

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

"Planta de tratamiento de aguas residuales, con integración arquitectónica y recuperación del entorno inmediato"

PROYECTO DE GRADO

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNET 13271-08

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MAYO DE 2017

CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

"Planta de tratamiento de aguas residuales, con integración arquitectónica y recuperación del entorno inmediato"

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE ARQUITECTA EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MAYO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. EDUARDO ALBINO SAZO GONZALEZ

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ARQ. BYRON ESTUARDO RODRIGUEZ GONZALEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ DAVID HERNÁNDEZ PRERA
MGTR. MANUEL EDUARDO CHIN VALLADARES
ARQ. JULIO MANUEL AVILA MELGAR

Guatemala, 10 de Septiembre de 2015

Señores
Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Honorables Miembros del Consejo:

Por medio de la presente les informo que he asesorado el Proyecto de Grado en Arquitectura realizado por la estudiante Jazmín Argentina Gómez Platero, con carné 13271-08, titulado "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, con Integración Arquitectónica y Recuperación del Entorno Inmediato". Proyectado a desarrollarse, en el Lago de Amatitlán, del departamento de Guatemala; Dicho trabajo cumple con todos los requisitos para su presentación ante la terna evaluadora. Por lo que lo someto a su consideración para que se realicen los procedimientos administrativos y académicos correspondientes.

Sin otro particular y agradeciendo la atención a la presente, quedo de ustedes.

Atentamente,



Arq. Byron Estuardo Rodríguez González
Catedrático Asesor



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO, Carnet 13271-08 en la carrera LICENCIATURA EN ARQUITECTURA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03168-2016 de fecha 31 de octubre de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Planta de tratamiento de aguas residuales, con integración arquitectónica y recuperación del entorno inmediato"

Previo a conferírsele el título de ARQUITECTA en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 2 días del mes de mayo del año 2017.



MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme fuerzas de seguir siempre hacia delante para conquistar cada batalla y adversidades en la vida.

A LA MEMORIA DE MI MAMA TITA, por haber sido ese apoyo incondicional en los momentos más difíciles, con ese amor incondicional para no desfallecer en las peores situaciones que nos presenta la vida misma.

A STEVE PLATERO, al ser la razón de mi motivación y mi pilar, por haber estado siempre presente y ser Osadía en mi vida para lograr mis metas.

MI FAMILIA: a mis seres queridos que no los escogemos al nacer pero son de bendición.

A MI ASESOR, por motivarme a dar lo mejor en mi proyecto.



Resumen Ejecutivo

Planta de Tratamiento de aguas residuales con integraci3n Arquitect3nica y recuperaci3n del Entorno inmediato

El presente proyecto hace énfasis en la a problemática ambiental que existe en el Lago de Amatitlán Municipio de Guatemala por la contaminación, a consecuencia de servir de desfogue de aguas residuales e industriales provenientes de comunidades y fábricas aledañas sin ser tratadas, afectando el entorno natural, desarrollo del turismo de la zona, así como el impacto sobre la salud de las personas.

Se considera como parte esencial del proyecto, la implementaci3n de una Planta de tratamiento de aguas residuales con tecnología innovadora en el cual existe la integraci3n del diseño arquitect3nico con el fin de promover la recuperaci3n del entorno inmediato, mediante la contribuci3n en una nueva visi3n para la relaci3n del ser humano con el medio ambiente; así mismo se involucra en el proceso de propuestas un plan de construcci3n con nuevas edificaciones arquitect3nicas que promuevan espacios para generar actividades múltiples.

El Proyecto responde a una demanda social, profesional y ambiental, creada a consecuencia de una problemática y la necesidad de brindar la soluci3n más adecuada, presentando un modelo de Planta de Tratamiento de Aguas residuales, al no limitarse únicamente como infraestructura sanitaria, ya que puede adaptarse a diferentes escenarios, con la implementaci3n e integraci3n de la ingeniería en el diseño Arquitect3nico para minimizar el impacto negativo sobre el ambiente y el entorno, con la recuperaci3n y/o revitalizaci3n de espacios inmediatos rompiendo con los esquemas de una Planta de Tratamiento convencional.



ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	Pág. 1	3.2 Tipos de agua	
2. METODOLOGÍA		3.2.1 Agua Potable.....	Pág. 10
2.1 Planteamiento del tema.....	Pág. 2	3.2.2 Aguas Servidas.....	Pág. 10
2.2 Objetivos generales.....	Pág. 3	3.2.3 Aguas pluviales.....	Pág. 11
2.3 Objetivos específicos.....	Pág. 4	3.3 Tipos de aguas que inciden en el Lago de Amatitlán	
2.4 Alcances y Limites		3.3.1 Aguas Pluviales.....	Pág. 11
2.4.1 Alcances.....	Pág. 4	• Aguas pluviales en época lluviosa.....	Pág. 11
2.4.2 Limites.....	Pág. 5	• Aguas pluviales en época seca.....	Pág. 12
3. TEORÍA Y CONCEPTOS		3.3.2 Aguas Residuales.....	Pág. 12
3.1 Generalidades acerca de los factores determinantes en el desarrollo del Municipio de Amatitlán.....	Pág. 6	• Aguas residuales provenientes de una contaminación urbana.....	Pág. 12
3.1.1 Turismo en Amatitlán.....	Pág. 6	• Aguas residuales provenientes de una actividad industrial.....	Pág. 13
3.1.2 Salud.....	Pág. 7	• Aguas residuales provenientes de una actividad agrícola.....	Pág. 14
3.1.3 Seguridad (riesgo al nadar o bucear).....	Pág. 7	3.3.3 Tratamientos de aguas residuales.....	Pág. 14
3.1.4 Depreciación de Bienes Inmuebles.....	Pág. 7	• Pre tratamiento y tratamientos primarios...Pág. 14	
3.1.5 Impacto ambiental.....	Pág. 8	• Tratamiento secundario.....	Pág. 15
3.1.6 Educación.....	Pág. 9	• Tratamiento terciario.....	Pág. 15
		3.3.4 Tipos de procedimientos de aguas residuales.....	Pág. 15
		• Homogenización de efluentes.....	Pág. 15
		• Cribado.....	Pág. 16
		• Neutralización.....	Pág. 17



- Coagulación-Floculación.....Pág. 17
- Coagulación.....Pág. 18
- Floculación.....Pág. 18

- a. Homogeneidad.....Pág. 30
- b. Uso del suelo.....Pág. 31
- c. Estructura visual y secuencias visuales....Pág. 31

3.3.4 Algunos conceptos

- Causas y definiciones de contaminación de aguas.....Pág. 19
- Desechos que requieren oxígeno.....Pág. 19
- Sustancias químicas inorgánicas.....Pág. 20
- Los nutrientes.....Pág. 20
- Sustancias químicas orgánicas.....Pág. 20
- Sedimentos o materia suspendida.....Pág. 20

3.4 Acciones promovidas para la recuperación del Lago de Amatitlán.....Pág. 20

3.5 Planta de Tratamiento de Electrocoagulación...Pág. 22

3.5.1 Ventajas.....Pág. 23

3.5.2 Desventajas.....Pág. 24

3.5.3 Aspectos técnicos de los reactores.....Pág. 24

3.6 Gráfica comparativa de funcionamiento: Plantas de tratamiento de aguas residuales.....Pág. 27

3.7 Recuperación del entorno inmediato.....Pág. 29

3.7.1 Revitalización.....Pág. 29

- Áreas de uso recreativo.....Pág. 30

4. CASOS ANÁLOGOS

A. Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domesticas USAC Guatemala (Proceso Anaeróbico)

4.1 Generalidades.....Pág. 32

4.1.1 Ubicación.....Pág. 32

4.1.2 Justificación para la selección.....Pág. 32

4.1.3 Cuadro de parámetros de ETAR 2007 variación y parámetros a cumplir.....Pág. 33

4.1.4 Separación de redes de aguas residuales (Ordinarias y tipo especial).....Pág. 34

4.1.5 Descripción de parámetros a cumplir.....Pág. 35

4.1.6 Manual de operación del sistema.....Pág. 40

- Canal de desbaste.....Pág. 40
- Tanque de trampa de grasa.....Pág. 41
- Estación de bombeo.....Pág. 42
- By-Pass.....Pág. 43
- Reactor anaeróbico de contacto.....Pág. 43
- Control de biogas.....Pág. 44
- Tanque de desinfección.....Pág. 44

4.1.7 Anotaciones.....Pág. 45



4.1.8 Teoría de la digestión anaeróbica.....	Pág. 47	• Desarenador.....	Pág. 62
B. Planta de tratamiento de Aguas Residuales Tepic (México). (Proceso Aeróbico)		• Sedimentadores Primarios (cuatro).....	Pág. 63
4.2 Generalidades.....	Pág. 51	b. Tratamiento Secundario.....	Pág. 63
4.2.1 Planta de Tratamiento Zona Oriente.....	Pág. 54	c. Reactor biológico de lodos activados (dos).....	Pág. 64
• Ubicación.....	Pág. 54	d. Clarificadores Secundarios (dos).....	Pág. 64
• Descripción.....	Pág. 54	e. Tratamiento de lodos.....	Pág. 65
• Tiempo de vida.....	Pág. 54	f. Tanque de lodos.....	Pág. 66
• Proceso.....	Pág. 54	g. Sistema de desaguado de lodos.....	Pág. 66
4.2.2 Especificaciones solicitadas por la Comisión Estatal de Agua (CEA) de Nayarit.....	Pág. 56	4.4 Cuadro comparativo de casos análogos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	Pág. 69
• Pre tratamiento Primario.....	Pág. 56	5 ENTORNO Y CONTEXTO	
○ Rejillas o Cribas.....	Pág. 56	5.1 Breve Historia del municipio de Amatitlán Guatemala.....	Pág. 72
○ Desarenadores.....	Pág. 56	5.2 Datos generales del municipio de Amatitlán.....	Pág. 73
○ Tanque de regulación.....	Pág. 56	5.3 Aspectos Geográficos del municipio de Amatitlán.....	Pág. 74
○ Medición de flujo de influente.....	Pág. 57	5.4 Aspectos Demográficos del municipio de Amatitlán.....	Pág. 74
• Tratamiento biológico (secundario).....	Pág. 57	5.5 Datos Generales del Lago de Amatitlán.....	Pág. 75
○ Tanque primario de sedimentación...Pág. 57		5.6 Clima en el Municipio de Amatitlán.....	Pág. 75
○ Sistema rotatorio biológico de contacto (PRBC) o biodiscos.....	Pág. 57	5.7 Contaminación del Lago de Amatitlán.....	Pág. 75
C. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Mazatlán (México) (Proceso Aeróbico).....	Pág. 61		
4.3 Generalidades.....	Pág. 61		
4.3.1 Fases de la Planta de Tratamiento.....	Pág. 62		
a. Tratamiento primario.....	Pág. 62		



5.8 Soleamiento.....	Pág. 77	5.13.10 Ubicación del Proyecto.....	Pág. 94
5.9 Vientos.....	Pág. 78	5.13.11 Plantas de tratamiento identificadas por AMSA.....	Pág. 96
5.10 Nivel del Agua en Amatitlán.....	Pág. 80	5.13.12 Análisis FODA.....	Pág. 97
5.11 Fisiografía: Tierras Altas Volcánicas (TAV).....	Pág. 81	5.14 Sostenibilidad del Proyecto.....	Pág. 98
5.12 Marco Tectónico Regional.....	Pág. 82	5.14.1 Tratamiento de aguas residuales en el proyecto.....	Pág. 98
5.13 Criterios de selección del terreno.....	Pág. 82	5.14.2 Captación de aguas lluvias.....	Pág. 98
5.13.1 Relieve General de la República de Guatemala.....	Pág. 84	5.14.3 Producción de energía.....	Pág. 98
5.13.2 Localización del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala.....	Pág. 85	5.14.4 Ventajas Comparativas.....	Pág. 99
5.13.3 Localización del Lago de Amatitlán.....	Pág. 86	6. PROYECTO	
5.13.4 Topografía.....	Pág. 87	6.1 Fundamento.....	Pág. 100
5.13.5 Curvas de nivel.....	Pág. 88	6.2 Grupo Objetivo.....	Pág. 100
5.13.6 Ubicación de volcanes importantes cercanos al Proyecto Las Ninfas.....	Pág. 89	6.2.1 Grupo objetivo puntual para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	Pág. 100
5.13.7 Localización del Terreno.....	Pág. 90	6.2.2 Premisas.....	Pág. 101
5.13.8 Localización de sitios importantes.....	Pág. 91	6.3 Objetivo de la Propuesta.....	Pág. 102
5.13.9 Antiguas carreteras que conectan al Proyecto.....	Pág. 93	6.4 Ubicación del Proyecto.....	Pág. 102



6.5 Análisis

6.5.1 Localización.....	Pág. 102
6.5.2 Ubicación.....	Pág. 102
6.5.3 Accesibilidad.....	Pág. 102
6.5.4 Área del Terreno y Topografía.....	Pág. 102
6.5.5. Vistas del entorno.....	Pág. 102
6.5.6 Uso del suelo.....	Pág. 102
• Uso del suelo actual.....	Pág. 102
• Uso del suelo propuesto.....	Pág. 103
• Ambiental.....	Pág. 103
• Educacional.....	Pág. 103
• Cultural.....	Pág. 103
• Social.....	Pág. 103
• Impulso económico.....	Pág. 103
6.5.7 Clima (soleamiento y viento dentro del terreno).....	Pág. 103

6.6 Parámetros tecnológicos

6.6.1 Premisas para Planta de Tratamiento de agua con Electrocoagulación.....	Pág. 108
6.6.2 Precio con paneles solares.....	Pág. 108

6.6.3 Área requerida para la Instalación de cada cámara de Electrocoagulación.....	Pág. 109
6.6.4 Terreno.....	Pág. 110
6.6.5 Principio de operación.....	Pág. 111
6.6.6 Distribución de edificios.....	Pág. 112
6.6.7 Edificio de Alimentación Planta de Electrocoagulación.....	Pág. 113
6.6.8 Programa de Arquitectura.....	Pág. 114
6.7 Análisis de Funcionamiento.....	Pág. 116
6.8 Lineamientos: descripción de algunos ambientes	
6.8.1 Producción de energía.....	Pág. 121
6.8.2 Usos del suelo.....	Pág. 121
6.8.3 Áreas a conservar.....	Pág. 121
6.8.4 Equipamiento.....	Pág. 121
6.8.5 Sistemas de aguas servidas.....	Pág. 122
6.8.6 Sistema de captación de aguas lluvias.....	Pág. 122
6.8.7 Iluminación y ventilación natural.....	Pág. 122

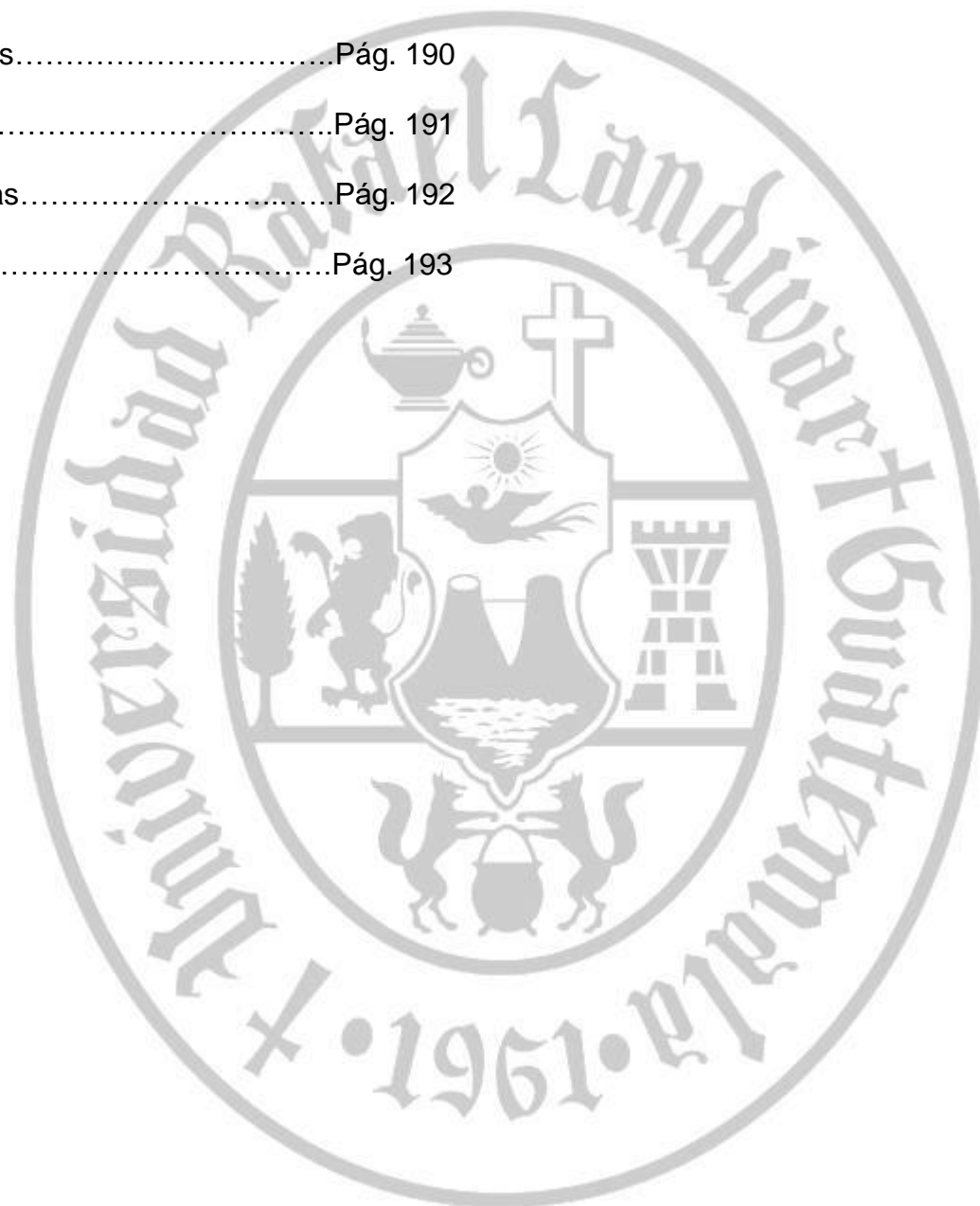


6.8.8 Condiciones óptimas para personas con capacidades especiales.....	Pág. 122	G. Etapa de Oxidación Avanzada (Opcional).....	Pág. 127
6.8.9 Áreas deportivas.....	Pág. 122	6.9 Conceptualización.....	Pág. 128
6.8.10 Área de aparcamiento de lanchas.....	Pág. 123	6.10 Proyecto Arquitectónico. Planos de Arquitectura.....	Pág. 129
6.8.11 Materiales.....	Pág. 123	6.11 Proyecto Arquitectónico. Esquemas Generales de Instalaciones.....	Pág. 138
6.8.12 Imagen Arquitectónica.....	Pág. 123	6.12 Proyecto Arquitectónico. Esquema General de Estructuras.....	Pág. 143
6.8.13 Relación Medio Construido y Medio Natural.....	Pág. 123	6.13 Proyecto Arquitectónico. Parámetros Tecnológicos.....	Pág. 144
6.8.14 Parámetros de diseño.....	Pág. 123	6.14 Proyecto Arquitectónico. Vistas.....	Pág. 148
6.8.15 Descripción del Proceso de Tratamiento...	Pág. 124	6.15 Presupuesto.....	Pág. 156
6.8.16 Descripción del Sistema de Tratamiento		7. CONCLUSIONES.....	Pág. 161
A. Estanque de Ecuación.....	Pág. 124	8. RECOMENDACIONES.....	Pág. 162
B. Ajuste de pH y Conductividad (mediante sal) antes del ingreso del flujo a las celdas.....	Pág. 126	9. FUENTES DE INFORMACIÓN Y CONSULTA. Pág. 163	
C. Celdas de Electrocoagulación.....	Pág. 126	10. GLOSARIO.....	Pág. 166
D. Mezcla y Acondicionamiento.....	Pág. 126	11. ANEXOS	
E. Sedimentación.....	Pág. 126	11. 1 Informe de planta de tratamiento de una empresa de la India	Pág. 168
F. Tanque de acumulación y disposición de lodos para su deshidratación.....	Pág. 127		



12. INDICES ESPECÍFICOS

12.1 Índice de Imágenes.....	Pág. 190
12.2 Índice de Tablas.....	Pág. 191
12.3 Índice de Diagramas.....	Pág. 192
12.4 Índice de Planos.....	Pág. 193





Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala



1

INTRODUCCIÓN



Introducción

El Lago de Amatitlán es un sitio que posee grandes potenciales para servir como centro turístico y de producción. Sin embargo, actualmente se encuentra altamente contaminado porque sirve de desfogue de aguas residuales e industriales.

Para contribuir con la recuperación del Lago, es importante impulsar la aplicación de métodos que puedan minimizar dicha contaminación; y una solución viable es mediante la construcción de Plantas de Tratamiento.

Las Plantas de Tratamiento son infraestructuras donde a las Aguas Residuales se les retiran o aíslan los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y al medio ambiente previo a orientarla hacia un cuerpo receptor natural como mar, ríos o lagos.

En la actualidad, las empresas y ciudades deben encausar sus acciones hacia el cuidado del medio ambiente, realizando procesos cada vez más productivos y eficientes, que mejoren la calidad del agua que es eliminada.

Con los recurrentes avances de la tecnología, existen alternativas en las que se pueden realizar cambios que garanticen la preservación de los recursos naturales, a través de una arquitectura integrada al entorno.

Además de la recuperación del medio ambiente, se considera importante incentivar la recuperación de espacios para el uso del esparcimiento social y cultural, incluyendo la implementación de espacios para incentivar actividades deportivas que promuevan las actividades sociales y culturales de la ciudad y que contribuyan al incremento de la participación comunitaria para el fortalecimiento del turismo, tanto interno, como externo.

En el desarrollo del presente Proyecto, se propondrá una solución viable con tecnología novedosa para dar tratamiento a parte de las aguas que desembocan sobre el Lago de Amatitlán y se realizará un planteamiento arquitectónico para la recuperación del entorno inmediato, a través de la implementación de espacios deportivos que estimulen el desarrollo de las actividades comunitarias en dicha Ciudad.



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



2

METODOLOGÍA



2.1 Planteamiento del tema

En la actualidad existe un problema latente en la contaminación del Lago de Amatitlán, el cual es producto de la falta de tratamiento de aguas residuales provenientes de las comunidades aledañas. Dicha contaminación afecta no sólo el entorno natural, sino también el desarrollo del turismo y por ende imposibilitan en cierta medida el desarrollo de la comunidad; esto sin dejar a un lado el impacto sobre la salud de las personas.

Es por ello que mediante el desarrollo de la presente investigación, se plantea una solución que puede contribuir a que parte del agua que desemboca al Lago de Amatitlán y al río Michatoya pueda encontrarse en las condiciones óptimas con el fin de reducir el impacto negativo sobre la población y el ambiente.

Se considera por ende, como parte esencial del proyecto la implementación de una planta de tratamiento con tecnología innovadora en el cual existe la integración arquitectónica con el fin de promover la recuperación del

entorno mediante la implementación de propuestas que promuevan las actividades sociales y comunitarias, destinados principalmente a espacios deportivos y de recreación.

El diseño arquitectónico implementado en la planta de tratamiento contribuye en una nueva visión que se tiene sobre la relación del ser humano con el medio ambiente; se involucra en el proceso, nuevas edificaciones arquitectónicas buscando un innovador plan de construcción.

Dicho proyecto beneficiará a la población aledaña al Lago, las cuales se encuentran en la actualidad con un índice elevado de contaminación que repercute en la salud de las personas que viven en la zona.

Para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales se plantean casos análogos de otras ciudades en las cuales se han propuesto la construcción innovadora de plantas que tienen un bajo impacto en el medio ambiente, y presentan sostenibilidad y factibilidad.



2.2 Objetivos generales:

- El proyecto pretende responder a una demanda del campo profesional, social, y ambiental, así como la fundamentaci3n de la propuesta proyectual creada a consecuencia de un problema y la necesidad de brindar una soluci3n adecuada para resolver el uso inadecuado de nuestros recursos naturales.
- Proponer una planta de tratamiento de aguas residuales con la tecnología innovadora y vanguardista para promover que parte de las aguas residuales provenientes de las viviendas e industrias que contaminan el Lago de Amatitlán y el río Michatoya minimicen el impacto negativo sobre el ambiente y el entorno.
- Integrar dentro del planteamiento de la planta de tratamiento espacios arquitect3nicos que contribuyan al buen funcionamiento del mismo y a la vez proyectar áreas debidamente urbanizadas para promover la recuperaci3n de entornos inmediatos con el fin de impulsar actividades de carácter social, deportivo y cultural.
- Presentar un modelo de Planta de Tratamiento que pueda ser adoptado en diferentes escenarios, considerando que su funci3n no se limita únicamente a servir de infraestructura sanitaria, sino además pretende contribuir de forma integral a la recuperaci3n y/o revitalizaci3n de espacios del entorno inmediato, rompiendo los esquemas tradicionales de una planta de tratamiento convencional.



2.3 Objetivos específicos:

- Eliminar Sustancialmente la cantidad de materia orgánica contenida en estas aguas tratadas servidas/residuales, a efecto de Contribuir para que parte del agua que desemboca en el Lago se encuentre en condiciones Óptimas y no genere más contaminación.
- Reducir el contenido de Nutrientes de las aguas que desembocan en el Lago y al mismo Tiempo, eliminar y desaparecer la cantidad de patógenos perjudiciales y parásitos en estas Aguas.
- Determinar las etapas necesarias para elaborar el diseño de tratamiento de aguas residuales.
- Presentar un diseño de planta de tratamiento como solución alternativa para disminuir las enfermedades en los niños y ancianos.

2.4 Alcances y límites del proyecto

2.4.1 Alcances

Con el proyecto se pretende alcanzar una ejecución previa y presentarse el posible desarrollo y realización de la infraestructura de una planta de tratamiento de aguas residuales, que traerá beneficio en cuestiones de salubridad y entorno ambiental en el pueblo de Amatitlán. Así mismo, se realizará el planteamiento arquitectónico de los ambientes necesarios para el buen funcionamiento y mantenimiento de la Planta de Tratamiento, así como también una propuesta en la cual se refleje una opción para la recuperación del entorno inmediato mediante el planteamiento de áreas deportivas y recreativas que insten al desarrollo de actividades comunitarias.

Se pretende presentar este proyecto a la municipalidad de Amatitlán con posibles presupuestos en gastos para la ejecución de la misma, también en la construcción y desarrollo del proyecto que integre el planteamiento constructivo, distribución en la topografía del área más



adecuada y destinada para la ejecución de construcción de la planta de tratamiento.

Así mismo, se realizará un planteamiento de distribución arquitectónica, el cual no represente un impacto negativo para el entorno natural en el área destinada para su construcción.

2.4.2 Límites

No se calculará la calidad de agua de cada casa en particular, sino que únicamente la cantidad de agua que drena cada casa al colector principal de una porción determinada de la población.

Se tomará un promedio en general de una cantidad de casas establecidas para determinar el espacio requerido para la planta de tratamiento de aguas residuales.

El planteamiento del Proyecto pretende únicamente crear un modelo a través del cual se pueda reducir la cantidad de contaminantes que desemboca sobre el Lago de Amatitlán. No se pretende dar solución a la contaminación

total del Lago puesto que ello conlleva el planteamiento de otras Plantas de Tratamiento ubicadas en sectores diferentes a la planteada en este Proyecto.

El proyecto está limitado para su construcción y ejecución en la parte norte de la población de Amatitlán que colinda con el Lago, para el resto de la población se deberá plantear posteriormente una nueva planta que dé cobertura a dicha necesidad.

Los cálculos y diseños estructurales, hidráulicos, eléctricos y de instalaciones especiales serán planteados de forma representativa.



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala



3

TEORÍA Y CONCEPTOS



3.1 Generalidades acerca de los factores determinantes en el desarrollo del Municipio de Amatitlán

El municipio de Amatitlán posee múltiples factores a través de los cuales puede promover su desarrollo. Para ello, se detallarán a continuación algunos temas que con la actual contaminación del Lago se han visto afectados y han retrasado su crecimiento económico:

3.1.1 Turismo en Amatitlán:

Actualmente la afluencia turística hacia el Lago de Amatitlán se ha reducido considerablemente debido a la fuerte contaminación en el Lago producido por la falta de un tratamiento adecuado a las aguas servidas que desembocan en el Lago sin ningún tratamiento previo.

Se considera, de acuerdo a informaciones del Instituto Guatemalteco de Turismo, que esta notable baja en la afluencia turística hacia las orillas del lago de Amatitlán podría revertirse y volver a ser un punto de interés para los visitantes tanto de la Ciudad Capital como de los municipios aledaños, dado su cercanía a estas

poblaciones y la facilidad de transporte para la población de bajos recursos.

De esta manera el Instituto de Recreación de Los Trabajadores de Guatemala, IRTRA, construyó un centro recreativo a orillas del Lago, con la idea de aprovechar estas facilidades, sin que hasta la fecha se haya podido desarrollar todo su potencial debido a que los trabajadores afiliados prefieren otros centros recreativos que ofrezcan una mejor posibilidad de sano entretenimiento que las que puedan encontrar en el centro recreativo de Amatitlán.

Con esta misma finalidad de impulsar el turismo hacia esta localidad, se construyó un sistema de Teleférico que partiendo del parque recreativo Las Ninfas, se dirigía hacia el parque Naciones Unidas, recorriendo parte del Lago a efecto de que los visitantes pudieran admirar desde las alturas la majestuosidad del mismo.

Este Teleférico se encuentra actualmente en inhabilitado, ya que la poca afluencia de usuarios hacía impagable su mantenimiento y costos operativos.



También en esta misma localidad se construyó un club de remo y canotaje, para que las personas interesadas en este tipo de deporte, sin embargo, son muy pocos los deportistas que participan puesto que las condiciones del Lago no son óptimas.

A pesar de los esfuerzos promovidos por las instancias públicas y privadas por incentivar el turismo en el Lago, la aceptación de la población ha sido muy poca debido a la actual contaminación que el Lago presenta.

3.1.2 Salud:

La salud de los habitantes que se encuentran en las orillas del Lago puede resultar seriamente afectadas principalmente por enfermedades cutáneas y estomacales debido a la contaminación de algas en las aguas.

3.1.3 Seguridad (riesgo al nadar o bucear):

Enfocado principalmente a la seguridad para hacer uso del Lago, los helechos que se encuentran en el fondo del mismo crean ramificaciones que crea inseguridad al caminar sobre su lecho.

A efecto de encontrar una salida viable a esta problemática, las autoridades se encuentran realizando estudios que permitan la utilización de las algas y helechos como una fuente de biocombustible, lo que permitirá sufragar los gastos de su remoción, ya que actualmente al no tener un uso para ello se transforma en un gasto que ninguna entidad está dispuesta a pagar.

Cabe destacar que otros países con esta misma problemática, trabajan esta alternativa de convertir en combustible los diferentes tipos de algas acuáticas.

Lamentablemente estos estudios son costosos y únicamente con ayuda extranjera y a niveles de estudios universitarios se puede lograr erradicar estas plantas perjudiciales. Mientras estos estudios logran dar sus frutos, existe una inseguridad muy grande para hacer uso de las aguas del Lago, principalmente para nadar y bucear en ellas.

3.1.4 Depreciación de Bienes Inmuebles:

Las viviendas ubicadas en las orillas del lago han tenido una importante devaluación con respecto a su valor



original de compra, ya que las personas abandonan sus hogares en busca de lugares con una mejor salubridad.

El problema de la contaminación del lago de Amatitlán se ha agudizado en los últimos 30 a 40 años debido a la creciente afluencia de aguas contaminadas provenientes de poblaciones cercanas así como de la falta de plantas de tratamiento de aguas servidas en el municipio, sin embargo anteriormente a estos sucesos, el Lago constituía un atractivo turístico.

Dicho atractivo turístico promovió el desarrollo de viviendas y de casas de recreo. Como consecuencia del deterioro ambiental que ha impactado sobre el Lago de Amatitlán, existe una gran cantidad de viviendas abandonadas. La problemática ambiental ha provocado el devalúo de estas propiedades.

3.1.5 Impacto Ambiental:

Las algas y ninfas flotando en el Lago crean no sólo un impacto visual negativo sino también el detrimento del mismo que contribuye al abandono de sus riveras.

Este impacto negativo no ha podido ser revertido por las autoridades competentes, ya que la tarea es tan grande que sobrepasa la capacidad de una municipalidad, por lo que ha pasado a convertirse en un problema de índole nacional.

Cabe destacar que el Lago de Amatitlán ha sido uno de los que más ha recibido ayuda estatal y de entidades internacionales, sin que se hayan visto sus resultados, ya que únicamente se le han dado soluciones temporales.

Tal es el caso de la instalación de sistemas de aireadores, que inicialmente se habían previsto para colocarse alrededor completamente del Lago, sin embargo dado a su alto costo, únicamente se dispuso la colocación de un porcentaje mínimo del total que correspondía.

La poca cantidad de dispositivos instalados no permitieron una aireación efectiva, fracasando en el intento y dejando únicamente como recuerdo algunos flotando a su alrededor.



La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, AMSA, a través de la División de Educación Ambiental y Concientización Ciudadana enfatiza que la contaminación en el Lago de Amatitlán impacta al ambiente de la siguiente forma¹:

- **La acumulación de compuestos tóxicos a través de contaminación química.** Ésta provoca una perturbación al ecosistema por medio de una sustancia que no es incorporada por la evolución propia de un lago siendo consecuencia de la actividad humana. (...)
- **Proliferación de agentes patógenos** para el hombre y otras especies, como: virus, bacterias, hongos y parásitos que podrían ocasionar infecciones intestinales en la población que consume el agua del Lago.
- **La eutrofización de sus aguas**, no es más que un proceso por el cual se llega a un estado bio-

físico-químico resultante del aumento de Nitrógeno y Fósforo en un cuerpo de agua. Esto trae como consecuencia una tensión o alteración al equilibrio propio de los ciclos de estos elementos en el ecosistema. El Nitrógeno y Fósforo se encuentran presentes en la orina humana, aguas jabonosas y fertilizantes químicos

3.1.6 Educación:

El impacto ambiental ha sido tal, que los padres de familia prefieren emigrar a otros municipios que presenten mejores expectativas de salud para sus hijos. Esto ha provocado que en las inmediaciones del Lago de Amatitlán, se ha dado el fenómeno de la migración escolar hacia otros centros educativos tanto públicos como privados.

Esta migración contribuye al abandono de las viviendas y se prevé que esta situación se continuará

¹ Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –AMSA. <http://amsa.gob.gt/web/wp-content/uploads/2008/11/Folleto-Nivel-Medio.pdf>. Pág. 23. Fecha de consulta: 10 de enero de 2017.



desarrollando hasta que las condiciones ambientales en este sector de Amatitlán cambien de forma positiva.

3.2 Tipos de agua

3.2.1 Agua Potable:

El agua potable es considerada toda aquella que se encuentra en óptimas condiciones para el consumo humano, ya sea para beber o preparar alimentos sin que exista peligro para la salud.

Los niveles de las capas freáticas son muy altos debido a la altura del lago, lo que contribuye a que no exista suficiente filtración del agua a través de las capas de arena y piedra antes de llegar a los pozos de donde se extrae el agua subterránea, que luego será distribuida hacia la población.

El agua contaminada ha creado la necesidad de incrementar la aplicación de productos químicos para potabilizarla.

Los niveles de bombeo de los pozos no logran abatir el nivel estático casi permanente del Lago, por lo que la

filtración natural a través de los diferentes estratos es muy bajo lo que significa que prácticamente las aguas servidas pueden contaminar muy fácilmente las aguas de bombeo que luego de un sistema de clorinización serán distribuidas como agua potable.

3.2.2 Aguas Servidas:

Con el nombre genérico de aguas servidas, se denominan a las aguas que han tenido algún tipo de uso tanto residencial como industrial. Lamentablemente alrededor del Lago existen muy pocas plantas de tratamiento de agua destinadas a dicho fin, siendo las existentes plantas privadas pertenecientes a industrias y a colonias residenciales. Las autoridades estatales hicieron en su oportunidad estudios e impulsaron a construir plantas de desarenado y de tratamiento en las localidades de San Jorge, Malena y Llano de Animas, sin embargo estas no llegaron a concluirse o a entrar en operación efectiva, lo que ocasionó una gran fuga en la inversión inicial sin lograr los objetivos anhelados.

Existen así mismo estudios rudimentarios principalmente realizados con fines políticos para la



implementación de nuevas plantas de tratamiento en lugares estratégicos como el parque Las Ninfas, en donde un rotulo indicaba que en ese lugar se instalaría una planta de tratamiento, principalmente con la idea de que los visitantes del lugar pensarán que el gobierno consciente de su responsabilidad en este tema, se encontraba trabajando para solucionarlo.

3.2.3 Aguas Pluviales:

Aguas pluviales son definidas como el agua de lluvia que no es absorbida por el suelo, sino que escurre sobre las superficies ya sea de edificios, calles, estacionamientos, jardines, etc. Las aguas pluviales deben ser recolectadas por medio de alcantarillado para ser direccionados hacia el sistema de drenaje pluvial de la ciudad.

3.3 Tipos de aguas que inciden en el Lago de Amatitlán

Los diferentes tipos de aguas que afectan el Lago de Amatitlán pueden ser clasificadas en aguas pluviales y aguas residuales.

3.3.1 Aguas Pluviales

Debido a que no se posee un dato exacto del impacto del régimen fluvial (comportamiento del caudal de agua en promedio que lleva un río en cada mes a lo largo del año) y del régimen pluvial, a continuación únicamente se enunciarán las características que presentan las aguas pluviales, dependiendo de la época del año que se esté analizando. De acuerdo a las condiciones climáticas, se pueden clasificar de acuerdo a lo siguiente:

- **Aguas Pluviales en época lluviosa:**

Durante ciertas épocas del año, que generalmente corresponde a los meses de junio a septiembre, las aguas de lluvia fluyen libremente hacia el Lago de Amatitlán por medio de canales naturales, calles y avenidas que desembocan en el Lago, así mismo por no existir una separación de las tuberías de aguas servidas y de aguas pluviales, todas las aguas se unen en las diferentes tuberías que desembocan en el Lago, incrementando el flujo hacia este.

Esta unificación de flujos de aguas servidas y pluviales tiene como inconveniente, para la implementación de



una planta de tratamiento de agua, que el volumen a tratar incrementa sustancialmente por el agregado de estas aguas generalmente lodosas y con un alto contenido de basura.

Este incremento desproporcionado y sin control de las aguas ya unificadas, no permite hacer un cálculo adecuado para definir el tamaño de planta apropiado para tratar únicamente las aguas servidas. Adicionalmente la basura que puede llegar a reunirse en tuberías y tragantes puede afectar y llegar inclusive a colapsar el sistema de drenajes.

Esto significa que un estudio para la implementación de una planta de tratamiento de agua, debe de implicar así mismo la consideración de un sistema independiente de tuberías que permita optimizar el tamaño de planta de tratamiento, dependiendo únicamente de la cantidad de viviendas servidas y no de las aguas pluviales.

- **Aguas Pluviales en época seca:**

A diferencia de la época lluviosa, la época seca que comprende los meses de noviembre a abril, tiene la

característica de la poca cantidad de agua que transporta la tubería común de aguas servidas y pluviales, con el consiguiente problema de bloqueo de tuberías por acumulación de arena y tierra que en la época seca que se convierte en un problema muy significativo para el emplazamiento de una planta de tratamiento de agua.

3.3.2 Aguas residuales

Las aguas residuales pueden clasificarse como:

- **Aguas residuales provenientes de una contaminación urbana**

Está formada por las aguas residuales de los hogares y los establecimientos comerciales.

Como bien es sabido, existen múltiples problemas en la Cuenca de Amatitlán que afectan directamente la contaminación del Lago. Es por ello que, según la investigación presentada en el Centro Universitario de Occidente CUNOC sobre el Manejo Integral de Recursos Hídricos y Ecosistemas Acuáticos se han logrado identificar las múltiples problemáticas, dentro de



las cuales para la presente investigación se hace notar la siguiente:

“Residuos líquidos: *Las aguas domésticas sin ningún tipo de tratamiento, contaminan a diario las aguas del lago, grandes cantidades de fósforo y nitrógeno, provenientes de la orina y las aguas jabonosas contribuyen al crecimiento desmedido de las plantas acuáticas. Así metales como el cobre, cromo IV, plomo entre otros provenientes de las aguas industriales, son depositados en las aguas del lago que al ser ingerida en forma directa o en el consumo de peces y otras especies acuáticas ponen en peligro la vida de las personas en estas condiciones el lago se convierte en un vector de contaminación hídrica: cólera, hepatitis salmonera etc.”²*

El tratamiento para contrarrestar las aguas residuales provenientes de una contaminación urbana tiene como principal objetivo la eliminación de residuos urbanos, reducir su contenido en materias que demandan

oxígeno, sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos disueltos (en especial compuestos de fósforo y nitrógeno) y bacterias dañinas.

E incluso se ha logrado mejorar los medios de eliminación de los residuos sólidos producidos por los procesos de depuración. Los principales métodos de tratamiento de las aguas residuales urbanas tienen tres fases: el tratamiento primario, que incluye la eliminación de partículas orgánicas e inorgánicas; el tratamiento secundario, implica la floculación y la sedimentación; y en el tratamiento terciario, se emplean métodos de filtrado, tales como la filtración granular y la adsorción por carbono activado.

- **Aguas residuales provenientes de una actividad Industrial.**

Las características principales de este tipo de aguas residuales es la contaminación con diferentes productos

² Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –AMSA. <http://amsa.gob.gt/web/wp-content/uploads/2008/11/Folleto-Nivel-Medio.pdf>. Pág. 22. **Fecha de consulta:** Julio 2016.



químicos provenientes de la actividad a que se dedica la industria que la produce y la contaminación de colorantes químicos que en muchos casos impiden la operación de una planta biológica, permitiéndose únicamente la operación con plantas físico químicas o de electrocoagulación que no requieren de bacterias para su operación.

- **Aguas residuales provenientes de una actividad Agrícola.**

Este tipo de aguas residuales se caracteriza por tener un alto contenido de residuos biológicos, que adicionalmente a la contaminación de las aguas, produce un olor característico que requiere principalmente de sistemas anaeróbicos para su operación, lo que conlleva a una elevada producción de gas metano que se puede utilizar como biogás en la operación de motores a gas que a su vez producen energía mecánica o energía eléctrica.

3.3.3 Tratamientos de aguas residuales³

En el tratamiento de las aguas residuales urbanas, agrícolas y el tratamiento de las aguas residuales industriales se puede hablar de los mismos métodos o procesos generales como por ejemplo: pre tratamiento, tratamientos primarios, secundarios y terciarios, de los cuales se utiliza sólo los que sean de aplicación al proceso industrial concreto.

Los principales tratamientos en cada una de las categorías son:

- **Pre tratamiento y Tratamientos Primarios**

Consiste básicamente en una etapa preliminar donde se procede a retirar materiales flotantes o pesados que comúnmente vienen en las aguas residuales colocando una malla u otro mecanismo para lograr separar los desechos de mayor tamaño como palos, piedras y trapos.

³ Tratamiento de Agua Residuales Industriales.
<http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1110aguas.pdf>. Pág. 4.

Fecha de consulta: Julio 2016



Debido que el objetivo es mantener en el proceso sustancias de tipo orgánico como desechos alimenticios, residuos de plantas, y sustancias degradables sirven para mantener la eficacia del procedimiento ya que los de tipo inorgánico como plásticos, papeles, arenas y demás sólidos no orgánicos, solo disminuyen la eficiencia del proceso.



Imagen 1. Rejillas. **Fuente:**

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm>
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm>
Fecha de consulta: Diciembre de 2016

- **Tratamiento Secundario**

Es el proceso por medio del cual se elimina materia orgánica biodegradable.

- **Tratamiento Terciario**

Proceso mediante el cual se procede a la oxidación (referente a la destrucción o transformación de materia orgánica y compuestos inorgánicos oxidables); precipitación química (que incluye la eliminación de metales y aniones inorgánicos); y, arrastre con aire o vapor (en la que se da la eliminación de compuestos volátiles).

3.3.4 Tipos de procedimientos de aguas residuales

Algunos de los tratamientos son los siguientes:

- **Homogenización de efluentes:**

Con el mezclado y homogenización de los distintos efluentes generados en el proceso productivo se consigue disminuir las fluctuaciones de caudal de los diferentes vertidos, consiguiendo una única corriente de



caudal y concentración más constante. Se suelen realizar en tanques agitados.



Imagen 2. Tanque de Homogeneización. **Fuente:** <http://www.bvsde.paho.org/bvsatesis/mgomez.pdf> **Fecha de consulta:** Diciembre de 2016

- **Cribado:**

Esta etapa sirve para eliminar los sólidos de gran tamaño presentes en el agua residual. Se suelen realizar mediante rejillas.

- **Cribado:**

se busca remover la materia flotante que trae consigo el agua, ya que si no se eliminan pueden causar daños a los mecanismos o bloquear las tuberías.



Imagen 3. Cribado. **Fuente:**

<http://es.slideshare.net/raulcc1950/tratamiento-aerobico-y-anaerobico-de-aguas-residuales/6> **Fecha de consulta:** Diciembre de 2016

- **Neutralización:**

La neutralización (tratamiento ácido-base del agua residual) puede utilizarse para los siguientes fines:

Neutralización:



Imagen 4. Neutralización. **Fuente:**

<http://es.slideshare.net/areyns1/neutralizacion>. **Fecha de consulta:** Diciembre de 2016

- **Coagulación-floculación:**

Para eliminar sólidos en suspensión y material coloidal y así como fosfatos utilizadas como materia prima.

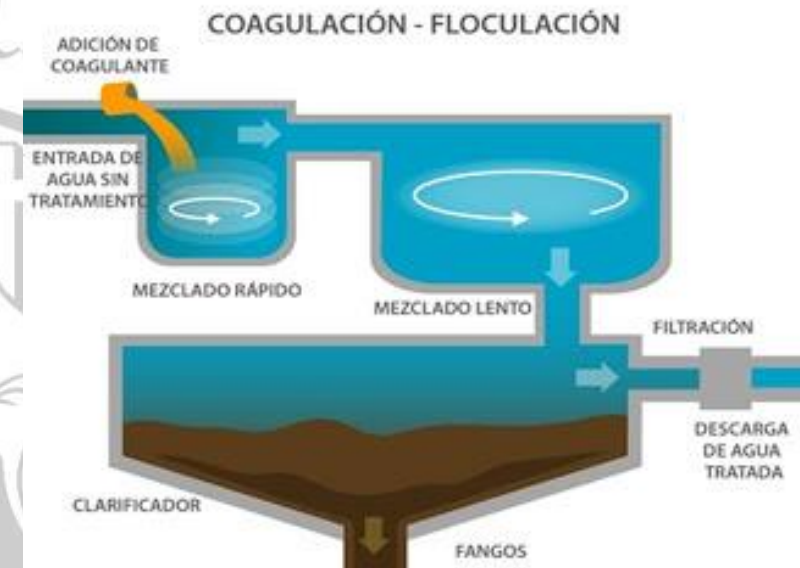


Imagen 5. Coagulación-Floculación. **Fuente:**

<http://biotecnologiaurp.blogspot.com/2011/05/procesos-de-manufactura.html>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016

- **Coagulación**

Consiste en la desestabilización de las partículas coloidales, empleando productos químicos (coagulantes) que neutralizan la carga eléctrica de los coloides.

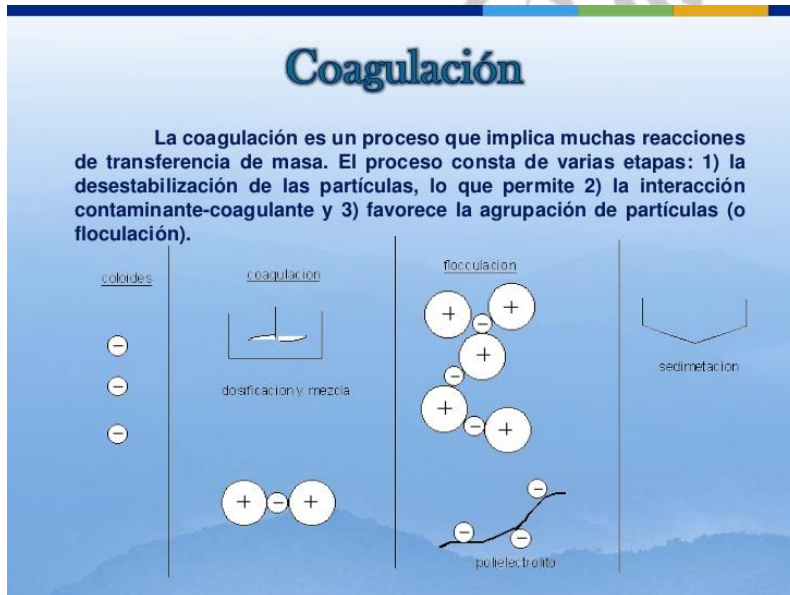


Imagen 6. Coagulación. Fuente:

<http://es.slideshare.net/guillermo150782/coagulacion-y-floculacion>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016

- **Floculación**

Consiste en la agrupación de las partículas coloidales desestabilizadas, formando agregados de mayor tamaño denominados "flóculos", los cuales sedimentan por gravedad. Para favorecer la formación de flóculos más voluminosos y su sedimentación, se suelen utilizar determinados productos químicos (floculantes), generalmente de naturaleza polimérica.

Estos floculantes establecen puentes de unión entre los flóculos inicialmente formados.

Los cuales podrían tener una opción de poseer un dispositivo que logre girar mucho más lento para conseguir que los micro flóculos se encuentren y se agreguen sin romperse. Una vez conseguida la floculación mejora la sedimentación ya que parte de los sólidos coloidales y disueltos pasan a ser sólidos en suspensión sedimentables, y por acción de gravedad sedimenten para posteriormente decantarlo.



PRINCIPIO DE FLOCULACIÓN



Imagen 7. Coagulación-Floculación. Fuente:

<http://biotecnologiaurp.blogspot.com/2011/05/procesos-de-manufactura.html>. Fecha de consulta: 1 de diciembre de 2016

3.3.4 Algunos Conceptos⁴

- **Causas y definiciones de contaminación de aguas**

El agua contaminada es la que se le incorporaron materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. Incluso las hacen inadecuadas para el uso a las que estaban destinadas, es cuando reciben el nombre de aguas contaminadas o residuales.

Existen una serie de causas de la contaminación de agua pero algunos de los principales son los que se mencionan a continuación:

- **Desechos que requieren oxígeno**

Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay

⁴ Margaret Haydeé Soto Velásquez. Diseño del proceso e implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales a nivel de laboratorio, provenientes de la línea de producción de

químicos para lavandería de una planta industrial. Pág. 5-7. Fecha de consulta: Julio 2016.



poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.

- **Sustancias químicas inorgánicas**

Ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo) que envenenan el agua.

- **Los nutrientes**

Vegetales que pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).

- **Sustancias químicas orgánicas**

Petróleo, plásticos, plaguicidas y detergentes que amenazan la vida.

- **Sedimentos o materia suspendida**

Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.

3.4 Acciones promovidas para la recuperación del Lago de Amatitlán

Actualmente, algunas entidades gubernativas promueven planes para la recuperación del Lago de Amatitlán a través de la implementación de Plantas de Tratamiento. La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán, AMSA, comunica en su sitio web oficial lo siguiente: el departamento de *"Tratamiento de Desechos Líquidos tiene a su cargo la administración de siete plantas de tratamiento ubicadas en la cuenca de Amatitlán. Actualmente de estas siete plantas, dos se encuentran detenidas y están sometidas a un proceso de rediseño y mejoras por distintos problemas presentados en su operación. Dos de estas siete plantas de tratamiento son completamente propiedad de AMSA mientras que las restantes cinco son propiedad de municipalidades, quienes han buscado el apoyo de AMSA para que las administre y*



las haga funcionar por deficiencias de capacidad técnica.”⁵

Así mismo, en el artículo publicado el 20 de abril del año 2015 por Roxana Orantes en siglo 21 en la cual se expone la necesidad de la implementación de Plantas de Tratamiento así como las normativas vigentes, destaca la siguiente información⁶:

- “Un 50% de comunas no trata aguas residuales”
- “A la fecha, 169 municipios de los 338 del país cuentan con plantas primarias para el tratamiento de aguas residuales.”
- “La obligatoriedad de instalar las plantas para reducir la emisión de desechos sólidos a los afluentes hídricos la establece el **acuerdo gubernativo 236-2006**, que pretende eliminar de manera gradual los contaminantes en las fuentes

acuíferas nacionales, con base en un cronograma que abarca del 2011 al 2024.”

- “Según el reglamento, el ente rector es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y, de acuerdo con lo programado, el 2 de mayo próximo vence el plazo para que todas las comunas cuenten con una planta primaria de tratamiento de agua.”
- “Una de las debilidades del reglamento, es que no establece el tipo de planta que las municipalidades deben implementar.”
- “Las plantas sirven para purificar el agua vertida por los alcantarillados, industrias y cultivos industriales. En 2012, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) dio a conocer que de 331 municipios analizados, 24 contaban con plantas para tratar las aguas residuales, de los cuales 23 plantas se ubicaban

⁵ <http://amsa.gob.gt/web/wp-content/uploads/2012/04/Indicadores-Socioambientales-en-la-Cuenca.pdf>. **Fecha de consulta:** 12 de septiembre de 2016

⁶ Publicado el 20 de abril de 2015 en www.s21.com.gt por Roxana Orantes. <http://www.s21.com.gt/nacionales/2015/04/20/50-comunas-no-trata-aguas-residuales>. . **Fecha de consulta:** 12 de septiembre de 2016

en la capital y 15 estaban en funcionamiento. Lo anterior significa que en 2012, el 4.5% de los municipios trataba las aguas residuales. La Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2006 declaró que enfermedades como la diarrea, los parásitos, la hepatitis y el cólera se transmiten por el consumo humano de aguas contaminadas con heces fecales. Hace cinco años, un estudio dio a conocer que el 98% del agua en Guatemala estaba contaminada con materia fecal."

- "Otro dato de la cartera de Salud del 2011, señala que cada año la capital producía 140 millones de metros cúbicos de aguas residuales, de las cuales solamente era tratado el 5%."
- "Investigadores de la Universidad de San Carlos de Guatemala afirman en un estudio (2014), que el 95% de los líquidos que provienen de plantas industriales, regresan a los ríos, mares y lagos sin haber sido tratadas antes. "Esto quiere decir que

si bien el territorio nacional cuenta con suficiente capacidad hídrica no se ha sabido aprovechar el recurso".

- "El mismo documento señala que en el país existen más plantas para potabilizar el agua que para tratar las aguas residuales, lo que implica una gran carencia en el saneamiento del agua. La ventaja de las plantas es que eliminan del líquido todos los residuos que lo enturbian, precisa."

3.5 Planta de Tratamiento de Electrocoagulación⁷

La electrocoagulación es un proceso electroquímico que separa simultáneamente metales pesados, sólidos en suspensión, compuestos orgánicos emulsionados y otros muchos contaminantes del agua utilizando la electricidad en lugar de reactivos químicos. Los fangos producidos durante el tratamiento se separan posteriormente por filtración, decantación o flotación.

⁷ <http://www.hidritec.com/hidritec/electrocoagulacion-2>. Fecha de consulta: 1 de diciembre de 2016



El proceso consiste en pasar el agua residual procedente de un proceso determinado de forma continua a través de los electrodos de un equipo especialmente diseñado para este fin que está conectado a una fuente de corriente continua. El agua residual debe poseer una cantidad suficiente de sales neutras para que puedan tener lugar las múltiples reacciones electroquímicas.

Requiere una inversión mucho menor que los sistemas de tratamiento tradicionales. Aunque su efecto se asemeja al del proceso físico-químico, existen diferencias muy considerables con el mismo.

El diseño y dimensionamiento son realizados por profesionales especializados. Para efectos de la presente investigación únicamente se presentará la información descriptiva del proceso. Se consultará a un especialista en el área para realizar el dimensionamiento de la Planta propuesta.

3.5.1 Ventajas

Una de las ventajas de los tratamientos de la electrocoagulación se debe a que es un tratamiento instantáneo que no requiere la adición de productos químicos, puede ampliarse por módulos, no requiere obra civil, es un sistema automático que necesita poco espacio y posibilita el tratamiento de múltiples contaminantes dentro de la propia fábrica, haciendo incluso posible en algunos casos la reutilización del agua tratada.

Los costes de la operación en comparación a los tratamientos físico-químicos clásicos, son aproximadamente la mitad.

Durante el paso de la corriente eléctrica continua a través de un agua residual, ésta sufre una serie de múltiples fenómenos, más o menos complejos entre los cuales podemos tomar en consideración:

- La descomposición del agua y las sales presentes

- La disolución del ánodo metálico
- Desestabilización del estado coloidal
- Oxidación de la materia orgánica (química y electroquímica)
- Absorción de moléculas por parte de los flóculos de hidróxidos metálicos
- Reducción de la dureza del agua
- Eliminación y desinfección de patógenos

3.5.2 Desventajas

Las principales desventajas del proceso de electrocoagulación son:

- Es necesario reponer los electrodos de sacrificio.
- Los lodos contienen altas concentraciones de hierro y aluminio, dependiendo del material del electrodo de sacrificio utilizado.
- Puede ser un tratamiento costoso en regiones en las cuales el costo de la energía eléctrica sea alto.
- El óxido formado en el ánodo puede, en muchos casos, formar una capa que impide el paso de la corriente eléctrica, disminuyendo de esta forma la eficiencia del proceso

Proceso de electrocoagulación: Durante la electrólisis ocurren una serie de procesos físicos y químicos que permiten la remoción de los contaminantes. Estos procesos se pueden describir de la siguiente manera: En los electrodos ocurren una serie de reacciones que proporcionan iones tanto positivos como negativos. El ánodo provee iones metálicos. A este electrodo se le conoce como electrodo de sacrificio, ya que la placa metálica que lo conforma se disuelve, mientras la placa que forma el cátodo permanece sin disolverse. Los iones producidos cumplen la función de desestabilizar las cargas que poseen las partículas contaminantes presentes en el agua.

3.5.3 Aspectos Técnicos de los Reactores

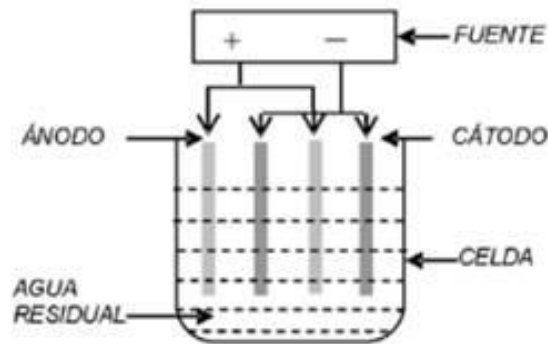
El reactor utilizado para realizar la electrocoagulación en una operación por Batch, en su forma más simple, está formado por una celda electroquímica con un ánodo y un cátodo dispuestos en forma vertical y conectado a una fuente de energía externa.



El material anódico se corroe eléctricamente debido a la oxidación, mientras que el cátodo permanece pasivo.

El diseño formado por un par de electrodos no es el más adecuado a la hora del proceso ya que para obtener una rata adecuada de disolución del metal se requiere de electrodos de gran área superficial, es por esta razón que se utilizan celdas con electrodos monopolares en paralelo o conectados en serie. El sistema para la electrocoagulación requiere de una fuente de corriente directa, un regulador de densidad de corriente y de un multímetro para leer los valores de corriente.

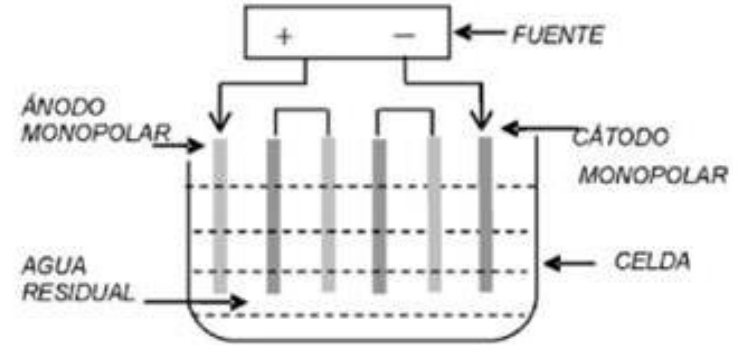
(a) Reactor con electrodos monopolares conectados en paralelo,



a

Imagen 8. Reactores para electrocoagulación tipo Bach con electrodos monopolares conectados en paralelo. **Fuente:** <http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/Revista/vol2n1/electrocoagulacion.pdf>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016

(b) Reactor con electrodos monopolares conectados en serie.



b

Imagen 9. Reactores para electrocoagulación con electrodos monopolares conectados en serie. **Fuente:** <http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/Revista/vol2n1/electrocoagulacion.pdf>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016

Existen otros tipos de reactores para la electrocoagulación. Uno de ellos es el tipo filtro prensa, constituido por un par de marcos. Uno de ellos soporta el ánodo y el otro el cátodo en forma de placas, de manera que su acople forma una cámara. El agua a ser tratada entra por la parte lateral a la cámara y es inducida a flujo turbulento, para incrementar la eficiencia del proceso. Este sistema hace que su operación y mantenimiento sean relativamente simple.

Figura3. Reactor tipo filtro prensa

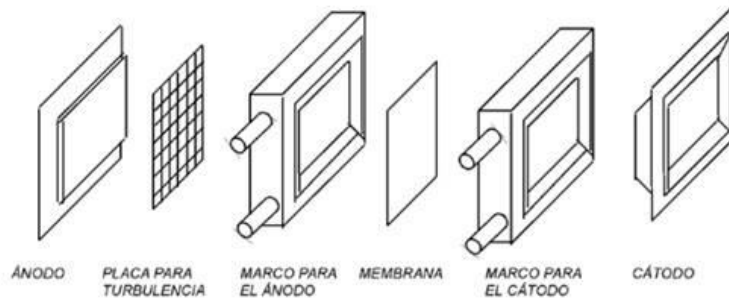


Figura4. Reactor de electrodo cilíndrico rotativo

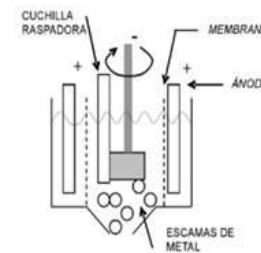


Figura5. Reactor de lecho fluidizado

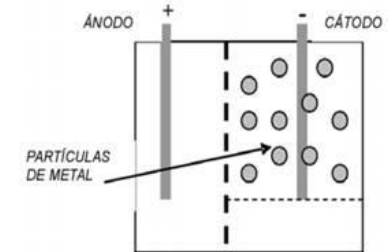


Imagen 10. Reactor tipo filtro prensa. **Fuente:**

<http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/Revista/vol2n1/electrocoagulation.pdf>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016

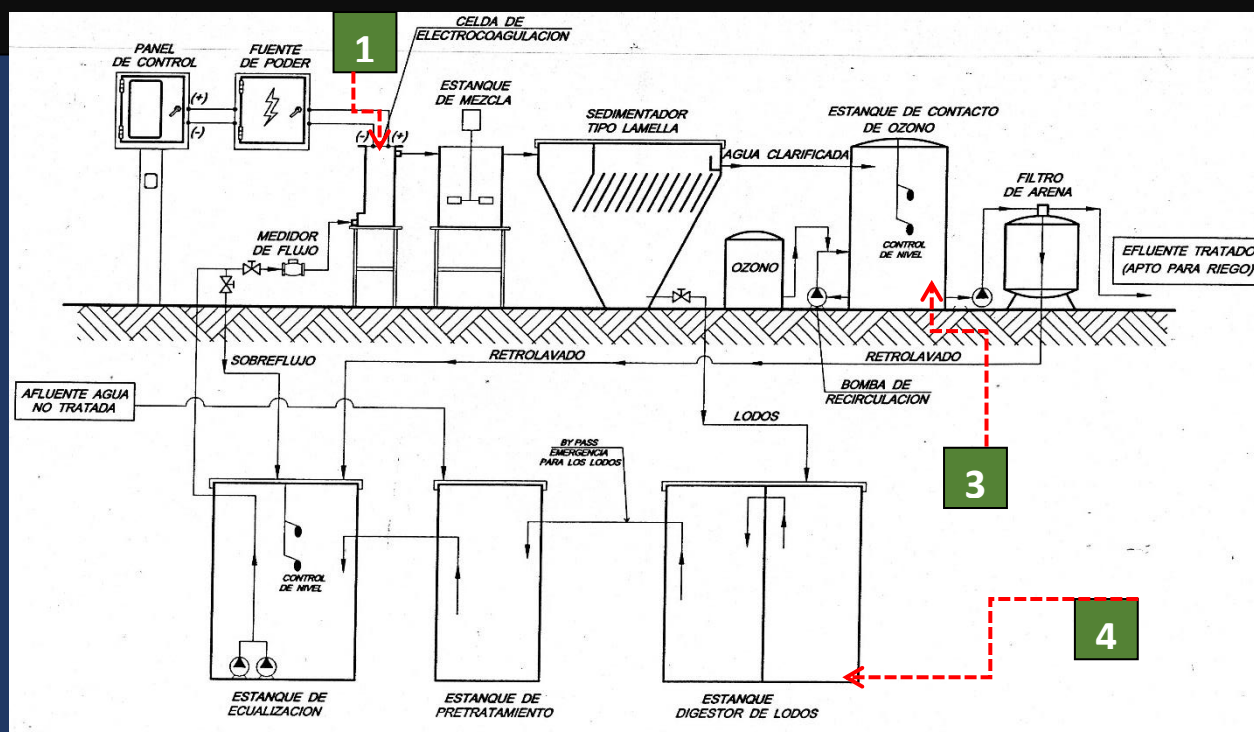
Imagen 11. Reactor de electrodo cilíndrico rotativo y reactor de lecho fluidizado. **Fuente:**

<http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/Revista/vol2n1/electrocoagulation.pdf>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016

Para la remoción de metales se usa el reactor de electrodo cilíndrico rotativo, en el cual el cátodo gira en el centro de la celda y el ánodo se encuentra fijo. Esta disposición permite aumentar la transferencia de masa en los electrodos y remover partículas de metal del cátodo. Finalmente, también es usado para la remoción de metales el reactor de lecho fluidizado. Éste permite aumentar el área específica superficial, mejorando la eficiencia del proceso.

3.6 Gráfica comparativa funcionamiento: Plantas de tratamiento de aguas residuales

Sistema mediante el uso de la tecnología Electrocoagulación Esquema de Planta de Tratamiento compacta y automática para aguas residuales (domesticas e industriales)



1. Utiliza principalmente Energía Eléctrica para su operación.
2. Se puede Utilizar paneles solares para la producción de energía eléctrica para abaratar su costo.
3. No emana malos olores hacia el ambiente exterior, al utilizar complementariamente un sistema de ozono.
4. Los lodos producidos resultan en una menor cantidad y son fácilmente evacuados para utilización en tierras que requieran minerales.
5. Si no se requiere reutilización del agua tratada, no es necesario un posterior proceso fisicoquímico

Sistema Biológico Anaeróbico y fisicoquímico (Esquema de tratamiento)

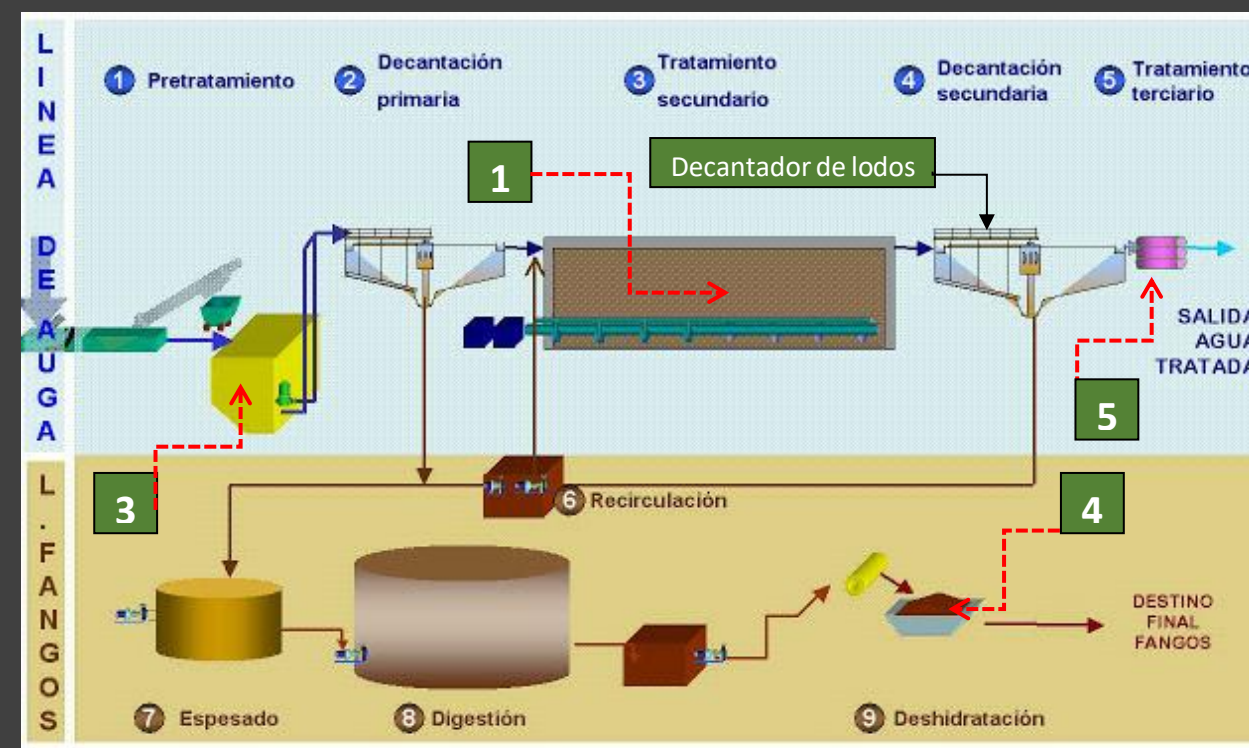
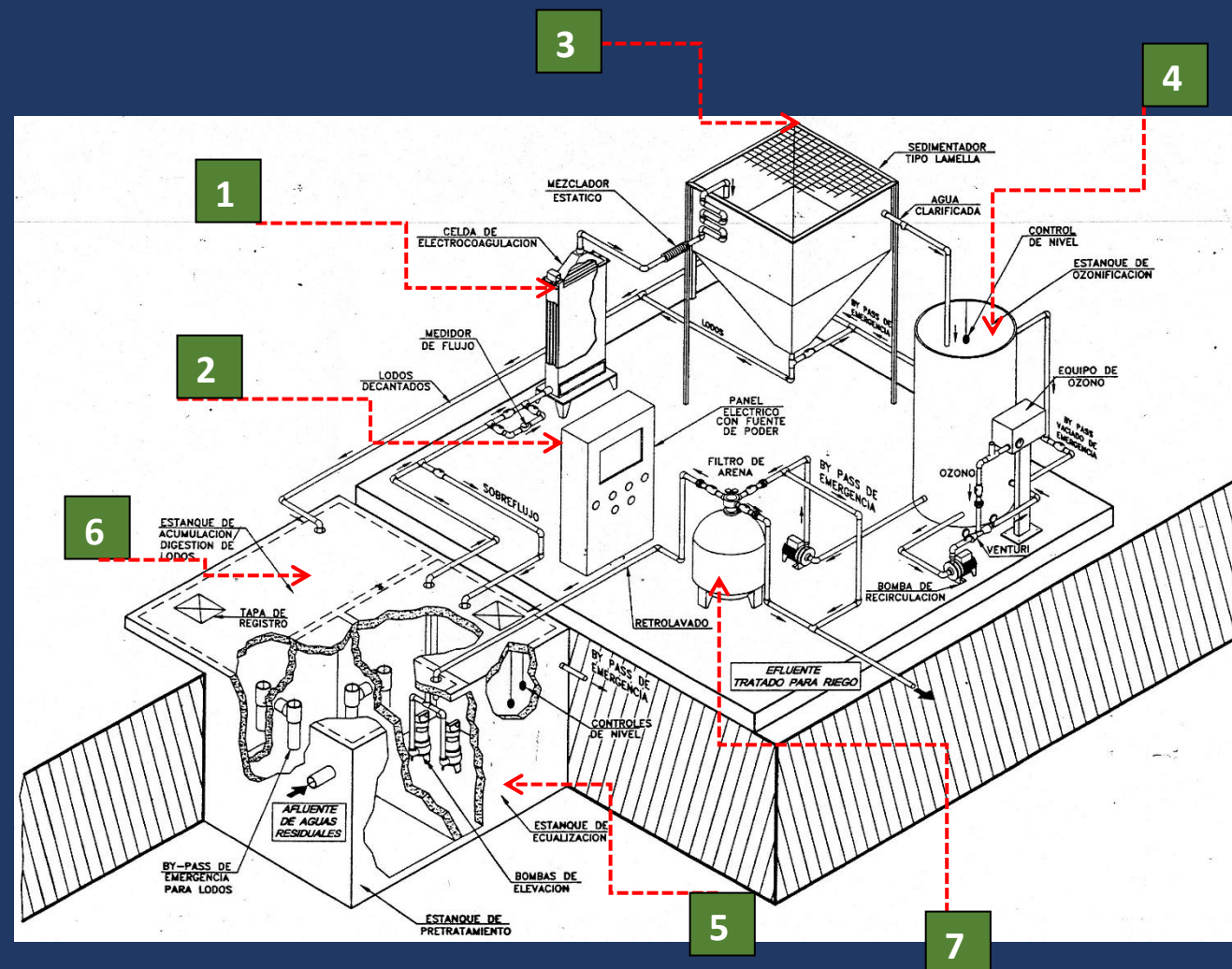


Imagen: <https://iessonferrerdgh1e07.blogspot.com/2012/09/conceptes-de-vegetacio-i-mediambient.html>

1. Utiliza principalmente tipos de bacterias anaeróbicas para su operación.
2. No es apto para tratamiento de aguas industriales que contengan elevadas cantidades de productos químicos que puedan dañar las diferentes sepas de bacterias.
3. Requiere necesariamente la utilización de productos químicos como dispersantes y floculantes para la fase inicial del tratamiento.
4. Los lodos producidos resultan en una mayor cantidad, que dependiendo de los productos químicos utilizados se pueden devolver al campo
5. Si se requiere la reutilización del agua tratada, es necesario un tratamiento terciario.



Elementos Principales de funcionamiento

- 1 Celda de Electrocoagulación.
- 2 Panel de alimentación de Energía Eléctrica
- 3 Sedimentador.(tipo amella)
- 4 Estanque de Ozonificación.
- 5 Estanque de Ecuación.
- 6 Estanque de Lodos.
- 7 Filtro de arena

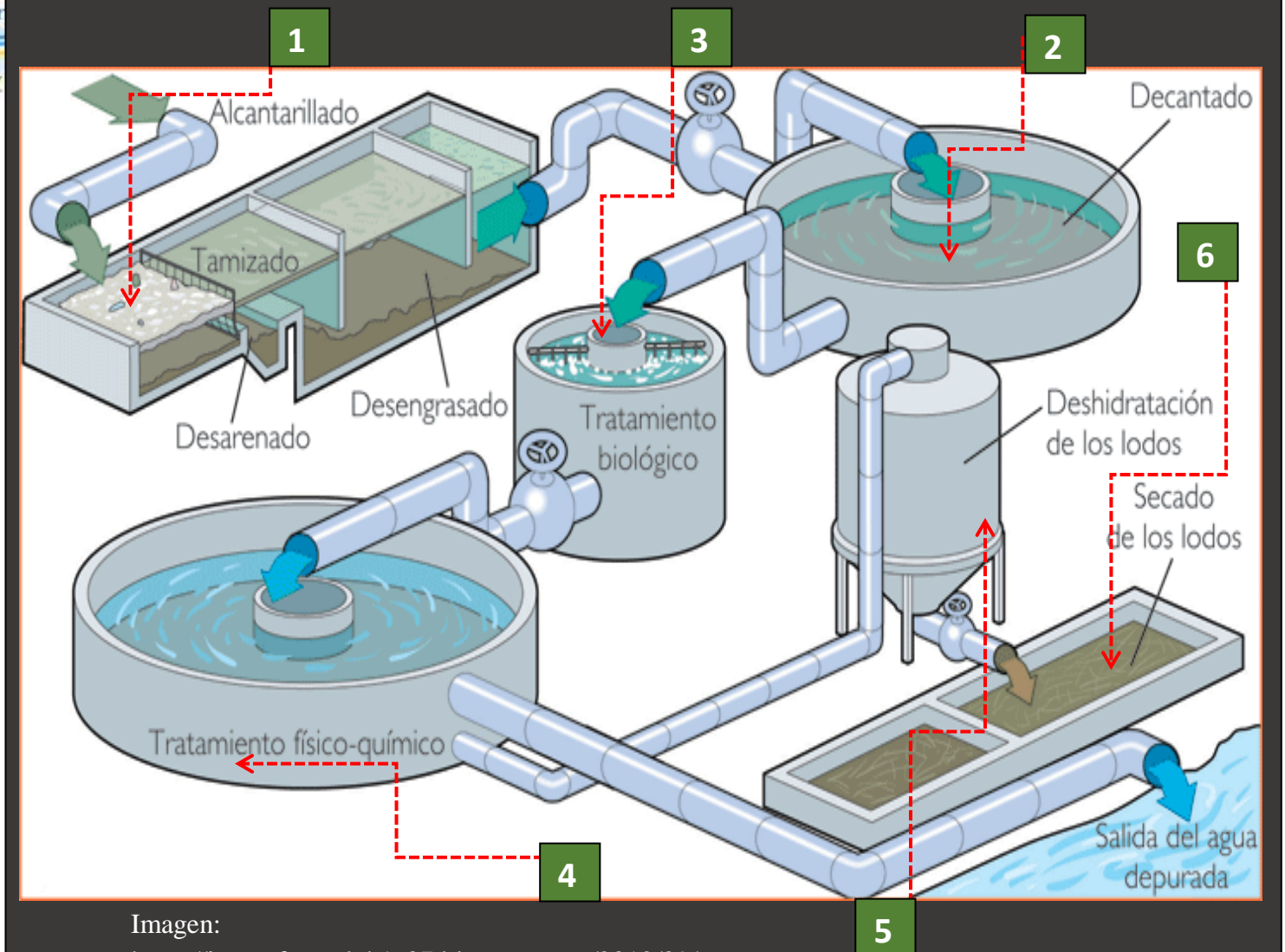


Imagen:

<https://iessonferrerdgh1e07.blogspot.com/2012/09/conceptes-de-vegetacio-i-mediambient.html>

Elementos Principales de funcionamiento de un sistema combinado (Biológico -físicoquímico)

- Levantamiento Inicial.
- Productos químicos Floculantes.
- Sistema Anaeróbico (enriquecido con diversos tipos de bacterias).
- Productos químicos removedores de colorantes (peróxido e hidrogeno).
- Sistema de lodos activados (con filtro prensa).
- Tierras para uso agrícola.



3.7 Recuperación del entorno inmediato

Dependiendo de los diferentes elementos que intervienen en un área determinada, así como también los fines con los que se desea intervenir un área, existen diferentes conceptos que pueden ser aplicados para la recuperación de un espacio, como tal es el caso de la rehabilitación, restauración, revitalización, entre otros.

Para fines de la siguiente investigación, se definirá lo siguiente:

3.7.1 Revitalización

La Revitalización Urbana es definida como el *instrumento y el recurso potencial para revertir los efectos del deterioro – físico, social y económico – de los centros de ciudad y de otras partes importantes de la misma; es la oportunidad para recrear las condiciones urbanas que los centros tradicionales demandan para su sostenibilidad.*⁸

Por otro lado, la Real Academia de la Lengua Española define la revitalizar como “*dar más fuerza y vitalidad a algo*”.

Conceptualmente la definición de la revitalización ha sido enfocada para conservar y rehabilitar el patrimonio de los Centros Históricos, tratando con ello de recuperar la funcionalidad por medio de la promoción de diversas actividades con el fin de lograr convertir dicha área en un sector atractivo para los visitantes. Si bien es cierto que históricamente la revitalización se ha utilizado para la recuperación de Centros Históricos, en la actualidad dicho concepto se ha aplicado para recuperar áreas urbanas que incluso pueden estar ubicadas en las periferias de las ciudades.

Enfocado en el presente proyecto, se ha considerado que la estrategia de revitalización puede ser aplicable para la recuperación del entorno inmediato al Lago a través de la implementación de las siguientes áreas:

- Áreas de uso deportivo

⁸ <https://conarqket.wordpress.com/2013/08/16/la-revitalizacion-urbana-un-proceso-necesario/>. **Fecha de consulta:** 12 de septiembre de 2016



- Áreas de uso recreativo

En un análisis presentado por la Universidad Politécnica de Cataluña, se expone un enfoque interesante acerca de la perspectiva con la cual se puede orientar el concepto de revitalización: *“Los vacíos urbanos se pueden convertir en oportunidades de revitalización urbana para el sector en el que se encuentran ubicados, si se plantean como nuevos espacios conectores de actividad y de organización de usos con su entorno urbano”*⁹. Ante dicho enfoque, se debe considerar dentro de las tramas urbanas de las ciudades, que todos aquellos espacios que no se encuentran urbanizados o bien que estén deshabitados, pueden ser orientados a servir como nexos para incentivar la conectividad y convivencia ciudadana a través de la dotación del uso

acorde a las necesidades de la sociedad, contribuyendo con ello a la revitalización de dichas áreas.

Con el fin de conocer cuáles son los alcances que se pueden lograr a través de la revitalización es necesario aplicar algunos conceptos para hacer de los espacios áreas funcionales para los habitantes. De esta forma se tiene lo siguiente¹⁰:

a. Homogeneidad

Según la Real Academia de la Lengua Española, homogéneo es definido como “Pertenciente o relativo a un mismo género, poseedor de iguales caracteres”. Aplicado a términos urbanos, puede referirse a poseer características similares dirigidas a aspectos como el uso del suelo, actividad urbana, imagen y morfología

⁹ LOS VACIOS URBANOS COMO OPORTUNIDADES DE REVITALIZACION URBANA – ESTUDIO DE CASO – ESTACION MULTIMODAL LA SAGRERA – BARCELONA. http://www-cpsv.upc.es/tesis/PTM12presentacio_hernandez.pdf. **Fecha de consulta:** 15 de noviembre de 2016.

¹⁰ Erwin Abraham Taracena Valiente. Proyecto de Revitalización Urbana del Área Inmediata Norte de la Delegación 2, Distrito 9, de la Zona 4, Ciudad de Guatemala (Imagen y Espacio Público). Universidad de San Carlos de Guatemala. Enero de 2006. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1409.pdf. **Fecha de consulta:** 15 de noviembre de 2016.



urbana, entre otros. Todo ello con el fin de promover la intervención del área para el mejoramiento urbano.

b. Uso del Suelo

Referente a identificar el uso del suelo para el cual el terreno está destinado considerando el impacto que ello puede ocasionar en el espacio circundante.

c. Estructura Visual y Secuencias Visuales

Concerniente a la imagen y morfología urbana que el contexto construido posee, considerando con ello, no solo las texturas de las edificaciones, sino también la morfología de dichas construcciones para determinar estilos, colores, distribución arquitectónica, etc.; así como también la imagen y morfología urbana: distribución de calles, avenidas, parques, plazas; todo ello con los materiales aplicados con el fin de conocer la identidad del sector a intervenir.



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



4

**CASOS
ANÁLOGOS**



4. Casos Análogos

A continuación se presenta recopilación de información de tres plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de poder analizar las diferentes partes que las componen.

A. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Ente Generador Empacadora Toledo S.A.

Amatitlán. (Proceso Anaeróbico)¹¹

4.1 Generalidades

4.1.1 Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala.



Imagen No. 12. Municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala. **Fuente:** Amatitlán (Guatemala)
[https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_\(Guatemala\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_(Guatemala)).
Fecha de consulta: 7 de marzo de 2017.

4.1.2 Justificación para la selección

El objetivo de la Etapa II, es ser parte de un plan maestro del sistema completo, utilizando la mejor tecnología comprobada, disponible localmente dentro de un presupuesto definido. Se enfrentara la remoción con rejas de desbaste, retiro de grasas y aceites para posteriormente completar una digestión anaeróbica dentro de un reactor con el reto de contar solo con 6 horas de tiempo de retención hidráulica y posteriormente se utilizara Dióxido de Cloro como medio desinfectante, para su posterior descarga al cuerpo receptor.

¹¹**Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



4.1.3 Cuadro de parámetros de ETAR 2007 variación y parámetros a cumplir.

Tabla No. 1. Cuadro de parámetros ETAR 2007. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.

CARACTERIZACION FISICA DEL AGUA RESIDUAL GENERADA / REMOCION DE CONCENTRACIONES Articulos N.17-18-19-20/ DECRETO 236-2006 / Etapa II 2015 (ETAR 2007)										
Parámetro	Dimensionales	Estudio Tecnico	Influyente PTAR 2014	Efluente PTAR 2014	% de remoción	Variacion cumplimiento Etapa II	Limite máximo Etapa II	Parametros de diseño	Factor de seguridad	Cumplimiento de parametros
Caudal maximo a verter	m.3/día	457.1	919.2	918				956.0		
Carga Organica	kg/día	507.3	855	826				-44.2		
Demanda Bioquimica de Oxigeno (5)	Miligramos por litro	1,110	930.0	900.0	3.23%	-19.0%	899.1	720.0	35%	CUMPLE
Demanda Quimica de Oxigeno	Miligramos por litro	2,676	1928.0	1948.0						
Relacion DQO / DBO		2.41	2.07	2.16						
Temperatura	Grados celcius	31.90	32.1	32.0			TCR +/- 7	32.0		CUMPLE
Grasas y aceites	Miligramos por litro	64.00	60.0	82.0	-36.67%	-16.7%	50	40.0	20%	CUMPLE
Material flotante	Ausencia/presencia	Presente	Presente	Ausente	Ausente		Ausente	Ausente		CUMPLE
Solidos suspendidos	Miligramos por litro	390.00	890.0	713.0	-128.2%	-55.1%	400	320.0	20%	CUMPLE
Nitrogeno total	Miligramos por litro	128.00	67.0	71.0	47.7%	-25.4%	50	40.0	20%	CUMPLE
Fosforo total	Miligramos por litro	20.20	33.2	29.7	9.6%	-9.6%	30	24.0	20%	CUMPLE
Potencial de hidrogeno	Unidades de potencial de hidrógeno	7.38	6.69	5.93	N/A		6 a 9	7.5	N/A	CUMPLE
Coliformes fecales	NMP en 100 ml	540,000	5,400,000	35,000,000	-900.0%	-98.1%	100,000	90,000	10%	CUMPLE
Color	Unidades de platino cobaltado		950.0	233.0	47.4%		500.0	475.0		NO APLICA
Arsenico	Miligramos por litro		0.1		0.0%		0.1	< 0.1		NO APLICA
Cadmio	Miligramos por litro		0.1		0.0%		0.1	< 0.1		NO APLICA
Cianuro total	Miligramos por litro		0.11		0.0%		0.11	< 0.11		NO APLICA
Cobre	Miligramos por litro		3.0		0.0%		3.0	< 3.0		NO APLICA
Cromo hexavalente	Miligramos por litro		0.1		0.0%		0.1	< 0.1		NO APLICA
Mercurio	Miligramos por litro		0.01		0.0%		0.01	< 0.01		NO APLICA
Niquel	Miligramos por litro		2.0		0.0%		2.0	< 2.0		NO APLICA
Plomo	Miligramos por litro		0.4		0.0%		0.4	< 0.4		NO APLICA
Zinc	Miligramos por litro		10		0.0%		10	< 10.0		NO APLICA



4.1.4 Separación de redes de aguas residuales

(Ordinarias y tipo especial)

Los sistemas de drenajes se mantienen separados y la recomendación es la unificación de los mismos en la caja de ingreso posterior al tratamiento existente y ya unificadas ser desinfectadas por un solo sistema evitando mayores tareas operativas, inversiones etc.

Diagrama del sistema existente

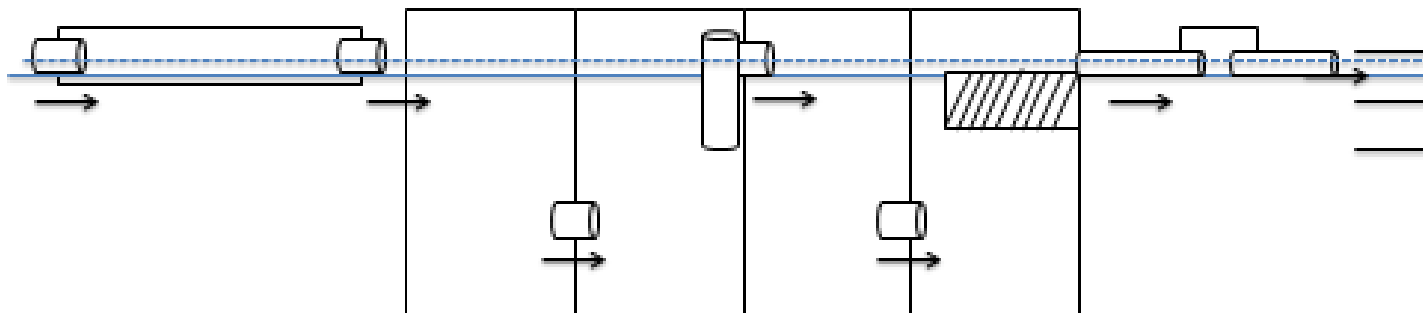


Imagen No. 13. Diagrama de sistema existente. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



4.1.5 Descripción de parámetros a cumplir:

- DBO5 Demanda Bioquímica de oxígeno la meta de cumplimiento, aplica la reducción por porcentajes según Artículo N. 19. Con un valor es DBO5 899 mg/l. Con una variación de -19% La ampliación y conversión del sistema a Biodigestor garantizan el cumplimiento del Parámetro.
- Temperatura el cuerpo receptor mantiene una temperatura de 28°C lo que nos permite aumentar la temperatura del biodigestor hasta 35°C. Cumpliendo con el parámetro y mejorando la eficiencia del sistema.
- Grasa y Aceites la meta a cumplir es de 50 mg/l, con una variación de -16.7%. Se mejorará la captura de grasas y los dispositivos de transferencia tipo sifón para garantizar el cumplimiento.
- Material flotante la meta a cumplir es que no exista material flotante, actualmente está presente. El control de la velocidad de arrastre en la salida del sistema, la purga de material flotante deben garantizar el cumplimiento. (El tanque de desinfección trabajará como última trampa para este propósito)
- Sólidos en suspensión la meta a cumplir es 400 mg/l con una variación de -55.1% Actualmente tenemos 713 mg/l parámetro que muestra una variación atípica por estar arrastrando material flotante del clarificador por descargas pico y bafle de protección muy bajo. La digestión anaeróbica y el control de inventario de lodos, así como las adecuaciones deben garantizar el cumplimiento.
- Nitrógeno Total la meta a cumplir es 50 mg/l. Actualmente 71 mg/l con una variación de -25.4% La digestión anaeróbica consumirá un porcentaje junto con la sedimentación de lodos digeridos, en caso sea necesario asegurar este parámetro se adicionará químicos floculantes en el tratamiento terciario para sedimentar el porcentaje que garantice el cumplimiento.
- Fosforo total la meta a cumplir es 30 mg/l. Actualmente tenemos 29 mg/l con una variación del -9.6% la digestión anaeróbica debe



garantizar el cumplimiento junto con la sedimentación de lodos.

- Potencial de hidrogeno la meta es cumplir dentro del rango 6-9, el pH es un parámetro que se cumple desde el estudio técnico 2007.
- Coliformes fecales la meta a cumplir es 100,000 (Número más probable en cien mililitros). La variación actual es la más compleja de corregir siendo del -98.1% Se procede a desinfectar todos los dispositivos de transferencia para su nueva evaluación y replantear el diseño acorde a las condiciones. Aumentando el tiempo de contacto y químicos para cumplir con parámetro de legislación.
- El resto de parámetros se mantienen exentos de medición por no utilizar materias primas y productos de sanitización conteniendo metales pesados.
- Disposición de material inorgánico y solidos de mayor tamaño los materiales recolectados en los Pre-tratamientos serán retirados como basura

estabilizada cada día y dispuestos a relleno sanitario autorizado

- Disposición final de lodos. Los lodos digeridos serán dispuestos en camiones autorizados para su disposición final según Artículo N. 41 inciso b) Disposición a rellenos sanitarios.



DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA COMPLETO (Master Plan)

Descripción del sistema. (Color amarillo ■ ETAPAS III – IV)

1. Canal de desbaste (solidos > 10mm.)
2. Disposición de solidos a relleno sanitario
3. Tanque y estación elevadora
4. Biodigestor N.1
5. Transferencia de lodos de purga
6. Transferencia a desinfección
7. Bypass del sistema
8. Descarga del bypass a rio
9. Proyección / Biodigestor N.2
10. Proyección / Biodigestor N.3
11. Proyección / Clarificador final
12. Proyección /Transferencia a desinfección
13. Proyección almacenamiento de lodos
14. Dosificador de cloro
15. Tanque de contacto
16. Descarga de seguridad a rio
17. Transferencia de lodos
18. Disposición final de lodos
19. Tablero estación elevadora
20. Tablero bombas de recirculación

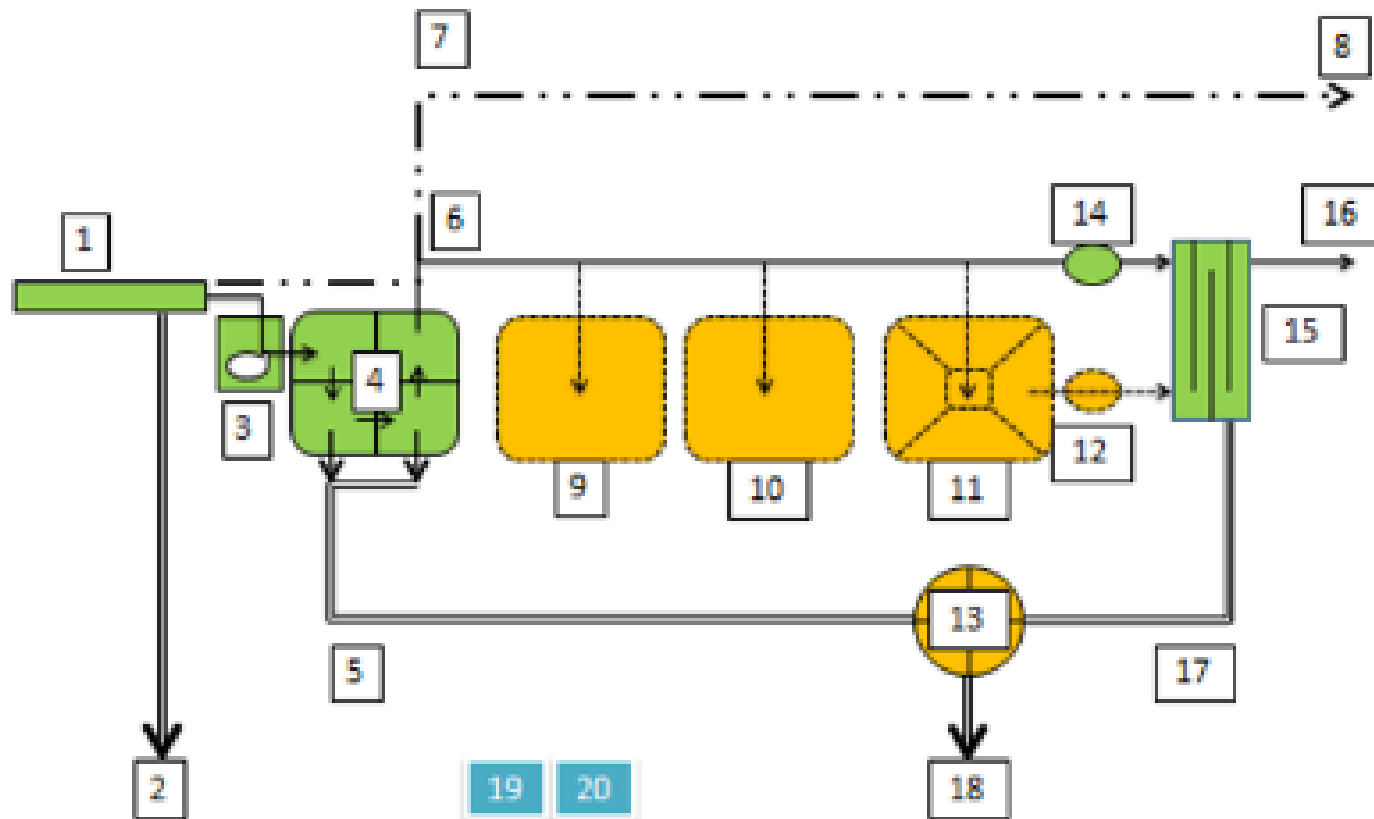


Imagen No. 14. Diagrama de flujo del sistema completo. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de



Diagrama Digestión Anaeróbica

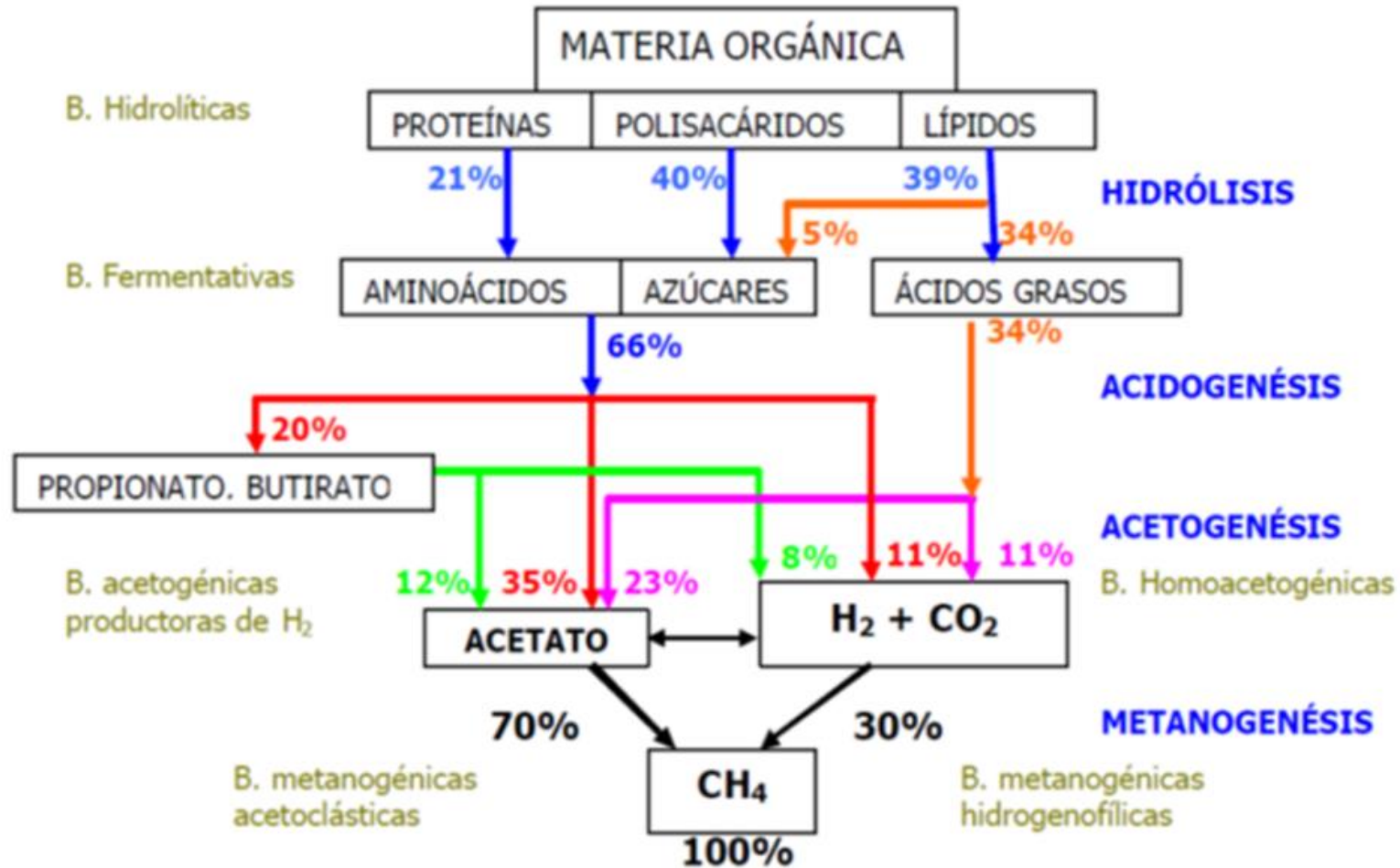


Figura 5. Etapas de la Digestión Anaerobia (Madigan, 1997, van Haandel, 1994)

Imagen No. 15. Diagrama digestión anaeróbica. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



DIAGRAMA REACTOR ANAEROBICO DE CONTACTO

1. INFLUENTE
2. RECIRCULACION AL TANQUE N.1
3. RECIRCULACION DE TANQUES N.3-4
4. RECIRCULACION DE LODOS TANQUE N.4
5. BOMBA DE TRANSFERENCIA
6. PURGA DE LODOS DIGERIDOS
7. PURGA DE NATAS
8. SALIDA EFLUENTE
9. MEMBRANA DE CUBIERT
10. TRANSFERENCIA DE BIOGAS

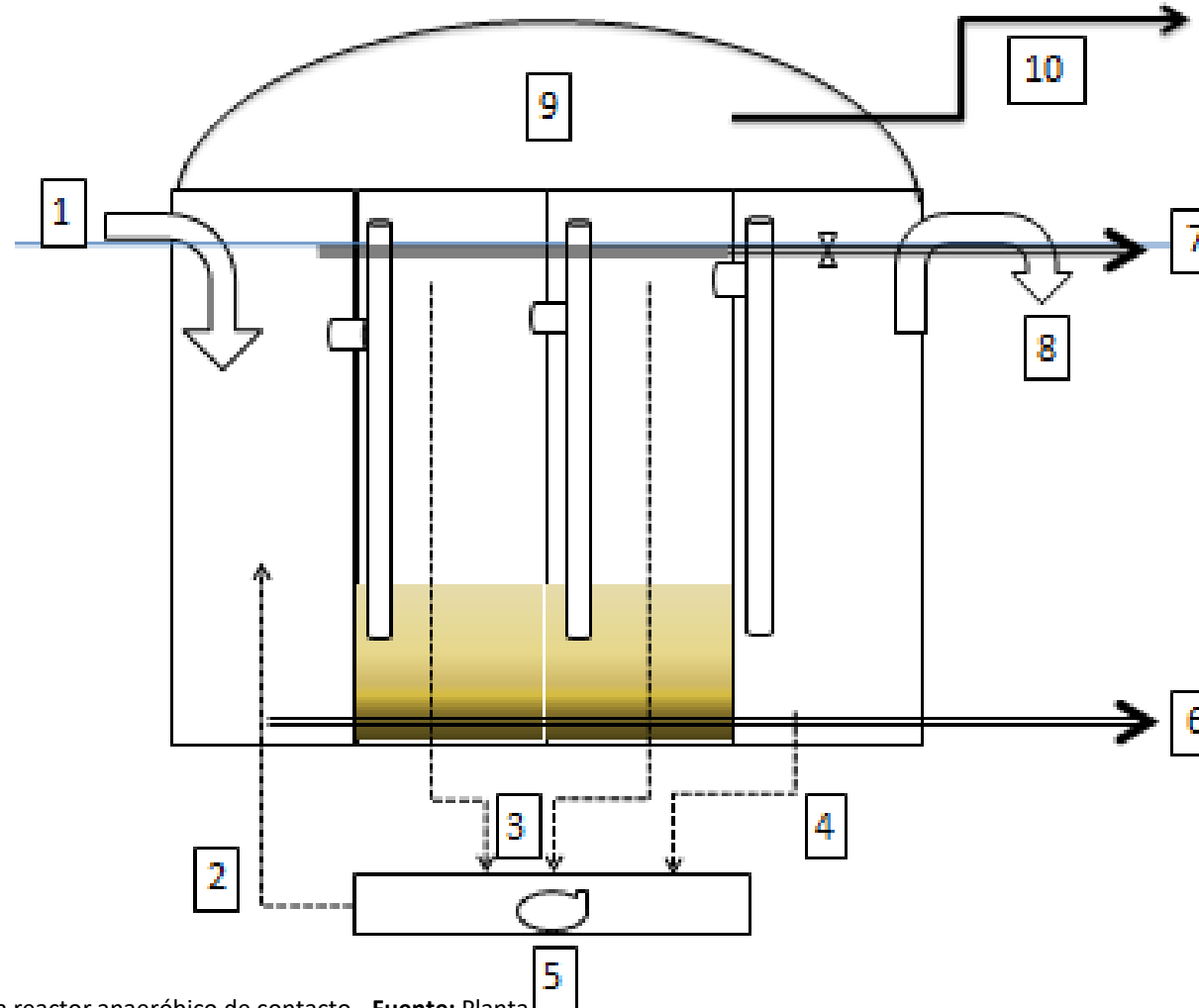


Imagen No. 16. Diagrama reactor anaeróbico de contacto. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



4.1.6 Manual de Operación del sistema:

Se describe a continuación las OPERACIONES UNITARIAS del proceso:

- **CANAL DE DESBASTE**
 - Objetivo: Remoción/separación de los materiales orgánicos e inorgánicos del efluente de la planta.
 - Descripción: Cajas con cámara para captura de arenas y materiales pesados, rejillas de desbaste de 25mm y una segunda de 10 mm. Con canasta para el acopio de los materiales a retirar.
 - Operación: Las cajas y canal de rejillas se deben limpiar 4 veces al año. Las rejillas de desaste 1-2 veces por día de producción.

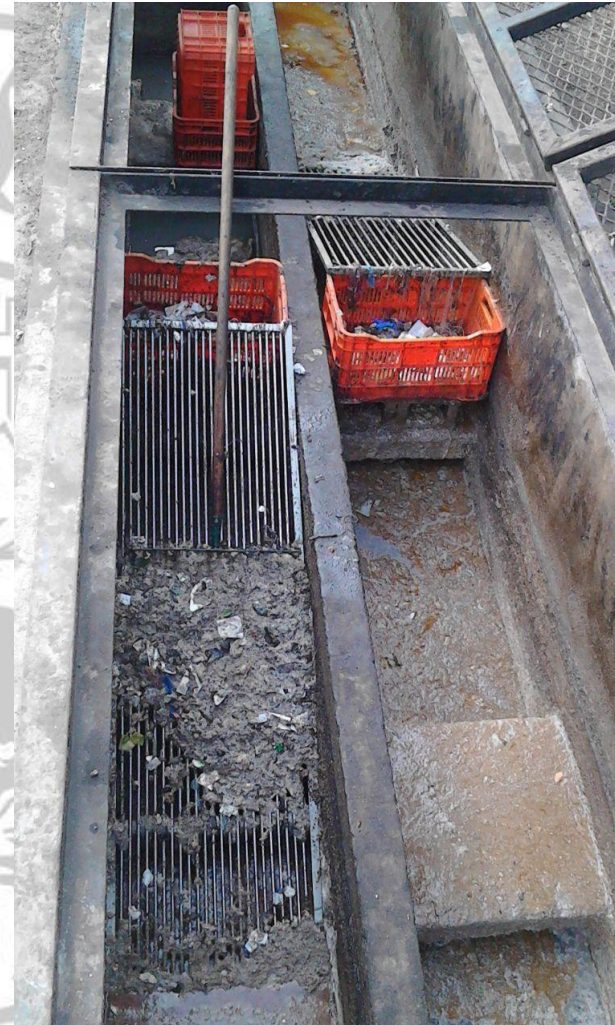


Imagen No. 17. Canal de desbaste. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.

TANQUE TRAMPA DE GRASA

- Objetivo: Atrapar/retener los sólidos que por densidad flotan y se retienen dentro del tanque. Especialmente las grasas y aceites.
- Descripción: Tanque con una retención hidráulica de 30 minutos (28 m.3). Con dispositivos de alimentación en la parte superior y se cuenta con un dispositivo de transferencia del líquido en la parte inferior pegada al piso del tanque, una cortina separa la succión de la bombas de alimentación y recirculación.
- Dispositivo de remoción de grasas: La banda recolectora de estos materiales apoya el arrastre de harinas, almidones y material de empaque que logro pasar las rejillas.
- Operación: El sistema debe operar la mayor parte del tiempo posible, teniendo recipientes suficientes para su acopio.
- Luego este material debe ser embolsado para su disposición final.



Imagen No. 18. Tanque trampa de grasa. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



ESTACION DE BOMBEO

- Objetivo: Equipos de bombeo succionan de la trampa de grasa hacia el reactor que está a una altura superior.
- Descripción: Dos unidades (bombas de canal abierto con capacidad de 70 m.3/hora y motor de 5 Hp 1200 rpm/460V.)trabajando en paralelo mantienen el nivel de la trampa de grasa en condiciones que los drenajes se mantengan secos lo más posible.
- Operación: Se cuenta con un tablero de alimentación y protección de los equipos electromecánicos y opera por medio de flotes que activan y desactivan el periodo de bombeo. Estos equipos cuentan con su respectiva:
 - ✓ Válvula de cheque en la base del tanque
 - ✓ Acoples universales para mantenimiento.
 - ✓ Tuberías con inclinaciones para evitar burbujas/aire dentro de las tuberías de transferencia.
 - ✓ Llaves de control y cierra para mantenimientos.



Imagen No.19. Estación de bombeo. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



○ **BY-PASS**

- Objetivo: Mantener el sistema de drenaje en operación en caso de falta de energía y/o mantenimiento del sistema.
- Descripción: El sistema opera por rebalse y no requiere de ninguna operación, el líquido no pasara por el reactor.
- Operación: Se debe mantener lo más limpio posible la tubería de transferencia al río, pues no tiene pendiente y acumula sólidos con facilidad. Estas inspecciones se deben completar 4 veces al año.

Imagen No. 20. By-pass. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



● **REACTOR ANAEROBICO DE CONTACTO**

- Objetivo: Generar las condiciones anaeróbicas para completar la digestión de los sólidos orgánicos. Proceso biológico que tiene como resultado la generación de Biogas.
- Descripción: Tanque de 240 m.3 dividido en 4 cámaras, que trabajan en serie para lograr retener el líquido por un periodo muy corto (6 horas) pero los sólidos los retiene por periodos mayores a 30 días, permitiendo el tiempo requerido para completar la digestión de los sólidos y reduciendo su volumen al 10% en volumen.
- Instalaciones hidráulicas. Las instalaciones hidráulicas permiten las siguientes operaciones:
 - ✓ Alimentación al compartimiento N.1
 - ✓ Recirculación a los tanques N.1-N.2
 - ✓ Remoción de Natas/material flotante hacia la trampa de grasa.
 - ✓ Transferencia de lodos de fondo de los tanques N.1-N.4 hacia la trampa de grasa para su recirculación.
 - ✓ Transferencia de lodos de fondo de los tanques N.3 – N.4 hacia un camión que dispone de los mismos como lodos digeridos.
 - ✓ Dispositivo de salida; permiten la salida del líquido, manteniendo la captura del biogás



JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

- ✓ Dispositivos de rebalse en caso el dispositivo de salida fallara este actúa como respaldo y avisa que existió algún problema en la salida.

• CONTROL DE BIOGAS

- ✓ Membrana de cubierta: captura el biogás producido y permite su retiro para mantenimientos posteriores y su recambio se estima cada 15 años.
- ✓ Control de presión, dispositivos que mantiene la presión a un máximo de 10 mbar, para proteger la membrana de rupturas por exceso de presión.
- ✓ Quema de biogás, dispositivo que trabaja como antorcha para quemar el biogás/metano y evitar su descarga al medio ambiente.

• TANQUE DE DESINFECCION

- Objetivo: eliminar los microorganismos patógenos del efluente y cumplir con los parámetros de legislación.
- Descripción: Tanque para el contacto entre el medio desinfectante (dióxido de cloro) y permitir 15 min de mezcla y contacto.
- ✓ Operación: Se debe mantener el desinfectante en cantidades suficientes para su recarga (se recomienda tanques para 5-7 días como mínimo).
- ✓ Dispositivos de retiro de lodos. El tanque cuenta con dos purgas para la acumulación de sólidos en

el fondo, estos se deben limpiar cada vez que el camión recolector de lodos se programe.



Imagen No. 21. Tanque de desinfección. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



4.1.7 Anotaciones:

Se completó ampliaciones al sistema tomando en cuenta un plan maestro (ETAPA IV).

La degradación anaerobia de la materia orgánica requiere la intervención de diversos grupos de bacterias facultativas y anaerobias estrictas. Las bacterias utilizan en forma secuencial los productos metabólicos generados por cada grupo. La digestión anaerobia de la materia orgánica involucra 3 grandes grupos tróficos y cuatro pasos de transformación:

1. Hidrólisis

Grupo I: Bacterias Hidrolíticas

2. Acidogénesis:

Grupo I: Bacterias fermentativas

3. Acetogénesis

Grupo II: Bacterias acetogénicas

4. Metanogénesis

Grupo III: Bacterias metanogénicas

El proceso se inicia con la hidrólisis de polisacáridos, proteínas y lípidos por la acción de enzimas extracelulares producidas por las bacterias del Grupo I.

Los productos de esta reacción son moléculas de bajo peso molecular como los azúcares, los aminoácidos, los ácidos grasos y los alcoholes, los cuales son transportados a través de la membrana celular. Posteriormente son fermentados a ácidos grasos con bajo número de carbonos como los ácidos acéticos, fórmico, propiónico y butírico, así como compuestos reducidos como acetato, hidrógeno y dióxido de carbono por la acción de las bacterias del Grupo II. Estas son conocidas como "bacterias acetogénicas productoras de hidrógeno".

Finalmente las bacterias del Grupo III o metanogénicas convierten el acetato y CO₂ a metano. Estas transformaciones involucran dos grupos metanogénicos que son los encargados de llevar a cabo las transformaciones mencionadas anteriormente: acetotróficas e hidrogenotróficas. En menor proporción, compuestos como el metanol, las metilaminas y el ácido



fórmico pueden también ser usados como sustratos del grupo metanogénico (Díaz-Báez, 2002).

TIPO DE REACCIÓN	ECUACIÓN
Fermentación de glucosa a acetato	$\text{Glucosa} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + 4\text{H}^+ + 4\text{H}_2$
Fermentación de glucosa a butirato	$\text{Glucosa} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2 + 2\text{HCO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\text{H}_2$
Fermentación del butirato a acetato e H_2	$\text{Butirato} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ + \text{H}_2$
Fermentación del propionato a acetato	$\text{Propionato} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ + \text{H}_2$
Acetogénesis a partir de H_2 y CO_2	$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
Metanogénesis a partir del CO_2 e H_2	$\text{HCO}_3^- + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
Metanogénesis a partir del acetato	$\text{Acetato} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$

Fuente: Zinder, 1984

Tabla No. 2. Tipo de reacción y respectiva ecuación. **Fuente:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.



4.1.8 Teoría de la digestión anaeróbica: la digestión anaeróbica ocurre como resultado de complejas reacciones químicas y bioquímicas, las cuales ocurren en el ecosistema (bio-reactor) donde se involucran varios tipos de bacterias/ecosistemas.

Cada uno de estos grupos contribuye a la bio-transformación en forma única e independiente. El siguiente diagrama muestra los cuatro procesos que son utilizados para su estudio y monitoreo.

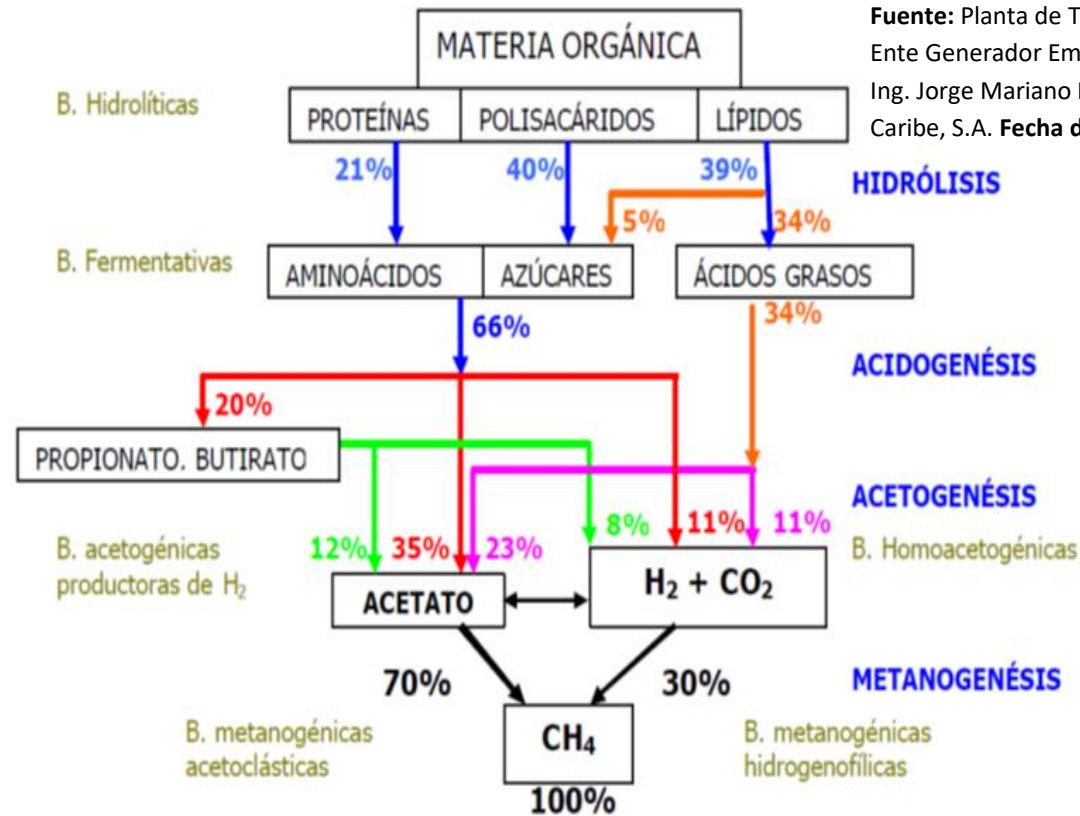
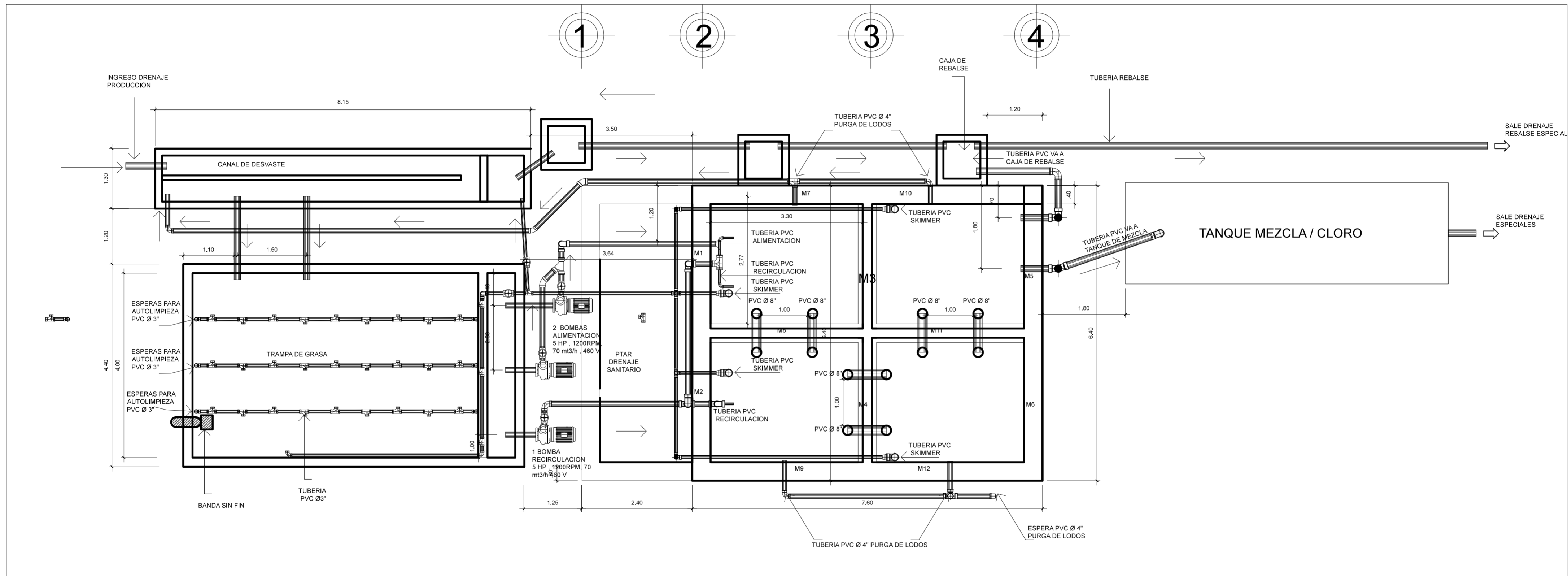
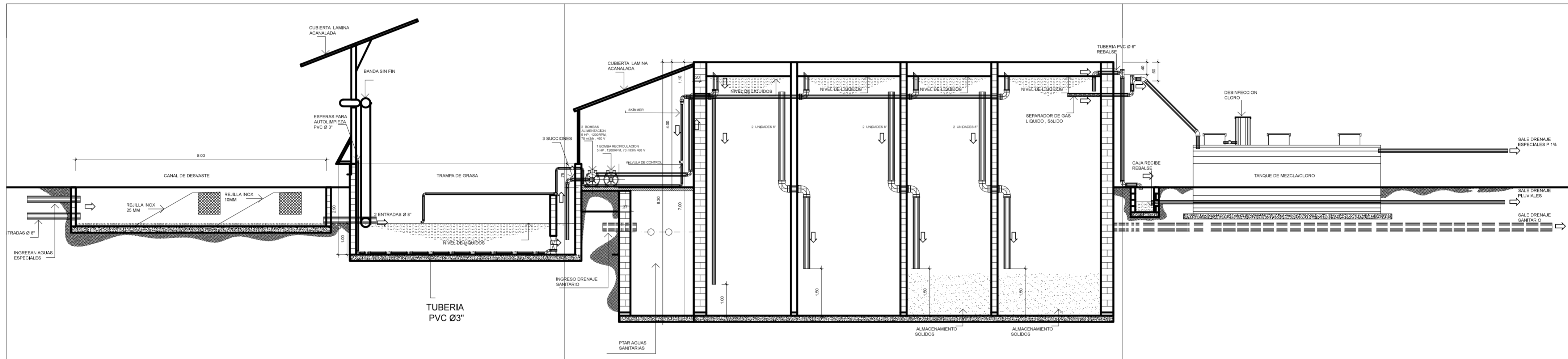


Imagen No. 14. Diagrama digestión anaeróbica.

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.

Figura 5. Etapas de la Digestión Anaerobia (Madigan, 1997, van Haandel, 1994)





A. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Tepic (México). (Proceso Aer3bico).

4.2 Generalidades

La ciudad de Tepic es la capital del estado de Nayarit, México. Es la ciudad más grande y poblada de dicho estado. El estado posee 64 plantas de tratamiento.



Imagen No. 22. Ubicación de Tepic, estado de Nayarit, México.
Fuente: <http://www.luenticus.org/mapasmx/mexico/nayarit.html>.
Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2016

Según el estudio de "Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución"¹¹ realizado por la Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas y Farmacéuticas y el Área de Ciencias Básicas e Ingenierías, ambas pertenecientes a la Universidad Autónoma de Nayarit, el problema más relevante de la zona conurbana de Tepic- Xalisco es la contaminación del río Mololoa como consecuencia del insuficiente tratamiento de aguas residuales municipales.

Se hace mención en que esta excesiva contaminación ha provocado cambios en la calidad del agua de la corriente del río. Dicho problema es producto de múltiples factores dentro de los que destacan los siguientes: a) crecimiento demográfico por encima del estimado en el área conurbana; b) las descargas de aguas residuales de diferentes poblados (La Labor, San Leonel, Trigomil, Pantanal y San Cayetano) son

¹¹ "Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución." **Fuente:** <http://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v3-n1-8-impacto-de-la-descarga-de-aguas-residuales.pdf>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016.



desfogados directamente en el río Mololoa, pero las aguas residuales que más impacto tienen son las provenientes de la ciudad de Tepic; y, c) descargas de tipo industrial que se incorporan directamente a la red de drenaje municipal sin recibir un tratamiento previo.

Debido a la incidencia negativa de estos factores, las consecuencias en el río Mololoa son: a) presencia de variedad de contaminantes; b) Emanación de malos olores lo que produce detrimento de calidad de vida de los poblados ubicados en las cercanías del río; c) proliferación de maleza, en las orillas del río y dentro del mismo, creando hábitats favorables para el desarrollo de fauna nociva para la salud humana.

Es por ello que las autoridades de Tepic se encuentran en la constante búsqueda de soluciones para dicho problema a través de la implementación de Proyectos Estratégicos¹² que consisten no sólo en tratar los

problemas ambientales sino también en abarcar problemas urbanos en general. En dicho plan plantea la implementación plantas de tratamiento que ayuden preservar el río Mololoa.

Según el Plan Estratégico los lineamientos concernientes a las plantas de tratamiento consisten en la construcción, rehabilitación y ampliación de los sistemas de saneamiento de aguas negras de la localidad de Tepic a través de los siguientes proyectos¹³:

- **Modernización de planta de tratamiento existente:** consisten en reingeniería y modernización de la Planta de Tratamiento para 800 litros por segundo (LPS) por el método de Lodos Activados.
- **Planta de Tratamiento Zona Oriente:** construcción de una nueva planta de tratamiento para 800 litros por segundo (LPS).

¹² Ver imagen No. 5.

¹³ Proyectos Estratégicos. Portafolio. **Fuente:** http://www.nayarit.gob.mx/transparenciainfiscal/des/4_rendicion_de_cuentas/costo_megaproyectos/costo_megaproyectos.pdf. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016.

- **Planta de Tratamiento Zona Poniente:** construcción de una nueva planta de tratamiento para 150 litros por segundo (LPS).
- **Planta de Tratamiento de Ciudad Industrial y Ciudad de la Salud:** construcción de planta de tratamiento para 100 litros por segundo (LPS).

A continuación únicamente se describirán de forma general una de las plantas de tratamiento ubicadas en Tepic.

Proyectos Estratégicos

- 1 Carretera Tepic - Aguascalientes
- 2 Carretera Ruiz - Zacatecas
- 3 Autopista Guadalajara - Riviera Nayarit - P. Vallarta
- 4 Autopista Tepic - San Blas
- 5 Boulevard Costero Las Varas - San Blas
- 6 Libramiento Carretero Norte de la Ciudad de Tepic
- 7 Libramiento Ferroviario de la Ciudad de Tepic
- 8 Macro - Eje Vial de la Ciudad de Tepic
- 9 Nodos Viales de la Ciudad de Tepic
- 10 Ciudad Gobierno
- 11 Ciudad del Conocimiento
- 12 Ciudad Satélite
- 13 Hospital Puerta de Hierro
- 14 Internacionalización del Aeropuerto de Tepic
- 15 Aeropuerto Internacional de la Riviera Nayarit
- 16 Plantas de Tratamiento de la Ciudad de Tepic
- 17 Colector Pluvial Rey Nayar de la Ciudad de Tepic
- 18 Planta de Tratamiento de Bahía de Banderas
- 19 Proyecto Hidroagrícola
- 20 Presa de La Yesca
- 21 Presa de las Cruces



Imagen No. 23. Proyectos Estratégicos. Portafolio.

Fuente:

http://www.nayarit.gob.mx/transparenciainfiscal/des/4_rendicion_de_cuentas/costo_megaproyectos/costo_megaproyectos.pdf.

Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2016.



4.2.1 Planta de Tratamiento Zona Oriente¹⁴:

- **Ubicación:** El sitio se localiza al oriente de la ciudad de Tepic; colinda al sur con el río Mololoa y al norte, este y oeste con terrenos baldíos. La ubicación del proyecto es producto de un análisis en el cual se tomaron en cuenta los factores topográficos del terreno (con el fin de permitir la recepción de aguas residuales provenientes de diferentes colectores); el área del terreno, puesto que es necesario tener el espacio suficiente para la construcción; y, la compatibilidad de los usos del suelo existente.
- **Descripción:** El proyecto como tal, consiste en la construcción de dos plantas de tratamiento de aguas residuales que estarán ubicadas en el sector oriente de la ciudad de Tepic, colindantes con el río Mololoa.

- **Tiempo de vida:** Según Manifestación de Impacto Ambiental-Modalidad Particular, la Planta de tratamiento ha sido diseñada para tener una vida útil de 15 años.
- **Proceso:** Según el proceso que realiza la planta de tratamiento es denominada Discos biológicos o biodiscos.

Los discos biológicos son un conjunto de discos fijos, adaptados en un tanque de concreto para realizar un proceso biológico aeróbico, el cual es utilizado para el tratamiento secundario de las aguas residuales urbanas o industriales, especialmente los de alto contenido de materia orgánica (DBO). Son usualmente utilizados como una alternativa de tratamiento biológico para aguas residuales cuando no se dispone de grandes extensiones de terreno¹⁵.

¹⁴ Manifestación de Impacto Ambiental-Modalidad Particular Planta de Tratamiento Zona Oriente - Segunda y Tercera Etapa Resumen Ejecutivo. **Fuente:** <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/nay/resumen/es/2010/18NA2010H0008.pdf>. **Fecha de consulta:** 22 de noviembre de 2016.

¹⁵ Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. **Fuente:** <https://prezi.com/vgbjxnm3tgrc/sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales-biodiscos/>. **Fecha de consulta:** 22 de noviembre de 2016.

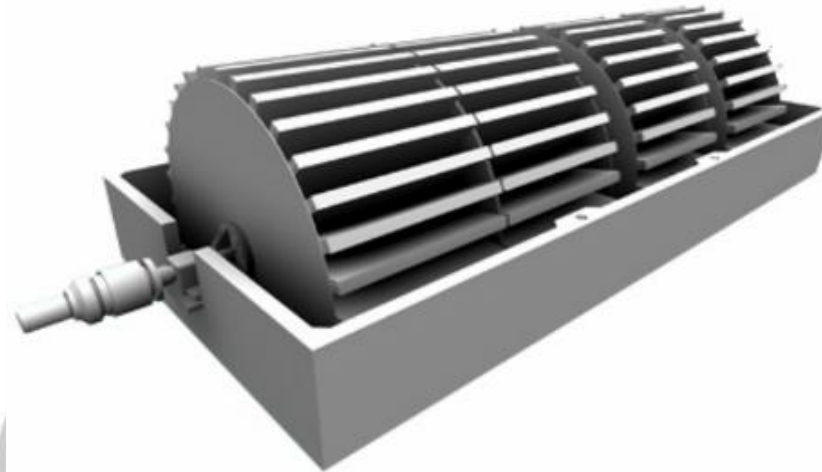


Imagen No. 24. Disco Biológico.
Fuente:
<https://prezi.com/vgbjxnm3tgrc/sistem-a-de-tratamiento-de-aguas-residuales-biodiscos/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016.

- **Capacidad instalada:** 100 litros por segundo
- **Caudal tratado:** 100 litros por segundo
- **Cuerpo receptor:** Río Mololoa
- **Construcción:** Las principales estructuras a construir son:
 - Canal de pre tratamiento – desarenador.
 - Cárcamo de bombeo de aguas crudas.
 - Reactores Biológicos.
 - Sedimentadores.
 - Tanque de contacto con cloro.
 - Cárcamo de bombeo de lodos.
 - Estructura de descarga al río
 - Digestor o estabilizador de lodos.
 - Filtro prensa de bandas.
 - Patios, andenes y estacionamiento.
 - Subestaci3n eléctrica.
 - Cuarto de fuerza.



4.2.2 Especificaciones solicitadas por la Comisión Estatal de Agua (CEA) de Nayarit¹⁶:

Según el resumen ejecutivo para la construcción de la segunda y tercera etapa de la Planta de Tratamiento Zona Oriente de Tepic, México, dichas fases estarán compuestas por:

- **PRETRATAMIENTO (TRATAMIENTO PRIMARIO).**

Tiene como fin remover de las aguas residuales los objetos grandes y sedimentables, previo al tratamiento primario:

- **Rejillas o Cribas.** Su principal función es la de eliminar la basura como: plásticos, latas, ramas, etc., por medio de las rejillas de desbaste o cribas. El cribado grueso deberá ser con rejillas de solera galvanizada de 2.5 cm. En caso de que la rejilla se encuentre en una zona poco accesible para su limpieza esta deberá de contar con un polipasto para poder elevarla y darle limpieza. (...)
- **Desarenadores.** Se requiere de la construcción de un cárcamo de arenas en el Tanque de Regulación, donde sedimente este material y sea retirado de tal

manera que el agua que entre al proceso biológico no las contenga. Adicionalmente el tanque de regulación contará con un sistema automatizado de limpieza de arenas de manera que estas no se acumulen en el fondo reduciendo el volumen de almacenamiento del mismo. El desalojo de las arenas se hará a través de bombas para lodos y su funcionamiento será automático e intermitente (según se requiera) con el fin de optimizar el consumo de energía.

- **Tanque de regulación.** Para disminuir los problemas de operación causados por las variaciones en la tasa de flujo, al captar la totalidad del volumen de agua residual que llega a la planta (considerando el flujo máximo instantáneo), y para reducir el tamaño y el costo de las instalaciones de tratamiento, se deberá considerar un tanque que sirva para regular las tasas de flujo más grandes. El cárcamo de bombeo estará equipado y diseñado con al menos 4 bombas de lodos tipo grinder o maceradoras con capacidad para el manejo de sólidos cada una para dar cuando menos

¹⁶ Manifestación de Impacto Ambiental-Modalidad Particular Planta de Tratamiento Zona Oriente - Segunda y Tercera Etapa Resumen Ejecutivo Comisión Estatal de Agua (CEA) de Nayarit. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/nay/resumenes/2010/18NA2010H0008.pdf>. Fecha de consulta: Enero 2017.

- el 50% del flujo nominal del proceso, y con un sistema de control de nivel inteligente de manera que haga la operación flexible y redundante para garantizar el funcionamiento aun en el caso de falla de uno de los equipos.
- **Medición de Flujo de Influyente.** Se contará con un sistema de medición de flujo instantáneo y volumétrico del tipo electromagnético de túnel para el influente. El medidor no contará con ninguna restricción para el flujo ni partes mecánicas que puedan afectar su funcionamiento al estar en contacto con aguas crudas con sólidos y fibras largas en suspensión. El medidor estará conectado a un dispositivo "Totalizador" con pantalla digital que continuamente mida y calcule (sume) el flujo total en unidades de volumen. El Totalizador además tendrá la capacidad de almacenar en memoria el volumen acumulado diario, semanal, mensual y anual, así como un puerto de salida de 4 a 20 mA para telemetría y descarga de información a una computadora o un PLC como parámetro de control de las bombas del tanque de regulación.
 - **TRATAMIENTO BIOLÓGICO (SECUNDARIO).**
 - **Tanque primario de Sedimentación.** El tanque primario de sedimentación permitirá remover parte de la DBO5 suspendida o flotante. El sedimentador removerá en su operación entre el 50 % y 70 % de sólidos y entre 25 % y 40 % de DBO5, este sedimentador tendrá la capacidad de retirar también la mayoría de las grasas y aceites. El tanque tendrá además la capacidad de almacenar no menos de 3 meses de los lodos que queden del proceso y contará con una red de tuberías y colectores que permitan una fácil extracción de los mismos. El TPS podrá operar intermitentemente con al menos el 150% del flujo nominal sin comprometer la calidad del efluente.
 - **Sistema rotatorio biológico de contacto (PRBC) o biodiscos** El proceso biológico rotatorio de contacto (PRBC) es un proceso de alta eficiencia que opera bajo condiciones aeróbicas, este debe ser extremadamente silencioso y muy resistente a variaciones de flujo y carga orgánica, debe garantizar bajos niveles de olores y ruido.
Se implementará el sistema Rotordisk, el cual emplea discos de 3/8" de espesor con inhibidores de luz ultravioleta (UV) fabricados de malla de polietileno rugoso de densidad media.



Este es el ambiente donde crecen las bacterias. La malla promueve la transferencia de oxígeno en el agua residual y particularmente en el núcleo del ambiente. El montaje está específicamente diseñado para prevenir que se desarrollen condiciones anaeróbicas en el sistema. Las bacterias que están presentes en el ambiente crecen en forma natural. La cantidad de crecimiento y la reducción biológica es un proceso natural que está gobernado por la cantidad y el tipo de aguas residuales que ingresan a la planta.

Este sistema integra tres componentes físicos individuales en un solo sistema:

- Clarificador primario o tanque de sedimentación primario;
- Tanque RBC;
- Clarificador final o tanque de sedimentación final.

El tanque RBC es la parte aeróbica de la planta de tratamiento y está dividida en cuatro (4) etapas montadas sobre un eje de rotación común. En las siguientes secciones se describen los detalles del proceso en cada uno de los componentes del sistema de tratamiento.

- ✓ **Clarificador Primario** Las aguas servidas crudas son recolectadas en su punto de origen y conducidas por gravedad o a través de tuberías o camiones cisternas al clarificador primario. Los sólidos más pesados son separados en este clarificador por sedimentación y el

agua decantada ingresa a la sección aeróbica, es decir al tanque RBC.

- ✓ **Tanque RBC** La primera etapa del tanque RBC está compuesta de un disco que representa aproximadamente el 40% de la superficie total del RBC. El color normal del agua en la primera etapa es marrón oscuro ya que es aquí donde ocurre la mayor parte de la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Las etapas subsiguientes están montadas en el resto del eje y cada una tiene su propio disco.
- ✓ Dentro de la segunda etapa, la demanda bioquímica de oxígeno se reduce aún más, comenzando a predominar la bacteria nitrificante en la tercera y cuarta etapa.
- ✓ La cuarta etapa del RBC está equipada con baldes de reciclaje que permiten la introducción de oxígeno disuelto fresco y de bacterias nitrificantes en el agua reciclada hacia el clarificador primario.

Los baldes de reciclaje recolectan las aguas residuales tratadas y las vierten en una canaleta de reciclaje donde éstas recogen oxígeno fresco. El agua residual de la canaleta es vertida en cascadas a través de un canal angosto de acero y se mezcla con los demás contenidos del clarificador primario.



Este proceso permite la introducción de oxígeno disuelto en el clarificador primario y es particularmente útil para prevenir condiciones sépticas en condiciones de caudales bajos.

- **Clarificador Final** El agua tratada proveniente del tanque RBC es conducida al clarificador final. La biomasa que se desprendió de los discos, así como otros sólidos suspendidos, son sedimentados dentro de esta cámara. El tanque está equipado con un vertedero de sólidos para prevenir que la espuma flotante salga de la cámara a través de la tubería de salida del efluente.
- **Sedimentación secundaria.** El tanque de sedimentación secundaria será un tanque rectangular o circular, con un volumen tal que el agua en el mismo presente velocidades muy bajas de tal forma que la biomasa que se desprenda del PRBC se asiente en el fondo del tanque donde las pendientes del mismo y/o un sistema mecánico de rastras los mueva a una salida central, para ser regresados al TPS por medio de una línea de recirculación o retorno de lodos de manera que en un solo lugar se concentren todos los sólidos del proceso.

El Sedimentador Secundario podrá operar intermitentemente con al menos el 150% del flujo nominal sin comprometer la

calidad del efluente y su diseño será considerado en conjunto con el TPS y el PRBC para el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la NOM-003-SEMARNAT-1997.

- **Desinfección.** El último proceso unitario del agua tratada es la desinfección. Esto se hace con el objeto de eliminar las bacterias patógenas que puedan permanecer después del proceso de clarificación.

Para la desinfección se considerará la aplicación de hipoclorito de sodio al 13 % en cantidad suficiente para eliminar los elementos patógenos y mantener un cloro residual de 0.5 mg/L, como poder desinfectante durante la disposición del agua residual tratada. La dosificación del agente desinfectante se realizará a través de 2 bombas, una en operación y otra de respaldo.

Estas bombas dosificadoras serán de diafragma con válvula de purga, válvulas de bola para aspiración y descarga integradas, con motor paso a paso con regulación automática de la velocidad de carrera de descarga y velocidad fija en la carrera de aspiración, contará con panel de control (que incluya totalizador digital de gasto), precisión $\pm 1\%$ de volumen entregado, recepción de señal de control analógica de 4-20 mA. Se contará con un tanque de polietileno de alta densidad graduado, para almacenar el hipoclorito de sodio, de color negro, doble reforzado, con capacidad de 3,000



litros; con indicador de nivel a base de tubo de cristal graduado a cada 50 litros, medidor digital de gasto acumulable, resistente a la corrosión. Este depósito estará localizado de manera que sea fácil el acceso del vehículo que suministra la sustancia desinfectante.

- **Medición de Flujo del Efluente.** Se contará con un sistema de medición de flujo instantáneo y volumétrico del tipo electromagnético de túnel para el efluente. El medidor no tendrá ninguna restricción para el flujo ni partes mecánicas que puedan afectar su funcionamiento al estar en contacto con aguas con sólidos en suspensión; estará conectado a un dispositivo "Totalizador" con pantalla digital que continuamente mida y calcule (sume) el flujo total en unidades de volumen.

El Totalizador además tendrá la capacidad de almacenar en memoria el volumen acumulado diario, semanal, mensual y anual, así como un puerto de salida de 4 a 20 mA para telemetría y descarga de información a una computadora o un PLC como parámetro de control para las bombas dosificadoras de cloro residual.

- **Tratamiento de lodos.** Para descargas del tipo sanitarias (urbano) generalmente se diseñan plantas que no generen lodos de desecho. El sistema utilizado

es energéticamente eficiente por lo que resulta en una baja producción de lodo, eliminando la necesidad de incurrir en nocivos y costosos equipos para el procesamiento y transportación del lodo que tanto inciden en los costos de operación de los sistemas convencionales (lodo activado, aireación extendida y otros).

B. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Mazatlán (México). (Proceso Aeróbico)

4.3 Generalidades

La ciudad de Mazatlán se encuentra ubicada al noroeste de México y cabecera del municipio del mismo nombre. Es uno de los destinos turísticos de playa más importantes de México.

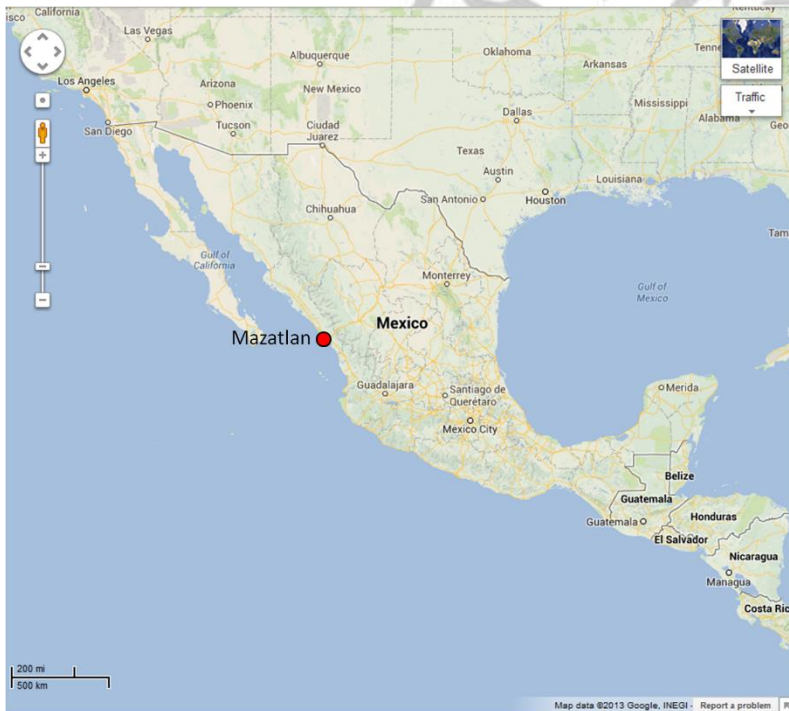


Imagen No. 25. Ubicación de Mazatlán, estado de Sinaloa, México.
Fuente: <https://wdmeeting2014s.wordpress.com/travel/la-ciudad-de-mazatlan/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016

La ciudad de Mazatlán cuenta con cuatro plantas de Tratamiento de Aguas Residuales:

- El Crestón
- Cerritos
- El Castillo
- Urías

Para efectos de la presente investigación, únicamente se analizará la planta de tratamiento El Crestón la cual se encuentra ubicada en la Av. José Camarena, S/N, Colonia Centro, Mazatlán, México.



Imagen No. 26. Ubicación de plantas de tratamiento de Mazatlán, México. Fuente: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1S1_gNi9E-wjsiEskS2bEa2Jogdg&hl=en_US&ll=23.24062121834669%2C-106.42211977246092&z=12. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016



4.3.1 Fases de la Planta de Tratamiento¹⁷

La Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlán (JUMAPAM) describe el proceso de la siguiente forma:

a. Tratamiento Primario

Sistema de cribado automático (dos canales) en el cual se retiene la basura que contienen las aguas residuales que ingresan (papel, cartón, botellas y tapones de plástico, semillas, estopas, etc.). Esta es separada y estabilizada con cal para posteriormente confinarse en el relleno controlado.

- **Desarenador** (dos secciones)

En esta etapa del tratamiento se retiran las arenas que contienen las aguas residuales (arenas que van introduciéndose a través del recorrido que realizan las aguas residuales en su trayecto hacia la planta de

tratamiento). Las arenas son extraídas por un sistema de bombas de nombre air lift, las cuales por medio de vacío, son extraídas (por succión) del fondo del desarenador y son transportadas a un equipo en donde se lavan para eliminar materia orgánica y posteriormente se confinan en un recipiente (contenedor) para transportarse al basurero municipal.



Imagen No. 27. Tratamiento Primario Fuente: <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016

¹⁷ Etapas de la Planta de Tratamiento El Crestón, Mazatlán. <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016



- **Sedimentadores Primarios (cuatro)**

En estos pasos se eliminan los sólidos sedimentables (partículas orgánicas como sólidos en suspensión entre estas están bacterias, parásitos, arcillas, arenillas, etc). El proceso se realiza por gravedad, los sólidos sedimentan hacia la parte de abajo del tanque y las grasas y aceite por su menor peso permanecen flotando en la superficie del tanque sedimentador. Las grasas y aceites y sólidos sedimentables son removidos por un sistema de rastras las cuales recorren cada clarificador recolectando las grasas y aceites en la superficie (natas) y los sólidos sedimentables en el fondo. Los sólidos removidos se transfieren al digestor de lodos por medio de un sistema de bombeo.



Imagen No. 28. Sedimentadores primarios. Fuente: <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016

- b. Tratamiento Secundario**

Filtros biológicos (dos) en esta etapa de tratamiento biológico (los microorganismos presentes en el agua residual) se elimina parte de la materia orgánica presente (75 por ciento de esta), el proceso biológico es de bio-película fija, en el cual los microorganismos se encuentran fijos en un material rugoso de plástico, y el agua residual de la salida de los clarificadores primarios es introducida por la parte superior de cada filtro biológico a través de un sistema de distribución. Los microorganismos (bacterias) al tener contacto con el agua residual con materia orgánica (alimento), nitrógeno y fósforo (nutrientes), logran que se reproduzcan, crezcan y desarrollen los microorganismos para posteriormente degradarlos y poder bajar la contaminación orgánica a un 75 por ciento, el agua residual pre tratada biológicamente es conducida por un sistema de bombeo hacia los reactores biológicos de lodos activados.



Imagen No. 29. Tratamiento Secundario. Fuente: <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2016

c. Reactor biológico de lodos activados (dos)

En este proceso biológico (por medio de microorganismos) el agua residual pre-tratada en el sistema de filtros biológicos con una menor cantidad de materia orgánica (25 por ciento restante de carga orgánica) es introducida al sistema de lodos activados (biomasa en suspensión). Esta biomasa está compuesta por microorganismos los cuales terminan por degradar la materia orgánica residual presente y transforman los nutrientes en compuestos agradables al medio ambiente, además incorporan estos contaminantes en su metabolismo celular haciendo que se reproduzcan,

crezcan y se desarrollen. El agua residual tratada con un 95% de remoción de materias orgánicas y nutrientes en los lodos activados es conducida hacia los clarificadores secundarios.



Imagen No. 30. Reactor biológico de lodos activados. Fuente: <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2016

d. Clarificadores Secundarios (dos)

En estos la biomasa conducida del área de reactores biológicos es introducida por el centro de los clarificadores por la parte de debajo de estos. Su función principal de estos separar la biomasa (microorganismos, materia orgánica y nutrientes degradados) del agua, logrando separar por diferencia de pesos, el agua y el lodo (biomasa); el agua se queda en la parte superior



del tanque y el lodo se concentra a través por un sistema de rastras las cuales hacen que el lodo se concentre en la parte central de cada clarificador (parte cónica), en la cual por medio de un sistema de extracción por bombeo, estos lodos son enviados nuevamente hacia el sistema del reactor biológico para que enriquezcan la cantidad de microorganismos presentes en los reactores biológicos (licor de mezcla) y el proceso establezca más rápidamente. El agua residual clarificada es enviada hacia el cárcamo de agua tratada.



Imagen No. 31. Clarificadores Secundarios. Fuente: <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016

Cárcamo de agua tratada en esta etapa el agua residual tratada tiene la calidad suficiente que cumple con la

NOM-001-SEMARNAT-1996, el agua residual tratada es bombeada hacia la caja de carga para conducirse al emisor submarino.

Caja de carga tiene la finalidad de dar la carga hidráulica suficiente para poder vencer la presión que ejerce el nivel del agua del mar en el que se encuentre el emisor submarino (17 metros de profundidad).



Imagen No. 32. Cárcamo y caja de cárcamo. Fuente: <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016

e. Tratamiento de lodos

El tratamiento de lodos es a través de introducción de aire (aerobio) y desaguado de lodos.



Digestor de lodos aerobio en este proceso es enviado el lodo primario de los clarificadores y el lodo biol3gico de los lodos activados, los cuales son degradados durante un per3odo de varias d3as, en el cual los microorganismos presente en el lodo empiezan un proceso de canibalismo, en el cual por falta de alimento se empiezan a comer entre ellos; bajando la tasa de bacterias presentes en el lodo y obteniendo finalmente un lodo mineralizado el cual contiene en su mayor3a f3sforo teniendo una concentraci3n de lodo del 99.7 % de agua y del 0.3% de s3lidos. Una vez alcanzando el lodo su digesti3n este es transferido al tanque de lodos.



Imagen No. 33. Tratamiento de lodos. Fuente: <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016

f. Tanque de lodos

El cual sirve para poder tener los lodos en espera para su posterior traslado al sistema de desag3e. En este tanque el lodo se mezcla con aire para tenerlo en condiciones aerobias y que se vaya concentrando hasta alcanzar entre 1 y 2% de s3lidos; para posteriormente se pueda transferir al sistema de desaguado.



Imagen No. 34. Tanque de lodos. Fuente: <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016

g. Sistema de desaguado de lodos

Los lodos del tanque de lodos son mezclados con un producto qu3mico llamado floculante (pol3mero), el cual logra separar el agua del lodo y posteriormente se



introduce esta mezcla a un sistema de centrifugado a 4000 rpm (similar a un sistema de secado de una lavadora) el cual separa el lodo del agua y lo extrae hacia la parte de abajo del sistema para posteriormente conducirse a un sistema de transporte de bandas, en esta etapa el lodo alcanza una concentración del 60 por ciento cumpliendo con la NOM-004-SEMARNAT-2002. Finalmente el lodo desaguado y estabilizado es transportado en un contenedor al relleno controlado, el cual es administrado por el H. Ayuntamiento de Mazatlán. Adicionalmente la Planta cuenta con un sistema de extracción de olores instalado en la etapa del desarenador (entrada de la planta de tratamiento) y en el tanque de lodos para poder extraer olores que se generen en estas etapas del proceso. Estos olores son conducidos hacia un sistema de composteo el cual adsorbe los olores y posteriormente los microorganismos presentes en la composta hacen que se degraden a compuestos agradables al medio ambiente.

Primario avanzado

Planta: El Crestón, Mazatlán, Sin.

Capacidad: 820 l/s

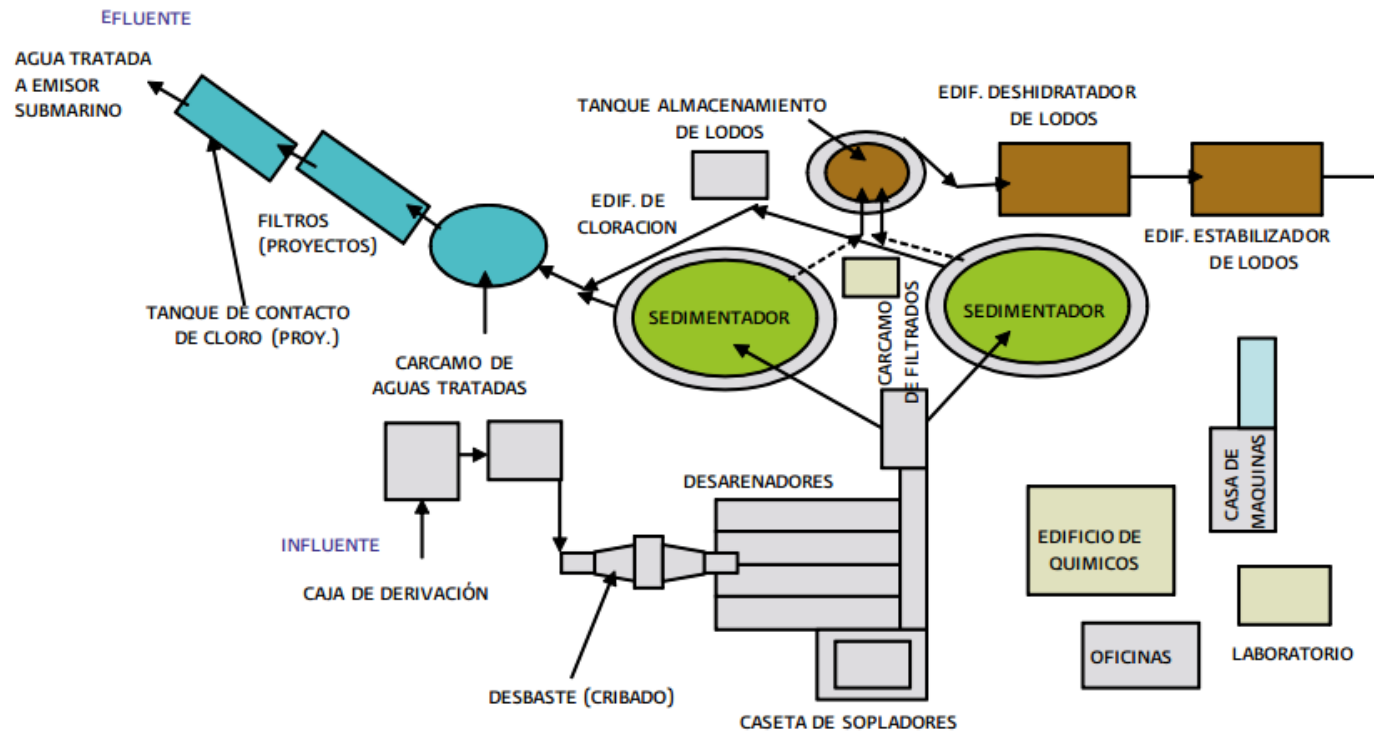


Imagen No. 35. Esquema de Planta de Tratamiento El Crestón, Mazatlán. Página 399. Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-INVENTRIO%202011%20FINAL.pdf>. Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2016



4.4 Cuadro Comparativo de Casos análogos de Plantas de Tratamiento Aguas Residuales

El siguiente cuadro presenta los las áreas con que cuenta cada plata de tratamiento de aguas residuales. Así como también las ventajas y desventajas que presenta cada tipología.

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	Caso 1	Caso 2	Caso 3
	Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán, Guatemala	Planta Tepic, Nayarit (México)	Ciudad de la Salud, México
	Anaeróbica	Aeróbica	Aeróbica
Tipología	<ol style="list-style-type: none"> 1. Canal de desbaste (quita solidos > 10mm), disposición de solidos a relleno sanitario, resto a tanque elevado. 2. Biodigestor N.1 Transferencia de lodos de purga a desinfección o con sistema de Descarga del bypass al rio. 3. Biodigestor N.2 Clarificador inicial, Sistema desinfección. 4. Biodigestor N.3 Clarificador final o a bypass a biodigestor 2 con dosificador de cloro con descarga de seguridad a rio y luego a rio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Canal de desbaste (quita solidos > 10mm). 2. Desarenador y bombeo de aguas crudas. 3. Reactor Biológico 1 control Ph. 4. Reactor Biológico 2. 5. Sedimentadores 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Canal de desbaste (quita solidos > 10mm). 2. Desarenador y bombeo de aguas crudas. 3. Reactor Biológico 1 control Ph. 4. Reactor Biológico 2. 5. Sedimentadores. 6. Filtros Pulidores dosificadores de Cloro.
Tiempo de permanencia de aguas no tratadas	Hasta 5 días de retención	1 día de retención, las bacterias viven hasta 72 hrs.	1 día de retención, las bacterias viven hasta 72 hrs.

Tabla No. 3. Cuadro Comparativo de Casos Análogos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. **Fuente:** Elaboración propia



Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	Caso 1 Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán, Guatemala	Caso 2 Planta Tepic, Nayarit (México)	Caso 3 Ciudad de la Salud, México
Características	En lugares fríos las bacterias son menos activos preferiblemente arriba de 20°C.	La relación de DBO (demanda biológica de Oxígeno) debe ser 500 mg/L. Si el DQO(demanda química de Oxígeno) es de 1000.	La relación de DBO (demanda biológica de Oxígeno) debe ser 500 mg/L. Si el DQO (demanda química de Oxígeno) es de 1000.

Tabla No. 3. Cuadro Comparativo de Casos Análogos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. **Fuente:** Elaboración propia



Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	Caso 1	Caso 2	Caso 3
	Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán, Guatemala	Planta Tepic, Nayarit (México)	Ciudad de la Salud, México
	Anaeróbica	Aeróbica	Aeróbica
Ventajas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema altamente eficiente. 2. No genera un exceso de malos olores, si está completamente cerrada y con Sifón en la entrada. 3. Bajo consumo eléctrico, no necesita aireadores. 4. Bajos costos de operación (no necesita operador) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo costo de superficie de operación. 2. Amplio rango de temperatura de operación (de 0°C a 50°C de temperatura ambiente). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mediano costo de superficie de operación dependiendo de cantidad de filtros pulidores. 2. Amplio rango de temperatura (de 0°C a 50°C de temperatura ambiente).
Desventajas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Costos altos de Superficie de Operación. 2. Grandes trabajos de Obras civiles para sistemas cerrados. 3. No funciona en lugares donde hay heladas o nieve (temperatura menor a 10°C). 4. Requiere mucho tiempo de retención de líquidos (5 días) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alto consumo eléctrico para aireadores. 2. Posibilidad alta de malos olores. 3. No se reúsa el agua en procesos que requieran buena calidad de agua, solo para sistemas de riego. 4. Medianos costos de operación requiere operadores de mediana preparación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alto consumo eléctrico para aireadores. 2. Posibilidad mediana de malos olores antes de filtros pulidores. 3. Altos costos de operación, requiere. 4. Requiere operadores de alta preparación.

Tabla No. 3. Cuadro Comparativo de Casos Análogos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. **Fuente:** Elaboración propia



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



5

ENTORNO Y CONTEXTO



JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

5.1 Breve Historia del municipio de Amatitlán, Guatemala ¹⁸



Imagen No. 36. Vista panorámica del Lago de Amatitlán, Guatemala.

Actualmente y desde hace décadas, esta población que tiene la categoría de ciudad, es considerada como ciudad dormitorio.



Imagen No. 37. Vista del teleférico en el Lago de Amatitlán, Guatemala.

Posee una población aproximada de 200,000 personas.

Amatitlán, cuenta con una rica historia de costumbres y tradiciones que vienen del tiempo de la colonia y que en general giran alrededor de la fe cristiana católica, aunque su fiesta patronal es el 24 de junio, día en el que se celebra la natividad de San Juan Bautista, existen dos fechas que son las principales en Amatitlán, una es el primer lunes de enero de cada año en el que se celebra a la Virgen del Rosario y el 3 de mayo en el que se celebra al Niño Dios de Amatitlán, siendo esta última fecha la más representativa y conocida del municipio.

Imagen No. 38. Vista del Lago de Amatitlán, Guatemala.



¹⁸ Historia del Municipio de Amatitlán, Guatemala.

<http://www.deguate.com/artman/publish/historia-municipios-guatemala/historia-del-municipio-de-amatitlan-guatemala.shtml#.V-EW7fDhDIU>. Fecha de consulta: Agosto 2016.



5.2 Datos generales del municipio de Amatitlán¹⁹

El Municipio de Amatitlán, se localiza a 27 kilómetros al Sur de la Ciudad de Guatemala con una altura aproximada de unos 1188 metros sobre el nivel del mar.

Cuenta con varias vías de acceso asfaltadas, la principal de ellas, es la carretera CA-9 o autopista al Pacífico, que conecta con la Ciudad Capital y municipios vecinos como:

PUNTO CARDINAL	COLINDA CON
NORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Villa Nueva • Petapa • Villa Canales (Guatemala)
SUR	<ul style="list-style-type: none"> • Villa Canales • Palín (Escuintla) • San Vicente Pacaya (Escuintla)
ESTE	<ul style="list-style-type: none"> • Villa Canales (Guatemala)
OESTE	<ul style="list-style-type: none"> • Santa María de Jesús (Suchitepéquez) • Magdalena Milpas Altas (Suchitepéquez)

Tabla No. 4. Municipios vecinos de Amatitlán



Imagen No. 39. Localización del municipio de Amatitlán en Guatemala.

¹⁹ [https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_\(Guatemala\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_(Guatemala)).

Fecha de consulta: Agosto 2016



5.3 Aspectos Geográficos del municipio de Amatitlán

Amatitlán es un municipio del Departamento de Guatemala, cuenta con un área aproximada de 204 kilómetros cuadrados. La división política administrativa del Municipio de Amatitlán es la siguiente:

NOMBRE	CANTIDAD
Aldeas	14
Asentamientos	2
Caseríos	16
Colonias	49
Fincas	9
Parajes	1

Tabla No. 5. División política administrativa del municipio de Amatitlán.

5.4 Aspectos Demográficos del municipio de Amatitlán

Tomando en cuenta los censos poblacionales a partir de 1950, y de acuerdo con los datos presentados por el CEUR-USAC en febrero de 2007, el cronista Oscar Fajardo Gil realizó un estudio que estima la población de Amatitlán en el año 2011:

AREA	POBLACION
Área Urbana	100,456
Área Rural	20,595
TOTAL	121,051

Tabla No. 6. Proyección demográfica del municipio de Amatitlán para el año 2011 realizada por el cronista Oscar Fajardo Gil.

Estas cifras, calculadas técnicamente en sus mínimos, ubicarían la población actual del municipio de Amatitlán, Guatemala, en 121,051 habitantes.

Recientemente, el Congreso de la República de Guatemala aprobó realizar para el año 2017 un censo poblacional debido a que el último censo registrado fue realizado hace más de 10 años.

Los datos que actualmente se tienen son proyecciones, que según la información provista por la prensa y radio, se estima un crecimiento poblacional de 2% anual. Para el área concreta de Amatitlán, se debe tomar en cuenta la migración que puede presentarse como producto de la presencia de numerosas fábricas. Es por ello que se puede estimar hasta un 0.5% más sobre el resto del país, a pesar de ser catalogada como ciudad dormitorio.

Por Decreto Legislativo del 28 de agosto de 1835, Amatitlán tiene la categoría administrativa e histórica de Ciudad (OFG). *"Es considerada como ciudad dormitorio, porque más del cincuenta por ciento de sus habitantes trabaja en la Ciudad de Guatemala y otras localidades cercanas, sin embargo, existen muchas industrias que desde la década de 1960 se instalaron en el municipio: Casimires de Amatitlán (Novatex), IMCA Tappan, Jardines Mil Flores, pinturas Fuller, herramientas Collins, y transnacionales como Bayer y Cementos Tolteca entre las más importantes"*.²⁰

²⁰ Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_\(Guatemala\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_(Guatemala)).

Fecha de consulta: 9 de agosto de 2016.



5.6 Clima en el Municipio de Amatitlán²¹

5.5 Datos Generales del Lago de Amatitlán

Según el Plan del Desarrollo Municipal de Amatitlán y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, en su publicación de agosto de 2011 en el cuadro No. 11. Datos Generales del Lago de Amatitlán detalla los siguientes indicadores y con sus respectivos registros:

- Localización geográfica: 14° 28' latitud norte / 90° 37' latitud oeste.
- Altitud: 1,186 msnm
- Profundidad media: 18 metros
- Longitud máxima: 11 kms.
- Ancho máximo: 3.4 kms.
- Extensión aproximada: 15 kms cuadrados
- Variación nivel de agua: 1.5 a 2.3 metros
- Temperatura superficial: 18° - 27.5° centígrados
- Transparencia 1.75 – 2.75
- Sólidos totales: 1,000 – 14000 mg/lit
- PH: 6.1 -7.9

Dichos datos, según detalla dicho informe son obtenidos de caracterización físico – biótica AMSA, mayo de 1998.

El clima del municipio de Amatitlán por ser localizada en la zona de bosque subtropical templado húmedo (Holdridge), que varía según las estaciones de invierno y verano, e influye en la dirección e intensidad de las corrientes eólicas. Su clima es seco en los meses de verano y húmedo en los meses de invierno, con temperaturas promedio de 26 a 30 grados centígrados. La época más lluviosa es en los meses de Junio a Septiembre; la precipitación pluvial se establece dentro del rango de 650 a 1500 mm al año

5.7 Contaminación del Lago de Amatitlán

De acuerdo a lo expuesto por el Plan del Desarrollo Municipal de Amatitlán y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, en su publicación de agosto de 2011, pág. 45. Detalla la siguiente información acerca de la contaminación del Lago de Amatitlán:

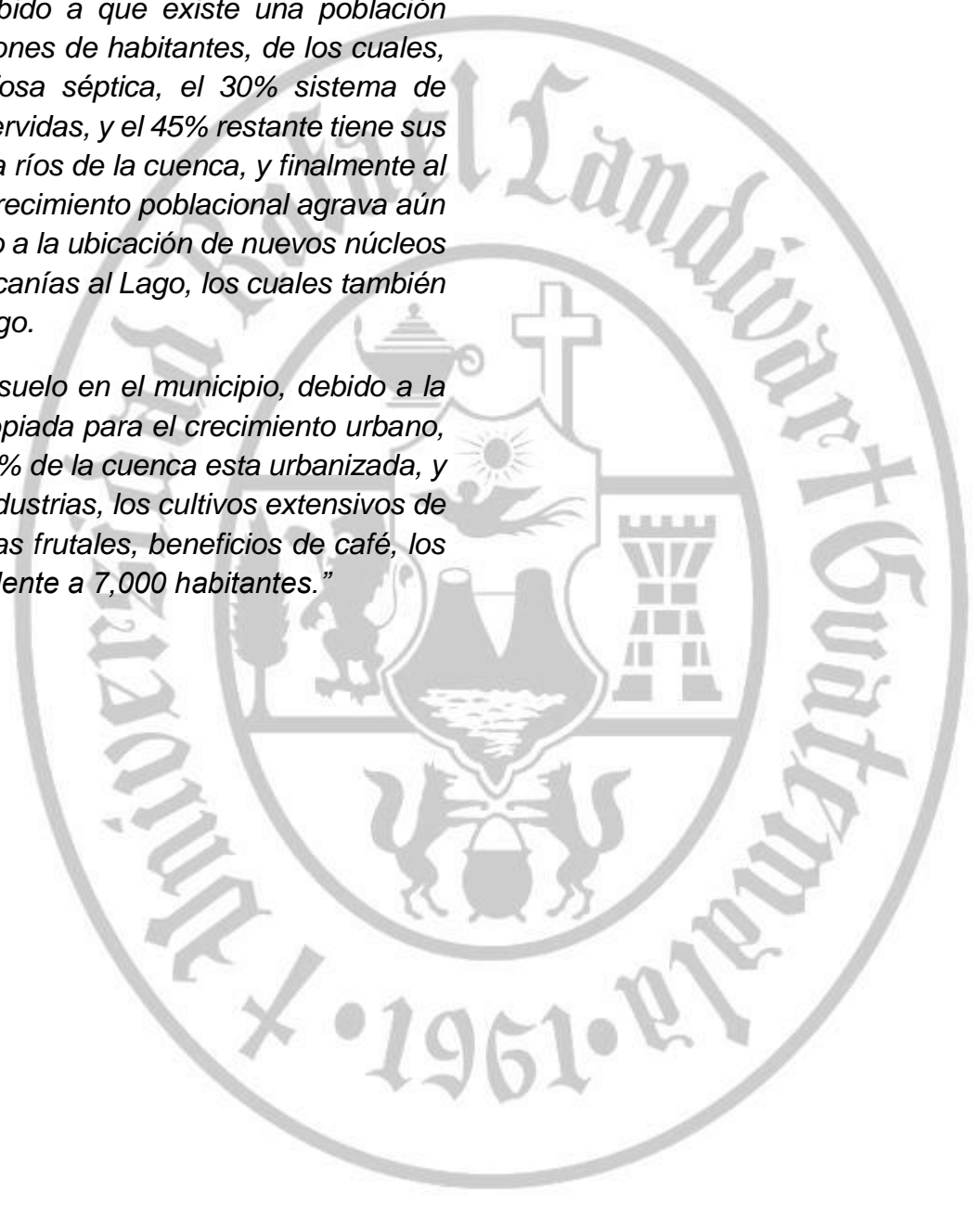
"... Proviene de los municipios que conforman la cuenca del Lago siendo estos: Ciudad de Guatemala, Villa Nueva,

²¹ [https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_\(Guatemala\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitlán_(Guatemala)).



San Miguel Petapa, Villa Canales, parte de Santa Catarina Pinula y Amatitlán; debido a que existe una población aproximada de 2.2 millones de habitantes, de los cuales, el 25% cuentan con fosa séptica, el 30% sistema de recolección de aguas servidas, y el 45% restante tiene sus drenajes directamente a ríos de la cuenca, y finalmente al Lago de Amatitlán. El crecimiento poblacional agrava aún más la situación, debido a la ubicación de nuevos núcleos de población en las cercanías al Lago, los cuales también vierten sus aguas al Lago.

El uso inadecuado del suelo en el municipio, debido a la falta de regulación apropiada para el crecimiento urbano, estimándose que un 60% de la cuenca esta urbanizada, y la contaminación por industrias, los cultivos extensivos de caña de azúcar y plantas frutales, beneficios de café, los que contaminan equivalente a 7,000 habitantes."



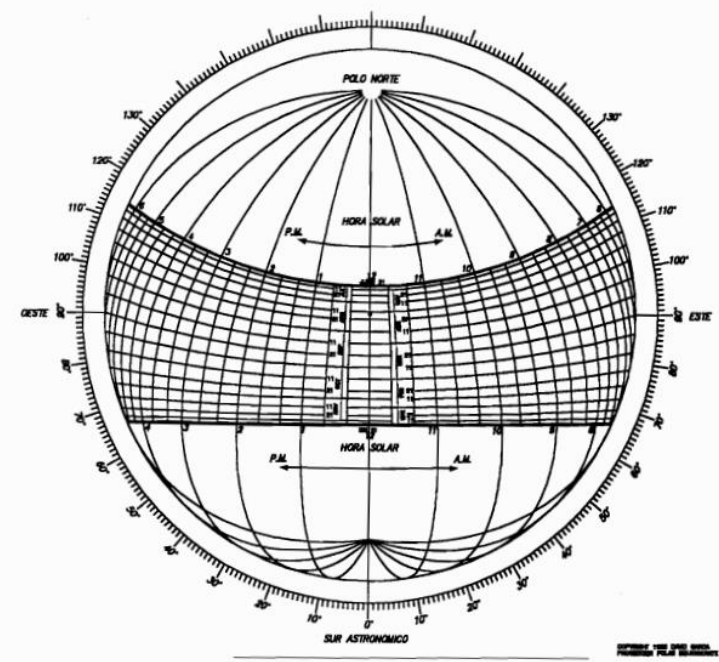


5.8 Soleamiento

Enfocado a la arquitectura significa: el estudio que se realiza a un determinado lugar con el fin de conocer cómo los rayos del Sol afectarán en dicho lugar, así como el tiempo de exposición de los rayos conforme el transcurso de los meses del año.

La Tierra tiene 22,27 grados de inclinación, esos grados, sumando al movimiento de Translación de la misma respecto al Sol, hacen que en cada punto de la Tierra sea distinta la recepción de los rayos solares; este estudio va a variar dependiendo de la latitud del lugar donde se encuentre.

La latitud son los grados que marcan la diferencia entre el lugar que se estudia y la línea del Ecuador, Guatemala tiene una latitud de $14^{\circ} 37' 15''$ N. El sol parte desde el este y se oculta en el oeste, con una leve inclinación de 15° hacia el sur.



Carta solar latitud 14

Fuente: Arq. David Garda

Imagen No. 40. Carta Solar Guatemala. Fuente: <http://www.tesis.ufm.edu.gt>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2016.

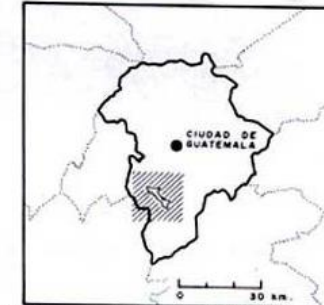


5.9 Vientos

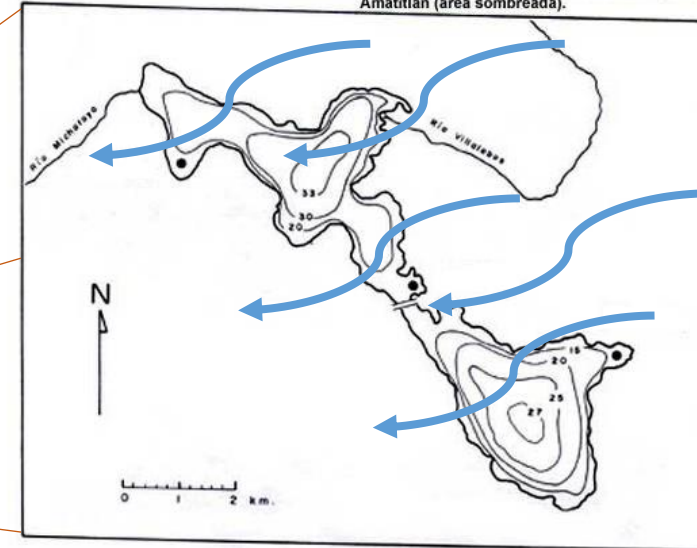
Los vientos predominantes en el día son Nor-Noroeste, y en las madrugadas el viento Sur.



(a) Ubicación del valle de Guatemala y del Lago Amatitlán.



(b) Ubicación de la ciudad de Guatemala y del Lago Amatitlán (área sombreada).



(c) Plano con una vista del Lago Amatitlán, copiado de una porción del mapa del área perteneciente al Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (1:50.000). El plano muestra aproximadamente los contornos del lago.

Imagen No. 41. Dirección de vientos en Guatemala. **Fuente:**
http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_Climatologico/viento.jpg. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2016

Variación de niveles Lago de Amatitlán

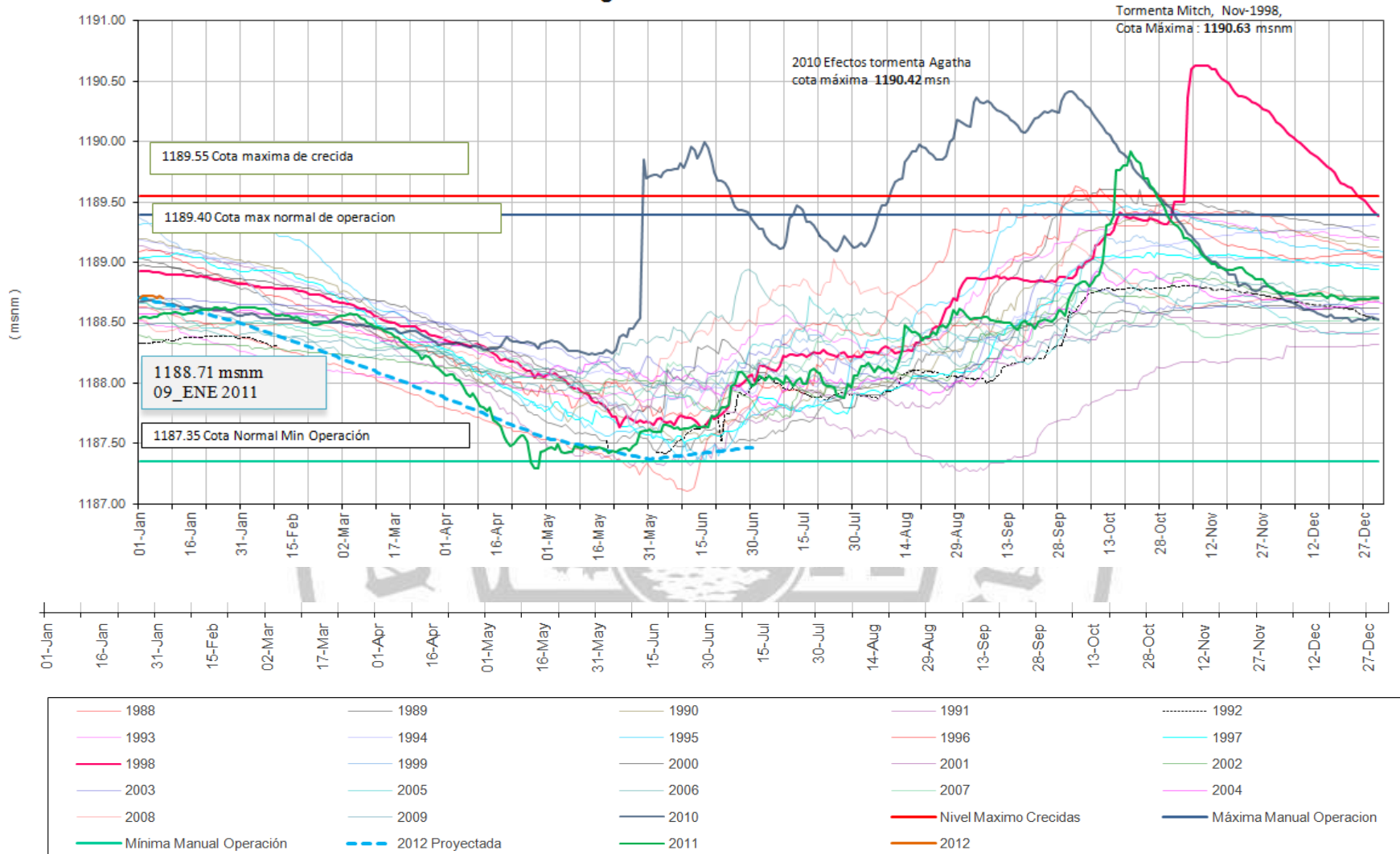


Imagen No. 42. Variación de niveles del Lago de Amatitlán.



5.10 Nivel del Agua Amatitlán ⁶

	Niveles de agua en el año 2010	Niveles de agua en el año 2011	Niveles de agua en el año 2012
Enero	1188.65 msnm	1188.5 msnm	1188.55 msnm
Mayo	1188.35 msnm	1187.5 msnm	
diciembre	1188.5 msnm	1188.7 msnm	
Nivel máximo	1190.45 msnm a consecuencia de tormenta Agatha Del 29 de agosto al 30 de octubre	1189.75 msnm Entre 14 y 20 de octubre	Se proyecta una crecida de nivel de 1187.5 msnm Para el 30 de junio
Nivel mínimo	1188 msnm entre 10 y 15 de mayo	1187.30 msnm Entre 29 de abril y 1 de mayo	Se tiene una proyección del nivel mínimo de 1187.30 msnm Para el 31 de mayo
La diferencia de nivel durante cada año	Fue de 2 metros	Es de 2.45 metros	Con una diferencia de nivel de 0.20 centímetros

Nivel máximos y mínimos de variación de niveles en lago de Amatitlán		
Tormenta Mitch, nov-1998	Cota máxima	1190.42 msnm
Tormenta Agatha, 2010	Cota máxima	1190.63 msnm
La cota normal mínima del lago		1189.40 msnm
La cota normal máxima del lago		1187.35 msnm

Según INDE durante la tormenta Agatha se ha tenido la mayor crecida, siendo histórica la cota máxima que ha presentado el nivel del lago de Amatitlán.

Tabla No. 7. Nivel de Agua de Amatitlán.

⁶ Datos obtenidos en el Instituto Nacional de Electrificación e interpretados por la estudiante. El INSIVUMEH no cuenta con un pluviómetro en el área de Amatitlán para llevar un registro gráfico de las lluvias puntuales en el área, antiguamente contaban con este instrumento instalado en el área AMSA el cual en este momento está fuera de operación. , por lo que esta institución proporcionó únicamente hojas de campo con los registros de mes a mes desde el 2011 hasta el año 2016, llevando un control a mano de la información hidrológica del lago de Amatitlán.



5.11 Fisiografía: Tierras Altas Volcánicas (TAV).

Como se puede observar en el siguiente Mapa el área de estudio se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica denominada como: Tierras Altas Volcánicas (TAV).

Esta franja limita al sur con las "Tierras Volcánicas de la Bocacosta" y al norte con las "Tierras Metamórficas" comprende una zona que se caracteriza por encontrarse entre dos subsistemas de fallas en constante evolución.

Las Tierras Altas Volcánicas Comprenden principalmente lo que se conocen como altiplano, el cual toma en cuenta tanto la porción occidental y central, así como algunas áreas altas del oriente del país. Estas tierras se encuentran parcialmente en los Departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Jalapa, Santa Rosa, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa.

Desde el punto de vista geológico, comprende especialmente el Terciario Volcánico, en donde se incluye Rocas Volcánicas sin dividir y en algunos casos depósitos volcánicos del cuaternario.

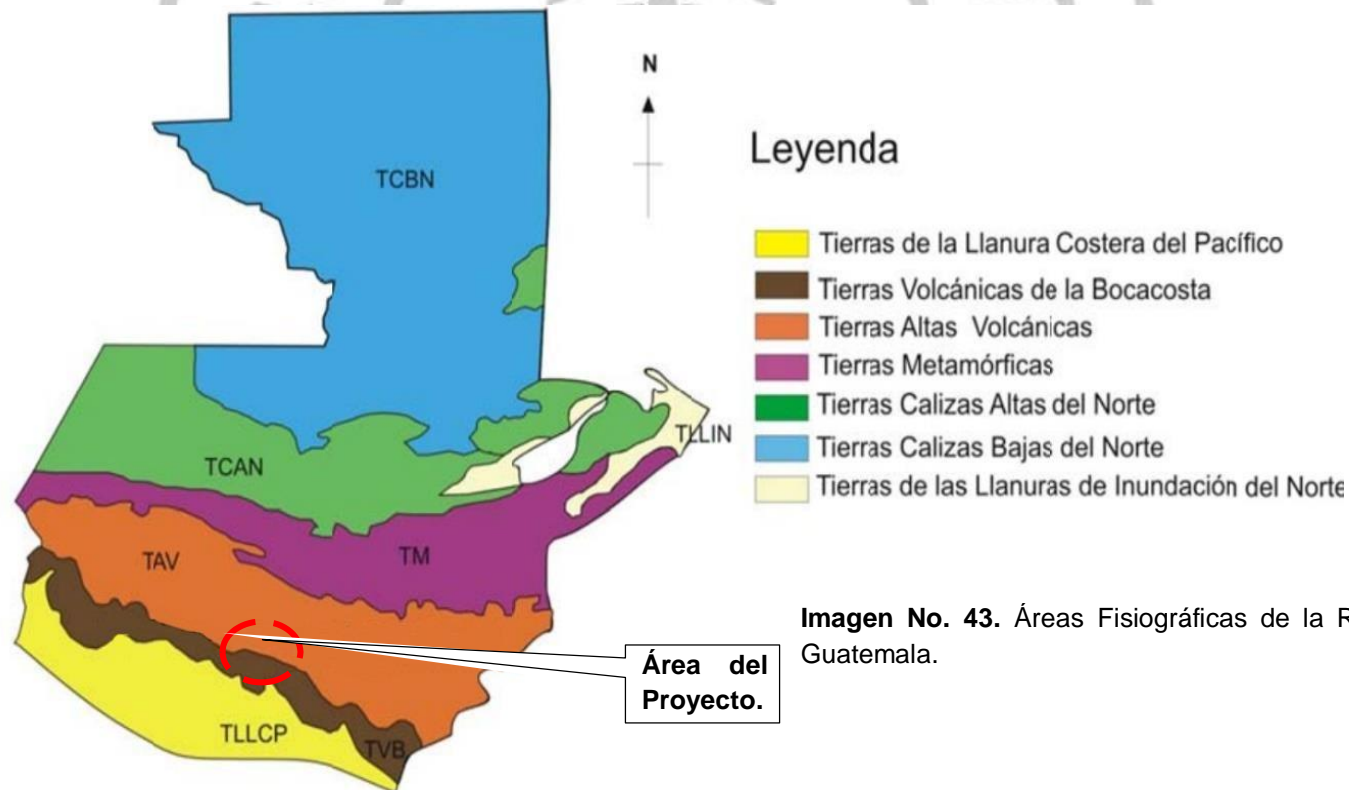


Imagen No. 43. Áreas Fisiográficas de la República de Guatemala.



5.12 Marco Tectónico Regional

El contexto tectónico regional alrededor del Proyecto está dominado por la acción simultánea de tres placas tectónicas, ellas son: Norte América, Caribe y Cocos.

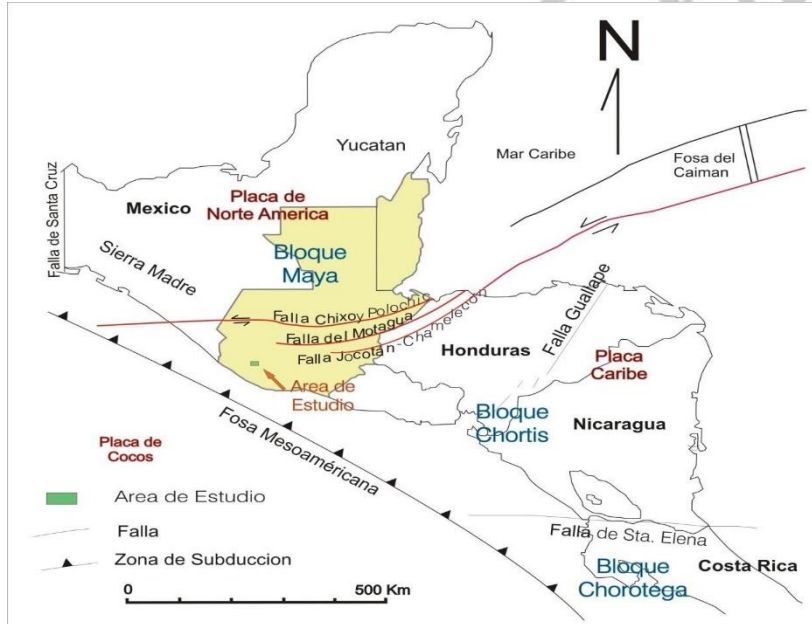


Imagen No. 44. Marco Tectónico Regional.

Regionalmente los rasgos geo-estructurales en Guatemala son producto de la interacción de las Placas anteriormente mencionadas y el tipo de movimiento entre ellas produce dos tipos de límites, siendo ellos: Tipo Transcurrente o de Corrimiento Lateral, el cual se observa entre las placas de Norte América y Caribe.

5.13 Criterios de Selección del Terreno

La selección del terreno para el desarrollo del proyecto se basó en la utilización de un terreno existente que pertenece a AMSA, reuniendo las condiciones apropiadas por su localización y el área adecuada para la instalación de dicha planta, ya que dicho terreno fue adquirido en su oportunidad para este mismo fin sin embargo este quedó en el abandono.

Con este proyecto se propone la realización de una obra de beneficio ambiental para la población del municipio de Amatitlán y sus alrededores.

En vista de las múltiples necesidades para el buen funcionamiento de la Planta de Tratamiento, los elementos que la estudiante a su criterio, han determinado dicha ubicación se describen a continuación:

- La localización del sitio se encuentra retirado del casco urbano de la ciudad.
- En el lugar donde está ubicado el terreno posee como una de las ventajas, el no estar dentro del perímetro del pueblo de Amatitlán, lo cual permite evitar el tráfico vehicular.
- Se encuentra equidistante de las poblaciones cercanas como el pueblo de Amatitlán, Villa Canales, y Santa Elena Varillas, lo cual hace de su localización un área de fácil acceso hacia el mismo.
- Es un terreno suficientemente plano lo cual permite hacer construcciones de menor valor.



JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

- El clima del lugar es generalmente muy agradable ya que no posee el fuerte calor de la costa, ni la humedad de tierra fría.
 - Es un área muy adecuada para el desarrollo de actividades estudiantiles ya que se encuentra aislado de la contaminación auditiva de la ciudad, lo cual contribuye a promover la capacitación de todas aquellas personas que se encuentren interesadas en dicho sistema.
 - La ubicación del terreno es bastante favorable su vegetación en el lugar posee distintos tipos de árboles, los cuales se categorizan como arboles de sombras, y arbustos.
 - **Accesibilidad Sostenible**
 - Circulación de vehículos privados y públicos en las principales vías del lugar, así también la circulación de vehículos no motorizados (Bicicletas).
 - Lugar de Fácil acceso para estudiantes, catedráticos, pero también para servicios.
 - Para no arruinar el paisaje, el camino de terracería puede ser adoquinado para que no tenga un impacto ambiental muy grande.
 - Los usos de suelo pueden ser variados. (Residencia, Comercio, Educación), esto evita que tengan que hacer grandes viajes para traer suministros.
 - **Materiales**
 - En los alrededores se encuentran varias empresas proveedoras de materiales constructivos, como Aceros de Guatemala, sin embargo, hay que utilizar materiales constructivos que no tengan un impacto ambiental muy grande, y además que puedan aguantar con las inclemencias climáticas, estos materiales pueden ser ladrillos, madera, block, etc.
- Para la selección del terreno del entorno aledaño a la planta, se optó por la selección de un sitio perteneciente a la Municipalidad de Amatitlán, el cual con la propuesta adecuada implementada en el presente proyecto se logra el objetivo de recuperación y reactivación del entorno.
- Se presenta a continuación, las diferentes variables con las cuales se evaluó la selección del terreno:



5.13.1 Relieve General de la República de Guatemala



RELIEVE GENERAL
REPÚBLICA DE GUATEMALA

SIN ESCALA

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE RELIEVE GENERAL DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

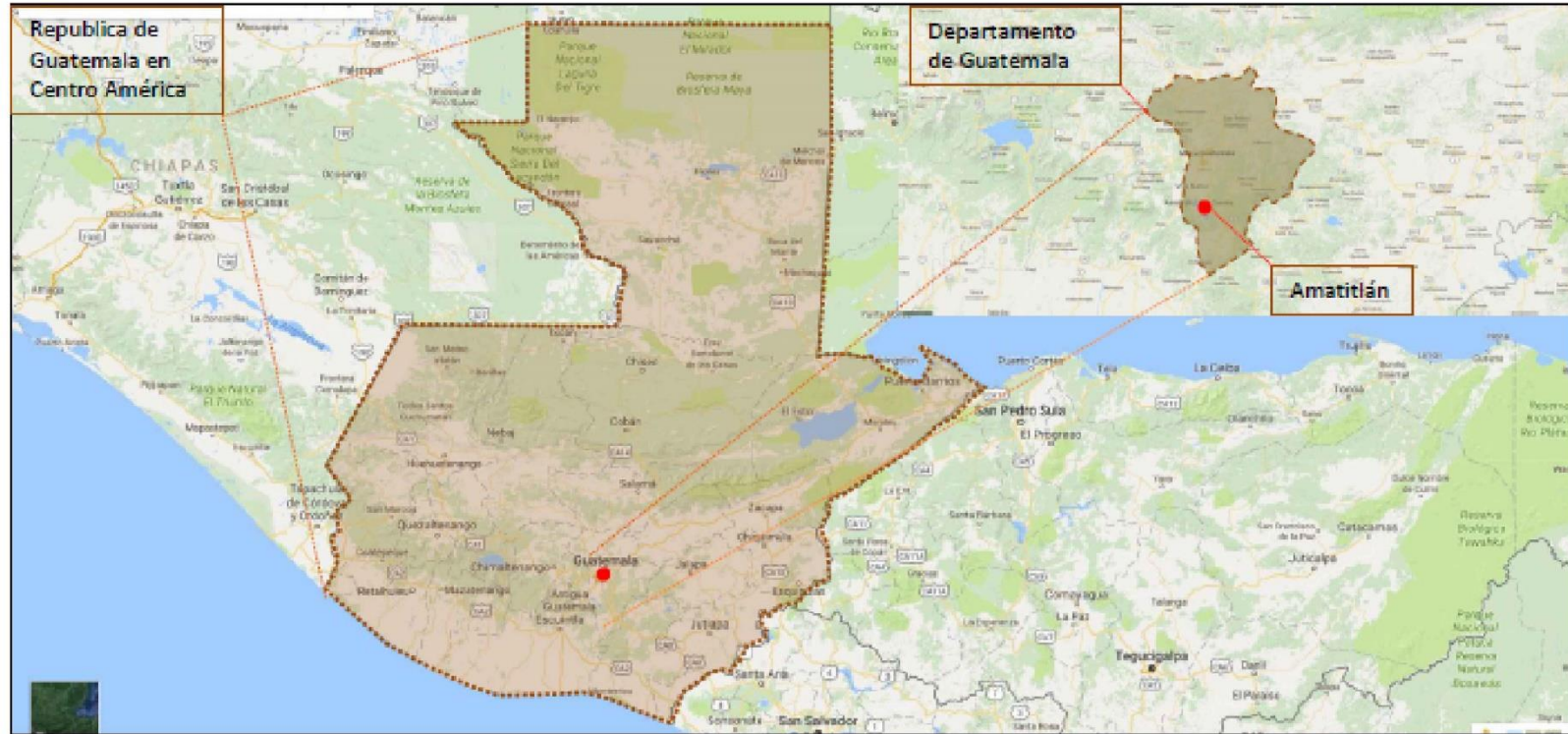
ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:

1



5.13.2 Localización del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala



LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE AMATITLÁN

UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

● LOCALIZACIÓN LAGO DE AMATITLÁN

NOTA: EL TERRENO ESCOGIDO SE ENCUENTRA LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y
RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO
DE AMATILÁN, GUATEMALA

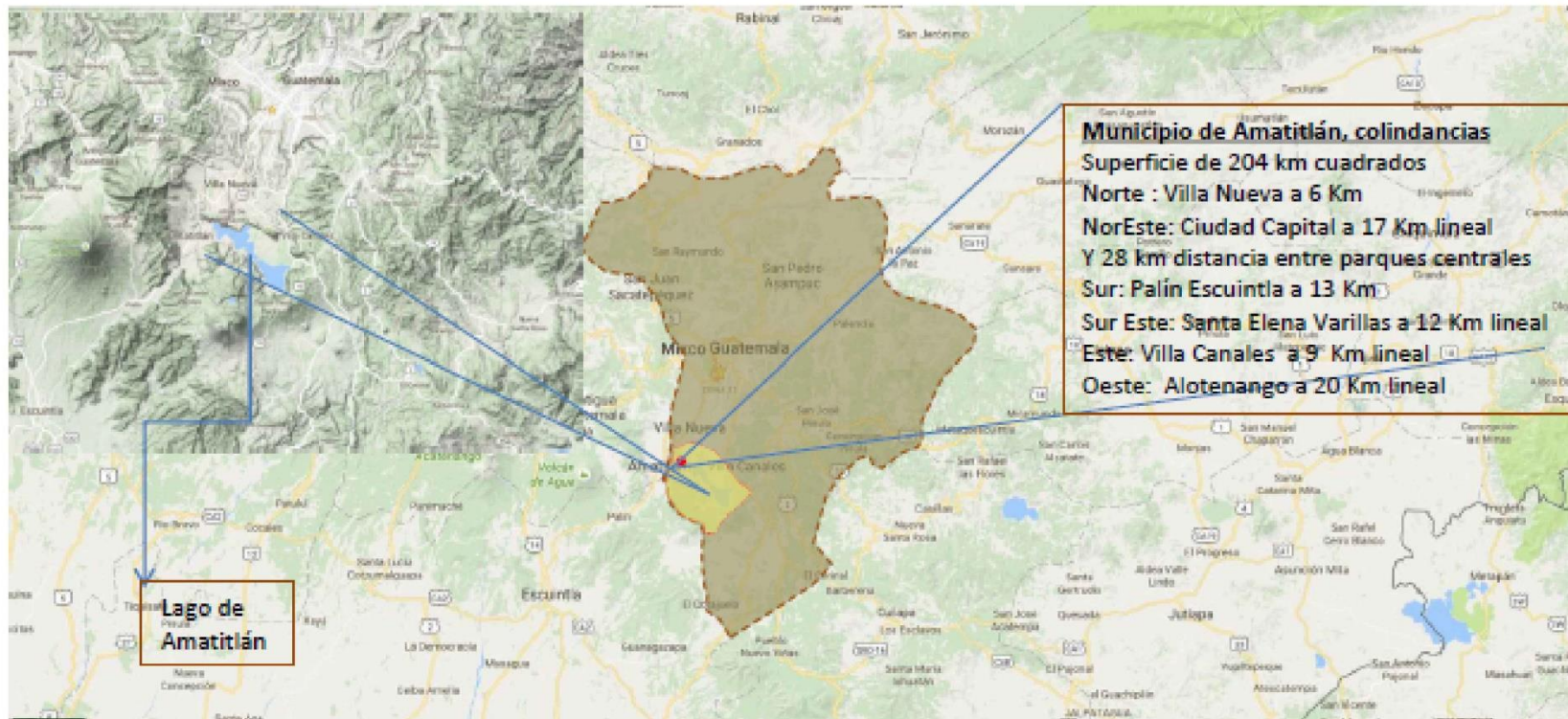
ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:

2



5.13.3 Localización del Lago de Amatitlán.



LOCALIZACIÓN DEL LAGO DE AMATITLÁN

UBICADO EN EL MUNICIPIO DE AMATILÁN, GUATEMALA

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

- LOCALIZACIÓN DE LAGO DE AMATITLÁN

NOTA: EL TERRENO ESCOGIDO SE ENCUENTRA LOCALIZADO A INMEDIACIONES DE LA PLAYA DEL LAGO DE AMATITLÁN.

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

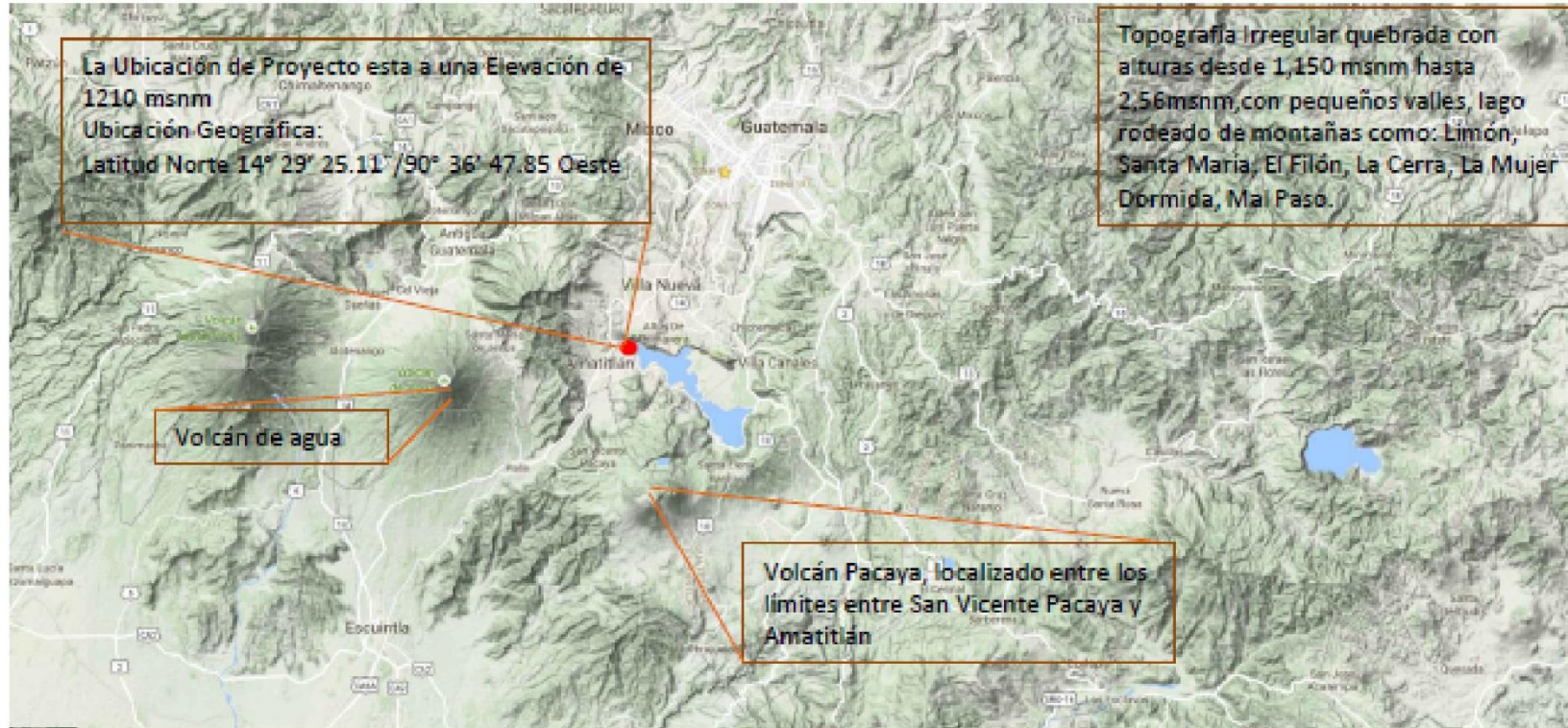
JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO
CARNÉ: 1327108
DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DEL LAGO DE AMATITLÁN

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:
3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



5.13.4 Topografía



TOPOGRAFÍA "LAS NINFAS"

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

● TERRENO DE ESTUDIO



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y
RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

TOPOGRAFÍA

ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:

4

87



5.13.5 Curvas de Nivel



CURVAS DE NIVEL

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

- TERRENO DE ESTUDIO

NOTA: EL TERRENO ESCOGIDO TIENE COMO PARTICULARIDAD, QUE POR ENCONTRARSE A INMEDIACIONES DEL LAGO, SU TOPOGRAFÍA POSEE UNA PENDIENTE MUY PEQUEÑA.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE CURVAS DE NIVEL

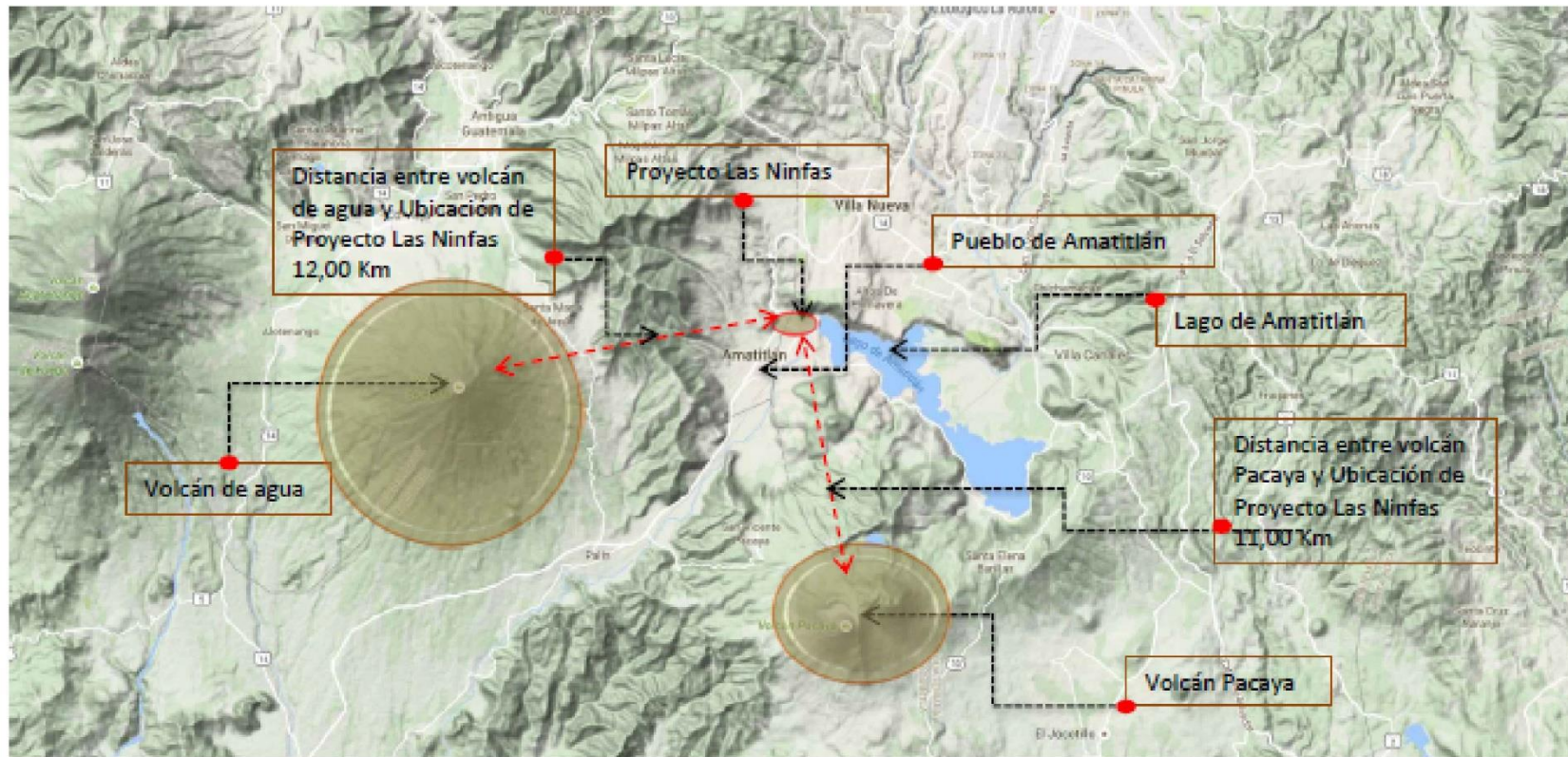
ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:

5



5.13.6 Ubicación de volcanes importantes cercanos al Proyecto Las Ninfas



UBICACIÓN DE VOLCANES IMPORTANTES CERCANOS AL PROYECTO

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

○ TERRENO DE ESTUDIO



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE VOLCANES IMPORTANTES CERCANOS AL PROYECTO

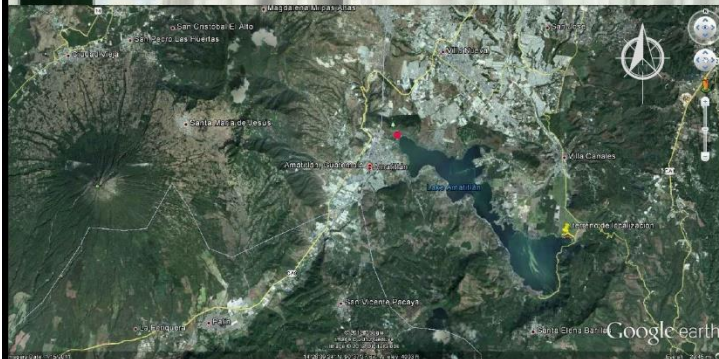
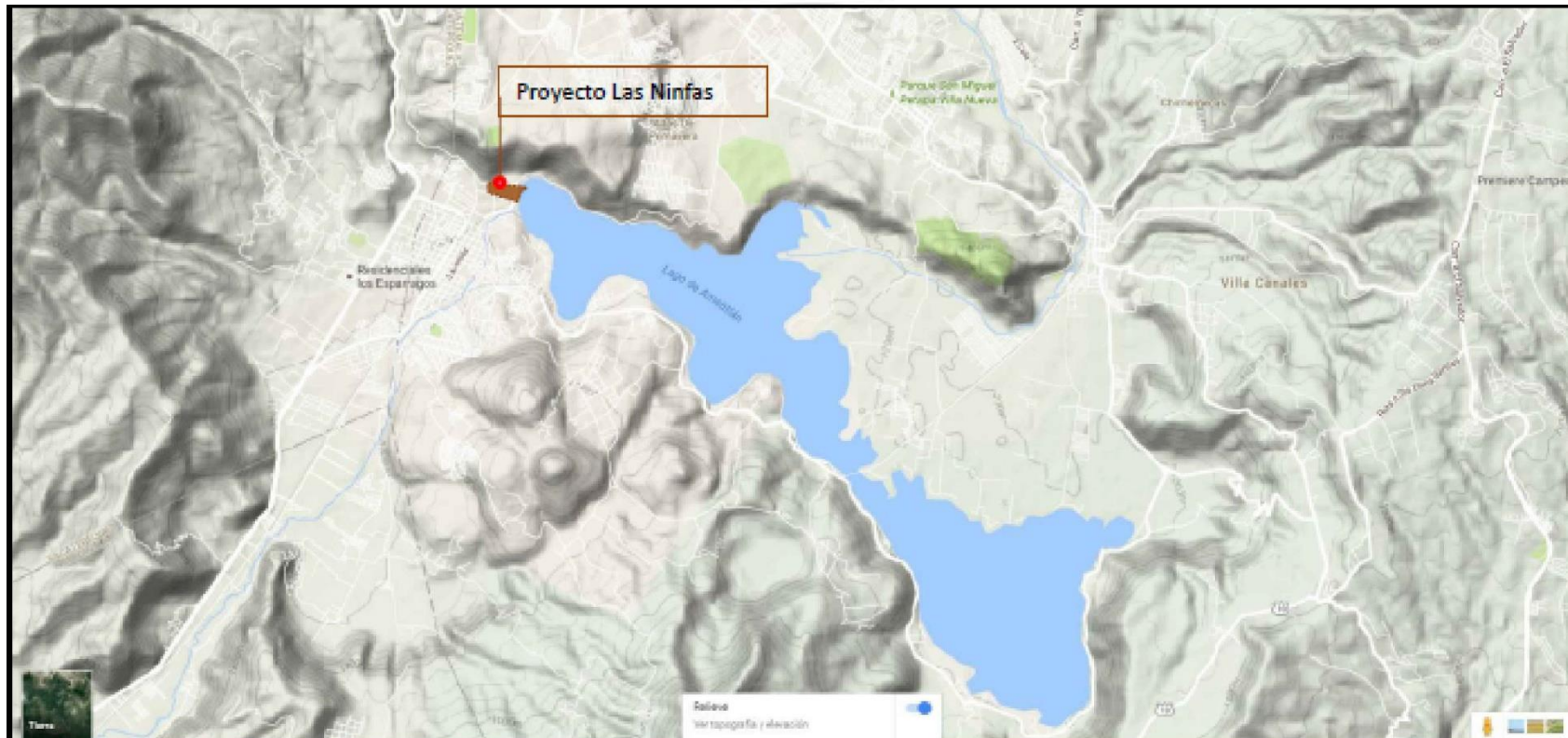
ESCALA: INDICADA

CAPÍTULO 5:
 ENTORNO Y CONTEXTO
 DIAGRAMA:

6



5.13.7 Localización del Terreno



LOCALIZACIÓN DEL TERRENO

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

NOTA: EL TERRENO ESCOGIDO SE ENCUENTRA LOCALIZADO A INMEDIACIONES DE LA PLAYA DEL LAGO DE AMATITLÁN.

SIMBOLOGÍA

● TERRENO DE ESTUDIO

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DEL TERRENO

ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:

7



5.13.8 Localización de sitios importantes



LOCALIZACIÓN DE SITIOS IMPORTANTES "LAS NINFAS"

SIN ESCALA

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DEL SITIOS IMPORTANTES

ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:

8



LOCALIZACIÓN DE SITIOS IMPORTANTES

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE SITIOS IMPORTANTES

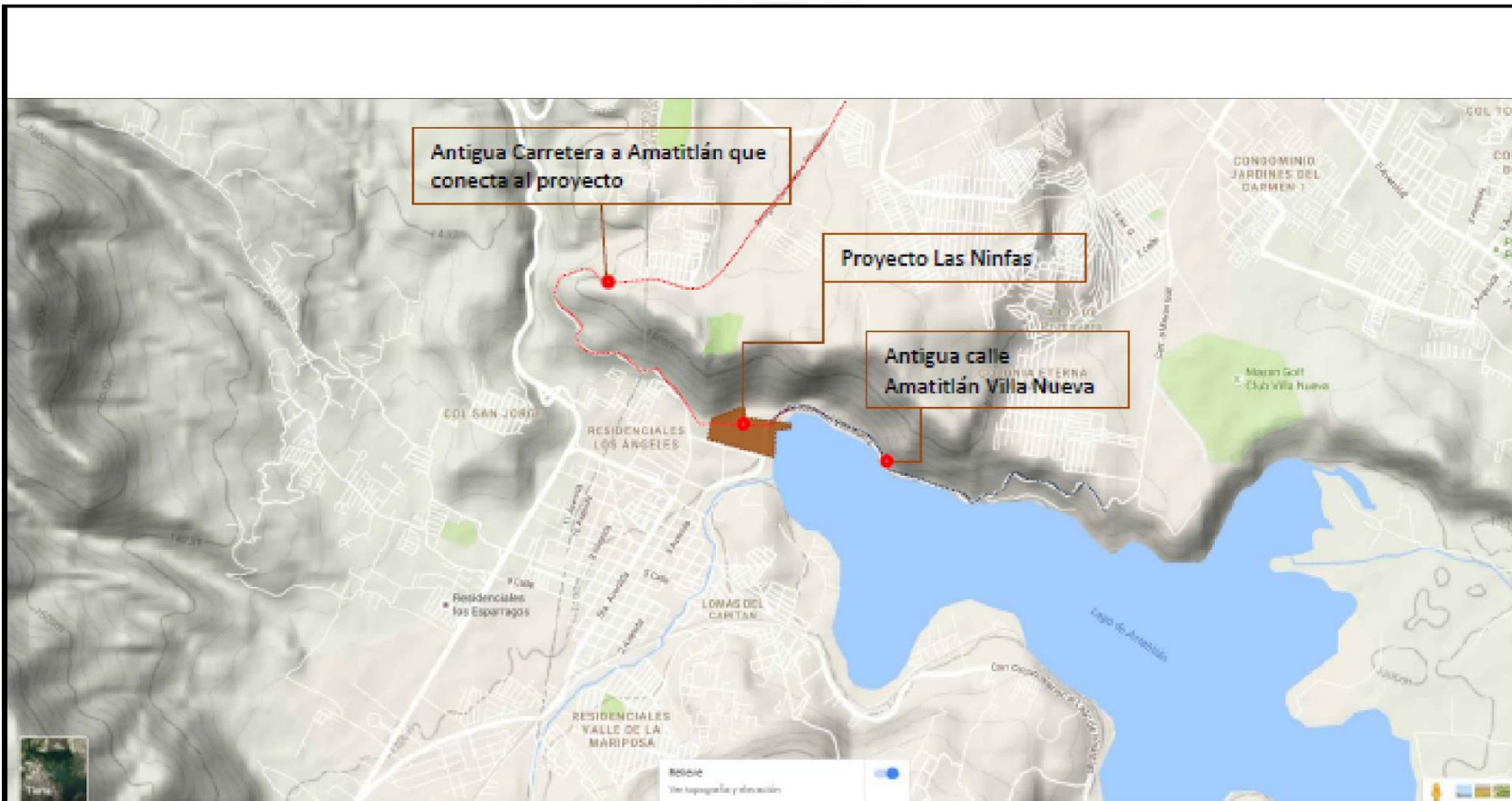
ESCALA:
 INDICADA

CAPÍTULO 5:
 ENTORNO Y CONTEXTO
 DIAGRAMA:

9



5.13.9 Antiguas carreteras que conectan al Proyecto



ANTIGUAS CARRETERAS QUE CONECTAN AL PROYECTO

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE ANTIGUAS CARRETERAS QUE CONECTAN AL PROYECTO

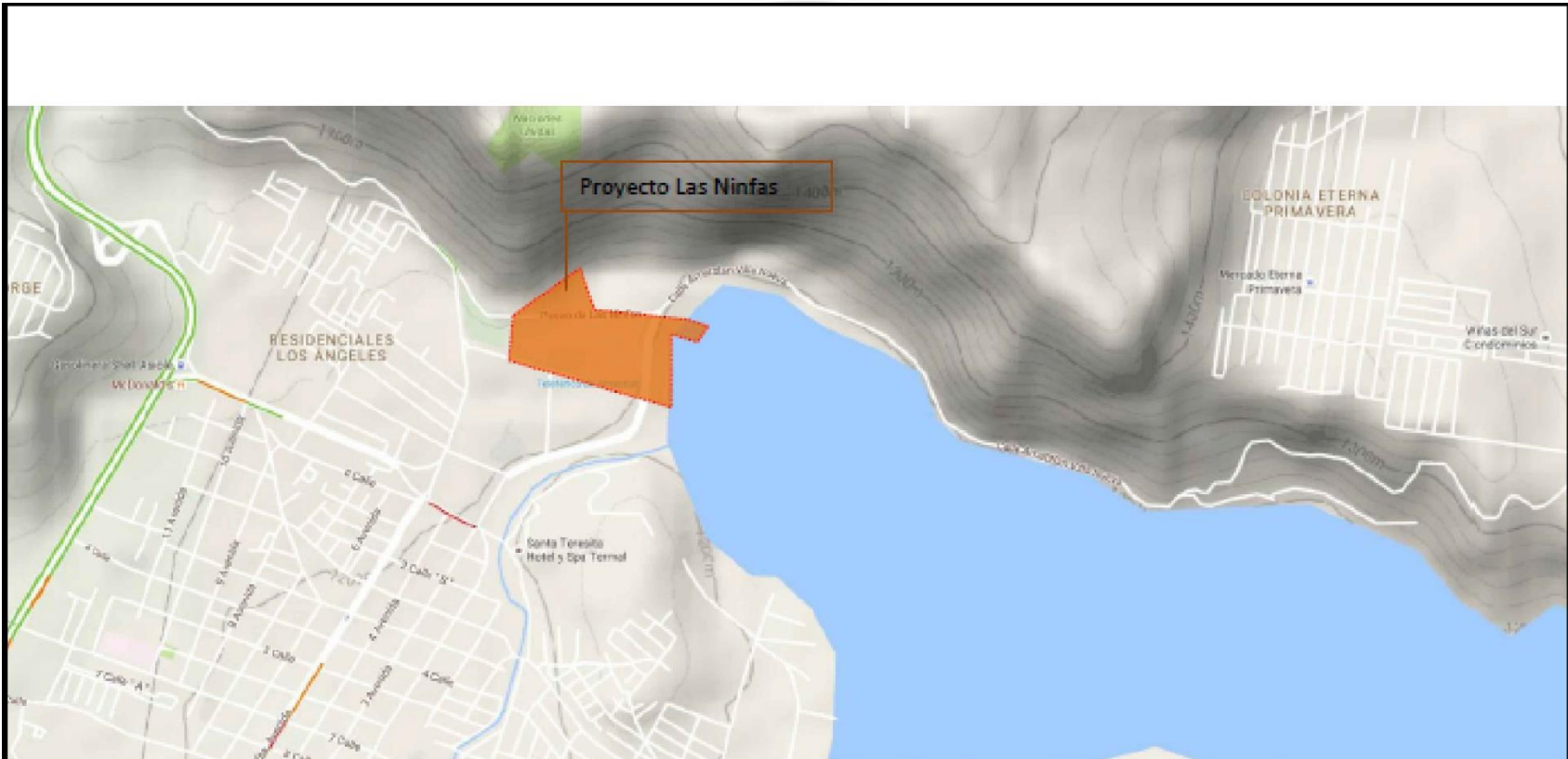
ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:

10



5.13.10 Ubicación del Proyecto



UBICACIÓN DEL PROYECTO
"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
 "PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
 ENTORNO Y CONTEXTO
 DIAGRAMA:

11



NOMENCLATURA

- A-B= 136.1 M
- B-C= 207.3 M
- C-D= 105 M
- D-E= 110.6 M
- E-F= 124 M
- F-G= 112 M
- G-H= 126.2 M
- H-I=113.3 M
- I-A= 317.5 M

UBICACIÓN DEL TERRENO

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

 DELIMITACIÓN DEL TERRENO

NOTA: EL TERRENO ESCOGIDO SE ENCUENTRA UBICADO EN EL LLAMADO PASEO LAS NINFAS EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN.

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
 "PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE UBICACIÓN DEL TERRENO

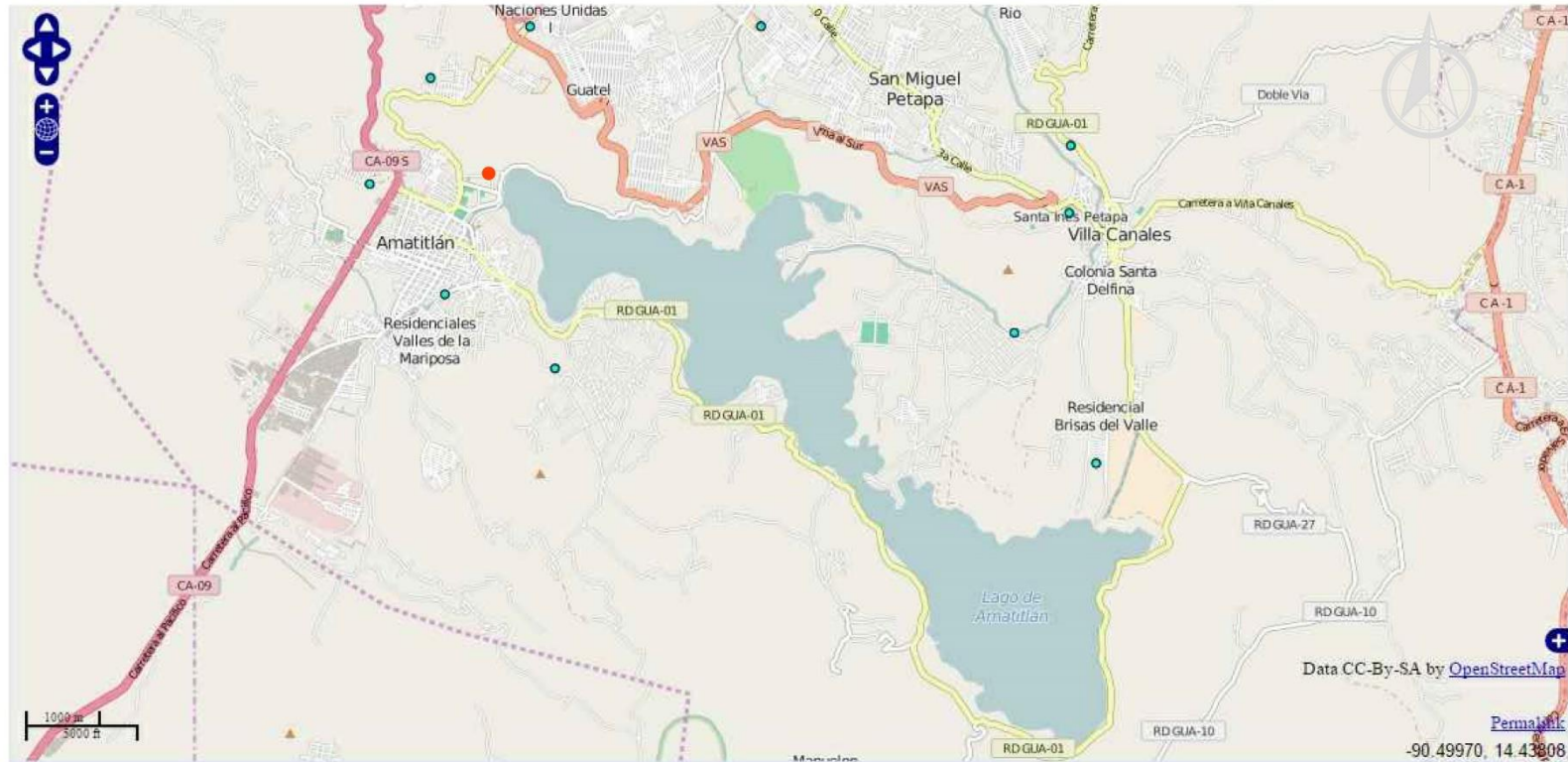
ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 5:
ENTORNO Y CONTEXTO
DIAGRAMA:

12



5.13.11 Plantas de tratamiento identificadas por AMSA



PLANTAS DE TRATAMIENTO IDENTIFICADAS POR AMSA

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

- UBICACIÓN DE TERRENO DE ESTUDIO
- PLANTAS DE TRATAMIENTO IDENTIFICADAS POR AMSA

NOTA: ESTE MAPA SE HA OBTENIDO DEL GEOPORTAL DE AMSA. JULIO DE 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO IDENTIFICADOS POR AMSA

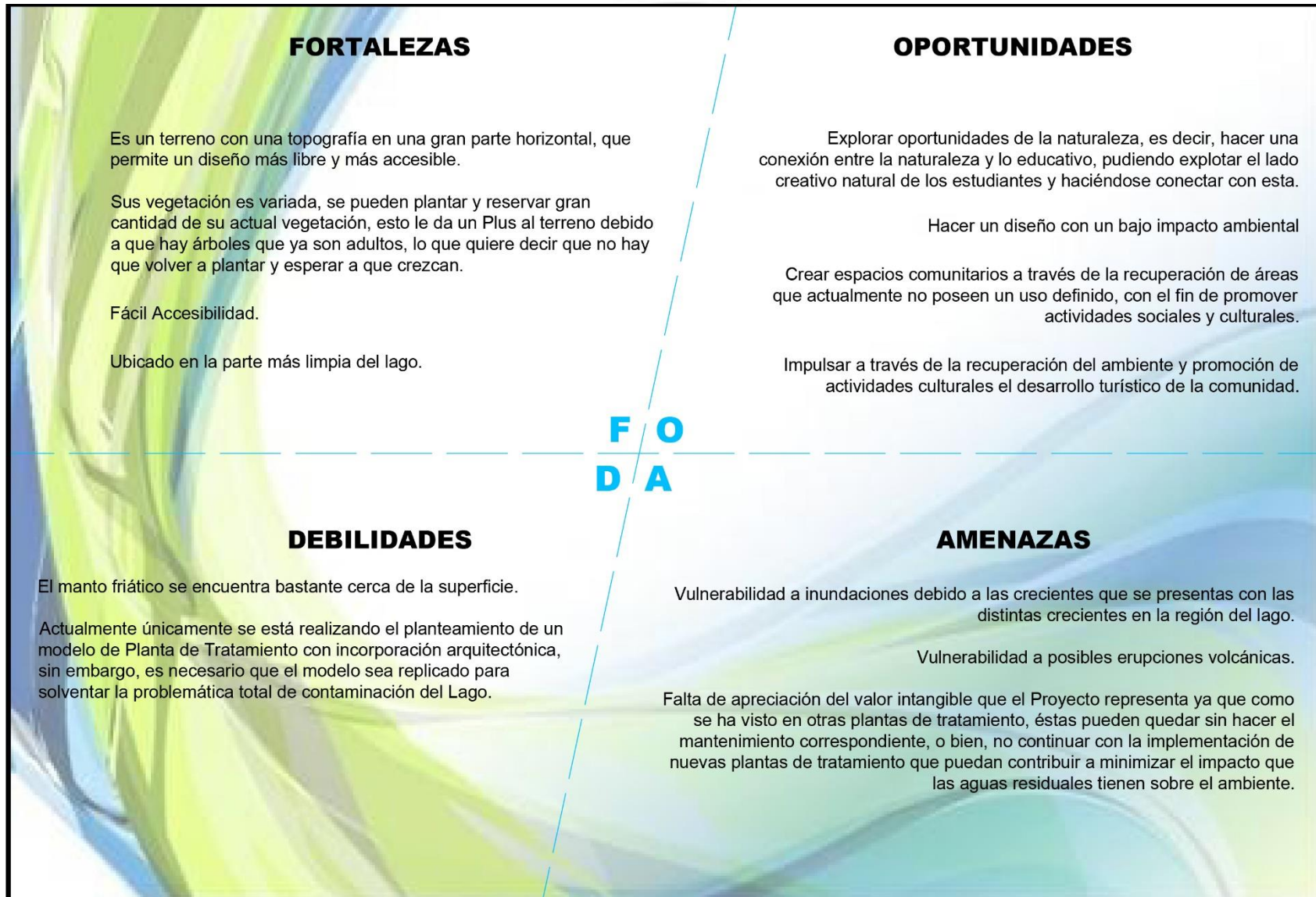
ESCALA: INDICADA

CAPÍTULO 5:
 ENTORNO Y CONTEXTO
 DIAGRAMA:

13



5.13.12 Análisis FODA





5.14 Sostenibilidad del proyecto

Uno de los principales beneficios del planteamiento de la Planta de Tratamiento es la sostenibilidad del mismo el cual se puede reflejar en lo siguiente:

5.14.1 Tratamiento de aguas residuales en el proyecto

El tratamiento de aguas servidas será por medio de un sistema colector de aguas negras que inicialmente hará una separación por medio de una reja móvil de la basura, hojas y restos de gran tamaño que pueda transportar el agua, luego se lleva a un tanque primario con enzimas que por medio de un sistema biológico permiten la decantación de los sólidos disueltos en el agua, para su posterior desecho de los sólidos convirtiéndolos en una pasta que al secarla permite su sacado como abono orgánico y las aguas pasan a un filtro pulidor secundario para eliminar el olor y color por medio de productos químicos y luego reutilizar el agua tratada para riego de jardines.

5.14.2 Captación de aguas lluvias

La captación de las aguas lluvias se realizara en todos los techos del proyecto a fin de reutilizarla en el proyecto, canalizándola de los techos por medio de tuberías de pvc hacia un tanque de almacenamiento que permitirá luego de un sistema de clorinización utilizarla para agua de baños y lavado de ropa en lavanderías.

En caso de tormentas con fuertes precipitaciones la capacidad de la planta de tratamiento se puede permutar minimizando el riesgo de desbordamiento a causa de aguas lluvias.

En época lluviosa La Planta trabajará con un sistema de Compuertas para direccionar el agua hacia el lago por exceso de lluvia teniendo en cuenta como medida de mitigación por eventuales tormentas.

5.14.3 Producción de energía

Un sistema de paneles solares ubicados en los techos de los edificios proveerá un sistema de energía eléctrica alternativa a la red de suministro local, que en caso de falla de la red permitirá un suministro de energía para lámparas interiores y exteriores en las áreas más importantes del proyecto, y que serán alimentados por corriente alterna a través de un inverter que provea corriente alterna en 12 voltios , e voltaje de corriente continua de os paneles solares que mantendrán cargadas las baterías de 12 voltios de ciclo profundo que alimentaran a su vez al inverter, este sistema permitirá también tener energía para las alarmas y el sistema de computación.



5.14.4 Ventajas Comparativas

Sistema Electrocoagulación vs. Tratamiento Biológico

- El Sistema de electrocoagulación aplicado a aguas servidas requiere de una superficie del 50% y 60% menor a sistemas Biológicos convencionales.
- Los tiempos de residencia de la Electrocoagulación son de 10 a 60 segundos en comparación con los sistemas Biológicos que requieren al menos 24 horas.
- Los costos de inversión en un sistema de Electrocoagulación son del 50% más bajos que los sistemas Biológicos.
- El sistema Electrocoagulación son unidades fáciles de operar, con una producción de lodos más compactos y menor a los sistemas Biológicos convencionales.

Tabla No. 8. Ventajas comparativas del Sistema Electrocoagulación vs. Tratamiento Biológico.



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala



6

PROYECTO



6.1 Fundamento

Actualmente, la poblaci3n de Amatitlán no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que las descargas de los efluentes de viviendas e industrias van directamente sin ser tratadas al Lago de Amatitlán o al Río Michatoya lo que produce una contaminaci3n en el medio ambiente.

El proyecto pretende minimizar estos efluentes contaminados hacia estas dos vertientes por medio de un tratamiento adecuado de las aguas.

Las plantas de tratamiento son infraestructuras donde a las Aguas Residuales se les retiran o aíslan los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y al medio ambiente.

En base a la situaci3n actual de contaminaci3n del Lago de Amatitlán, se ha notado la necesidad de una Planta de Tratamiento, la cual beneficie no solo al medio ambiente sino tambi3n tiene como fin de recuperar la economía turística de este lugar, y al estudiar y analizar la ubicaci3n de la planta se ve la posibilidad de colocarla a un costado del parque las Ninfas, tomando en cuenta que por ser un lugar de mucha concurrencia y habitado por los pobladores, con ello se visualiza el mayor beneficio que se ofrece a la comunidad cercana al lugar, con una estructura arquitect3nica milenaria y tecnol3gica ayudando a la est3tica del lugar, como tambi3n a la reducci3n de contaminaci3n ambiental

Lo que se pretende es disminuir la cantidad de materia orgánica de las aguas, disminuir el contenido de nutrientes, excluir y desaparecer la cantidad de

pat3genos perjudiciales y parásitos, logrando esto a trav3s de procesos aer3bicos y anaer3bicos, y que por medio del cual la materia orgánica es metabolizada por diferentes cepas bacterianas.

6.2 Grupo objetivo

De los grupos Aledaños a la ciudad Capital de Guatemala se encuentra Amatitlán, siendo uno de los Municipios que no cuenta con una Planta de Tratamiento que se encuentre en pleno funcionamiento para el tratado de aguas residuales para beneficio de su poblaci3n, por lo que las descargas de los afluentes de viviendas e industrias de dicho poblado van directamente sin ser tratadas de forma debida hacia el Lago de Amatitlán, pese a que se tratan de hacer esfuerzos importantes por parte del Gobierno a trav3s de una instituci3n especifica que en este caso es AMSA.

Conforme a la necesidad del grupo Objetivo, se tomara un porcentaje del 20% de una poblaci3n total del municipio de Amatitlán de 100,456 habitantes del Área urbana de la poblaci3n, para rescatar ambientalmente y al mismo tiempo turísticamente del Lago de Amatitlán.

6.2.1 Grupo objetivo puntual para Planta de tratamiento de aguas residuales

Del área Urbana de Amatitlán con una poblaci3n total =100,456 habitantes, se tomara un 20% del total para el proyecto las Ninfas planta de tratamiento de aguas residuales dando con ello un total =20,000 habitantes



considerando 4,000 familias de 5 personas por núcleo familiar.

6.2.2 Premisas

- Para la familia promedio del Municipio de Amatitlán de 2 padres y 3 hijos.

Una familia de 5 individuos que se estima que consume 1,000litros /día \approx 30,000l/mes = 30 m³/mes

- El Análisis de gastos día a día de agua por familia con un margen de error del 10% mensual.
- Una ducha diaria por persona =80 -100litros = 500litros por familia.
 - Estimando 3 visitas al servicio sanitario al día por cada descarga 6-9 litros= 27 litros *persona/día =135 litros por familia/día.
 - Limpieza de pisos de 3-4 baldes cada uno de 10 litros= 40litros/día.
 - Consumo humano 3 litros por persona=15 litros/por familia/día.
 - Cocina un aproximado de 2 ollas con agua para uso de alimentos de 5 litros c/u=10 litros/día.

➤ lavado de trastos, teniendo un gasto de 180 litros por lavado = 180 litros/día.

➤ Uso de agua en el riego de áreas verdes por un periodo de 15 minutos de riego se tiene un gasto =150litros/día.

➤ generando con ello un total de gastos/día / familia de 1,080 litros/día.

- Determinación de la Capacidad de la Planta de Tratamiento de Agua

Teniendo un gasto de 20,000 habitantes que es igual a 4,000 familias de 5 individuos c/u.

=1,000 litros*día-1m³/día

=4,000,000litros*día

=4,000m³/día

= 4.000 m³ =166.67 m³/ hora =2.78 m³/minuto = 0.05 m³/ segundo
 24 horas 60 minutos 60 segundos

Entonces la velocidad de operación de la Planta de Tratamiento = 0.05m³/segundo Funcionando en época seca.

6.3 Objetivo de la propuesta

Proponer una planta de tratamiento con tecnología innovadora que contribuya a minimizar el impacto



negativo de las aguas residuales que desembocan en el Lago de Amatitlán y río Michatoya proveyendo no sólo de la infraestructura sanitaria necesaria, sino también de todos espacios complementarios que permitan el buen funcionamiento y mantenimiento de la Planta. Así mismo, como parte integradora del proyecto, se plantea la posibilidad de recuperación del entorno inmediato a través de la proyección de áreas deportivas y recreativas para incentivar el desarrollo de actividades deportivas, sociales y culturales para contribuir con el fomento de turismo local del municipio.

6.4 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, específicamente en el sector noroeste del Lago de Amatitlán, en el Paseo Las Ninfas.

6.5 Análisis

6.5.1 Localización

Se plantea realizar el proyecto en el sector noroeste del Lago de Amatitlán. (Ver diagrama No. 4. Localización del Terreno, del Capítulo 5)

6.5.2 Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en el Paseo Las Ninfas ubicado en el sector noroeste del Lago de

Amatitlán. (Ver diagrama No. 5. Ubicación del terreno, del Capítulo 5)

6.5.3 Accesibilidad

El acceso tanto vehicular como peatonal se da por medio del. (Ver diagrama No. 1. Accesibilidad, del Capítulo 6).

6.5.4 Área del Terreno y Topografía

El terreno cuenta con el área necesaria para la construcción de la Planta de Tratamiento. Su topografía es uniforme y por encontrarse muy cerca de la playa del Lago de Amatitlán no posee pendiente considerable.

6.5.5 Vistas del entorno

(Ver diagrama No. 2. Vistas del Terreno y diagrama No.3. Vistas del Entorno, del Capítulo 6)

6.5.6 Uso de Suelo

- **Uso del suelo actual**

Gran parte del terreno actualmente no tiene ningún tipo de construcción. Sin embargo, cabe mencionar que existe una construcción de un parque abandonado por falta de fondos. Es importante hacer notar que el (los) propietario (s) de dicho terreno, tiene (n) como fin último desarrollar un proyecto que considere una Planta de Tratamiento para solventar parte de las problemáticas de la Ciudad.



- **Uso de suelo propuesto**

Para el desarrollo del siguiente proyecto y considerando las necesidades de la población, se ha determinado que las tipologías de uso de suelo a proponer serán orientadas de acuerdo a lo siguiente:

- **Ambiental**

El proyecto contribuirá grandemente al mejoramiento del medio ambiente en el área en el cual se va efectuar, actualmente existe una tendencia mundial a propuestas de mejoramiento del medio ambiente hacia las comunidades.

Contribuirá a la mejora del recurso hídrico en el área de Amatitlán.

- **Educacional**

Ya que se tiene como objetivo proponer una planta piloto de procesamiento de agua servidas que pueda ser replicada en los diferentes municipios del país, para lo cual se tendrán áreas de exposición, conferencias y visitas guiadas a través de los diferentes procesos de purificación de las aguas que permitirán a los diferentes alcaldes y autoridades la visualización de los espacios y equipos que se requieren para el tratado del agua ya que es obligatorio que cada municipio cuente con su propia planta de tratamiento de agua.

Con el fin de facilitar dichas actividades se propondrá un edificio que prevé alojamiento destinado a los alcaldes y corporaciones municipales que llegaran para conocer la

planta piloto de procesamiento de aguas residuales con nuevas tecnologías.

- **Cultural**

El proyecto tendrá áreas destinadas para el desarrollo de actividades culturales ya que actualmente no se cuentan con estas áreas en el municipio de Amatitlán requiriendo a utilizar calles no destinadas para el desarrollo de dichas actividades.

- **Social**

La ejecución del proyecto coadyuvara al Municipio de Amatitlán a reactivar la actividad Social y turística deteriorada por el mismo efecto producido por el alto grado de contaminación del Lago de Amatitlán que impedía el flujo del turismo que en años anteriores se tenía en los alrededores del Lago.

Se promoverá nuevamente la plusvalía de vivienda en los alrededores del Lago a sí mismo el comercio e industria artesanal de la región.

- **Impulso económico**

La economía del área será beneficiada con la atracción de nuevas inversiones hacia el comercio y la industria que serán nuevamente un foco de atracción por la calidad de mano de obra local.

6.5.7 Clima (soleamiento y viento dentro del terreno)

(Ver diagrama No. 4. Soleamiento y vientos, del Capítulo 6)



ACCESOS DEL TERRENO

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

- DELIMITACIÓN DEL TERRENO
- PASEO LAS NINFAS
- CALLE SECUNDARIA
- CALLE AMATITLÁN - VILLA NUEVA

NOTA: EL TERRENO ESCOGIDO SE ENCUENTRA UBICADO EN EL LLAMADO PASEO LAS NINFAS EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN.

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y
RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE ACCESOS DEL TERRENO

ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 6:
PROYECTO

DIAGRAMA:

1

104

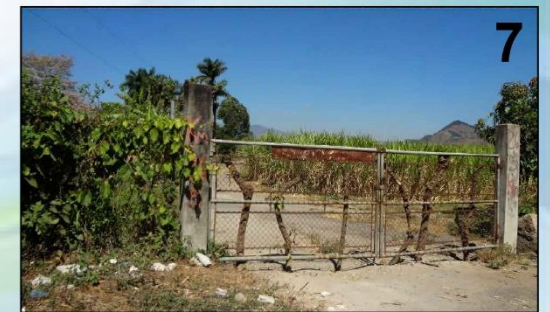
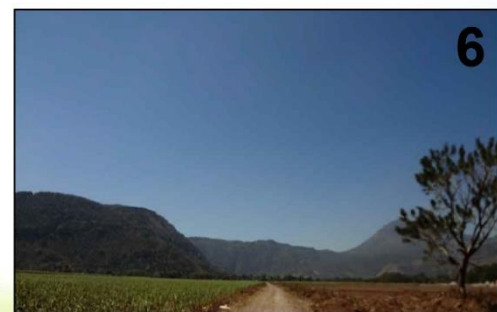
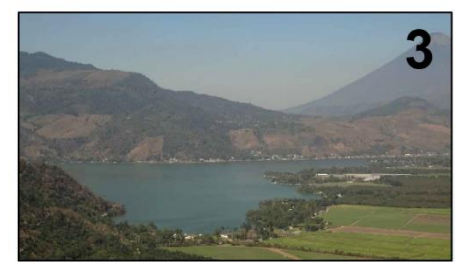


DELIMITACIÓN DEL TERRENO

"LAS NINFAS" SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA
█ DELIMITACIÓN DEL TERRENO

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
 "PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO
 CARNÉ: 1327108

FOTOGRAFÍAS DEL TERRENO

CAPÍTULO 6:
 PROYECTO
 DIAGRAMA:
 ESCALA:
 INDICADA

2



			<p>1</p>		
	<p>DELIMITACIÓN DEL TERRENO</p> <p>"LAS NINFAS" SIN ESCALA</p> <p>FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.</p> <p>SIMBOLOGÍA DELIMITACIÓN DEL TERRENO</p>	<p>2</p>			
<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>	
<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>	
	<p>UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO "PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"</p>		<p>JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO CARNÉ: 1327108</p>		<p>CAPÍTULO 6: PROYECTO DIAGRAMA: 3</p>
<p>FOTOGRAFÍAS DEL ENTORNO</p>			<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>106</p>	



SOLEAMIENTO Y VIENTOS

"LAS NINFAS"

SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA

 DELIMITACIÓN DEL TERRENO

 DIRECCIÓN DEL VIENTO

 DIRECCIÓN DEL SOL



SOL POR LA TARDE
(INCIDENCIA ALTA)



SOL POR LA MAÑANA
(INCIDENCIA BAJA)

NOTA: EL SOLEAMIENTO ES EN DIRECCIÓN ESTE
A OESTE 15° HACIA EL SUR.

LOS VIENTOS PREDOMINANTES EN AMATITLÁN
SON NOR-NOROESTE

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE GOOGLE EARTH, MAYO 2016.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y
RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO
CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE SOLEAMIENTO Y VIENTOS

ESCALA:
INDICADA

CAPÍTULO 6:
PROYECTO
DIAGRAMA:

4

107



6.6 Parámetros tecnológicos

100 KW* US\$ 0.10= US\$ 10.00

6.6.1 Premisas para Planta de tratamiento de agua con Electrocoagulación

- Precio de la potencia en el mercado Guatemalteco de acuerdo al Administrador del Mercado Mayorista (AMM) US\$ 8.90 KW/mes.
- Precio de la energía en el mercado spot promedio anual US\$ 0.80 KW/hora.
- Precio monomico a utilizar (combinación de potencia y energía) US\$ 0.10 KW/ hora.
- Potencia instalada por cámara de electrocoagulación 25 kW.
- Producción de agua tratada por cámara de electrocoagulación 1 m³ /hora = 10,000 litros/hora.
- Precios de producción por metro cubico/hora de tratada
25 agua KW=US\$ 2.50
US\$ 2.50 = 10,000 lts = 1 m³
US\$ 0.25 = 1,000 lts
- Cantidad de cámaras necesarias para la Planta de producción de aguas tratadas son 4 con potencia total instalada de 100 KW.
- Costo por hora de producción de la planta como referencia si se compra la energía el AMM con precio spot

Especificaciones -Planta de Tratamiento de Aguas Residuales		
Consumo(planta)	Almacenamiento(baterías)	Producción(Paneles solares)
4 Piletas x 25 KW c/u= 100 Kw	4 racks de baterías c/u 60 baterías	250 w x m2=
100 kw x 24 hrs = 2,400 Kwh/d	= 240 baterías x 10 Kw c/u =2,400Kw capacidad de almacenamiento	Para área de 400 m2 x 0.25= 100 Kw
En 30 días = 72,000 Kwh/mes		2x400m2=800 m2 x0.25 =200kw x 12 hrs =2400 Kwh día

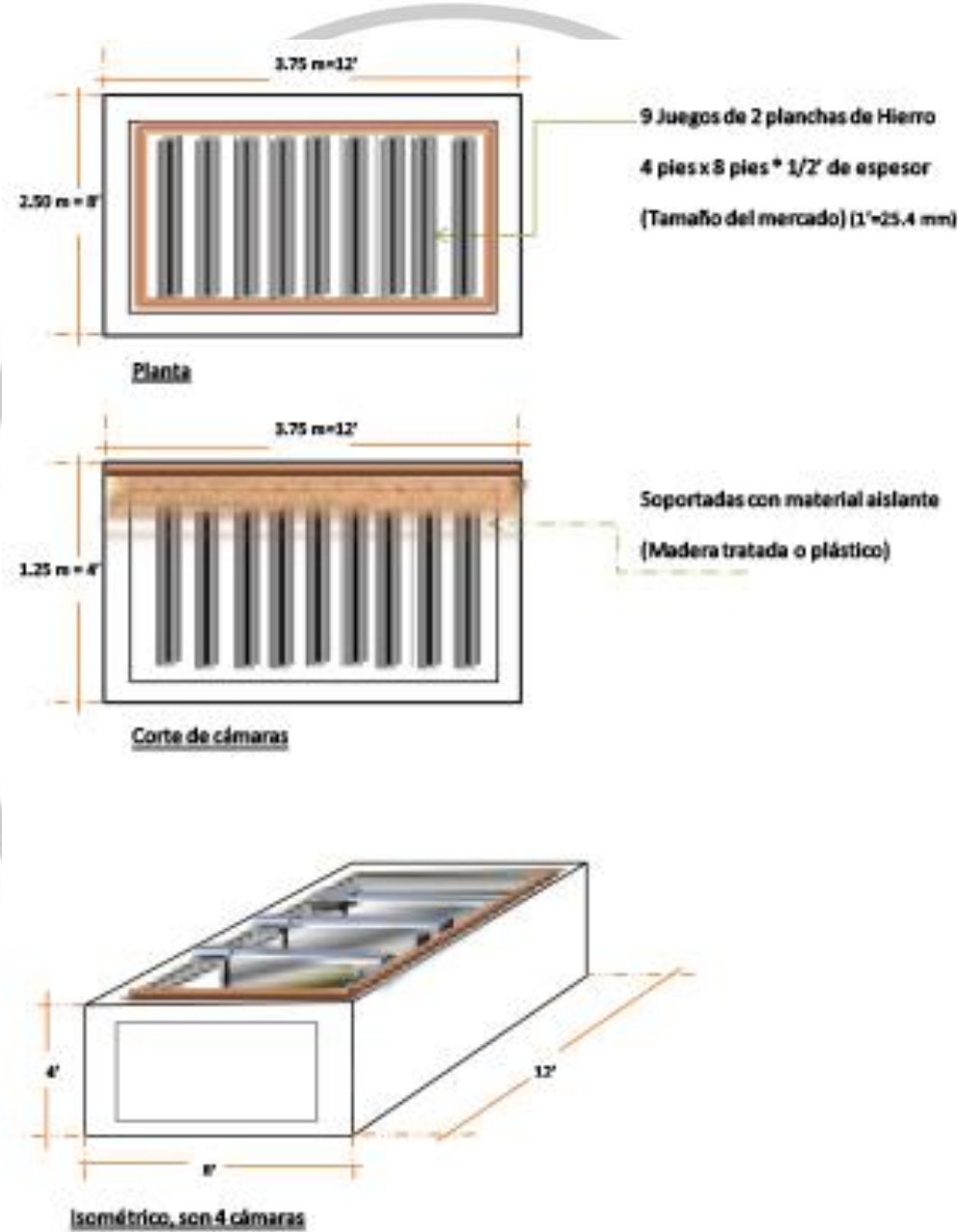
Tabla No. 9. Especificaciones. Fuente: Elaboración propia

6.6.2 Precio con paneles solares

- Producción diaria con 10 horas de iluminación = 10 KW/ h diarios
Precio c/u= US\$ 500.⁰⁰
Cantidad necesaria: 200
Inversión necesaria US\$ 100,000.
- Producción de agua tratada con paneles solares
4 cámaras c/u 25 KW= 100 kW
4 cámaras c/u 1 m³/hora = 4 m³/hora
24 horas producción= 96 m³ diarios
- Costo ahorrado con paneles solares
100 kW/ h = US\$10.00 kW/hora



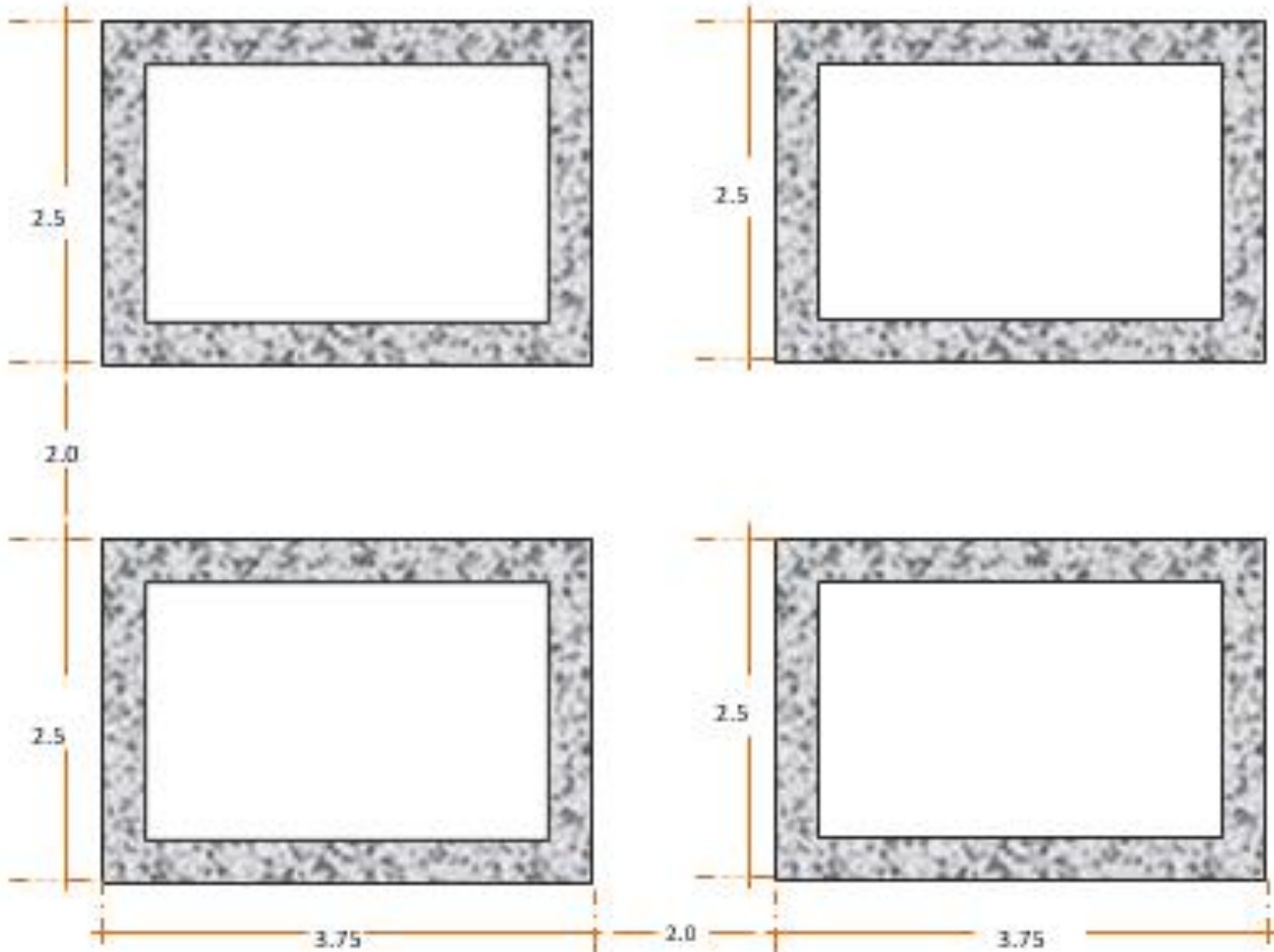
6.6.3 Área requerida para la instalación de cada cámara de electrocoagulación





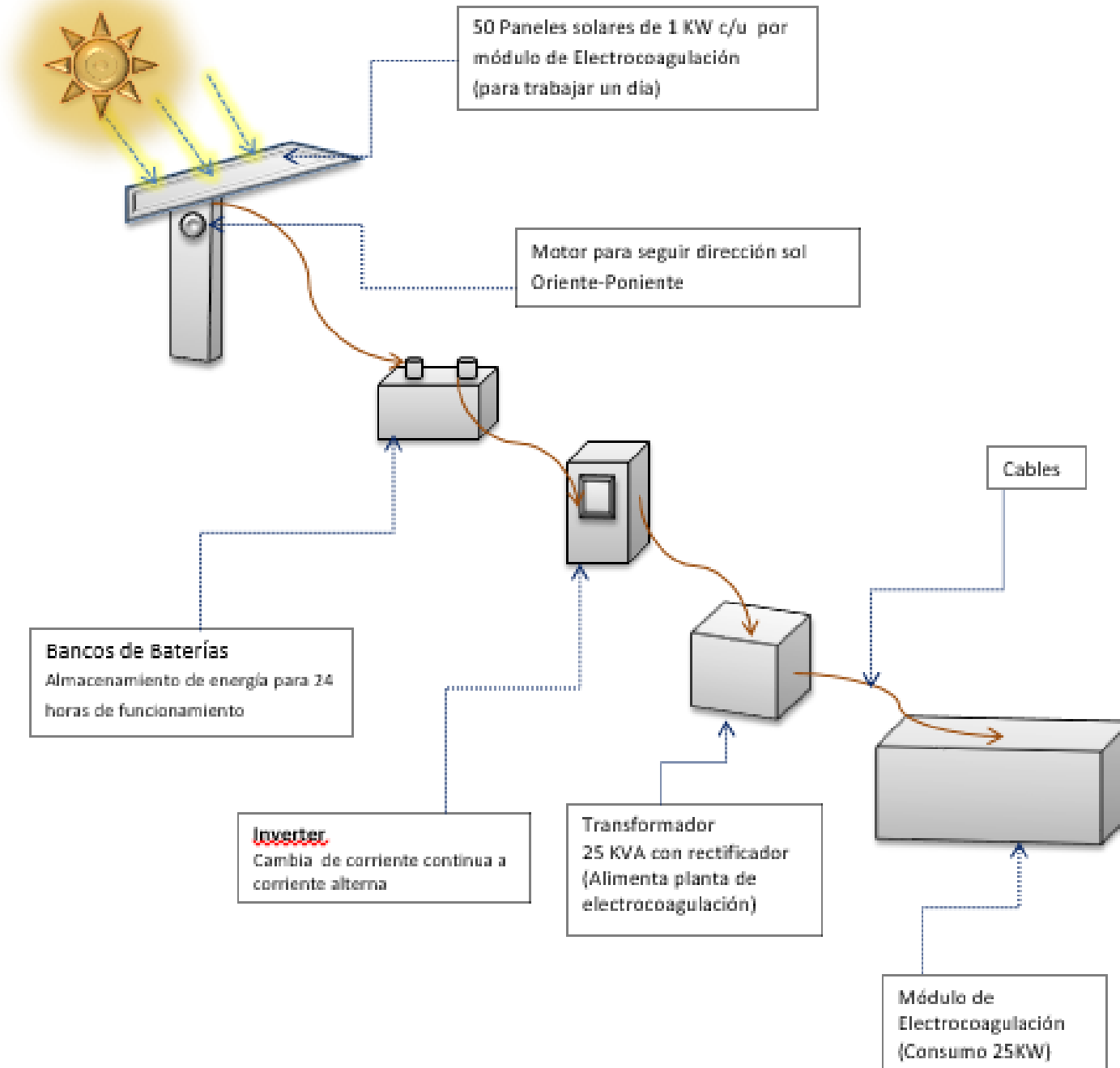
6.6.4 Terreno

Esquemas del área de terreno requerida para la instalación Típica de 4 piletas de Electrocoagulación de 2.5 x 3.75 c/u.





6.6.5 Principio de Operación





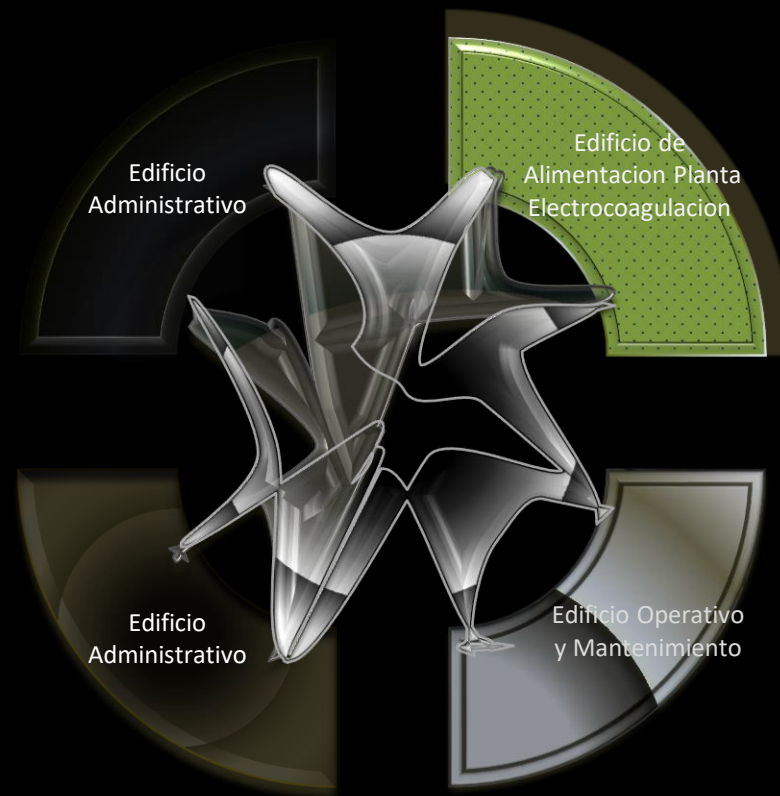
6.6.6 Distribucion de Edificios



- 1 Edificio de Alimentacion Planta Electrocoagulacion
- 2º Operativo y Mantenimiento
- 3 Edificio Cafeteria
- 4 Edificio Administrativo



6.6.7 Edificio de Alimentación planta electrocoagulación



- 1 Edificio de Alimentación Planta Electrocoagulación
- 2º Operativo y Mantenimiento
- 3 Edificio Cafeteria
- 4 Edificio Administrativo



6.6.8 Programa de Arquitectura

Nota: El programa de arquitectura fue realizado en base a la investigación de casos análogos, así como de diversas consultas realizadas a ingenieros sanitarios que se encuentran desarrollando proyectos con características similares.

Áreas requeridas para Planta de Tratamiento de Aguas Residuales				
PROGRAMA DE NECESIDADES				
No.	Descripción de Ambiente	M² por área	M² por área de circulación	M² total de áreas
1.0	Accesos Principales	582.00	116.40	698.40
1.1	Garita de seguridad	9.00	1.80	10.80
1.2	Área de parqueos	275.00	55.00	330.00
1.3	S.S.	50.00	10.00	60.00
1.4	Área Administrativa	100.00	20.00	120.00
1.5	Oficina para encargado de la planta	20.00	4.00	24.00
1.6	Secretaria	12.00	2.40	14.40
1.7	Oficina para Ingeniero Mecánico Industrial	16.00	3.20	19.20
1.8	Secretaria	12.00	2.40	14.40
1.9	Oficina para contador y jefe de personal	16.00	3.20	19.20
1.10	Secretaria	12.00	2.40	14.40
1.20	Cafetería	60.00	12.00	72.00
2.0	Área Operativa y Mantenimiento	670.00	134.00	804.00
2.1	Taller de herrería, mecánica y plomería	200.00	40.00	240.00
2.2	Bodega para productos químicos	150.00	30.00	180.00
2.3	Bodega para herramientas	100.00	20.00	120.00
2.4	Bodega para materiales de construcción	150.00	30.00	180.00
2.5	Mantenimiento	20.00	4.00	24.00
2.6	S.S.	50.00	10.00	60.00

Tabla No. 10. Programa de Arquitectura. **Fuente:** Elaboración propia



Áreas requeridas para Planta de Tratamiento de Aguas Residuales				
PROGRAMA DE NECESIDADES				
No.	Descripción de Ambiente	M² por área	M² por área de circulación	M² total de áreas
3.0	Área operativa para el trabajo del agua	4791.00	958.20	5749.20
3.1	Tanque inicial	718.65	143.73	862.38
3.2	Área de bombeo	239.55	47.91	287.46
3.3	Área para desarenado res	622.83	124.57	747.40
3.4	Área clasificador	431.19	86.24	517.43
3.5	Área para sistema de electrocoagulación	1197.75	239.55	1437.30
3.6	Área para tratamiento físico químico	527.01	105.40	632.41
3.7	Área para filtros pulidores	335.37	67.07	402.44
3.8	Área de tanques de salida de agua tratada	718.65	143.73	862.38
4.0	Malecón	0.00	0.00	0.00
4.1	Área de caminamiento peatonal			
4.2	Área de aparcamiento - lanchas y motos de agua			
4.3	Área de restaurante			
4.4	Laboratorio			
5.0	Áreas de emergencia	740.00	24.00	144.00
5.1	Planta de emergencia para funcionamiento de la planta	120.00	24.00	144.00
5.2	Áreas de circulación horizontal total del proyecto (+20% del área total)			
6.0	Áreas verdes	620.00		
ÁREA TOTAL REQUERIDA PARA EL PROYECTO		6783.00	1356.60	8139.60

Tabla No. 10. Programa de Arquitectura. Fuente: Elaboración propia



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



6.7

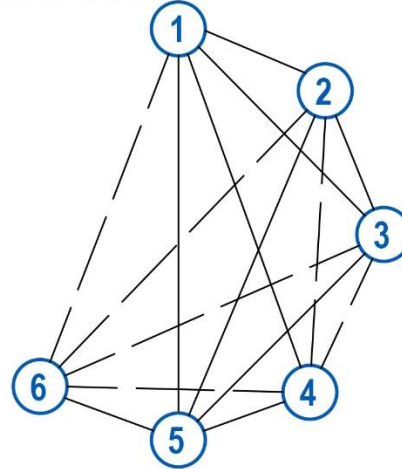
ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO



DIAGRAMA DE INTERACCIONES

NOMENCLATURA

- ① Accesos principales
- ② Área operativa y mantenimiento
- ③ Área operativa para el trabajo del agua
- ④ Malecón
- ⑤ Áreas de emergencia
- ⑥ Áreas verdes



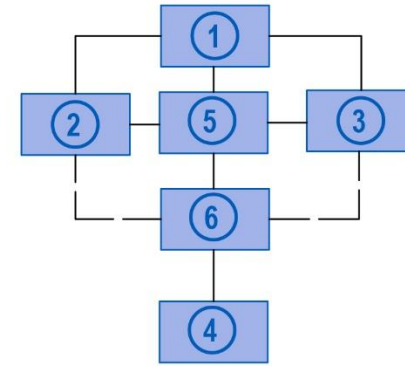
SIMBOLOGÍA

——— RELACIÓN DIRECTA
 - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE RELACIONES

NOMENCLATURA

- ① Accesos principales
- ② Área operativa y mantenimiento
- ③ Área operativa para el trabajo del agua
- ④ Malecón
- ⑤ Áreas de emergencia
- ⑥ Áreas verdes



SIMBOLOGÍA

——— RELACIÓN DIRECTA
 - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE DOBLE ENTRADA

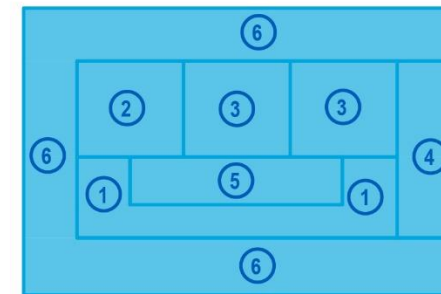
No.	Área Operativa y Mantenimiento	1	2	3	4	5	6
1	Accesos principales		■	■	■	■	■
2	Área operativa y mantenimiento			■	■	■	■
3	Área operativa para el tratamiento del agua				■	■	■
4	Malecón					■	■
5	Áreas de emergencia					■	■
6	Áreas verdes						■

Relación Directa ■
 Relación Indirecta ■

DIAGRAMA DE BLOQUES

NOMENCLATURA

- ① Accesos principales
- ② Área operativa y mantenimiento
- ③ Área operativa para el trabajo del agua
- ④ Malecón
- ⑤ Áreas de emergencia
- ⑥ Áreas verdes



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMAS DE RELACIONES

"CONJUNTO"

CAPÍTULO 6:
 PROYECTO
 DIAGRAMA:

5

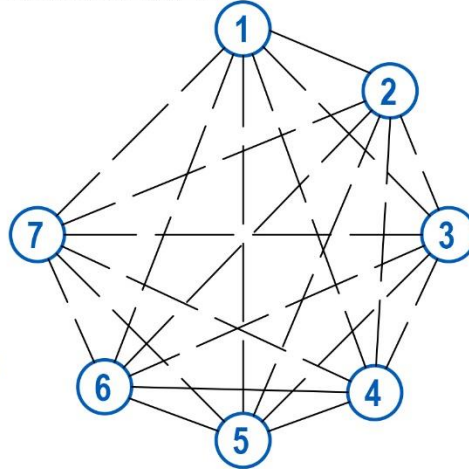
ESCALA:
 SIN ESCALA



DIAGRAMA DE INTERACCIONES

NOMENCLATURA

- ① Garita de Seguridad
- ② Área de parqueos
- ③ Área Administrativa
- ④ Oficina encargado de planta
- ⑤ Oficina Ingeniero Mecánico Industrial
- ⑥ Oficina para contador y jefe de personal
- ⑦ Cafetería



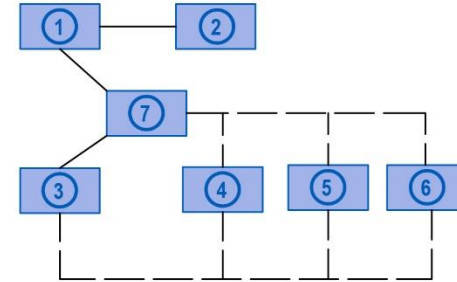
SIMBOLOGÍA

——— RELACIÓN DIRECTA
 - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE RELACIONES

NOMENCLATURA

- ① Garita de Seguridad
- ② Área de parqueos
- ③ Área Administrativa
- ④ Oficina encargado de planta
- ⑤ Oficina Ingeniero Mecánico Industrial
- ⑥ Oficina para contador y jefe de personal
- ⑦ Cafetería



SIMBOLOGÍA

——— RELACIÓN DIRECTA
 - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE DOBLE ENTRADA

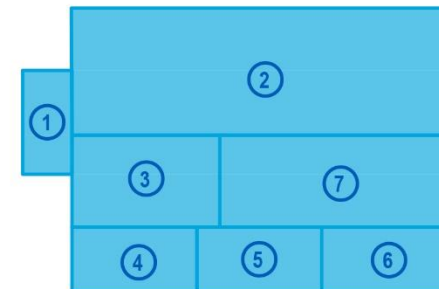
No.	Accesos Principales	1	2	3	4	5	6	7
1	Garita de seguridad							
2	Área de parqueos							
3	Área Administrativa							
4	Oficina para encargado de la planta							
5	Oficina para Ingeniero Mecánico Industrial							
6	Oficina para contador y jefe de personal							
7	Cafetería							

Relación Directa
 Relación Indirecta

DIAGRAMA DE BLOQUES

NOMENCLATURA

- ① Garita de Seguridad
- ② Área de parqueos
- ③ Área Administrativa
- ④ Oficina encargado de planta
- ⑤ Oficina Ingeniero Mecánico Industrial
- ⑥ Oficina para contador y jefe de personal
- ⑦ Cafetería



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMAS DE RELACIONES

"ACCESOS PRINCIPALES"

CAPÍTULO 6:
 PROYECTO

DIAGRAMA:

6

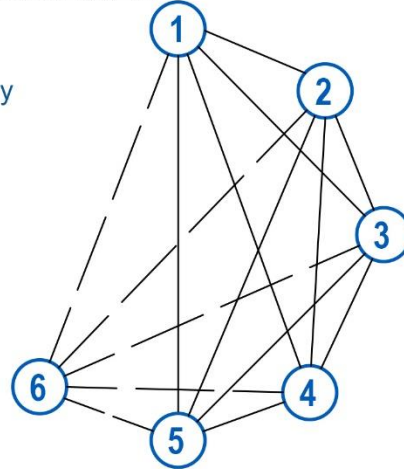
ESCALA:
 SIN ESCALA



DIAGRAMA DE INTERACCIONES

NOMENCLATURA

- ① Taller de herrería, mecánica y plomería
- ② Bodega para productos químicos
- ③ Bodega para herramientas
- ④ Bodega para materiales de construcción
- ⑤ Mantenimiento
- ⑥ S.S.



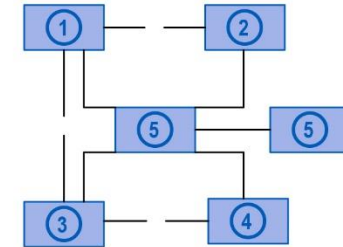
SIMBOLOGÍA

——— RELACIÓN DIRECTA
 - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE RELACIONES

NOMENCLATURA

- ① Taller de herrería, mecánica y plomería
- ② Bodega para productos químicos
- ③ Bodega para herramientas
- ④ Bodega para materiales de construcción
- ⑤ Mantenimiento
- ⑥ S.S.



SIMBOLOGÍA

——— RELACIÓN DIRECTA
 - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE DOBLE ENTRADA

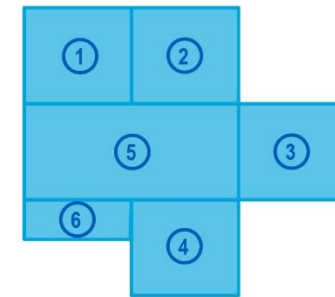
No.	Area Operativa y Mantenimiento	1	2	3	4	5	6
1	Taller de herrería, mecánica y plomería		■	■	■	■	■
2	Bodega para productos químicos			■	■	■	■
3	Bodega para herramientas				■	■	■
4	Bodega para materiales de construcción					■	■
5	Mantenimiento						■
6	S.S.						■

Relación Directa ■
 Relación Indirecta ■

DIAGRAMA DE BLOQUES

NOMENCLATURA

- ① Taller de herrería, mecánica y plomería
- ② Bodega para productos químicos
- ③ Bodega para herramientas
- ④ Bodega para materiales de construcción
- ⑤ Mantenimiento
- ⑥ S.S.



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMAS DE RELACIONES

"ÁREA OPERATIVA Y MANTENIMIENTO"

CAPÍTULO 6:
 PROYECTO
 DIAGRAMA:

7

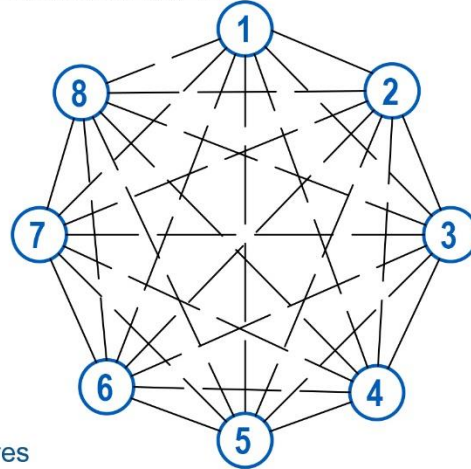
ESCALA:
 SIN ESCALA



DIAGRAMA DE INTERACCIONES

NOMENCLATURA

- ① Tanque inicial
- ② Área de bombeo
- ③ Área para desarenadores
- ④ Área clasificador
- ⑤ Área para sistema de electrocoagulación
- ⑥ Área para tratamiento físico químico
- ⑦ Área para filtros pulidores
- ⑧ Área de tanques de salida de agua tratada



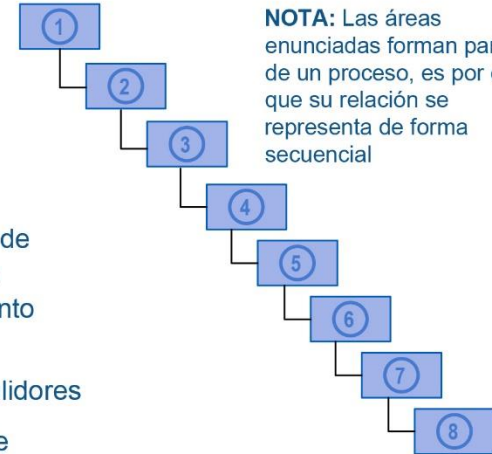
SIMBOLOGÍA

————— RELACIÓN DIRECTA
 - - - - - RELACIÓN INDIRECTA

NOMENCLATURA

- ① Tanque inicial
- ② Área de bombeo
- ③ Área para desarenadores
- ④ Área clasificador
- ⑤ Área para sistema de electrocoagulación
- ⑥ Área para tratamiento físico químico
- ⑦ Área para filtros pulidores
- ⑧ Área de tanques de salida de agua tratada

DIAGRAMA DE RELACIONES



NOTA: Las áreas enunciadas forman parte de un proceso, es por ello que su relación se representa de forma secuencial

SIMBOLOGÍA

————— RELACIÓN DIRECTA
 - - - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE DOBLE ENTRADA

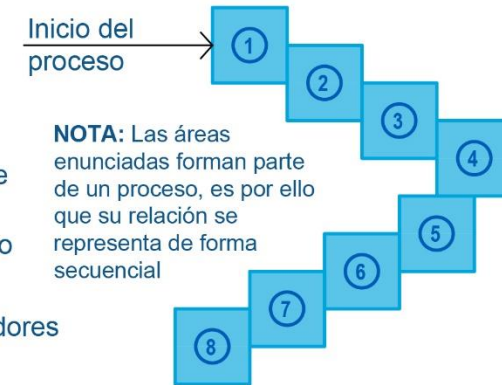
No.	Accesos Operativa para el Tratamiento del Agua	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Tanque inicial		■						
2	Área de bombeo			■					
3	Área para desareando res				■				
4	Área clasificador					■			
5	Área para sistema de electrocoagulación						■		
6	Área para tratamiento físico químico							■	
7	Área para filtros pulidores								■
8	Área de tanques de salida de agua tratada								

■ Relación Directa
 ■ Relación Indirecta

NOMENCLATURA

- ① Tanque inicial
- ② Área de bombeo
- ③ Área para desarenadores
- ④ Área clasificador
- ⑤ Área para sistema de electrocoagulación
- ⑥ Área para tratamiento físico químico
- ⑦ Área para filtros pulidores
- ⑧ Área de tanques de salida de agua tratada

DIAGRAMA DE BLOQUES



NOTA: Las áreas enunciadas forman parte de un proceso, es por ello que su relación se representa de forma secuencial



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMAS DE RELACIONES

"ÁREA OPERATIVA PARA EL TRABAJO DEL AGUA"

CAPÍTULO 6:
 PROYECTO

DIAGRAMA:

8

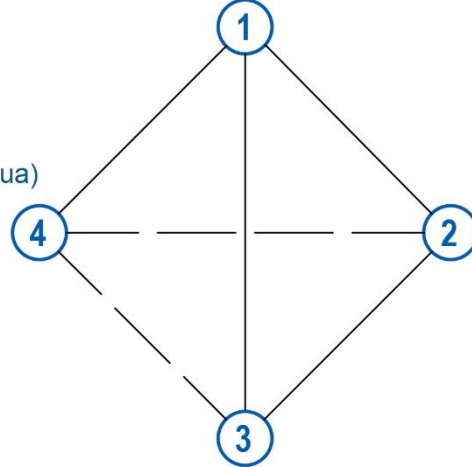
ESCALA:
 SIN ESCALA



DIAGRAMA DE INTERACCIONES

NOMENCLATURA

- ① Área de caminamiento peatonal
- ② Área de aparcamiento (lanchas y motos de agua)
- ③ Área de restaurante
- ④ Laboratorio



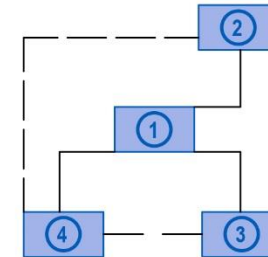
SIMBOLOGÍA

——— RELACIÓN DIRECTA
 - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE RELACIONES

NOMENCLATURA

- ① Área de caminamiento peatonal
- ② Área de aparcamiento (lanchas y motos de agua)
- ③ Área de restaurante
- ④ Laboratorio



SIMBOLOGÍA

——— RELACIÓN DIRECTA
 - - - RELACIÓN INDIRECTA

DIAGRAMA DE DOBLE ENTRADA

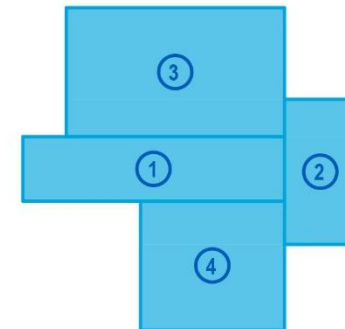
No.	Malecón	1	2	3	4
1	Área de caminamiento peatonal		■	■	■
2	Área de aparcamiento - lanchas y motos de agua			■	■
3	Área de restaurante				■
4	Laboratorio				

Relación Directa ■
 Relación Indirecta ■

DIAGRAMA DE BLOQUES

NOMENCLATURA

- ① Área de caminamiento peatonal
- ② Área de aparcamiento (lanchas y motos de agua)
- ③ Área de restaurante
- ④ Laboratorio



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMAS DE RELACIONES

"MALECÓN"

CAPÍTULO 6:
 PROYECTO

DIAGRAMA:

9

ESCALA:
 SIN ESCALA



6.8 Lineamientos: descripción de algunos ambientes.

Para el diseño del presente Proyecto se tomarán en consideración ciertos lineamientos arquitectónicos con el fin de realizar un planteamiento el cual cumpla con los requerimientos básicos de una arquitectura óptima para los usuarios del mismo.

A continuación se describirán algunas de las directrices que se considerarán en el diseño:

6.8.1 Producción de energía

Un sistema de paneles solares ubicados en los techos de los edificios proveerá un sistema de energía eléctrica alternativa a la red de suministro local, que en caso de falla de la red permitirá un suministro de energía para lámparas interiores y exteriores en las áreas más importantes del proyecto, y que serán alimentados por corriente alterna a través de un inverter que provea corriente alterna en 12 voltios, y voltaje de corriente continua de los paneles solares que mantendrán cargadas las baterías de 12 voltios de ciclo profundo que alimentaran a su vez al inverter, este sistema permitirá también tener energía para las alarmas y el sistema de computación.

Nota: Para la presente investigación el cálculo de la capacidad de paneles solares no se realizará debido a que dicha propuesta deberá ser analizada por profesional especializado en dicha área.

6.8.2 Usos de suelo

Según el INAB (Instituto nacional de bosques) se requiere que al formalizarse la solicitud para el cambio del uso de suelo de un terreno que se utilizará como en este caso para un proyecto social, cultural, educacional y ambiental se solicita que en la información que se acompañe a la solicitud se indique que porcentaje del terreno se conservará en una forma natural o con un bosque cultivado, esto servirá para garantizar un proyecto ambientalmente adecuado para la convivencia humana.

6.8.3 Áreas a conservar

Los espacios que se deben conservar a efecto de mantener un ambiente ecológico y armonioso con la naturaleza, se requiere el planteamiento de un alto porcentaje del área total existente, en las cuales se incluya jardines cultivados.

6.8.4 Equipamiento

Sistema de agua potable

- **Pozo mecánico** (con un diámetro de 10" y 150' de profundidad para lograr con una bomba de 40hp, aproximadamente 800 galones x mint.) con espacio para entrada de camión para servicio de limpieza (de 4x15 metros).



- **Sistema de clorización en línea** a efecto de que al operar el pozo, transporte el cloro necesario para potabilizar el agua.
- **Tanque cisterna** será construido de concreto reforzado con una losa para evitar que los rayos solares permitan el crecimiento y desarrollo de algas.
- **Sistema de bombeo hidroneumático** este sistema permite conservar una presión constante de un máximo de 40psi (libras por pulgada cuadrada) y un mínimo de 25psi (libras por pulgada cuadrada).

6.8.5 Sistema de aguas servidas

- La planta de tratamiento de aguas negras consistirá de una reja limpiadora de basura, un tanque clarificador para separación de lodos, un tanque de sedimentación para que los lodos bajen al fondo y se puedan desalojar del tanque.
- Sistema anaeróbico de tratamiento por medio de bacterias que ayuden a la descomposición de desechos orgánicos en el agua.
- Filtro pulidor está compuesto de diferentes tipos de arenas, grava, y pedrín en granulometría descendente para la reutilización del agua tratada en sistemas de riego.

6.8.6 Sistema de captación de aguas lluvias

La captación de las aguas de lluvias provenientes de los techos será canalizada a través de tuberías separadas de las de aguas servidas, para la conducción hacia un tanque receptor que permita aprovechar el agua en actividades de limpieza y mantenimiento.

6.8.7 Iluminación y ventilación natural

Se considerará que los ambientes posean iluminación y ventilación natural con el fin de reducir la climatización artificial.

Para ello se tomarán tratamientos pasivos, tales como orientación adecuada de las edificaciones, ventilación cruzada, uso de parteluces en casos en donde sea necesarios, manejo adecuado de alturas, materiales que contribuyan con el confort térmico, entre otros; todo ello con el fin de crear ambientes agradables para los usuarios.

6.8.8 Condiciones óptimas para personas con capacidades especiales

El proyecto comprenderá áreas necesarias con las condiciones ideales para que personas con capacidades especiales puedan tener acceso a todos los ambientes comunes y de recreación.

6.8.9 Áreas deportivas

Se ha logrado determinar que las áreas recreativas aledañas al proyecto poseen áreas deportivas que no cumplen con los requisitos arquitectónicos ideales para



su óptimo funcionamiento. Es por ello que el presente proyecto pretende proporcionar los espacios ideales para que las actividades recreativas y de deporte se lleven a cabo de una forma plenamente funcional.

6.8.10 Área de aparcamiento de lanchas

El proyecto tiene considerado realizar una propuesta de aparcamiento de lanchas y motos acuáticas para lo cual se considerarán espacios con las siguientes dimensiones:

- Lanchas:
- Motos acuáticas:

6.8.11 Materiales

Se utilizarán materiales propios de la región con el fin de reducir el impacto negativo que otros materiales puedan ocasionar al lugar.

6.8.12 Imagen arquitectónica

La imagen y carácter arquitectónico del proyecto contendrá un aspecto moderno pero a la vez respetuoso con el entorno urbano y natural existente.

6.8.13 Relación Medio Construido y Medio Natural

Se considerará, en la mayor medida de lo posible, que exista una interrelación armoniosa entre el espacio construido y el espacio natural. Se propondrán por ello espacios comunes y recreativos en los que los usuarios puedan desarrollar al aire libre.

6.8.14 Parámetros de Diseño

La Planta tendrá una capacidad de tratamiento de acuerdo a los parámetros entregados y requeridos según sea la demanda del solicitante, teniendo en cuenta que (la planta modular tiene un flujo máximo 25 m³/h). Las características de las aguas residuales (crudas, sin tratar) que ingresen a La Planta, no superaran los siguientes parámetros:

DBO5 (Demanda Biológica de Oxígeno): 350 - 600 mg/l

DQO: (Demanda Bioquímica) 700- 1000 mg/l

Sólidos Suspendedos: 100-150 mg/l

pH: 8-10 U.I. (Unidades Internacionales),

(Lago de Amatitlán tiene un pH por encima de 8 ya que se encuentra en un ambiente ácido por residuos vegetales e industriales)

Color: 100- 150 U.I.

Flujo horario: 25 m³/h

Flujo diario: 600 m³/día

Nota: Se consideró una planta modular de 25 m³/h, para que se pueda realizar la compra parcial por módulos. Estos parámetros de diseño son producto de diversas consultas realizadas a ingenieros sanitarios que se encuentran desarrollando proyectos con características similares. Cabe mencionar que los parámetros de diseño están sujetos a cálculos y diseño del profesional especializado en dicha área.



6.8.15 Descripción del Proceso de Tratamiento

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales funciona bajo el principio conocido como "**Electrocoagulación**". Este proceso, puede ser definido como la desestabilización de especies químicas suspendidas o disueltas en una solución, producto de la aplicación de una diferencia de potencial eléctrico a través de un sistema cátodo -ánodo inmerso en la solución antes mencionada.

A consecuencia y en el transcurso de dicho proceso electrolítico, las especies catódicas producidas por el ánodo entran a la solución, reaccionando con las demás especies formando óxidos metálicos y precipitando los respectivos hidróxidos, que serán separados posteriormente mediante un sistema de sedimentación para transformar las aguas residuales en un líquido cristalino e inodoro.

El agua residual, que ingresa a la planta es tratada en menos de una hora promedio, para dejarla en condiciones de ser utilizada en riego, descargarla a un curso superficial, o para ser reutilizada en el proceso de acuerdo a las exigencias de calidad requeridas.

La Planta de tratamiento se compone básicamente de: Una Etapa de Pre tratamiento y Ecuilización, para separar los sólidos no degradables e impulsar el afluente a un caudal constante, a una Etapa de Electroquímica para la coagulación de la materia orgánica e inorgánica, de una Etapa de Sedimentación para la separación de la fase sólida/líquida y obtener un afluente cristalino sin

olor y finalmente de una Etapa de Filtración (Filtro Arena).

Opcionalmente:(Se puede recomendar que se considere una etapa de Post Tratamiento mediante Oxidación Avanzada), en base a ozono, peróxido de hidrogeno y Luz Ultravioleta, para remoción de trazas de materia orgánica e inorgánica en términos de la DBO/DQO, y bajar la intensidad del color, obteniendo una calidad de agua para cumplir con las normativas ambientales o ser utilizada en el proceso productivo.

6.8.16 Descripción del Sistema de Tratamiento

A. Estanque de Ecuilización

El primer paso en el Tratamiento de aguas Residuales, consiste en la separación de sólidos gruesos, haciendo pasar el flujo a través de un equipo separador mecánico de sólidos finos, en este caso un Tambor Rotatorio.

Para dar presión y regular el caudal de ingreso a las celdas de Electro coagulación de la Planta de Tratamiento producto de los Flujos, se debe considerar en el estanque de ecuilización un sistema de bombeo, este sistema regulara dichos flujos a una tasa de ingreso constante de acuerdo a la capacidad de diseño de la planta.

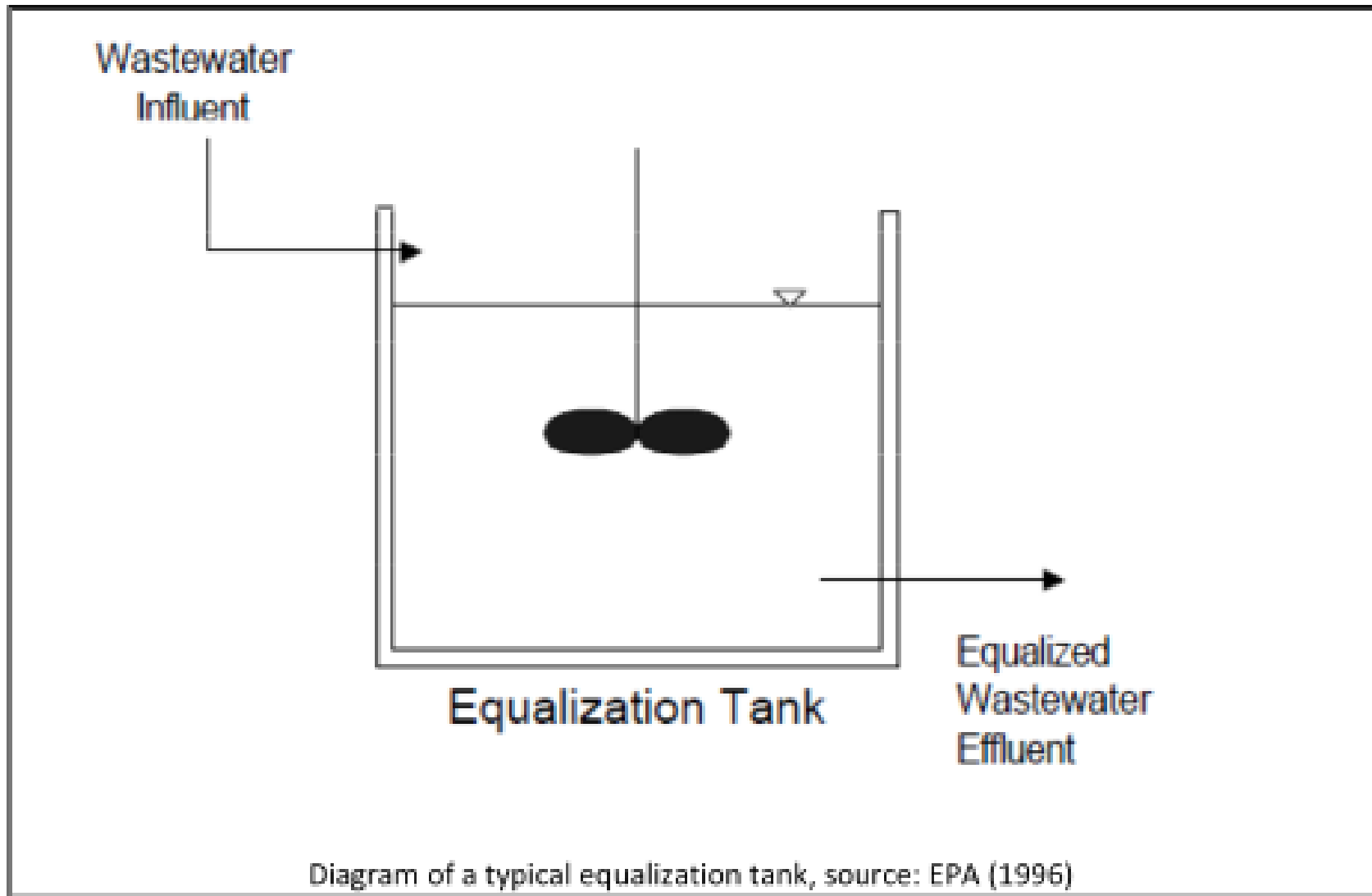


Imagen No. 45. Estanque de Ecuación. Fuente:

http://paginas.fe.up.pt/~coroado/wiki.php?id=es:technologies:unit_processes:primary_treatments. Fecha de consulta: 1 de diciembre de 2016

B. Ajuste de pH y Conductividad (mediante sal) antes del ingreso del flujo a las celdas.

El agua a tratar viene a un pH entre 8 a 9, el cual se debe ajustar a un pH de 7 a 8, en este caso con ácido sulfúrico, que se aplica en forma automática con un controlador y regulador de pH.

C. Celdas de Electrocoagulación

El proceso se lleva a cabo en la celda de electrocoagulación, donde se encuentran los electrodos de hierro (Opcional de Aluminio) dispuestos uniformemente en el estanque, y se le aplica una diferencia de potencial eléctrico, provocando la desestabilización de las partículas disueltas presentes en las aguas residuales.

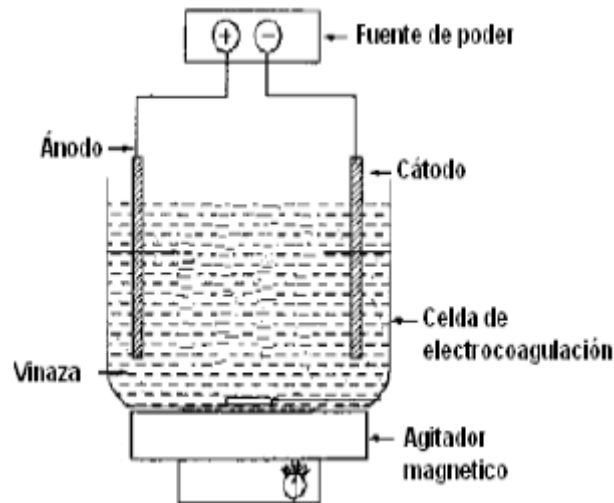


Imagen No. 46. Celda de electrocoagulación. Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos99/procesos-y-productos-electroquimicos-tratamiento-aguas/procesos-y-productos-electroquimicos-tratamiento-aguas.shtml>. Fecha de consulta: 1 de

D. Mezcla y Acondicionamiento

Se considera la adición de polímero en forma automática con una bomba dosificadora, para aumentar el tamaño del coagulo en el estanque para su posterior decantación en estanque de sedimentación.

E. Sedimentación

Se puede dividir en dos partes la inferior que posee paredes en ángulos de 60° donde se acumula el lodo formado, y la parte superior también de paredes inclinadas donde se disponen las placas tipo lamellas las cuales ayudan en el proceso de decantación.

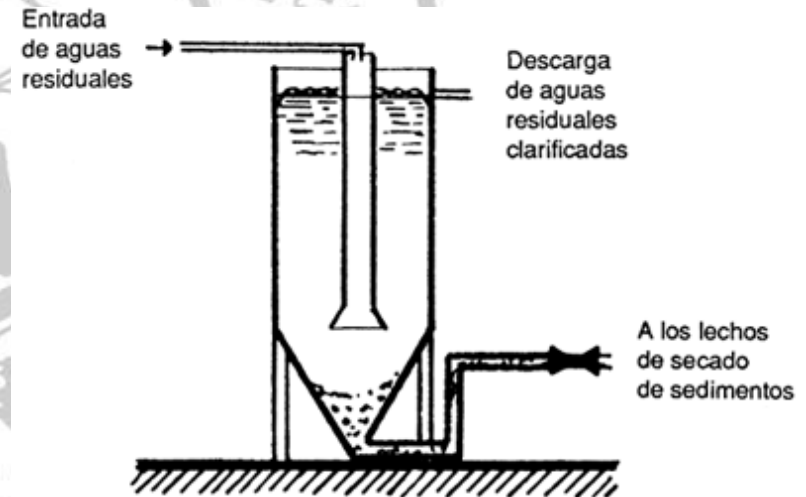


Imagen No. 47. Sedimentación. Fuente: <http://www.fao.org/docrep/004/T0566S/T0566S14.htm>. Fecha de consulta: 1 de diciembre de 2016

F. Tanque de acumulación y Disposición de Lodos para su deshidratación.

Este acumula, almacena y estabiliza los lodos provenientes de Sedimentador para impulsarlos al equipo tipo Filtro Prensa.

G. Etapa de Oxidación Avanzada(Opcional)

El objetivo de este sistema complementario es permitir remover mediante una oxidación avanzada y acelerada, trazas de materia orgánica e inorgánica (Hierro disuelto, color, etc.) que pudieran pasar del sistema de Electrocoagulación, mejorando la calidad de agua tratada y dejándola en condiciones para ser reutilizada.

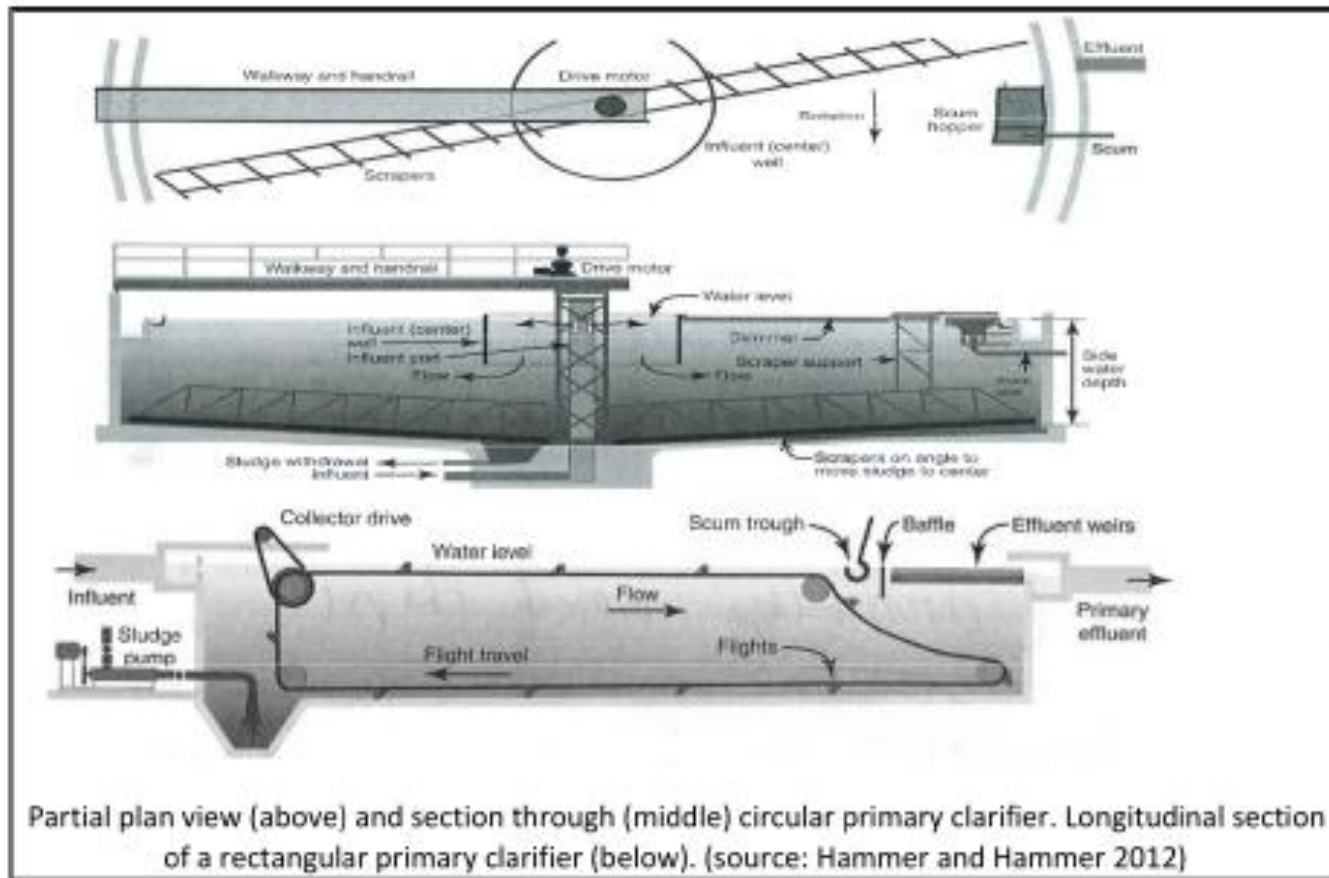


Imagen No. 48. Tanque de acumulación y Disposición de Lodos para su deshidratación. **Fuente:**

http://paginas.fe.up.pt/~coroado/wiki.php?id=es:technologies:unit_processes:primary_treatments. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016



6.9 Conceptualización



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y RECUPERACIÓN DEL ENTORNO INMEDIATO"

JAZMÍN ARGENTINA GÓMEZ PLATERO

CARNÉ: 1327108

DIAGRAMA DE CONCEPTUALIZACIÓN

ESCALA:
SIN ESCALA

CAPÍTULO 6:
 PROYECTO
 DIAGRAMA:

10



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala



6.10

PROYECTO ARQUITECTÓNICO
PLANOS DE ARQUITECTURA



PLANTA CONJUNTO
ESC 1:1250



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA

1



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

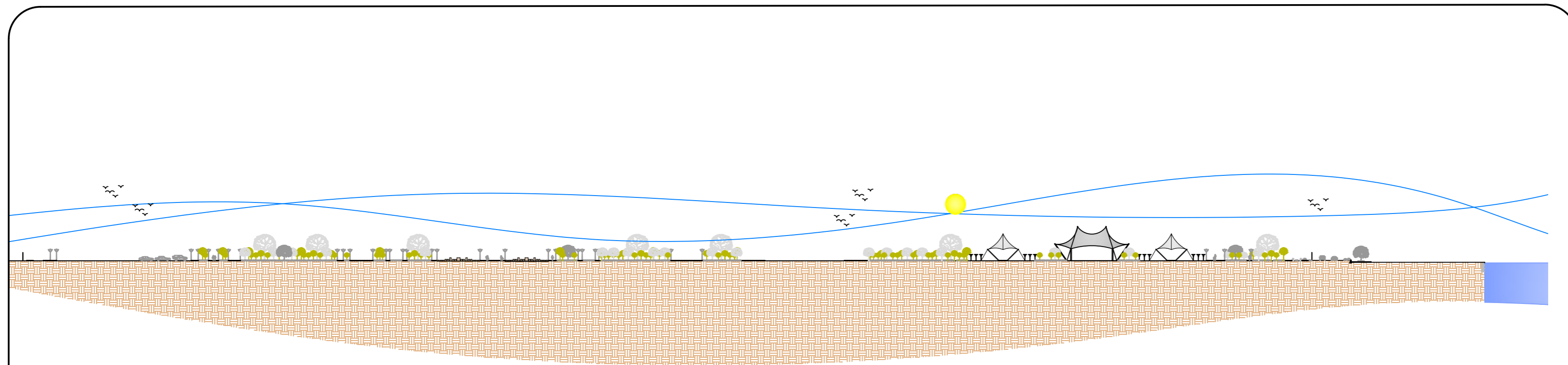
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

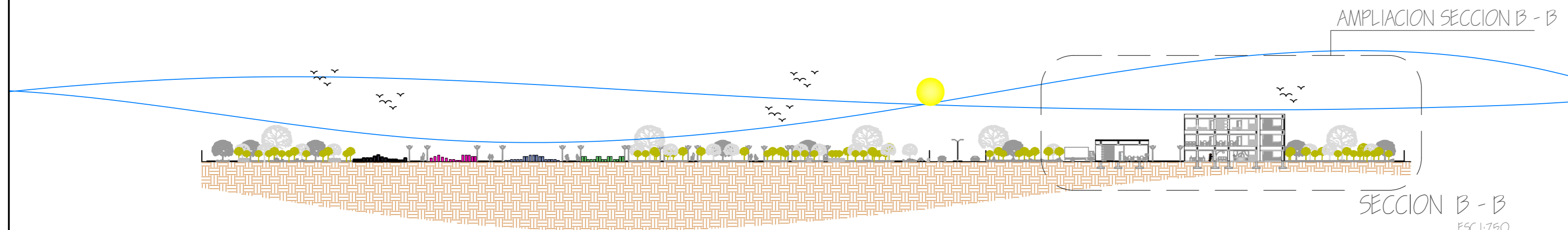
ESCALA INDICADA

HOJA

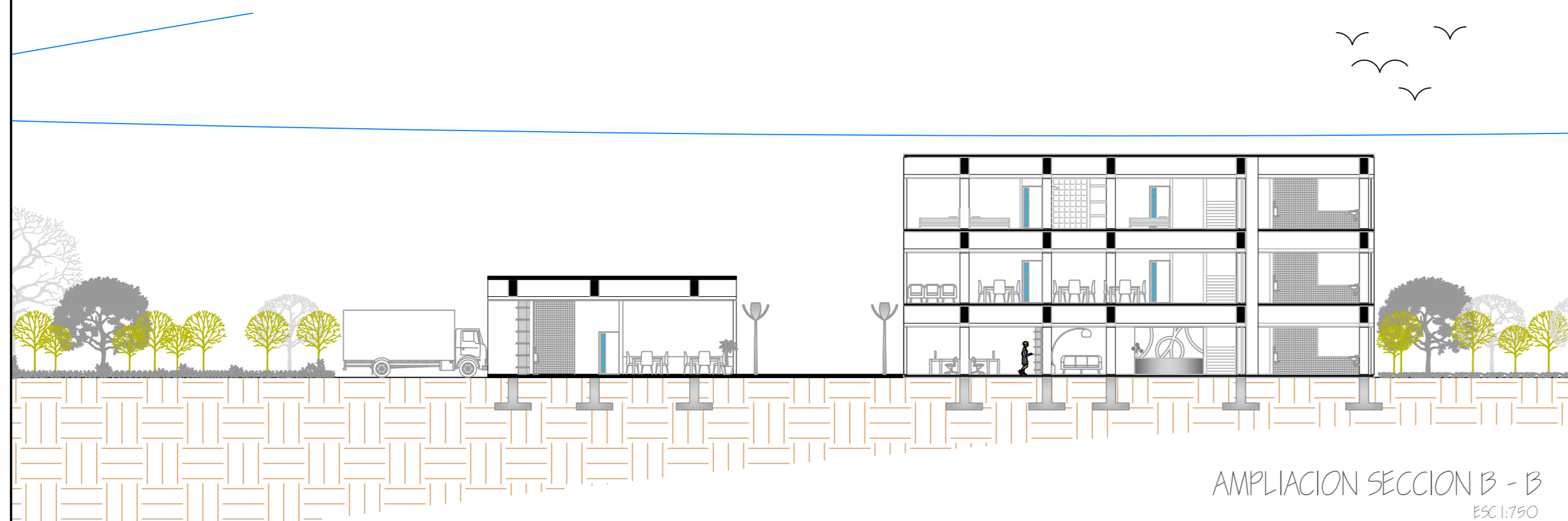
2



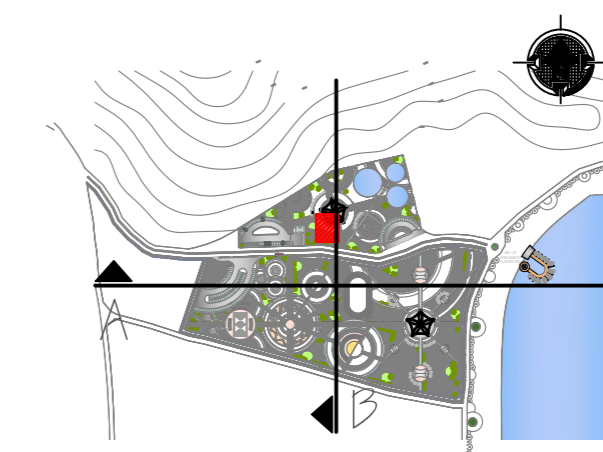
SECCION A - A
ESC 1:1000



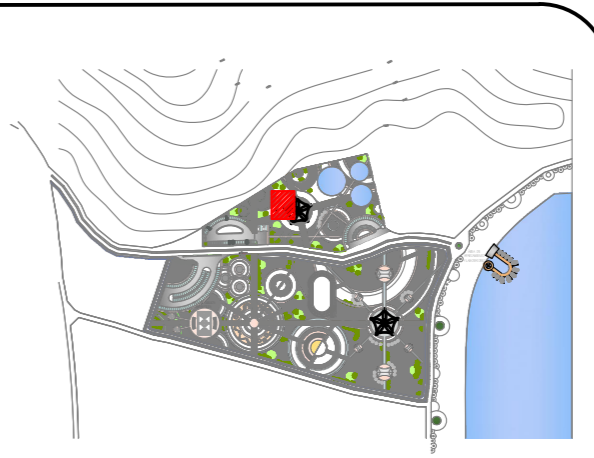
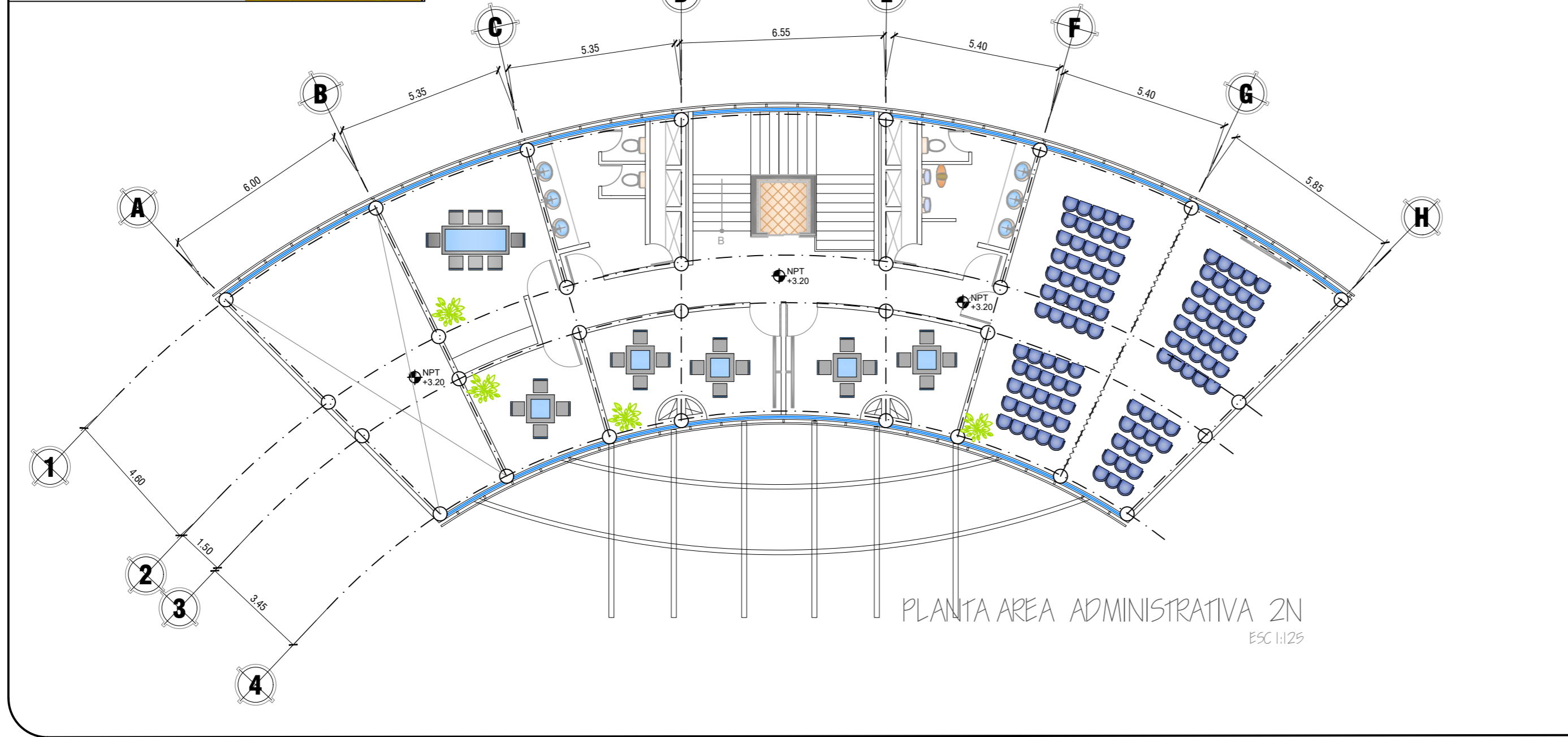
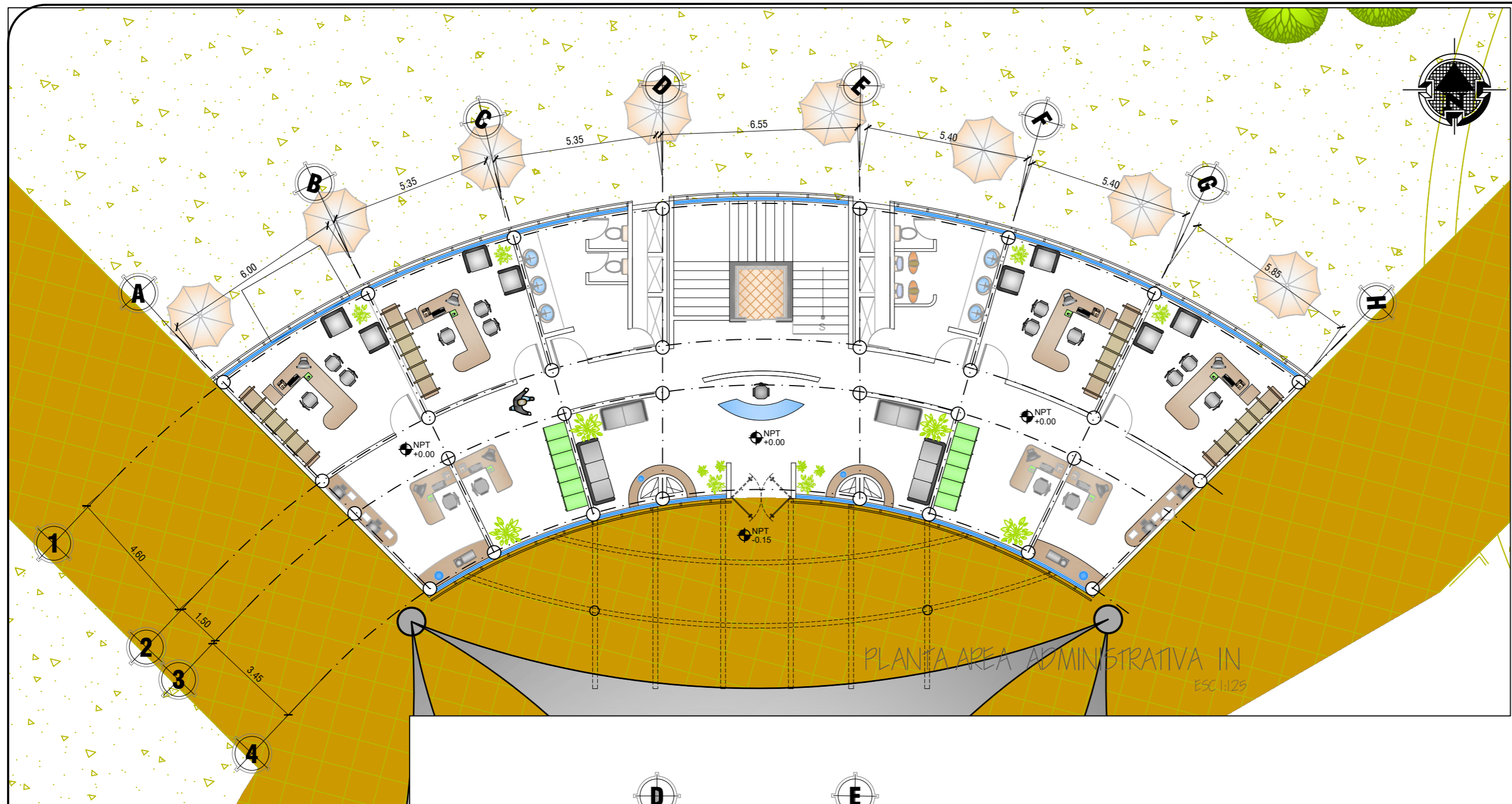
SECCION B - B
ESC 1:750



AMPLIACION SECCION B - B
ESC 1:750



PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



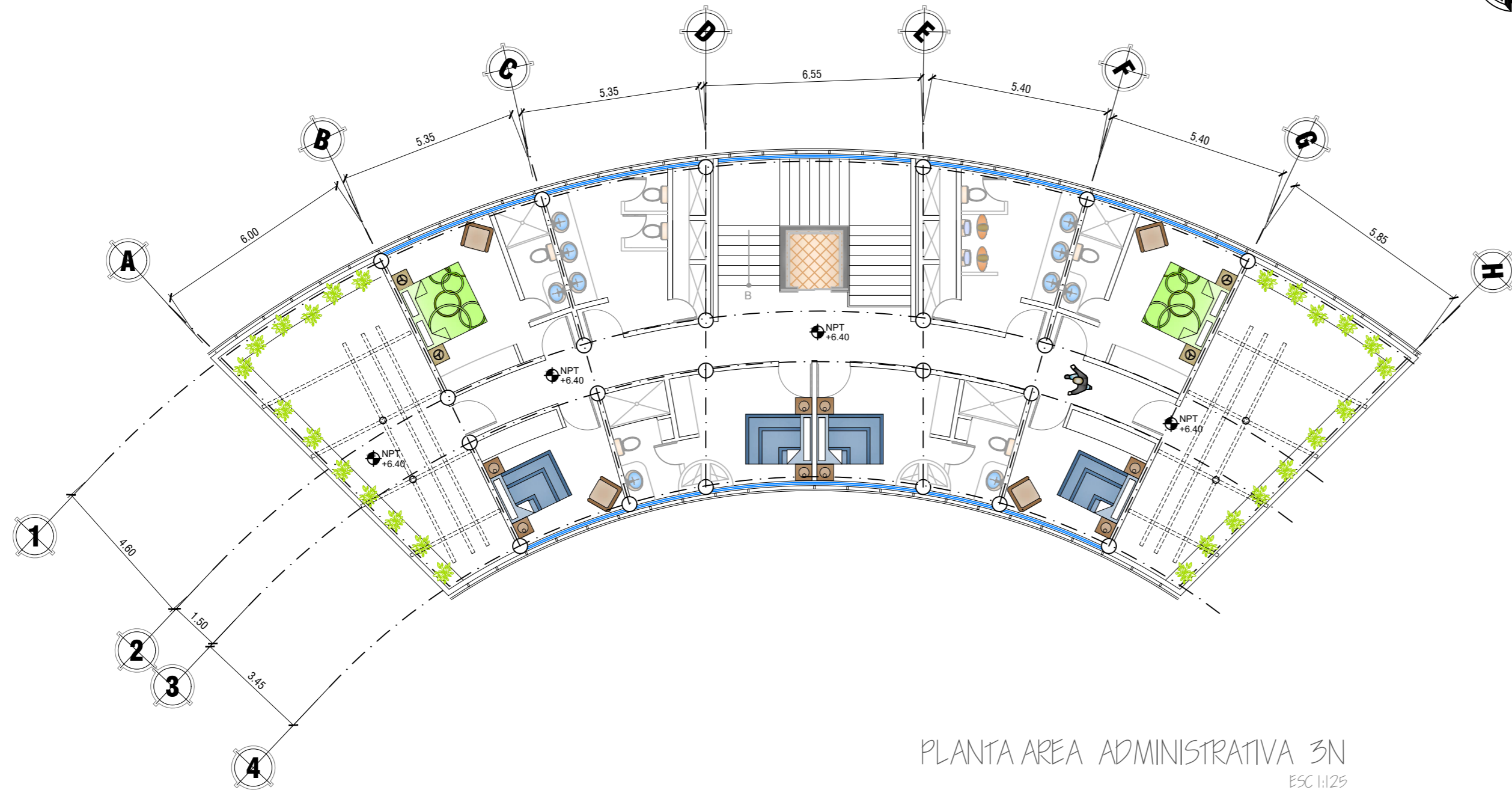
UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

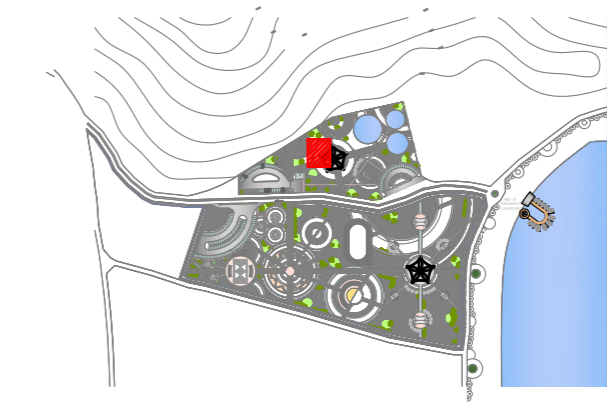
JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

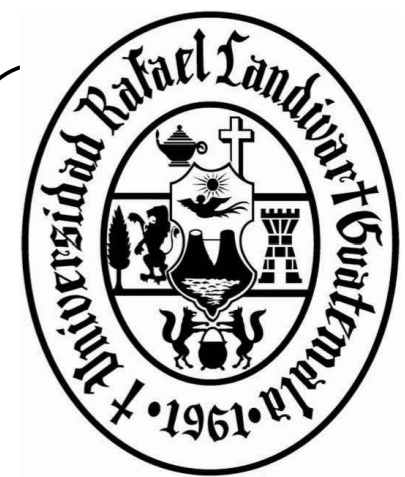
HOJA
3



PLANTA AREA ADMINISTRATIVA 3N
 ESC 1:125



PLANTA DE UBICACION
 ESC 5/E



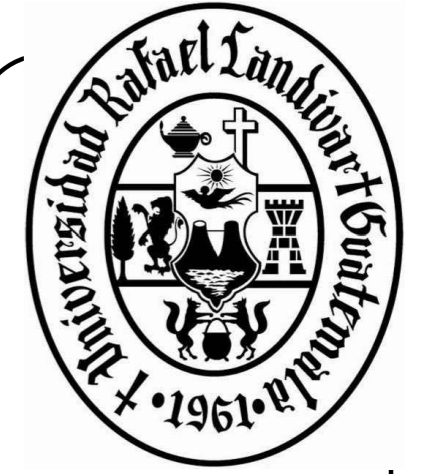
UNIVERSIDAD
 RAFAEL LANDIVAR
 FACULTAD DE
 ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
 RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
 GOMEZ PLATERO
 1327108

ESCALA INDICADA

HOJA
 4



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

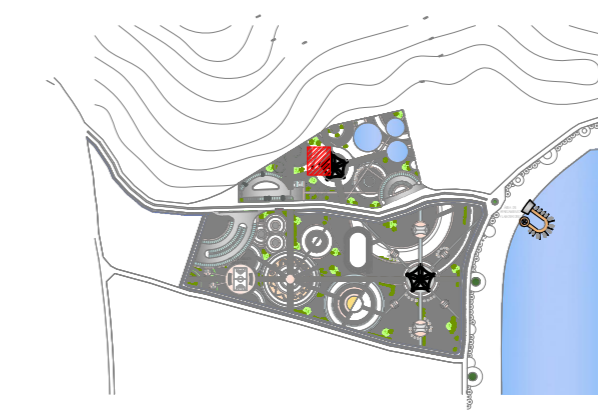
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

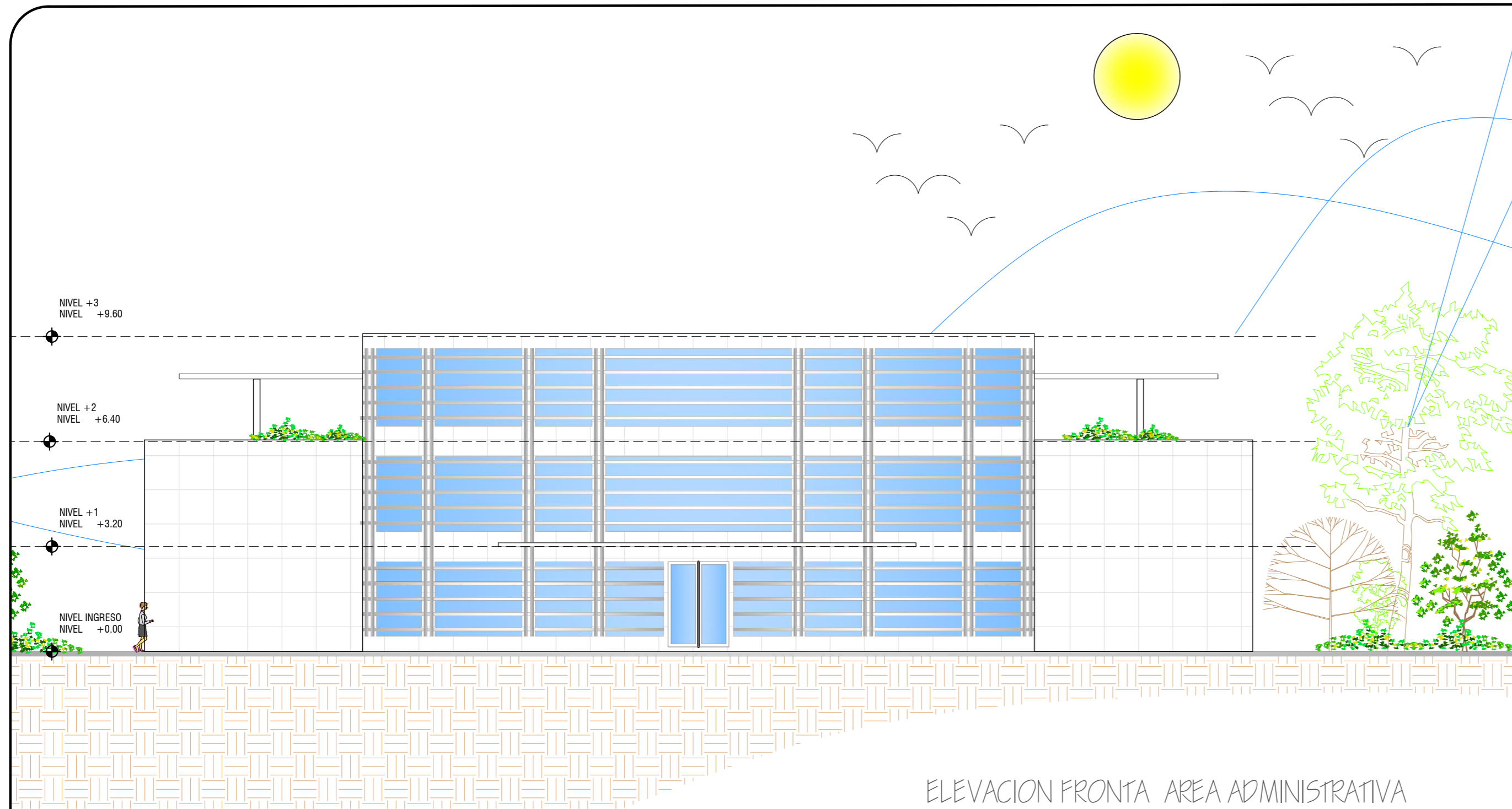
ESCALA INDICADA

HOJA

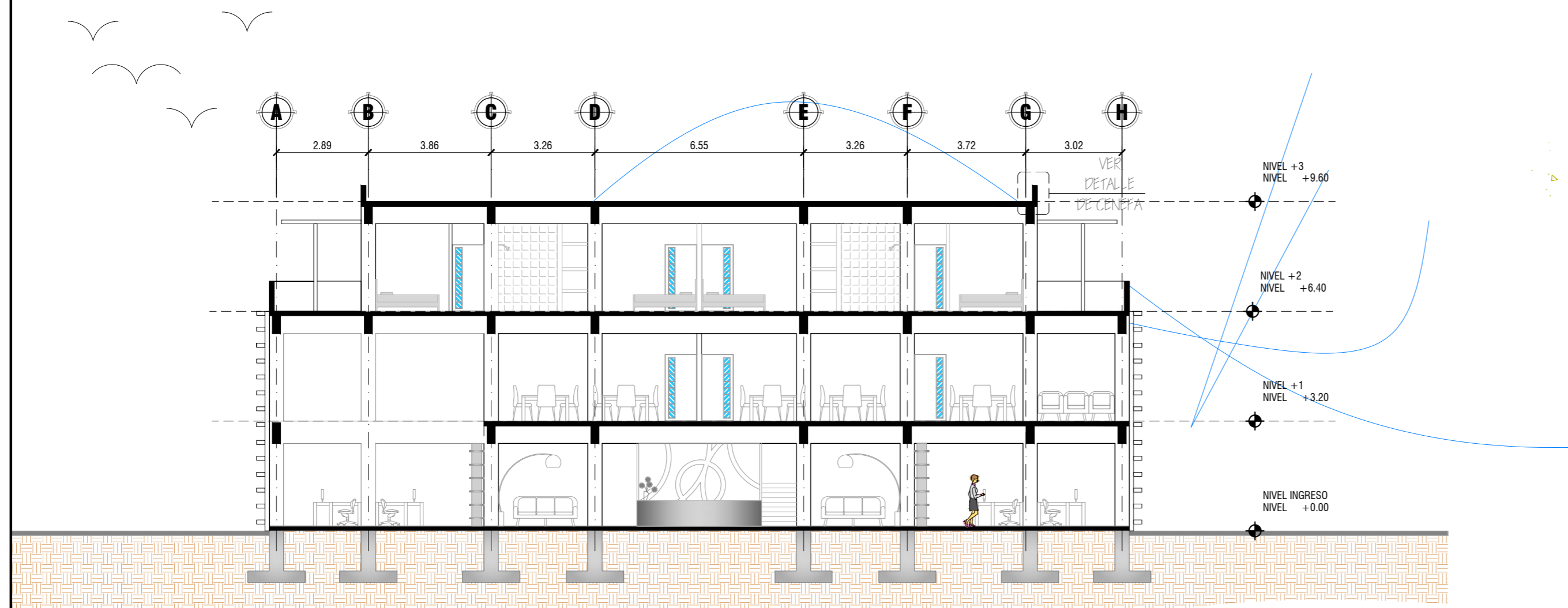
5



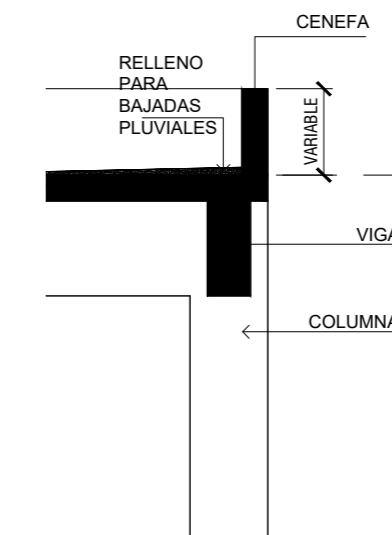
PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



ELEVACION FRONTA AREA ADMINISTRATIVA
ESC 1:25



SECCION A AREA ADMINISTRATIVA
ESC 1:25



DETALLE DE CENEFA
ESC 1:25



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

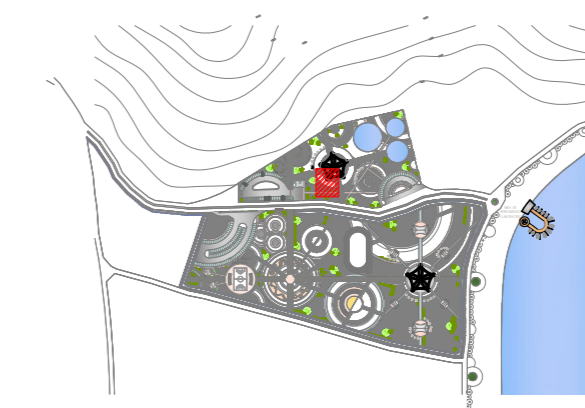
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

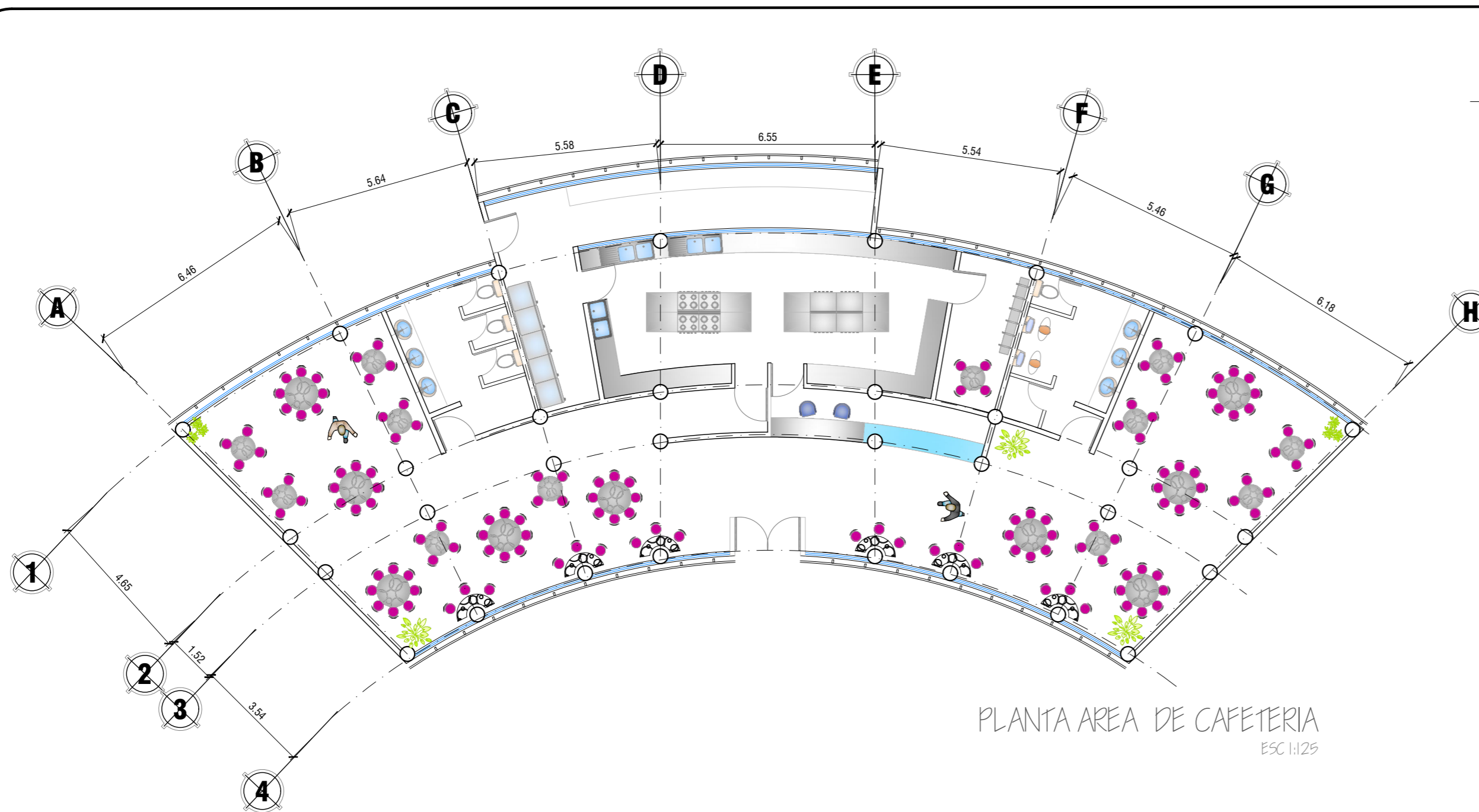
ESCALA INDICADA

HOJA

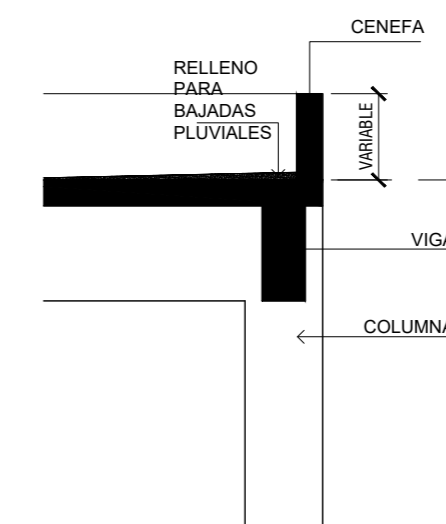
6



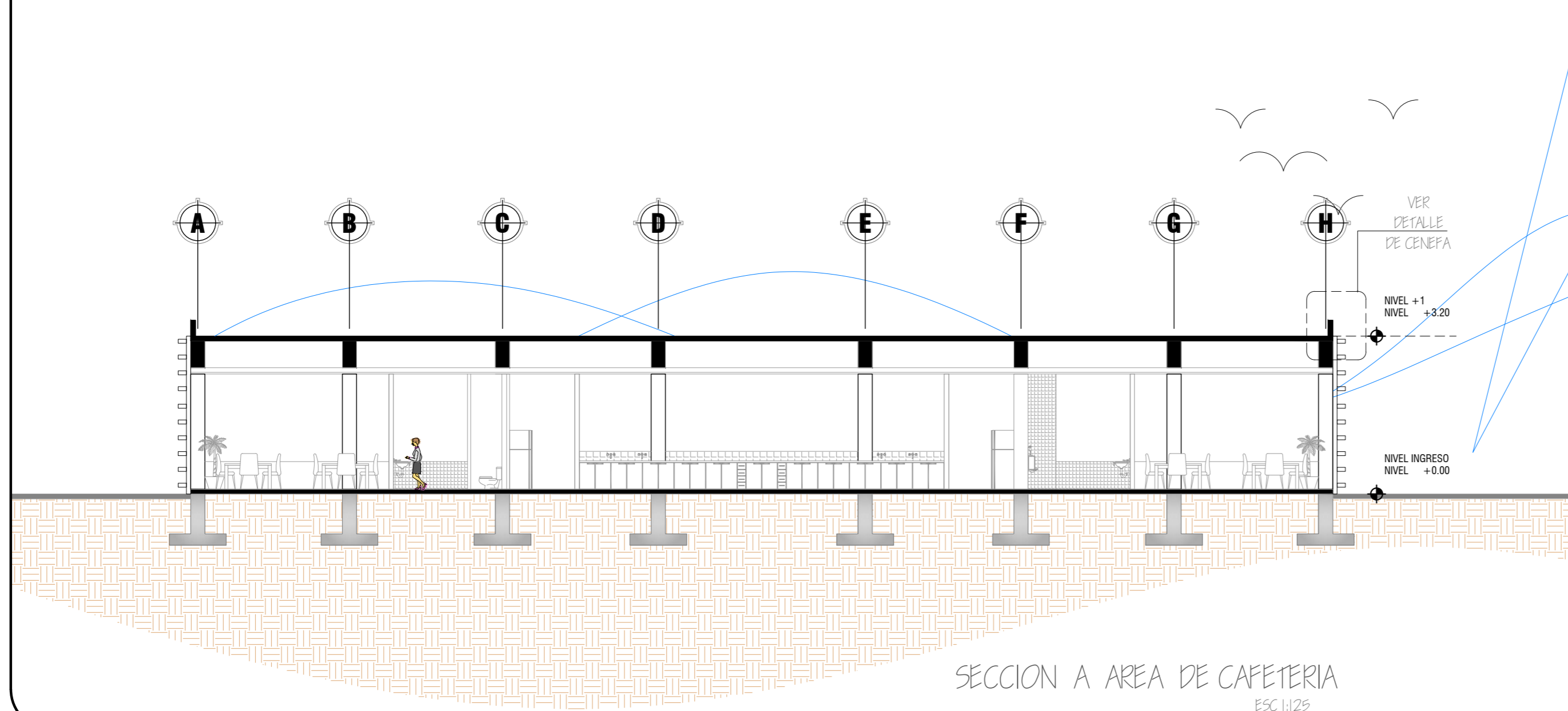
PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



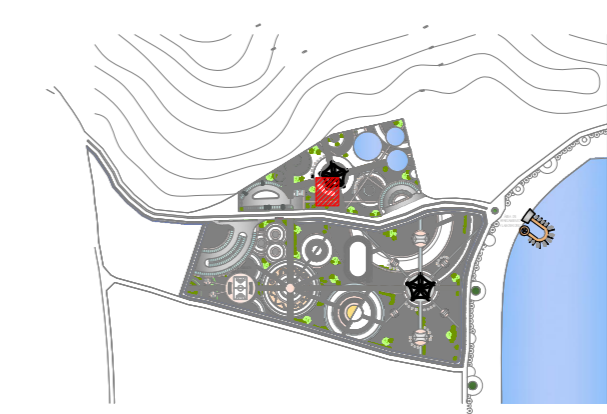
PLANTA AREA DE CAFETERIA
ESC 1:125



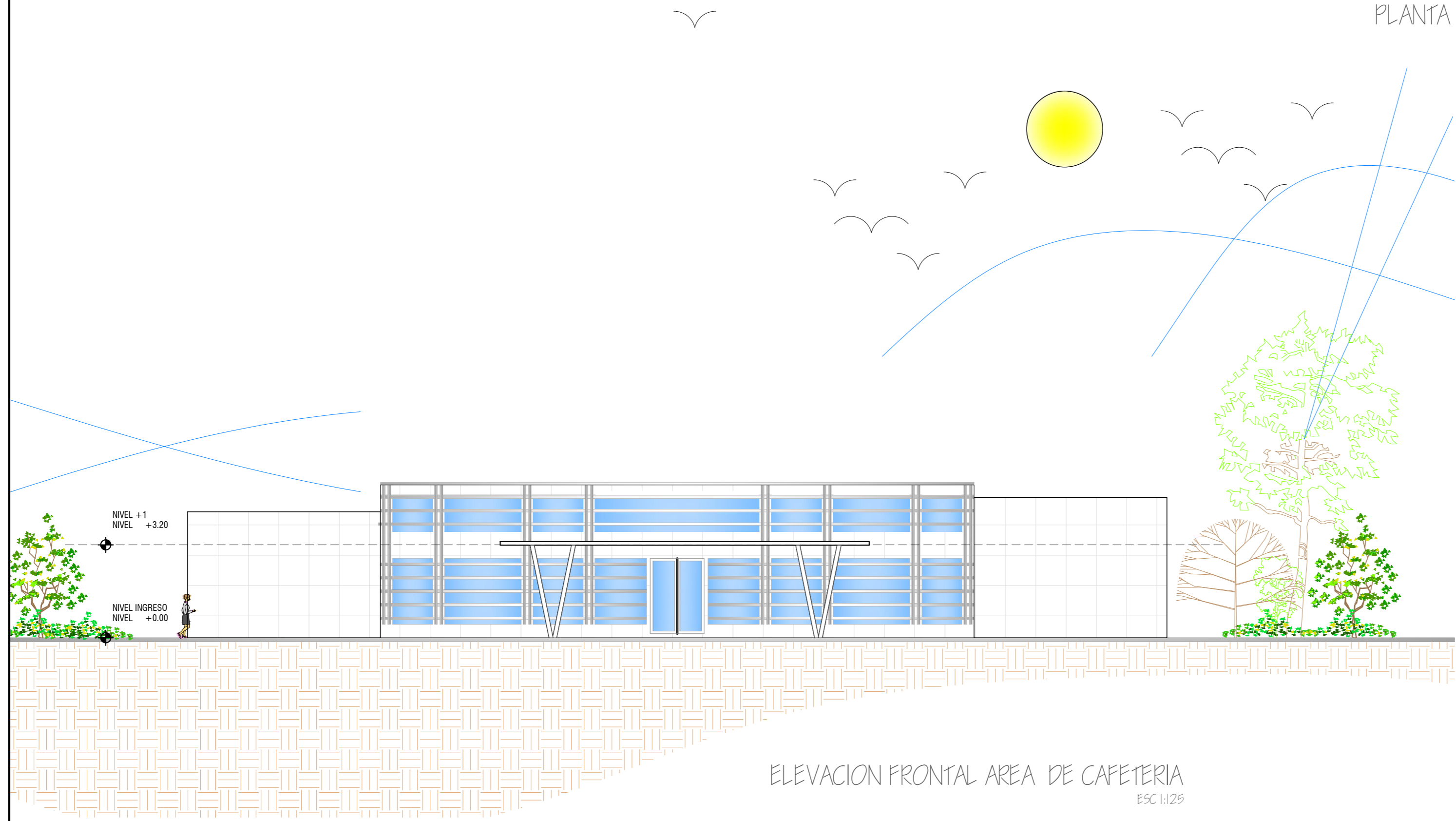
DETALLE DE CENEFA
ESC 1:25



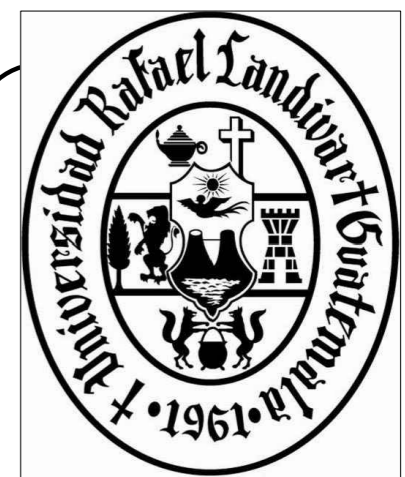
SECCION A AREA DE CAFETERIA
ESC 1:125



PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



ELEVACION FRONTAL AREA DE CAFETERIA
ESC 1:125



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

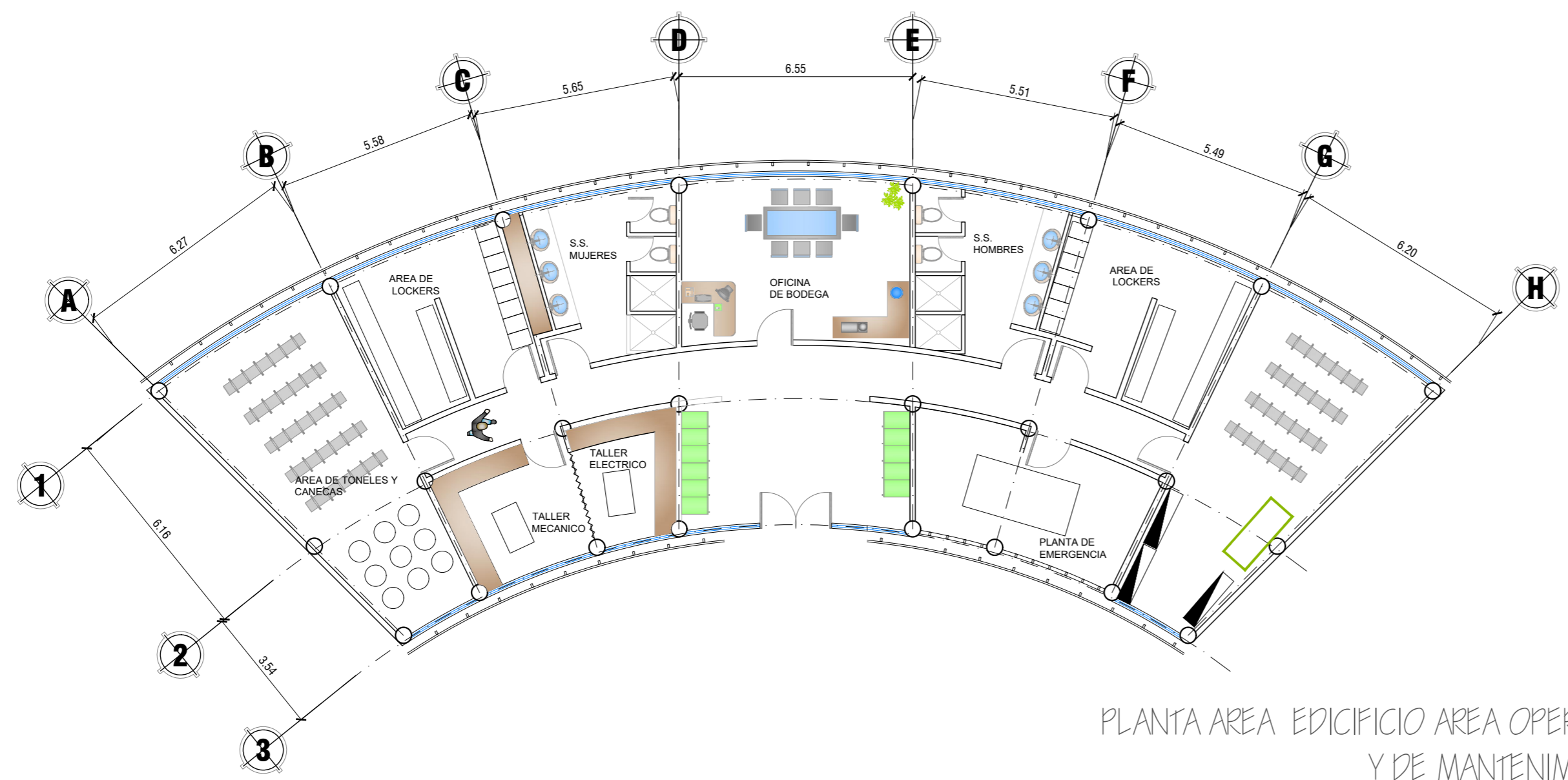
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

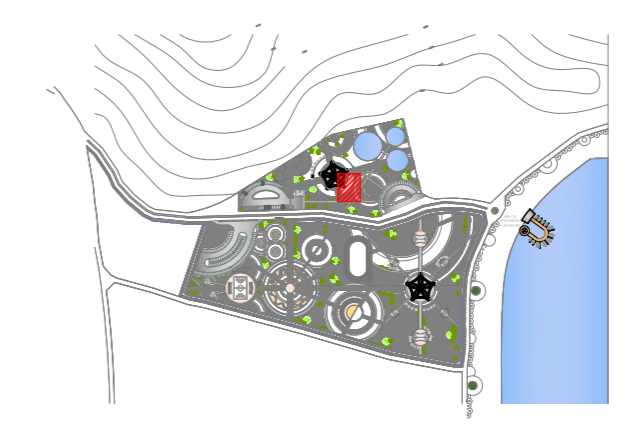
ESCALA INDICADA

HOJA

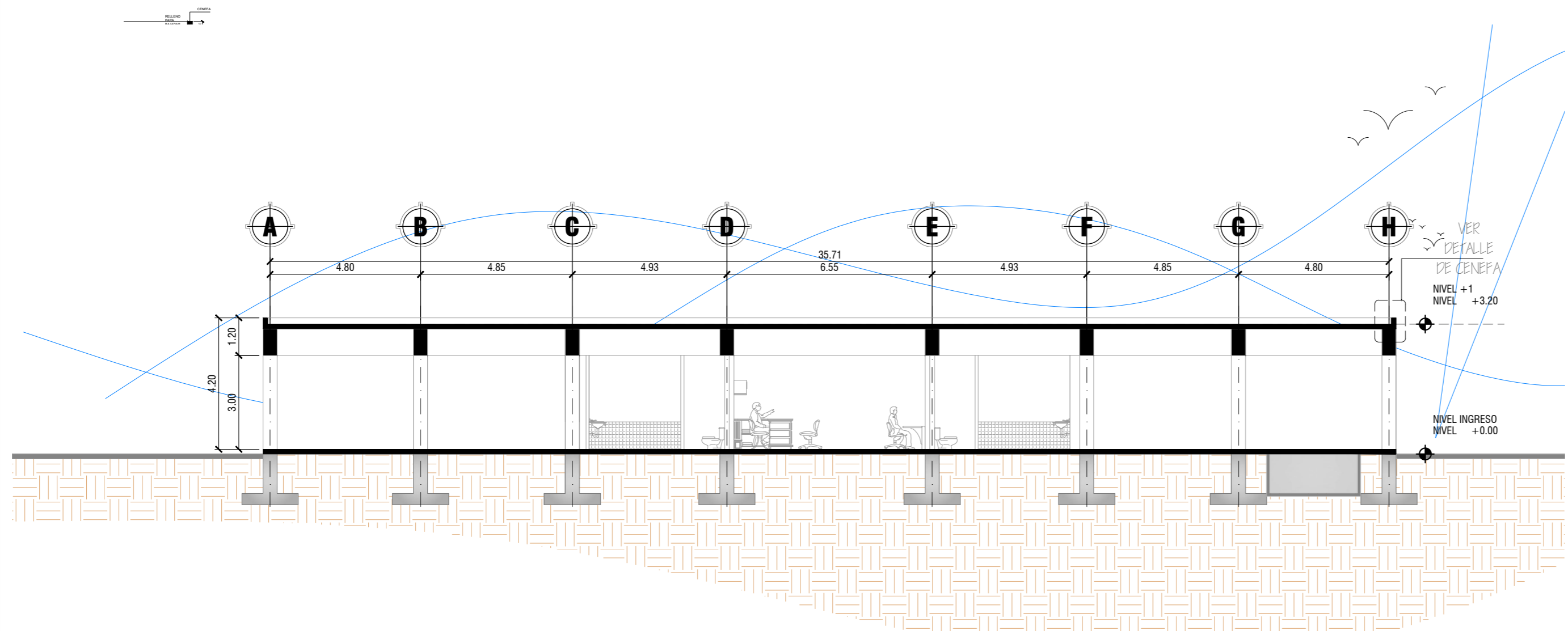
7



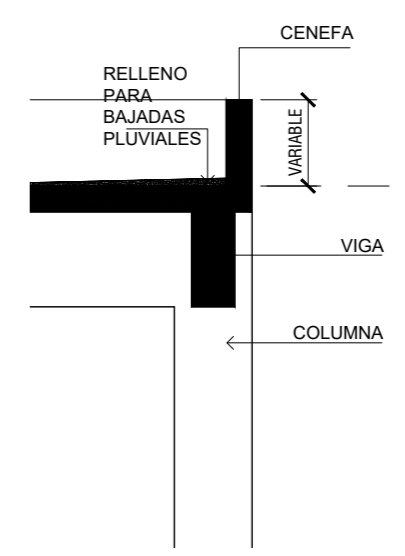
PLANTA AREA EDIFICIO AREA OPERATIVA Y DE MANTENIMIENTO
ESC 1:125



PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



SECCION AREA EDIFICIO AREA OPERATIVA Y DE MANTENIMIENTO
ESC 1:125



DETALLE DE CENEFA
ESC 1:25



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA

8



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

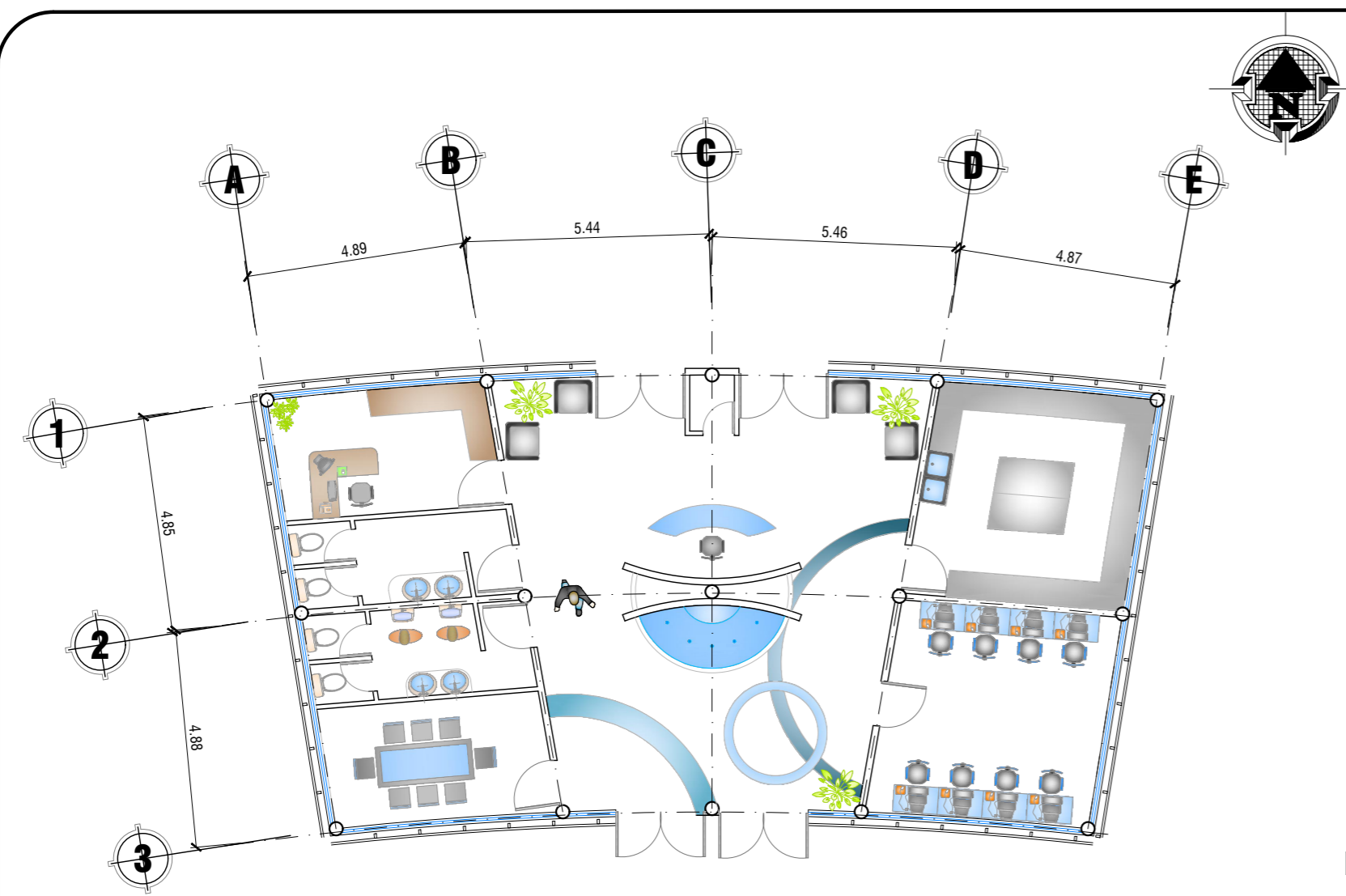
ESCALA INDICADA

HOJA

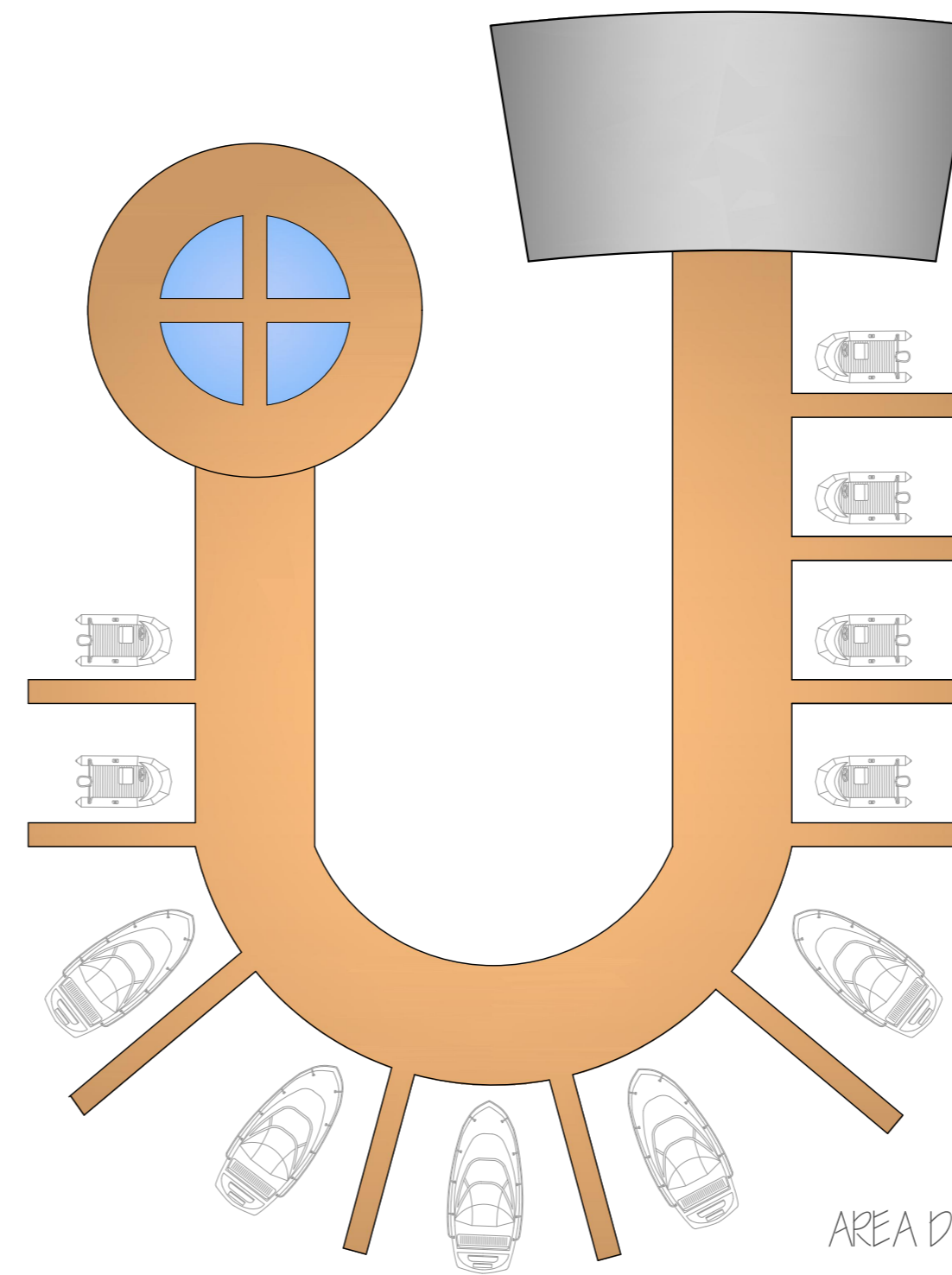
9



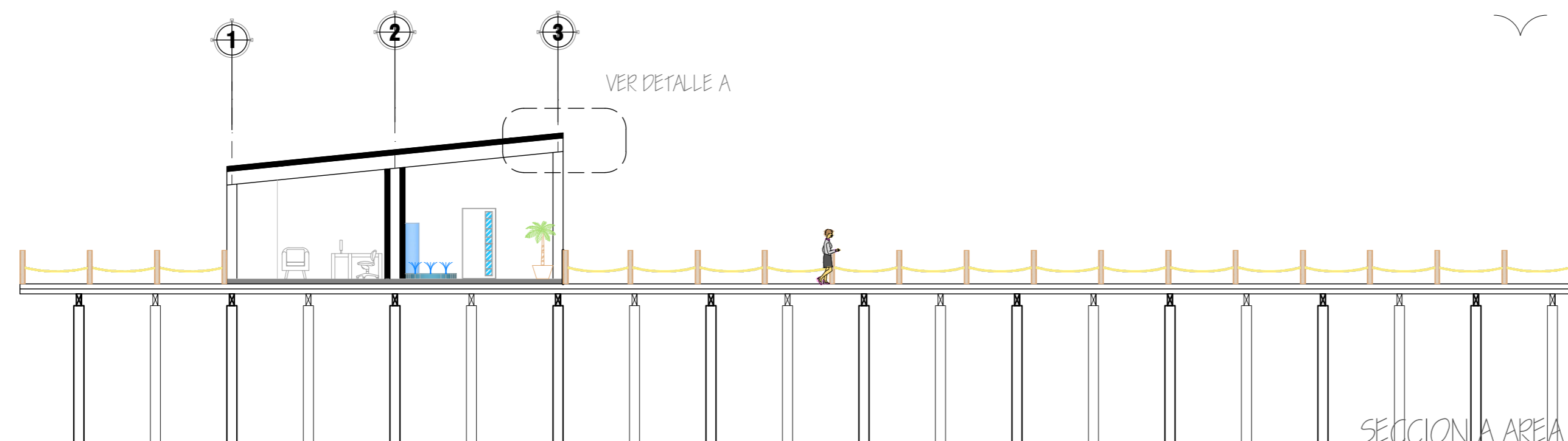
PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



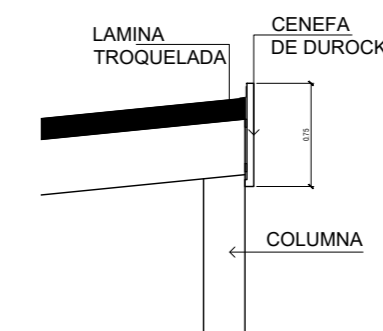
PLANTA AREA DE LABORATORIO
ESC 1:125



AREA DE APARCAMIENTO
ESC 1:250



SECCION A AREA DE LABORATORIO
ESC 1:250



DETALLE A
ESC 1:20



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala



6.11

PROYECTO ARQUITECTÓNICO
ESQUEMAS GENERALES DE INSTALACIONES



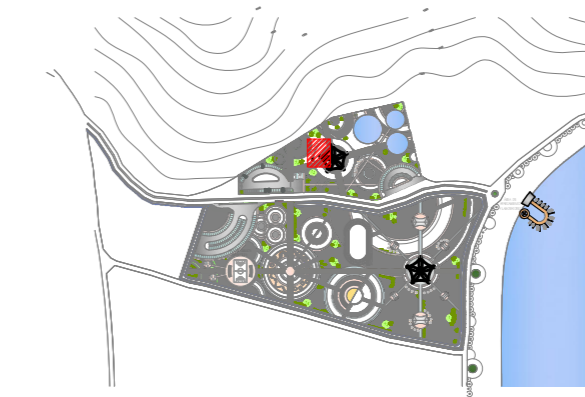
UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

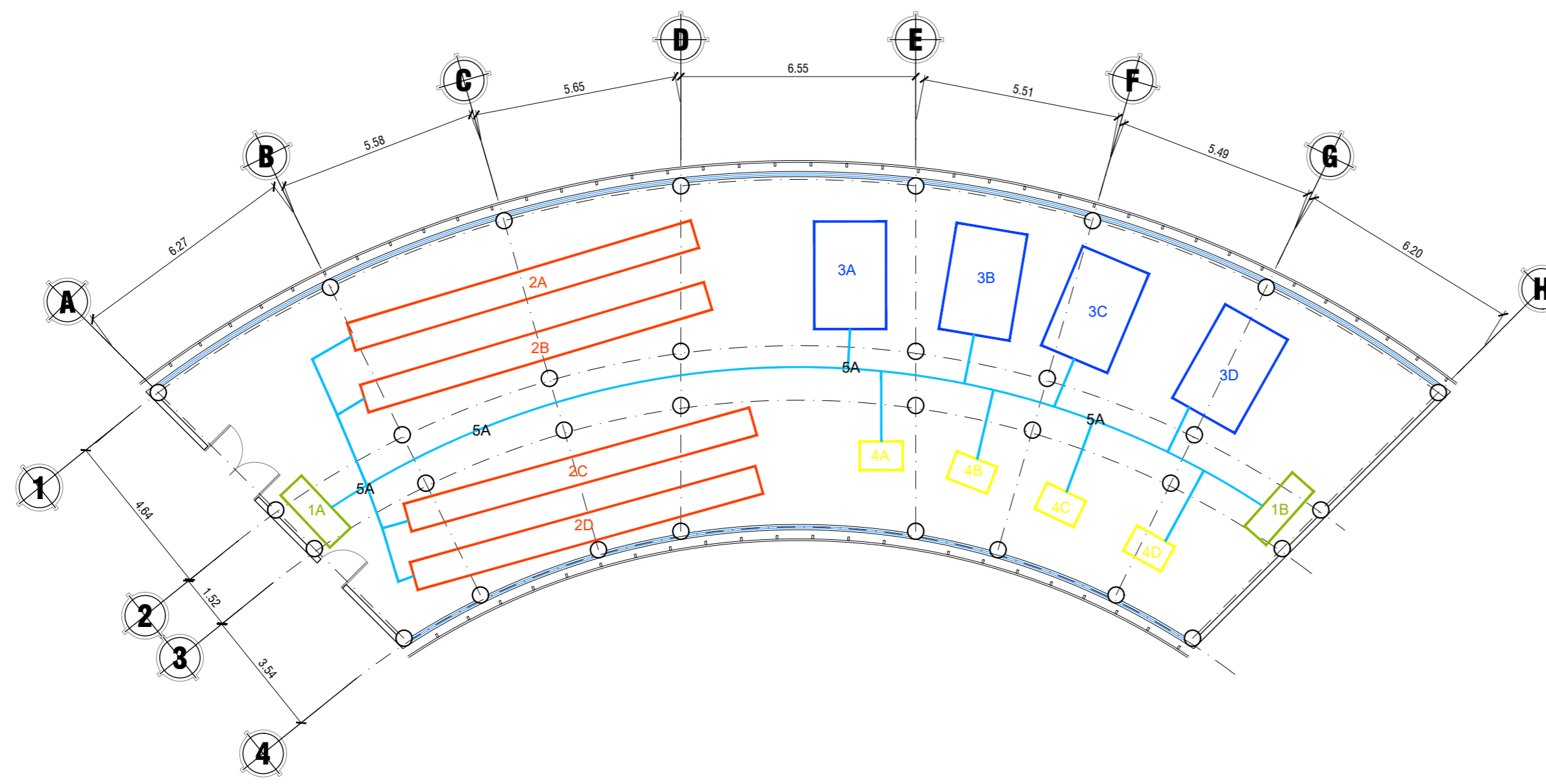
JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA
10



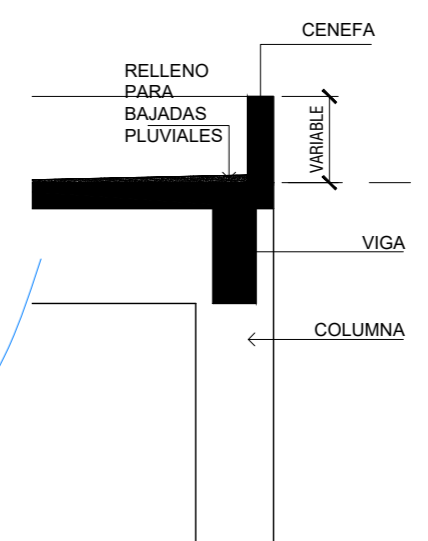
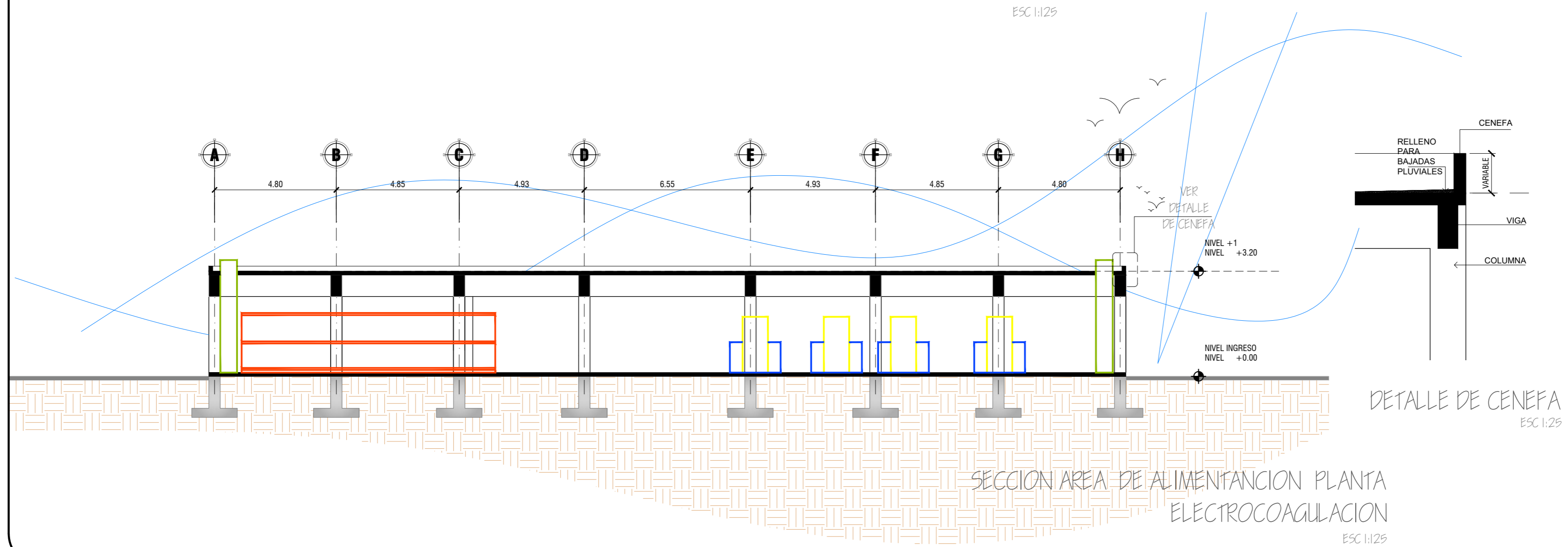
PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



- 1A - 1B DUCTO DE CABLES DE PANELES SOLARES DIM 0.80 M X 2.00 M.
- 2A,2B RACKS DE BATERIAS
2C,2D 60 BATERIAS CADA RACK
CAPACIDAD DE ALMACENAJE C1 BATERIA = 20KW
12 HORAS SIN SOL 60 BAT. = 1200 KW
- 3A,3B TRANSFORMADORES
3C,3D 3.00 M X 2.00 M
SECOS DE 50KVA C/U
PARA OPERAR 4 TRANSFORMADORES = 100 KVA EN TOTAL
- 4A,4B INVERSORES (INVERTERS)
4C,4D DIMENSIONES 1.80 M X 1.00 M.
- 5A CANAL DE CABLES
0.40 X 0.40 M.

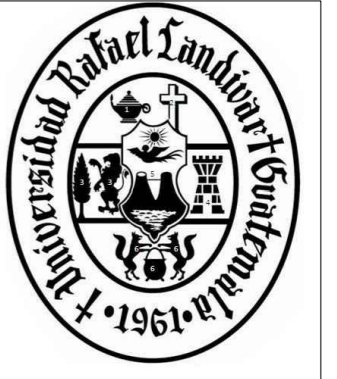
Especificaciones -Planta de Tratamiento de Aguas Residuales		
Consumo(planta)	Almacenamiento(baterias)	Producción(Paneles solares)
4 Pilotas x 25 Kw c/u= 100 Kw 100 kw x 24 hrs = 2,400 Kwh/d En 30 días = 72,000 Kwh/mes	4 racks de baterias c/u 60 baterias = 240 baterias x 10 Kw c/u = 2,400Kw capacidad de almacenamiento	250 w x m2= Para área de 400 m2 x 0.25= 100 Kw 2x400m2=800 m2 x0.25 =200kw x 12 hrs =2400 Kwh día

PLANTA AREA DE ALIMENTANCION PLANTA
ELECTROCOAGULACION
ESC 1:125



DETALLE DE CENEFA
ESC 1:25

SECCION AREA DE ALIMENTANCION PLANTA
ELECTROCOAGULACION
ESC 1:125



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

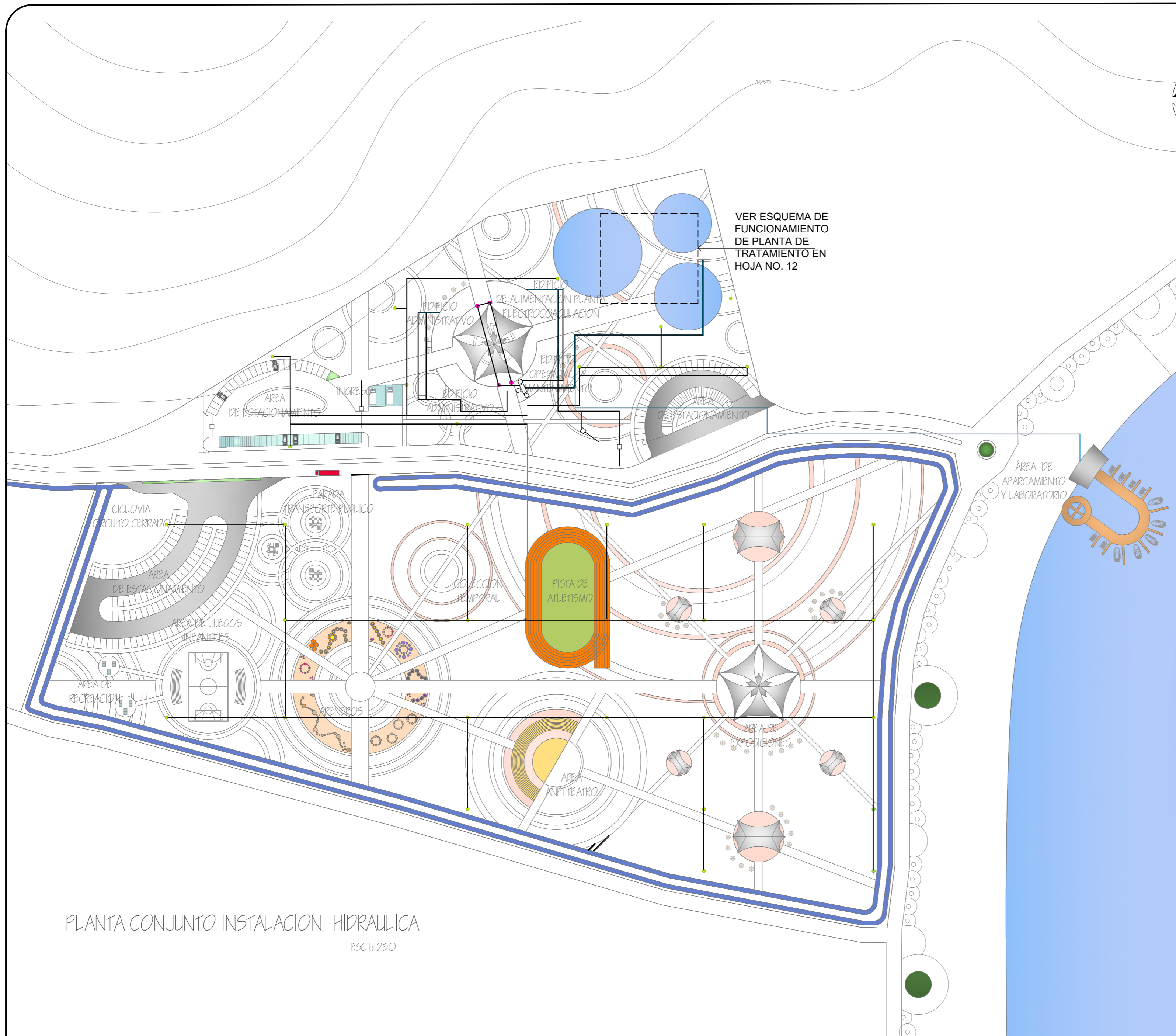
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA

11



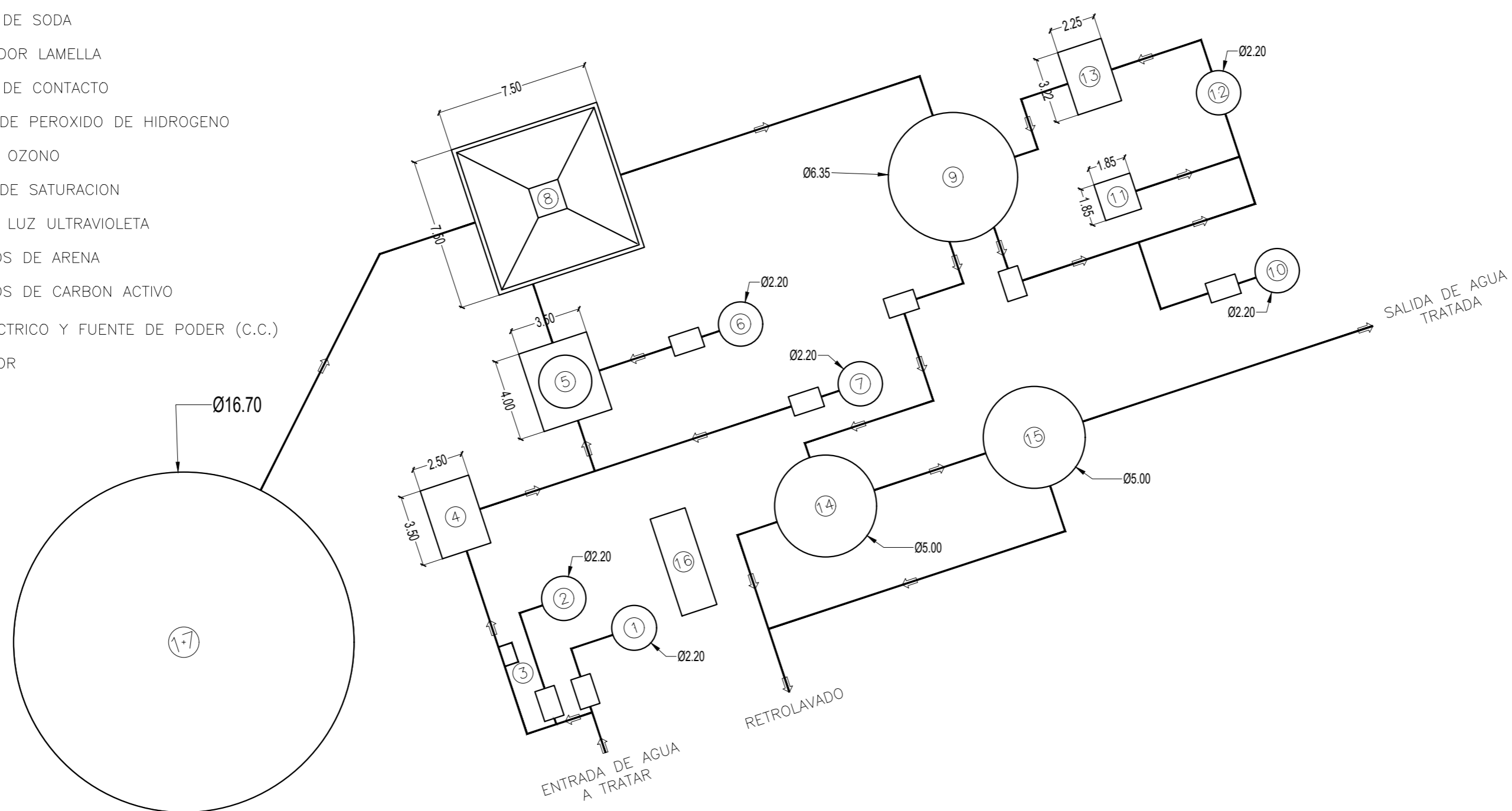
VER ESQUEMA DE
FUNCIONAMIENTO
DE PLANTA DE
TRATAMIENTO EN
HOJA NO. 12

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA CIRCUITO PRINCIPAL AGUA POTABLE
	TUBERIA CIRCUITO SECUNDARIO AGUA POTABLE
	TUBERIA PARA RIEGO
	TUBERIA CIRCUITO DE HIDRANTES
	CAJA CON GRIFO SUBTERRANEO
	CISTERNA GENERAL
	CISTERNA PARA ABASTECIMIENTO DE EDIFICIOS
	HIDRANTES

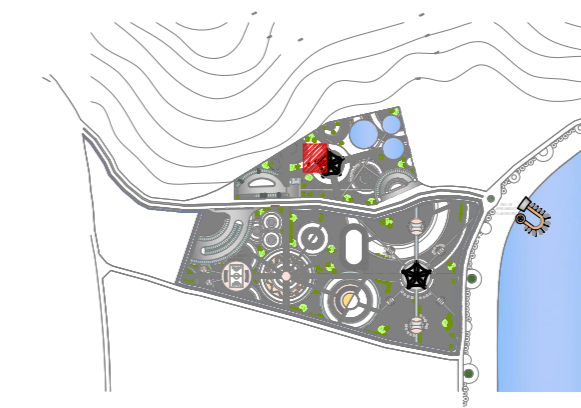
INDICACIONES	
TUBERIA PRINCIPAL AGUA POTABLE:	Circuito principal de abastecimiento PVC 3" 250 psi.
TUBERIA SECUNDARIA AGUA POTABLE:	Circuito secundario de abastecimiento PVC 2" 250 psi.
TUBERIA PARA AREA DE RIEGO:	Circuito principal de abastecimiento PVC 1 1/2" 250 psi.

PLANTA CONJUNTO INSTALACION HIDRAULICA
ESC 1:250

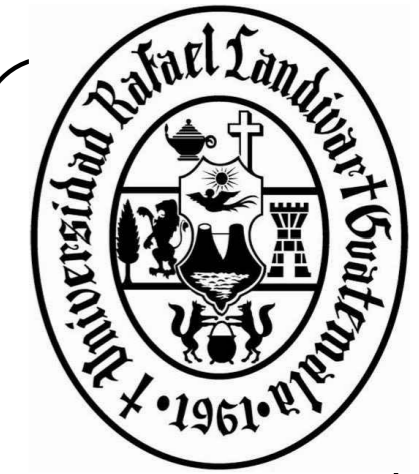
1. ESTANQUE DE ACIDO
 2. ESTANQUE DE SAL
 3. MEDIDOR DE FLUJO
 4. CELDA DE ELECTROCOAGULACION
- DIMENSIONES DE 2.50 X 3.37 C/U TOTAL DE 4 MODULOS
5. ESTANQUE DE MEZCLA
 6. ESTANQUE DE POLIMERO
 7. ESTANQUE DE SODA
 8. SEDIMENTADOR LAMELLA
 9. ESTANQUE DE CONTACTO
 10. ESTANQUE DE PEROXIDO DE HIDROGENO
 11. EQUIPO DE OZONO
 12. ESTANQUE DE SATURACION
 13. EQUIPO DE LUZ ULTRAVIOLETA
 14. DOS FILTROS DE ARENA
 15. DOS FILTROS DE CARBON ACTIVO
 16. PANEL ELECTRICO Y FUENTE DE PODER (C.C.)
 17. CLARIFICADOR



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
ESC 1:125



PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

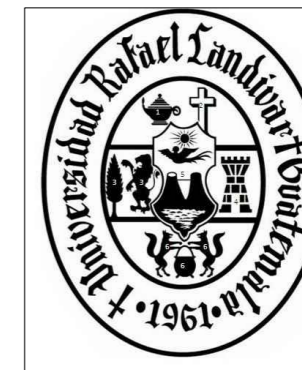
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA

12



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

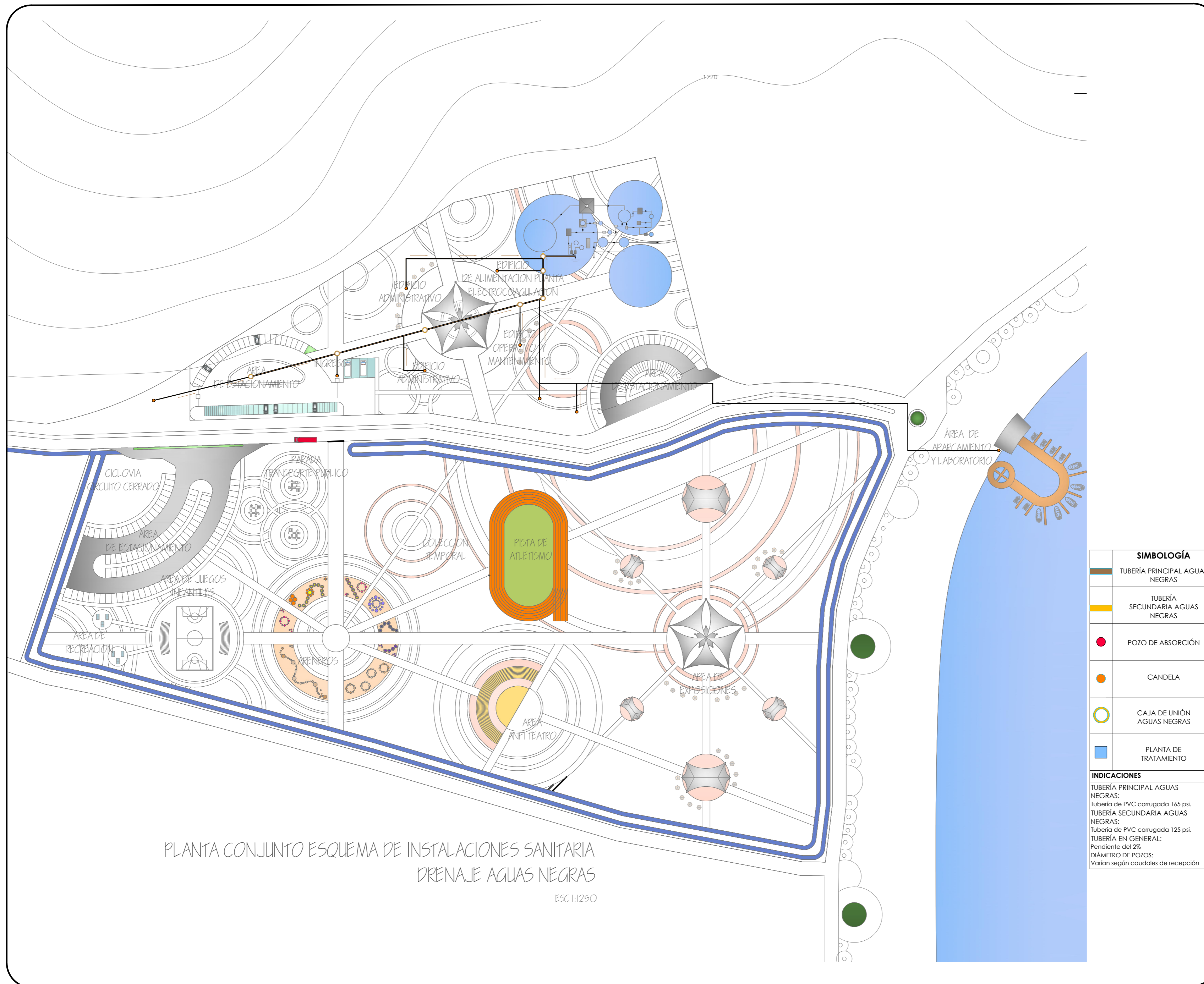
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA

13



PLANTA CONJUNTO ESQUEMA DE INSTALACIONES SANITARIA
DRENAJE AGUAS NEGRAS

ESC 1:1250

SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA PRINCIPAL AGUAS NEGRAS
	TUBERÍA SECUNDARIA AGUAS NEGRAS
	POZO DE ABSORCIÓN
	CANDELA
	CAJA DE UNIÓN AGUAS NEGRAS
	PLANTA DE TRATAMIENTO

INDICACIONES	
TUBERÍA PRINCIPAL AGUAS NEGRAS:	Tubería de PVC corrugada 165 psi.
TUBERÍA SECUNDARIA AGUAS NEGRAS:	Tubería de PVC corrugada 125 psi.
TUBERÍA EN GENERAL:	Pendiente del 2%
DIÁMETRO DE POZOS:	Varían según caudales de recepción



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA

14



PLANTA CONJUNTO INSTALACIONES ELECTRICAS
ILUMINACION Y FUERZA

ESC 1:1250

SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL
	TUBERÍA DE ILUMINACIÓN PRINCIPAL
	LUMINARIAS
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRINCIPAL
	CUARTO DE MÁQUINAS
INDICACIONES	
TUBERÍA DE ILUMINACIÓN: Tuberías de iluminación PVC eléctrico de 1 1/2"	
ILUMINACIÓN EXTERIOR: Lámparas con paneles solares	
SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN DE FUERZA PRINCIPAL
	TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN DE FUERZA SECUNDARIA
INDICACIONES	
TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN PRINCIPAL FUERZA: Tuberías de PVC de 3"	
TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN SECUNDARIA FUERZA: Tuberías de PVC de 1 1/2" CADA EDIFICIO CUENTA CON SU PROPIO TABLERO, CADA NIVEL CUENTA CON UN TABLERO SECUNDARIO, EN EL PRIMER NIVEL DE CADA EDIFICIO SE ENCUENTRAN LOS CONTADORES.	

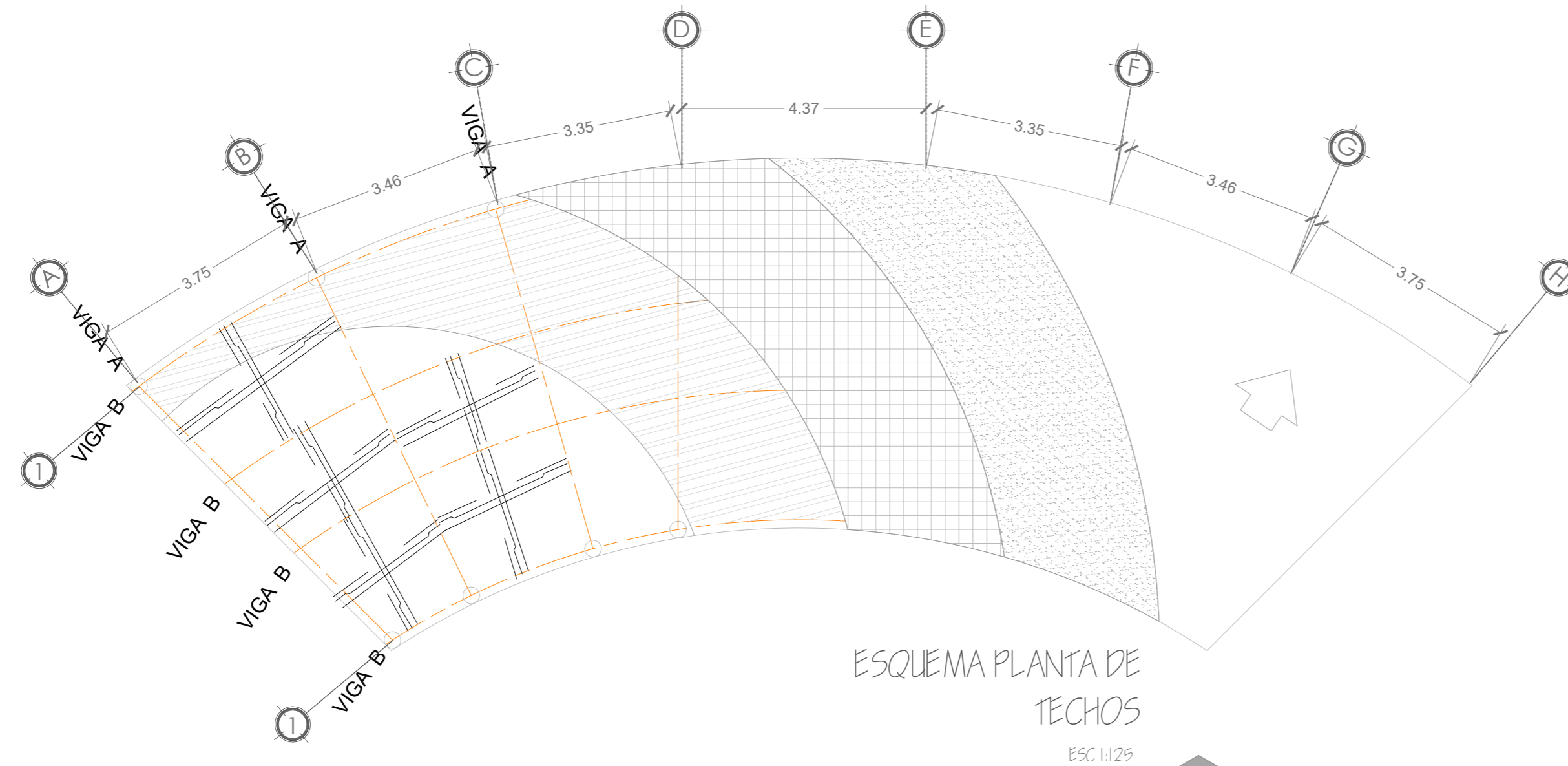


Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala

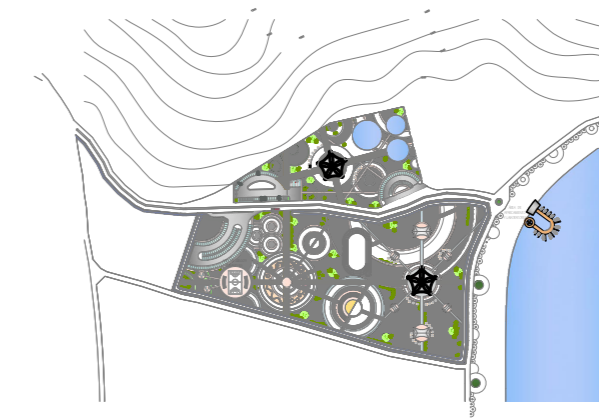


6.12

PROYECTO ARQUITECTÓNICO
ESQUEMA GENERAL DE ESTRUCTURA



ESQUEMA PLANTA DE
TECHOS
ESC 1:125



PLANTA DE UBICACION
ESC 5/E

SIMBOLOGÍA	
	FUNDICIÓN CONCRETO 5 CMS
	PINES DE ACERO
	VIGUETA PREFABRICADA PRETENSADA
	VIGA DE CONCRETO

**RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS
CONCRETO**

ESTRUCTURAS FUNDIDAS DIRECTAMENTE
CONTRA EL SUELO = 0.08 CMS.

ESTRUCTURAS EXPUESTAS A CONTACTO CON EL
SUELO PERO FUNDIDAS CON FORMALETA
(SOLERAS, VIGAS DE CIMENTACION ETC.) = 0.05
CMS.

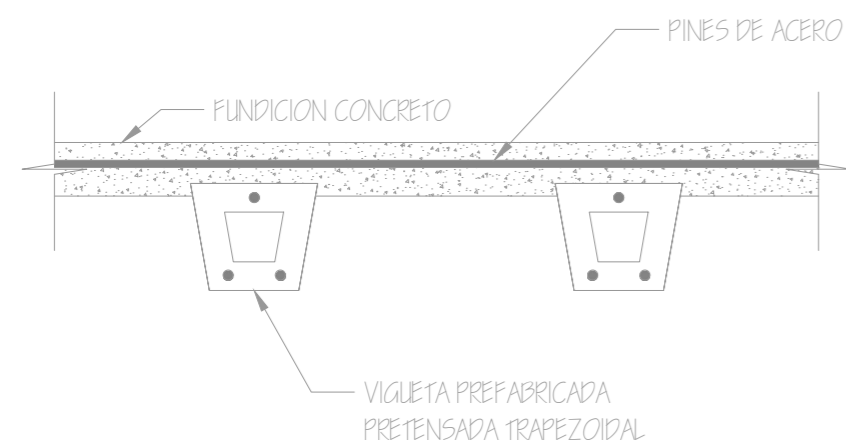
COLUMNAS Y VIGAS = 0.04 CMS.

LOSAS Y VIGAS SECUNDARIAS = 0.02 CMS.

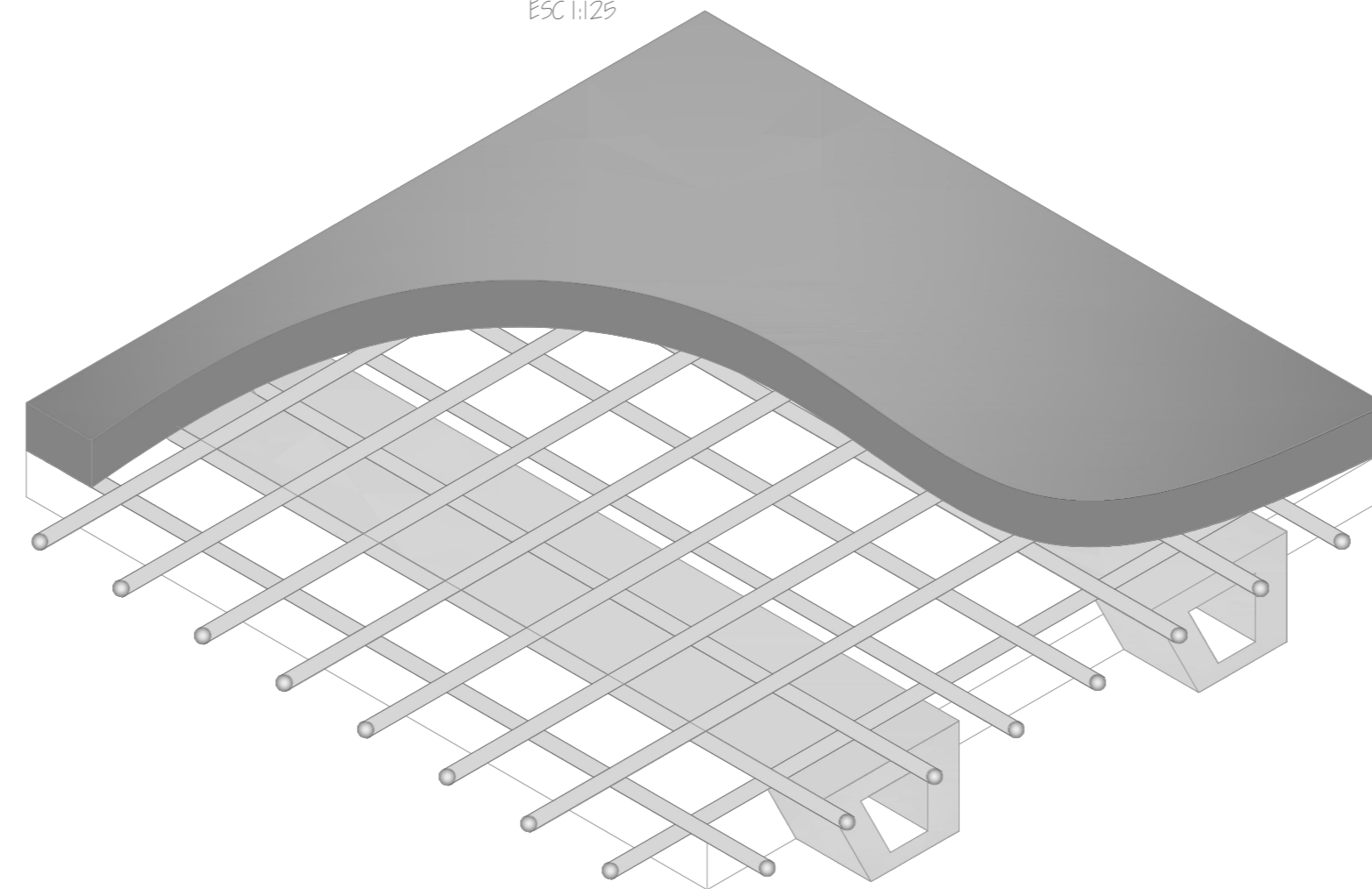
ESPECIFICACIONES

REFUERZO Y ARMADO DE LOSAS Y VIGAS (ENTREPISO Y CUBIERTA). ESTARA DADO PREVIO A CALCULO ESTRUCTURAL.

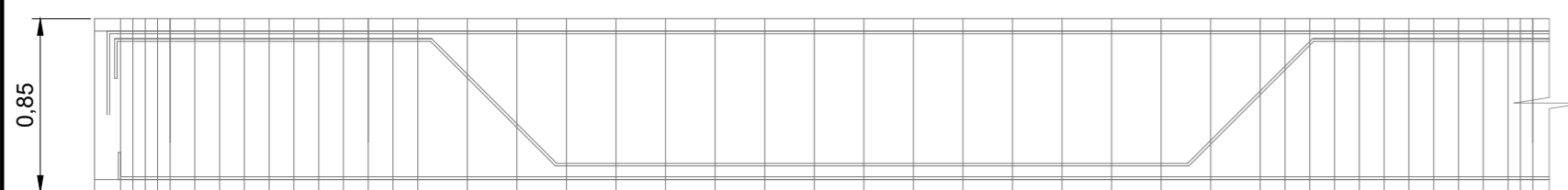
EN CIMENTOS VIGAS Y LOSAS SE MANEJARA
UN = fy 60,000psi - f'c 4,000 psi.
EN COLUMNAS SE MANEJARA
UN = fy 60,000 - f'c 5,000 psi.



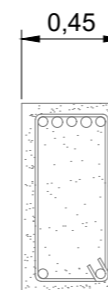
SECCINO DE LOSA
PREFABRICADA



ISOMETRICO DE LOSA PREFABRICADA
SIN BOVEDILLA



VIGA PRINCIPAL



PLANO GENERAL DE TECHOS



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA
15



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala



6.13

PROYECTO ARQUITECTÓNICO
PARÁMETROS TECNOLÓGICOS



PLANTA CONJUNTO VEGETACION EXISTENTE
ESC 1:1250



ARBOL
MATILISGUATE



ARBOLES
DE CIPRES,
PALMERAS



ARBOLES EUCALIPTO Y
FRUTALES (MANGO, NARANJA, BANANO)



ARBOLES DE
JACARANDAS



ARBUSTOS



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON INTEGRACION ARQUITECTONICA Y
RECUPERACION DEL ENTORNO INMEDIATO

JAZMIN ARGENTINA
GOMEZ PLATERO
1327108

ESCALA INDICADA

HOJA

18

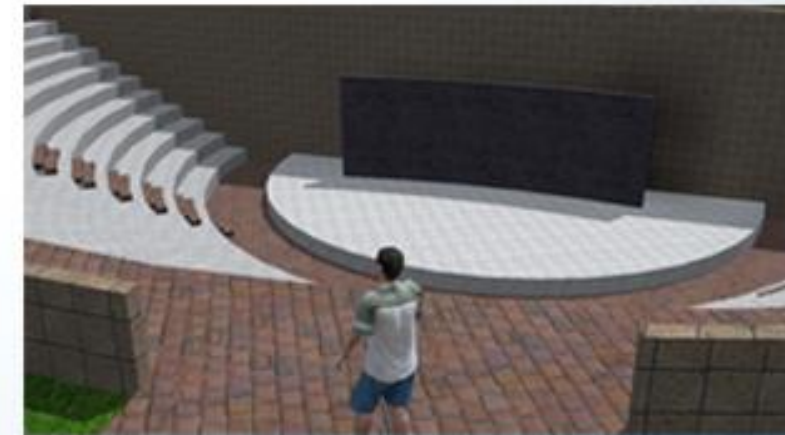


Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala



6.14

PROYECTO ARQUITECTÓNICO
VISTAS



VISTAS DE CONJUNTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
con Integración Arquitectónica
y Recuperación del Entorno Inmediato"

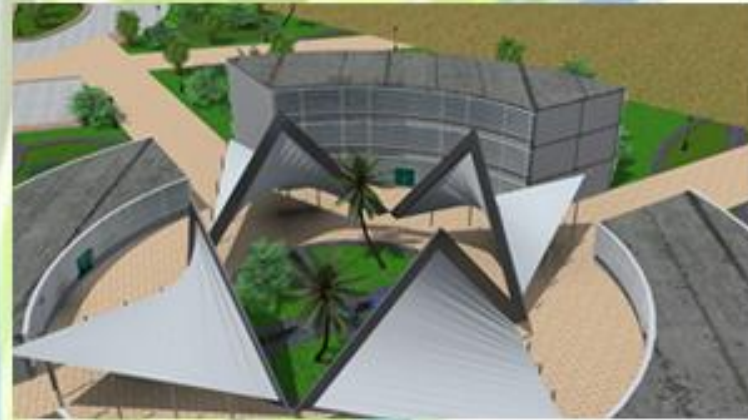
LAS NINFAS

JAZMÍN ARGENTINA
GÓMEZ PLATERO
1327108

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA

20



VISTAS EXTERIORES

CAMINAMIENTOS Y ÁREAS COMUNES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
con Integración Arquitectónica
y Recuperación del Entorno Inmediato

LAS NINFAS

JAZMÍN ARGENTINA
GÓMEZ PLATERO
1327108

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA

21



VISTAS EXTERIORES

CAMINAMIENTOS PEATONALES Y VEHICULARES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
con Integración Arquitectónica
y Recuperación del Entorno Inmediato"

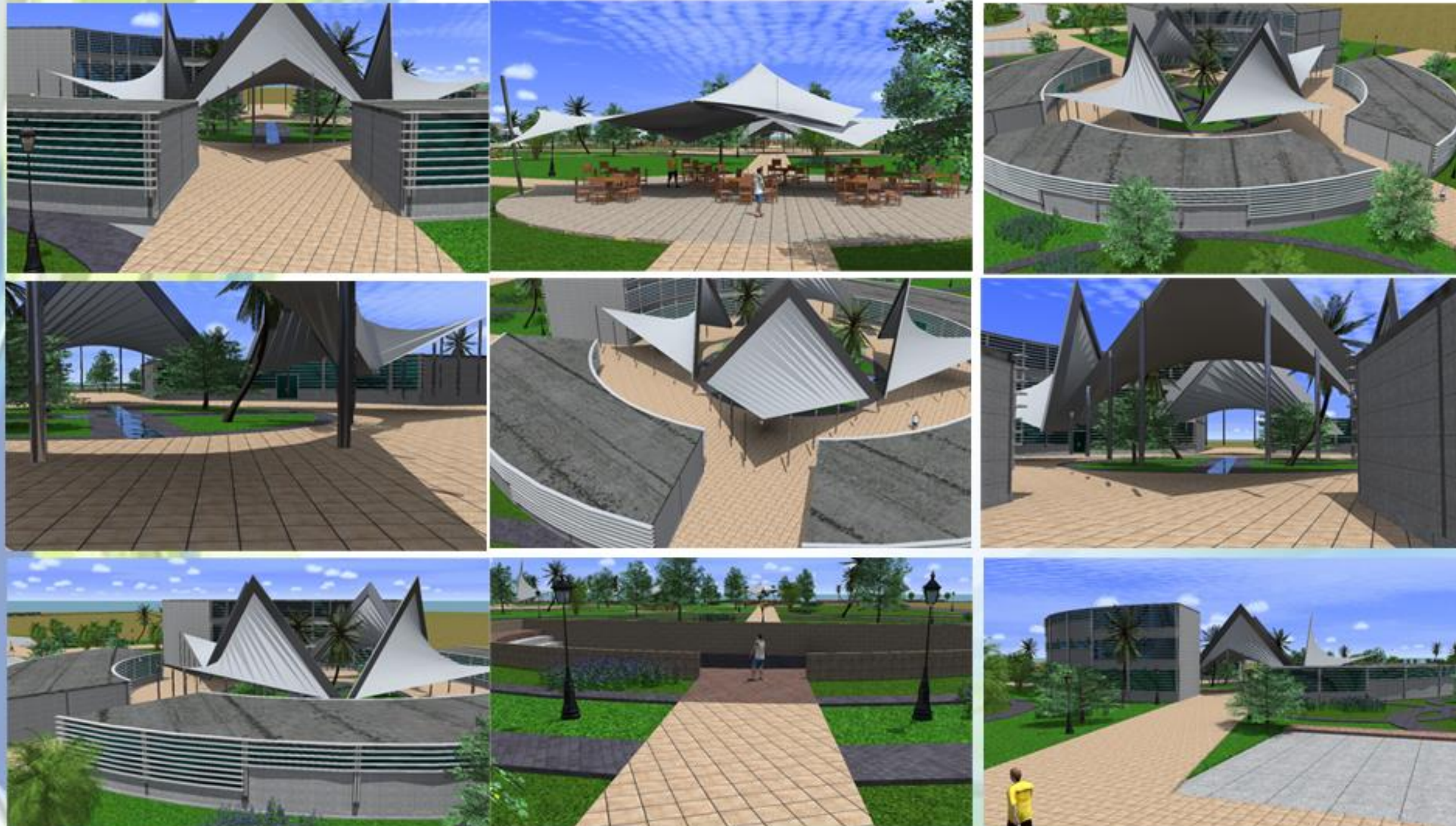
LAS NINFAS

JAZMÍN ARGENTINA
GÓMEZ PLATERO
1327108

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA

22



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
con Integración Arquitectónica
y Recuperación del Entorno Inmediato"

LAS NINFAS

JAZMÍN ARGENTINA
GÓMEZ PLATERO
1327108

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA

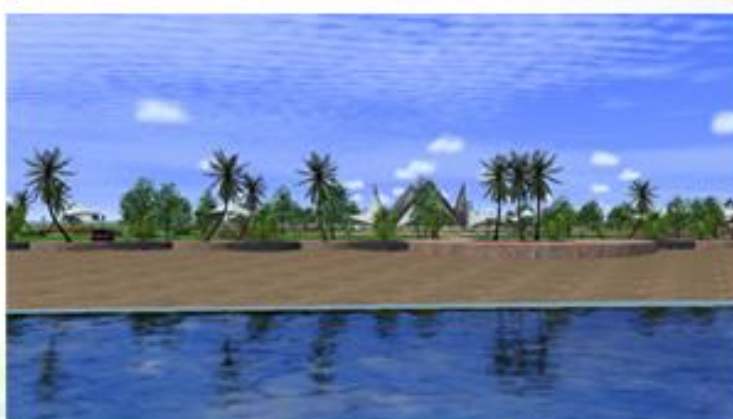
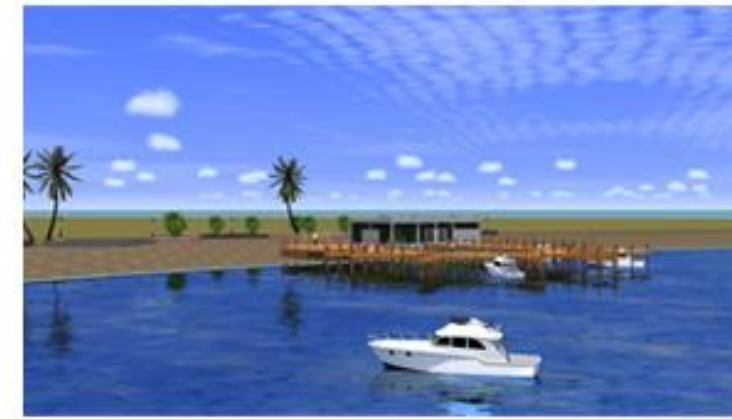
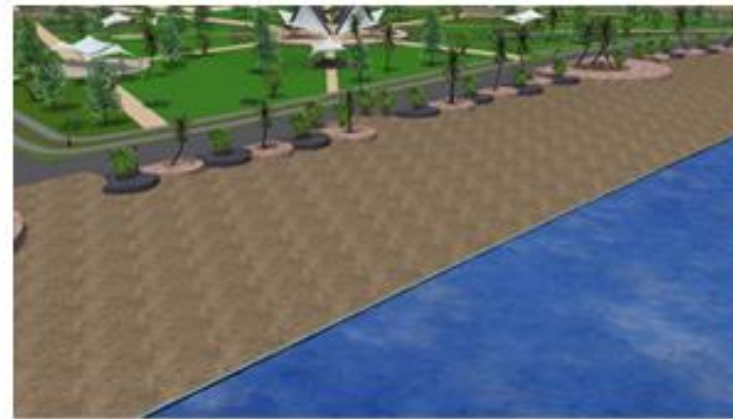
23



VISTAS EXTERIORES

EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS Y DE OPERACIONES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

“Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
con Integración Arquitectónica
y Recuperación del Entorno Inmediato”

LAS NINFAS

JAZMÍN ARGENTINA
GÓMEZ PLATERO
1327108

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA

24



VISTAS EXTERIORES

APARCAMIENTO DE LANCHAS Y MOTOS ACUÁTICAS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



VISTAS EXTERIORES

ÁREA DEPORTIVA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
con Integración Arquitectónica
y Recuperación del Entorno Inmediato"

LAS NINFAS

JAZMÍN ARGENTINA
GÓMEZ PLATERO
1327108

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA
25



VISTAS INTERIORES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
con Integración Arquitectónica
y Recuperación del Entorno Inmediato"

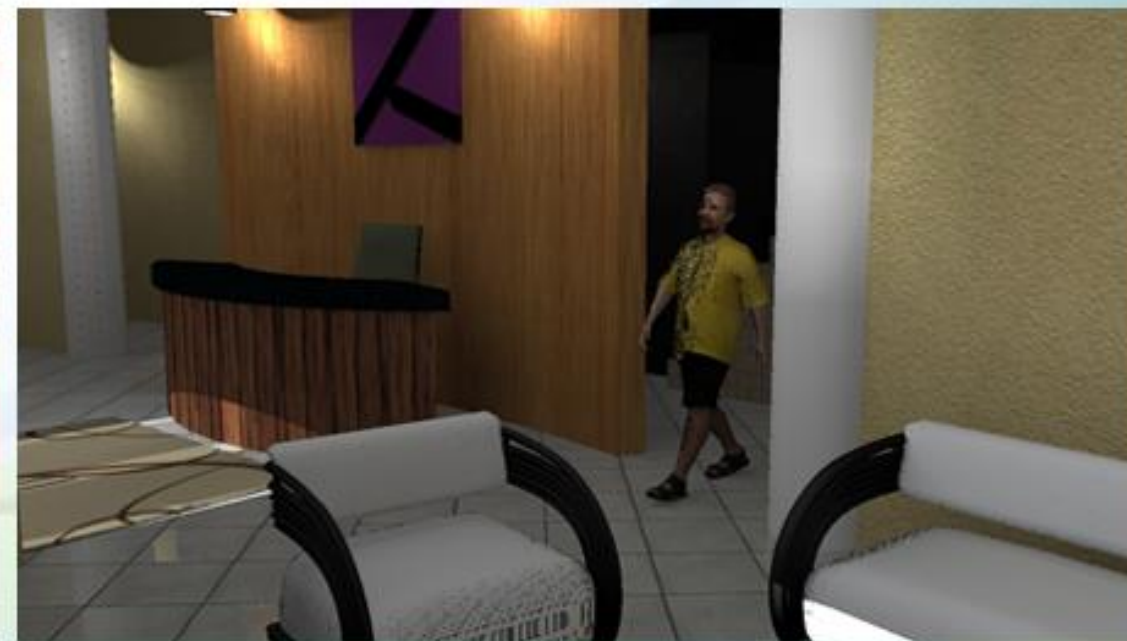
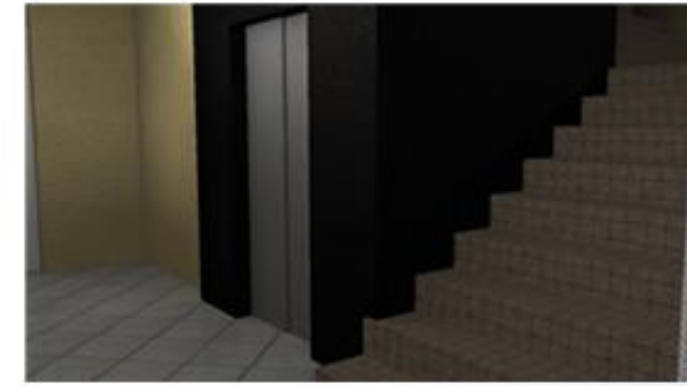
LAS NINFAS

JAZMÍN ARGENTINA
GÓMEZ PLATERO
1327108

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA

26



VISTAS INTERIORES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



UNIVERSIDAD
RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

"Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
con Integración Arquitectónica
y Recuperación del Entorno Inmediato"

LAS NINFAS

JAZMÍN ARGENTINA
GÓMEZ PLATERO
1327108

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA

27



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



6.15

PRESUPUESTO



Clasificación por áreas	Áreas y ambientes	cantidad total de áreas	unidad	Precio *mt ² En \$ y en Q.	Precio total En \$ y en Q.
Circulación	Camina-miento peatonales y ciclo vía	13,900	mt²	\$37.97 Q300.00	\$527,848 Q4,170,000
	Circulación vehicular (solo de calle eje principal del proyecto)	2,600	mt²	\$76.96 Q608.00	\$200,101 Q1,580,800
	parqueo 1	3,200	mt²	\$76.96 Q608.00	\$646,481 Q5,107,720
	parqueo 2	2,000	mt²		
	parqueo 3	1,200	mt²		
parqueo 4	2,000	mt²			
	Total 8,400 mt²				
Espacios verdes	Áreas verdes en total	30,200	mt²	\$25.31 Q200.00	\$764,557 Q6,040,000

Tabla No. 11. Presupuesto. Fuente: Elaboración propia.



Clasificación por áreas	Áreas y ambientes	cantidad total de áreas	unidad	Precio *mt ² En \$ y en Q.	Precio total En \$ y en Q.
Espacios recreacionales	Cancha usos múltiples	650	mt²	\$76.96 Q608.00	\$50,025 Q395,200
	Área recreacional para niños	2,300	mt²	\$6.33 Q50.00	\$14,556 Q115,000
	Área de exposición temporal	1,000	mt²	\$63.29 Q500.00	\$63,291 Q500,000
	Área de teatro al aire libre	800	mt²	\$63.29 Q500.00	\$63,291 Q500,000
	área de areneros (donde están los circulitos alrededor de la plaza)	1,700	mt²	\$4.43 Q35.00	\$7,531 Q59,500
	Área para actividades con cubierta tipo membrana	1,940	mt²	\$200.00 Q1,580	\$388,000 Q3,065,200
	Área de mesas con cubierta tipo membranas	106*4plataformas= 424 mt²	mt²	\$100.00 Q790.00	\$42,400 Q334,960
	Área de kioscos con cubierta tipo membranas	417*2plataformas= 834 mt²		\$100.00 Q790.00	\$83,400 Q658,860

Tabla No. 11. Presupuesto. Fuente: Elaboración propia.



Clasificación por áreas	Áreas y ambientes	cantidad total de áreas	unidad	Precio *mt ² En \$ y en Q.	Precio total En \$ y en Q.
Espacio de ocio	Área de malecón	14,000	mt²	\$50.50 Q400	\$708,861 Q5,600,000
Áreas de edificaciones	Área de laboratorio	185	mt²	\$354.43 Q2,800	\$65,569 Q518,000
	Área de aparcamiento de lanchas	1,200	mt²	\$63.30 Q500.00	\$75,949.37 Q600,000
	Edificio administrativo (Área total * niveles)	310 mt ² *3 niveles = 930 mt ²	mt²	\$\$354.43 Q2,800	\$329,620 Q2,604,000
	Edificio cafetería 1 nivel	310	mt²	\$227.85 Q1,800	\$70,632 Q558,000
	Edificio operativo y Mantenimiento 1 nivel	310	mt²	\$354.43 Q2,800	\$109,873 Q868,000
	Edificio de Alimentación (Planta Electrocoagulación) 1 nivel	310	mt²	\$227.85 Q1,800	\$70,632 Q558,000
Planta de tratamiento	Área de planta de tratamiento de aguas residuales		Global	\$253,164.56 Q2,000,000	\$253,164.56 Q2,000,000
	Áreas y ambientes en mt2 total				\$ 4,312,995.56 Q.34,072,664.92

Tabla No. 11. Presupuesto. Fuente: Elaboración propia.



Clasificación por áreas	Áreas y ambientes	cantidad total de áreas	unidad	Precio *mt ² En \$ y en Q.	Precio total En \$ y en Q.
Preliminares	Trabajos generales preliminares	Cantidad	U	Precio unitario	Precio
	Estudio de suelos	1	Global	\$7,594 Q60,000	\$7,594 Q60,000
	Estudio de impacto ambiental	1	mt ²		\$3,164.56 Q25,000
	Trazo topográfico del conjunto	1	mt ²		\$75,949 Q600,000
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO					Q.39,333,240 \$4,939,418.37

Tabla No. 11. Presupuesto. Fuente: Elaboración propia.



Valor total del terreno según precio por v ² manejado en municipio de Amatitlán por la municipalidad.			
Área total	$1\text{mt}^2 = 1\text{v}^2$ 1 metro cuadrado = 1.43vara cuadrada	$1\text{v}^2 = \text{Q.}$	$\text{v}^2\text{ TOTAL} = \text{Q.}$
Terreno	mt² total de área del terreno	$1\text{v}^2 = \text{Q.}1,000$	
81,373 mt ²	$81,373\text{ mt}^2 * 1.43 = 116,363.39\text{ v}^2$	$1\text{v}^2 = \$126.60$	
			Q.116,363,390 \$14,729,543.08

Tabla No. 11. Presupuesto. Fuente: Elaboración propia.



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



7

CONCLUSIONES



7. Conclusión

El agua es un solvente casi universal y en el que prácticamente todas las sustancias son solubles hasta cierto grado. A causa de esta propiedad, se contamina frecuentemente por las sustancias con las que entra en contacto. Debido a estas características, muchas empresas poseen problemas con el agua, provenientes de sus procesos, debido a que salen con altas cargas de contaminantes al ambiente, causando un alto impacto ambiental a nuestra sociedad.

Es por ello que se diseñó el proceso de una planta de tratamiento de aguas residuales, para el municipio de Amatitlán, Guatemala con ubicación específicamente en el lago del mismo municipio y el cual requiere de total atención por el alto índice de contaminación que presenta y del cual no se ha tomado acción alguna, para lo cual se determinó, el diagnóstico de la caracterización de efluentes que desembocan en el mismo, y el análisis de la medición del caudal de las aguas residuales hasta obtener los resultados del muestreo de los parámetros del agua residual.

El proyecto es una propuesta como una solución para mitigar el acelerado deterioro del Lago de Amatitlán por

su elevado índice de contaminación actual dando así una mejora al medio ambiente.

La implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales con intervención arquitectónica logrará un mayor aprovechamiento de la topografía del terreno, menos impacto visual, más integración con el entorno, además de contribuir en una innovación constructiva y tecnológica en el ahorro de energía.

Es importante además considerar que si dicho modelo pudiese ser replicado, puede reducir de forma considerable la contaminación del Lago de Amatitlán.

Así mismo, como parte integral, se considera importante que en vista de la recuperación ambiental, parte complementaria al proyecto es la recuperación del entorno inmediato al mismo, el cual, a través de áreas deportivas y de esparcimiento fortalece el desarrollo de actividades comunitarias, mismas que pueden incentivar la promoción del turismo interno y externo.

Con este tipo de proyectos se contribuye a una propuesta viable para la recuperación del Lago de Amatitlán y el entorno aledaño.



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



8

RECOMENDACIONES



8. Recomendaciones

- Se recomienda colocar la planta en la entrada hacia el Lago de Amatitlán para la captación de las aguas residuales de colonias, viviendas, y fábricas cercanas.
- Se debe de tratar de implementar la instalación de más plantas de tratamiento de este tipo, para disminuir el impacto en el ambiental en los diferentes Municipios de la Republica.
- Se recomienda la instalación de más plantas de tratamiento con este mismo funcionamiento, ya que con ello se logrará reactivar el desarrollo del Lago como un centro turístico igual o mejor que hace 20 o 30 años.
- Se sugiere a la municipalidad la implementación de un cobro por uso de drenajes y recolectores públicos, ya que al no existir esa recaudación impide tener recursos para el mantenimiento de plantas de tratamiento adecuadas.
- Dar mantenimiento adecuado a la planta de tratamiento para que su funcionamiento sea óptimo.
- Se considera que es importante la recuperación del entorno a través de la promoción de revitalización del sector para promover actividades comunitarias (deportivas, culturales, recreativas) que de alguna forma reactiven la convivencia social del sector.
- A través de la recuperación del Lago de Amatitlán, promover actividades que impulsen el desarrollo turístico de la región por medio de la recuperación de áreas comunitarias que actualmente se encuentran abandonadas.
- Se recomienda que con la instalación del área social del proyecto se requiera la visita de todos los alcaldes y autoridades edilicias para que recibir capacitación y lograr de esta forma la conciencia Ambiental requerida y posteriormente alcanzar la instalación de plantas similares en todos los Municipios de la Republica.
- Si se procede a la ejecución de dicho proyecto, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Electrocoagulación será fabricada en forma parcial en Guatemala y el equipo especializado será importado del país fabricante original.
- Los tanques y obras civiles serán asumidas directamente por el solicitante y supervisados por Ingenieros Guatemaltecos, de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas que enviara el fabricante cuando se le solicite dicha información.
- Las plantas en general de dicha empresa son diseñadas de modo tal que permiten una fácil inspección, limpieza y mantenimiento asegurando de esta manera una alta confiabilidad de operación de la misma.



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala



9

**FUENTES DE INFORMACIÓN
Y CONSULTA**



9. Fuentes de Información y Consulta

9.1 Fuentes de consulta electrónica

- Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –AMSA. <http://amsa.gob.gt/web/wp-content/uploads/2008/11/Folleto-Nivel-Medio.pdf>. Pág. 22. **Fecha de consulta:** Julio 2016.
- Tratamiento de Agua Residuales Industriales. <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1110aguas.pdf>. Pág. 4. **Fecha de consulta:** Julio 2016.
- Rejillas. **Fuente:** <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm> <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm>. **Fecha de consulta:** Diciembre de 2016
- Tanque de Homogeneización. **Fuente:** <http://www.bvsde.paho.org/bvsatesis/mgomez.pdf> **Fecha de consulta:** Diciembre de 2016
- Cribado. **Fuente:** <http://es.slideshare.net/raulcc1950/tratamiento-aerobico-y-anaerobico-de-aguas-residuales/6> **Fecha de consulta:** Diciembre de 2016
- Neutralización. **Fuente:** <http://es.slideshare.net/areyns1/neutralizacion>. **Fecha de consulta:** Diciembre de 2016
- Coagulación-Floculación. **Fuente:** <http://biotecnologiaurp.blogspot.com/2011/05/proc> esos-de-manufactura.html. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016
- Coagulación. **Fuente:** <http://es.slideshare.net/guillermo150782/coagulacion-y-floculacion>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016
- Coagulación-Floculación. **Fuente:** <http://biotecnologiaurp.blogspot.com/2011/05/proc> esos-de-manufactura.html. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016
- Acciones promovidas para la recuperación del Lago de Amatitlán. <http://amsa.gob.gt/web/wp-content/uploads/2012/04/Indicadores-Socioambientales-en-la-Cuenca.pdf>. **Fecha de consulta:** 12 de septiembre de 2016
- <http://www.hidritec.com/hidritec/electrocoagulacion-2>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016
- Reactores para electrocoagulación tipo Bach con electrodos monopolares conectados en paralelo. **Fuente:** <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/vol2n1/electrocoagulacion.pdf>. **Fecha de consulta:** 1 de diciembre de 2016
- <https://iessonferrerdgh1e07.blogspot.com/2012/09/conceptes-de-vegetacio-i-mediambient.html>.
- <https://conarqket.wordpress.com/2013/08/16/la-revitalizacion-urbana-un-proceso-necesario/>. **Fecha de consulta:** 12 de septiembre de 2016
- LOS VACIOS URBANOS COMO OPORTUNIDADES DE REVITALIZACION URBANA – ESTUDIO DE CASO – ESTACION



- MULTMODAL LA SAGRERA – BARCELONA.
http://www-cpsv.upc.es/tesis/PTM12presentacio_hernandez.pdf. **Fecha de consulta:** 15 de noviembre de 2016.
- Municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala. **Fuente:** Amatitlán (Guatemala) [https://es.wikipedia.org/wiki/Amatit%C3%A1n_\(Guatemala\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatit%C3%A1n_(Guatemala)). **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.
 - Ubicación de Tepic, estado de Nayarit, México. **Fuente:** <http://www.luventicus.org/mapasmx/mexico/nayarit.html>. Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2016
 - Proyectos Estratégicos. Portafolio. **Fuente:** http://www.nayarit.gob.mx/transparenciafiscal/des/4_rendicion_de_cuentas/costo_megaproyectos/costo_megaproyectos.pdf. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016.
 - Manifestación de Impacto Ambiental-Modalidad Particular Planta de Tratamiento Zona Oriente - Segunda y Tercera Etapa Resumen Ejecutivo. **Fuente:** <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/nay/resumenes/2010/18NA2010H0008.pdf>. **Fecha de consulta:** 22 de noviembre de 2016.
 - Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. **Fuente:** <https://prezi.com/vgbjxnm3tgrc/sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales-biodiscos/>. **Fecha de consulta:** 22 de noviembre de 2016.
 - Etapas de la Planta de Tratamiento El Crestón, Mazatlán. <http://jumapam.gob.mx/planta-tratadora-el-creston/>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016
 - Esquema de Planta de Tratamiento El Crestón, Mazatlán. Página 399. **Fuente:** <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-INVENTRIO%202011%20FINAL.pdf>. **Fecha de consulta:** 23 de noviembre de 2016
 - http://portafoliodigital3d.blogspot.com/2009_03_13_archive.html. **Fecha de consulta:** Agosto 2016
 - Historia del Municipio de Amatitlán, Guatemala. <http://www.deguate.com/artman/publish/historia-municipios-guatemala/historia-del-municipio-de-amatitlan-guatemala.shtml#.V-EW7fDhDIU>. Fecha de consulta: Agosto 2016.
 - [https://es.wikipedia.org/wiki/Amatit%C3%A1n_\(Guatemala\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Amatit%C3%A1n_(Guatemala)). **Fecha de consulta:** Agosto 2016
 - Dirección de vientos en Guatemala. **Fuente:** http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_Climatologico/viento.jpg. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2016
- ### 9.2 Tesis
- Margaret Haydeé Soto Velásquez. Diseño del proceso e implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales a nivel de laboratorio, provenientes de la línea de producción de químicos para lavandería de una planta industrial, Universidad San Carlos de Guatemala. Pág. 5-7. **Fecha de consulta:** Julio 2016.



- Erwin Abraham Taracena Valiente. Proyecto de Revitalización Urbana del Área Inmediata Norte de la Delegación 2, Distrito 9, de la Zona 4, Ciudad de Guatemala (Imagen y Espacio Público). Universidad de San Carlos de Guatemala. Enero de 2006. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1409.pdf. **Fecha de consulta:** 15 de noviembre de 2016.
- Carta Solar Guatemala. **Fuente:** <http://www.tesis.ufm.edu.gt>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2016.

9.3 Otros

- Publicado el 20 de abril de 2015 en www.s21.com.gt por Roxana Orantes. <http://www.s21.com.gt/nacionales/2015/04/20/50-comunas-no-trata-aguas-residuales>. **Fecha de consulta:** 12 de septiembre de 2016
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ente Generador Empacadora Toledo S.A. Amatitlán. Ing. Jorge Mariano Menéndez Grout, Grupo Verde Caribe, S.A. **Fecha de consulta:** 7 de marzo de 2017.
- Informe de planta de tratamiento de una empresa de la India. **Fecha de consulta:** noviembre 2016.



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



10

GLOSARIO



10. Glosario

N

A

- **Aireaci3n**

Es un m3todo utilizado para la purificaci3n de agua. Es adem3s definido como el proceso utilizado ya sea para mezclar, circular, o disolver aire dentro de un l3quido u otra sustancia. Con la aireaci3n se logra el aumento del contenido de ox3geno en el agua, reducci3n del contenido CO2 y la remoci3n del metano, sulfuro de hidr3geno y otros compuestos org3nicos vol3tiles responsables de conferirle al agua olor y sabor.

- **Aireadores**

Dispositivos que est3n dise±ados para agregar ox3geno al agua en el proceso de tratamiento de agua.

C

- **Cribado:**

Esta etapa sirve para eliminar los s3lidos de gran tama±o presentes en el agua residual. Se suelen realizar mediante rejillas.

- **Neutralizaci3n:**

La neutralizaci3n (tratamiento 3cido-base del agua residual) puede utilizarse para los siguientes fines:

- **Coagulaci3n-floculaci3n:**

Para eliminar s3lidos en suspensi3n y material coloidal y as3 como fosfatos utilizadas como materia prima.

- **Coagulaci3n**

Consiste en la desestabilizaci3n de las part3culas coloidales, empleando productos qu3micos (coagulantes) que neutralizan la carga el3ctrica de los coloides.

- **Calor**

Ingresos de agua caliente disminuyen el contenido de ox3geno y hace a los organismos acu3ticos muy vulnerables.

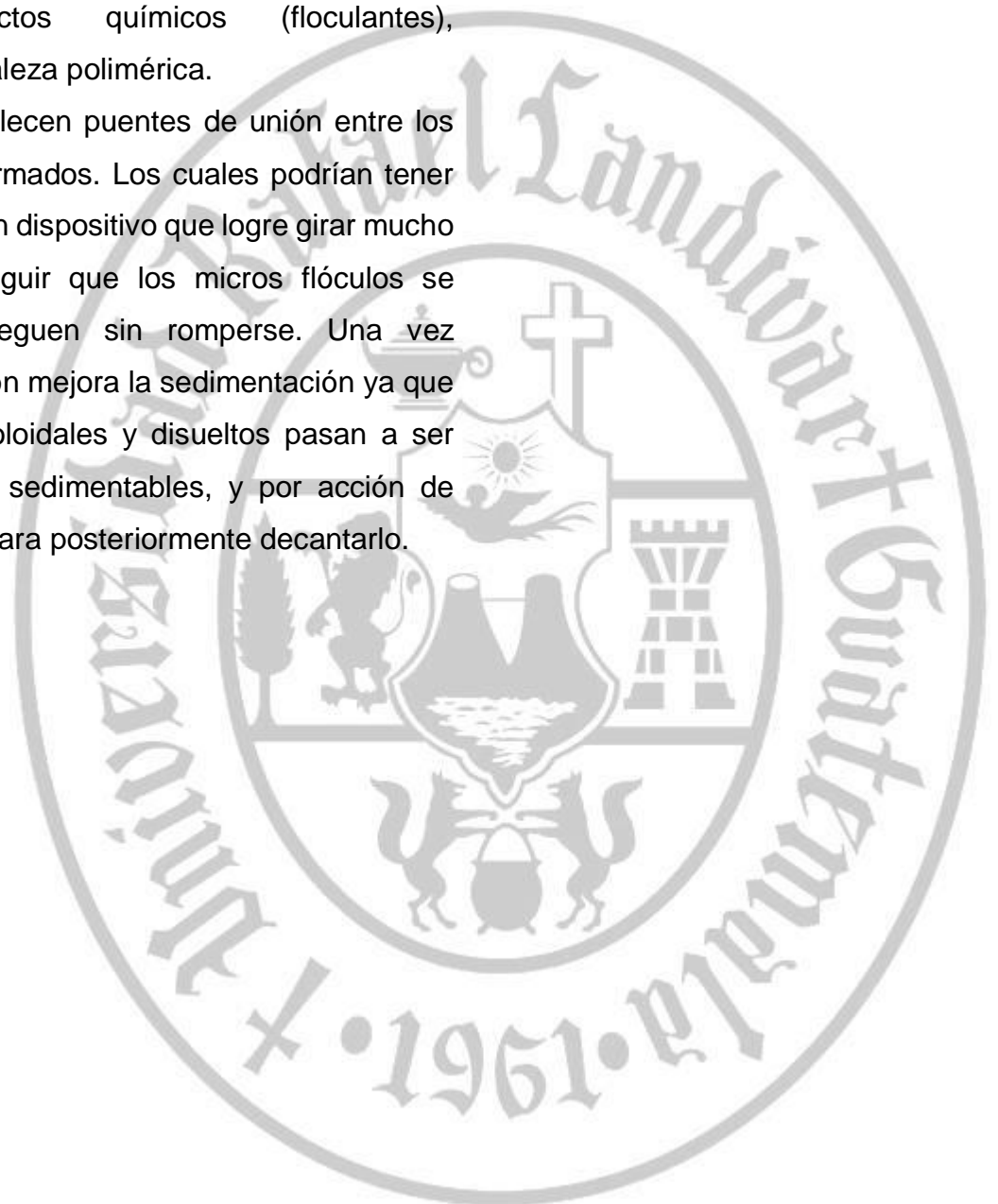
- **Floculaci3n**

Consiste en la agrupaci3n de las part3culas coloidales desestabilizadas, formando agregados de mayor tama±o denominados "fl3culos", los cuales sedimentan por gravedad. Para favorecer la formaci3n de fl3culos m3s voluminosos y su sedimentaci3n, se suelen utilizar



determinados productos químicos (floculantes), generalmente de naturaleza polimérica.

Estos floculantes establecen puentes de unión entre los flóculos inicialmente formados. Los cuales podrían tener una opción de poseer un dispositivo que logre girar mucho más lento para conseguir que los micros flóculos se encuentren y se agreguen sin romperse. Una vez conseguida la floculación mejora la sedimentación ya que parte de los sólidos coloidales y disueltos pasan a ser sólidos en suspensión sedimentables, y por acción de gravedad sedimenten para posteriormente decantarlo.





Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



11

ANEXOS



11. 1 Informe de planta de tratamiento de una empresa de la India

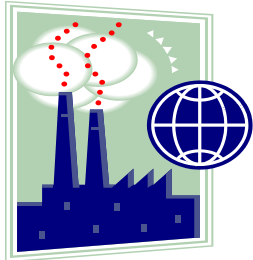


CONFÍA EN INGENIERÍA Hindú



CLIENTE: Municipalidad de Amatitlán/AMSA, GUATEMALA.

OFERTA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES



Capacidad de la planta

La planta de tratamiento de aguas residuales está diseñado para tratar las aguas residuales generadas por la unidad de procesamiento. La planta de tratamiento contará con tres secciones distintas mezcla homogénea del agua, Electro-coagulación del sistema y gestión de lodos.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

- La planta de tratamiento de efluentes está diseñada para tratar 500 m³/día de efluentes.
- La planta será capaz de operar a la velocidad de flujo de 25 m³/hr.
- El ciclo de funcionamiento de la planta será de 20 horas.

Prima las características del efluente



La planta de tratamiento de aguas residuales se ha diseñado basándose en el análisis del informe de análisis de aguas residuales de efluentes combinados disponibles.

La muestra se analiza y los parámetros relevantes están equipados para su referencia

Características	Valor
PH	12
Sólidos suspendidos	500 mg/L
DBO 5 días 20° C	100mg/L
DQO	350 mg/L
COLOR	1500 Pt. Co)
Dureza total	50-100 mg/L
Sílice	30-50 mg/L
Sulfato	300 mg/L
Cloruro	2000 mg/L
TDS	4000- 5000mg/l
Hierro	0.5mg/l
Aceite y Grasa	0.5-1mg/l
Sodio	2500 -3000 mg/l
Oxígeno disuelto	Nulo
Temperatura	60 -70 c



Enfoque del tratamiento

El esquema de tratamiento se selecciona en base a años de experiencia en el manejo de la misma naturaleza de las aguas residuales.

El esquema de tratamiento propuesto es el siguiente para sus necesidades:

Planta de Tratamiento de Efluentes Combinados

Tratamiento Primario

- Bar selección manual.
- Bar detección motorizado.

- PH sistema de corrección.
- Sistema de igualdad.

Tratamiento Secundario

- Proceso de electrocoagulación
- Sistema de dosificación de polímero
- Sistema de Limpieza
- Aire disuelto clarificador de flotación

Manejo de lodos:

- Bomba de diafragma
- Filtro Prensa

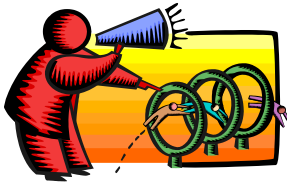


Calidad del agua tratada

La calidad del agua tratada a la salida de la planta respectiva ser3 el siguiente:

Despu3s de electrocoagulaci3n y el tratamiento secundario.

Para metros	Valor
PH	6.5 – 7.0
S3lidos suspendidos	Menos que 50 ppm
DBO 5 d3as 20 ⁰ C	Menos que 50 ppm
DQO	Menos que 150 ppm
COLOR	(50 pT Co U.)
Dureza total	50-100 ppm
S3lice	Menos que 2 ppm
Sulfato	
Cloruro	1000 ppm
TDS	4000 - 5000ppm
Sodio	2500 – 3000 ppm
Temperatura	30 ⁰ – 35 ⁰ c
Hierro	0.2 a 0.5 ppm
Aceite y Grasas	Nulo



Alcance de los suministros

S.NO	DESCRIPCION	CANTIDAD
COMBINADO PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES		
Tratamiento Primario		
1.	Sistema de dosificación de ácido de construcción	2 nn (1W + 1S)
2.	Soplador de Aire con accesorios	2 nn (1W+1S)
3.	Criba de barras	3 tamaños.
4.	Criba de barras motorizado	1 nn
Tratamiento Secundario		
5.	Electro coagulación superficie piel	1 nn
6.	Sistema de dosificación de Polímero de la Construcción	2 nn (1W + 1S)
7.	Bombas de alimentación de Efluentes	2 nn (1W + 1S)
8.	Bomba de Limpieza con ácido	1 nn
9.	Clarificador de Flotación de Aire Disuelto	1 conjunto
Manejo de Lodos		
10.	Filtro Prensa	1 nn
11.	Bomba de Diafragma	1 nn



INSTRUMENTS		
12.	Controlador e indicador de pH	1 nn
13.	Controlador de nivel	2 nn
14.	Indicador de Temperatura	1 nn
15.	Medidor de Corriente	2 nn
16.	Inversor para Sopladores de Aire	1 nn
17.	Inversor para la bomba de efluentes	1 nn

Panel de Automatización

18.	Panel de ETP con controladores de potencia de pulso DC, PLC, inversores y accesorios de control.	2 conjuntos
-----	---	--------------------

VENTAJAS DEL SISTEMA DE CONFIANZA FAD

Flotación por aire disuelto (FAD) ha conseguido el uso generalizado en los últimos cuarenta años para la eliminación de sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas residuales y otras corrientes de proceso industrial. Sistemas de FAD se utilizan con frecuencia para proporcionar tratamiento previo de aguas residuales, la recuperación del producto, y el

engrosamiento de los sólidos biológicos en las industrias. Sin embargo, los valores proporcionados en referencias comunes para estos parámetros tienden a ser obsoletos o inadecuados en comparación con los datos de funcionamiento real de los sistemas.

En otras palabras, la fiabilidad y el rendimiento de los sistemas de FAD han mejorado con el aumento del uso de esta tecnología, pero no ha habido un cambio correspondiente en los criterios de diseño estándar para estos sistemas.

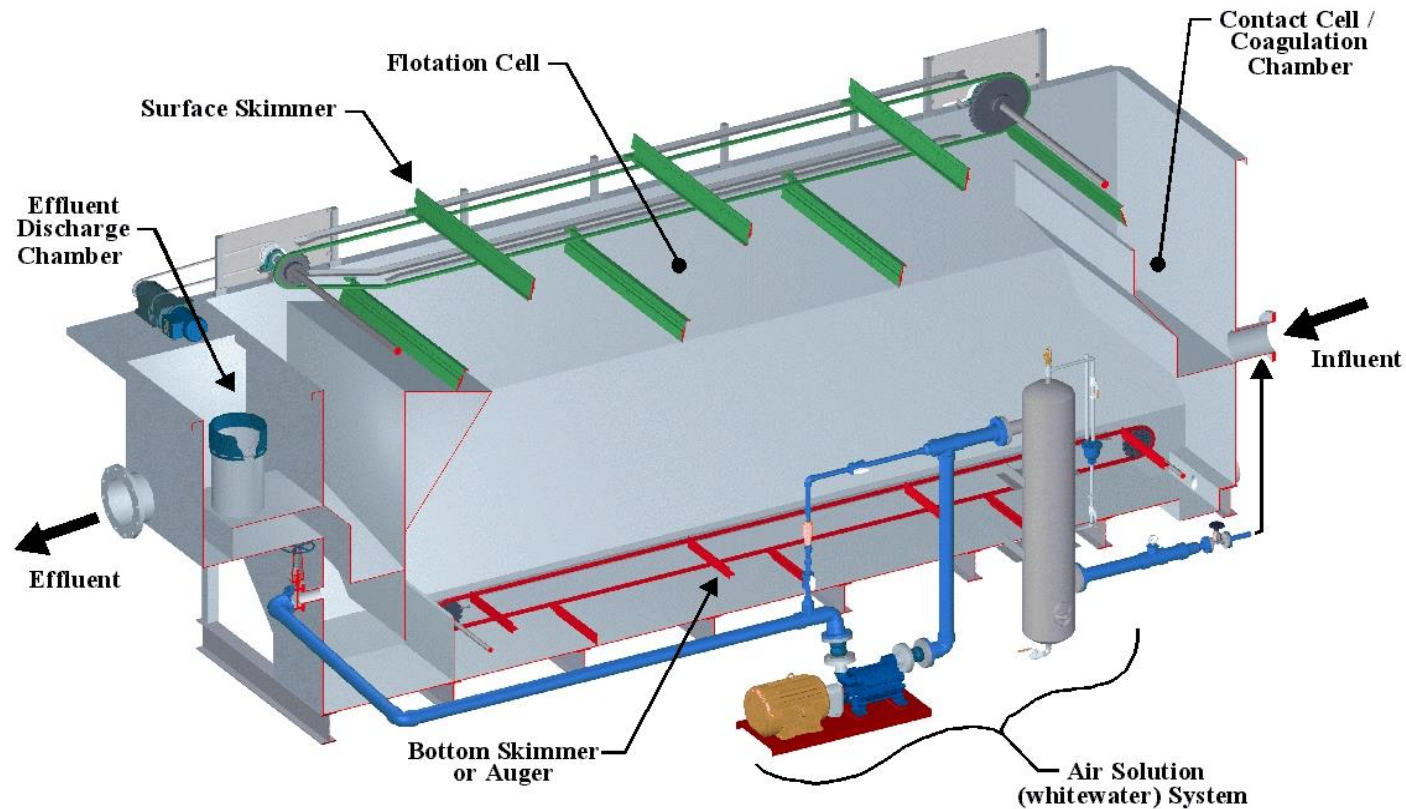


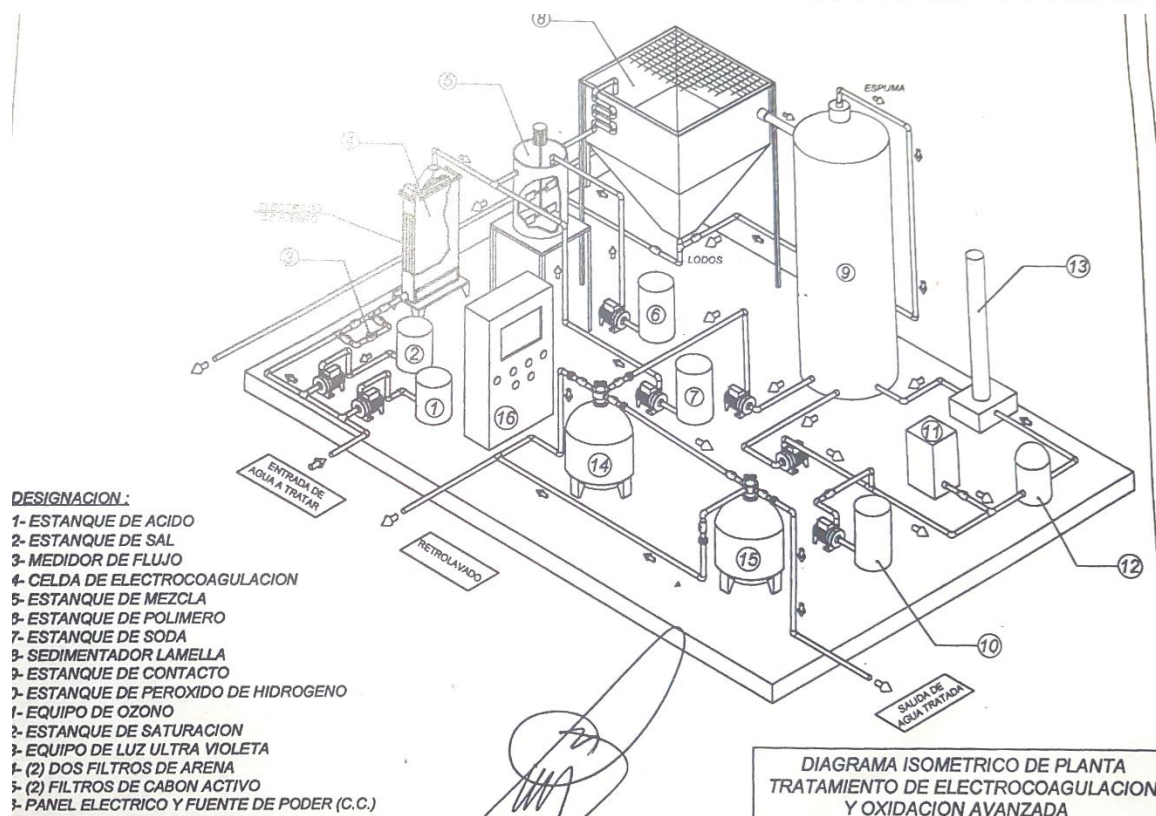
FAD GENERAL

Mientras que las unidades FAD vienen en muchas formas, los sistemas más comúnmente que se producen hoy en día, son de forma rectangular con las

unidades de la presurización de reciclaje para proporcionar aire disuelto para alentar a la flotación.

Como se ilustra en la siguiente Figura , un sistema FAD consta de los componentes principales siguientes:





- 1) Contacto celular o cámara de coagulación. Prevé la mezcla de aire con partículas disueltas floculada en el afluente para permitir la unión de las burbujas a las partículas. También proporciona una distribución uniforme del flujo a través del ancho de la unidad.
- 2) Celdas de flotación. Proporciona un área para la flotación de aire y las partículas de floculación.

- 3) Superficie skimmer. Proporciona los medios para la eliminación de flotación de la celda de flotación para la transferencia de deshidratación u otras manipulaciones. El sistema más comúnmente utilizado consiste en una serie de vuelos tirado por un sistema de cadena de transmisión con velocidad variable, operado por temporizador unidades.

- 4) Fondos skimmer o barrena. Prevé la eliminación de sólidos sedimentados en el fondo de la unidad.
- 5) Deflector de descarga de efluentes y de cámara. Establece la separación física de las partículas de agua clarificada floculada y los fondos antes de la descarga de la unidad a través de presas o estructuras similares.
- 6) De saturación del aire (aguas blancas) del sistema. Proporciona la cantidad necesaria

de aire en forma adecuada (tamaño de la burbuja en el rango de 10-100 m), lo ideal es utilizar el flujo de reciclaje mínimo. El sistema de aguas bravas usa la presurización de la bomba para forzar el aire a la solución, ya sea con la corriente del afluente o una corriente de efluente clarificado de reciclaje. La solución de agua-aire se inyecta en la corriente de aguas residuales de entrada para fomentar la burbuja-sólido de contacto y la flotación.

Especificaciones Técnicas

PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES
TRATAMIENTO PRIMARIO

DESCRIPCION	ESPECIFICACION
CRIBA DE BARRAS	
Qty Cantidad	3 NN
Material de construcción	SS
Tipo	Manual
Tamaño de Filtración	10mm , 8mm , 6mm
Marca	Confidente
CRIBA DE BARRAS MOTORIZADO	
Qty Cantidad	1 NN



Chequeo	PP
Tipo	Transportadora, auto limpieza
Potencia	0.5 Hp cada uno
Caja de Cambios	BONFIGOLI, ALEMANIA
Marca	CONFIDENTE
SOPLADOR DE AIRE DE LOS TANQUES DE ECUALIZACION	
No. ofrecido	2 nos (1 w + 1 s)
Capacidad	200 m3/hr @ 5000 mmwg
HP/RPM	7.5
Tipo	doble lóbulo
Presión	0.5 bar
MARCA	ROOTS /EVEREST

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Electrocoagulación SISTEMA	
No. ofrecido	2 nN (1W + 1S)
Capacidad	25 m3/hr
EC SKID MOC	FRP
Electrodos	MS
No de Electrodo	220 No. cada uno
Tamaño Electrodo	400mm x1200mm
Weight of Elecrode	2000 kg
Fuente de Alimentación	SOLID STATE DC PULSE .



BOMBA DE LIMPIEZA ELECTROCOAGULACION	
No de bomba ofrecido	1 nos
Capacidad	6m3 / h
Presi3n	20 BAR
Tipo	Embolo
Potencia	1 HP
MOC	Alloy steel
BOMBA DE LIMPIEZA CON ACIDO	
No de Bomba ofrecido	1 nos
Capacidad	6 m3
Presi3n	3 BAR
Tipo	Centrifuga
Potencia	3 HP
MOC	PP
No of Stoarge Tank	1 No
Capacidad	1000 ltrs
MOC	FRP
SISTEMA DE DOSIFICACION DE POLIMERO	
No of pumps offered	2 nos (1w +1s)



Capacidad	30 LPH
Material of construcción	PP
Presión	4 bar
Tipo	embolo
Potencia	0.25 HP
BRAND	IWAKI, JAPAN
No DE MEZCLADOR	1 NO
Potencia	0.25 Hp
MARCA	BONFIGOLI, ITALY.
No de tanques	1 No
CAPACIDAD DE ACIDO EN TANQUE	200 ltrs
chequeo	FRP
MODA CLARIFICADOR	
No offered	1 set
Flow rate	25 m ³ /hr
Material de construcción	Outer shell made by Stainless steel.
Skimmer Gear box	Bonfiglioli, Italy
Platform and Handrails	M.S with Epoxy coating
BOMBAS DE ALIMENTACION EC SKID	
No ofrecido	2 nos (1w +1s)
Capacidad	25m ³ /hr cada uno
Cabeza	10 mwc



Motor HP	5.0
Material of construcción	CI
Tipo	Auto engaste, Centrifuga
MARCA	JOHNSON, INDO_ SWEADN
CONTROLADOR DE PH	
DISTANCIA	1-14
MARCA	COUNTRONICS
SALIDA	RELE
MONITOR	PANTALLA LED
CONTROLADOR DE NIVEL	
MARCA	MINILEC
TIPO	HIGH / LOW
QTY	2NOS
CONTROLADOR E INDICADOR DE TEMPERATURA	



DISTANCIA	0 -200'C
MONITOR	PANTALLA LED
SALIDA	RELAY
MARCA	SELECTRON

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

OPERADO POR BOMBA DE AIRE DIAFRAGMA	
No Ofrecido	1 no
Capacidad	5m3/hr
cabeza	60 mwc
Make)Fabricante	YAMADA
Material de construcción	PP
FILTRO PRENSA	
No. ofrecido	uno
Tamaño	36" X 36"
No. de Pacas	30
Tipo	Empotrada
Material de construcción – Shell	MS
Material de construcción – Platos	PP



Lista de Obras Civiles

Diseño detallado, incluso elevación.

TANQUES DE ECUALIZACION	
No. Requerido	2hn
Tamaño del Tanque	Como por condición del sitio
MOC chequeo	R.C.C
Volumen	60 m3 cada uno

Accionamientos eléctricos

La siguiente es una lista de trabajadores de la electricidad necesaria para llevar a cabo por el cliente. CONFIANZA proporcionará la lista de unidades, las calificaciones de HP y el diseño.



Planta de Tratamiento de Efluentes - Tratamiento Primario

<i>DESCRIPCION</i>	<i>TRABAJANDO HP</i>	<i>COLOCARSE HP</i>
Soplador de aire	10	10
Bomba de dosificación de Acido	0.25	0.25
Criba de barras	1.0	
TOTAL	6.25	5.25

Planta de Tratamiento de Efluentes - electrocoagulación

<i>DESCRIPCION</i>	<i>TRABAJANDO HP</i>	<i>COLOCARSE HP</i>
EC derrape	25	25
Bomba dosificadora de Polímero	0.25	0.25
EC bomba de alimentación	5.0	2.0
DAF Clarificador	10.0	
Bomba de limpieza de acido	3.0	
Bomba de limpieza de alta presión	1.0	
TOTAL	28.0	17.25

Sistema de tratamiento de lodos

<i>DESCRIPCION</i>	<i>TRABAJANDO HP</i>	<i>COLOCARSE HP</i>
--------------------	--------------------------	-------------------------



Filtro Prensa	3.0	-
TOTAL	3.0	-

Precios, términos y condiciones

PRECIO

El precio para el diseño, ingeniería y suministro de los elementos mecánicos es la que se indica a continuación:

Planta de tratamiento primario: de Abogados de la pantalla, sopladores y bombas dosificadoras
 Tratamiento Secundario - Electro-coagulación Proceso incluyendo bombas dosificadoras, patines Electro-coagulación, Alimentación Bombas FAD clarificador y el panel de automatización.
 Sistema de manejo de lodos, incluida la prensa de filtro, bomba de diafragma.
 Instrumentos como por el volumen de suministro.
 Tuberías, válvulas y accesorios.
 Cables y accesorios eléctricos.

Precio total para la planta llave en mano de Tratamiento de Efluentes según esta oferta detallada:

210,000 USD FOB INDIA puerto de mar.

EMPAQUE Y ENVIO

incluido

PRECIO BASE

FOB puerto Hindú

ENVÍO

Con 60 días a partir de la fecha de confirmación del pedido por adelantado o con carta de crédito.

PAGO

100% por carta de crédito irrevocable a la vista (O)

40% por adelantado, el saldo antes de su envío.

GARANTÍA

12 meses desde la fecha de entrega contra defectos de fabricación propias.

Esta garantía no cubre el desgaste normal.

TÉRMINOS, CONDICIONES Y

RESPONSABILIDADES:

RESPONSABILIDADES DE CONFIANZA DE INGENIERÍA HINDU (PROVEEDOR) son los siguientes.

1. SUMINISTRO DE LOS TODOS LOS EQUIPOS Y PIEZAS lo mencionado en el volumen de suministro.



2. SUMINISTRO DE TUBERÍAS DE INTERCONEXIÓN DE AIRE, AGUA DE EFLUENTES y tratados.

3. CABLES ELÉCTRICOS Y ACCESORIOS.

4. DISEÑO Y DIBUJO DE CIVIL dibujos lineales lay-out y TUBO Y coordinar con el ingeniero civil PROPUESTOS POR EL CLIENTE.

5. Supervisión de la ejecución de las tuberías.

6. MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA.

7. Recorrido de Prueba y capacitación para los explotadores.

Responsabilidades del cliente son los siguientes.

1. Ejecución y terminación de obra civil.

2. Calificados y no calificados energía humana para la EJECUCIÓN de las tuberías y las interconexiones.

3. Calificados y no calificados POTENCIA DE CARGA , instalación de equipos, cableado eléctrico, plomería, soldadura y el trabajo manual, y donde sea necesario.

4. RETORNO billetes de avión, transporte local, EMBARQUE, facilidades de alojamiento y USD50 SUBSIDIO POR DÍA DE LOS INGENIEROS DE MONTAJE DE CONFIANZA.

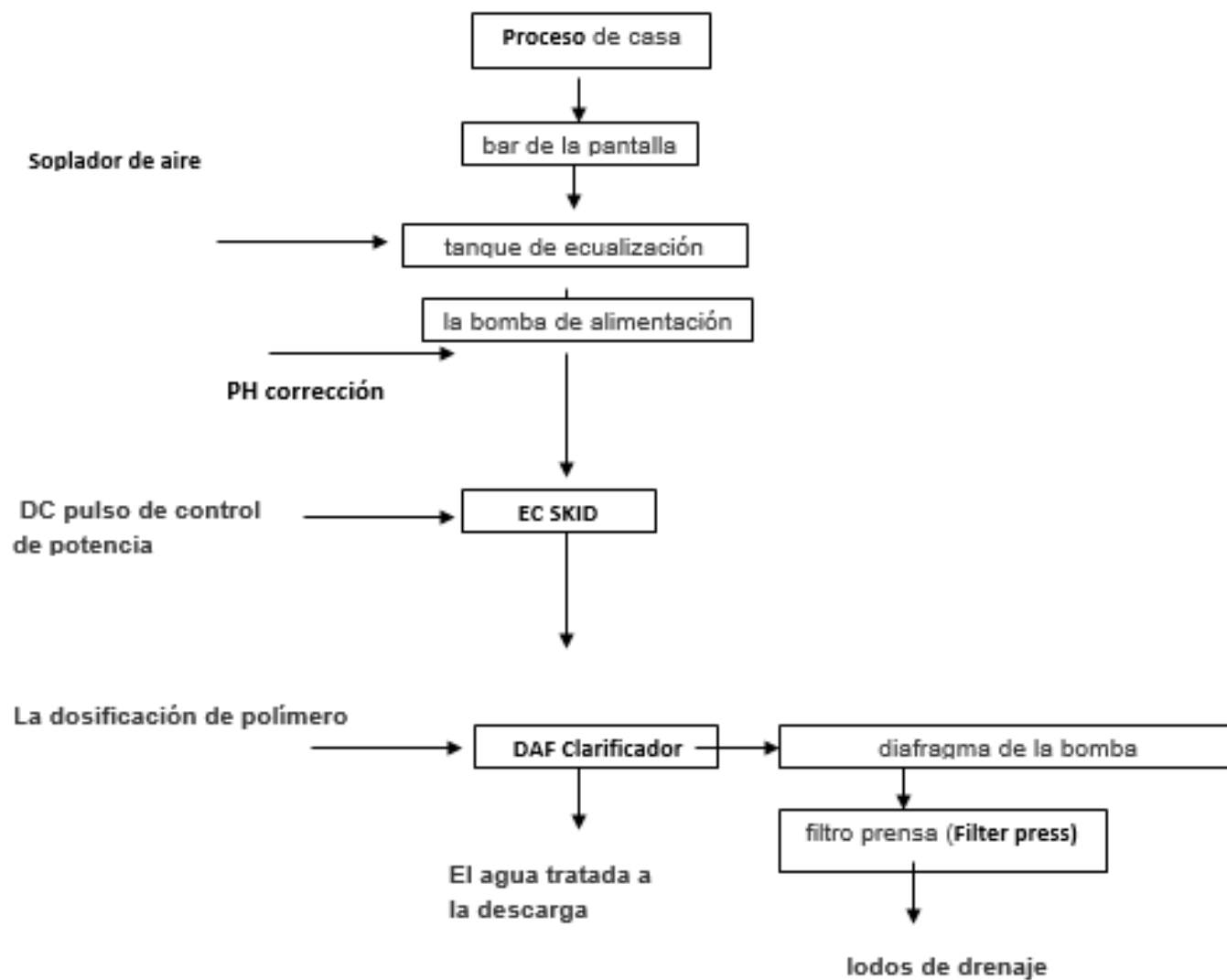
5. Suministro de productos químicos, ARREGLOS LABORATORIO prueba y los operadores para operar la planta.

6. Suministro de arena graduada, GUIJARROS ETC PARA FILTRO arena a presión.

7. Suministro de cualquier otros items no especificados en el volumen de suministro que pueden ser necesarias para las condiciones del lugar.



DIAGRAMA DE FLUJO





CONFÍA EN INGENIERÍA DE LA INDIA PVT LTD
88A, SIDCO Industrial Estate
KURICHI
Lima - 641021
INDIA
TELÉFONO: 91 422 2672 960, 2676740
Fax: 91 422 2676 560

EMAIL : confidentindia@gmail.com
WEB: www.confidentengineering.com



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala



12

ÍNDICES ESPECÍFICOS



12.1 ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1. Rejillas.....	Pág. 15	Imagen No. 15. Diagrama digestión anaeróbica.....	Pág. 38
Imagen No. 2. Tanque de Homogenización.....	Pág. 16	Imagen No. 16. Diagrama reactor anaeróbico de contacto.....	Pág. 39
Imagen No. 3. Cribado.....	Pág. 16	Imagen No. 17. Canal de desbaste.....	Pág. 40
Imagen No. 4. Neutralización.....	Pág. 17	Imagen No. 18. Tanque trampa de grasa.....	Pág. 41
Imagen No. 5. Coagulación – Floculación.....	Pág. 17	Imagen No.19. Estación de bombeo.....	Pág. 42
Imagen No. 6. Coagulación.....	Pág. 18	Imagen No. 20. By-pass.....	Pág. 43
Imagen No. 7. Coagulación – Floculación.....	Pág. 19	Imagen No. 21. Tanque de desinfección.....	Pág. 44
Imagen No. 8. Reactores para electrocoagulación.....	Pág. 25	Imagen No. 14. Diagrama digestión anaeróbica.....	Pág. 47
Imagen No. 9. Reactores para electrocoagulación con electrodos monopolares conectados en serie,.....	Pág. 25	Imagen No. 22. Ubicación de Tepic, estado de Nayarit, México.....	Pág. 51
Imagen No. 10. Reactor tipo filtro prensa.....	Pág. 26	Imagen No. 23. Proyectos Estratégicos.....	Pág. 53
Imagen No. 11. Reactor de electrodo cilíndrico rotativo y reactor de lecho fluidizado.....	Pág. 26	Imagen No. 24. Disco Biológico.....	Pág. 55
Imagen No. 12. Municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala.....	Pág. 32	Imagen No. 25. Ubicación de Mazatlán, estado de Sinaloa, México.....	Pág. 61
Imagen No. 13. Diagrama de sistema existente.....	Pág. 34	Imagen No. 26. Ubicación de plantas de tratamiento de Mazatlán, México.....	Pág. 61
Imagen No. 14. Diagrama de flujo del sistema completo.....	Pág. 37	Imagen No. 27. Tratamiento Primario.....	Pág. 62
		Imagen No. 28. Sedimentadores primarios.....	Pág. 63



Imagen No. 29. Tratamiento Secundario.....Pág. 64

Imagen No. 30. Reactor biológico de lodos activados.....Pág. 64

Imagen No. 31. Clarificadores Secundarios.....Pág. 65

Imagen No. 32. Cárcamo y caja de cárcamo.....Pág. 65

Imagen No. 33. Tratamiento de lodos.....Pág. 66

Imagen No. 34. Tanque de lodos.....Pág. 66

Imagen No. 35. Esquema de Planta de Tratamiento El Crestón, Mazatlán.....Pág. 68

Imagen No. 36. Vista panorámica del Lago de Amatitlán, Guatemala.....Pág. 72

Imagen No. 37. Vista del teleférico en el Lago de Amatitlán, Guatemala.....Pág. 72

Imagen No. 38. Vista del Lago de Amatitlán, Guatemala.....Pág. 72

Imagen No. 39. Localización del municipio de Amatitlán en Guatemala.....Pág. 73

Imagen No. 40. Carta Solar y diagramas de sombras.....Pág. 77

Imagen No. 41. Dirección de vientos en Guatemala.....Pág. 78

Imagen No. 42. Variación de niveles del Lago de Amatitlán.....Pág. 80

Imagen No. 43. Áreas Fisiográficas de la República de Guatemala.....Pág. 81

Imagen No. 45. Estanque de Ecuación.....Pág. 125

Imagen No. 46. Celda de electrocoagulación...Pág. 126

Imagen No. 47. Sedimentación.....Pág. 126

Imagen No. 48. Tanque de acumulación y Disposición de Lodos para su deshidratación.....Pág. 127

12.2 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Cuadro de parámetros ETAR 2007.....Pág. 33

Tabla No. 2. Tipo de reacción y respectiva ecuación.....Pág. 46

Tabla No. 3. Cuadro Comparativo de Casos Análogos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.....Pág. 69

Tabla No. 4. Municipios vecinos de Amatitlán.....Pág. 73

Tabla No. 5. División política administrativa del municipio de Amatitlán.....Pág. 74

Tabla No. 6. Proyección demográfica del municipio de Amatitlán para el año 2011 realizada por el cronista Oscar Fajardo Gil.....Pág. 74

Tabla No. 7. Nivel de Agua de Amatitlán.....Pág. 79



Tabla No. 8. Ventajas comparativas del Sistema Electrocoagulación vs. Tratamiento Biológico....Pág. 99
Tabla No. 9. Especificaciones.....Pág. 108
Tabla No. 10. Programa de Arquitectura.....Pág. 114
Tabla No. 11. Presupuesto estimado.....Pág. 156

Diagrama No. 10. Antiguas carreteras que conectan al proyecto.....Pág. 93
Diagrama No. 11. Ubicación del Proyecto.....Pág. 94
Diagrama No. 12. Plantas de tratamiento identificadas por AMSA.....Pág. 96
Diagrama No. 14. Análisis FODA.....Pág. 97

12.3 ÍNDICE DE DIAGRAMAS

CAPÍTULO 5.

Diagrama No. 1. Relieve General de la República de Guatemala.....Pág. 84
Diagrama No. 2. Localización del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala.....Pág. 85
Diagrama No. 3. Localización del Lago de Amatitlán.....Pág. 86
Diagrama No. 4. Topografía.....Pág. 87
Diagrama No. 5. Curvas de nivel.....Pág. 88
Diagrama No. 6. Ubicación de volcanes importantes cercanos al Proyecto Las Ninfas.....Pág. 89
Diagrama No. 7. Localización del Terreno.....Pág. 90
Diagrama No. 8 y No. 9. Localización de sitios importantes.....Pág. 91

CAPÍTULO 6.

Diagrama No. 1. Diagrama de acceso al Terreno.....Pág. 104
Diagrama No. 2. Fotografías del Terreno.....Pág. 105
Diagrama No. 3. Fotografías del Entorno.....Pág. 106
Diagrama No. 4. Diagrama de Soleamiento y Vientos.....Pág. 107
Diagrama No. 5. Diagrama de Relaciones. Conjunto.....Pág. 116
Diagrama No. 6. Diagrama de Relaciones. Accesos Principales.....Pág. 117
Diagrama No. 7. Diagrama de Relaciones. Área Operativa y de Mantenimiento.....Pág. 118
Diagrama No. 8. Diagrama de Relaciones. Área Operativa para el Trabajo del Agua.....Pág. 119



Diagrama No. 9. Diagrama de Relaciones.
Malecón.....Pág. 120

Diagrama No. 10. Conceptualización.....Pág. 128

12.4 ÍNDICE DE PLANOS

Plano No. 1. Planta de Conjunto.....Pág. 129

Plano No. 2. Secciones de Conjunto.....Pág. 130

Plano No. 3. Primer y Segundo Nivel Área
Administrativa.....Pág. 131

Plano No. 4. Tercer Nivel Área Administrativa...Pág. 132

Plano No. 5. Sección y Elevación Área
Administrativa.....Pág. 133

Plano No. 6. Planta Arquitectónica y Sección de Edificio
de Cafetería.....Pág. 134

Plano No. 7. Elevación Frontal del Área de
Cafetería.....Pág. 135

Plano No. 8. Planta Arquitectónica y Sección de Área
Operativa y de Mantenimiento.....Pág. 136

Plano No. 9. Planta Arquitectónica y Sección de
Aparcamiento y Laboratorio.....Pág. 137

Plano No. 10. Planta Arquitectónica y Sección de
Alimentación de Planta Electrocoagulación.....Pág. 138

Plano No. 11. Planta Conjunto Instalación
Hidráulica.....Pág. 139

Plano No. 12. Esquema de funcionamiento de Planta de
Tratamiento.....Pág. 140

Plano No. 13. Esquema de Instalaciones Hidráulicas.
Aguas Negras.....Pág. 141

Plano No. 14. Esquema de Instalaciones Eléctricas.
Iluminación y Fuerza.....Pág. 142

Plano No. 15. Esquema Típico de Armado de
Losa.....Pág. 143

Plano No. 16. Propuesta de Mobiliario
Urbano.....Pág. 144

Plano No. 17. Propuesta de Materiales.....Pág. 145

Plano No. 18. Vegetación Existente.....Pág. 146

Plano No. 19. Propuesta de Vegetación.....Pág. 147

Plano No. 20. Vistas de Conjunto.....Pág. 148

Plano No. 21. Vistas Exteriores. Caminamientos y Áreas
Comunes.....Pág. 149

Plano No. 22. Vistas Exteriores. Caminamientos
Peatonales y Vehiculares.....Pág. 150

Plano No. 23. Vistas Exteriores. Edificios
Administrativos y de Operaciones.....Pág. 151

Plano No. 24. Vistas Exteriores. Aparcamiento de
lanchas y motos acuáticas.....Pág. 152



Plano No. 25. Vistas Exteriores. Área
Deportiva.....Pág. 153

Plano No. 26. Vistas Interiores.....Pág. 154

Plano No. 27. Vistas Interiores.....Pág. 155

