALOR OFERTADO					273.32

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 10

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 10 UNIDAD: M2

DETALLE: ENCOFRADO VERTICALES

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.059
SUBTOTAL M					0.059
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	2.00	3.18	6.36	0.090	0.57
CARPINTERO	1.00	3.22	3.22	0.090	0.29
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.090	0.32
SUBTOTAL N					1.18
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ENCOFRADO	M2	1.02	3.50	3.57	
SUBTOTAL O					3.57
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.81
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					0.87
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.67
VALOR OFERTADO					5.67

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 11

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 11 UNIDAD: M3

DETALLE: DESALOJO DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.084
EXCAVADORA 168 HP	1.00	52.02	52.02	0.092	4.79
VOLQUETA 12 M3	1.00	25.60	25.60	0.092	2.36
SUBTOTAL M					7.225
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	2.00	3.18	6.36	0.092	0.59
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.092	0.33
OPERADOR DE EXCAVADORA	1.00	3.57	3.57	0.092	0.33
CHOFER LICENCIA TIPO E	1.00	4.67	4.67	0.092	0.43
SUBTOTAL N					1.67
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					3.57
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.90
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					1.60
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.50
VALOR OFERTADO					10.50

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLIAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 12

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 12 UNIDAD: DIA
DETALLE: BOMBEO 4"

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					1.272
BOMBA 4"	1.00	2.88	2.88	8.000	23.01
SUBTOTAL M					24.280
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	8.000	25.44
SUBTOTAL N					25.44
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
COMBUSTIBLE	GALÓN	3.00	8.00	24.00	
SUBTOTAL O					24.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					73.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	13.27
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					86.99
VALOR OFERTADO					86.99

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO



"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLIAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 13

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 13 UNIDAD: M2

DETALLE: HORMIGÓN F'c=280 Kg/cm² PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍA (INCLUYE ARENA, REPLANTILLO DE HS F'c=140 Kg/cm²) D= 400 MM.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					1.298
VIBROPISONADOR	1.00	2.31	2.31	1.000	2.31
SUBTOTAL M					3.608
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	4.00	3.18	12.72	1.000	12.72
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	1.000	3.57
ALBAÑIL	2.00	3.22	6.44	1.000	6.44
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	1.00	3.22	3.22	1.000	3.22
SUBTOTAL N					25.95
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ARENA	M3	0.32	12.56	4.02	
HORMIGÓN PREMEZCLADO f'c= 140 Kg/cm ²	M3	0.04	80.00	3.20	
HORMIGÓN PREMEZCLADO f'c= 280 Kg/cm ²	M3	0.44	125.00	55.00	
CURADOR PARA HORMIGÓN	U	1.00	2.60	2.60	
SUBTOTAL O				64.82	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					94.38
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					16.99
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					111.37
VALOR OFERTADO					111.37

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLIAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 14

DE 33



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14 UNIDAD: QQ

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS (D=12 MM CAJAS).

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.014
CIZALLA	1.00	0.80	0.80	0.040	0.030
SUBTOTAL M					0.046
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	0.040	0.13
FIERRERO	1.00	3.22	3.22	0.040	0.13
MAESTRO DE OBRA	0.10	3.57	0.36	0.040	0.01
SUBTOTAL N					0.27
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ACERO DE REFUERZO EN VARILLA FY=42000 KG/CM2	QQ	1.05	56.00	58.80	
ALAMBRE DE AMARRE	KG	1.00	2.70	2.70	
SUBTOTAL O					61.50
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					61.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	11.13
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					72.94
VALOR OFERTADO					72.94

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 15

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

15

UNIDAD: M2

DETALLE:

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA
ESTRUCTURAS (D=5.5 MM PROTECCIÓN DE TUBERÍA).

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.168
CIZALLA	1.00	0.80	0.80	0.50	0.40
SUBTOTAL M					0.568
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	2.00	3.18	6.36	0.500	3.18
MAESTRO DE OBRA	0.10	3.57	0.36	0.500	0.18
SUBTOTAL N					3.36
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
MALLA ELECTROSOLDADA DE 5.5MM	M2	1.05	3.61	3.79	
SUBTOTAL O					3.79
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					1.39
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.11
VALOR OFERTADO					9.11

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 16

DE 33



FACULTAD
INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 16 UNIDAD: M3

DETALLE: HORMIGÓN CICLÓPEO 60% HS Y 40% DE PIEDRA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					1.298
SUBTOTAL M					1.298
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	4.00	3.18	12.72	1.000	12.72
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	1.000	3.57
ALBAÑIL	2.00	3.22	6.44	1.000	6.44
SUBTOTAL N					22.73
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
PIEDRA	M3	0.40	7.00	2.80	
HORMIGÓN PREMEZCLADO f'c= 210 Kg/cm2	M3	0.63	109.00	68.67	
SUBTOTAL O					71.47
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					95.34
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					17.16
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					112.50
VALOR OFERTADO					112.50

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO



"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 17

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 17 UNIDAD: ML

DETALLE: MAMPARAS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.512
RETROEXCAVADORA 80 HP	1.00	27.02	27.02	0.600	16.21
SUBTOTAL M					16.724
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	3.00	3.18	9.54	0.600	5.72
MAESTRO DE OBRA	0.20	3.57	0.71	0.600	0.43
ALBAÑIL	1.00	3.22	3.22	0.600	1.93
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	1.00	3.57	3.57	0.600	2.14
SUBTOTAL N					10.23
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
PILARETE+PLANCHA DE HORMIGÓN	ML	1.00	18.00	18.00	
SUBTOTAL O					18.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					44.95
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					8.09
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					53.05
VALOR OFERTADO					53.005

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 18

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 18 UNIDAD: M3

DETALLE: REPLANTILLO DE H.S. F'C=140 KG/CM2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.762
SUBTOTAL M					0.762
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	4.00	3.18	12.72	0.670	8.52
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.670	2.39
ALBAÑIL	2.00	3.22	6.44	0.670	4.31
SUBTOTAL N					15.23
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
HORMIGÓN PREMEZCLADO f _c = 140 Kg/cm ²	m ³	1.00	95.00	95.00	
SUBTOTAL O					95.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
HORMIGÓN PREMEZCLADO f _c = 140 Kg/cm ²	m ³	1.00	5.00	5.00	
SUBTOTAL P					5.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					115.99
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					20.88
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					136.87
VALOR OFERTADO					136.87

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLIAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 19

DE 33



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 19 UNIDAD: M2

DETALLE: PAREDES DE BLOQUES

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.058
SUBTOTAL M					0.058
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	2.00	3.18	6.36	0.070	0.45
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.070	0.25
ALBAÑIL	2.00	3.22	6.44	0.070	0.45
SUBTOTAL N					1.15
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CEMENTO PORTLAND	kg	50.00	0.16	8.00	
ARENA	m3	0.25	12.56	3.14	
AGUA	m3	0.20	3.08	0.62	
BLOQUE	U	1.00	0.40	0.40	
SUBTOTAL O					12.16
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.37
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					2.41
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.77
VALOR OFERTADO					15.77

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELBORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 20

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 20

UNIDAD: M2

DETALLE: ENLUCIDOS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.051
SUBTOTAL M					0.051
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	0.150	0.48
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.150	0.54
SUBTOTAL N					1.01
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CEMENTO PORTLAND	kg	42.50	0.15	6.38	
ARENA	m3	0.25	8.56	2.14	
AGUA	m3	0.20	1.08	0.22	
SUBTOTAL O					8.73
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
CEMENTO PORTLAND	kg	42.50	0.00	0.13	
ARENA	m3	0.25	4.00	1.00	
AGUA	m3	0.20	2.00	0.40	
SUBTOTAL P					1.53
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.32
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					2.04
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.36
VALOR OFERTADO					13.36

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BLAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 21

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 21 UNIDAD: M2

DETALLE: PINTURA PAREDES

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.165
SUBTOTAL M					0.165
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	0.250	0.80
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.250	0.89
PINTOR	2.00	3.22	6.44	0.250	1.61
SUBTOTAL N					3.30
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
PINTURA	GAL	0.15	18.00	2.70	
SUBTOTAL O					2.70
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.17
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					1.11
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.27
VALOR OFERTADO					7.27

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 22

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

22

UNIDAD: U

DETALLE:

PUNTO DE LUZ

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.066
SUBTOTAL M					0.066
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	0.100	0.32
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.100	0.36
ELECTRICISTA	2.00	3.22	6.44	0.100	0.64
SUBTOTAL N					1.32
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ALAMBRE	GAL	20.00	1.70	34.00	
INTERRUPTOR SENCILLO	UNIDAD	1.00	7.00	7.00	
CAJA OCTAGONAL GRANDE	UNIDAD	1.00	1.50	1.50	
CAJA RECTANGULAR PROFUNDA	UNIDAD	1.00	2.00	2.00	
TUBERÍA EMT 1/2"	UNIDAD	4.00	0.50	2.00	
MATERIALES VARIOS	GLB	1.00	1.00	1.00	
SUBTOTAL O					47.50
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					48.89
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					8.80
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					57.69
VALOR OFERTADO					57.69

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO



"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 23

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 23 UNIDAD: ML
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DESAGUE D=4"

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.102
SUBTOTAL M					0.102
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	0.300	0.95
MAESTRO DE OBRA	0.10	3.57	0.36	0.300	0.11
PLOMERO	1.00	3.22	3.22	0.300	0.97
SUBTOTAL N					2.03
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
TUBO PVC D=4"	M	1.02	1.86	1.90	
CEMENTO SOLVENTE	LT	0.01	5.97	0.06	
LIMPIADOR DE TUBERÍA	LT	0.01	3.90	0.04	
SUBTOTAL O					2.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
TUBO PVC D=4"	M	1.02	0.10	0.10	
CEMENTO SOLVENTE	LT	0.01	0.10	0.00	
LIMPIADOR DE TUBERÍA	LT	0.01	0.10	0.00	
SUBTOTAL P					0.10
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					0.76
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.99
VALOR OFERTADO					4.99

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 24

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 24 UNIDAD: U

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INODORO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.338
SUBTOTAL M					0.338
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	1.000	3.18
MAESTRO DE OBRA	0.10	3.57	0.36	1.000	0.36
ALBAÑIL	1.00	3.22	3.22	1.000	3.22
SUBTOTAL N					6.76
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
INODORO, INCLUYE ACCESORIOS	U	1.00	145.00	145.00	
SUBTOTAL O					145.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
INODORO, INCLUYE ACCESORIOS	U	1.00	5.00	5.00	
SUBTOTAL P					5.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					157.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					28.28
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					185.38
VALOR OFERTADO					185.38

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 25

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 25 UNIDAD: U

DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAVAMANOS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.338
SUBTOTAL M					0.338
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	1.000	3.18
MAESTRO DE OBRA	0.10	3.57	0.36	1.000	0.36
GASFITERO	1.00	3.22	3.22	1.000	3.22
SUBTOTAL N					6.76
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
LAVAMANOS, INCLUYE ACCESORIOS	U	1.00	125.00	125.00	
SUBTOTAL O					125.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
LAVAMANOS, INCLUYE ACCESORIOS	U	1.00	5.00	5.00	
SUBTOTAL P					5.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					137.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					24.68
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					161.78
VALOR OFERTADO					161.78

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 26

DE 33



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 26 UNIDAD: U

DETALLE: PUERTA PARA BAÑO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.676
SUBTOTAL M					0.676
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	2.000	6.36
MAESTRO DE OBRA	0.10	3.57	0.36	2.000	0.71
ALBAÑIL	1.00	3.22	3.22	2.000	6.44
SUBTOTAL N					13.51
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
PUERTA DE MADERA	U	1.00	80.00	80.00	
SUBTOTAL O					80.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
PUERTA DE MADERA	U	1.00	5.00	5.00	
SUBTOTAL P					5.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					99.19
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					17.85
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					117.04
VALOR OFERTADO					117.04

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 27

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 27 UNIDAD: GL

DETALLE: POZO SÉPTICO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.198
SUBTOTAL M					0.1980
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	2.00	3.18	6.36	0.300	1.91
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.57	3.57	0.300	1.07
ALBAÑIL	1.00	3.22	3.22	0.300	0.97
SUBTOTAL N					3.95
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
LADRILLO CORRIENTE	U	500.00	0.03	15.00	
CEMENTO PORTLAND	kg	500.00	0.45	225.00	
LOSA DE HA F'C=210 KG/CM2	M3	0.60	322.32	193.39	
PLANCHA DE ZINC LIVIANO	U	3.00	5.50	16.50	
EXCAVACIÓN DE POZO INCLUYE DESALOJO	M3	8.00	14.57	116.56	
SUBTOTAL O					566.45
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					570.60
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	102.71
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					673.31
VALOR OFERTADO					673.31

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 28

DE 33



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 28 UNIDAD: U
DETALLE: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COMPUERTA DESLIZANTE DE OPERACIÓN MANUAL (0.40 X 0.40 M)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.994
SUBTOTAL M					0.994
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	2.000	6.36
MAESTRO DE OBRA	0.10	3.57	0.36	2.000	0.71
TÉCNICO ELECTROMECAÁNICO	1.00	3.22	3.22	2.000	6.44
AYUDANTE DE TÉCNICO ELECTROMECAÁNICO	1.00	3.18	3.18	2.000	6.36
SUBTOTAL N					19.87
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
COMPUERTA DESLIZANTE DE OPERACIÓN MANUAL (0.80X0.80)	U	1.00	4,800.00	4,800.00	
DEMOLICIÓN DE CAJAS INCLUYE DESALOJO	U	1.00	130.00	130.00	
SUBTOTAL O					4930.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
COMPUERTA DESLIZANTE DE OPERACIÓN MANUAL (0.80X0.80)	U	1.00	80.00	80.00	
SUBTOTAL P					80.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5030.86
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					905.56
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5936.42
VALOR OFERTADO					5936.42

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO



"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 29

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

29

UNIDAD: M3

DETALLE:

AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTOS DE ÁREAS
EXPUESTAS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					0.012
TANQUERO 3.000 GAL.	1.00	28.02	28.02	0.035	0.98
SUBTOTAL M					0.993
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN	1.00	3.18	3.18	0.035	0.11
CHOFER LICENCIA TIPO E	1.00	3.57	3.57	0.035	0.13
SUBTOTAL N					0.24
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
AGUA	M3	1	1.08	1.08	
SUBTOTAL O					1.08
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.31
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					0.42
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.73
VALOR OFERTADO					2.73

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 30

DE 33



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 30 UNIDAD: U
DETALLE: IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					
SUBTOTAL M					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CASCO	U	1.00	10.00	10.00	
MASCARILLA	U	1.00	15.00	15.00	
CHALECOS REFLECTIVOS	U	1.00	7.00	7.00	
BOTAS	PAR	1.00	15.00	15.00	
GUANTES	PAR	1.00	3.00	3.00	
TAPONES	U	1.00	4.00	4.00	
SUBTOTAL O					54.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					54.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					9.72
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					63.72
VALOR OFERTADO					63.72

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO



"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 31

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

31

UNIDAD: U

DETALLE:

BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					
SUBTOTAL M					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
BOTIQUÍN	U	1.00	52.00	52.00	
SUBTOTAL O					52.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					52.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	9.36
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					61.36
VALOR OFERTADO					61.36

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 32

DE 33



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 32 UNIDAD: U

DETALLE: PROTECCIÓN AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					
SUBTOTAL M					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
LETREROS PREVENTIVOS	U	1.00	32.00	32.00	
SUBTOTAL O					32.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					32.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES				18.00%	5.76
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					37.76
VALOR OFERTADO					37.76

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES





UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

PROYECTO



"MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN UBICADAS EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL"

HOJA 33

DE 33

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 33 UNIDAD: U

DETALLE: PROTECCIÓN AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACIÓN

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTAS MENOR (5% MANO DE OBRA)					
SUBTOTAL M					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N					
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
VALLAS DE SEÑALIZACIÓN	U	1.00	27.00	27.00	
SUBTOTAL O					32.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					27.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18.00%					4.86
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					31.86
VALOR OFERTADO					31.86

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.
GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DEL 2016

ELABORADO POR:
JUAN RAMÓN JIMÉNEZ
JACKSON VERA FLORES

9.3. CRONOGRAMA VALORADO

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL</p>  <p style="text-align: right; font-size: small;">FACULTAD INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN</p>											
MEJORAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN EN EL RECINTO BIJAGUAL DEL CANTÓN NOBOL											
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	P. UNIT	P. TOTAL	SEMANA #1					TOTAL
						#1	#2	#3	#4	#5	
PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO DEL SITIO DE TRABAJO											
1	LIMPIEZA Y DESALOJO DE MATERIAL DE CAPA VEGETAL	M3	3,856.80	11.36	43,813.25	3085.44	771.36	-	-	-	3,856.80
						\$ 35,050.60	\$ 8,762.65	\$ -	\$ -	\$ -	43,813.25
2	DESALOJO DE LODOS	M3	948.60	50.19	47,610.23	948.60	-	-	-	-	948.60
						\$ 47,610.23	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 47,610.23
3	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	13,173.00	0.97	12,777.81	10538.40	2,634.60	-	-	-	13,173.00
						\$ 10,222.25	\$ 2,555.56	\$ -	\$ -	\$ -	12,777.81
4	RELLENO COMPACTADO CASCAJO IMPORTADO	M3	3,724.91	13.30	49,541.24	-	-	1862.45	1862.45	-	3,724.91
						\$ -	\$ -	\$ 24,770.62	\$ 24,770.62	\$ -	49,541.24
5	RECONFORMACIÓN DE TALUDES	M2	13,173.00	3.69	48,608.37	-	6586.50	6586.50	-	-	13,173.00
						\$ -	\$ 24,304.19	\$ 24,304.19	\$ -	\$ -	48,608.37

6	EXCAVACIÓN DE ZANJAS	M3	1,234.23	3.26	4,023.59	-	740.54	493.69	-	-	1,234.23	
						\$	-	\$ 2,414.15	\$ 1,609.44	\$ -	\$ -	4,023.59
						-	130.90	-	-	-	130.90	
7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC - 400mm	ML	130.90	64.31	8,418.18	\$	-	\$ 8,418.18	\$ -	\$ -	8,418.18	
						-	62.09	-	-	-	62.09	
						-	3.00	-	-	-	3.00	
8	CAMA DE ARENA	M3	62.09	10.40	645.74	\$	-	\$ 645.74	\$ -	\$ -	645.74	
						-	8.00	1.00	1.00	-	10.00	
						\$	-	\$ 816.96	\$ -	\$ -	816.96	
9	HORMIGÓN SIMPLE 210kg/cm2 (CAJAS)	M3	3.00	272.32	816.96	-	8.00	1.00	1.00	-	10.00	
						\$	-	\$ 45.36	\$ 5.67	\$ 5.67	\$ -	56.70
						-	617.77	617.77	-	-	1,235.53	
10	ENCOFRADO VERTICALES	M2	10.00	5.67	56.70	\$	-	\$ 6,486.53	\$ 6,486.53	\$ -	\$ -	12,973.07
						11.38	11.38	-	-	-	22.75	
						\$	989.51	\$ 989.51	\$ -	\$ -	\$ -	1,979.02
11	DESALOJO DE MATERIALES EXCAVACIÓN	M3	1,235.53	10.50	12,973.07	-	-	40.00	40.00	-	80.00	
						\$	-	\$ -	\$ 4,454.80	\$ 4,454.80	\$ -	8,909.60
						-	-	2.50	2.50	-	5.00	
12	BOMBEO 4"	DIA	22.75	86.99	1,979.02	\$	-	\$ -	\$ 182.35	\$ 182.35	\$ -	364.70
						-	-	42.00	42.00	-	84.00	
						\$	-	\$ -	\$ 382.62	\$ 382.62	\$ -	765.24
13	HORMIGÓN F'c=280 Kg/cm2 PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍA (INCLUYE ARENA, REPLANTILLO DE HS F'c=140 Kg/cm2) D=400 MM.	M2	80.00	111.37	8,909.60	-	-	2.50	2.50	-	5.00	
						\$	-	\$ -	\$ 182.35	\$ 182.35	\$ -	364.70
						-	-	42.00	42.00	-	84.00	
14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS (D=12 MM CAJAS)	QQ	5.00	72.94	364.70	\$	-	\$ -	\$ 182.35	\$ 182.35	\$ -	364.70
						-	-	42.00	42.00	-	84.00	
						\$	-	\$ -	\$ 382.62	\$ 382.62	\$ -	765.24
15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS (D=5.5 MM PROTECCIÓN DE TUBERÍA)	M2	84.00	9.11	765.24	-	-	2.50	2.50	-	5.00	
						\$	-	\$ -	\$ 182.35	\$ 182.35	\$ -	364.70
						-	-	42.00	42.00	-	84.00	
15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS (D=5.5 MM PROTECCIÓN DE TUBERÍA)	M2	84.00	9.11	765.24	\$	-	\$ -	\$ 382.62	\$ 382.62	\$ -	765.24

SUBTOTAL 1						241,303.69	93,872.59	55,438.83	62,196.21	29,796.06	-	241,303.69
CIMENTACIÓN Y MAMPARAS												
16	HORMIGÓN CICLÓPEO 60% HS Y 40% DE PIEDRA	M3	61.28	112.50	6,894.00	-	42.90	18.38	-	-	-	61.28
						\$ -	\$ 4,825.80	\$ 2,068.20	\$ -	\$ -	\$ -	6,894.00
17	MAMPARAS	ML	199.30	53.05	10,572.87	-	99.65	99.65	-	-	-	199.30
						0						
						\$ -	\$ 5,286.43	\$ 5,286.43	\$ -	\$ -	\$ -	10,572.87
18	REPLANTILLO DE HS F'C= 140 Kg./CM2	M3	6.98	136.87	955.35	-	5.58	1.40	-	-	-	6.98
						\$ -	\$ 764.28	\$ 191.07	\$ -	\$ -	\$ -	955.35
SUBTOTAL 2						18,422.22	-	10,876.51	7,545.70	-	-	18,422.22
MEJORAMIENTO DE CASETA DE GUARDIAN												
19	PAREDES DE BLOQUES	M2	4.81	15.77	75.85	-	-	-	-	4.81	-	4.81
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 75.85	\$ -	75.85
20	ENLUCIDOS	M2	9.62	13.36	128.52	-	-	-	-	9.62	-	9.62
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 128.52	\$ -	128.52
21	PINTURA PAREDES	M2	9.62	7.27	69.94	-	-	-	-	9.62	-	9.62
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 69.94	\$ -	69.94
22	PUNTO DE LUZ	U	1.00	57.69	57.69	-	-	-	-	1.00	-	1.00
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 57.69	\$ -	57.69
23	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DESAGUE D=4"	ML	8.00	4.99	39.92	-	-	-	-	8.00	-	8.00
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 39.92	\$ -	39.92
24	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INODORO	U	1.00	185.38	185.38	-	-	-	-	1.00	-	1.00
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 185.38	\$ -	185.38
25	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAVAMANOS	U	1.00	161.78	161.78	-	-	-	-	1.00	-	1.00
						\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 161.78	\$ -	161.78
26	PUERTA DE MADERA	U	1.00			-	-	-	-	1.00	-	1.00

CAPITULO X

10.1. CONCLUSIÓN

El sistema de tratamiento de aguas servidas de la ciudad Narcisca de Jesús, ubicadas en el recinto Bijagual del Cantón Nobol, se encuentra colapsado y en malas condiciones, debido especialmente a la falta de mantenimiento, así mismo este aún no ha cumplido su tiempo de vida útil, ante esta situación surgió la necesidad de efectuar el mejoramiento del sistema de tratamiento de las lagunas de oxidación, el que permitirá a los moradores de la ciudad Narcisca de Jesús y del Recinto Bijagual mejorar su calidad de vida, brindando un servicio acorde a las necesidades básicas y enmarcado en el buen vivir, enfocado en lo técnico, económico y ambiental.

Para el mejoramiento Hidráulico de lagunaje se diseñó con mamparas de paneles de hormigón pre fabricados con malla electro soldada en su interior, con vigas empotradas en ambos extremos, las que garantizaran mayor eficiencia, aumentando el equilibrio orgánico, mejorando las características hidráulicas y originando un mejor tratamiento en el sistema de lagunaje.

El presupuesto desarrollado del mantenimiento del sistema de tratamiento de las aguas servidas cubre en su integridad con el área de proyecto.

10.2. RECOMENDACIONES

En el proceso de rehabilitación se debe tomar en cuenta las medidas de seguridad, para evitar accidentes de ninguna clase, y evitar molestias y daños a los moradores del recinto Bijagual.

Las labores de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales, se lo debe realizar con personal capacitado, que tenga conocimiento de lo que esto involucra para que el sistema trabaje adecuadamente y cumpla con la función de depurar el efluente que es

dirigido al canal.

Se deberá evitar la acumulación de los lodos y estos deberán ser retirados, para así permitir que el sistema funcione correctamente, ya que se puede presentar realidades ya observadas. El retiro de los lodos se lo deberá realizar con maquinaria teniendo en cuenta que se debe de ejecutar con mucho cuidado para así evitar el deterioro de la impermeabilización del fondo de las lagunas. Para este tipo de mantenimiento se debe tener muy en cuenta que el personal deberá estar protegido tomando todas las medidas de seguridad para su salud.

Se deberá cumplir por parte de la Empresa encargada del sistema de tratamiento cumplir con las normas ambientales y realizar monitoreo de las descargas al cuerpo receptor, y determinar los parámetros, físicos, químicos y biológicos, con un laboratorio que se encuentre acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) cumpliendo con los requerimientos establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006.

La Empresa ECAPAN-EP deberá realizar las gestiones para obtener los permisos ambientales, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, tal como lo indica la Norma en el Libro VI Anexo 1, que tiene como objetivo principal proteger la calidad del recurso del agua y así de esta manera proteger y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y del medio ambiente en general.

CAPITULO XI

11. BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Walter Ibáñez MANUAL DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS Y DE SANEAMIENTO – Tomo I – II – III. 2012
- Michael S. Mamlouk & John P. Zaniewski. MATERIALES PARA INGENIERIA CIVIL. 2012
- Rosa Arce Ruiz. LA EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA INGENIERIA CIVIL. 2010.
- Subsecretaría De Saneamiento Ambiental, (2002) *Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes: Recurso Agua.* Ecuador.
- Código Ecuatoriano de la construcción, (1992) *Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores A 1 000 Habitantes.* Ecuador: CPE INEN

Páginas web

- José Guillermo C, Modelación dinámica de las lagunas de oxidación de la ciudad de Portoviejo, 2013. Guayaquil-Ecuador, recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1697/1/Tesis%20final%20para%20sustentacion11240jl.pdf>
- Denys Estuardo M, Evaluación de las condiciones físicas y de operación en las lagunas de estabilización de la base militar no.10 de Jutiapa, 2003. Guatemala, recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/fulltext/tesis.pdf>
- Monografias.com, 2016. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos106/reuso-aguas-residuales-colegio-inmaculada-lima-peru/image002.png>
- Iagua.es, 2016. Recuperado de

<http://www.iagua.es/sites/default/files/images/medium/lagunaje.png>.

- Alexander, A. (2014). Desarrollo de modelos ecológicos para carbono y nitrógeno en lagunas facultativas secundarias. Ingeniería, Investigación y Tecnología. Recuperado de <http://www.elsevier.es/es-revista-ingenieria-investigacion-tecnologia-104-articulo-desarrollo-modelos-ecologicos-carbono-nitrogeno-9037113>.
- Aquaberri (2013). Recuperado de http://www.aquaberri.com/.cm4all/iproc.php/Tecnolog%C3%ADas%20y%20Dispositivos/LMadLog.jpg/downsize_1280_0/LMadLog.jpg
- Efemerides.ec, (2016), Cantón Nobol. Recuperado de http://www.efemerides.ec/1/nov/can_18.htm
- Guayas.gob.ec, (2016). Recuperado de <http://www.guayas.gob.ec/cantones/nobol>.
- App.sni.gob.ec, (2016). Recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/documentoFinal/0960006180001_PDYOT%20NOBOL_15-03-2015_17-44-51.pdf
- Guayas.gob.ec, (2016). Recuperado de <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013-septiembre/EIA%20EX%20post%20Nobol.pdf>
- Guayas.gob.ec, (2016). Recuperado de <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013-septiembre/EIA%20EX%20post%20Nobol.pdf>
- El Universo. (2014). El río Guayas, emblema que lucha contra la corriente. Recuperado de <http://www.eluniverso.com/vida-estilo/2014/05/26/nota/3019816/rio-guayas-emblema-que-lucha-contra-corriente>.
- Law.resource.org. (1992). Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf>
- Ingenieriacivil.tutorialesaldia.com. (2012). Dos Métodos para la Estimación de Poblaciones Futuras | Tutoriales al Día - Ingeniería Civil. Recuperado de <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/dos-metodos-para-la-estimacion-de-poblaciones-futuras>

- Epoch.edu.ec, (2016), Recuperado de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>
- Ops.org.bo, (2016). Recuperado de <http://www.ops.org.bo/textocompleto/nac23890.pdf>
- Guiambiental.com.ar,(2016). Recuperado de <http://www.guiambiental.com.ar/conocimiento-calidad-de-agua-lagunas-estabilizacion.html>
- Galeon.com, (2016). Recuperado de www.galeon.com/procalidadambiental/Articulo_web/Dep_laguna.doc
- Google.com.ec, (2016). Recuperado de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwik94aVx9bOAhXBJh4KHV4cBz4QFggsMAI&url=https%3A%2F%2Fes.scribd.com%2Fdoc%2F114313142%2FNorma-de-Calidad-Ambiental-y-de-Descarga-de-Efluentes-Recurso-Agua&usg=AFQjCNFQ_nLw_6LVHR8FsgeBY58VXSyZ-Q.
- Gobierno Autónomo descentralizado del Cantón Nobol, Imágenes 2016
- APUNTES TOMADOS EN CLASE, Ing. Ambiental, dictado por la Ingeniera
- Jessica Guevara, Ingeniero Ambiental de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Cámara de la Construcción de Guayaquil. Rubros Referenciales. Agosto. 2014.



CAPITULO XII

12. ANEXOS

