

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

"Plan Maestro DISTRITO 11, como modelo de ciudad sostenible, implementando la edificación de gran altura y la estación central de metro"

PROYECTO DE GRADO

**CARLOS RODOLFO WOHLERS GUERRERO**  
CARNET 20360-09

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

"Plan Maestro DISTRITO 11, como modelo de ciudad sostenible, implementando la edificación de gran altura y la estación central de metro"

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR  
**CARLOS RODOLFO WOHLERS GUERRERO**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE ARQUITECTO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, 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. CRISTIAN AUGUSTO VELA AQUINO  
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ  
SECRETARIA: MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ARQ. MARIO NOEL MANSILLA

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. ANA CECILIA ZURITA FUENTES  
MGTR. JUAN CESAR ALEJANDRO URETA MORALES  
ARQ. JULIO ROBERTO LOPEZ VILLATORO

Guatemala, 1 de marzo de 2016

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 Arquitectónico de Grado realizado por el estudiante Carlos Rodolfo Wohlers Guerrero, con carné 203600-9, titulado **“Plan Maestro DISTRITO 11, como modelo de ciudad sostenible, implementando la edificación de gran altura y la estación central de metro”**. 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. Mario Noel Mansilla  
Catedrático Asesor



Universidad  
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
No. 03456-2016

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante CARLOS RODOLFO WOHLERS GUERRERO, Carnet 20360-09 en la carrera LICENCIATURA EN ARQUITECTURA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0344-2016 de fecha 11 de abril de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Plan Maestro DISTRITO 11, como modelo de ciudad sostenible, implementando la edificación de gran altura y la estación central de metro"

Previo a conferírsele el título de ARQUITECTO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 11 días del mes de abril del año 2016.



  
MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA, SECRETARIA  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
Universidad Rafael Landívar

# Índice General

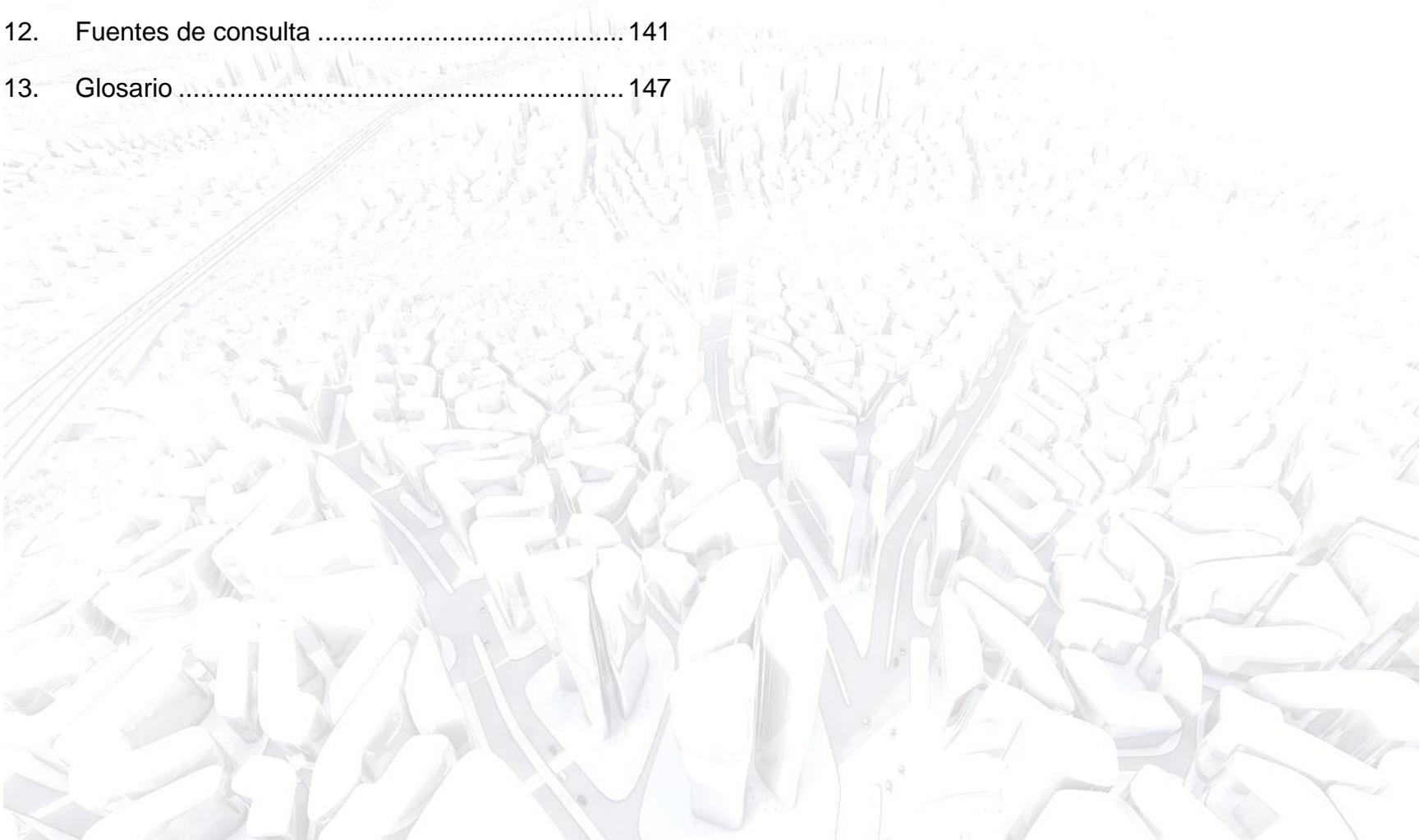
CARATULA .....	1	Reequilibrio .....	16
1. Introducción.....	6	Ecoeficiencia .....	16
2. Metodología.....	8	3.4. Ciudad Sostenible .....	18
2.1 Planteamiento del problema .....	8	Indicadores Urbanos .....	19
2.2 Usuarios.....	10	Indicadores Sostenibles .....	19
2.3 Objetivos .....	10	Urbanismo y Desarrollo Sostenible .....	20
2.3.1 Objetivo general del proyecto .....	10	3.5. Estándar DOT Ciudades Sostenibles.....	21
2.3.2 Objetivos específicos .....	10	3.6. Ciudades Inteligentes (Smart Citie's) .....	23
2.4 Alcances y Limites .....	11	3.7. Eficiencia Energética.....	24
2.4.1 Alcances .....	11	3.7.1. Sistemas de baja energía para edificios (Low Energy buildings).....	25
2.4.2 Limites.....	11	3.7.2. Iluminación inteligente .....	26
2.4.3 Justificación del Proyecto.....	11	3.7.3. Optimización de Procesos Industriales .....	27
3. Teoría y Conceptos .....	13	3.7.4. Confort Térmico .....	27
3.1. Ciudades Utópicas .....	13	3.7.5. Sistemas de Refrigeración Pasivos .....	28
3.2. Teorías de Urbanismo .....	13	3.7.6. Ventilación Cruzada.....	29
3.3. Objetivos para una movilidad sostenible .....	15	3.7.7. Ventilación Vertical: Torres y Atrios .....	29
Reducción .....	16	3.7.8. Protección Solar.....	30

3.8. Cubiertas Verdes.....	31	3.14. Transportes sostenibles .....	44
3.9. Confort térmico a nivel Urbano.....	32	3.15. Estaciones de Metro .....	45
Condiciones Térmicas .....	33	3.16. Vías Subterráneas .....	48
Escala Urbana.....	33	3.16.1. Pre dimensionamiento.....	48
Ocupación .....	34	3.16.2. Seguridad en Túneles.....	50
Paisaje Urbano.....	34	3.16.3. Ventilación .....	50
Percepción de Seguridad .....	34	3.16.4. Control de CO2 .....	51
Calidad del Aire .....	35	3.17. Rascacielos.....	52
3.10. Energías Renovables.....	35	3.17.1. Tecnologías antisísmicas .....	54
3.10.1. Energía Solar.....	35	3.17.2. Rascacielos en Latinoamérica.....	57
3.10.2. Energía Hidráulica .....	36	3.17.3. Construcción antisísmica en Chile.....	58
3.10.3. Energía Eólica .....	37	3.17.4. Rascacielos Energía 0.....	59
3.11. Redes inteligentes.....	38	3.17.5. Estrategias para la reducción energética	60
3.12. Agua.....	39	4. Casos Análogos .....	64
3.12.1. Eficiencia y reutilización.....	39	4.1. Plan maestro para el distrito de Chengdu, China	
3.12.2. Tratamiento del agua.....	40	- Arquitectos: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture	
3.12.3. Captación de Aguas Pluviales .....	41	64	
3.13. Desechos .....	42	4.2. Masdar City - Foster + Partners .....	66

4.3. La visión de Paris 2050 como “Smart City” por Vincent Callebaut.....	70	5.3. Aspectos Históricos.....	86
4.4. Master Plan Beijing Bohai Innovation City por SOM 72		5.4. Aspectos Normativos / Regulatorios.....	87
4.5. Costanera Center y la Gran Torre de Santiago, Chile – Arq. César Pelli y Alemparte Barreda Arquitectos – Watt International. ....	74	POT.....	87
5. Entorno y Contexto.....	77	Aeronáutica Civil .....	90
5.1. Aspectos geográficos y ambientales .....	77	6. Análisis del Estado Actual .....	92
Localización/Ubicación .....	77	6.1. Esquema de Localización.....	92
Accesibilidad .....	78	6.2. Esquema de Ubicación y límite de ámbito de estudio .....	93
Clima y temperatura .....	79	6.3. Referencias urbano-arquitectónicas / puntos de interés del ámbito de estudio del entorno inmediato..	94
Vientos .....	80	6.4. Referencias urbano-arquitectónicas / puntos de interés del ámbito de estudio .....	95
Humedad Relativa y Precipitación Pluvial: .....	81	6.5. Esquema de Vialidad y accesos.....	96
Soleamiento .....	82	6.6. Gabaritos.....	97
Suelos y geología.....	83	6.7. Esquema general de usos de suelo .....	98
Topografía .....	84	6.8. Esquema de relieve topográfico .....	99
Hidrografía.....	85	6.9. Esquema de vegetación.....	100
5.2. Demografía.....	86	6.10. Esquema de Pavimentos .....	101

6.11. Esquema de riesgos, amenazas y vulnerabilidades .....	102	Gabaritos.....	117
7. Análisis Conceptual.....	104	Plano de usos de suelos .....	118
7.1. Árbol de problemas .....	104	Morfología urbana .....	119
7.2. Árbol de Objetivos .....	105	Servicios.....	120
7.3. FODA Urbano.....	106	Plano de vegetación.....	121
8. Estrategia Urbana de Intervención .....	108	Ejes de intervención específicos .....	122
8.1. Imagen gráfica.....	108	Estación de tren .....	123
8.2. Concepto.....	109	Red Macro tren.....	124
8.3. Representación gráfica de la estrategia .....	110	Cinturón Verde .....	125
9. Proyecto .....	112	Edificación de Altura.....	126
9.1. Modelo de las nueve preguntas .....	112	Vía subterránea.....	127
9.2. Memoria Conceptual de Diseño urbano-arquitectónico.....	113	9.5. Programa de necesidades proyecto arquitectónico.....	128
9.3. Memoria Descriptiva de diseño urbano-arquitectónico.....	114	Estación subterránea Distrito 11 .....	128
9.4. Propuesta Urbana .....	115	9.6. Metodología de diseño .....	129
Master Plan .....	115	Matriz de Relaciones.....	129
Vialidad y Accesos .....	116	Diagrama de Relaciones .....	130
		9.7. Propuesta Arquitectónica .....	131

10.	Conclusiones .....	137
11.	Recomendaciones .....	139
12.	Fuentes de consulta .....	141
13.	Glosario .....	147



## RESUMEN

En la actualidad las ciudades presentan problemas debido a la falta de planificación y el mal uso de los recursos, lo cual trae condiciones no favorables para un estilo de vida dentro de la ciudad. La necesidad de grandes desplazamientos y la falta de un transporte digno y seguro ha causado que las arterias principales de la ciudad colapsen. El manejo de desechos y recursos debe ser regulado y tecnificado para generar un cambio en la situación actual.

Tomando en consideración lo señalado se identifica un área entre las zonas 11 y 7 de ciudad capital de Guatemala, la cual presenta características y oportunidades para desarrollar una propuesta urbana integral la cual integre soluciones en torno a movilidad sostenible e infraestructura.

La propuesta surge en un marco utópico en la cual se desarrolla un plan maestro para un distrito urbano en el cual se proponen soluciones a largo plazo para un

desarrollo urbano integral. Aplicado al ámbito de estudio y que a la vez pueda ser aplicado a las ciudades emergentes del país. El proyecto concluye con la propuesta de una estación central de metro como propuesta de movilidad alternativa.



# 1. INTRODUCCIÓN

# 1. Introducción

En la actualidad, debido a la explosión demográfica y falta de planificación, las ciudades presentan problemáticas en cuanto a su planificación y ordenamiento territorial principalmente con el manejo adecuado de los recursos y desechos. A raíz de esto a través de la historia se han desarrollado distintas teorías o planteamientos de ciudades Utópicas, las cuales buscan guiar y dar solución a las problemáticas que en la actualidad las ciudades presentan.

En países del primer mundo y ciudades emergentes se han desarrollado nuevos modelos de ciudades inteligentes y distritos los cuales buscan integrar la tecnología en sus sistemas y equipamientos para mejorar no solo el funcionamiento de las ciudades sino la calidad de vida de los habitantes.

Tomando en cuenta las problemáticas que la ciudad de Guatemala presenta se ha desarrollado un Plan Maestro para la implementación de una central de Metro dentro de un distrito sostenible que promueva el desarrollo vertical y el uso mixto del suelo.

Buscando una descentralización de los servicios para generar un núcleo urbano que sea capaz de aumentar su capacidad habitacional y hacer uso de tecnologías para un uso adecuado de los recursos

Como ejes principales el Plan Maestro se enfoca en propuestas para la movilidad alternativa, uso de energías limpias e implementación de tecnologías para el uso eficiente de los recursos y un modelo de rascacielos para promover las edificaciones de gran altura y la alta densidad.



## 2. METODOLOGÍA

## 2. Metodología

### 2.1 Planteamiento del problema

La población urbana en la mayoría de países de Latinoamérica sigue aumentando debido al crecimiento poblacional y la migración a las ciudades, la ciudad capital de Guatemala, según la perspectiva mundial de la ONU del 2014, encabeza la lista de las ciudades de América Latina que más van a crecer en la próxima década,

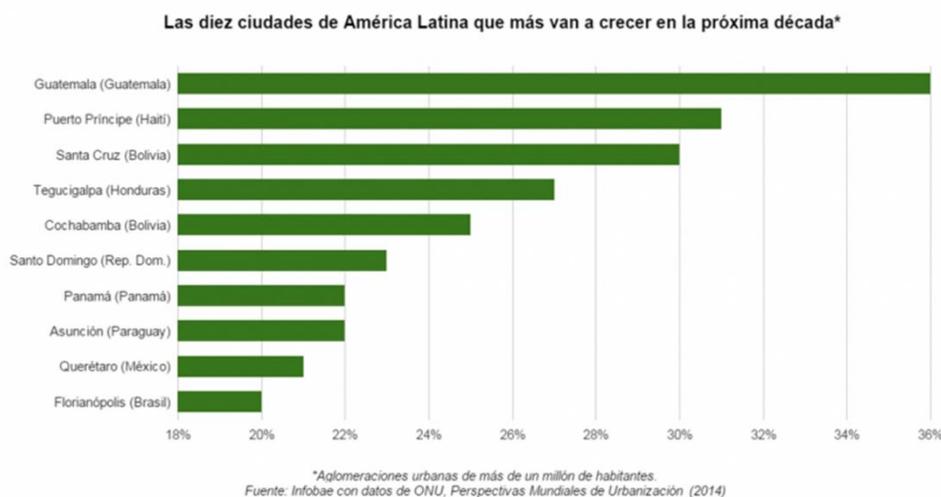


Ilustración 1 Ciudades de América Latina con mayor índice de crecimiento (ONU, 2014)

La ciudad Capital es la más poblada del país y de Centroamérica con más de 2 millones de habitantes, en la cual se estima un aproximado de 5,518 habitantes por

km<sup>2</sup>. Para el año 2040 el área metropolitana de la ciudad capital debe albergar a 5 millones de habitantes.

En Centroamérica, la ciudad puede ser concebida como una ciudad moderna, con construcciones e intervenciones urbanas como, pasos a desniveles, áreas peatonales, plazas y parques. Además, se han creado políticas importantes como el plan de ordenamiento territorial (POT) y la creación de EMETRA y el Transmetro.

Sin embargo, la ciudad Capital en la actualidad no cuenta con las características que le permitan un desarrollo integral y sostenible a largo plazo. Los temas ambientales fundamentales como: el manejo y el suministro del agua, el tratamiento de aguas negras, el manejo de desechos tóxicos y basura, redes de drenajes y desagües y control sobre la deforestación, son temas que en la actualidad aun no son tratados.

La ciudad de Guatemala es considerada la capital más contaminada de Centroamérica, el 95% de las aguas de la ciudad están contaminadas. El 63% de las aguas negras ingresan al río de las vacas sin ninguna planta de tratamiento. Al no tener una política de saneamiento de

agua la contaminación se esparce en todo el país al conectarse con el río Motagua.



*Ilustración 2 La mina desemboque a río las vacas, ciudad de Guatemala (Salazar, 2013)*

Aproximadamente 4 millones de toneladas de basura se generan en la ciudad capital al año, el 50% de todos los desechos sólidos generados en el país. No se tienen políticas ni sistemas para el manejo adecuado de la basura. Los métodos de tratamiento de basura deben ser modernizados y detener la acumulación de basura en la z3 la cual ya se ha extendido y colindado cerca de viviendas y espacios urbanos.

La ciudad además cuenta con limitantes que restringen el desarrollo urbano en determinadas áreas, como el aeropuerto nacional con las restricciones de aeronáutica civil y los bordes con los barrancos en los cuales se generan asentamientos informales y zonas de riesgo.

La infraestructura vial ha colapsado debido a la falta de un transporte digno, eficiente, seguro y accesible. La descentralización de servicios que reduzcan la necesidad de desplazamiento de los habitantes de la ciudad y proporcionen un transporte alternativo digno y seguro.

Es importante el indagar en modelos y alternativas que permitan generar no solo una propuesta urbano-arquitectónica a largo plazo sino políticas para el desarrollo sostenible con visión futurista para aprovechar las tecnologías y asegurar de esta forma la eficiencia y eficacia de los sistemas y herramientas que permitan que el desarrollo sea sostenible y a la vez genere una estabilidad económica y social en la región.

Por lo cual se puede concluir que el modelo actual de la Ciudad Capital no presenta las características socio

territoriales para un desarrollo urbano integral de los habitantes a largo plazo.

## **2.2 Usuarios**

Los habitantes de la ciudad capital de Guatemala. Al ser una propuesta con diversidad de usos se identifican como usuarios primarios a empresarios, emprendedores, profesionales, investigadores, universitarios, familias en general de nivel socio-económico medio-alto.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo general del proyecto**

Formular una propuesta de distrito urbano con visión sostenible, que integre la implementación de una intermodal de transporte alternativo y la edificación de gran altura y el uso de tecnologías para el uso eficiente de recursos y el desarrollo integral de la población guatemalteca.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Investigar los parámetros y políticas que puedan ser aplicados en las ciudades emergentes, así como las tecnologías que puedan ser aplicadas al espacio urbano y arquitectónico.
- Conocer el ámbito de estudio y determinar las potencialidades para albergar un modelo de distrito urbano sostenible que albergue un modelo de rascacielos energía 0.
- Identificar acciones que permitan formular la propuesta urbana y el modelo de edificación de gran altura.
- Realizar un Plan Maestro para la zona 11 y 7 de la ciudad capital aplicando las tecnologías para un desarrollo sostenible, integrando un sistema alternativo de movilidad y aumento de densidad y usos mixtos por medio del modelo de rascacielos.
- Proponer un modelo de rascacielos energía 0.

## 2.4 Alcances y Limites

### 2.4.1 Alcances

Plan Maestro del Distrito 11, dentro de la ciudad de Guatemala con la finalidad de conocer sistemas y tecnologías que permitan generar criterios y parámetros para el desarrollo de un núcleo urbano, dentro del cual se generaran las condiciones para la propuesta de un modelo de rascacielos de uso mixto energía 0 así como la integración de una central intermodal de Metro.

Se hace un diagnostico macro de las problemáticas en cuanto al crecimiento poblacional versus capacidad actual, movilidad dentro de la ciudad y polución.

Se generan criterios para las problemáticas ambientales y de servicios con el fin de generar la base para la implementación de tecnologías que permitan el funcionamiento adecuado y sostenible de ciudades emergentes y áreas en desarrollo.

### 2.4.2 Limites

- Plan Maestro Distrito 11
  - Anteproyecto del Distrito e Intermodal de Metro
  - Uso de tecnologías y servicios
  - Implementación zona de rascacielos
- Propuesta Estación Central Distrito 11
- Parámetros y criterios para el funcionamiento sostenible de la ciudad
  - Sistemas de energía limpia
  - Tratamientos y reutilización de Aguas
  - Reciclaje y manejo de desechos

### 2.4.3 Justificación del Proyecto

El proyecto surge como una propuesta dentro de un marco utópico el cual pretende buscar una alternativa de desarrollo al actual plan del ordenamiento territorial para proyectar una visión sostenible inclinada al uso de tecnologías y sistemas del primer mundo, maximizando la capacidad habitacional del territorio por medio del desarrollo vertical y una red de sistemas que permitan un desarrollo tecnológico e integral del distrito.



### **3. TEORÍA Y CONCEPTOS**

## 3. Teoría y Conceptos

### 3.1. Ciudades Utópicas

Desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX existe un interés por parte de arquitectos, pensadores y proyectistas urbanos en el ámbito de intervención y planificación de ciudades, es así como empiezan a surgir utopías o modelos de ciudades que buscan comprender y solucionar las problemáticas que afectan a una sociedad.

El futuro de las ciudades se debe planificar con anticipación y con visión a largo plazo. Para esto se debe imaginar escenarios de un futuro y prever las necesidades que las futuras generaciones puedan tener en función a movilidad y uso de espacios.

Las Utopías surgen como una necesidad colectiva o bien una insatisfacción, y cuya finalidad es proponer soluciones para erradicar estas insatisfacciones y dar un paso hacia el desarrollo y una mejor calidad de vida. Para ello se deben comprender los aspectos sociales, políticos, económicos, ambientales, históricos y culturales para

poder comprender y adecuar una propuesta a las necesidades de la sociedad.

### 3.2. Teorías de Urbanismo

#### 3.2.1. Ciudad Radial

La morfología radial en ciudades o distritos busca la focalidad y concurrencia hacia cierto punto donde las vías convergen en la cual se genera un crecimiento en las vías periféricas, generando una centralidad la cual es fácil de acceder desde cualquier extremo. De esta forma se organiza entro al punto central desde el cual se proyectan las vías hacia el resto de la ciudad o distrito y el exterior.



*Ilustración 2 Sun City (Blasco, 2015)*

Al tener grandes vías que permiten la comunicación de los diferentes sectores de la ciudad por medio de ejes que forman círculos concéntricos se logra separar la movilidad de vehículos sin que atraviesen el centro de la ciudad.

### 3.2.2. Urbanismo y movilidad sostenible

A finales del siglo XX es evidente el crecimiento económico en las ciudades, el uso de recursos y servicios es mucho mayor a las generaciones del siglo pasado. La movilidad es un factor que cada vez aumenta, hoy en día por encima del crecimiento económico, lo cual nos hace analizar a profundidad los problemas y el daño que los sistemas actuales poseen.

En el siglo XXI las sociedades presentan el reto de mejorar el transporte y su relación y límites con el medio ambiente, de esto surge la movilidad sostenible la cual supone aplicar las características del desarrollo sostenible a los sistemas de movilidad y transporte.

Las crecientes interacciones entre distintos núcleos urbanos han generado que el transporte sea un factor estratégico en la sociedad. Por ello un modelo basado en

la movilidad sostenible busca implementar una estrategia que fomente la movilidad por medio de la integración de sistemas adecuados dentro del desarrollo sostenible.

Cuadro 1. Objetivos para una Movilidad Sostenible

1. Favorecer el acceso a bienes, recursos y servicios y, a la vez que se reduce la necesidad de movilidad, satisfacer las necesidades económicas, ambientales y sociales de manera integrada y eficiente
2. Asegurar que tanto las infraestructuras de transporte como el propio transporte no superan la capacidad de carga de los ecosistemas
3. Asegurar que los usuarios pagan los costes ambientales y sociales de sus elecciones de transporte sin perjudicar la competitividad de la industria ni evitar la satisfacción de la necesidad de movilidad de los sectores más desfavorecidos
4. Reducir el crecimiento del tráfico coches y camiones a niveles sostenibles
5. Asegurar que las inversiones en infraestructuras de transporte introducen la variable ambiental
6. Fomentar el uso de los medios de transporte más eficientes desde el punto de vista ambiental, social y económico
7. Alcanzar estándares de calidad ambiental basados en límites ecológicos críticos y el principio precautorio
8. Asegurar el uso de recursos renovables sin disminuir la capacidad de los sistemas ecológicos de ofrecer esos recursos en el futuro
9. Asegurar el uso de recursos no renovables teniendo en cuenta su necesidad en el futuro y la disponibilidad de recursos alternativos
10. Mejorar la salud humana y la seguridad, reduciendo los accidentes

Fuente: COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2000): *Integrated policy aspects of sustainable mobility. Working Paper. Extra Project. Transport RTD Programme. Fourth Framework Programme.*

Ilustración 3 Objetivos para la movilidad sostenible (Comisión de las comunidades Europeas, 2000)

La Comisión Europea define término movilidad sostenible como **"un sistema y unas pautas de desplazamiento que proporcionan los medios y las oportunidades para satisfacer las necesidades económicas,**

**ambientales y sociales de manera eficiente y equitativa, al mismo tiempo que minimiza los impactos adversos evitables o innecesarios y sus costes asociados, en escalas espaciales y temporales relevantes".** \*COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2000):

*Integrated policy aspects of sustainable mobility. Working Paper. Extra Project. Transport RTD Programme. Fourth Framework Programme.*

Por lo tanto, movilidad sostenible se entiende como aquella que logra reducir las necesidades de desplazamiento de las personas y objetos dentro de los límites físicos y ambientales del entorno. A su vez promueve el uso de modalidades de transporte más eficientes o no motorizadas, facilitando un acceso a toda la sociedad a un medio de transporte digno.

El sistema de transporte sostenible debe contribuir de igual forma al bienestar económico y social sin abusar de los recursos naturales, causar daños a la salud o el medio ambiente. El sistema de transporte sostenible es aquel que respeta los límites ambientales y de salud pública haciendo uso razonable y eficiente de los recursos naturales.

### 3.3. Objetivos para una movilidad sostenible

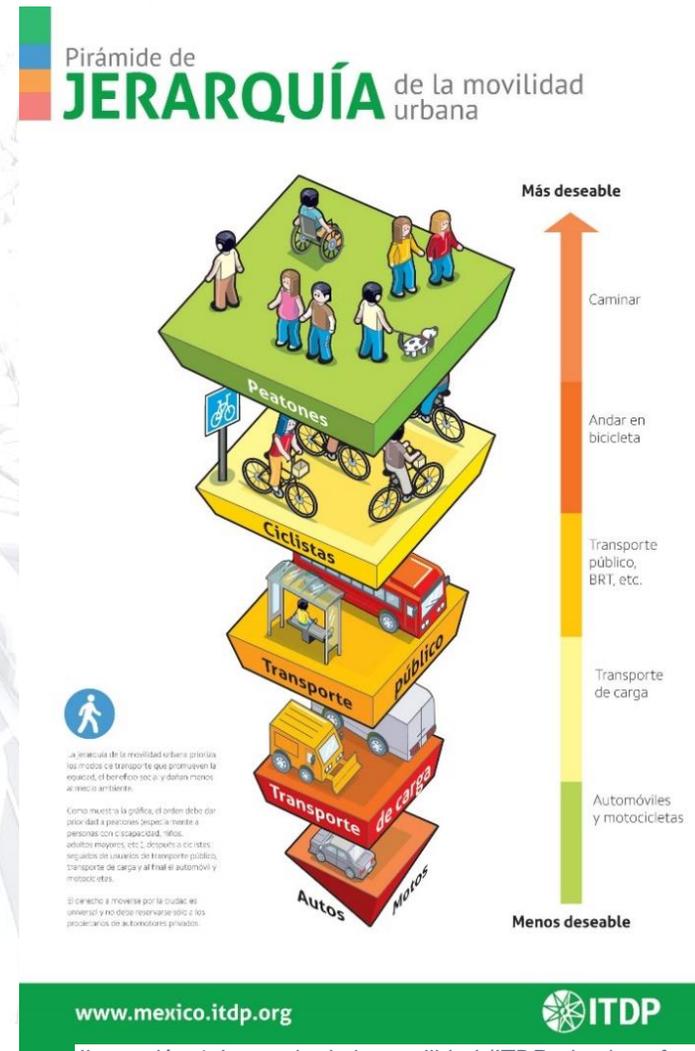


Ilustración 4 Jerarquía de la movilidad (ITDP - Institute for Transportation & Development Policy, 2013)

El diseño de una movilidad o política de movilidad sostenible debe estar enfocada a tres objetivos principales: reducción, reequilibrio y ecoeficiencia.

Movilidad Sostenible. De la teoría a la práctica

**Cuadro 2. El Cambio Conceptual**

<i>De los viejos conceptos...</i>	<i>... a los nuevos conceptos</i>
Funcionalismo	Sostenibilidad
Ciudad difusa	Ciudad compacta
Especialización de los usos del suelo	Ciudad multifuncional
Costes directos de operación	Contabilidad ecológica
Movilidad pendular	Movilidad en forma de nube
Movilidad obligada	Movilidad cotidiana
Política de transportes	Política de movilidad y accesibilidad
Distancias largas	Proximidad
Uso longitudinal de la calle	Uso transversal de la calle

Fuente: PTP (2002): Quo vadis mobilitat? Movilidad sostenible y segura. Monografic 2. Barcelona.

*Ilustración 5 Cambio conceptual (PTP - Movilidad Sostenible y segura, 2002)*

## Reducción

Se debe desvincular el crecimiento de la necesidad de transporte con el crecimiento económico, es decir reducir la necesidad de movilidad. Esto sería actuar sobre la raíz del problema, por lo cual se debe separar accesibilidad y movilidad para comprender que mediante la descentralización podemos facilitar el acceso de las

personas a sus necesidades y al mismo tiempo reducir la necesidad de desplazarse. Este objetivo se entrelaza con el objetivo general de la sostenibilidad que es lograr la desmaterialización de la economía ya que la reducción en el consumo y uso de los recursos naturales causaría una reducción en la cantidad de elementos transportados.

## Reequilibrio

Se debe impulsar el uso de medios de transporte menos dañinos con el medio ambiente. La proximidad es el factor principal que debe tenerse en cuenta en el diseño de políticas respecto a la movilidad, se debe diseñar para permitir desplazamientos que puedan realizarse en medios no motorizados como la bicicleta o a pie.

## Ecoeficiencia

La Ecoeficiencia se entiende como la capacidad de poder movilizarse causando el menor impacto ambiental posible. La búsqueda e implementación de tecnologías y energías alternativas (limpias y renovables), que permita la reducción de emisiones contaminantes, el consumo del

suelo y el uso de energías no renovables son de gran importancia para mejorar la ecoeficiencia.

La ecoeficiencia debe implementarse en la optimización de las infraestructuras existentes mediante modalidades de interoperabilidad entre modos y sistemas.

Dentro de estos objetivos resalta la reducción de la necesidad de movilidad, esto debe ser comprendido desde una perspectiva global que integre todas las políticas con repercusiones en la movilidad, (la planificación urbana, las políticas energéticas, políticas industriales y el ordenamiento territorial) participen de forma integral en el diseño de la estrategia que incida en el origen del problema.

La movilidad sostenible es un proceso que permite la reducción en los daños ambientales causados actualmente por los medios de transporte, a la vez busca facilitar y satisfacer la necesidad de accesibilidad. Por otro lado busca combatir los procesos de degradación ambiental irreversibles, entre los cuales destacan el uso de energías no renovables, la pérdida y fragmentación de

hábitats y biodiversidad, las emisiones contaminantes y el consumo del suelo.

#### Cuadro 4. Políticas de Gestión de la Demanda

- **Uso del suelo y planificación del transporte:** reducir la distancia de los desplazamientos o aumentar el uso de transporte público o medios no motorizados de transporte. Ejemplos: Singapur, Curitiba (Brasil), Friburgo (Alemania), Greenwich Millenium Village (Reino Unido) o Portland (EE.UU.)
- **Desarrollo de tecnologías de información y comunicación:** telemática, teletrabajo, videoconferencias, comercio electrónico, educación a distancia, etc. Ejemplos: Cambrigde, Hertfordshire y Surrey (Reino Unido), Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Holanda, y Washington y California (EE.UU.)
- **Puesta en marcha de servicios de información a viajeros:** ofrecer información precisa a los usuarios sobre condiciones de viaje, rutas y modos opcionales. Ejemplos: Holanda, Bélgica, Dinamarca y EE.UU.
- **Medidas económicas que incentiven o desincentiven los costes, elección y tiempo de los desplazamientos:** tasas, cargas por uso de carreteras, cuotas para emisiones de CO<sub>2</sub>, incentivos a modos alternativos, programas de trasvase modal, subsidios al transporte y estrategias innovadoras de financiación. Ejemplos: Dinamarca, Reino Unido, Noruega, Singapur, Holanda, Tasmania (Australia), Houston (EE.UU.), etc.
- **Gestión y política de precios de aparcamientos:** aparcamiento preferencial y restringido, sistemas de información, park&ride, etc. Ejemplos: Bremen (Alemania), Seúl (Corea), Glendale, Washington, Portland y San Francisco (EE.UU.), Copenhague y Aalborg (Dinamarca)
- **Gestión del tráfico:** carriles adicionales, carriles reversibles, restricciones al tráfico pesado, sistemas inteligentes de transporte, servicios de información del tráfico, etc. Ejemplos: Holanda y EE.UU.

*Ilustración 6 Políticas de Gestión (PTP - Movilidad Sostenible y segura, 2002)*

Para lograr que la demanda social de movilidad no interfiera con los límites ambientales se deben implementar políticas públicas como:

- Reducir la necesidad de movilidad, desvinculando el crecimiento del transporte del económico.
- Reequilibrar el uso de transportes, favoreciendo los no motorizados o transportes con tecnologías sostenibles.
- Ecoeficiencia en la planificación de desplazamientos
- Concientización social, que permita cambiar el comportamiento relacionado al transporte.

– **Condiciones preferenciales para mejorar la velocidad, seguridad, fiabilidad, y atractivo de modos de transporte alternativos:** carriles para autobuses, carriles bici, zonas peatonales. Ejemplos: Copenhague (Dinamarca), Dublín (Irlanda), Nogoya (Japón), Almere (Holanda), Pittsburg (EE.UU.), Melbourne (Australia), Salzburgo (Austria), Leeds (Reino Unido), etc.

– **Promoción del transporte público:** mejora y ampliación de los servicios, precios más baratos, dotación de servicios complementarios intermodales, mejora de los servicios de información y marketing. Ejemplos: Róterdam y Arnhem (Holanda), Hasselt (Bélgica), Copenhague (Dinamarca), Hamamatu y Kanazawa (Japón), Virginia (EE.UU.), etc.

– **Medidas para el transporte de mercancías:** crear sistemas de transportes más respetuosos con el medio ambiente, reducir los viajes de camiones vacíos, mejoras tecnológicas que reduzcan emisiones y consumos, formación a transportistas. Ejemplos: Suiza, Holanda, Japón, Dinamarca y Reino Unido.

Fuente: OCDE (2002) Road Travel Demand. Meeting the Challenge

<http://oecdpublicatons.gfi-nb.com/cgi-bin/OECDBookShop.storefront/EN/product/772002041P1>

Ilustración 7 (PTP - Movilidad Sostenible y segura, 2002)

### 3.4. Ciudad Sostenible

Una ciudad sostenible se entiende como una ciudad que logra reducir sus impactos en el medio ambiente logrando un uso adecuado de sus recursos y ofrece una mejor calidad de vida para sus habitantes.



Ilustración 8 Masdar City (Foster + Partners, 2007)

Una ciudad sostenible debe sobresalir en cuatro aspectos:

- **Sostenibilidad Ambiental y cambio Climático**

Una ciudad sostenible debe priorizar el manejo adecuado de los recursos naturales, la mitigación de gases y todo tipo de contaminación. A su vez debe adaptarse a los cambios climáticos.

- **Desarrollo Urbano Sostenible**

Debe contrarlar el crecimiento urbano dando soluciones adecuadas y promover el trasporte sostenible.

- **Sostenibilidad económica y social**

Debe promover el desarrollo económico y la implementación de servicios sociales dignos para la población.

- **Sostenibilidad Fiscal y Gobernabilidad**

Se debe tener un manejo adecuado de los ingresos y la inversión pública. Se deben implementar mecanismos adecuados de gobierno.

## Indicadores Urbanos

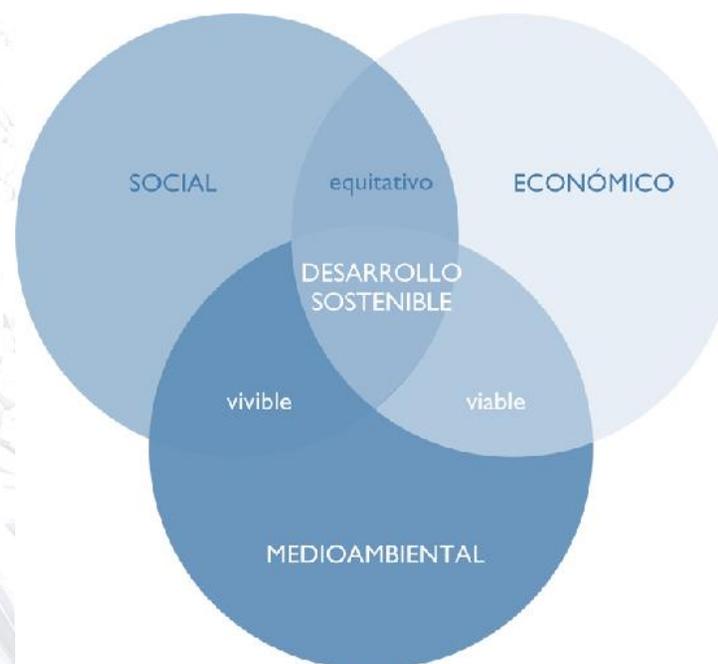


Ilustración 9 Desarrollo sostenible (Elaboración Propia, 2015)

## Indicadores Sostenibles

- **Ambientales**

Cambios climáticos, contaminación del aire, uso de recursos naturales y calidad del ambiente.

- **Sociales**

Salud, igualdad, oportunidades, accesibilidad.

- **Económicos**

Beneficios por servicios de transporte.

### Urbanismo y Desarrollo Sostenible

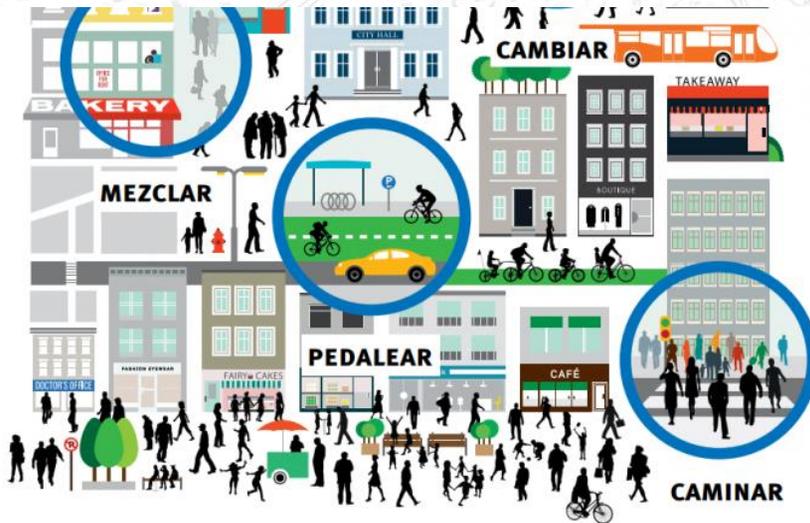


Ilustración 10 Movilidad (OVACEN, 2014)

Desde los 60's han existido organizaciones que buscan promover la relación entre la naturaleza y las ciudades, se ha resaltado la importancia de proteger nuestros recursos e implementar un modelo de desarrollo

sostenible. El desarrollo sostenible busca proveer una mejor calidad de vida para todas las personas y las generaciones por venir. Por ello se debe reflexionar en nuestra forma de vida y el impacto que esta conlleva al medio ambiente. Se debe entender que para poder asegurar un mejor futuro se debe ser consciente en cuanto a la preservación del patrimonio natural. Los modelos de desarrollo actuales buscan mejorar la movilidad ya que es una solución que puede dar respuesta a múltiples problemas que existen debido a la falta de un sistema que pueda funcionar adecuadamente.

La sostenibilidad implica que el medio ambiente es la parte fundamental del desarrollo, no puede haber un desarrollo socio-económico si el medio físico llega a destruirse. Posicionando el medio ambiente como jerarquía con las dimensiones económicas y sociales.

Un sistema se considera sostenible cuando es capaz de **“mantener la diversidad biológica y reforzar la base de recursos ambientales (materiales y energía) sobre los que se sustentan procesos de desarrollo”**. \* Cita tomada de JIMÉNEZ, L. M. (1996) *Desarrollo sostenible y economía*

*ecológica. Integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecología. Editorial Síntesis. Madrid.*

Un análisis de sostenibilidad debe observar el uso de los recursos materiales y de energía, si estos son utilizados de forma razonables y como logran mejorar la calidad de vida de las personas.

### **3.5. Estándar DOT Ciudades Sostenibles**

El Estándar DOT (Desarrollo Orientado al Transporte) es una herramienta que nos permite evaluar el desarrollo urbano. Se enfoca en el crecimiento que potencializa el transporte público y enfatiza en sus usuarios.

Según DOT, se identifican 8 principios para el diseño urbano y uso de suelos, y da respuesta a la problemática de la expansión urbana insostenible, la dependencia del automóvil y el tránsito deficiente que ha caracterizado a las ciudades en el último siglo.

Los usos del Estándar DOT se enfocan en evaluar la orientación y rutas del transporte público en proyectos de desarrollo urbano. Permite evaluar en las fases de diseño y planificación en busca de oportunidades o vacíos. Busca

ser base para la planificación urbana de transporte, usos de suelo y diseño urbano.

Los 8 principios de DOT:

1. Caminar: Desarrollar barrios que promuevan la movilidad peatonal.
2. Pedalear: Priorizar redes de transporte no motorizado.
3. Conectar: Crear redes densas de calles.
4. Transporte: Localizar el desarrollo cerca del transporte público de alta calidad.
5. Mezclar: Uso de suelos mixto.
6. Densificar: Optimizar la densidad y la capacidad del transporte público.
7. Compactar: Crear regiones compactas a cortas distancias.
8. Cambiar: Aumentar la movilidad regulando estacionamientos y calles.

# OBJETIVOS METODOLOGÍA DOT

Caminar

Pedalear

Conectar

Transportar

Mezclar

Densificar

Compactar

Cambiar

Principio 1 25 puntos	Principio 2 5 puntos	Principio 3 15 puntos	Principio 4 Requerimiento100	Principio 5 15 puntos	Principio 6 15 puntos	Principio 7 15 puntos	Principio 8 20 puntos
<b>A. La red peatonal es segura y completa.</b>	<b>A. La red ciclista es segura y completa.</b>	<b>A. Las Rutas peatonales y ciclistas son cortas, directas y Variadas.</b>	<b>A. El transporte público de alta calidad es accesible a pie.</b>	<b>A. Las longitudes de viaje son reducidas por la provisión de usos diversos y complementarios.</b>	<b>A. Las densidades residenciales y de trabajo permiten el transporte público de alta calidad y servicios locales.</b>	<b>A. El desarrollo está en un área urbana existente.</b>	<b>A. El terreno ocupado por automóviles es reducido al mínimo.</b>
<p><b>1.1 Vías Peatonales</b> Porcentaje de la fachada de cuadra con vías peatonales completas y accesibles para sillas de ruedas. (3 puntos).</p> <p><b>1.2 Cruces Peatonales</b> Porcentaje de intersecciones con cruces peatonales completas y accesibles para silla de ruedas en todas las direcciones. (3puntos).</p> <p><b>B. El Entorno peatonal es activo y vibrante.</b></p> <p><b>1.3 fachadas visualmente activas:</b> Porcentaje de los segmentos de vías peatonales que proporcionan contacto visual con la actividad interior del edificio. (6 puntos)</p> <p><b>1.4 Fachadas físicamente permeables:</b> Número promedio de entradas peatonales a tiendas y edificios por cada 100 metros de fachada de cuadra. (2 Puntos).</p> <p><b>C. El entorno peatonal es templado y cómodo.</b></p> <p><b>1.5 Sombra y refugio:</b> Porcentaje de los segmentos de las vías peatonales que incorporan adecuadamente el elemento de sombra o refugio. (1 punto).</p>	<p><b>2.1 Red Ciclista:</b> Porcentajes totales de los segmentos de calle con vías ciclistas seguros y completos. (2 puntos).</p> <p><b>B. El estacionamiento y el almacenaje para bicicleta es amplio y seguro</b></p> <p><b>2.2 Estacionamiento para bicicleta en estaciones de transporte público:</b> En todas las estaciones de transporte público se proporcionan instalaciones. (1 punto).</p> <p><b>2.3 Estacionamiento para bicicletas en los edificios:</b> Porcentaje de edificios que proporcionan estacionamientos seguro para bicicletas. (1 punto).</p>	<p><b>3.1 Cuadras Pequeñas:</b> Largo de la cuadra más larga (en su lado más largo). (10 puntos).</p> <p><b>B. Las rutas peatonales y ciclistas son más cortas que las rutas para automóviles</b></p> <p><b>3.2 Largo de la cuadra más priorizada:</b> Proporción de las intersecciones de vehículos automotores. (5 puntos).</p>	<p><b>4.1 Distancia de caminata al transporte público:</b> Distancia a pie a la estación de transporte público masivo más cercana.</p>	<p><b>5.1 Usos complementarios:</b> Usos residenciales y no residenciales combinados dentro de las cuadras adyacentes. (10puntos).</p> <p><b>5.2 Accesibilidad a alimentos:</b> Porcentaje de los edificios que están a 500 metros a pie de una fuente de alimento fresco. (1 punto).</p> <p><b>B. Trayectos cortos para grupos de menores ingresos.</b></p> <p><b>5.3 Vivienda económica:</b> Porcentaje de unidades residenciales proporcionadas como vivienda económica. (4 Puntos).</p>	<p><b>6.1 Densidad de uso de suelo:</b> Densidad promedio comparada con las condiciones locales. (35 puntos).</p>	<p><b>7.1 Sitio Urbano:</b> Número de lados del desarrollo colindantes con sitios urbanizados existentes. (10 puntos).</p> <p><b>B. Las distancias cortas hacen los viajes en la ciudad más conveniente.</b></p> <p><b>7.2 Opciones de transporte:</b> Número de diferentes opciones de transporte que son accesibles dentro de una distancia caminable. (5 puntos).</p>	<p><b>8.1 Estacionamiento fuera de la vía pública:</b> El total del área dedicada al estacionamiento fuera de la vía pública como porcentaje del área total del terreno del desarrollo. (10 puntos).</p> <p><b>8.2 Densidad de accesos para automóviles:</b> Número promedio de accesos para auto por cada 100 metros del frente de la cuadra. (2 puntos).</p> <p><b>8.3 Estacionamiento en vía pública y áreas de circulación:</b> El área total dedicada a la superficie de rodamiento y estacionamiento en calle como un porcentaje del área total del terreno del desarrollo. (8 puntos).</p>

Tabla 1 Metodología DOT (Ovacen - Pau Seguí, 2014)

### 3.6. Ciudades Inteligentes (Smart Citie's)



Spanish concept of a smart city - <http://www.holyroodconnect.com/wp-content/uploads/2014/01/Spanish-concept-for-a-smart-city.jpg>

Ilustración 11 Smart City (Holy Rood Connect, 2014)

Las ciudades inteligentes son modelos de desarrollo urbano de ciudades sostenibles, las cuales son capaces de responder las necesidades de la sociedad. Las ciudades o distritos que pueden ser considerados inteligentes reflejan una gran inversión en cuanto a infraestructuras de energías e infraestructura para el transporte sostenible. Las ciudades o urbes que cada vez

realizan cambios organizativos, tecnológicos, sociales y económicos están encaminadas hacia un futuro sostenible e inteligente.

En esencia las *Smart Cities* son aquellas que logran integrar tecnologías para mejorar la eficiencia en su infraestructura y servicios.

Estos nuevos modelos de Ciudad se basan en tres ejes principales:

- Tecnología
- Sostenibilidad
- Innovación

Las ciudades inteligentes se inclinan hacia la implementación de sistemas en sectores como el transporte, la energía, la salud, las infraestructuras y el turismo sin que estos lleguen a afectar el medio ambiente. Se trata de crear espacios sostenibles que permitan la habitabilidad de evolucionar y cambiar con el tiempo manteniendo un equilibrio económico y ambiental.

Las posibilidades dentro de una ciudad inteligente no tienen límites, las tecnologías y sistemas que pueden

llegar a cambiar la forma en que vivimos siguen en constante desarrollo. El futuro de estas ciudades puede ser un modelo económico que fusione el conocimiento con la tecnología y la sostenibilidad.

### 3.7. Eficiencia Energética



Ilustración 12 Energías Limpias (DEKRA Certification, S.L.U., s.f.)

Según la ley de la conservación de la energía, esta no se crea ni se destruye únicamente se transforma. La eficiencia energética gira en torno a la cantidad de energía que se puede aprovechar de un sistema en específico, así mismo se refiere al uso de tecnologías que permitan una disminución en uso energético para realizar una tarea en específica.

La eficiencia energética, se puede analizar desde tres puntos de acción:

- **Eficiencia energética por la demanda:** Consiste en generar acciones y prácticas para lograr una reducción en la demanda de electricidad.
- **Eficiencia Energética por la Oferta:** Se refiere a las medidas que se adquieren para garantizar la eficiencia energética en el suministro de electricidad. Consiste en mejorar el funcionamiento y mantenimiento de los equipos actuales implementando tecnologías de vanguardia.
- **Conservación de la Energía:** Son el conjunto de acciones que se dirigen a optimizar y reducir

el consumo de energía implementando sistemas más eficientes.

La eficiencia energética es uno de los pilares principales y fundamentales para lograr un desarrollo sostenible que a la vez promueva el crecimiento económico y proteja el medio ambiente.

### 3.7.1. Sistemas de baja energía para edificios (Low Energy buildings)



Ilustración 13 Representación consumo energético (Eco Tech)

Un edificio que sea considerado de bajo consumo energético, es aquel que por medio del diseño y

tecnologías logre utilizar menos energía que cualquier otro edificio de su tipo en la actualidad.

Los edificios en los núcleos urbanos son probablemente los mayores consumidores de energía en una ciudad, si somos capaces de introducir nuevas tecnologías para el manejo y generación eficiente de energía causaría un gran impacto no solo económico sino ambiental en la región.

Los *edificios inteligentes* son gran parte de la arquitectura del futuro, la integración de sistemas que nos permitan medir, distribuir y reciclar energía nos permitirán proyectar edificios que puedan generar su propia energía e incluso distribuir parte de la energía cosechada a las zonas en su entorno.

Estas edificaciones combinan tanto sistemas pasivos como sistemas automatizados para obtener el confort deseado con un consumo bajo de energía. Para ello se deben tomar en cuenta los materiales, así como la implementación de sistemas pasivos. Esto es de gran importancia ya que el reducir el consumo energético a través de sistemas pasivos hace más viable el uso de

energías renovables ya que la demanda de energía del edificio será menor.

### 3.7.2. Iluminación inteligente

Cuando se habla de iluminación inteligente podemos comprender varios aspectos desde sistemas de iluminación o domótica en edificios o casas hasta la implementación de estos sistemas en espacios urbanos.

Los sistemas domóticos en edificios o casa son capaces de controlar de una manera automatizada el uso eficiente de luz en espacios determinados según sus necesidades. Esto puede ser aplicado a los sistemas de alumbrado urbano. En algunos países de Europa se han dado iniciativas que pretender causar un ahorro energético y utilizar como una estrategia la implementación de sistemas de iluminación inteligentes que son capaces de adaptar su luminosidad dependiendo del tráfico, paso de personas, la luz del ambiente y horarios específicos.

Este sistema es denominado **Lumistep Xtreme**, y es capaz de analizar los aspectos del entorno adaptándose a los cambios de luz durante el día y partiendo de este cálculo logra una reducción del flujo de energía hacia las

lámparas y la potencia. Es capaz de corregir la luminosidad si algún aspecto como el tráfico y el clima cambiaran.



Ilustración 14 (EcoTech - Alumbrado Inteligente)



Ilustración 15 (EcoTech - Alumbrado Inteligente)

### 3.7.3. Optimización de Procesos Industriales

EL constante crecimiento poblacional y los métodos tradicionales para la obtención de energía generan una necesidad de obtención de energías alternativas que a la vez permite mejorar distintos procesos de una manera más eficiente y sostenible.

En la actualidad muchos procesos industriales son invasivos a su entorno y son fuentes de contaminación directa. Por otro lado existen industrias que integran procesos respetuosos al medio ambiente por lo cual pueden crecer y responder más a una sociedad que cada

vez busca consumir productos cuyos procesos de elaboración sean sostenibles.

### 3.7.4. Confort Térmico

EL confort térmico depende en si del calor producido por el cuerpo humano y como este interactúa con el medio ambiente, se puede decir que hay confort térmico cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos de aire son favorables en el espacio en relación al entorno.

Entre los principales factores que afectan el confort podemos destacar:

- *La producción de calor por el cuerpo humano:* El cuerpo humano produce de manera constante calor, debido a las funciones fisiológicas que realiza.

El calor proveniente del cuerpo humano lo podemos medir en la unidad MET, la cual equivale a 58 watts por m<sup>2</sup> de piel. También es medida en Watts por persona, el cual asume parámetros basados en promedios de personas con determinados m<sup>2</sup> de piel.

Las tasas de generación de calor son de gran utilidad para estimar la producción de calor que las personas aportan a los espacios donde se encuentran, para ello se pueden emplear simulaciones térmicas en edificios.

Tasas de calor metabólico excedente de acuerdo al nivel de actividad

Actividad	W/m <sup>2</sup>	Met	W/pers
Dormir	40	0.7	72
Estar acostado (despierto)	45	0.8	81
Estar sentado en reposo	60	1.0	108
Estar sentado con actividad ligera	64	1.1	115
Estar de pie sin movimiento	70	1.2	126
Estar de pie con actividad ligera	78	1.3	140
Estar de pie con actividad moderada (industria ligera)	93	1.6	167
Trabajo manual ligero, cocinar	100	1.7	180
Caminar en horizontal (2 km/h)	110	1.9	198
Bailar (actividad social)	111	1.9	200
Construcción ligera	125	2.2	225
Trabajo manual moderado, ejercicio ligero	139	2.4	250
Lavar platos	145	2.5	261
Limpieza doméstica	150	2.6	270
Ejercicio moderado	167	2.9	300
Lavar a mano, planchar	170	2.9	306
Construcción moderada	180	3.1	324
Caminando en horizontal (5 km/h)	200	3.4	360
Trabajo manual pesado	235	4.1	423
Ejercicio intenso	250	4.3	450
Construcción pesada	275	4.7	495
Ejercicio y trabajo muy intensos	450	7.8	810
Correr (15 km/h)	550	9.5	990

Tabla 2 (Soluciones Arquitectónicas sustentables)

- *El equilibrio térmico*

Al interactuar con el entorno el cuerpo humano puede ganar o perder calor por medio de procesos.

- *La vestimenta*

Es importante tomar en cuenta los aspectos culturales y sociales ya que el confort humano en un determinado espacio puede ser afectado por la vestimenta que los usuarios utilizan con mayor frecuencia.

- *Variables subjetivas del confort.*

Entre otras variables que se deben considerar para poder diseñar con la finalidad de obtener un confort térmico podemos destacar factores de aclimatación, de edad, de estado de salud e incluso de color de piel.

### 3.7.5. Sistemas de Refrigeración Pasivos

La ventilación natural es la estrategia para el enfriamiento pasivo más eficiente y con grandes posibilidades. La ventilación natural consiste en sí de permitir el flujo del aire dentro de un espacio por medio de una ventilación cruzada o un diseño de ductos que permita

el aprovechamiento de los vientos dominantes en ciertas condiciones. Sin embargo, en ocasiones el viento es demasiado débil o el entorno de las edificaciones no permite el aprovechamiento de los vientos por lo cual es necesario implementar otro tipo de estrategia que permita controlar o proteger las edificaciones de los factores externos.

### **3.7.6. Ventilación Cruzada**

La eficiencia en la utilización de ventilación cruzada como estrategia para el uso pasivo en sistemas de refrigeración consiste principalmente en:

- Orientar de forma adecuada las aberturas para aprovechar los vientos dominantes y las presiones altas y bajas que traen consigo.
- Modular eficazmente los espacios de tal forma que se generen flujos de viento con velocidades óptimas para la refrigeración térmica.
- La posición de las aberturas es de gran importancia para permitir que los flujos de aire ingresen de la manera más amplia posible.

### **3.7.7. Ventilación Vertical: Torres y Atrios**

Este tipo de estrategia es implementada en espacios donde existen obstrucciones cercanas que no permiten aprovechar los vientos locales de manera adecuada. En estos casos generalmente se aplican en conjunto para hacer más eficiente la ventilación.

Las características principales de la ventilación vertical es que utilizan espacios de alturas considerables que refuerzan los flujos verticales de aire en los interiores de las edificaciones. Su funcionamiento consiste en generar presiones provocadas por los vientos locales el cual aumenta con la altura. Al ser espacios de gran altura los flujos convectivos de aire se presentan debido a las diferencias de temperatura.

En la aplicación arquitectónica destacan 2 sistemas o aplicaciones:

- Torres Captadoras: Las torres captadoras permiten captar los flujos de aire y llevarlos al interior de la edificación. Esta consiste en orientar una abertura superior hacia la dirección de donde provienen los vientos dominantes.

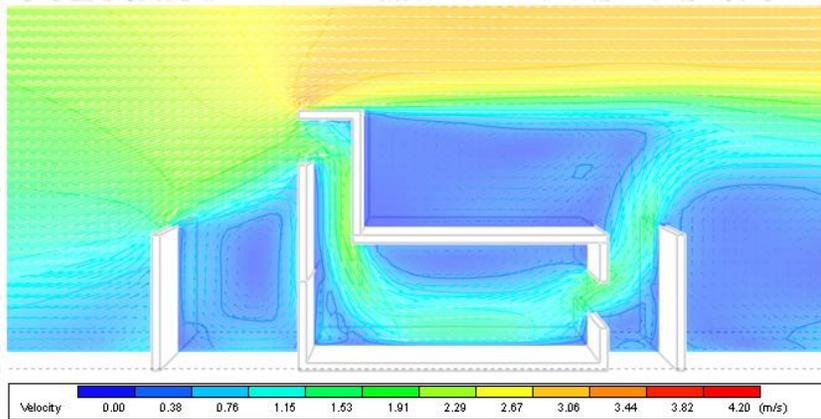


Ilustración 16 Ventilación torres captadoras (Soluciones Arquitectónicas sustentables)

- Torres de extracción: Las torres de extracción funcionan de la forma opuesta a las torres de captación, estas generan bajas presiones de viento para extraer el aire caliente del edificio y así permitir el ingreso de aire fresco.

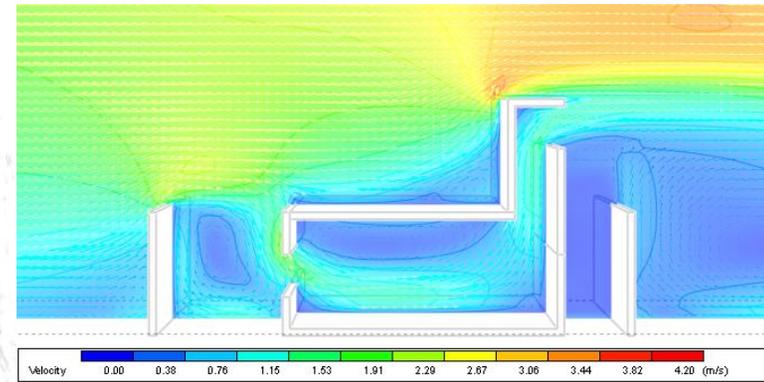


Ilustración 17 Torres de extracción (Soluciones Arquitectónicas sustentables)

### 3.7.8. Protección Solar

Si se busca eficiencia energética en los edificios, un aspecto fundamental es la protección solar, evitando en sí el calentamiento producido por la luz solar mediante el manejo adecuado y control de la luz solar.

Deben ser manejados de forma cuidadosa tanto en el diseño de los edificios desde la geometría, la orientación y las condiciones climáticas, le logra disminuir la necesidad de tener que instalar sistemas de aire acondicionados, o bien reducir su uso durante el día.

En algunos casos estudiados en España, se determinó que los edificios con aire acondicionado a los cuales se realizó una intervención respecto a la protección solar en sus fachadas, lograron una reducción del 50% del consumo de energía eléctrica empleada en la refrigeración.

### 3.8. Cubiertas Verdes

En la actualidad el emplear cubiertas verdes en los edificios, aporta beneficios no solo al medio ambiente natural, sino mejora el ambiente urbano y la calidad de vida de los habitantes, dando a los edificios un balance energético.

Además de los beneficios mencionados las cubiertas verdes:

- Son capaces de regular la temperatura del edificio siendo en si un aislante térmico manteniendo el ambiente fresco en temporada de verano y el ambiente cálido en invierno.
- Pueden ser utilizadas como huertos urbanos, fomentando el autoconsumo de los habitantes.

- Combaten la contaminación absorbiendo CO2 y producir oxígeno, mejorando la calidad del aire.
- Logran absorber hasta un 80% de aguas pluviales, lo cual puede ser de utilidad para evitar inundaciones o drenajes colapsados.
- Sirven como hábitat urbano para aves, revitalizando la biodiversidad en los espacios urbanos.

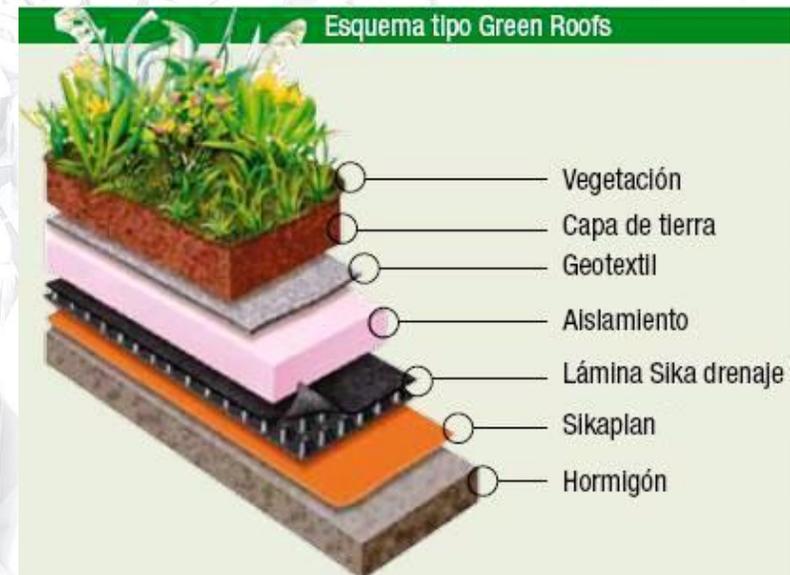


Ilustración 18 (GSA Ingeniería LTDA - Sistema de Cubiertas Verdes / Green Roof)

Para la implementación adecuada de estas cubiertas, de debe tomar en cuenta que los materiales que sean de alta calidad, y las capas las cuales evitan que las cubiertas generen algún daño a la estructura.



*Ilustración 19 Cubiertas Verdes (Prieto, 2009)*

### **3.9. Confort térmico a nivel Urbano**

Definir características y condiciones de Confort aplicables a cualquier tipo de espacio urbano, resulta

ser bastante complejo debido a las variantes o características que puede presentar el entorno.

El confort se entiende como el conjunto de sensaciones y condiciones que de forma simultanea permiten que el usuario se sienta de determinada forma y desarrolle sus actividades.

Este confort en espacio público está regido por distintos parámetros: condiciones térmicas, escala urbana, ocupación del espacio, paisaje urbano, percepción de seguridad, condiciones acústicas, calidad del aire, etc.

Para lograr un confort urbano adecuado se deben considerar las siguientes condicionantes:

- Condiciones Climáticas
- Escala Urbana
- Ocupación
- Paisaje
- Percepción de Seguridad
- Condiciones Acústicas
- Calidad del Aire
- Ergonomía

Esquema de Confort en un mismo Espacio Público. Superposición día/noche.

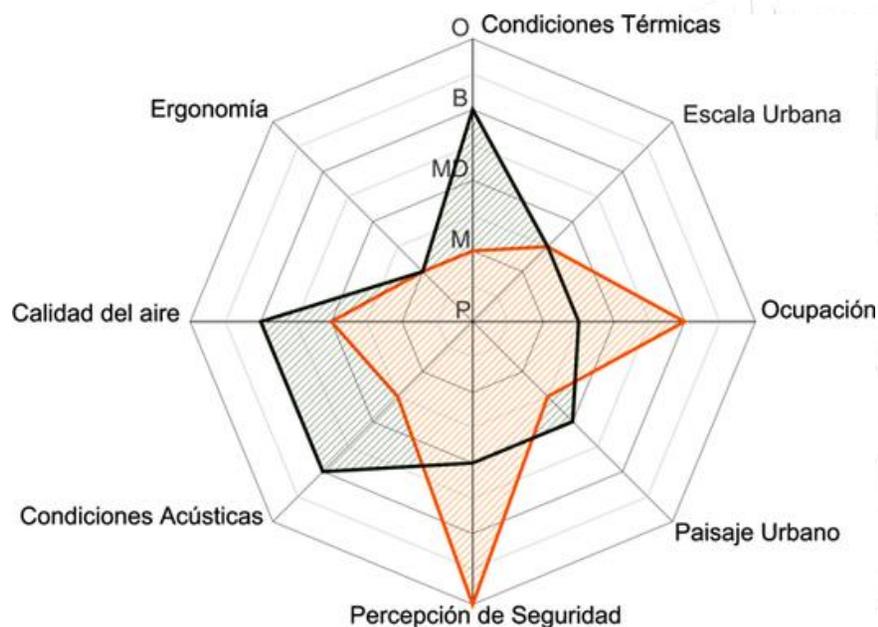


Ilustración 20 Percepción de seguridad - (Enrique Mínguez Martínez, Pablo Martí Ciriquián, María Vera Moure, 2013)

## Condiciones Térmicas

Son las condiciones necesarias para lograr unas condiciones térmicas adecuadas en los espacios urbanos respondiendo al emplazamiento y sus características bioclimáticas.

Se deben considerar distintos lineamientos según sea el caso de la intervención o propuesta, si en caso se busca

mejorar el soleamiento, la orientación y dimensión de las calles, en conjunto con la altura de los edificios y morfología deben ser analizadas, ya que estos según su posición pueden disminuir corrientes de aire. Si las calles son anchas y con edificaciones de poca altura se logra diluir las corrientes de viento, en caso las calles son estrechas y de gran altura de edificación se produce un efecto túnel.

En el caso de espacios abiertos o plazas, es importante el proveer espacios para el resguardo de las personas en las distintas épocas del año.

## Escala Urbana

La relación y proporción entre las edificaciones y calles ha sido un punto importante desde Movimiento Moderno, esto debido a la importancia en la incidencia solar de las viviendas y como afecta el espacio público. Es de gran importancia el determinar la escala de los espacios públicos ya que una superficie mayor no necesariamente supone una mayor cantidad de uso, son las actividades que se pueden realizar en el espacio las que determinan el uso.

## Ocupación

El parámetro de ocupación está vinculado a las actividades que se realizan en el espacio, es importante el equilibrio entre la ocupación del espacio y el confort que este genera.

En cuanto al parámetro de ocupación es importante diferenciar los tipos de espacios, como mínimo se puede definir 10 m<sup>2</sup> de espacio de estancia por habitante lo cual corresponde a calles peatonales, plazas, aceras y parques.

En el caso de las aceras la OMS (Organización mundial de la salud) indica un mínimo de 15m<sup>2</sup> por habitante.

Tomando en cuenta los parámetros es importante el brindar el equilibrio urbano entre el espacio y su funcionalidad, se debe potenciar el espacio peatonal frente al espacio público.

## Paisaje Urbano

El aspecto estético del paisaje urbano es importante para generar confort, este es entendido por la percepción que se tiene del entorno. Sea el caso se puede crear un ambiente confortable generando interés a través de focos de interés o HITOS, a lo largo del paisaje urbano.

## Percepción de Seguridad

La seguridad es de gran importancia para garantizar un estilo de vida adecuado, para ello debe existir una cohesión social y proyectar los espacios de modo que haya visibilidad entre los espacios y transparencias.

La ocupación es vital para garantizar la seguridad, para ellos se debe conseguir la diversidad suficiente en los espacios para generar flujos variables de personas durante todo el día.

De igual forma la seguridad puede ser fortalecida por medio de sistemas tecnológicos que permitan el monitoreo de distintas áreas donde las actividades sean de uso frecuente.

## Calidad del Aire

La calidad del aire es vital para garantizar un espacio sano libre de contaminación, este no solo es un problema de confort sino de salud. Para mejorar la calidad del aire se identifican dos puntos principales, la reducción del uso de automóviles dentro de la ciudad y la planificación de arbolado que permita la absorción de CO<sub>2</sub> dentro de la ciudad.

### 3.10. Energías Renovables

#### 3.10.1. Energía Solar

##### Fotovoltaica:



Ilustración 21 Paneles solares (Verdejo, 2014)

La energía solar fotovoltaica es la fuente de energía que produce electricidad por medio de la radiación solar mediante las células fotovoltaicas.

Este tipo de energía es utilizado tanto para alimentar aparatos o administrar energía a aparatos como para producir energía a gran escala a través de redes de distribución. La energía solar fotovoltaica es actualmente la tercera fuente de energía renovable más importante en cuanto a la capacidad y uso, después de la energía hidroeléctrica y eólica.

Las células fotovoltaicas pueden ser instaladas de forma aislada para alimentar bombas de agua, iluminaria urbana, señalización en carreteras, antenas, etc.



Ilustración 22 Alumbrado publico solar (Verdejo, 2014)

Para el desarrollo de zonas desfavorecidas, espacios aislados o nuevas planificaciones urbanas este tipo de energía presenta características favorables ya que con estas placas se puede dotar de electricidad los núcleos urbanos según sean sus necesidades e incluso implementar energía para el bombeo de agua e iluminación de los espacios urbanos sin tener que invertir en una planta de producción de energía eléctrica.

### **Granjas solares**



*Ilustración 23 Granja Solar (Sanz, 2012)*

Las granjas solares son un conjunto de paneles fotovoltaicos que permiten generar una gran cantidad de energía para el uso de una determinada zona o ciudad.

Una granja solar en 1 hectárea puede llegar a generar electricidad para unas 100 familias.

### **3.10.2. Energía Hidráulica**

Se conoce como energía Hidráulica toda aquella que es generada por medio del desplazamiento del agua. Esta puede ser obtenida en ríos y es considerada una de las principales fuentes de energía renovable, ya que no se agota (mientras el ciclo hidrológico funcione).

Las plantas hidroeléctricas generalmente son costosas y requieren largos plazos para su implementación debido a los distintos estudios de impacto que deben realizarse. Es importante resaltar que sus costos de operación son bastante bajos en relación a otros sistemas.

Una planta Hidroeléctrica se compone de la siguiente forma:



Ilustración 24 - Hidroeléctrica (Obleas, 2011)

### 3.10.3. Energía Eólica



Ilustración 25 (Ramírez, 2014)

La energía Eólica, es la energía obtenida a partir del viento por medio de turbinas, es decir por la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire.

Esta energía es un recurso renovable, limpio y abundante sin embargo debe ser estudiado el emplazamiento para garantizar la posición de las turbinas y que existan vientos constantes para poder generar la electricidad. Al igual que la energía solar e hidráulica, estas energías nos permiten reducir el impacto ambiental y los gases de efecto invernadero.



Ilustración 26 – Turbina Eólica (Ecol Energy, s.f.)

La energía eólica puede ser implementada con otro tipo de energía, como la energía solar lo cual permite que los edificios generen el 100% de la energía que necesitan, logrando eliminar la necesidad de conectarse a las redes de suministro, logrando tener energía para el funcionamiento en 82 horas sin necesidad de alimentarse de ningún sistema.

Turbinas eólicas en fachadas las cuales funcionan en conjunto con sistemas de energía solar fotovoltaica.



Ilustración 27 – Paneles con turbinas para fachadas (Jintao, 2011)

### 3.11. Redes inteligentes

Una red inteligente es la que pueda distribuir energía de forma eficiente, rentable y sostenible a todos los agentes, productores y usuarios.

Estas redes consisten en la implementación de tecnologías avanzadas para el monitoreo, control y comunicación con los usuarios, aportando a la vez un beneficio al medio ambiente minimizando el consumo de energía cuando no es necesaria.

La red aumenta el nivel de fiabilidad y como esta es suministrada, en caso existiera una avería el sistema es capaz de detectar y aislar el problema mejorando el tiempo de respuesta en la resolución de problemas. Al poder monitorear con exactitud el consumo energético por persona, el usuario puede optimizar su consumo al poder analizar a detalle cada consumo.

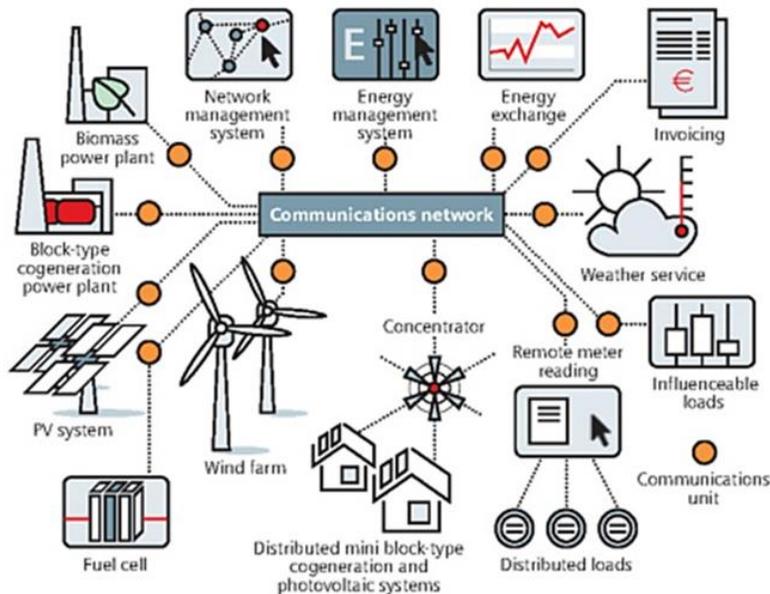


Ilustración 28 - Smart (Dufour, 2011)

Las redes inteligentes son las bases de los futuros sistemas de abastecimiento energético sostenible, ya que nos permiten la integración de grandes cantidades de

energía renovable, logrando la capacidad de producción de la energía convencional y mejorando la calidad de suministro.

### 3.12. Agua



Ilustración 29 (EXPOK - Sustentabilidad y RSE, s.f.)

#### 3.12.1. Eficiencia y reutilización

El agua tanto como la energía, son las bases para el desarrollo sostenible y fundamental para los ecosistemas saludables y la supervivencia humana.

La escasez del agua y las fuentes contaminadas generan una necesidad de repensar como utilizamos el agua como sociedad, es por ello que deben implementar métodos

eficientes que permitan tratar el agua para poder reutilizarla y no contaminar el medio ambiente.

Existen distintos sistemas en los cuales se puede aprovechar las aguas grises para las cisternas, la cual es capturada en los desagües de lavamanos o bañeras y es enviada a un depósito en el cual se dan tratamientos de depuración. Luego es enviada a otro depósito en el cual pasa por filtros que impiden pasar las partículas sólidas y se realiza la cloración del agua para que esté lista para ser utilizada de nuevo.

### 3.12.2. Tratamiento del agua

#### Tratamiento Aguas Grises

1. Al entrar el agua al primer depósito se realiza un filtrado. Las partículas de mayor tamaño son expulsadas directamente al drenaje.
2. Se da un tratamiento biológico, en el cual se descomponen las partículas de suciedad.
3. Se realiza una esterilización mientras pasa al depósito de almacenaje.
4. Así mismo se integra la red de Agua potable en caso la demanda sea mayor a la capacidad.

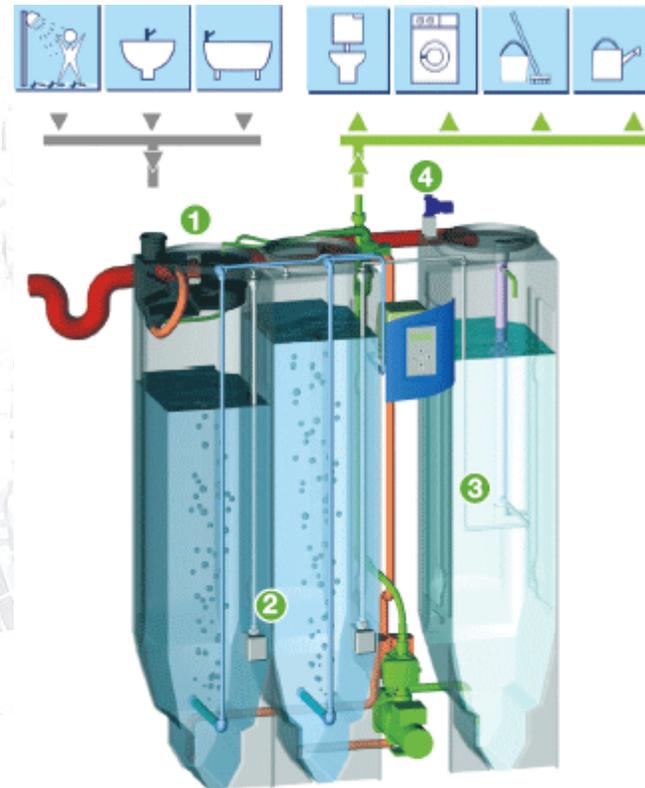


Ilustración 30 – Sistema de tratamiento (Sol y Clima, s.f.)

## Tratamiento de Aguas Negras

El tratamiento de las aguas negras consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que permiten eliminar todo agente contaminante presente en el Agua.



Ilustración 31 Etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales. (Yari/Emen, s.f.)

El objetivo principal de las plantas de tratamiento es reducir la contaminación al momento de regresar a la naturaleza las aguas, es decir se realizan distintos procesos que permiten remover los contaminantes y dejar que la naturaleza lo puede recibir.

Como todo proceso de tratamiento inicia con la separación de los elementos físicos presentes, posteriormente pasan por una serie de filtros, hasta llegar a cámaras donde se utilizan reacciones de precipitación para remover metales presentes.

### 3.12.3. Captación de Aguas Pluviales



Ilustración 32 - Cuidado del Agua -

Una forma de aprovechar al máximo los recursos es captar el agua de lluvia para el uso tanto en las edificaciones como en los espacios urbanos.

En países de Europa el agua de lluvia es aprovechada en los edificios por medio de sistemas de recolección para

abastecer los baños y las redes contra incendios. Logrando un 15% ahorro en cuanto al consumo de agua.

Para permitir una recolección adecuada del agua de lluvia, es importante que los espacios o estructuras que serán las encargadas de captar el agua sean de materiales adecuados y ubicados estratégicamente para lograr la máxima captación posible.

Entre los beneficios de hacer uso del agua de lluvia destaca el hecho de ser un recurso gratuito, que necesita poco tratamiento para su uso. El saber aprovechar el agua de lluvia permite en cascos urbanos antiguos disminuir la carga de los drenajes permitiendo su funcionamiento adecuado.

Al separar el agua pluvial de las aguas negras y grises también se logra una reducción en el uso de energía y recursos para el tratamiento de la misma, y se reduce de manera considerable el volumen que entra al sistema de drenajes.

### 3.13. Desechos

#### 3.13.1. BASURA 0



*Ilustración 33 (Zero Waste, 2015)*

Debido a la fuerza de la economía y la cultura consumista que se ha expandido a nivel global, es importante el tema del manejo de desechos. Para ello se busca integrar dentro de la propuesta del Plan Maestro la política Basura Cero, la cual es el camino hacia la conservación de los recursos naturales y la concientización de la sociedad.

Basura Cero, se basa en una metodología de tratar los residuos sólidos por medio de iniciativas de los gobiernos locales, empresas y sociedad. Busca en si erradicar el

problema desde su origen, no solo en el reciclaje de la basura, sino en la recuperación de la materia orgánica y en mejorar en si el diseño de los productos mejorando su tiempo de vida útil.

Basura Cero es una filosofía de vida y un principio del siglo XXI que maximiza el reciclaje, disminuye los desechos, reduce el consumo y garantiza que los productos sean de mejor calidad y sean diseñados para ser reutilizados, reparados o bien reciclados para volver al mercado.

### 3.13.2. Reducir / Reutilizar / Reciclar



Ilustración 34 Las 3 R's (Joca, 2010)

En los países en desarrollo la cantidad de materiales reciclables, papel, cartón, metal, plástico, vidrio, representan una gran parte de la contaminación en las zonas, es por ello que se debe introducir la filosofía de las 3 R's Reducir / Reutilizar / Reciclar para así combatir desde la raíz el problema de contaminación.

**Reducir** se refiere a la cantidad de residuos que producimos y la basura que estos generan, por lo cual es importante tener conciencia y saber las diferencias que productos son innecesarios para lograr reducir un consumo.

**Reutilizar** se basa en darle otro uso a la mayoría de cosas posible, como parte de la conciencia en que cada elemento extraído y procesado de la naturaleza no sea simplemente considerado basura.

Se debe **Reciclar** todo aquello que ya no se puede reutilizar, para ello debe existir una estructura capaz de identificar en los distritos los depósitos específicos para que el material pueda ser reciclado en su totalidad.

### 3.14. Transportes sostenibles

#### 3.14.1. Movilidad Urbana Sostenible

Dentro de la propuesta de movilidad urbana sostenible se da prioridad a los sistemas no motorizados y se plantean sistemas de movilidad alternativos para el transporte público dentro del distrito.

#### 3.14.2. Transporte Alternativo

Los ferrocarriles son un medio de transporte que se adecuan al modelo de desarrollo sostenible, debido a su bajo consumo energético y su versatilidad para adaptarse a las fuentes de energía renovables.

Se logra una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> al implementar la alternativa de movilidad de alta calidad, logrando una reducción en el consumo energético.

A la vez el sistema de ferrocarril reduce la congestión y los índices de accidentalidad debido a los sistemas de seguridad integrados. El transporte puede ser dedicado a las personas como al transporte de mercaderías.

Se logran una reducción significativa en las emisiones de CO<sub>2</sub> debido al consumo eficiente de las energías

renovables y la capacidad de generar energía e integrarla al sistema en el proceso de frenado.



*Ilustración 35 Inter City ICE (Wolf, 2007)*



*Ilustración 36 Tren eléctrico (Graciela Mariani y Piera Aglietta, 2012)*

### 3.15. Estaciones de Metro



Ilustración 38 Liege-Guillemin Station Liege, Belgica - (Macguire, 2013)

Las estaciones son los puntos de transición para los habitantes y el acceso a un transporte eficiente, por lo cual deben ser diseñados para funcionar de acuerdo a las necesidades y características del lugar.

La calidad espacial de una estación es marcada por las circulaciones y los espacios de atención, comercio y áreas operacionales. El acceso de trenes y espacios peatonales deben contar con medidas de seguridad y parámetros de ingeniería de vanguardia para que permitan asegurar su funcionalidad. En el diseño arquitectónico en estaciones subterráneas se debe

contar con criterios de accesibilidad y seguridad. La visibilidad e iluminación son factores importantes para lograr el confort en el espacio. En el diseño de la estación se debe dar prioridad a espacios grandes con visibilidad desde distintos puntos del proyecto, se deben implementar sistemas tecnológicos que permitan garantizar la seguridad de los usuarios.



Ilustración 37 Estación central Arnhem (Crow, s.f.)



*Ilustración 39 Estación central Arnhem (Crow, s.f.)*

Para el proyecto urbano-arquitectónico Distrito 11, se plantea la implementación de una estación Central subterránea en la cual se identifican 3 ejes fundamentales a considerar para el diseño.

**Sistemas de transporte y proyección a futuro:** Se busca que la propuesta sea una respuesta a las necesidades de la ciudad utilizando criterios de desarrollo urbano sostenible con visión a largo plazo.

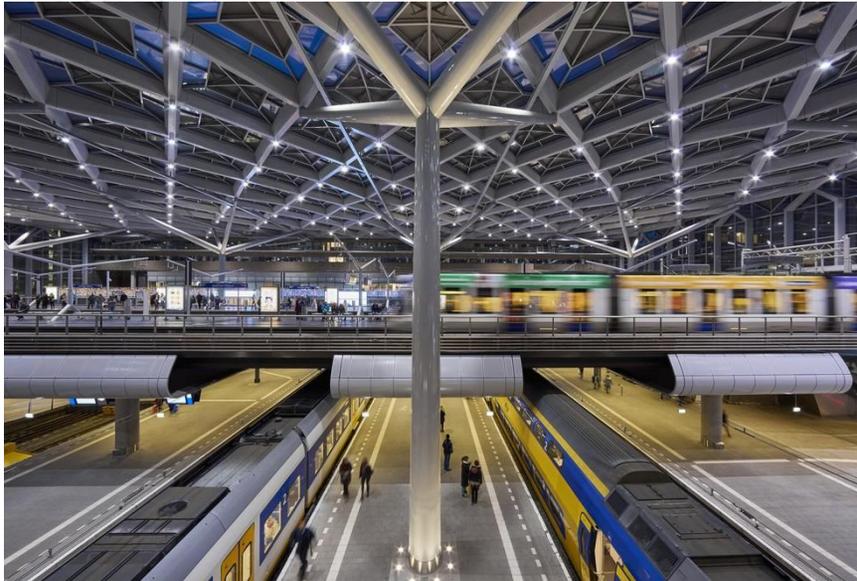
**La conceptualización del espacio urbano y arquitectónico:** Es de gran importancia el generar un espacio que sea percibido por los usuarios como parte de la identidad urbana

**Criterios de funcionalidad del espacio:** La eficiencia de las funciones puede lograr el equilibrio entre forma y función. Optimizando las actividades a desarrollarse con espacios funcionales y creando una experiencia por medio de la forma.



*Ilustración 40 Railway Station of Glass – (Bentham Crowell Architects, 2016)*

Los accesos en una estación dependen de las condiciones del entorno y la integración a otros sistemas de transporte. Escaleras eléctricas, elevadores y rampas deben ser consideradas para brindar seguridad y facilitar el acceso a personas discapacitadas.



*Ilustración 41 Railway Station of Glass – (Bentham Crouwel Architects, 2016)*

Los espacios deben ser dimensionados según el movimiento esperado y la canalización adecuada de los usuarios e interconexión de los espacios. Los andenes donde los usuarios esperan abordar el tren son

conectados por medio de pasos elevados los cuales deben considerar la accesibilidad para personas discapacitadas.

Para permitir la movilidad de forma eficiente se utilizan escaleras y/o rampas mecánicas donde a la vez se instalan elevadores en un núcleo con escaleras como sustitución en caso de daños y en especial para dar accesibilidad a las personas discapacitadas. Para lograr mayor eficiencia se debe generar un flujo lineal donde las personas ingresen por un lado y salgan por otro reduciendo circulaciones cruzadas que pueden llegar a congestionarse.

Los vestíbulos en una estación pueden ser a nivel superficial o subterráneo. La principal función de estos es brindar el servicio de ventas y manejo de boletos sin embargo se dan condiciones para la implementación de comercios y servicios.

### 3.16. Vías Subterráneas



Ilustración 42 Señalización vial – (Urs Geiser, 2016)

La realización de una obra subterránea o túnel, requiere de técnicas y estudios específicos que comprendan análisis geológicos, geotécnicos e hidráulicos para determinar el sistema más adecuado según las condiciones y características del espacio.

El diseño de vías subterráneas es una estrategia de intervención para lograr la comunicación de 2 puntos. En grandes núcleos urbanos la implementación de redes subterráneas es fundamental para establecer líneas de

metro y comunicar de forma segura distintos puntos separando vías vehiculares de peatonales. Estas intervenciones no deben ser únicamente implementadas en redes de metro, sino deben ser propuestas como solución a problemáticas de comunicación vehicular para mejorar la eficiencia y reducción del tránsito.

#### 3.16.1. Pre dimensionamiento



Ilustración 43  
(<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=438067&page=7>)

Todo proyecto el cual implique una excavación mayor debe iniciar con la investigación y análisis de las

condiciones físicas del terreno, para determinar los métodos adecuados que deban aplicarse y así prevenir cualquier tipo de problemática relacionada al suelo.



Ilustración 44 – El bypass Sur Madrid. (Antonio F, 2006)

Según el uso que tenga un determinado túnel es de gran importancia considerar la altura máxima para el diseño adecuado de las vías. El espacio requerido se define por los carriles y la altura máxima de vehículos de carga que puedan transitar en la zona. Los principales aspectos a considerar en los estudios de suelo son las rocas, las condiciones hidráulicas, la estabilidad del suelo y su proceso de revestimiento. Para no afectar el crecimiento

de vegetación ni afectar la estabilidad del suelo, los túneles deben estar entre 50 – 75 m bajo el nivel de la superficie.

La función principal de una intervención de este tipo es reducir el tráfico a nivel de superficie, permitiendo separar el tráfico local del tránsito de paso. Logrando así una mayor fluidez lo cual dará mejoras significativas al congestionamiento actual.

## SECTOR 2: TÚNEL DE SANTA ELENA

### SECCIÓN TÍPICA DEL TÚNEL EN NICHOS Y GALERÍAS

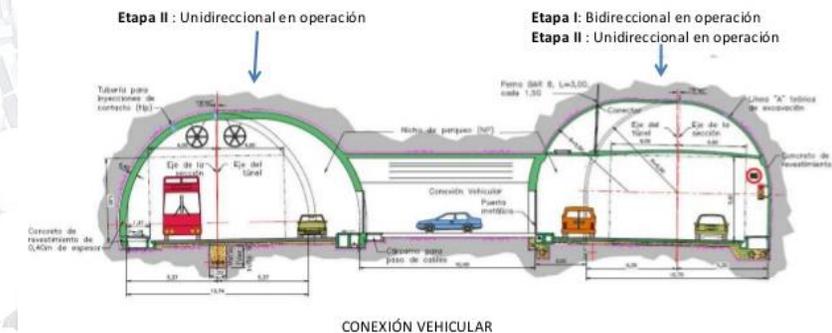


Ilustración 45 Conexión vial subterránea (Gobernación de Antioquia, 2014)

El galibo, dimensión máxima de altura de un vehículo grande que determina si pasa por un túnel, puente o pasarela. Para los túneles deben considerarse como mínimo de 5.5 m. Para mayor resistencia es necesario trabajar con arcos de bóveda.

### 3.16.2. Seguridad en Túneles

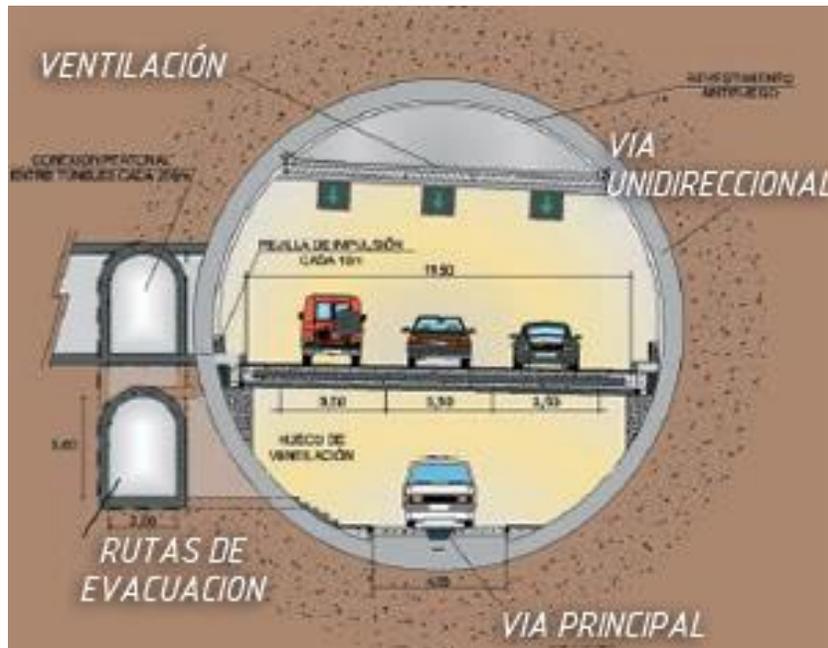


Ilustración 46 – Sección paso vehicular subterráneo (Es por Madrid, 2006)

La seguridad vial es un factor importante por lo cual se prevén rutas de evacuación peatonales paralelas a las vías con accesos cada 200m permitiendo la conexión entre túneles y la salida al exterior.

Las tecnologías para el monitoreo constante y señalización son vitales para proporcionar las condiciones adecuadas.

### 3.16.3. Ventilación

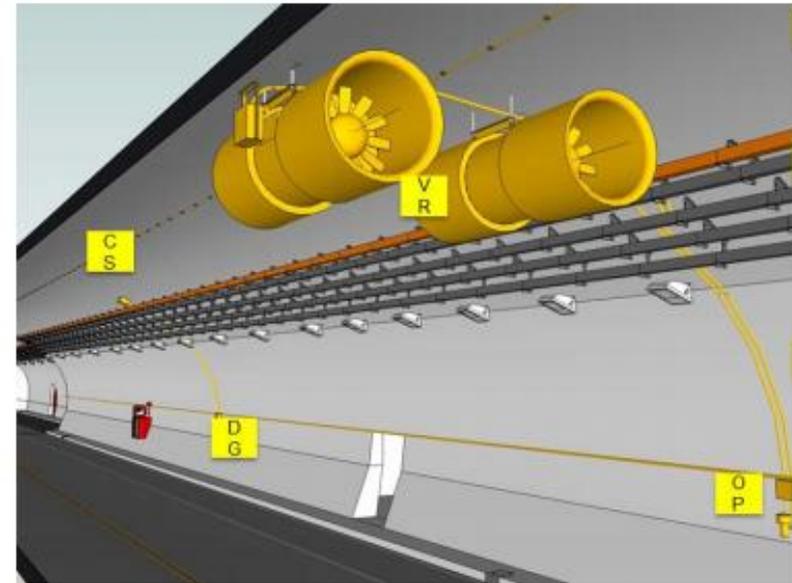


Ilustración 47 Ventiladores reversibles (Hung, 2013)

Para reducir los peligros de contaminación de los usuarios es importante el controlar la ventilación, para ello existen sistemas de ventiladores reversibles los cuales resultan ser de bajo costo operativo y brindan buena calidad del aire. Para mantener un constante control se instalan opacímetros para medir las partículas del aire. A la vez se utilizan detectores de gases para la detección de monóxido de carbono y óxido nítrico. La temperatura puede ser monitoreada por medio de un cable sensor que

junto con los anteriores sistemas son controlados para detectar y prever algún suceso.

### 3.16.4. Control de CO<sub>2</sub>

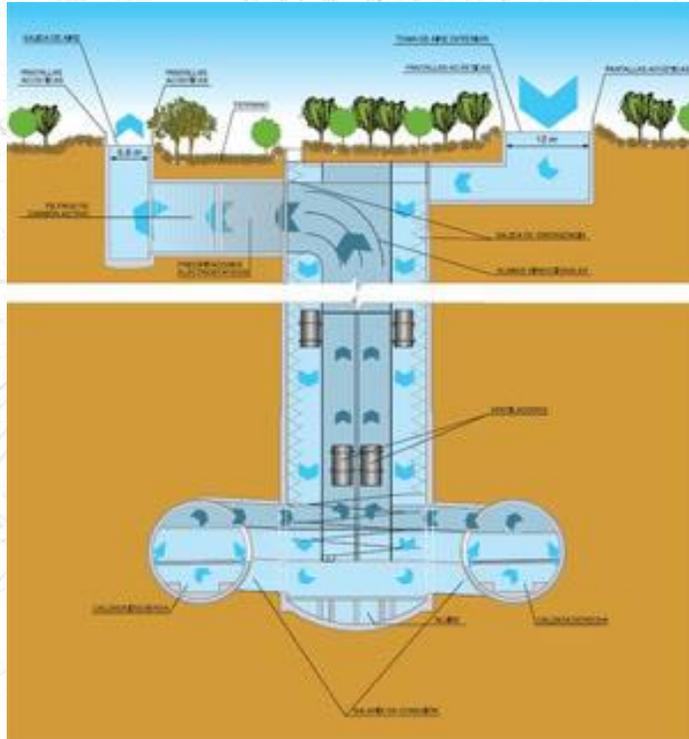


Ilustración 48 – Ventilación de túneles – (esaalto, 2014)

Para el control del CO<sub>2</sub> se instalan detectores de NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> a lo largo del túnel para controlar que estos no lleguen a ser un riesgo. Las salidas de ventilación son

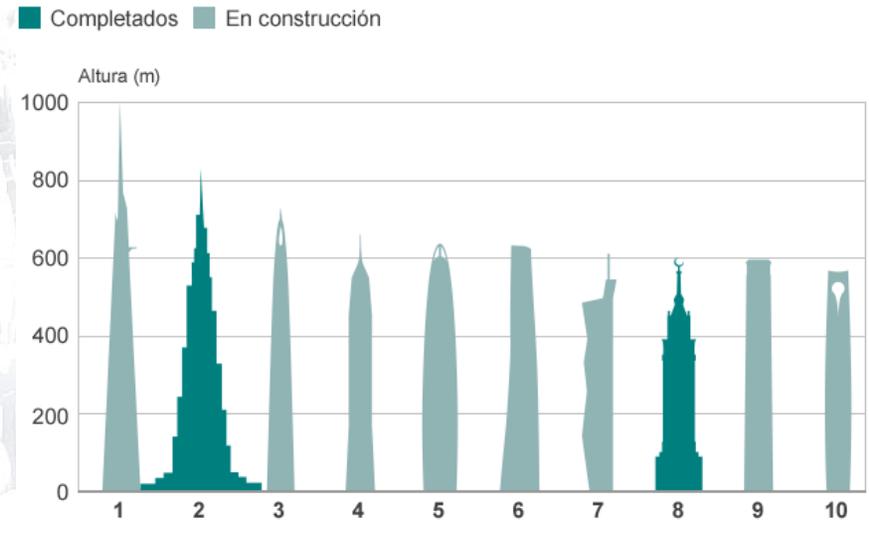
importantes para garantizar la calidad del aire, los sistemas permiten introducir al túnel la cantidad necesaria de aire para mantener una constante circulación del ambiente.

### 3.17. Rascacielos



Ilustración 49 – Torre central de Shanghái (Fuente: Fuente: China/Torre central de Shanghái)

Los Rascacielos son los edificios que por lo general destacan en altura en su determinado entorno. Según el **Los 10 edificios más altos del mundo**



- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1 Torre del Reino, Arabia Saudita  | 6 Torre Shanghái, China                  |
| 2 Burj Khalifa, EAU                | 7 Torre KL118, Malasia                   |
| 3 Torre Suzhou Zhongnan, China     | 8 Torre de Abraj al Bait, Arabia Saudita |
| 4 Centro Financiero Ping An, China | 9 Goldin Finance 117, China              |
| 5 Torre Wuhan Greenland, China     | 10 Torre Baoneng Shenyang, China         |

Ilustración 50 – Los 10 edificios más altos del mundo - (Lewington, 2015)

Consejo de Edificios Altos y Hábitat Urbano (CTBUH), la altura es un término relativo, por lo general va en conjunto con el contexto, en la actualidad se al alcanzado los 500 m altura.



Ilustración 52 – Edificios más altos del mundo (Aura Pérez, 2015)

Los criterios de altura definen que para ser un rascacielos el edificio debe superar al menos los 100 m de altura y se consideran superaltos los edificios que llegan a los 300 m y mega altos los que alcanzan los 600 m de altura. La principal razón para el desarrollo de proyectos de esta magnitud es el máximo aprovechamiento económico del suelo, es por eso que la mayoría de estas edificaciones suelen agruparse en zonas comerciales y residenciales de las ciudades en donde el valor del suelo es alto.

Las tecnologías actuales y los materiales como el acero, hormigón armado, cristal y sistemas de bombeo facilitan la construcción de este tipo, sin embargo la alta concentración de habitantes demanda infraestructura e inversión en transporte, suministros y tratamientos de agua, electricidad y saneamiento además del alto costo.

### Ascensores en Rascacielos

Según el tamaño de planta se define la cantidad de ascensores, se colocan entre 25 y 75 unidades de las cuales en la mayoría de edificios únicamente 2 son de alta velocidad y pueden alcanzar hasta los 70 km/h, el resto de ascensores colocados alcanzan velocidades entre 36 – 40 km/h.



Ilustración 51 – Ascensor Hitachi, (Rafael Moreno, 2013)

### 3.17.1. Tecnologías antisísmicas

En la actualidad Chile está entre los países que ofrecen mejores tecnologías antisísmicas en el mundo, junto con Japón, Nueva Zelanda y Estados Unidos. Sistemas como los disipadores de energía y los aisladores sísmicos logran reducir el potencial de daños en un 40%-80%. Sin embargo, en Chile se opta por la construcción tradicional es decir, de acero y concreto armado en cantidades según los estudios y diseño estructural.

El reto hoy en día es que las estructuras logren que la estructura no colapse y que logre quedar operando luego de un terremoto, en Chile se asegura que edificios como la Torre Costanera de 300 m altura y la torre Titanium de 192 m, pueden soportar terremotos de 8.5 grados a la escala Richter, y además estarían funcionando a 20 min después de un evento de esa magnitud.

Básicamente se diseña con cero tolerancias hacia colapsos de algún tipo, lo cual significa que se deben realizar los cálculos estructurales y diseñar para soportar el terremoto más grande que pueda ocurrir en determinada región.

### Disipadores de energía:

Los disipadores de energía permiten disipar la acumulación de energía en generada durante el sismo asegurándose que los elementos de la estructura no sean sobrecargados evitando daños a la estructura. Los disipadores sísmicos básicamente dan un incremento de amortiguación a la estructura.



Ilustración 53 – Torre Titanium – (2010)

La disipación de energía se logra a través de dispositivos especiales en la estructura para reducir los esfuerzos estructurales sobre ella. Los esfuerzos inducidos durante el sismo pueden ser reducidos en un

50% con la implementación de los disipadores. En la construcción de edificios de gran altura suelen responder con altos niveles de seguridad y mayoría de casos no necesitan mantenimiento luego de un sismo.

### Aisladores sísmicos

Los Aisladores sísmicos logran desacoplar la estructura del terreno permitiendo en un sismo brindar la suficiente flexibilidad, separando la estructura de los movimientos del suelo mediante elementos flexibles entre la estructura y su cimentación. De esta forma se reduce las fuerzas aplicadas del sismo sobre el edificio y permite que se desplace para evitar daños a la estructura.



Ilustración 55 - Sistemas Sismo Resistentes (Rocio Fuentes, 2013)

### Amortiguador de Masa:

El amortiguador de masas es un sistema que absorbe vibraciones por medio de un péndulo colgante, resulta ser eficiente en edificaciones de gran altura como el Taipéi 101 de 509 metros de altura en Taiwán, Japón.

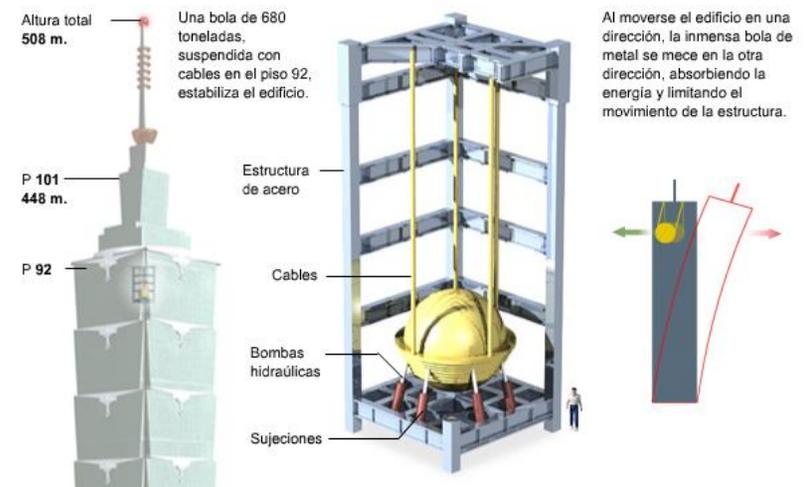


Ilustración 54 Ingeniería antisísmica Taipéi 101 – (Carlos Matallana, 2011)

Suele ser el sistema antisísmico más utilizado en edificaciones de gran altura siendo de gran eficiencia para contrarrestar los movimientos producidos por sismos y vientos. Un rascacielos debe ser flexible en fuertes vientos y a la vez ser rígido para soportar los movimientos laterales.

En el caso del Taipéi 101 de 509 m y el Burj Khalifa de 828 m, se utilizan amortiguadores de masa para lograr la estabilidad necesaria y reducir el impacto del movimiento violento. El sistema consiste de un péndulo gigante, una bola de acero soportada por cables y sujeta por amortiguadores de choque, permiten que se balancee para contrarrestar los movimientos del edificio.

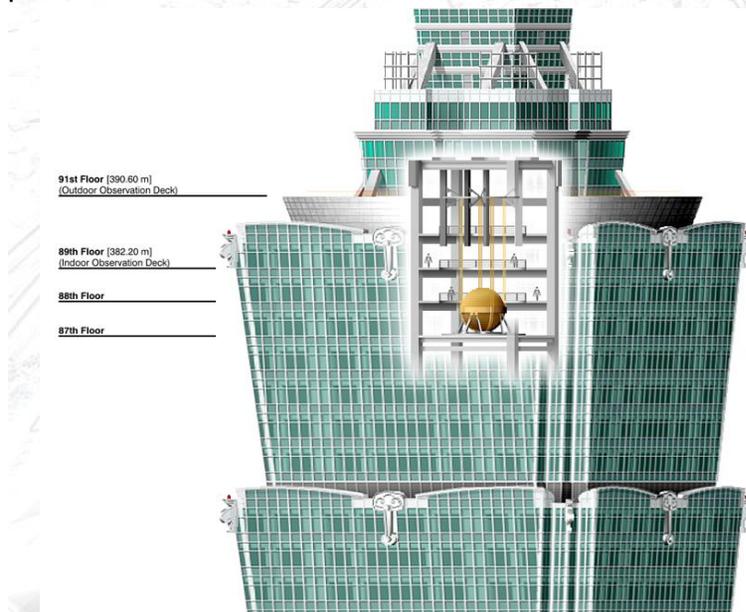


Ilustración 56 – Amortiguador de masa Taipéi (Amusing Planet, 2010)



Ilustración 57 - Amortiguador de masa Taipéi (Amusing Planet, 2010)

### 3.17.2. Rascacielos en Latinoamérica

Si bien la construcción de Rascacielos se da en su mayoría en Asia y EE.UU., las ciudades Latinoamericanas se han distinguido por sus edificios de altura y sistemas antisísmicos.

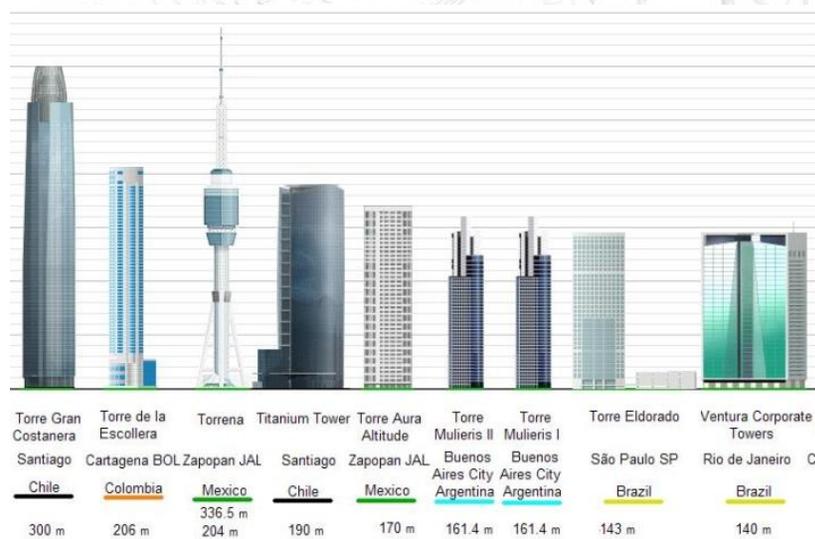


Ilustración 58 Los Rascacielos más altos de Latinoamérica (Fuente: <http://www.laneros.com/temas/los-rascacielos-mas-altos-de-latinoamerica.77824/>)

En la actualidad el rascacielos más grande construido en Latinoamérica se encuentra en la ciudad de Santiago en Chile, nombrada la Gran Torre de Santiago la cual alcanza los 300 m de altura. La ciudad de Panamá concentra la mayor cantidad de rascacielos que superan

los 200 m de altura y el segundo edificio más alto el Trump Ocean Club International Hotel & Tower alcanzando los 284 m de altura.

Mexico, siendo un país de mayor crecimiento en Latinoamérica, cuenta con varios proyectos que estarán siendo concluidos en los próximos años. La Torre mayor es actualmente el edificio más alto de México construido con una altura de 225 m de alto y en el 2016 será entregada la Torre KOI & Sky con 276 m de altura.

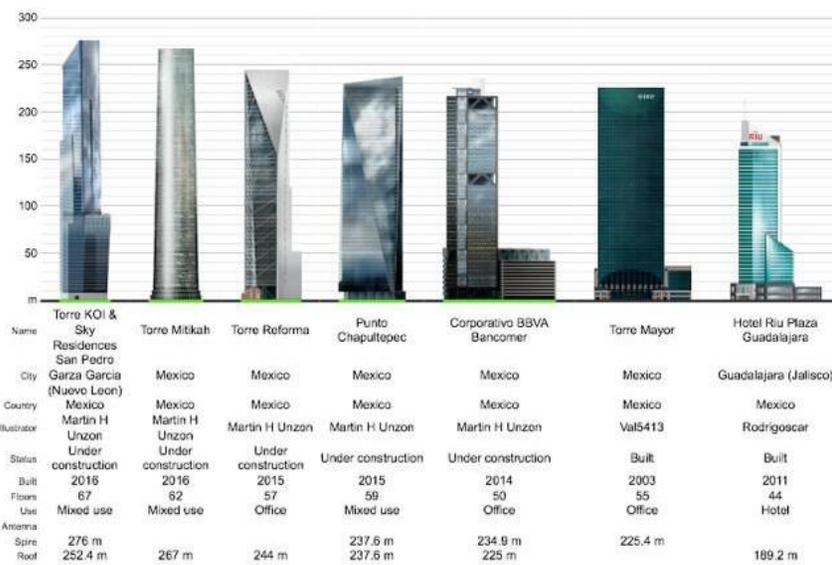


Ilustración 59 - 10 Nuevos Rascacielos en la ciudad de México – (Fuente: <http://mxcity.mx/2014/11/10-nuevos-rascacielos-que-cambiaran-el-paisaje-de-la-ciudad-de-mexico/>)

### 3.17.3. Construcción antisísmica en Chile

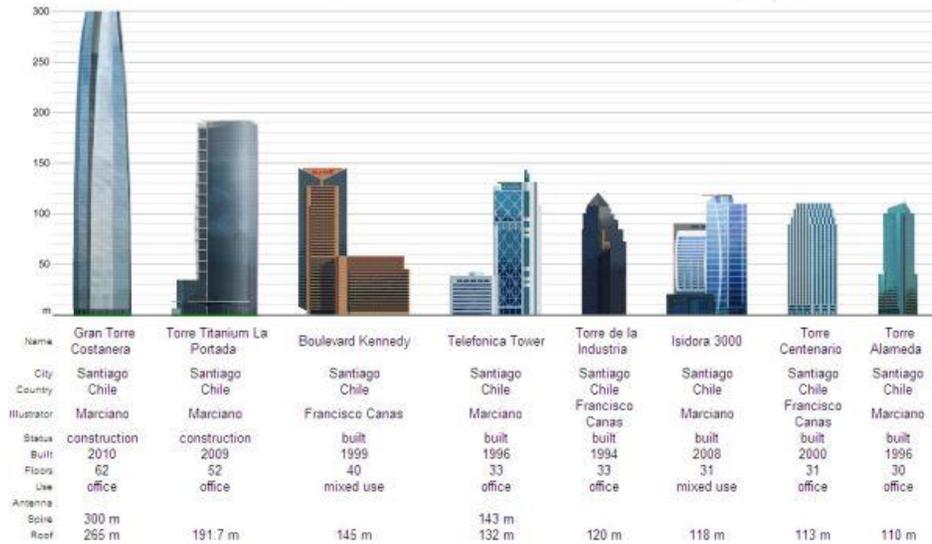


Ilustración 60 – La torre de Santiago – (2012)

La construcción antisísmica en Chile surge como un modelo para las edificaciones de altura en Latinoamérica, Chile es uno de los países con mayor actividad sísmica del planeta, en los últimos años ha registrado terremotos con magnitudes superiores a 8 en la escala de Richter, estas características territoriales han creado una normativa que regula la construcción y exige que la estructura de los edificios sea debidamente calculada.

Los edificios como La torre de Santiago y la torre Titanium, están diseñadas para soportar sismos de 8.5 grados a la escala de Richter, utilizando métodos tradicionales en la construcción, realizando estudios exhaustivos de ingeniería, suelo y cantidades de concreto y acero.

Se ha innovando en el campo de sistemas como disipadores de energía y aisladores sísmicos e incluso se han creado tecnologías en las universidades de Chile que permiten reducir los impactos de los sismos entre los cuales sobresalen los tabiques disipadores, deslizadores con tirantes o bielas auto entrantes entre otros.



Ilustración 61 – Torre Titanium y Costanera Center – (Espinoza Claudia, 2013)

### 3.17.4. Rascacielos Energía 0

Los edificios Energía 0 son aquellos que tienen la capacidad de abastecer su propia demanda energética, por medio de fuentes de energías renovables.

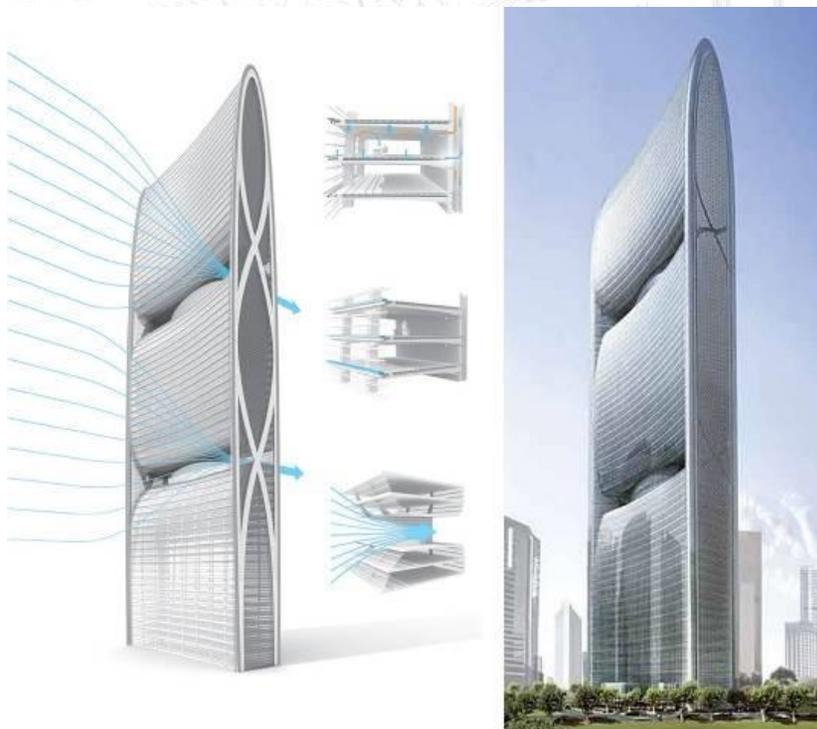


Ilustración 62 – Torre Pearl River – (Almazán, 2013)

El consumo energético debe ser considerado como uno de los desafíos principales en el diseño de Rascacielos, para minimizar la demanda energética por medio de tecnologías y sistemas más eficientes. Es decir

desde su concepción, construcción y funcionamiento el edificio debe demandar la cantidad mínima de energía en lo posible y esta debe ser generada por medio de los sistemas integrados al edificio.

Si el edificio no logra abastecer su propia demanda energética este es considerado un Edificio de ultra-baja energía, mientras que si el edificio es capaz de producir más energía de la que produce es denominado Edificio Energía Plus.

Para lograr este objetivo de Energía 0 o Plus, es importante el combinar estrategias pasivas con nuevas tecnologías energéticas como el caso de La Torre Pearl River ubicado en Guanzhou, China. El edificio está diseñado para aprovechar los vientos e incrementar la fuerza de estos para generar energía por medio de turbinas eólicas.

La utilización de sistemas de captación solar, eólica y sistemas de energía geotérmica en conjunto con sistemas pasivos permite cubrir las demandas energéticas que pueda tener el edificio.

### 3.17.5. Estrategias para la reducción energética

#### Estrategias pasivas

- **Geometría del edificio:** El concebir la geometría del edificio en función a las condiciones ambientales y del entorno logra minimizar la demanda energética al tener un mayor aprovechamiento del entorno.

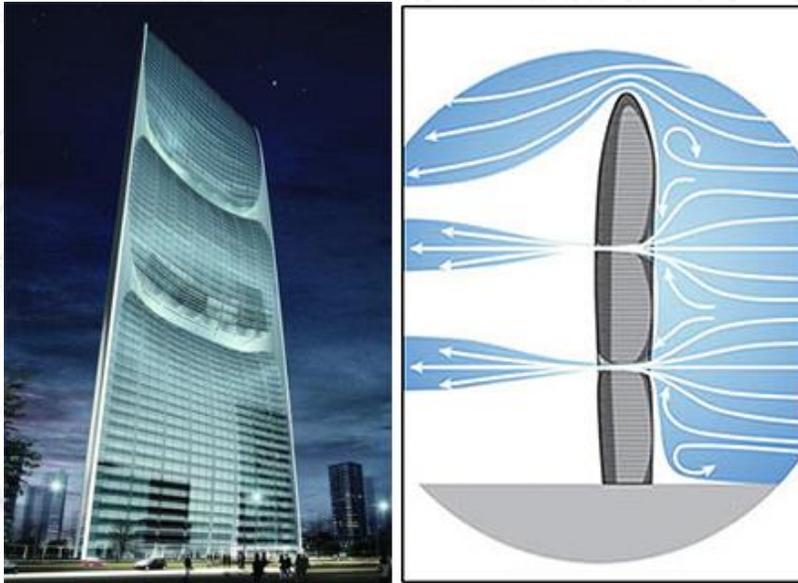


Ilustración 63 - Rascacielos Sostenibles - (2010)

- **Fachadas dobles con cristal de alto rendimiento:**

Actúan como un regulador térmico, al tener doble cristal permite aislar el calor entre las dos partes, el cual puede ser captado para la calefacción.

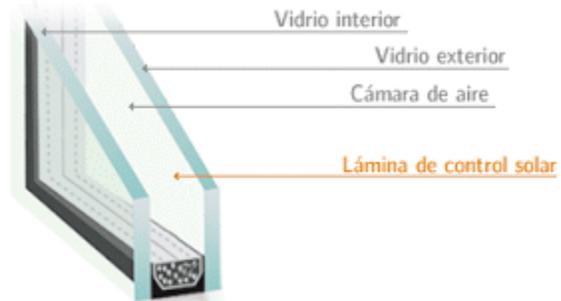


Ilustración 64 Detalle panel eficiente – Fuente: <http://ecobuildings7.blogspot.com/>

- **Iluminación natural**

Los edificios deben ser diseñados pensando en un mayor aprovechamiento de la luz natural con el objetivo de reducir el uso energético. La iluminación natural puede reducir hasta un 60% el uso energético a comparación de edificios convencionales.

El diseño de la firma SOM Chicago, para un rascacielos en China, utiliza un Atrio para captar la luz natural y a la vez ventilar los espacios suministrando aire fresco en los espacios.



Ilustración 65 – Propuesta SOM Greenland Group – Fuente: <http://blogdeldiseno.com/2012/02/08/un-rascacielos-que-ahorra-un-60-mas-de-energia-que-los-rascacielos-convencionales/#sthash.kx5PCcb2.dpuf>

Fuente: Propuesta SOM Chicago para el concurso para el diseño del nuevo centro del grupo de inversión inmobiliaria Greenland Group en Suzhou, China. -

## Estrategias Activas

- **Climatización Radiante:** Funciona por medio de la circulación de agua fría o caliente para controlar la temperatura de un ambiente. El sistema conocido como vigas frías consiste en tubos en las superficies del techo el cual al entrar en contacto con el aire caliente generado por las personas y artefactos enfría el aire el cual vuelve a descender, minimizando el uso de aires acondicionados.

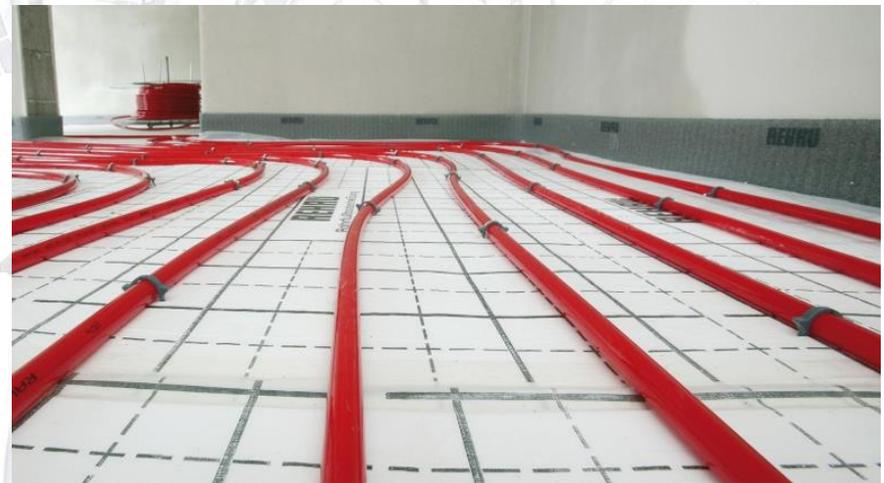


Ilustración 66 – Sistemas de calefacción – Fuente: Sistemas eficientes para un clima de confort - <http://www.rehau.com/es-es/construccion/calefaccion-y-refrescamiento>

- **Sistemas Inmóticos**

La Inmótica es un sistema de gestión técnica automatizada de las instalaciones cuyo principal objetivo es la reducción en el consumo de energía, aumento en el confort y seguridad. Permite la monitorización del funcionamiento del edificio y posibilita una supervisión y control desde una PC, donde se generan parámetros sobre el funcionamiento lo cual permite mediante la información almacenada detectar tendencias y prevenir desperfectos trabajando de una forma más eficiente.

Los principales servicios de la Inmótica son:

- Monitorización de ascensores
- Control y uso racional de iluminación y climatización.
- Detección de incendios
- Intercomunicación
- Redes Inalámbricas
- Alarmas técnicas y prevención de averías
- Supervisión remota
- Video vigilancia
- Domótica



Ilustración 67 – Inmótica - fuente: <http://bultech.com/inmotica>



## **4. CASOS ANÁLOGOS**

## 4. Casos Análogos

Al momento de realizar la investigación para determinar los casos análogos más adecuados al proyecto, se determinó que estos debían cumplir con características que puedan ser indicadores de aspectos culturales, ideológicos, económicos, así como de las soluciones en función a movilidad sostenible y los sistemas tecnológicos que implementan para permitir el uso adecuado de recursos, energía y desechos.

Dentro de los casos internacionales se analizarán los siguientes proyectos:

- Plan Maestro Distrito Chengdu, China
- Masdar City por Foster + Partners
- La visión de Paris 2050 como “Smart City” por Vincent Callebaut
- Master Plan Beijing Bohai Innovation Cty por SOM
- Torre de Santiago de Chile

Como caso análogo Latinoamericano se analizará La Torre de Santiago en la ciudad de Santiago Chile,

cuyas características sísmicas y socio-culturales pueden tener aspectos en común con la ciudad de Guatemala.

### 4.1. Plan maestro para el distrito de Chengdu, China - Arquitectos: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture



Ilustración 68 - Plan maestro ciudad auto-sostenible para 80,000 habitantes.  
Fuente: <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/14012.html#.VtYJJzhCUm>

La propuesta surge como respuesta a la sobrecarga de infraestructura en los principales núcleos urbanos en China, concebido como un modelo el cual puede ser replicado en otros lugares del país. En el proyecto se destina el 60% de la superficie del sitio para espacios verdes y agricultura. Se reduce la necesidad de desplazamientos por medio del uso mixto y sistemas de transporte público por lo cual cualquier desplazamiento de un lado al otro puede ser realizado en 15 min sin necesidad de utilizar un vehículo.



Ilustración 69 - Plan maestro ciudad auto-sostenible para 80,000 habitantes.  
Fuente: <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/14012.html#.VtIYJJzhCUM>

Dentro del espacio urbanizado el 60% de la tierra se destina a la construcción, el 25% para la infraestructura y el 15% para espacios verdes y parques.

La obra se prevé finalizar en el año 2020, al estar completada cumplirá con parámetros sostenibles como una reducción del 48% menos del uso de energía y un 58% menos de agua. Se producirán 89% menos desechos y residuos vertidos y generar un 60% menos de CO2.



Ilustración 70 - Adrian Smith + Gordon Gill Architecture frente al master Plan Chengdu Tianfu Great City Fuente: <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/14012.html#.VtIYJJzhCUM>

## 4.2. Masdar City - Foster + Partners



Ilustración 71 – Masdar City (Foster + Partners, s.f.)

El proyecto inicio su construcción en el 2007, bajo el diseño y planificación de Foster + Partners, fue financiado por el Fondo Mundial para la Naturaleza y los Emiratos Árabes Unidos.

Masdar se ubica en Abu Dabi, en los Emiratos Árabes, cuenta con una extensión de 6 km<sup>2</sup> y pretende ser una de las primeras ciudades 100% ecológicas, los balances de CO<sub>2</sub> y basura serán cero.

Las tecnologías implementadas en los edificios permiten reducir en un 75% la demanda energética para el enfriamiento, el 70% menos para el tratamiento del agua potable, 95% menos energía en calentadores de agua domésticos y el 70% menos en la demanda de electricidad.



Ilustración 72 Masdar City Center (Foster + Partners, s.f.)

Está destinada para albergar más de 50,000 personas y la ciudad está diseñada en si para maximizar la convivencia y reducir todo impacto al medio ambiente. Se diseñó un



Ilustración 73 Masdar City Transportes subterráneos  
(Foster + Partners, s.f.)

muro perimetral el cual tiene como función para contener los fuertes vientos y tormentas de arena de la región. El diseño interno de la ciudad busca aprovechar los vientos y corrientes de aire por medio de calles estrechas que sirven como túneles junto con estructuras llamadas torres de viento que permiten canalizar el aire hacia el suelo, logrando un confort térmico en las calles.

La ciudad obtiene toda su energía por medio de paneles solares, los cuales se distribuyen en toda la ciudad, para abastecer tanto de energía para el consumo personal, la desalinización del agua, el transporte y los sistemas de deshumidificación y refrigeración. La idea principal es



Ilustración 74 – Masdar Energy - Fuente:  
<http://www.2daydubai.com/pages/masdar-city.php>

cortar la dependencia del petróleo por medio de la implementación de energías limpias.

Toda el agua utilizada proviene del Mar, y los sistemas de riego son abastecidos por las plantas de tratamiento de aguas grises y negras.



*Ilustración 75 - Masdar City development (Foster + Partners, s.f.)*

<http://www.fosterandpartners.com/projects/masdar-development/69>

El transporte en Masdar City es un factor que se trata de cambiar o revolucionar. Dentro de la ciudad no pueden transitar vehículos, únicamente hay 3 tipos de transporte.

El PRT el cual es un transporte rápido personal que permite recorrer la ciudad en 7 minutos, y contara con 85 estaciones funcionando las 24 horas todo el año.



*Ilustración 76 – Transporte PRT - (Foster + Partners, s.f.)*



Ilustración 77 – LTR y FTR - (Foster + Partners, 2007)

El LTR el cual es el transporte por Rail ligero, el cual será un tren eléctrico que conectara el aeropuerto de Abu Dabi y contara con 6 estaciones dentro de la ciudad.

El FRT que será el transporte de Carga Rápida, de igual forma será eléctrico y automatizado y su función principal será el transporte de mercancías y alimentos.

Todo el transporte está ubicado bajo la ciudad lo cual permitirá una percepción más limpia y distinta en las calles de la ciudad.

### 4.3. La visión de París 2050 como “Smart City” por Vincent Callebaut

La firma francesa de arquitectura Vincent Callebaut Architects ha desarrollado una propuesta urbana que busca abordar los problemas actuales de vivienda y densidad en París, por medio de la integración de varios edificios de gran altura con sistemas de energía BEPOS, los cuales son capaces de generar más energía que la que consume.



Ilustración 78 – París 2050 - ( Vincent Callebaut Architectures, 2015)

La propuesta integra varias edificaciones para distintos distritos dentro de París, y busca dar solución a los principales problemas de sostenibilidad que afecta cada distrito en específico. Lo cual de manera integral pueden proporcionar los indicadores para el desarrollo sostenible de la ciudad.

Uno de los principales objetivos consiste en reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo los edificios una de las principales fuentes de contaminación. Los edificios por lo tanto deben integrar diversas técnicas para la generación de energías, como el uso de energía solar y energía eólica. A la vez de integrar estas tecnologías en los edificios el Plan busca respetar la historia de París y motivar a los habitantes a adaptar estándares ecológicos en sus vidas y realzar el potencial para un futuro más sostenible reduciendo el impacto ambiental.

Dentro de las edificaciones que se proponen se busca que los sistemas encajen en el marco actual de la ciudad, las formas de los edificios son inspiradas en la naturaleza y buscar utilizar procesos pasivos para la calefacción, ventilación, oxigenación y retención de aguas pluviales

buscando que estas edificaciones sean completamente autosuficientes.



Ilustración 79 – Red de transporte Paris 2050 - ( Vincent Callebaut Architectures, 2015)

Además de técnicas pasivas para el manejo del confort dentro de los edificios, se emplean técnicas innovadoras como las pieles de las torres las cuales responden a la luz solar para ser aprovechadas en la carga térmica. En el caso de la “torre manglares” se emplearon en la piel células individuales que forman una concha electroquímica fotosensible, la cual utiliza la luz solar para

generar electricidad del edificio. En la torre Fotosíntesis, se propuso una fachada aislante que genera su propio biocombustible. Entre otras tecnologías se emplea el PHYLOLIGHT, el cual es un sistema híbrido de lámpara-turbina que suministra la iluminación en espacios urbanos además de producir su propia energía que consume.



Ilustración 80 – Torre Fotosíntesis - ( Vincent Callebaut Architectures, 2015)

Dentro del Plan el tema de la movilidad es de gran importancia, es por eso que, en el plan de Smart City, se plantea un uso mixto en las torres, lo cual combina los espacios residenciales, laborales y comerciales lo cual

combate la necesidad de desplazarse grandes distancias logrando una reducción significativa en las emisiones por combustible en la ciudad. La Smart City está diseñada y refuerza la idea que las ciudades deben estar en constante crecimiento, siempre y cuando se mantenga en carácter y se contribuya a un desarrollo más sostenible.

#### **4.4. Master Plan Beijing Bohai Innovation City por SOM**



*Ilustración 81 – Master Plan Beijing Bohai Innovation City - (SOM, s.f.)*

El master Plan para la Innovation City en la región de Bohai Rim es una propuesta ganadora del concurso para el nuevo distrito que busca integrar el nuevo distrito con el

medio ambiente situado a lo largo de la vía ferroviaria de alta velocidad de una la Capital Nacional a la ciudad portuaria de Tiajin.

SOM es el estudio que genera la propuesta ganadora el cual cuenta con un respaldo de años de experiencia en diseño sostenible, por lo cual buscan establecer un modelo de desarrollo en función a la movilidad. Este distrito aprovechará la vía del tren de alta velocidad para conectar las áreas metropolitanas y crear un entorno urbano sostenible que permita los recorridos a pie o en bicicletas. Se busca crear espacios caminables junto con densidades compactas ubicando estratégicamente las estaciones de tránsito.

El distrito busca aprovechar los activos económicos de la región, desarrollando espacios de uso mixto, con un enfoque en el desarrollo de las industrias avanzadas de la región, tomando siempre en cuenta la agricultura existente y los espacios verdes, por lo cual se destinaron la mitad de las 1.47 hectáreas a los espacios abiertos y la integración de la naturaleza.

SOM ha logrado proyectar una comunidad urbana cuyo enfoque principal es el ser humano y la familia, busca

integrar los usos mixtos dentro de un marco respetuoso con el entorno y el medio ambiente. Se establecieron objetivos para reducir el uso agresivo de agua, energía, residuos y la implementación de energías renovables juntos con diseños eficientes en los edificios.



*Ilustración 82 – Centro distrito - (SOM, s.f.)*

Dentro de los sistemas destaca el planteamiento del parque-humedal central, cuyo sistema se basa en utilizar los sistemas funcionales ambientales para lograr filtrar el agua de lluvia antes de que esta regrese a los ríos adyacentes.



*Ilustración 83 – Edificaciones de uso mixto - (SOM, s.f.)*

#### 4.5. Costanera Center y la Gran Torre de Santiago, Chile – Arq. César Pelli y Alemparte Barreda Arquitectos – Watt International.



Ilustración 84 – Gran Torre Santiago / Costanera Center - (César Pelli, Alemparte Barreda Arquitectos, Watt Internacional, s.f.)70

La gran torre de Santiago conocida también como la Torre Gran Costanera forma parte del Costanera Center, un complejo que incluye espacios de ocio, oficinas, supermercados, tiendas, restaurantes, 2 hoteles 5 estrellas, estacionamientos, un helipuerto, un parque en altura y un centro médico.

El complejo está compuesto por 4 edificios de altura siendo el más notable la Gran Torre de Santiago que alcanza los 300 metros de altura convirtiéndose en la más alta de Latinoamérica.



Ilustración 85 - Construcción Costanera Center – Fuente: <http://visual.ly/construcci%C3%B3n-del-edificio-costanera-center-construction-costanera-center-building>

Cuenta con 64 plantas en altura y 6 de sótano. La altura entre niveles es de 6 m del 1 al 10 y 4.1 m del 11 al 60. El edificio tiene una capacidad para 3,000 personas con una superficie total de 101,125 m<sup>2</sup>.

El edificio cuenta con tecnologías que permiten ser más eficiente como los Ascensores doble cabina, los cuales consisten en 2 cabinas las cuales trasladan personas de 2 niveles a la vez. En total cuenta con 24 ascensores de alta velocidad.



*Ilustración 86 – El rascacielos más grande de Latinoamérica La torre de Santiago - (César Pelli, Alemparte Barreda Arquitectos, Watt Internacional, s.f.)*

Para asegurar con los máximos estándares internacionales de seguridad e infraestructura se utilizan termo-paneles, con vidrios anti-impacto y anti UV. 3 niveles son utilizados como niveles mecánicos, en los cuales se concentran los servicios del edificio.

El edificio fue diseñado para soportar sismos de gran magnitud, este soporto el terremoto del 2010 de 8.8 grados a la escala de Richter que destruyo gran parte al centro y al sur de Chile, sin sufrir daños en la estructura. La base de los cimientos es de 50x50m y de 3 m de grosor, la cual se ubica a 20 m de profundidad.

La edificación cuenta con elementos los cuales pueden considerar al edificio sostenible:

- Sistemas para la reutilización de energía
- Manejo eficiente del agua
- Cristales anti-radiación
- Almacenamiento y reciclaje de residuos
- Renovación del aire y control de temperaturas.



## **5. ENTORNO Y CONTEXTO**

## 5. Entorno y Contexto

Para el emplazamiento de la propuesta, se utilizaron criterios de selección el cual debía cumplir las siguientes características:

- Vías de acceso principales próximas
- Áreas verdes disponibles
- Punto estratégico de convergencia entre las distintas zonas del País.

Según estas características se determinó el ámbito de estudio en la zona 11 y 7 de la ciudad Capital.

### 5.1. Aspectos geográficos y ambientales

#### Localización/Ubicación

El departamento de Guatemala cuenta con una superficie de 2,126 km<sup>2</sup>, se ubica en la región central de la República de Guatemala, limitando al Norte con los departamentos Baja Verapaz, al noreste con El Progreso, al sudeste con Santa Rosa, al sudoeste con Escuintla, al oeste con Sacatepéquez y Chimaltenango y al noroeste con el Quiché.



Ilustración 87 – Elaboración propia

La ciudad Capital se encuentra en el valle de la Ermita, a una altura de 1500-1600 metros sobre el nivel del mar y las temperaturas oscilan entre los 12 y 18 °C.

La ciudad esta tiene una extensión de 692 km<sup>2</sup> y es la ciudad de mayor crecimiento en Latinoamérica.

La ciudad de Guatemala costa de 25 zonas, de las cuales la zona 20, 22 y 23 no se encuentran delimitadas.

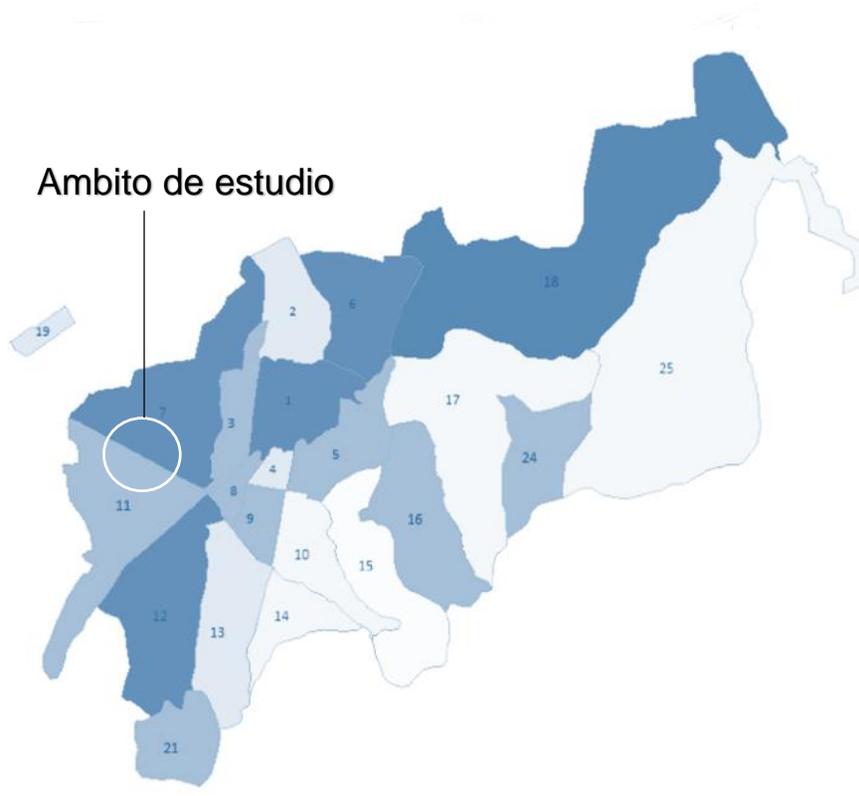


Ilustración 88 – Elaboración Propia

## Accesibilidad

La ciudad puede ser accesible desde las distintas regiones del país. Del noroeste del país puede ser accedida por la carretera interamericana CA-1 y desde el noreste y sureste por la CA - 9

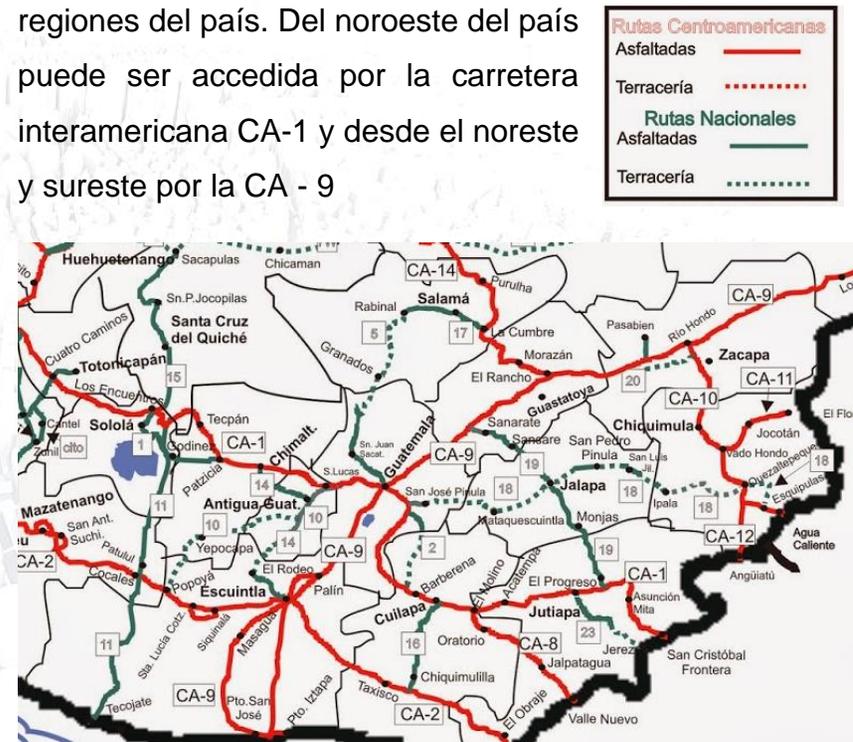
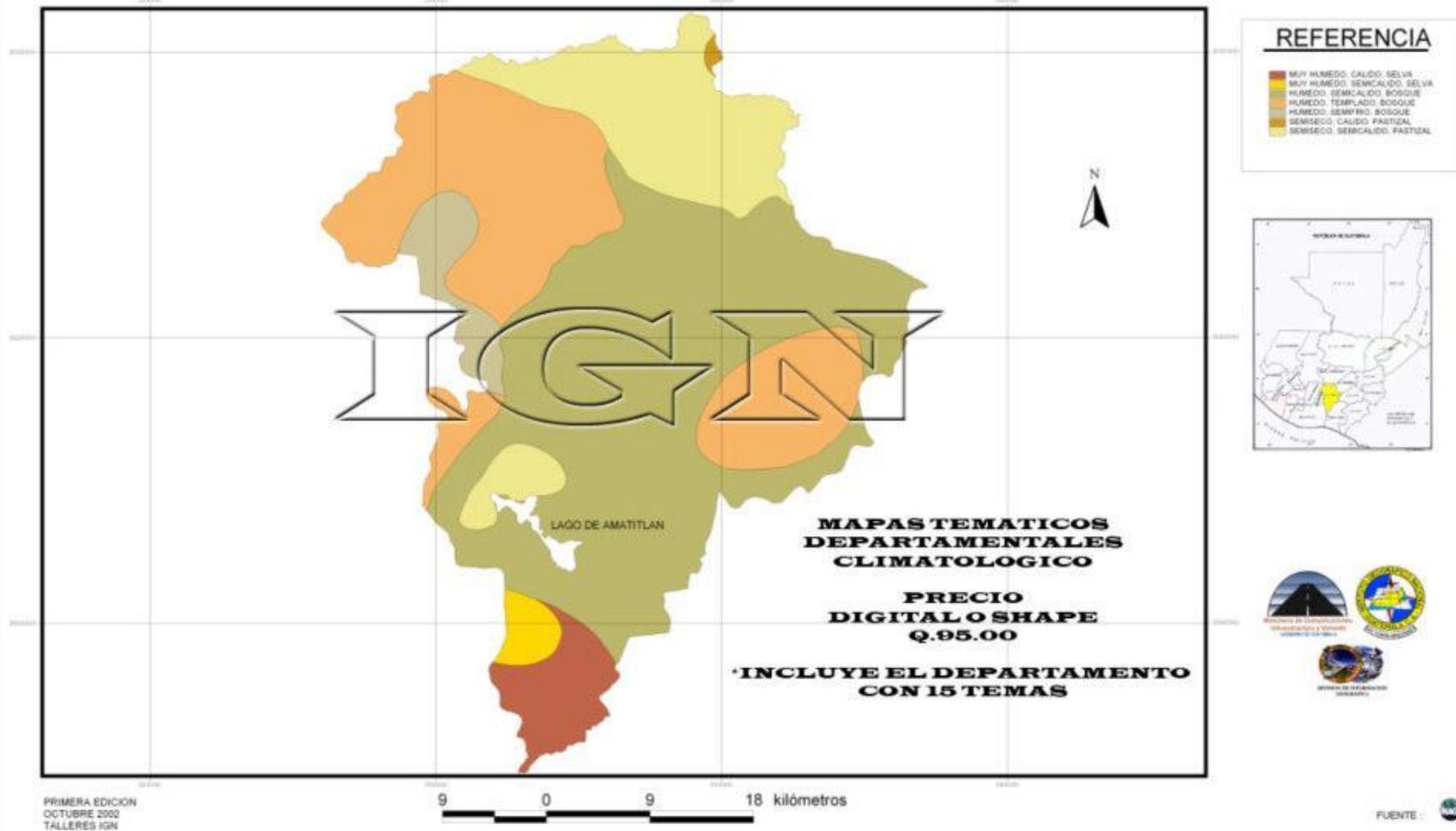


Ilustración 89 – Rutas Nacionales de Guatemala – fuente: [http://1.bp.blogspot.com/-zYA\\_mrYEhc/Uz9BGle0XmI/AAAAAAAAAAS0/4V3Uh5qilug/s1600/RUTAS+NACIONALES.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-zYA_mrYEhc/Uz9BGle0XmI/AAAAAAAAAAS0/4V3Uh5qilug/s1600/RUTAS+NACIONALES.jpg)

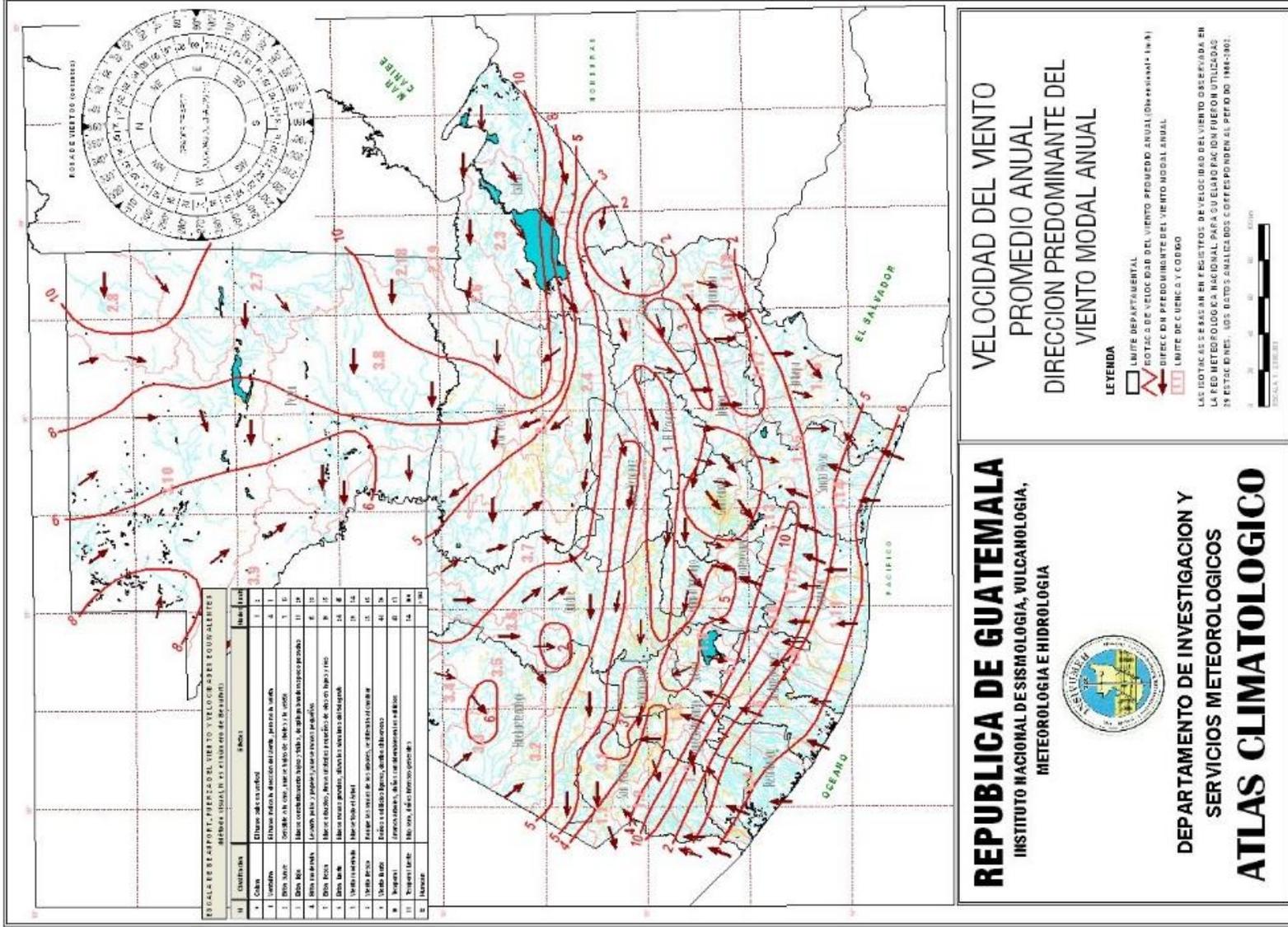
# CLIMATOLOGICO DEPARTAMENTO DE GUATEMALA



## Clima y temperatura

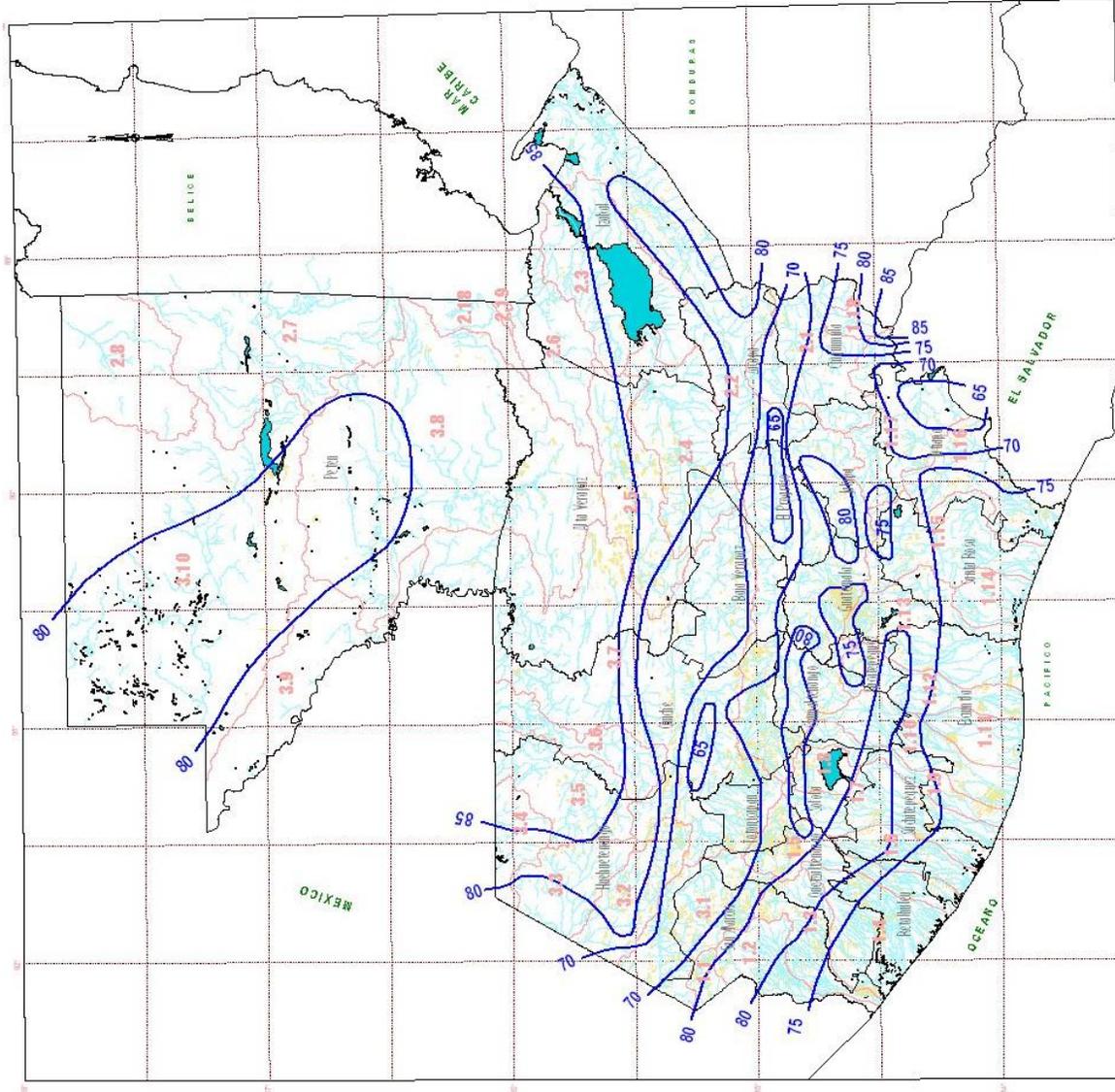
En el municipio de Guatemala, el clima es cálido, las temperaturas varían entre 30°-32° C, entre

marzo y abril, y las estaciones de invierno y verano están bien marcadas, siendo en verano un territorio muy seco, y en el invierno es bastante lluvioso.



**Vientos**

Los vientos según estadísticas del INE en el 2005, generalmente tienen una velocidad promedio de 10km/h, siendo estos afectados en ocasiones por los remolinos que se forman en el lago de Amatitlán.



**REPUBLICA DE GUATEMALA**  
 INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA,  
 METEOROLOGIA E HIDROLOGIA



DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y  
 SERVICIOS METEOROLOGICOS

**ATLAS CLIMATOLOGICO**

**NIVELES DE HUMEDAD RELATIVA  
 PROMEDIO ANUAL**

LEYENDA

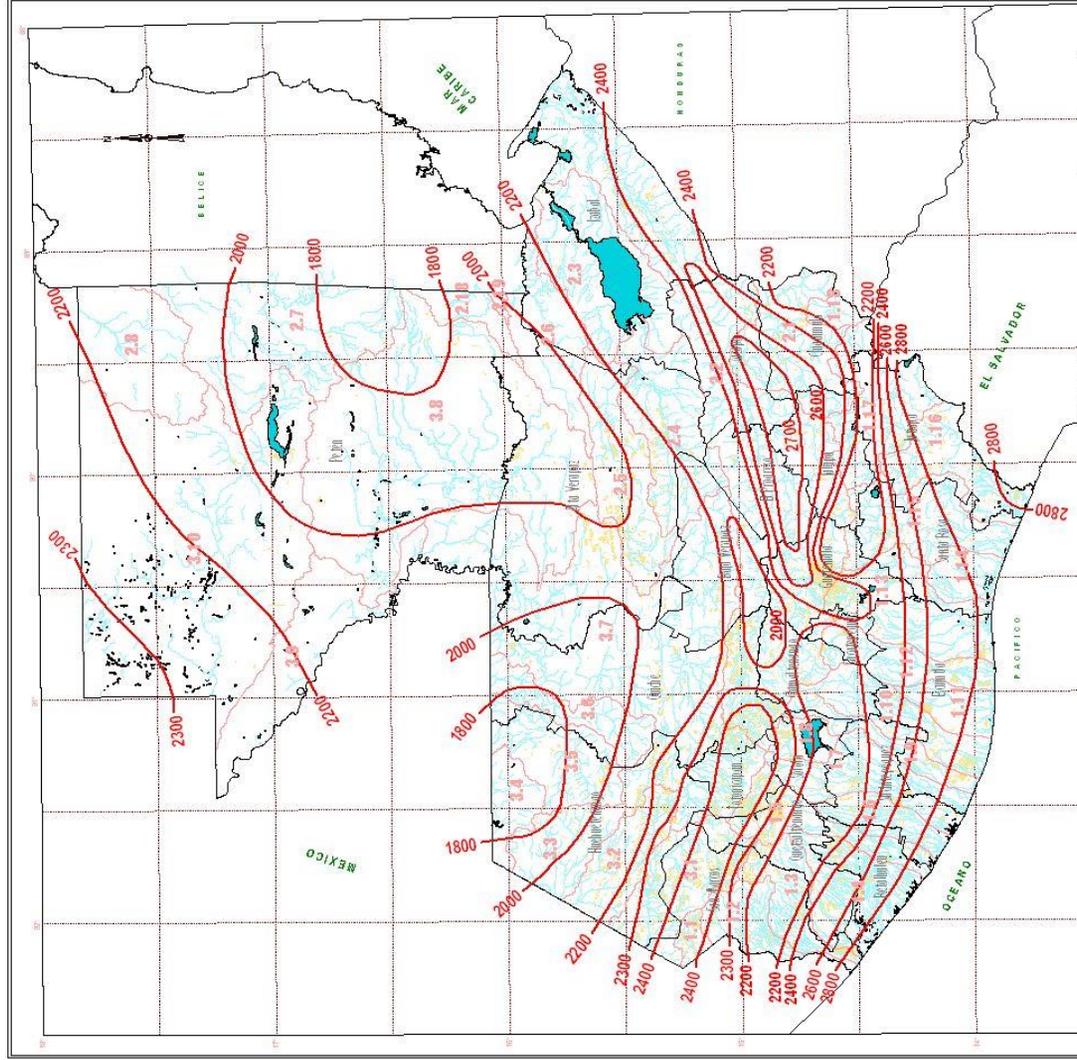
- LIMITE DEPARTAMENTAL
- SOLOTA DE HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ANUAL (%)
- LIMITE DE CUENCIA Y COORDO

LOS ISOGRAFOS SE BASAN EN REGISTROS DE HUMEDAD RELATIVA OBSERVADA EN LA RED METEOROLOGICA NACIONAL, PARA SU ELABORACION FUERON UTILIZADAS 51 ESTACIONES CLIMATOLOGICAS, DE LAS CUALES SON ESTACIONES PRINCIPALES Y 9 ESTACIONES AUXILIARES. LOS DATOS ANUALES CORRESPONDEN AL PERIODO 1978-2002.



## Humedad Relativa y Precipitación Pluvial:

La humedad relativa se oscila entre el 75% y el 80% en promedio anual.



**REPUBLICA DE GUATEMALA**  
 INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA,  
 METEOROLOGIA E HIDROLOGIA



DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y  
 SERVICIOS METEOROLOGICOS  
**ATLAS CLIMATOLOGICO**

**NIVELES DE INSOLACION O  
 HELIOFANIA EN PROMEDIO DE  
 HORAS DE BRILLO SOLAR ANUAL**

LEYENDA

- LIMITE DEPARTAMENTAL
- ISOHELIA PROMEDIO ANUAL (Dimensionada en horas de brillo solar)
- LIMITE DE CUENCAS Y CODIGO

LAS ISOHELIAS SE BASAN EN OBSERVACIONES EN LA RED METEOROLOGICA NACIONAL. PARA SU ELABORACION FUERON UTILIZADAS 35 ESTACIONES CLIMATICAS LOGICAS, DE LAS CUALES 20 SON ESTACIONES PERMANENTES Y 15 ESTACIONES AUXILIARES. LOS DATOS ANALIZADOS CORRESPONDEN AL PERIODO 1971-1981.

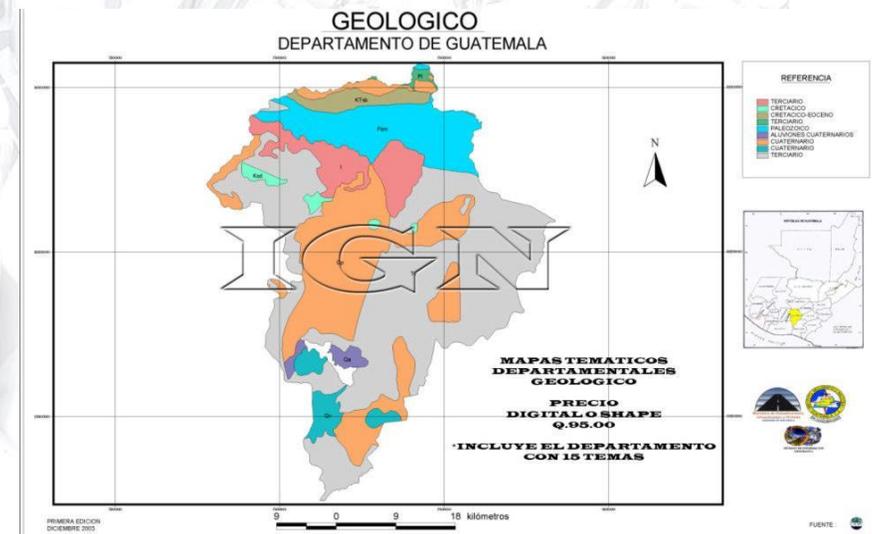


**Soleamiento**  
 El municipio de Guatemala cuenta con una de las isohelias más altas de Guatemala, esta oscila entre 2,400 y 2,600 horas de brillo solar anual.



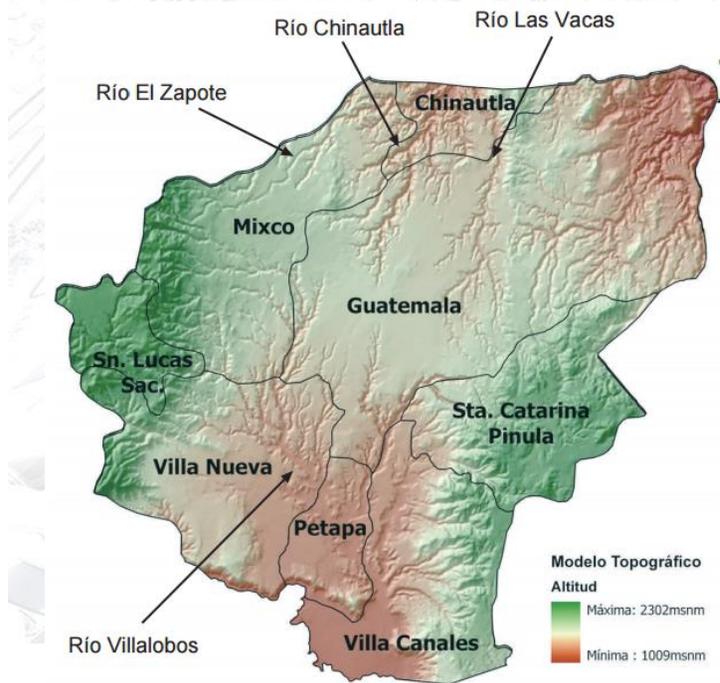
### Suelos y geología

El departamento de Guatemala está compuesto en su mayoría por Rocas Volcánicas en el área sur y norte, sin embargo, en la zona central se encuentra un área casi redonda de Cuaternario la cual se extiende hacia la parte occidental y oriental.



## Topografía

La zona metropolitana de Guatemala comprende el valle central de orientación aproximada norte- sur bordeando por áreas montañosas al occidente y norte. Esto ha sido denominado por algunos autores como un hundimiento tectónico o graben donde el bloque central se hunde con respecto a sus bordes por la acción de la zona de falla Mixco en el occidente y de la zona de falla Santa Catarina Pínula en el oriente.



Topografía de la zona metropolitana de Guatemala

Internamente el valle forma secuencias de planicies y barrancos como resultado de procesos erosivos del tipo fluvial relacionado a ríos, cañadas y quebradas. Los sistemas fluviales más prominentes en el valle corresponden al río Villalobos al sur y los el Zapote Chinautla y las Vacas al norte.

Al occidente se encuentra la zona montañosa de Mixco y san Lucas Sacatepéquez, y al oriente la zona montañosa de Santa Catarina pínula, a lo largo de su evolución las áreas planas de las mesetas centrales han sido utilizadas para zonas residenciales y áreas industriales y comerciales. Las zonas de los barrancos y laderas han sido establecimiento de asentamientos humanos en condiciones precarias con alta susceptibilidad de deslizamientos, donde se provocan desastres relacionados con derrumbes en época de invierno.

<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0196/doc0196-parte03.pdf>

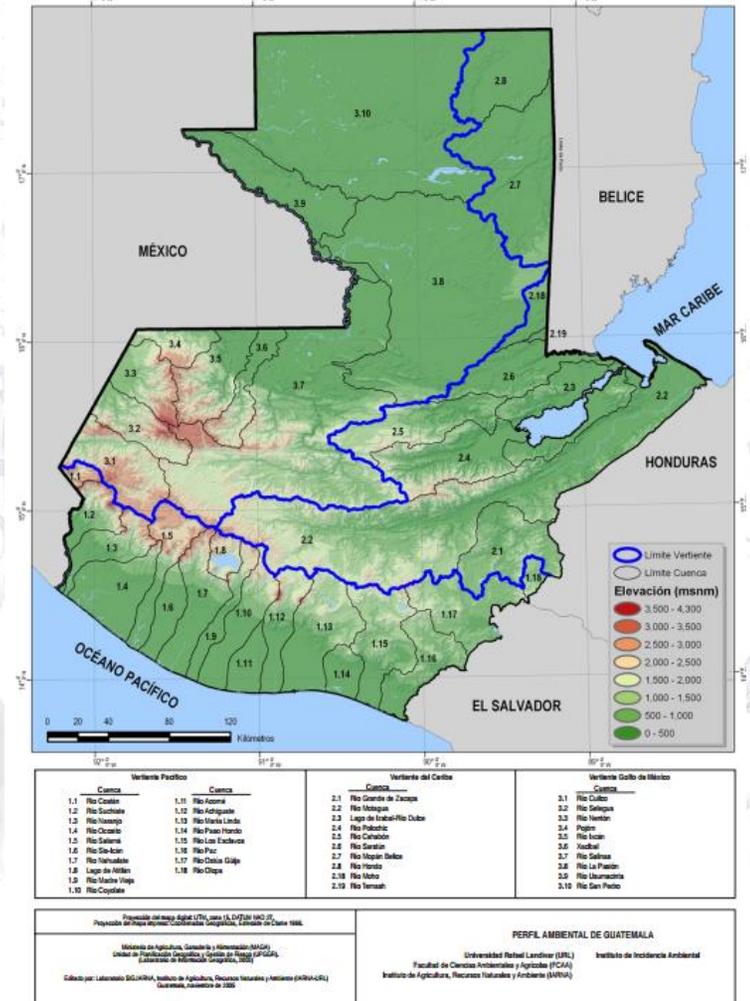
## Hidrografía

Se encuentra dividida por tres principales vertientes: la sur que desemboca en el océano Pacífico, la vertiente norte que es la que desemboca en el océano Atlántico y la que desemboca en el Golfo de México. La vertiente del Pacífico tiene una extensión de 24,237.26 km<sup>2</sup> (22% del territorio), 18 cuencas y caudal promedio anual de 808 m<sup>3</sup>/s. En su parte alta está conformada por los valles del altiplano central del país, que drenan tanto a esta vertiente como a la del Caribe y la del Golfo de México, los cauces atraviesan la cadena volcánica para drenar finalmente en la planicie costera y llegar al océano Pacífico. En general las cuencas son angostas, con fuertes pendientes en la parte media y con una pendiente muy suave en la parte baja.

La vertiente del Caribe tiene una extensión de 33,799.29 km<sup>2</sup> (31% del país), con 10 cuencas y un caudal promedio anual de 1,010 m<sup>3</sup> /s. Incluye los ríos con mayor longitud en el territorio guatemalteco. En general las cuencas están muy bien definidas.

La vertiente del Golfo de México, contiene cuencas que cruzan la frontera con México, con un área de 50,852.45

km<sup>2</sup> (47% del territorio), está conformada por 10 cuencas, con un caudal medio anual de 1,372 m<sup>3</sup> /s. Son las cuencas más extensas del país y conforman finalmente el caudal del río Grijalva en México.



## 5.2. Demografía

El crecimiento demográfico del departamento ha sido acelerado durante la última década principalmente en la región sur donde se consideran municipios dormitorio. Según el censo realizado por el INE en el 2002, se lograron censar a 103,800 habitantes.

El Departamento de Guatemala alberga una población aproximada de 2, 975,417 hab. De los cuales un 16.3% vive bajo la línea de la pobreza y un 0.5% en pobreza extrema.

## 5.3. Aspectos Históricos

El territorio guatemalteco, desde la época prehispánica floreció en Kaminal Juyú que su punto de enlace comercial entre el norte y el sur de Mesoamérica y entre las tierras altas y las tierras bajas de las culturas mesoamericanas entre ellas las mayas y manyases.

Kaminal Juyú fue altamente poblada y uno de los núcleos más desarrollado del área Mesoamérica hasta el arribo de los españoles en el siglo XVI. Otros señoríos habitaron sus tierras, como el señorío Fortaleza de Mixco

viejo cuyos vestigios aún subsisten entre la frontera de Guatemala y Chimaltenango.

Con la llegada de los españoles el valle de la ermita fue habitado y escogido por la Corona Real como la ciudad de Guatemala 1776 siendo este el cuarto traslado de la ciudad.

El departamento de Guatemala fue creado por Decreto de la Asamblea Constituyente en la fecha de noviembre de 1825.

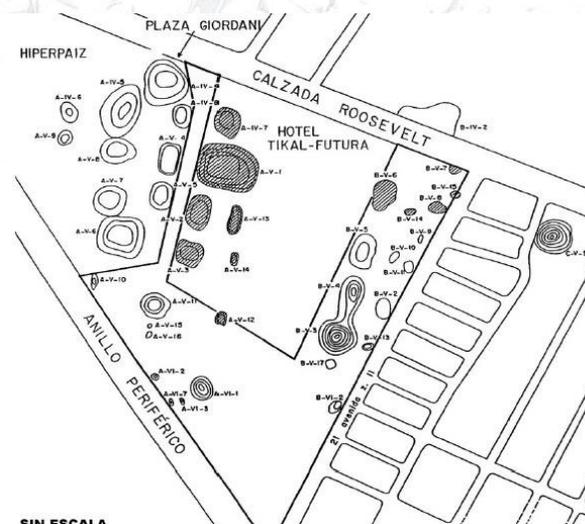


Ilustración 90 – Kaminal Juyú – Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=465628&page=22>

## 5.4. Aspectos Normativos / Regulatorios

### POT

La ciudad capital cuenta con una normativa o Plan de Ordenamiento Territorial (POT), la cual tiene como objetivos el limitar la construcción de alto riesgo y proteger las áreas naturales, el crear espacios públicos con vitalidad urbana, promover la construcción cercana a la red de transporte entre otros.

El plan de ordenamiento está regulado por medio de 6 zonas:

**Zona G0** – Ambiental

**Zona G1** – Semirural

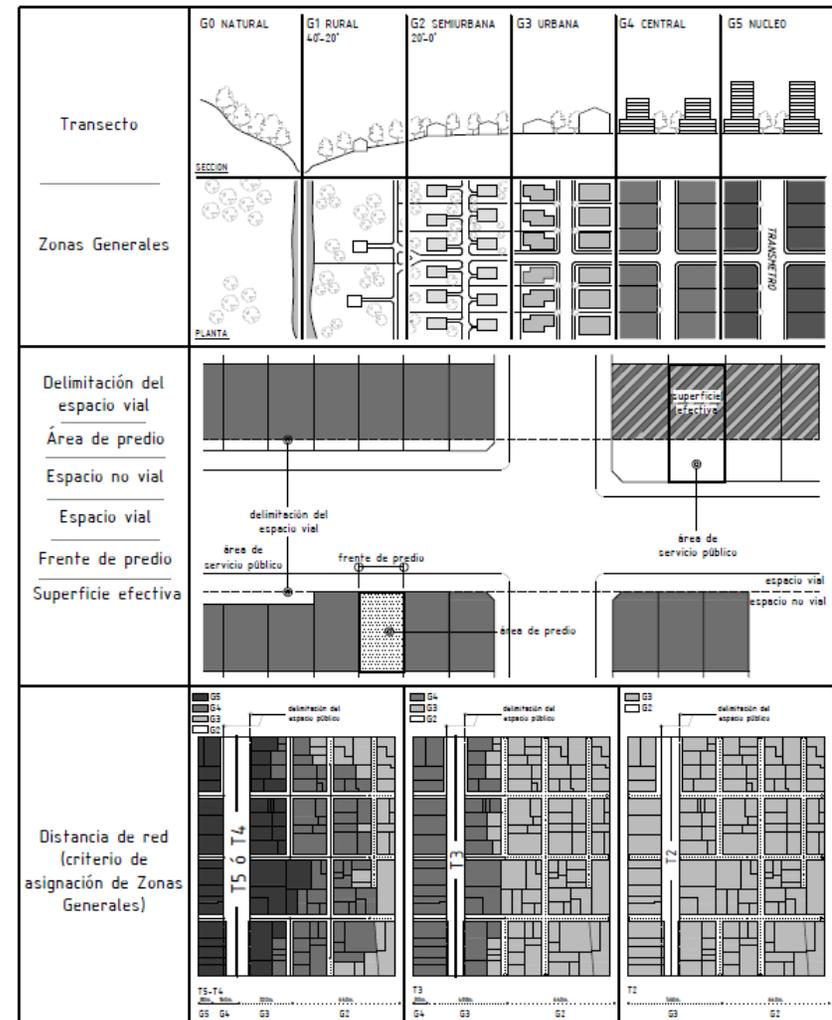
**Zona G2** – Rural

**Zona G3** – Urbana

**Zona G4** – Central

**Zona G5** - Núcleo

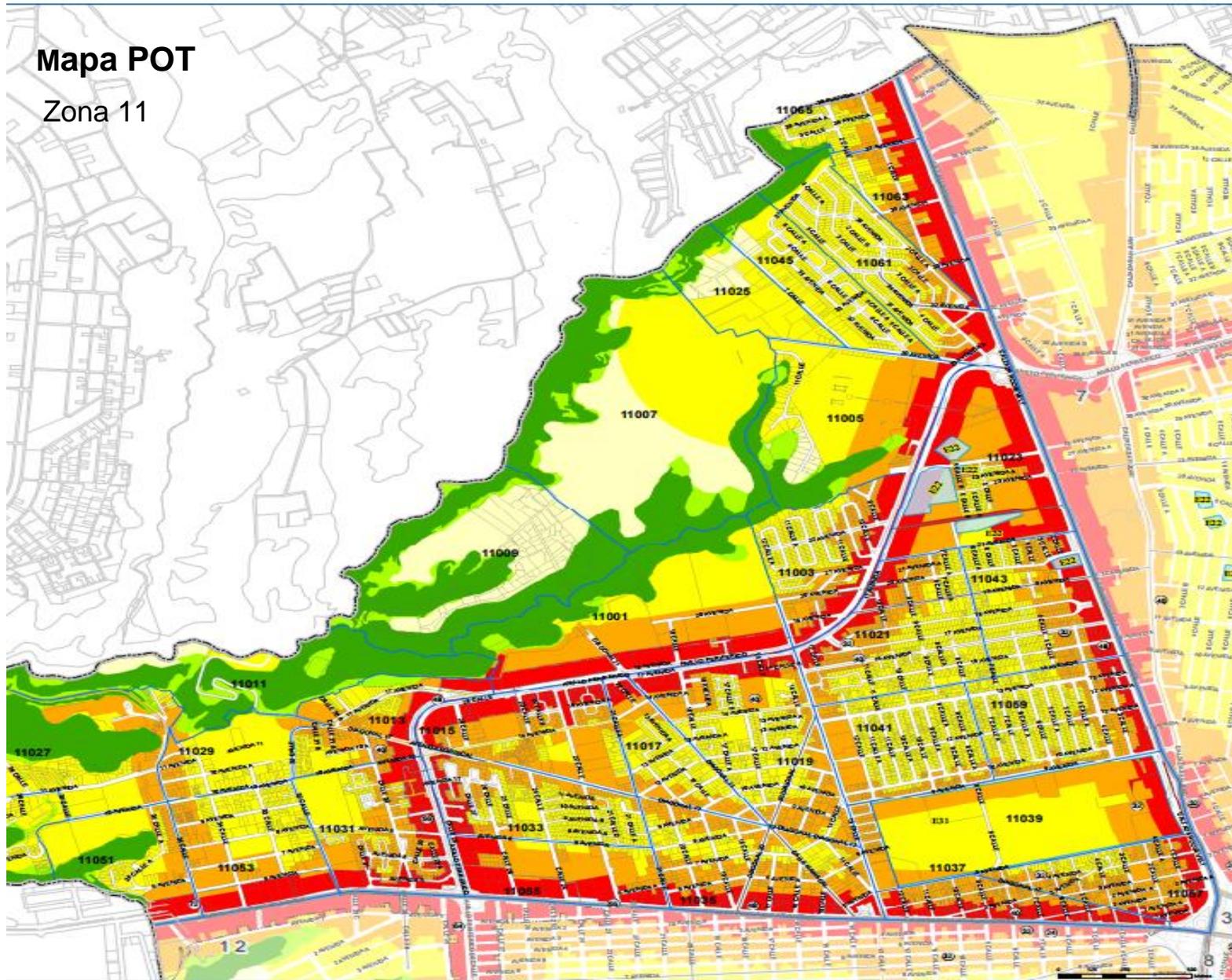
ANEXO V  
Esquemas gráficos de interpretación de conceptos



Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Guatemala

# Mapa POT

Zona 11



**ZONA 11**  
CIUDAD DE GUATEMALA

**MAPA POT**

1

**SIMBOLOGÍA**

- ▬ LIMITE MUNICIPIO
- ▬ LIMITE DE ZONAS
- ▬ DELEGACIONES
- ▬ ALTURAS AERONAUTICA®

**ZONAS GENERALES**

- ZG0
- ZG1
- ZG2
- ZG3
- ZG4
- ZG5
- ZG1, G1G2

**ZONAS ESPECIALES**

- E11 DEPORTIVO-RECREATIVO
- E12 AEROPUERTO-TRANSPORTE
- E20 ZONAS AGROPECUARIAS
- E21 CASERIOS
- E24 PISOS
- E25 INFRAESTRUCTURA URBANA
- E27 HOSPITALES
- E28 INDUSTRIAL
- E29 CULTURAL-EDUCATIVO
- E30 MILITAR
- E31 CASERIO PRIVADO

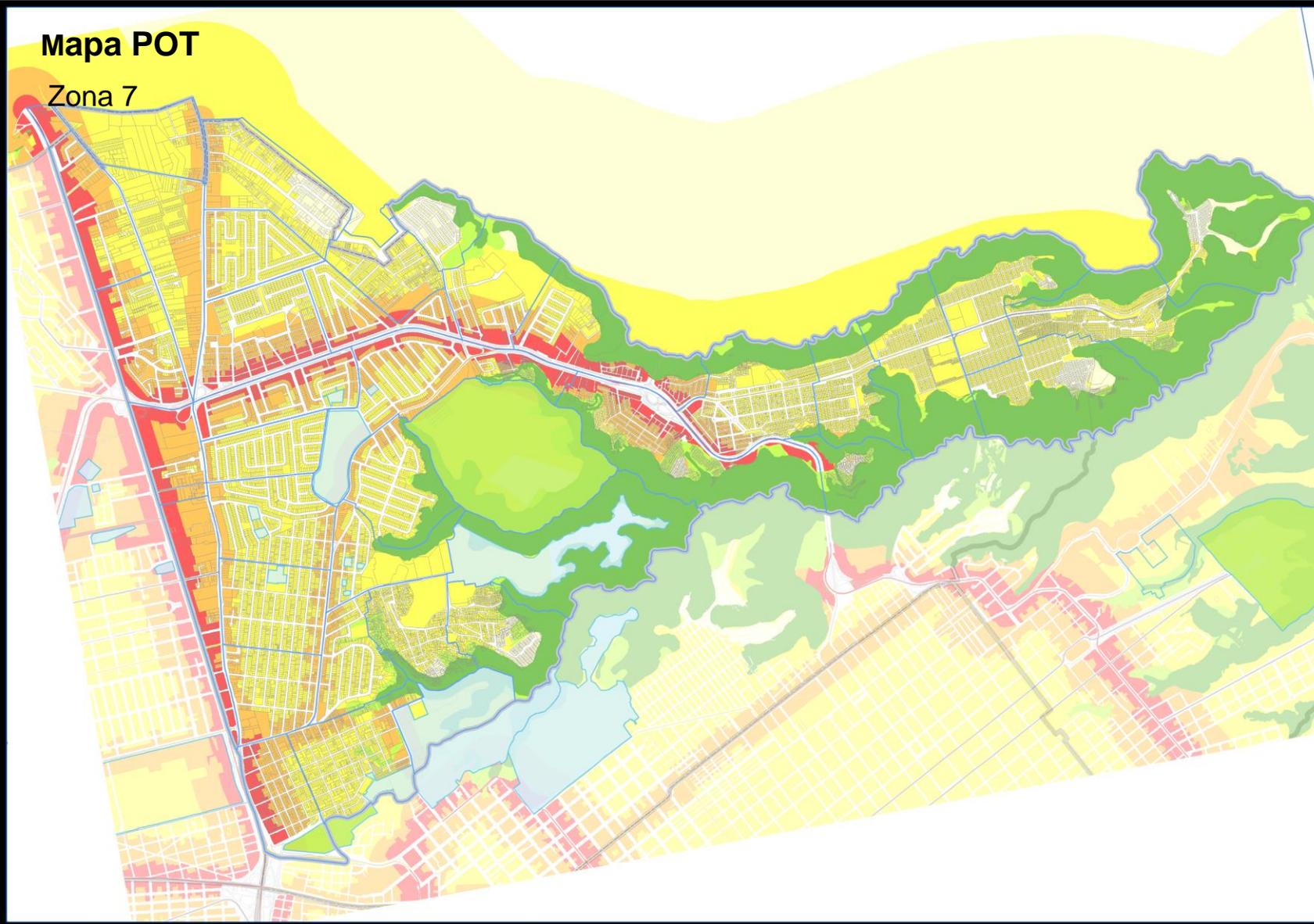
**SISTEMA VIAL PRIMARIO**

- T0
- T2
- T3
- T3X
- T4
- T5

Fuente: Cálculo: DPJ + Caravello  
Fecha: noviembre de 2014

# Mapa POT

## Zona 7



ZONA 7  
CIUDAD DE GUATEMALA  
MAPA POT

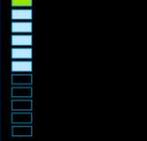
### SIMBOLOGÍA



### ZONAS GENERALES



### ZONAS ESPECIALES

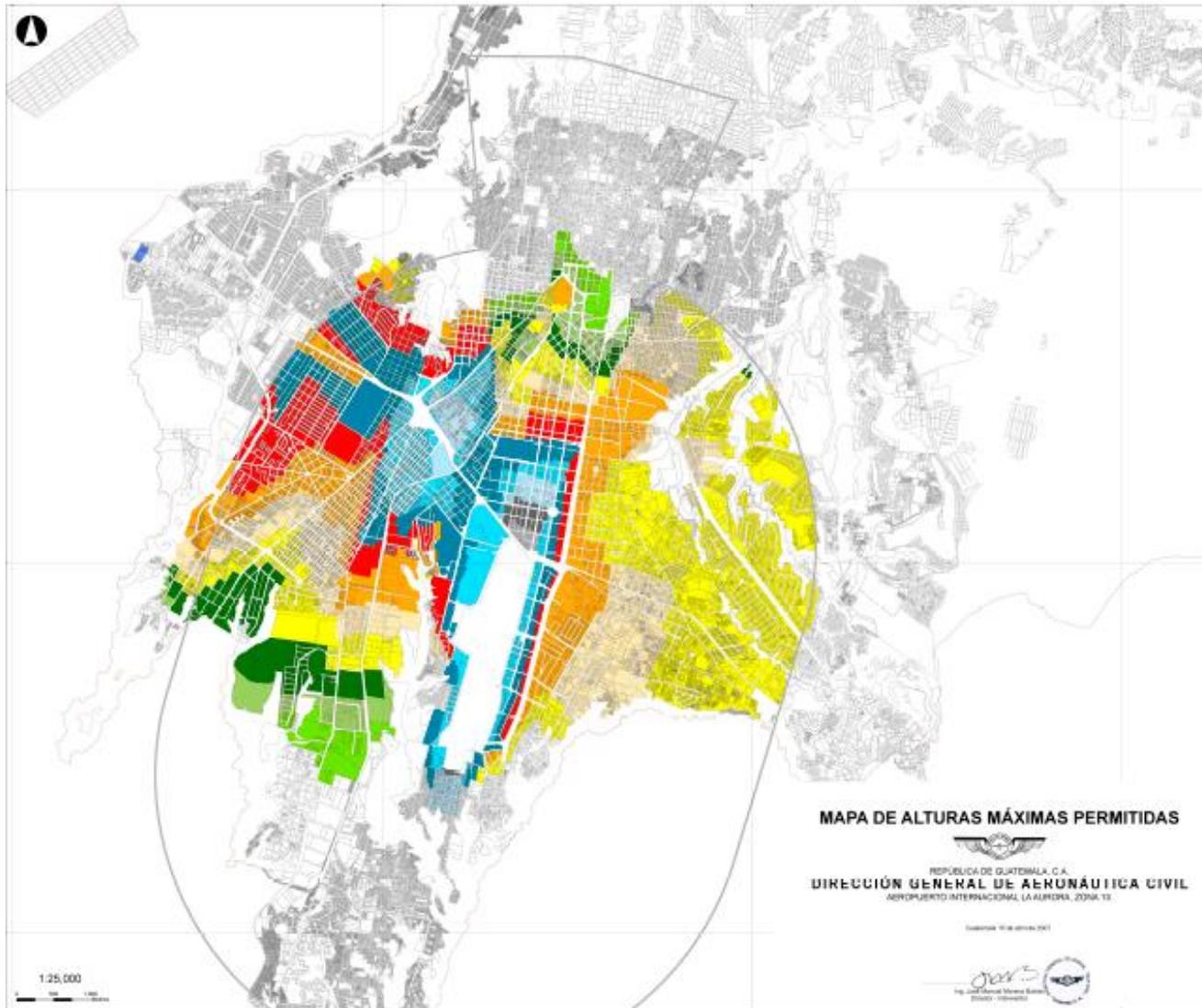


### SISTEMA VIAL PRIMARIO



Fuente: Autor  
Cobertura: DPU + Cobertura  
Fecha: noviembre de 2015

## Aeronáutica Civil



El cono de aeronáutica civil por la ubicación del aeropuerto dentro de la ciudad restringe el desarrollo vertical en la mayoría del centro de la ciudad.

Dada esta circunstancia se determina el ámbito de estudio fuera de la periferia para generar una propuesta que permita dar nuevas oportunidades en el sector.

The logo of Universidad Rafael Landívar is a circular emblem. It features a central shield with a cross, a chalice, and other heraldic symbols. The shield is surrounded by a circular border containing the text "Universidad Rafael Landívar" at the top and "Guatemala • 1961" at the bottom.

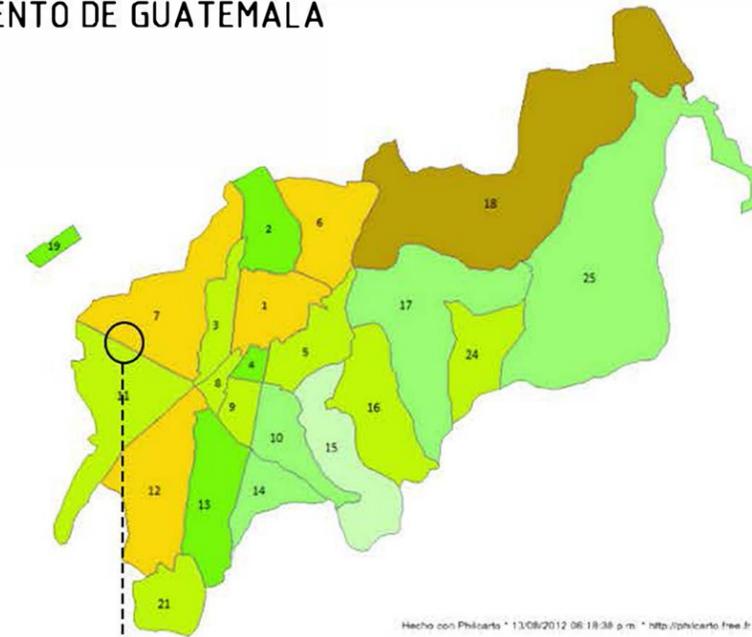
## 6. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

# ÁMBITO DE ESTUDIO / SECTOR ZONA 11 - 7 CIUDAD GUATEMALA

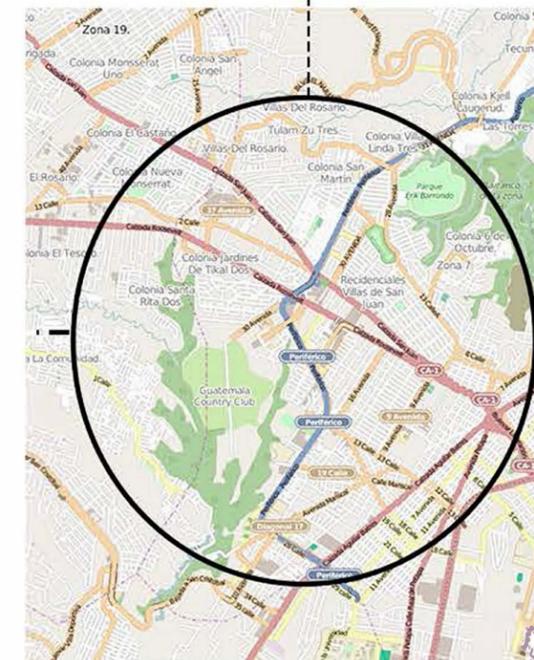
El proyecto se sitúa en el sector de Majadas entre la Zona 11 y 7 de la ciudad Capital, teniendo la intersección de 2 vías principales, la Calzada Roosevelt y el Periférico



## DEPARTAMENTO DE GUATEMALA ZONAS



Hecho con Phicarto \* 13/08/2012 06:18:38 p.m. \* <http://phicarto.free.fr/>



Ref. Phicarto free fr Cartografía <http://www.openstreetmap.org/#map=14/14.6207/-90.5654>



Intersección anillo periférico con calzada Roosevelt y acceso principal a sector majadas.

El sector de Majadas se ubica al Noroeste de la ciudad en la zona 11, siendo un punto estratégico en la ciudad puede ser accedido con facilidad desde la CA1 y por el Periférico lo cual conecta áreas periféricas a la ciudad con facilidad.

La antigua ciudad Maya Kaminal Juyù se encuentra localizada próxima al área de Majadas sobre la zona 7 de Guatemala, resaltando la importancia del punto estratégico en el cual convergen vías principales que conectan no solo las distintas zonas de la ciudad Capital sino de los Departamentos del País.



### NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional

## ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

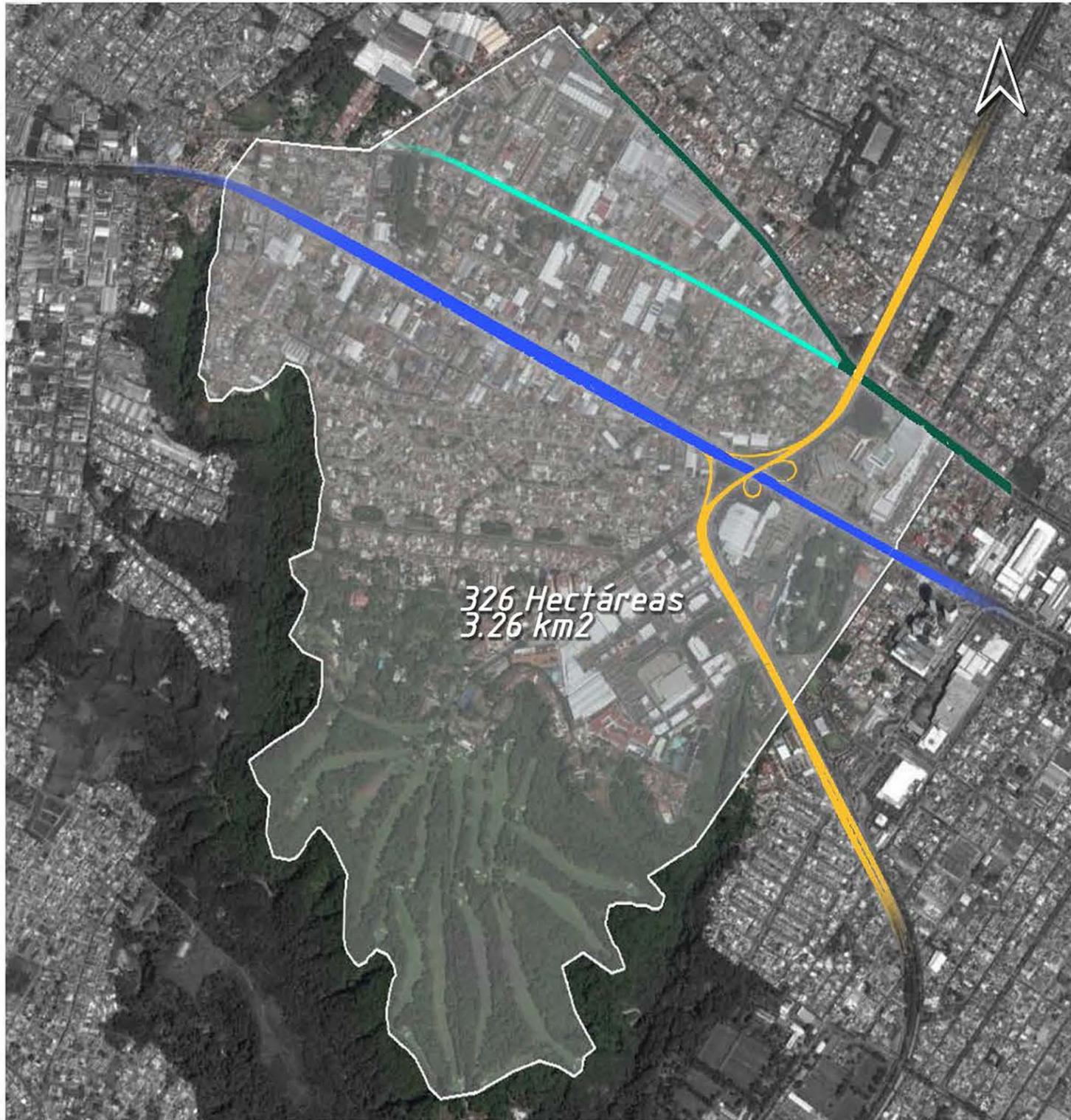
CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

## ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN

ESCALA GRÁFICA  
29/02/2016 **1/13**

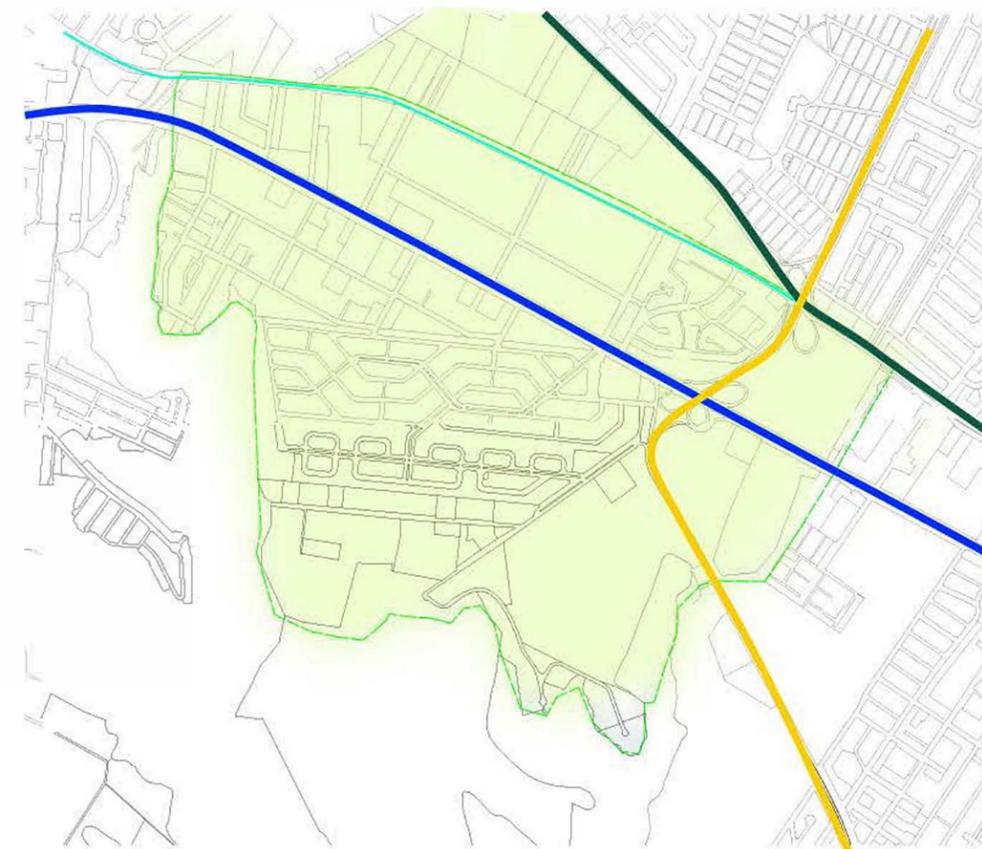
# LIMITES ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio pretende intervenir en el sector de la Zona 11 y parte de la Zona 7 delimitando al norte con la calzada San Juan. Al sur se tiene como borde la barrera natural que pertenece al Club de Golf Majadas.



El área del ámbito de estudio se determina en función a los ejes principales que se interseccionan y permiten la integración de la zona a las distintas zonas de la Capital.

El área a intervenir conforma 326 Hectáreas. En su mayoría ubicadas en la zona 11 de la ciudad Capital y parte en zona 11.



ESQUEMA DE UBICACIÓN Y  
LÍMITE DEL ÁMBITO DE ESTUDIO



## NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional

## ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA 2/13  
29/02/2016

# REFERENCIAS URBANO ARQUITECTÓNICAS DEL ENTORNO

Dentro de las referencias urbanas del entorno el amito de estudio se encuentra en territorio que en algún momento fue la ciudad Maya denominada Kaminaljuyú.



## 1. KAMINALJUYÚ

Una de las ciudades mas importantes de los Mayas construida en el Altiplano Guatemalteco, estuvo ubicada entre la zona 7 y 11 de la capital.

Durante el siglo XX se evidencio la existencia e importancia de esta ciudad sin embargo no ha sido debidamente conservada. Perdurando unicamente algunos montículos en el área del Paseo miraflores y en el Parque Kaminaljuyú en la zona 7



2. COUNTRY CLUB

## 3 ÁREA COMERCIAL



MIRAFLORES



TIKAL FUTURA



PASO A DESNIVEL TIKAL FUTURA

ESQUEMA DE REFERENCIAS URBANO / ARQUITECTÓNICAS DEL ENTORNO



### NOMENCLATURA

- █ Calzada Roosevelt
- █ Periférico
- █ Mateo Flores
- █ San Juan
- Ámbito de Estudio
- █ Uso Comercial
- █ Residencial
- █ Industrial
- █ Vegetación
- █ Recreacional

### ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA GRÁFICA 3/13  
29/02/2016

# REFERENCIAS DENTRO DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

Dentro del ámbito del estudio la referencias urbano-arquitectónicas se identifica la infraestructura urbana y áreas de mayor relevancia en cuando al uso y movilidad en el espacio.



## 1 ANILLO PERIFÉRICO



## 2. PASO A DESNIVEL

El paso a desnivel en la 39 Av de la Zona 11, permite la conexión entre la Zona 7 y 11.

Logrando funcionar como una vía Alternativa a la Roosevelt en horas de trafico.

## 3. SECTOR COMERCIAL LAS MAJADAS



Dentro del Sector Comercial Majadas se encuentran distintos proyectos comerciales en desarrollo que han resultado ser exitosos. Como referencias Arquitectónicas se pueden identificar: Majadas Once - Sears - Las Gemas.



### NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional

## ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESQUEMA DE REFERENCIAS URBANO / ARQUITECTÓNICAS DEL ÁMBITO

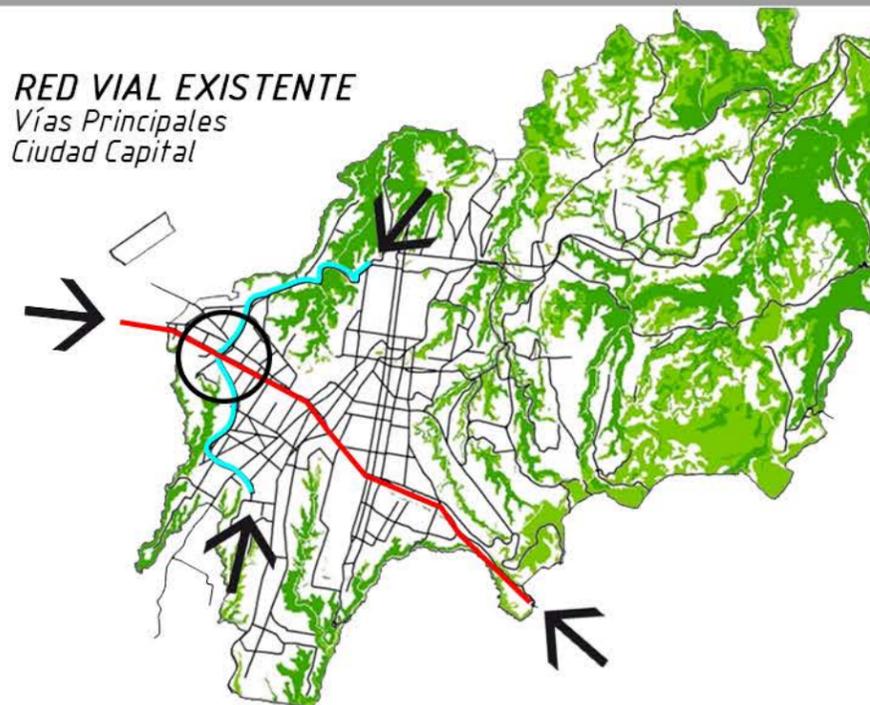
ESCALA GRÁFICA 4/13  
29/02/2016

# ACCESIBILIDAD AL AMBITO DE ESTUDIO

Al estar ubicado en un punto estratégico y de intersección entre el Periférico y la Calzada Roosevelt el terrero puede ser accedido desde la CA1 permitiendo el acceso desde el Oeste y este de la ciudad y puede ser accedido por medio del Periférico desde el Norte y Sur de la ciudad.

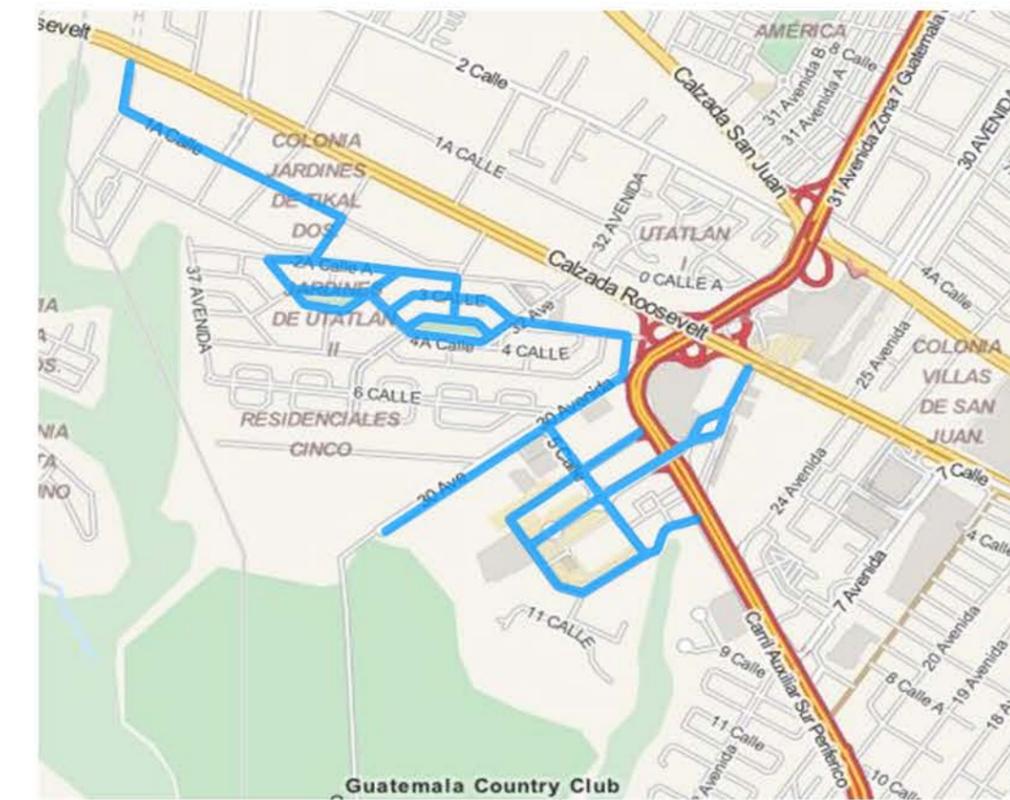


## RED VIAL EXISTENTE Vías Principales Ciudad Capital



El sector no solo presenta problemas en cuanto a movilidad en horas pico. Puede ser visto como una oportunidad para el desarrollo vertical en donde las vías principales pueden ser los ejes para una movilidad urbana sostenible.

Dentro del ámbito de estudio se representan las vías principales que pueden ser integradas e intervenidas en la propuesta ya que cumplen una función importante para la conexión de las zonas.



**NOMENCLATURA**

- █ Calzada Roosevelt
- █ Periférico
- █ Mateo Flores
- █ San Juan
- Ámbito de Estudio
- █ Uso Comercial
- █ Residencial
- █ Industrial
- █ Vegetación
- █ Recreacional

## ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

## ESQUEMA DE VIALIDAD Y ACCESOS

ESCALA GRÁFICA 5/13  
29/02/2016

# ANÁLISIS

Los perfiles en torno a las vías principales, la calzada Roosevelt y el periférico, presentan características adecuadas para el desarrollo del distrito. A lo largo de los camellones la mayoría de vegetación se encuentra en buenas condiciones. En el interior del ámbito de estudio se identifican vías las cuales aun conservan gran parte de vegetación.



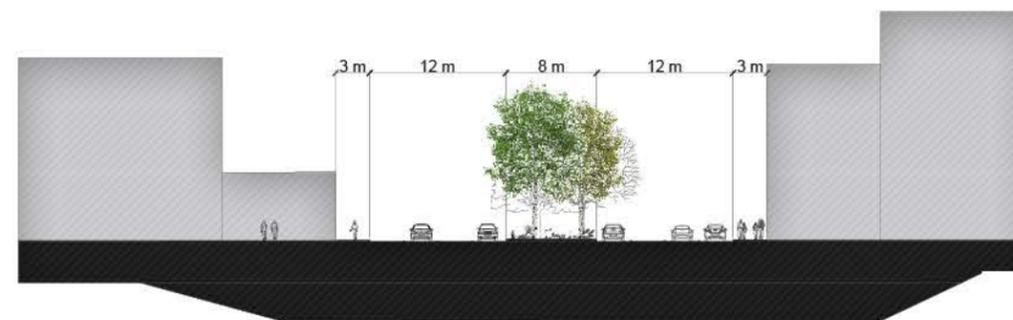
Se cuenta con retiros considerables en ambas vías lo cual permite analizar ampliaciones o carriles auxiliares que permitan ubicar una red de metro.

Al ser una zona G5 a lo largo de la calzada roosevelt y el periférico, se espera que aumente la densidad y edificabilidad en la zona.

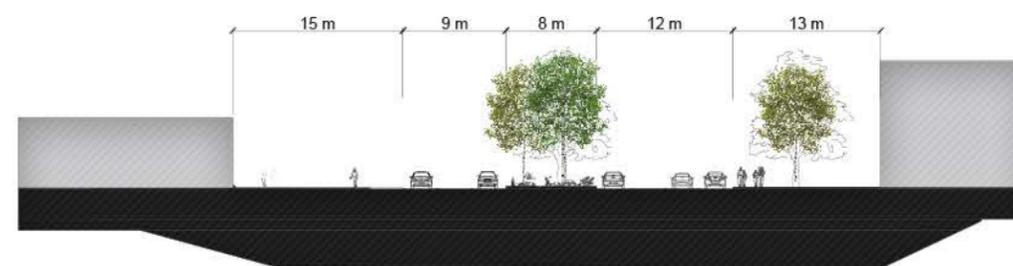


## NOMENCLATURA

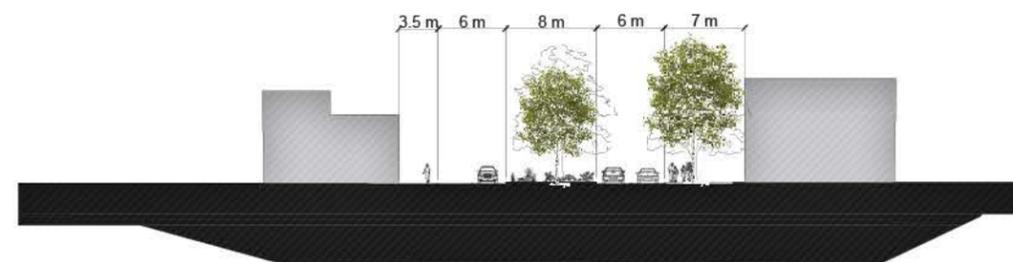
- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional



### Gabarito Caldaza Roosevelt



### Gabarito Periferico



### Gabarito A

## ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

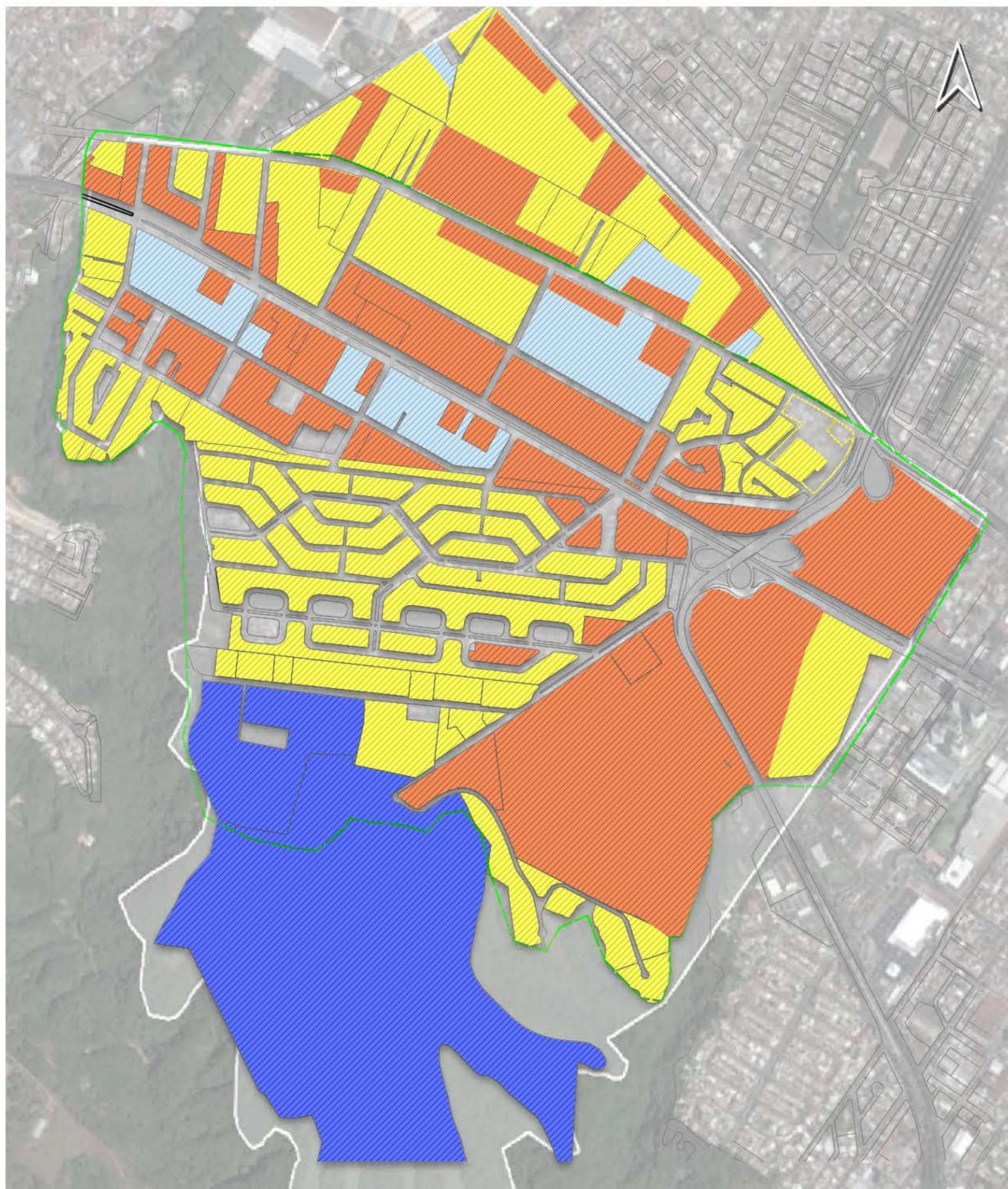
ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

GABARITOS

ESCALA GRÁFICA  
29/02/2016 **6/13**

El uso de Suelos en la zona 11 y 7 en su mayoría es mixto, predomina el uso comercial aunque existe industria y vivienda en los alrededores.



A. Periférico zona 11 CD. Guatemala. Fotografía: Calel Gabriel.



B. Calzada Roosevelt Zona 11 CD. Guatemala Fotografía: 2012 Metro Internacional @ Publinews



C. Calzada San Juan zona 7 CD. Guatemala Fotografía: Archivo Prensa Libre



D. Majadas Once Zona 11 Uso Comercial Fotografía: El periódico



E. Torres las Gemas Zona 11 Uso Residencial.



F. Parque Arqueológico Kaminal Juyu Vegetación Fotografía: Galas de Guatemala 2007



G. Parque deportivo Futeca Uso Recreativo Fotografía: Futeca

NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreativo

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

1532 m

1571 m

Sección  
Transversal



El ámbito de estudio cuenta con una extensión total de 3.26 km<sup>2</sup>, en la cual la mayoría va en pendiente hacia el barranco ubicado al sur.



NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional

ANÁLISIS DEL  
ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESQUEMA DE RELIEVE TOPOGRAFICO

ESCALA  
GRÁFICA 8/13  
29/02/2016

Se identifican las Areas de vegetación aun conservadas que puedan ser incorporadas en el Plan maestro a desarrollar.



NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA GRÁFICA 9/13  
29/02/2016

Los Pavimentos en el ámbito de estudio se pueden diferenciar en 2 tipos, en al área comercial de Majadas donde se ha tenido mayor desarrollo la urbanización realizada mantiene en buen estado el concreto, mientras que el área perimetral se encuentran áreas con asfalto en mal estado.



## PAVIMENTO EN MAL ESTADO



## PAVIMENTO EN ESTADO OPTIMO



### NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional

### ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

- Equipamiento deportivo
- Equipamientos Educativos
- Puntos comerciales
- Equipamientos Religiosos
- Equipamientos de Salud
- Servicios Municipalidad



NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

Debido al constante crecimiento que ha tenido el sector de majadas y las constantes intervenciones urbanas se realiza el analisis del estado actual en función al mobiliario urbano en el sector de Majadas el cual ha sido parte del cambio que ha tenido en la zona.

En el analisis destacan el uso de texturas e iluminación, sin embargo el sector carece de espacios para la interacción social al aire libre, bancas, espacios para conciertos, etc.



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia

El uso de texturas y elementos para separar espacios peatonales es fundamental, al igual que una logica de paisajismo que contribuya y no afecte a los usuarios delimitandoles el paso.

La señalización debe ser adecuada para facilitar la orientación de los usuarios.



Fuente: Propia

NOMENCLATURA

- Calzada Roosevelt
- Periférico
- Mateo Flores
- San Juan
- Ámbito de Estudio
- Uso Comercial
- Residencial
- Industrial
- Vegetación
- Recreacional

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

Dentro de los Riegos determinados en el ámbito de estudio de mayor relevancia se identifica el limite del Barranco hacia el Sur y las condiciones sísmicas que presenta la ciudad capital.



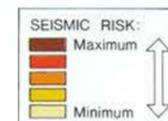
### Limite de barranco



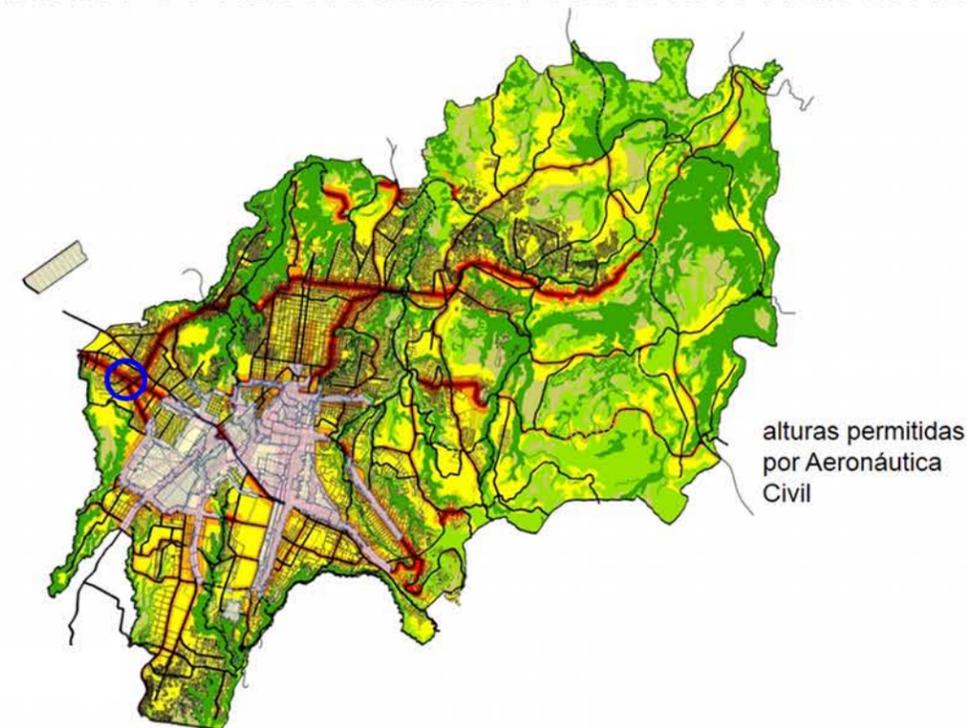
El barranco representa un riesgo debido a deslaves en épocas de lluvia sin embargo no hay datos registrados de algún deslave significativo que haya sucedido en el área.

### Área Sísmica

Al estar ubicado dentro de un área sísmica de alto riesgo el departamento de Guatemala, se deben tomar las medidas adecuadas en el diseño estructural de los edificios.



### MAPA POT RESTRICCIONES AERONÁUTICA CIVIL



Libre de restricciones por Aeronáutica Civil.

#### NOMENCLATURA

- █ Calzada Roosevelt
- █ Periférico
- █ Mateo Flores
- █ San Juan
- Ámbito de Estudio
- █ Uso Comercial
- █ Residencial
- █ Industrial
- █ Vegetación
- █ Recreacional

#### ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

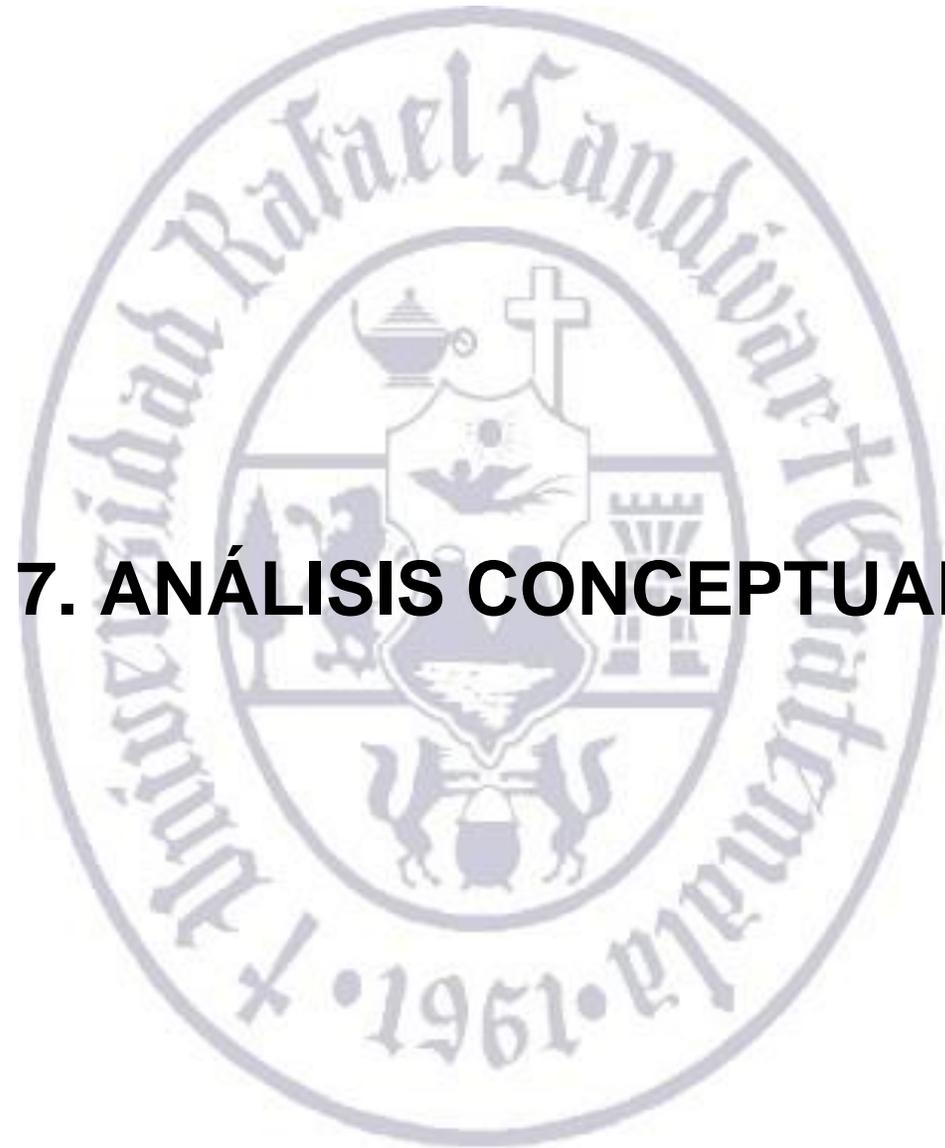
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009



## **7. ANÁLISIS CONCEPTUAL**

E  
F  
F  
E  
C  
T  
O  
S

*Poco uso de los espacios públicos e interconectividad entre los espacios.*

*Espacios verdes contemplados en barrancos*

*Poca permeabilidad en el espacio construido.*

*Manejo inadecuado de Recursos*

*Poca accesibilidad al mercado*

*Segmentación socio cultural dentro del territorio.*

*Falta de cohesión social en el territorio.*

*Asentamientos informales*

*Vías de tránsito principales congestionadas*

*Perdida de recursos, tiempo, dinero, etc.*

*Desplazamiento hacia otros sectores en busca de servicios.*

***El modelo actual de ciudad en el ámbito de estudio no presenta las características socio territoriales que permitan un desarrollo urbano integral de los habitantes a futuro.***

C  
A  
U  
S  
A  
S

*Falta de espacios contemplados para la vegetación unicamente en torno a las vías principales.*

*Espacio delimitado por barrancos*

*Falta de integración del espacio verde natural al espacio construido*

*Disfuncionalidad en el uso de suelos*

*Valor del suelo*

*El crecimiento población acelerado*

*Migración de personas a la capital desde los departamentos.*

*Necesidad de grandes desplazamientos por parte de los ciudadanos*

*Crecimiento acelerado de la población*

*Migración hacia la ciudad capital desde departamentos aledaños.*

*Conectividad limitada*

*Dependencia de servicios de salud educativos y financieros.*

ANÁLISIS  
CONCEPTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016

1/3

ÁRBOL DE PROBLEMAS

I  
M  
P  
A  
C  
T  
O  
S

*Mejora del espacio verde y usos del espacio a largo plazo.*

*Incremento del uso de espacios públicos para promover su uso*

***Aumento de áreas verdes  
Aumento densidad poblacional  
Optimización de los recursos del territorio.***

*Mejora del ambiente, la calidad de vida y salud de los habitantes*

*Reducción de índices de inseguridad*

*Reducción a la necesidad de grandes desplazamientos y uso de transportes motorizados.*

*Reducción de CO2*

*Aumento en la calidad de vida de los habitantes.*

*Mejora en el manejo de desechos sólidos*

*Fomento de la cohesión social*

*Bajo costo en transporte y tiempo.*

***GENERAR UN MODELO DE DISTRITO SOSTENIBLE QUE PERMITA AUMENTAR LA DENSIDAD DE FORMA VERTICAL OPTIMIZANDO EL USO DE LOS RECURSOS, QUE PERMITA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES Y SU DESARROLLO***

R  
E  
S  
U  
L  
T  
A  
D  
O  
S

*Indicadores y parámetros ambientales para la optimización de los recursos del territorio.*

*Espacios públicos que promuevan la inclusión ciudadana*

***PLAN MAESTRO DISTRITO MAJADAS***  
  
*Propuesta de movilidad sostenible que conecte los sectores internos del territorio y permita su conexión con el resto de la ciudad de forma eficiente.*

ANÁLISIS  
CONCEPTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016 **2/3**

ÁRBOL DE OBJETIVOS

*Area de intersección de vias principales*

*Concentración de altas densidades*

*Accesibilidad inmediata a servicios y equipamientos principales.*

*Valor historico de asentamiento prehispanico Kaminaljuyú.*

*Potencial de desarrollo urbano vertical*

*Convertirse en un distrito urbano sostenible*

*inversión publica/privada en el desarrollo urbano*

*Puesta en valor de elementos prehispanicos de Kaminaljuyú.*

F O  
D A

*Alta valor del suelo.*

*Territorio socialmente segmentado.*

*Recursos del territorio linmitados para garantizar los servicios de los habitantes.*

*Especulación del valor del suelo.*

*Falta de interés en la inversión del capital publico privado.*

*Normativa Actual vigente POT*

ANÁLISIS  
CONCEPTUAL

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016 3/3

FODA

## 8. ESTRATEGIA URBANA DE INTERVENCIÓN



# LOGOTIPO Y ESLOGAN

# MASTER PLAN DISTRITO 11

HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE



ESTRATEGIA  
URBANA DE  
INTERVENCIÓN

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

IMAGEN GRÁFICA

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016 1/3



*El logotipo del máster plan distrito 11 – se compone de una representación al cinturón verde en el núcleo del distrito que la a vez refleja la centralización y densificación de la intervención.*

*El Eslogan – **hacia un futuro sostenible** – hace referencia al objetivo principal el cual busca establecer las bases para un desarrollo urbano sostenible e integral.*

ESTRATEGIA  
URBANA DE  
INTERVENCIÓN

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

CONCEPTO

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016 **2/3**

## OBJETIVO

**GENERAR UN MODELO DE DISTRITO SOSTENIBLE QUE PERMITA AUMENTAR LA DENSIDAD DE FORMA VERTICAL OPTIMIZANDO EL USO DE LOS RECURSOS, QUE PERMITA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES Y SU DESARROLLO**

## ESTRATEGIA

**PROPUESTA DE ESTACIÓN CENTRAL DE METRO Y DEFINICIÓN DE PARÁMETROS E INDICADORES SOCIO-TERRITORIALES PARA UN DESARROLLO INTEGRAL.**

### AMBIENTAL

- Tratamiento de aguas
- Recuperación de Áreas permeables.
- Planta de Reciclaje
- Planta de energías Limpias
- Sistemas inteligentes en iluminación y abastecimiento de energía pública.

### INFRAESTRUCTURA

- Estación central de metro y redes de metro.
- Equipamiento movilidad sostenible dentro del distrito.
- Vías subterráneas
- Desarrollo vertical usos mixtos.
- Ciclovías con estaciones interconectadas en parques.
- Sistemas drenajes optimizados para la reutilización del agua.

### SOCIO-CULTURAL

- Espacios para la interacción ciudadana,
- Conectividad entre parques y plazas.
- Seguridad por medio de sistemas inteligentes.

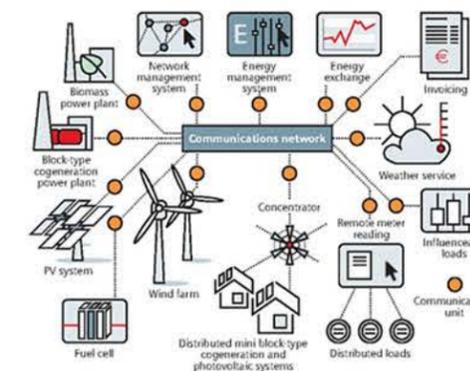


ILUSTRACIÓN 31 (DUFOR, 2011)



## ESTRATEGIA URBANA DE INTERVENCIÓN

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA GRÁFICA  
29/02/2016 **3/3**

## REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ESTRATEGIA

ZERO WASTE





## 9. PROYECTO

## 9. Proyecto

### 9.1. Modelo de las nueve preguntas

#### 1. ¿QUÉ?

Intervención urbana para la propuesta de un distrito urbano sostenible que permita el desarrollo integral de los guatemaltecos.

#### 2. ¿POR QUÉ?

El crecimiento acelerado de la ciudad y el manejo inadecuado de los recursos tendrá repercusiones en el futuro si el tema no es abordado. La forma en que nuestra ciudad funciona puede mejorar y brindar las condiciones adecuadas para un desarrollo.

Porque es importante el buscar soluciones a las problemáticas que hoy en día las ciudades tienen y generar conciencia en cuanto al uso de nuestros recursos y el trato al medio ambiente.

#### 3. ¿PARA QUÉ?

Para poder generar criterios de diseño en cuando a la planificación y ordenamiento tanto de ciudades

emergentes como de núcleos urbanos que puedan estar colapsados.

#### 4. ¿PARA QUIEN?

Para los habitantes de la ciudad de Guatemala, la cual presenta el mayor índice de crecimiento población anual en Latinoamérica según estudios realizados por la ONU en el 2014.

#### 5. ¿DÓNDE?

Se identifica como zona potencial el sector de majadas en zona 11 y parte de la zona 7. Como criterios de selección se determina la importancia de la conectividad con vías principales y estar fuera del espacio restringido por aeronáutica civil.

#### 6. ¿CUANDO?

El Master Plan en una propuesta en parte utópica la cual de realizarse debería ser a largo plazo. Dado esto se planifican fases en donde la implementación de una estación central de metro permitiría iniciar el cambio en la zona y dar paso a un desarrollo socio territorial.

## 7. ¿CON QUIÉN?

El proyecto debe ser trabajado en conjunto con el estado, el sector privado e inversión del extranjero. Se debe realizar una colaboración tanto instruccional como ciudadana.

## 8. ¿CON QUÉ?

Con inversión del extranjero y políticas que faciliten la ejecución y permitan el desarrollo inicial el cual debería generar las condiciones para el desarrollo integral.

## 9. ¿CÓMO?

Por medio de estudios para determinar la factibilidad y rentabilidad a largo plazo, junto con una planificación en fases e interés por parte del estado y el sector privado a invertir en el país y generar un modelo no solo para Guatemala sino para el mundo. Memoria Conceptual de Diseño urbano-arquitectónico

## 9.2. Memoria Conceptual de Diseño urbano-arquitectónico

Debido a las problemáticas que en la actualidad presentan las ciudades y núcleos urbanos se ha creado la necesidad y el interés a nivel mundial de dar solución a estos problemas antes que las ciudades lleguen a colapsar. Es fundamental que la ciudad donde una persona reside pueda brindarle la calidad de vida para satisfacer todas las necesidades básicas además de brindar seguridad y estabilidad para un desarrollo integral.

La intervención urbana-arquitectónica en el ámbito de estudio busca generar un ordenamiento por medio de la densificación del núcleo y la edificación de gran altura. Permitiendo así recuperar espacios permeables y delimitar el espacio urbano reduciendo las condiciones para que se generen asentamientos informales en la zona. A la vez el distrito implementa redes inteligentes para el manejo adecuado de recursos y desechos.

La movilidad es el eje principal de la intervención proponiendo una estación central de metro la cual sería

el detonante para el desarrollo por fases de la zona. Como alternativa para una movilidad sostenible la estación de metro pretende general una red la cual permita conectar los distintos puntos estratégicos de la ciudad minimizando la necesidad de desplazarse por medio de vehículos motorizados.

Se conceptualiza un distrito de morfología radial para el aprovechamiento de un núcleo centralizado y la delimitación en sus límites. El ser humano es reflejo de la sociedad y el espacio en el que se sitúa, si somos capaces de mejorar las condiciones y calidad de vida de los habitantes esto será un factor que se refleje en la sociedad.

### **9.3. Memoria Descriptiva de diseño urbano-arquitectónico**

El proyecto plantea una intervención para un reordenamiento territorial y la creación de un nuevo distrito denominado Distrito 11. El pretende recuperar gran parte de las áreas permeables por medio de la creación de un cinturón verde y la densificación en edificaciones de gran altura. Como eje principal de

intervención se propone una estación central de metro la cual está en función al recorrido de la calzada Roosevelt y el periférico. La estación central debe permitir la conexión de forma eficiente entre las distintas zonas de la ciudad y a la vez funcionar como una intermodal de transportes alternativos.

Se genera una morfología radial para crear una centralidad y permitir el acceso desde cualquier extremo del distrito al núcleo de forma eficiente por medio de redes de metro local a nivel de superficie y mobiliario que promueva el uso de bicicletas dentro del distrito de forma segura.

El distrito busca una conexión de espacios verdes y recreación para fomentar la integración social y la participación comunitaria. Espacios que permitan desarrollar actividades deportivas y de ocio son fundamentales para el bienestar de los habitantes.

EL PLAN MAESTRO BUSCA PROMOVER EL USO MIXTO DEL SUELO, RECUPERAR AREAS PERMEABLES EN EL CENTRO Y PROMOVER EL DESARROLLO VERTICAL PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DEL SUELO.

SE PROPONE LA RECUPERACIÓN DE ESPACIOS PERMEABLES Y LA INTEGRACIÓN DE ESPACIOS PÚBLICOS QUE PERMITAN UNA INTERCIÓN SOCIAL.

PARA PROMOVER LA MOVILIDAD SOSTENIBLE SE GENERAN ZONAS LIBRE DE TRANSPORTES MOTORIZADOS.

-  VIAS PRINCIPALES
-  VIAS SECUNDARIAS
-  LINEA METRO
-  CICLOVIAS

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016 **1/13**



ZONA LIBRE DE VEHICULOS  
EL NÚCLEO CENTRAL DEL DISTRITO SERA EQUIPADO CON ESTACIONES DE BICICLETAS QUE PROMUEBAN LA MOVILIDAD SOSTENIBLE.

PARA CONTENER LOS VEHICULOS SE ESTARAN GENERANDO ESTACIONES DE PARQUEOS.

ESTACIONES DE BICICLETAS



ESTACIÓN DE CICLOVIA EL CARMEN GUATEMALA.  
FUENTE <http://www.skyscrapercity.com/show-thread.php?t=905324>

- ESTACIONAMIENTOS
- VIAS PRINCIPALES
- VIAS SECUNDARIAS
- LINEA METRO
- CICLOVIAS

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

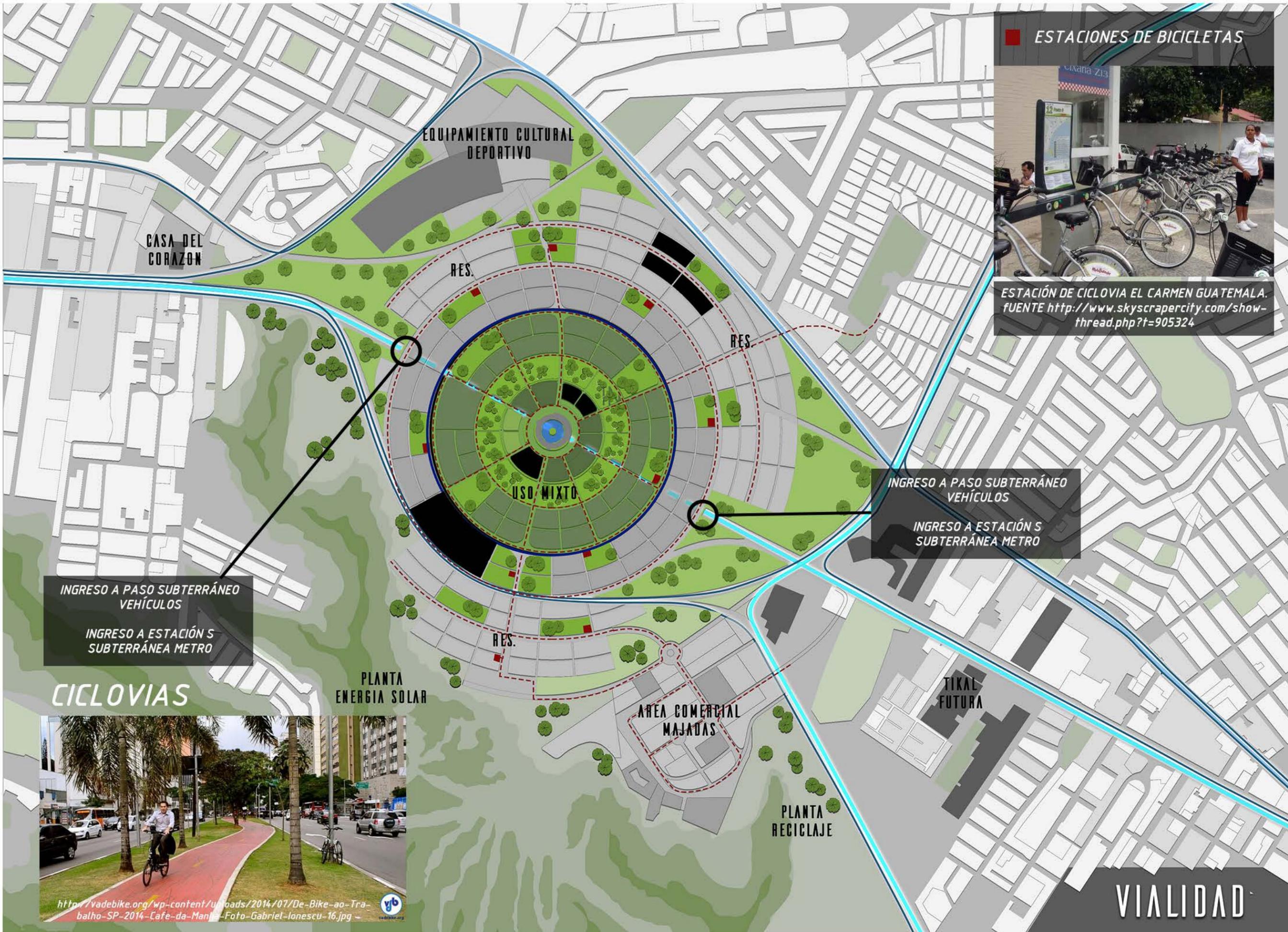
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRAFICA 2/13  
29/02/2016



INGRESO A PASO SUBTERRÁNEO VEHÍCULOS  
INGRESO A ESTACIÓN SUBTERRÁNEA METRO

INGRESO A PASO SUBTERRÁNEO VEHÍCULOS  
INGRESO A ESTACIÓN SUBTERRÁNEA METRO

CICLOVIAS

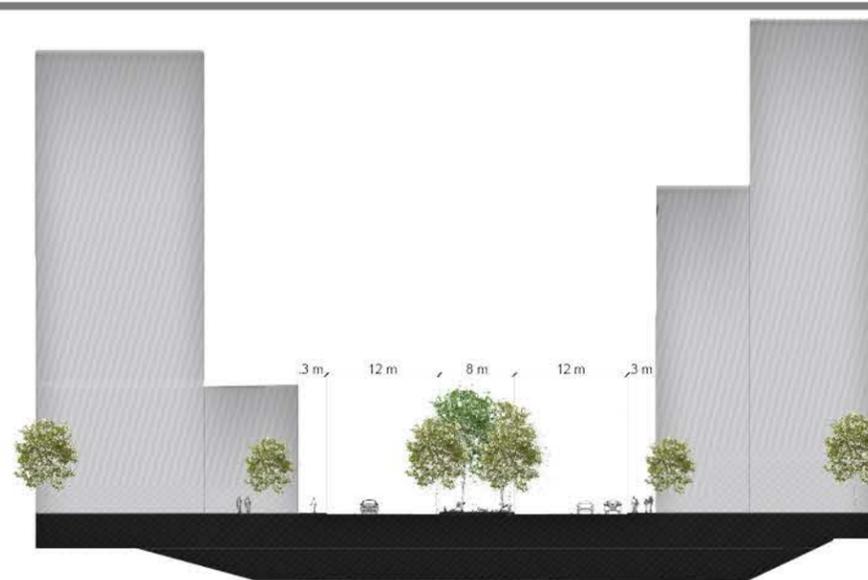


<http://vadebike.org/wp-content/uploads/2014/07/De-Bike-ao-Trabalho-SP-2014-Cafe-da-Manha-Foto-Gabriel-Ionescu-16.jpg>

VIALIDAD

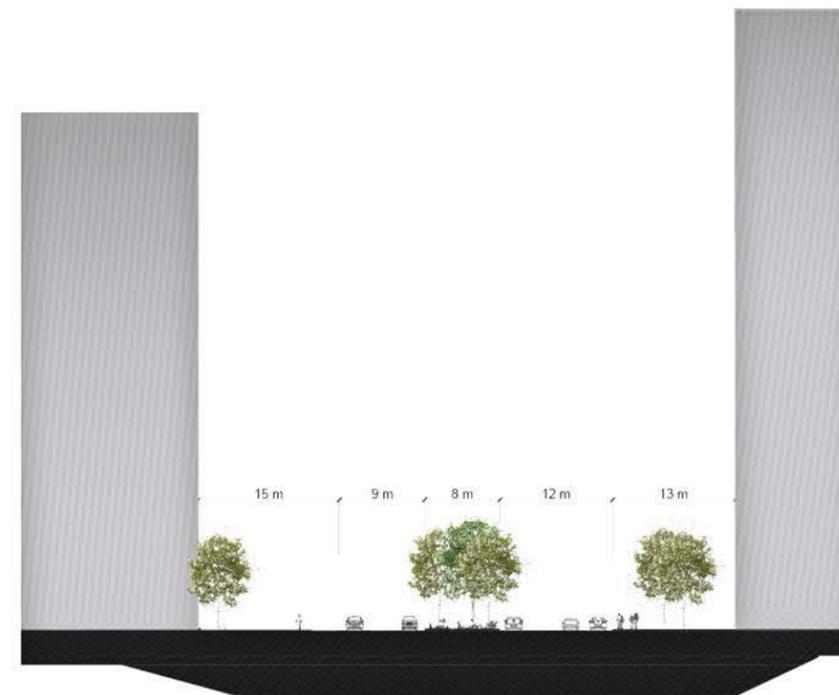


*Gabarito A*

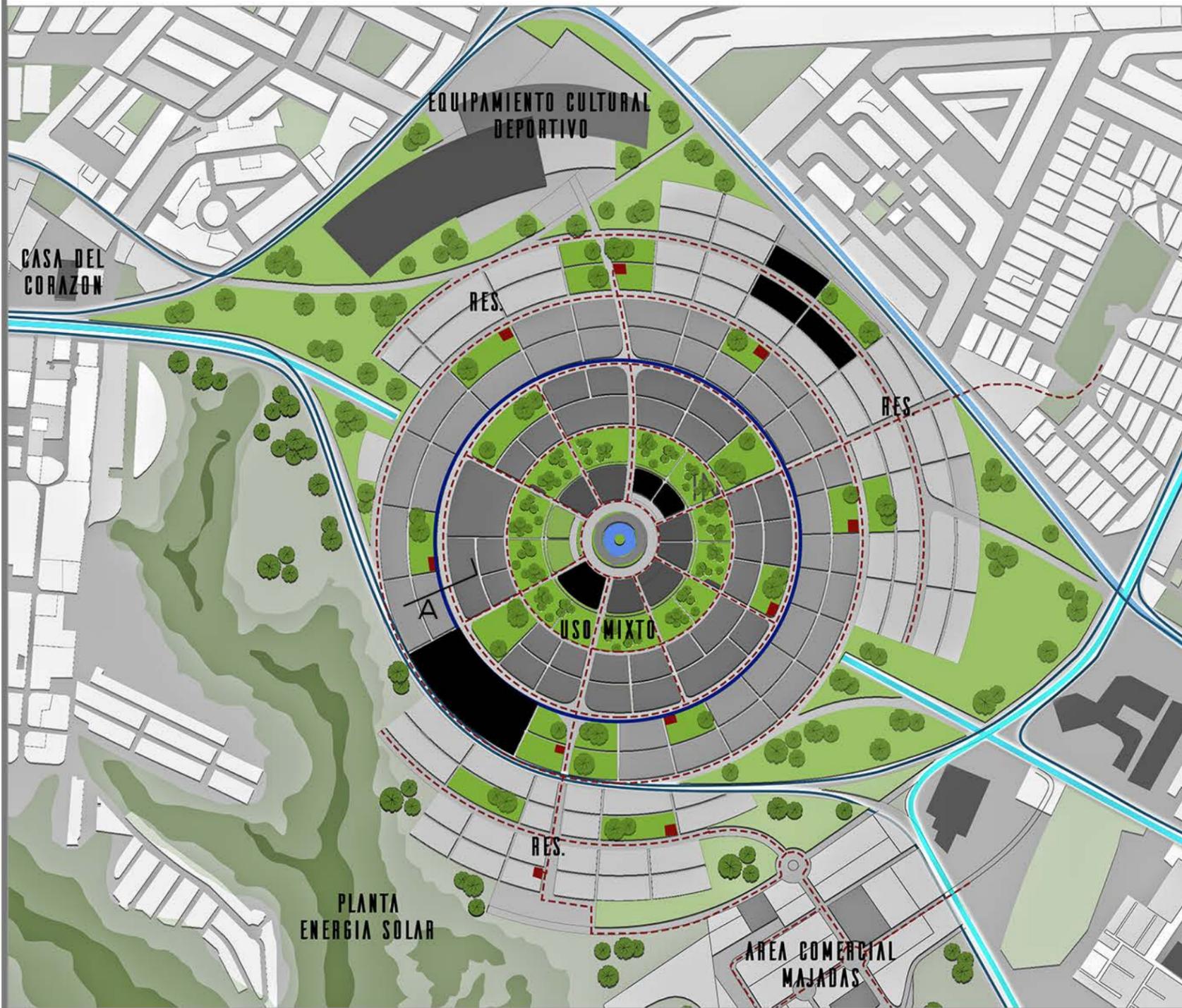


*Gabarito Caldaza Roosevelt*

**+ DENSIDAD**



*Gabarito Periferico*



**PROYECTO**

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

**GABARITOS**

ESCALA  
GRAFICA  
29/02/2016 **3/13**

El Distrito estara regulado por regiones para regular el uso de suelo y altura en edificaciones.

- SECTOR 1  
ALTA DENSIDAD USO MIXTO
- SECTOR 2  
USO MIXTO PRED. COMERCIAL
- SECTOR 3  
USO MIXTO PRED. RESIDENCIAL
- SECTOR 4  
USO RESIDENCIAL
- INSTITUCIONAL
- RECREACIONAL

## PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

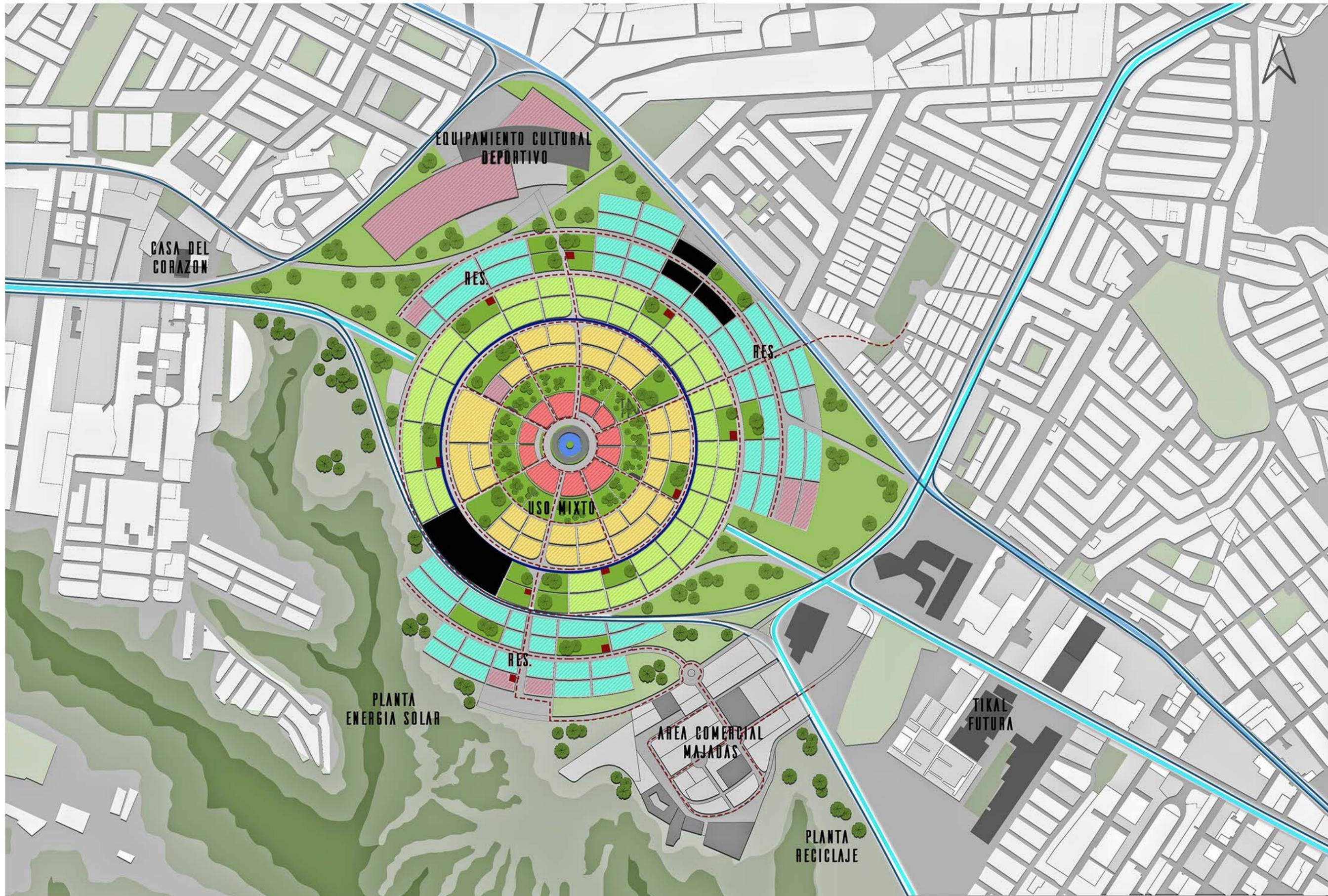
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRAFICA 4/13  
29/02/2016



## USO DE SUELOS

### MORFOLOGIA RADIOCENTRICA

PERMITE LA CONVERGENCIA  
DE CALLES EN UN MISMO  
LUGAR CONECTANDO DE  
FORMA EFICIENTE LOS  
DISTINTOS SECTORES.

### PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

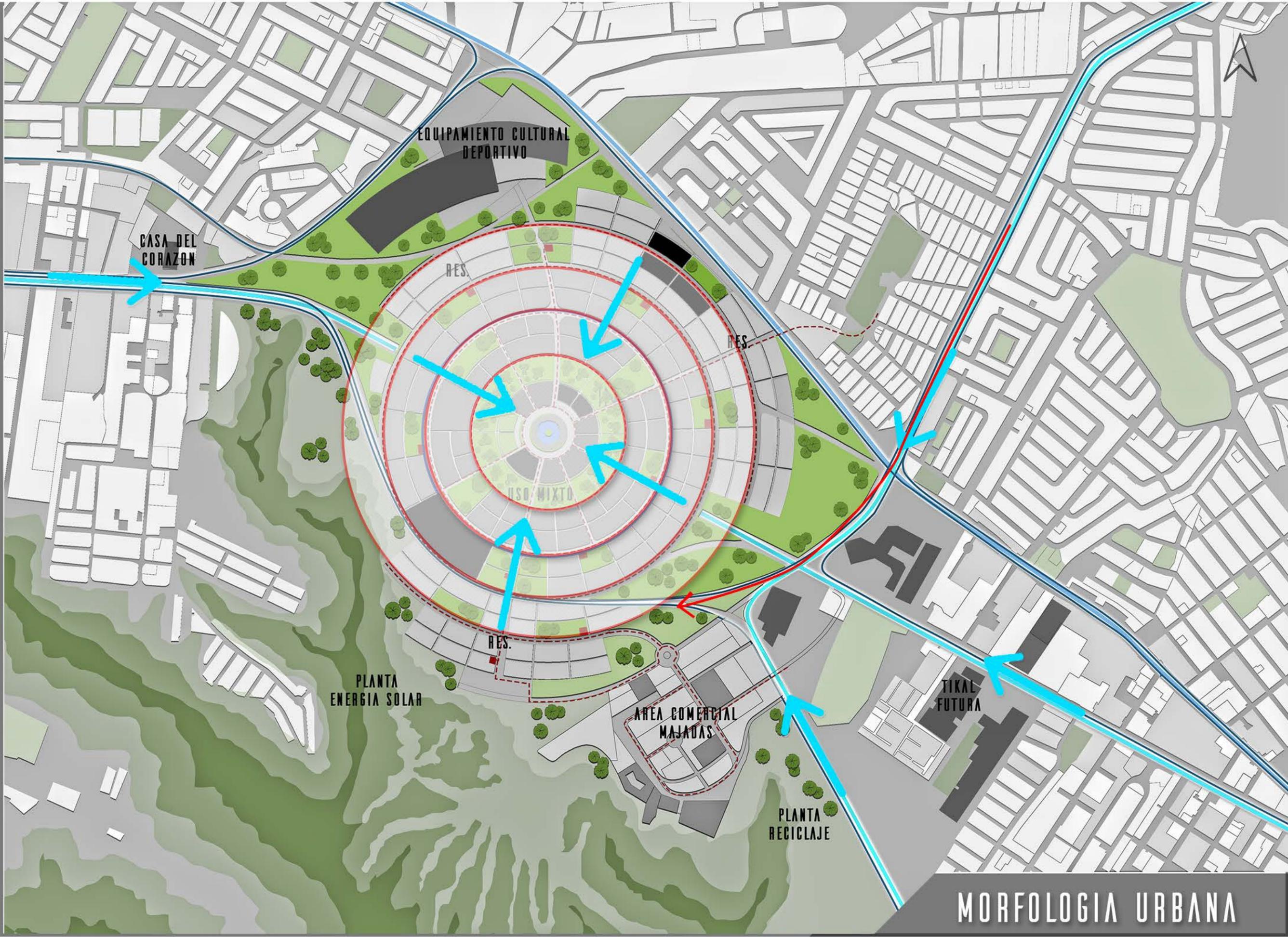
FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRAFICA  
29/02/2016 **5/13**



### MORFOLOGIA URBANA



**Planta de reciclaje**

El distrito debe tener un manejo adecuado de los desechos y aplicar normativas para el reciclaje adecuado.

La filosofía de las tres R's Reducir / Reutilizar / Reciclar son clave para combatir la enorme cantidad de desechos que en la actualidad se generan.



**Tratamiento de Aguas**

El tratamiento de aguas debe realizarse al sur de ámbito para aprovechar la pendiente topográfica y así canalizar el agua para que sea tratada.

Luego del tratamiento el agua puede ser almacenada para ser reutilizada en riegos en los espacios urbanos.



Para garantizar la calidad de vida de los habitantes el distrito debe ser capaz de generar energía limpia para su uso por medio de sistemas pasivos. El tratamientos de aguas y manejo de desechos son factores importantes a considerar.

- ESTACIONAMIENTOS
- VIAS PRINCIPALES
- VIAS SECUNDARIAS
- LINEA METRO
- CICLOVIAS

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

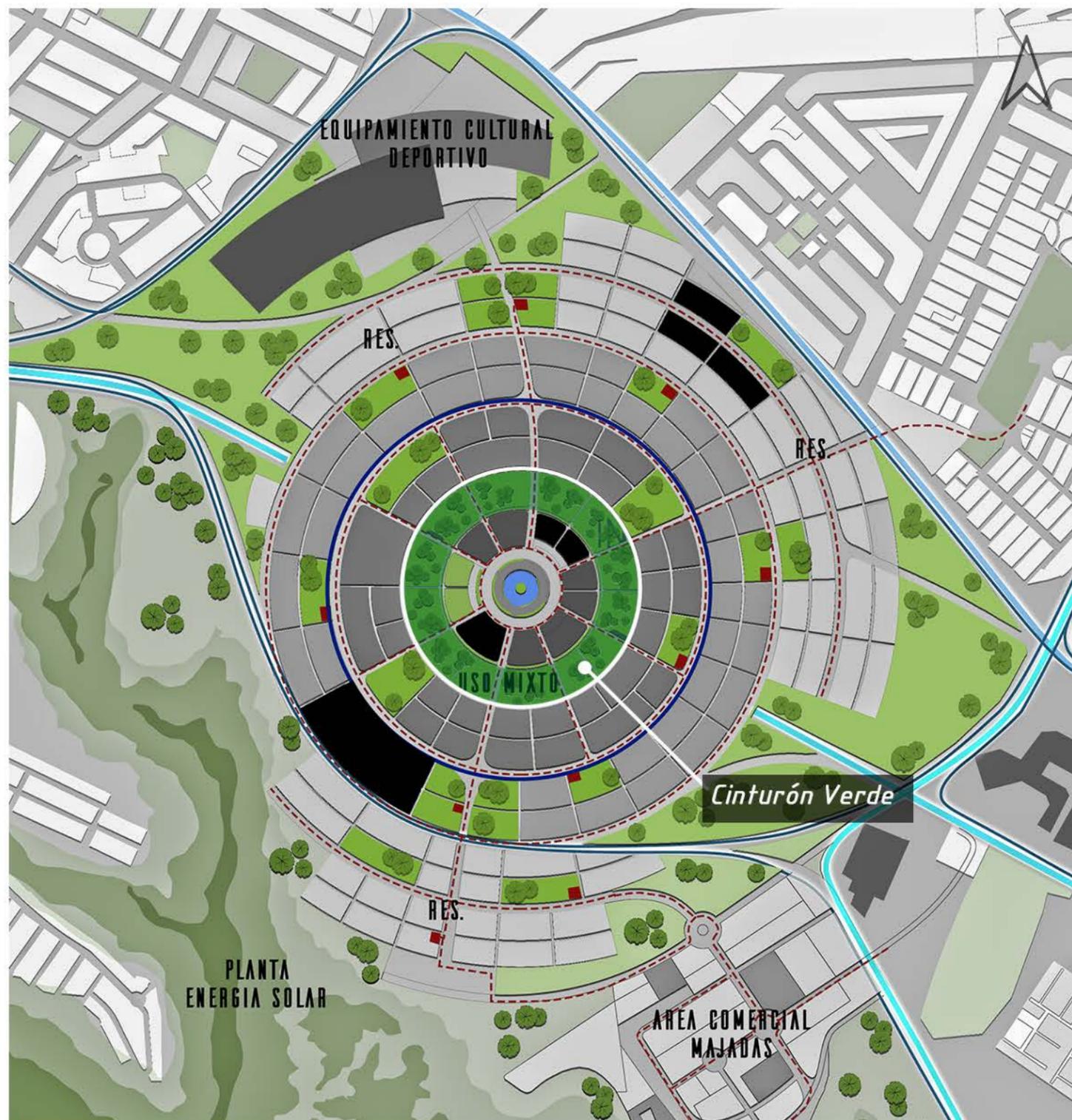
CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

**Energía**

Para el máximo aprovechamiento de la energía se propone una planta de energía solar y eólica.

Los sistemas pueden ser integrados en el ámbito de estudio en el área sur limitando al barranco. La energía debe ser suministrada a la red del distrito para abastecer con prioridad las líneas de transporte y espacios urbanos.





El reforestar y recuperar espacios permeables es vital para proteger el suelo y los mantos freáticos. En el Distrito 11, se plantea un cinturón verde, el cual consiste en un parque periférico al núcleo urbano, el cual pretende albergar distintos tipos de especies de arboles y vegetación.



La ciudad de Guatemala presenta condiciones ideales para la mayoría de tipos de arboles y plantas. El realizar re-forestaciones en bulevares, calles y avenidas no solo mejoran la imagen urbana también contribuyen a reducir condiciones cálidas por el clima al generar sombra y ala vez mejoran la calidad del aire.

## PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

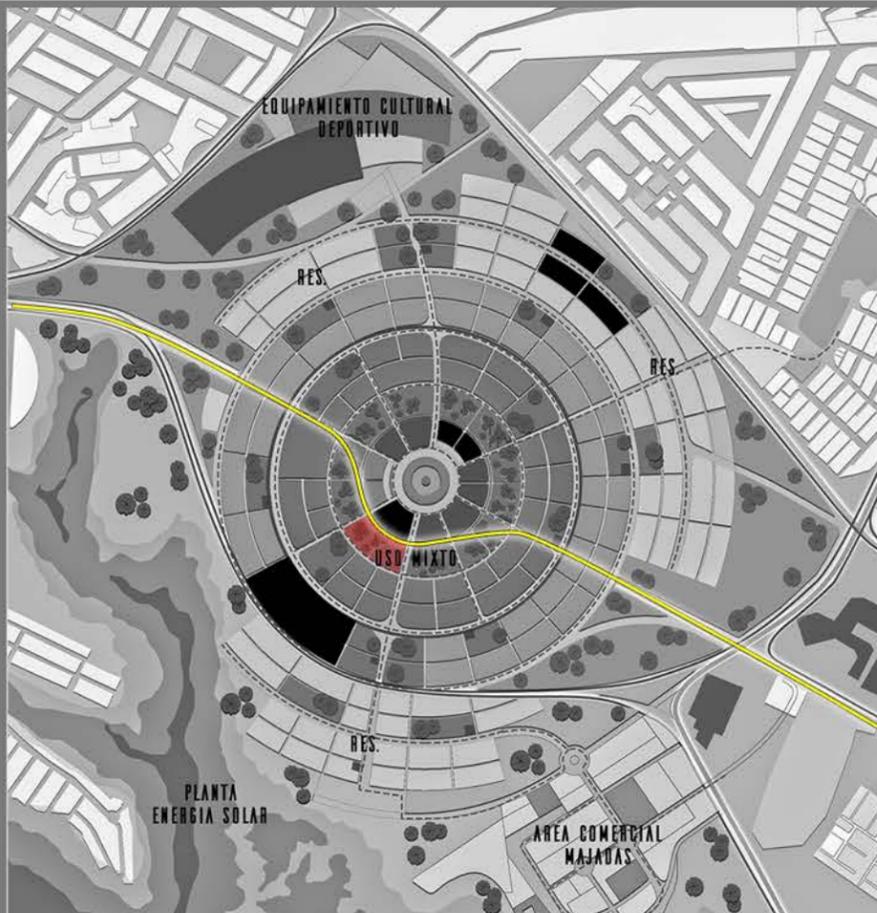
ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016

7/13

# VEGETACIÓN



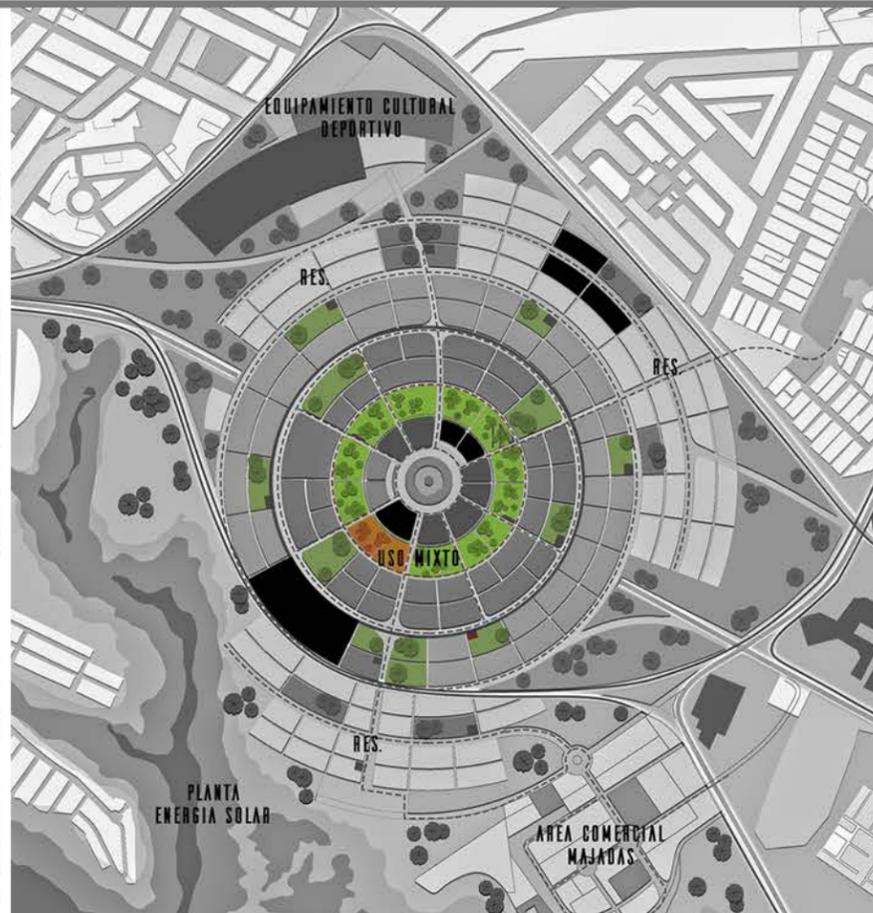
## ESTACIÓN SUBTERRÁNEA

*La implementación de un sistema de transporte sostenible, eficiente y seguro es fundamental para permitir el desarrollo integral en un región.*

*El máster plan propone una línea de metro la cual pretende conectar los extremos de la ciudad capital por medio de 3 tipos de líneas.*

*Línea Principal Metropolitana  
Línea local  
Línea Departamental*

*Se realiza un análisis macro, sobre potenciales puntos de intersección donde estaciones principales y secundarias puedan ser aplicadas.*

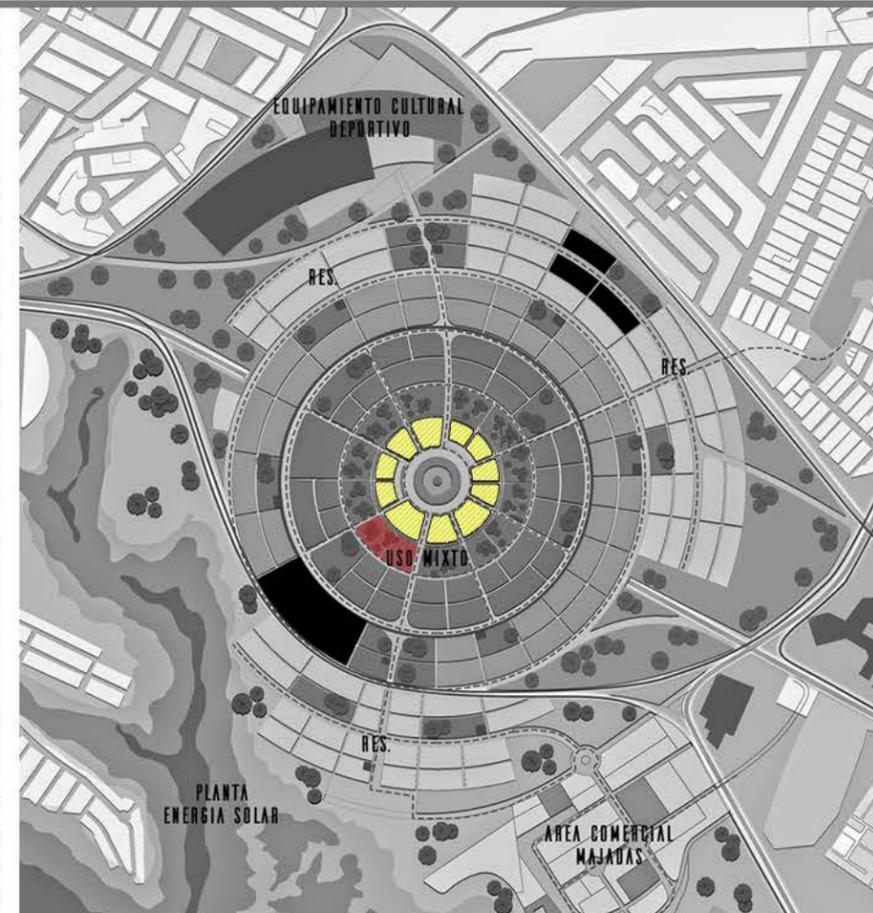


## CINTURÓN VERDE

*Por medio de la creación de espacios verdes, se busca promover la interacción social en dichos espacios así como una mejora en la calidad del aire.*

*Los parques y espacios verdes deben estar equipados para abastecer las necesidades de los usuarios y de su propia infraestructura. Puntos de reciclaje, instalaciones sanitarias, sistemas de captación de energías limpias y la implementación de redes inteligentes para la eficiencia en el uso de los recursos deben ser implementados para garantizar un funcionamiento adecuado.*

*El mobiliario urbano debe cumplir con características que garanticen su durabilidad y compromiso con el medio ambiente.*



## MODELO DE EDIFICACIÓN DE ALTURA

*El problema poblacional debe ser analizado para poder generar una propuesta que pueda llegar a implementarse a largo plazo. En el distrito 11 debido a las condiciones del área y no estar restringida por aeronáutica civil se identifica la edificabilidad de gran altura y sistemas tecnológicos de vanguardia como una solución al crecimiento acelerado permitiendo aumentar densidad en altura sin afectar o construir áreas vulnerables o de alto riesgo.*

*Para ello se genera un modelo de edificio donde se identifican los sistemas que deben ser implementados para construir de forma sostenible y segura.*

*La estrategia de intervención se trabaja en 3 ejes principales*

*Movilidad  
Sostenibilidad  
Edificabilidad*

## PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

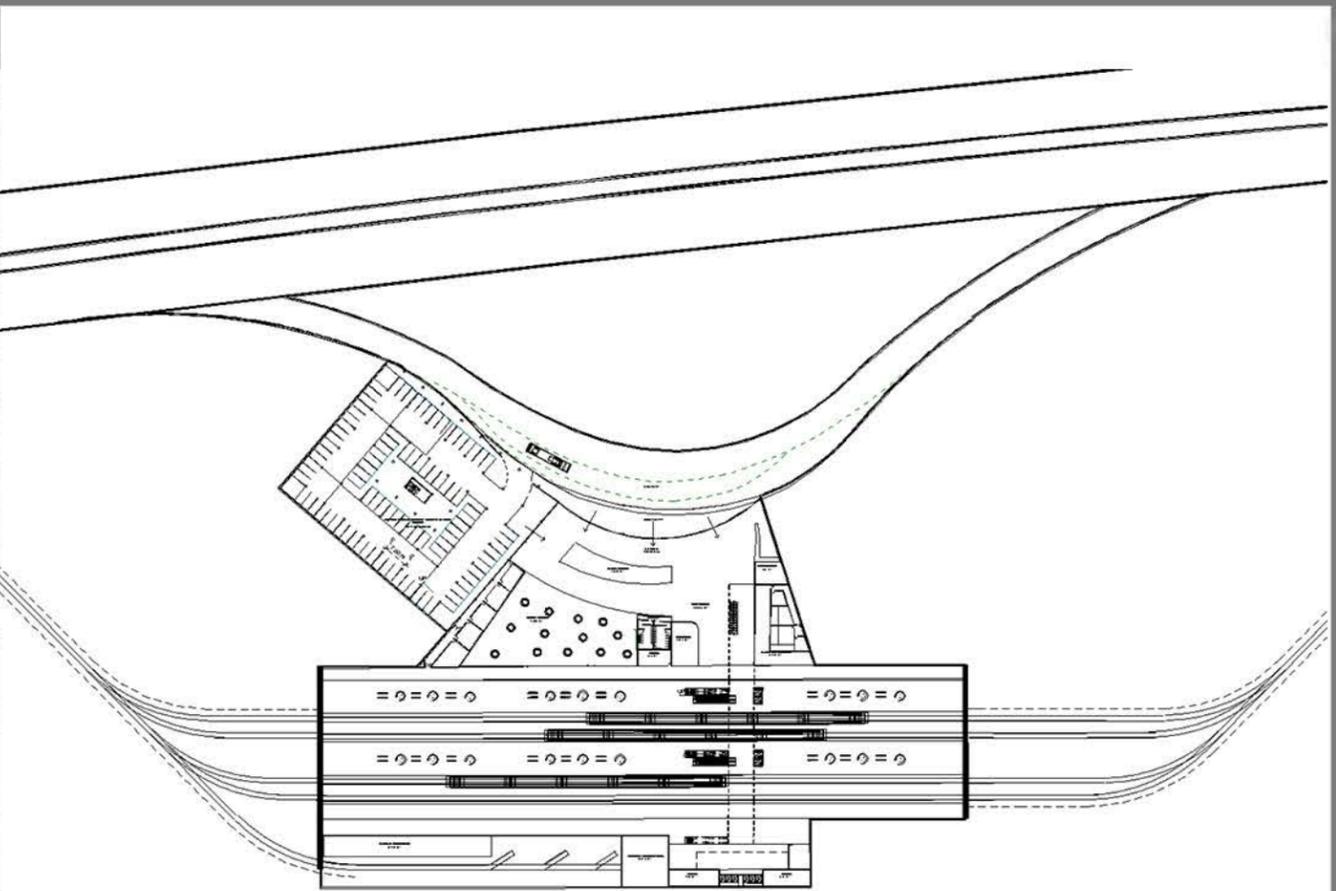
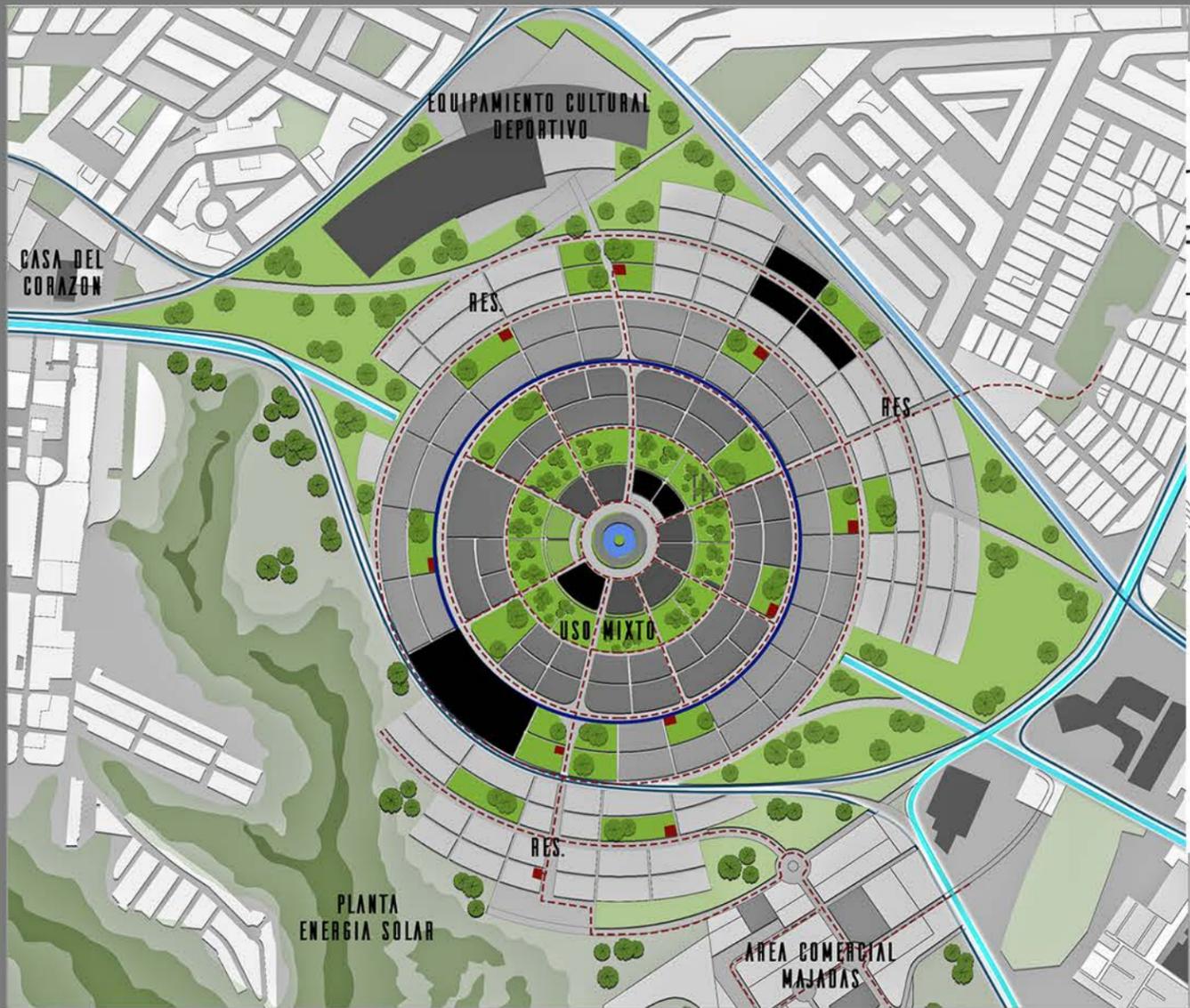
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA GRÁFICA  
29/02/2016 **8/13**



**Radiografía de una compleja obra**

EL METRO DE PANAMA TIENE UN COSTO DE MIL 500 MILLONES DE DOLARES

Tarda una infraestructura de 47 kilómetros de longitud, con un promedio de 80 metros entre estaciones para transferir al ser generados por la a ser de circulación. Los cambios en la infraestructura de la línea de la Terminal de Alcazón en agosto de 2012.

**Sistemas de transporte urbano**

METRO DE PANAMA  
TAXI  
BUS

**Vista de una estación subterránea**

CORTE TRANSVERSAL

**Los trayectos**

**Las estaciones**

**Los trenes**

FABRICA FRONTAL

Fabricante de los vagones ALSTOM

**Las trincheras**

CORTE TRANSVERSAL

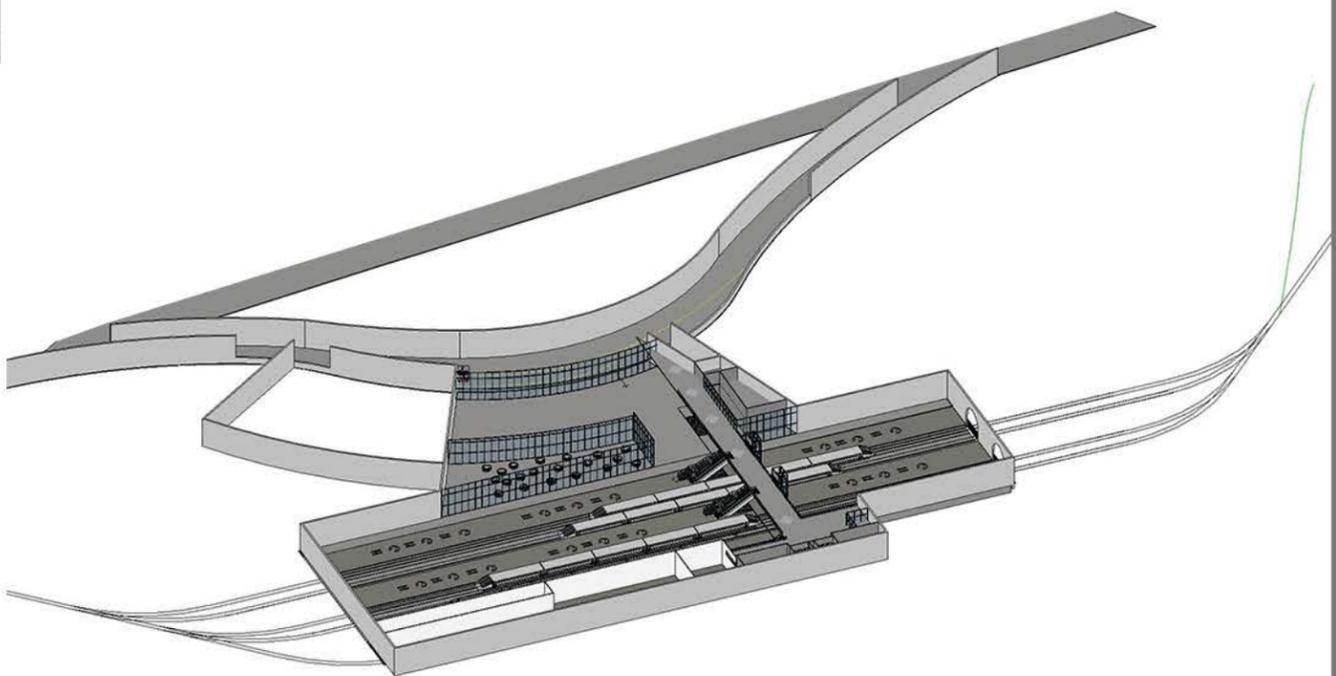
**LUGARES EN LOS QUE ESTA LA EMPRESA**

**RED DE METRO EN PANAMA**

El Consorcio Línea Uno

ALSTOM grupo FCC ODEBRECHT

*La estación subterránea del distrito 11 puede ser accedida por vehículo o bus desde la carretera interamericana teniendo acceso directamente al parqueo de la torre y amenidades del área.*



**ESTACIÓN DE METRO SUBTERRANEA**

**PROYECTO**

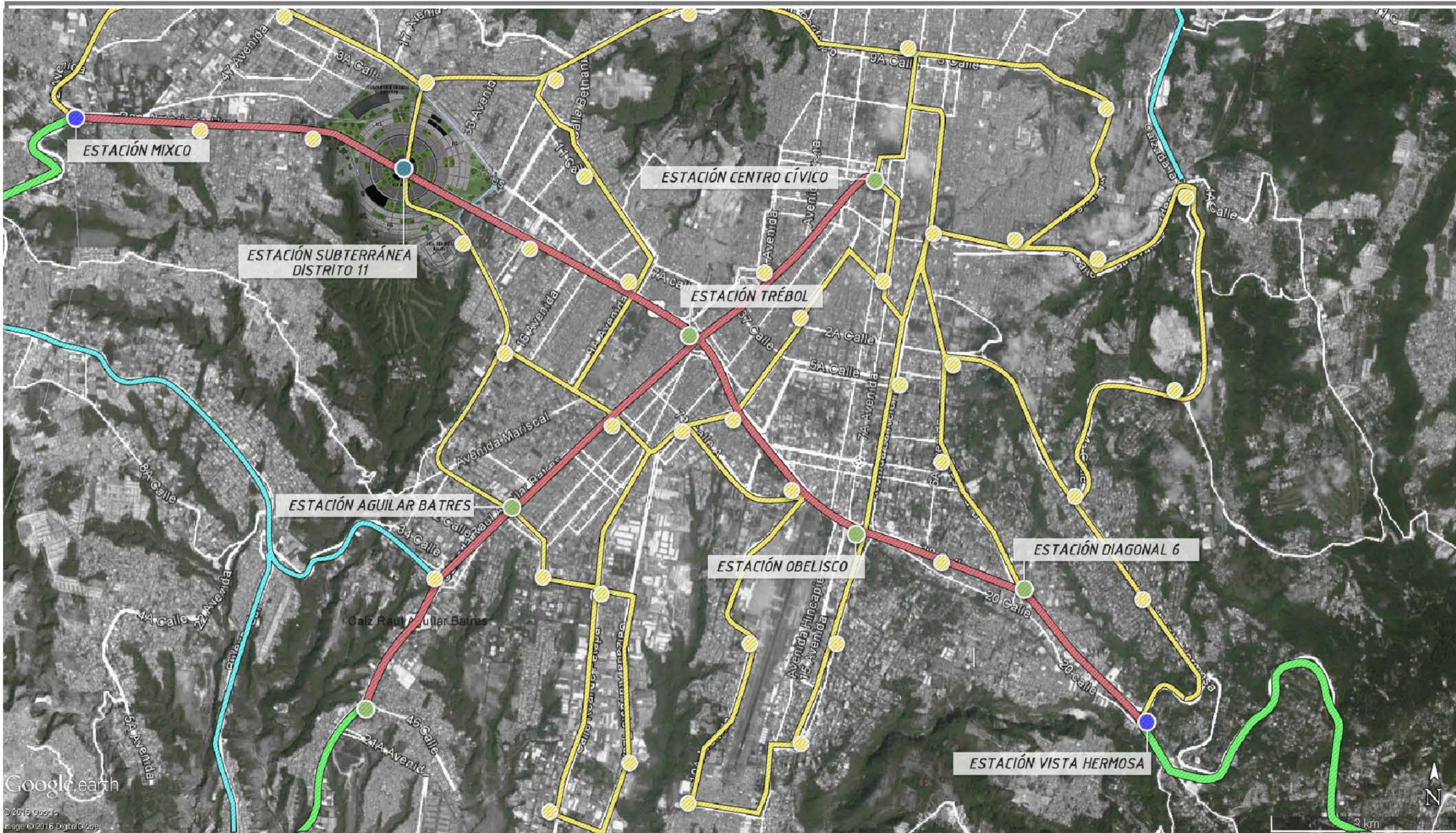
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009



- ESTACIONAMIENTOS
- VIAS PRINCIPALES
- VIAS SECUNDARIAS
- LINEA METRO
- CICLOVIAS

## PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA 10/13  
29/02/2016

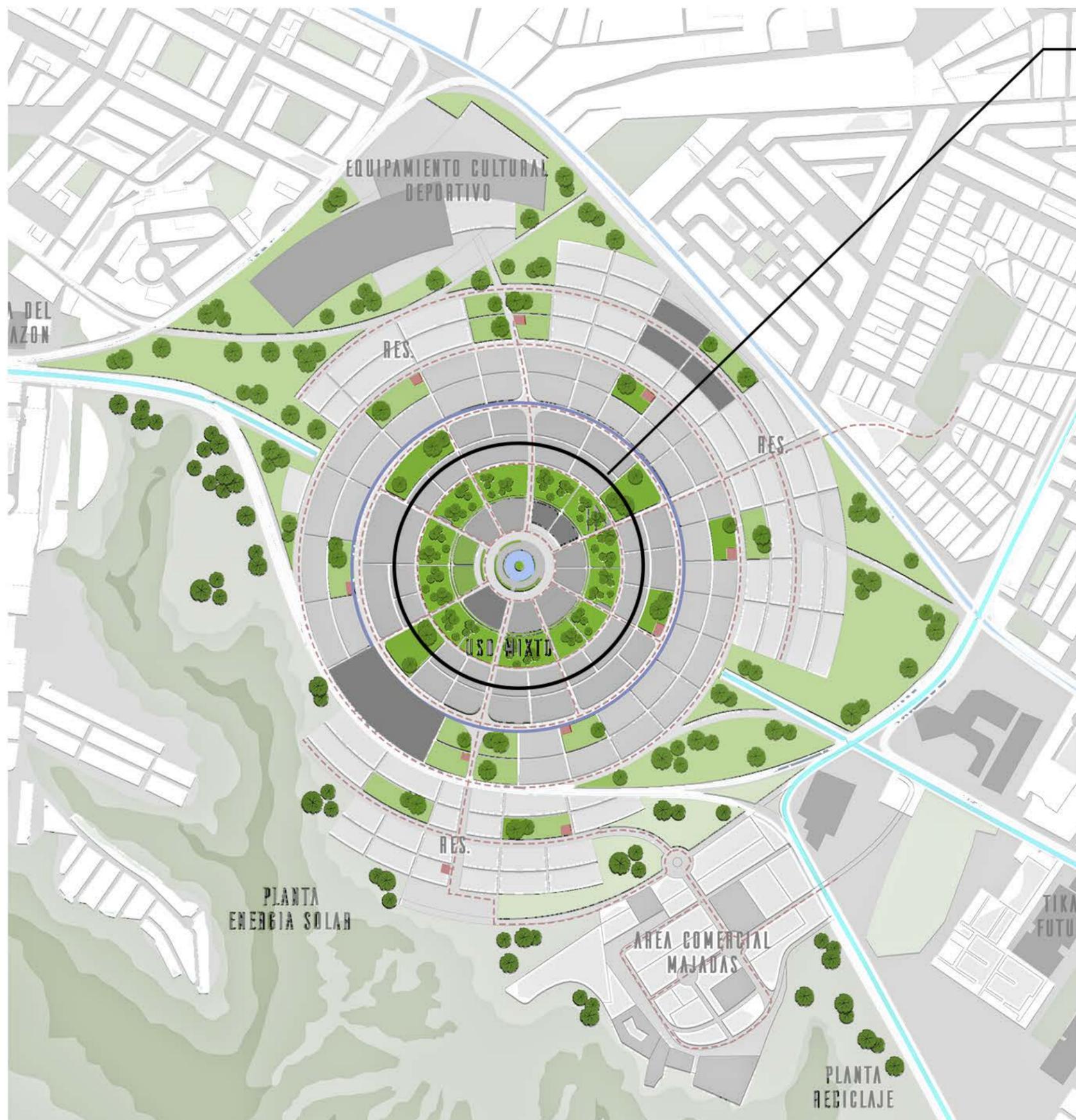
## PROPUESTA RED DE METRO

- ESTACIÓN SUBTERRÁNEA DISTRITO 11
- ESTACIONES PRINCIPALES
- ESTACIONES SECUNDARIAS

- Línea 1 - Eje Principal 1ra Fase
- Línea 2 - Ejes Metropolitano 1ra Fase
- Línea 3 - Eje perimetral 2da Fase
- Línea 4 - Eje departamental 3ra Fase



MOVILIDAD SOSTENIBLE



## CINTURÓN VERDE

Para delimitar y generar un espacio continuo donde los habitantes puedan utilizar el espacio para recreación o como ruta cotidiana, se propone generar un parque perimetral el cual cuenta con el ingreso a la estación central de metro del Distrito 11.



Sishane Park / Landscape Architecture Works |  
Landezine. <https://www.pinterest.com/-pin/441915782162622531/>



Urban Concept  
conceptlandscape.tumblr.com

A lo largo del parque, se encuentran distintos accesos para los estacionamientos subterráneos.

Las texturas y materiales son importantes para generar un espacio agradable que promueva su uso.

Al rescatar y promover el uso de los espacios verdes se busca re-abastecer el ciclo del agua y abastecer de forma natural los mantos freáticos y a la vez combatir la contaminación de CO2.



## PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA 11/13  
29/02/2016



Elaboración propia - Vista Aérea Distrito 11

# TORRE ZERO



79 NIVELES  
312 M ALTURA  
139,949 M2



Sistemas de producción de energía integrados

Ductos de viento para turbinas eolicas.



Granjas verticales para producción de alimentos.

FACHADAS con membranas para convertir dióxido de carbono en oxígeno

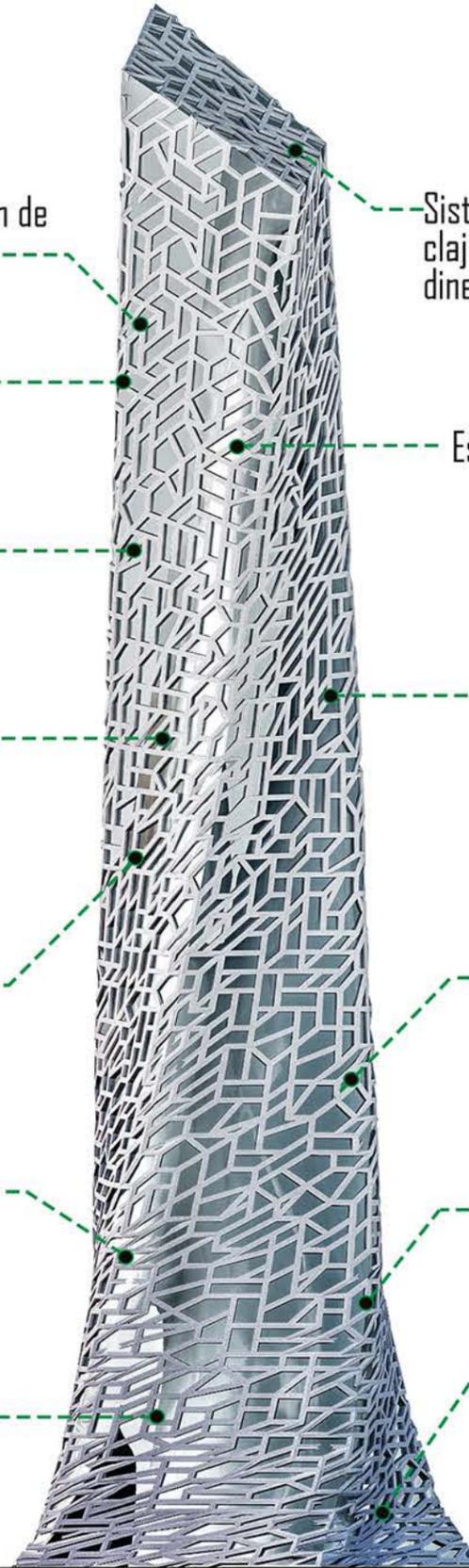


Usos mixtos / Centro comunitario y de salud.

Accesibilidad a trasportes no motorizados



Edificio integrado a red de sistemas inteligentes.



Sistemas de colección y reciclaje de agua. (vinculado a jardines y granjas verticales)

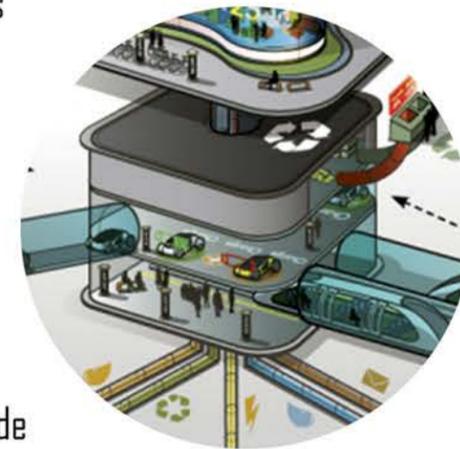
Estructura anti sísmica

Fachada de alto rendimiento con sistema fotovoltaico integrado y tecnologías para regulación de rayos solares y conservación de energía

Integración a espacios urbanos.

Centro de Reciclaje

Integración a redes de transporte subterráneas.



EDIFICACIONES DE GRAN ALTURA

+ DENSIDAD

MEJOR APROVECHAMIENTO DE SUELO

## PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

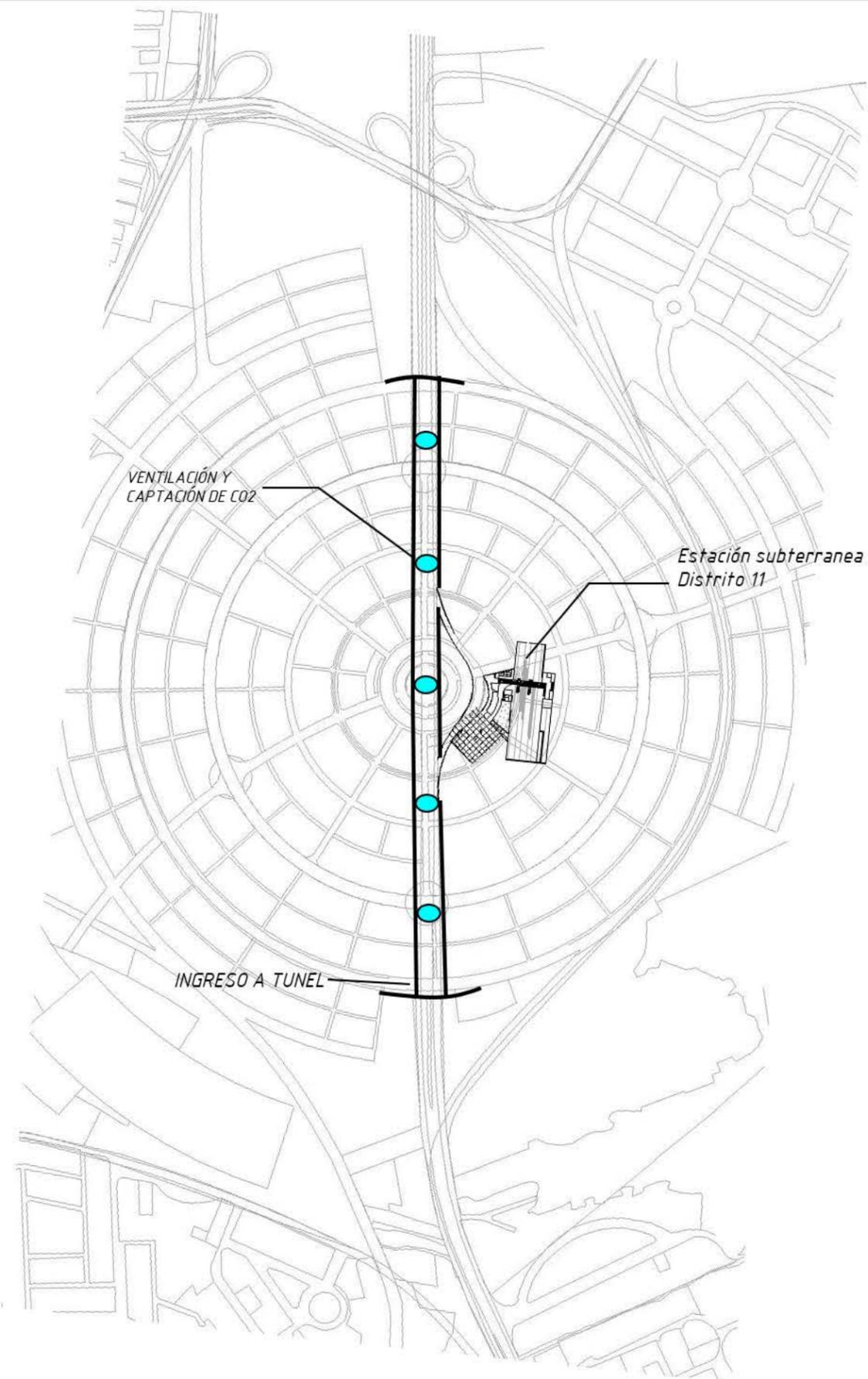
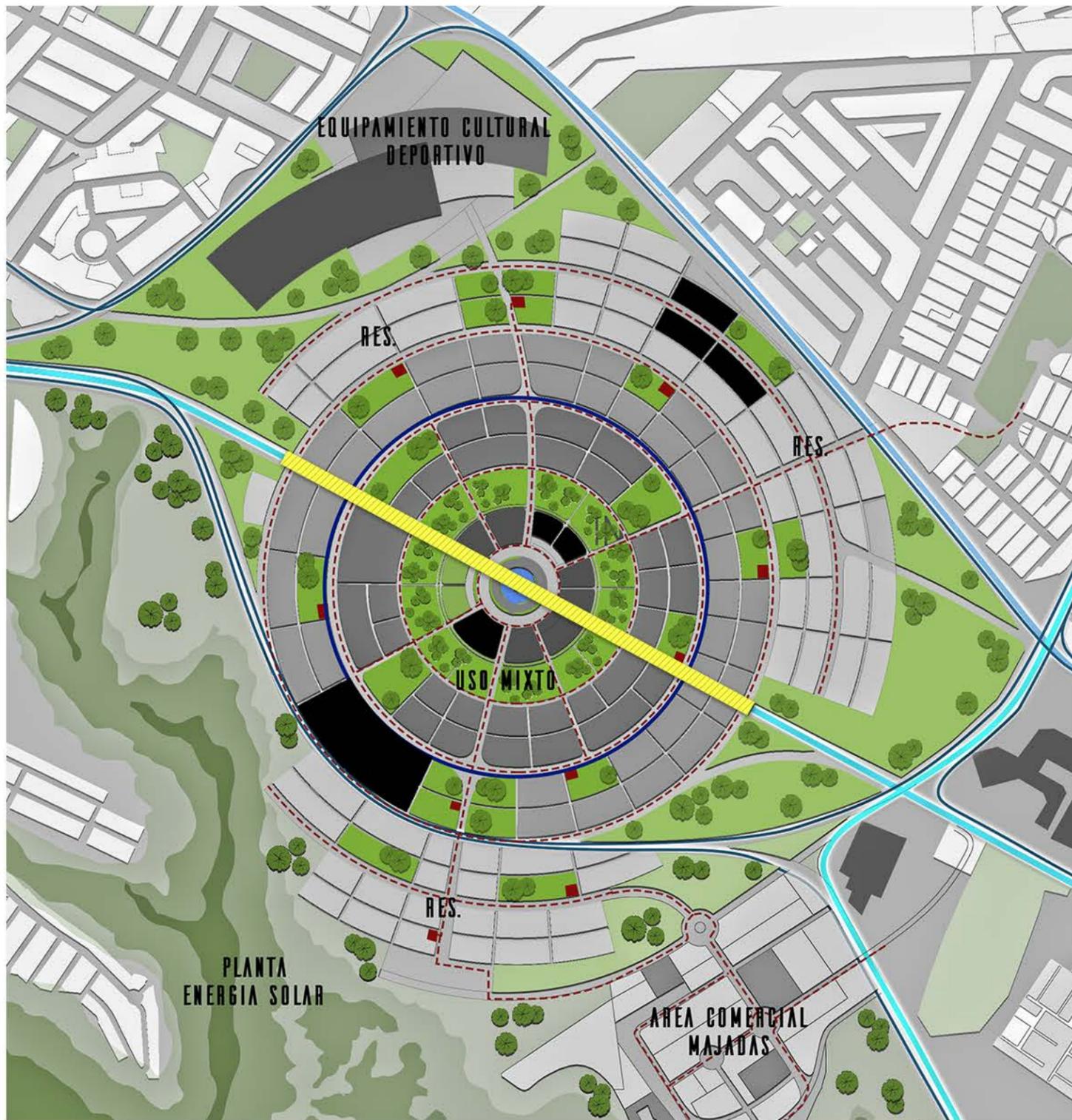
PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA GRÁFICA  
29/02/2016

12/13



Se propone un paso vehicular subterraneo el cual tambien tendra acceso al estacionamiento de la central de metro, el tunel de aprox 1 km de longitud cuenta con sistemas de ventilación y filtración de c02 para reducir el riesgo de contaminación por gases atrapados.

Rutas de evacuación y sistemas de monitorio deben ser implementados.

## VIA SUBTERRANEA

## PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016 **13/13**



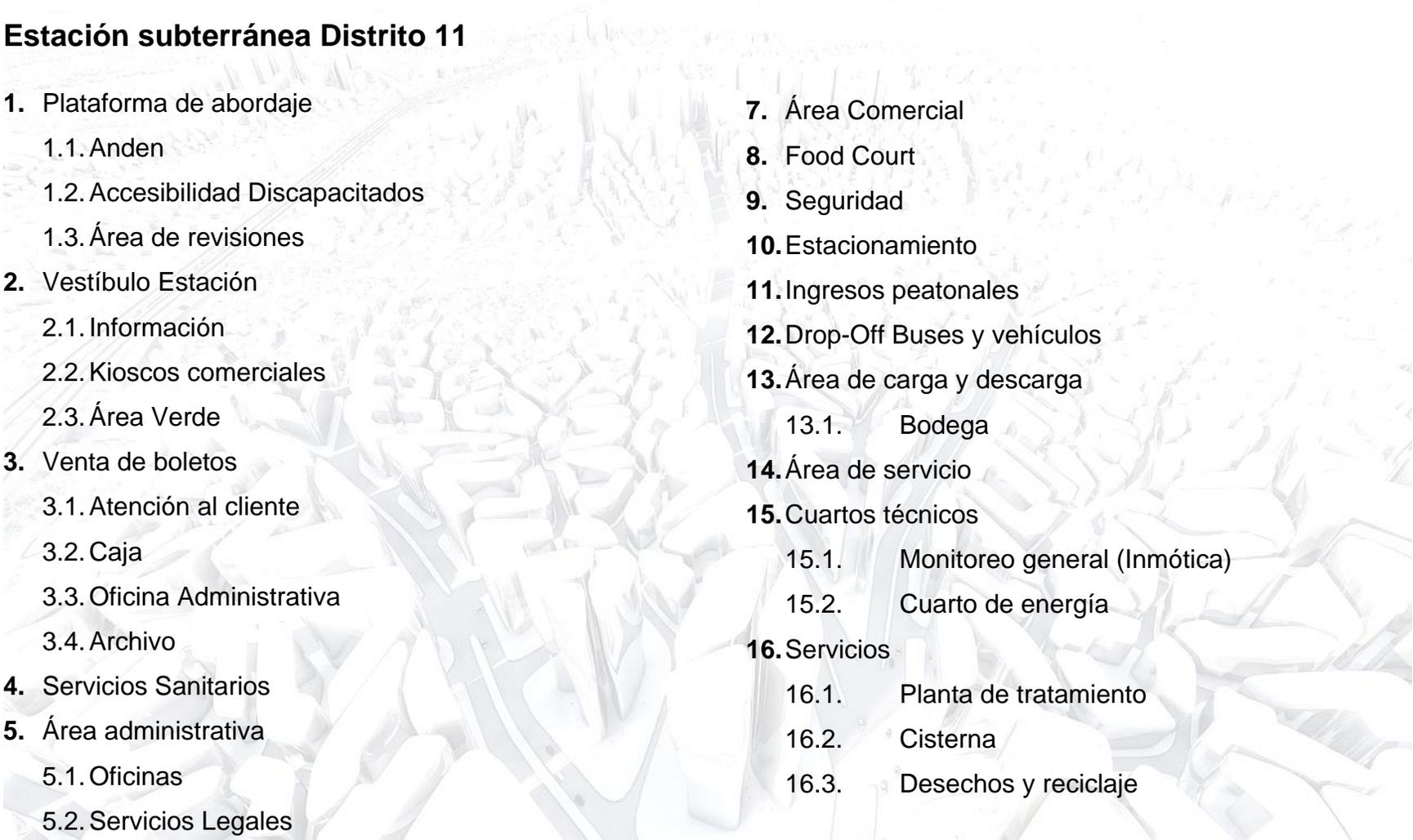
VISTAS PROYECTO



VISTAS PROYECTO

## 9.5. Programa de necesidades proyecto arquitectónico

### Estación subterránea Distrito 11

- 
- 1.** Plataforma de abordaje
    - 1.1. Anden
    - 1.2. Accesibilidad Discapacitados
    - 1.3. Área de revisiones
  - 2.** Vestíbulo Estación
    - 2.1. Información
    - 2.2. Kioscos comerciales
    - 2.3. Área Verde
  - 3.** Venta de boletos
    - 3.1. Atención al cliente
    - 3.2. Caja
    - 3.3. Oficina Administrativa
    - 3.4. Archivo
  - 4.** Servicios Sanitarios
  - 5.** Área administrativa
    - 5.1. Oficinas
    - 5.2. Servicios Legales
  - 6.** Área Financiera
  - 7.** Área Comercial
  - 8.** Food Court
  - 9.** Seguridad
  - 10.** Estacionamiento
  - 11.** Ingresos peatonales
  - 12.** Drop-Off Buses y vehículos
  - 13.** Área de carga y descarga
    - 13.1. Bodega
  - 14.** Área de servicio
  - 15.** Cuartos técnicos
    - 15.1. Monitoreo general (Inmótica)
    - 15.2. Cuarto de energía
  - 16.** Servicios
    - 16.1. Planta de tratamiento
    - 16.2. Cisterna
    - 16.3. Desechos y reciclaje

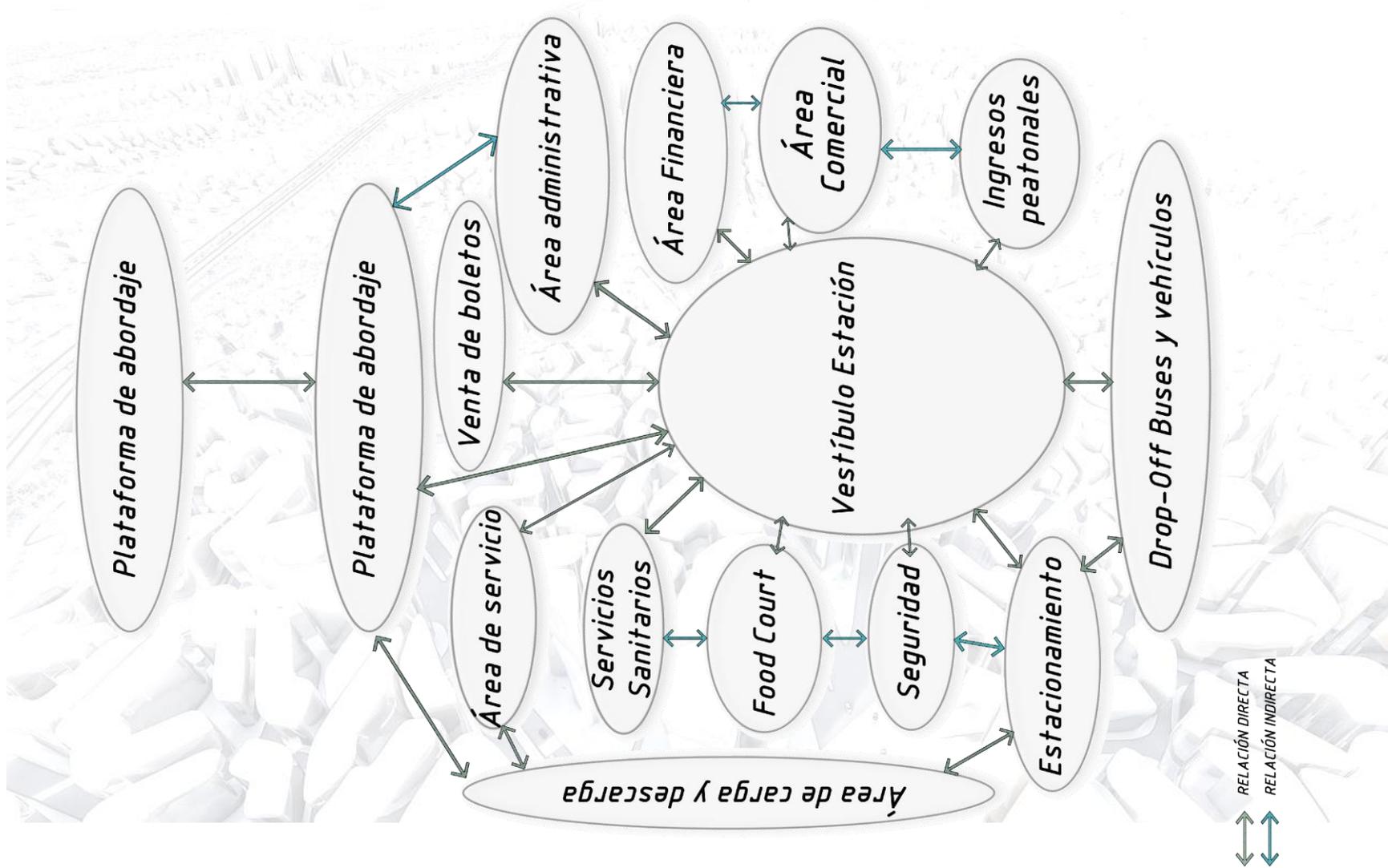
## 9.6. Metodología de diseño



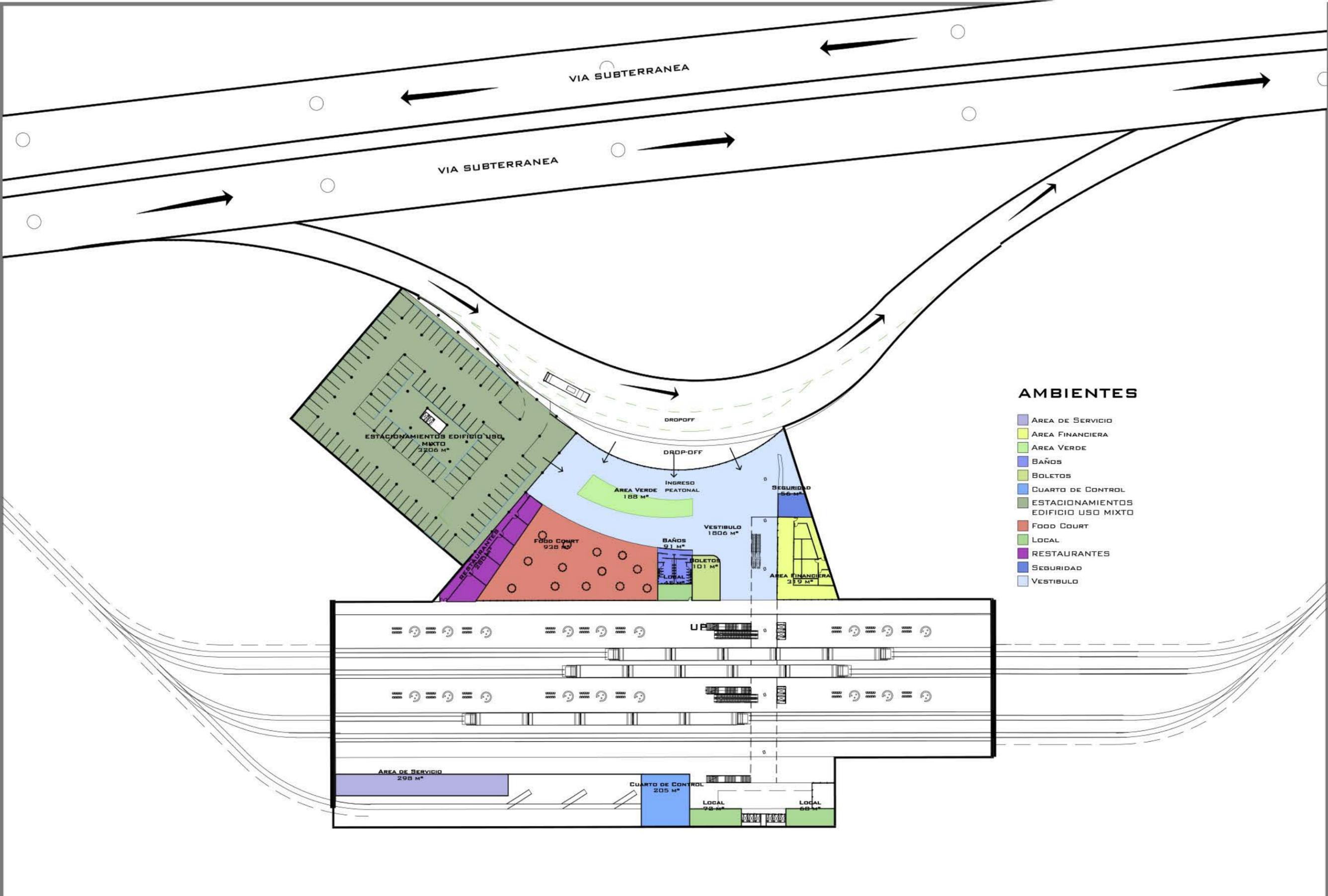
AMBIENTES	Plataforma de abordaje	Vestíbulo Estación	Servicios Sanitarios	Área administrativa	Boletos	Área Financiera	Área Comercial	Food Court	Seguridad	Estacionamiento	Ingresos peatonales	Drop-Off Buses y vehículos	Área de carga y descarga	Área de servicio
Plataforma de abordaje														
Vestíbulo Estación	Relación directa													
Servicios Sanitarios	Relación indirecta	Relación directa												
Área administrativa	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta											
Boletos	Relación directa	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta										
Área Financiera	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa									
Área Comercial	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa								
Food Court	Relación indirecta	Relación directa	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta							
Seguridad	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta						
Estacionamiento	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación directa					
Ingresos peatonales	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta				
Drop-Off Buses y vehículos	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	Relación directa	Relación directa	Relación directa			
Área de carga y descarga	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa						
Área de servicio	Relación directa	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación indirecta	Relación directa	

Relación directa  
 Relación indirecta

### Matriz de Relaciones



**Diagrama de Relaciones**



**AMBIENTES**

- AREA DE SERVICIO
- AREA FINANCIERA
- AREA VERDE
- BAÑOS
- BOLETOS
- CUARTO DE CONTROL
- ESTACIONAMIENTOS EDIFICIO USO MIXTO
- FOOD COURT
- LOCAL
- RESTAURANTES
- SEGURIDAD
- VESTIBULO

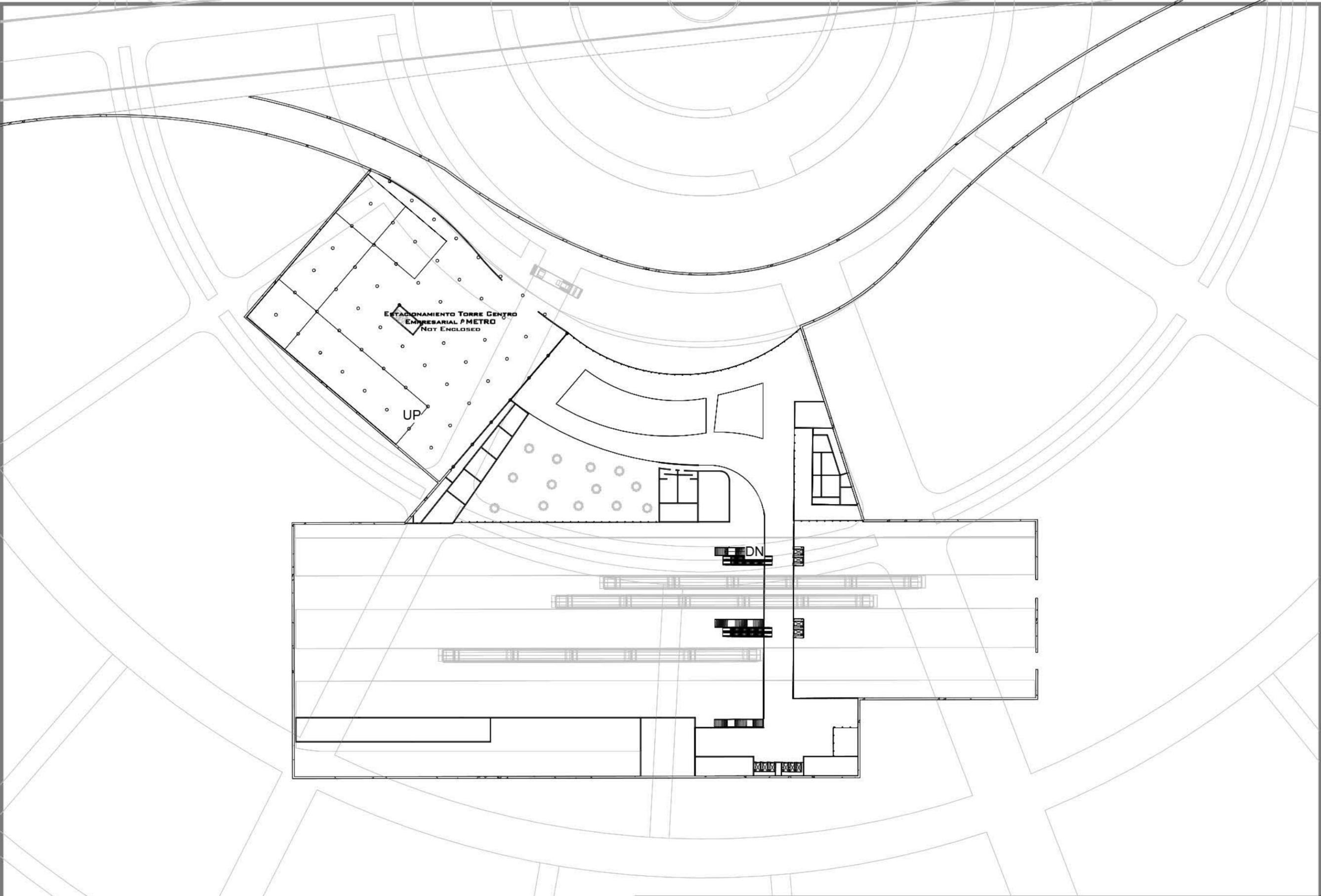
**PROYECTO**

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR  
 FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
 PROYECTO DE GRADO  
 ASESOR  
 ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
 C - 2036009

ESCALA GRÁFICA  
 29/02/2016 **1/4**

**NIVEL ESTACIÓN METRO**



PROYECTO

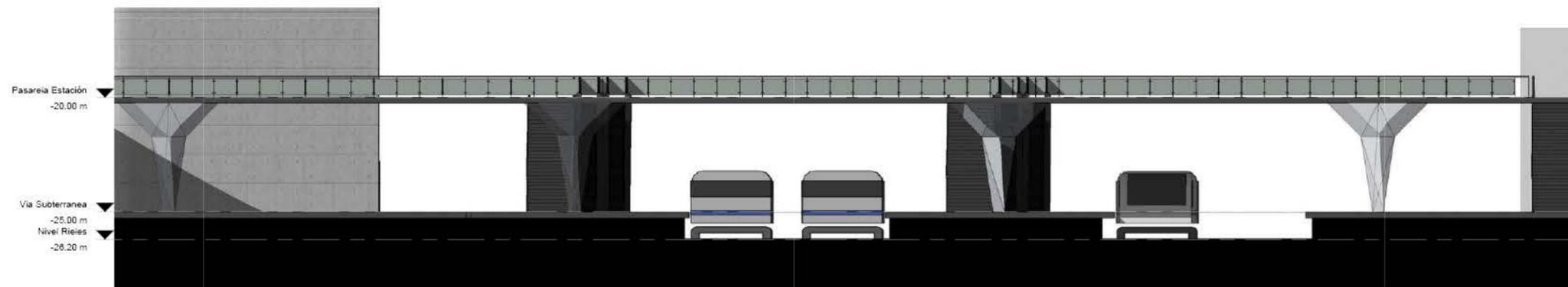
UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

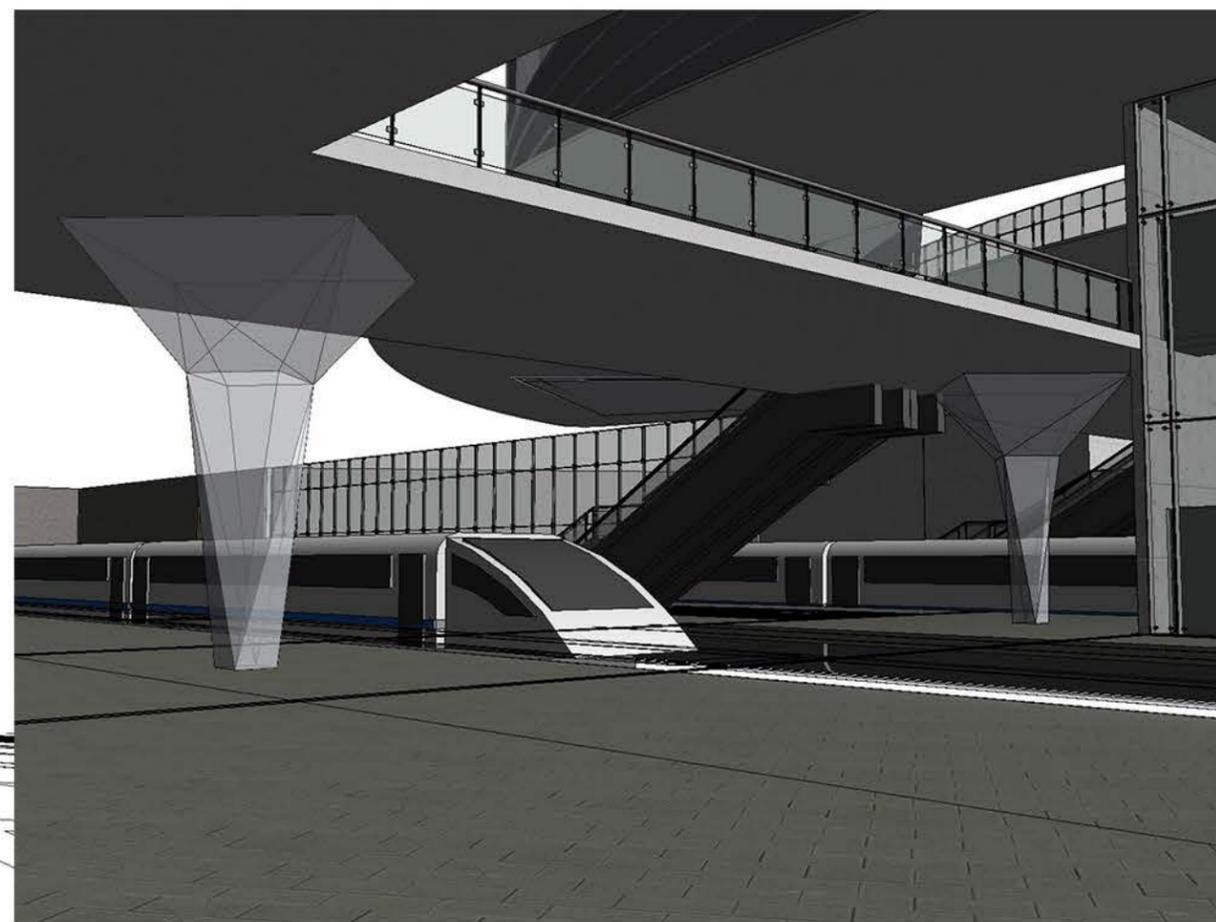
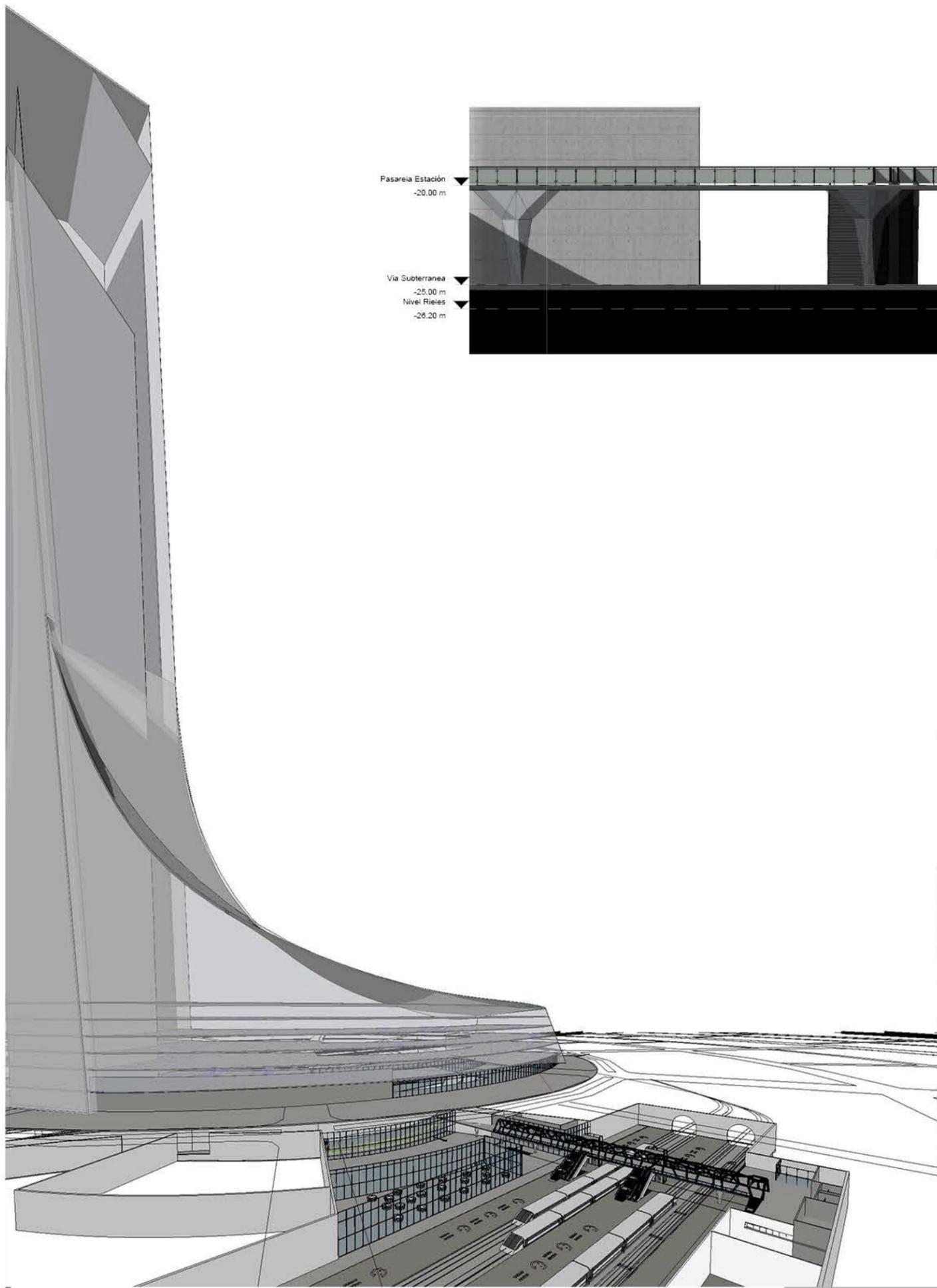
PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009



## DETALLE PASARELLA ESTACIÓN TREN



NIVEL ESTACIÓN

PROYECTO

UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

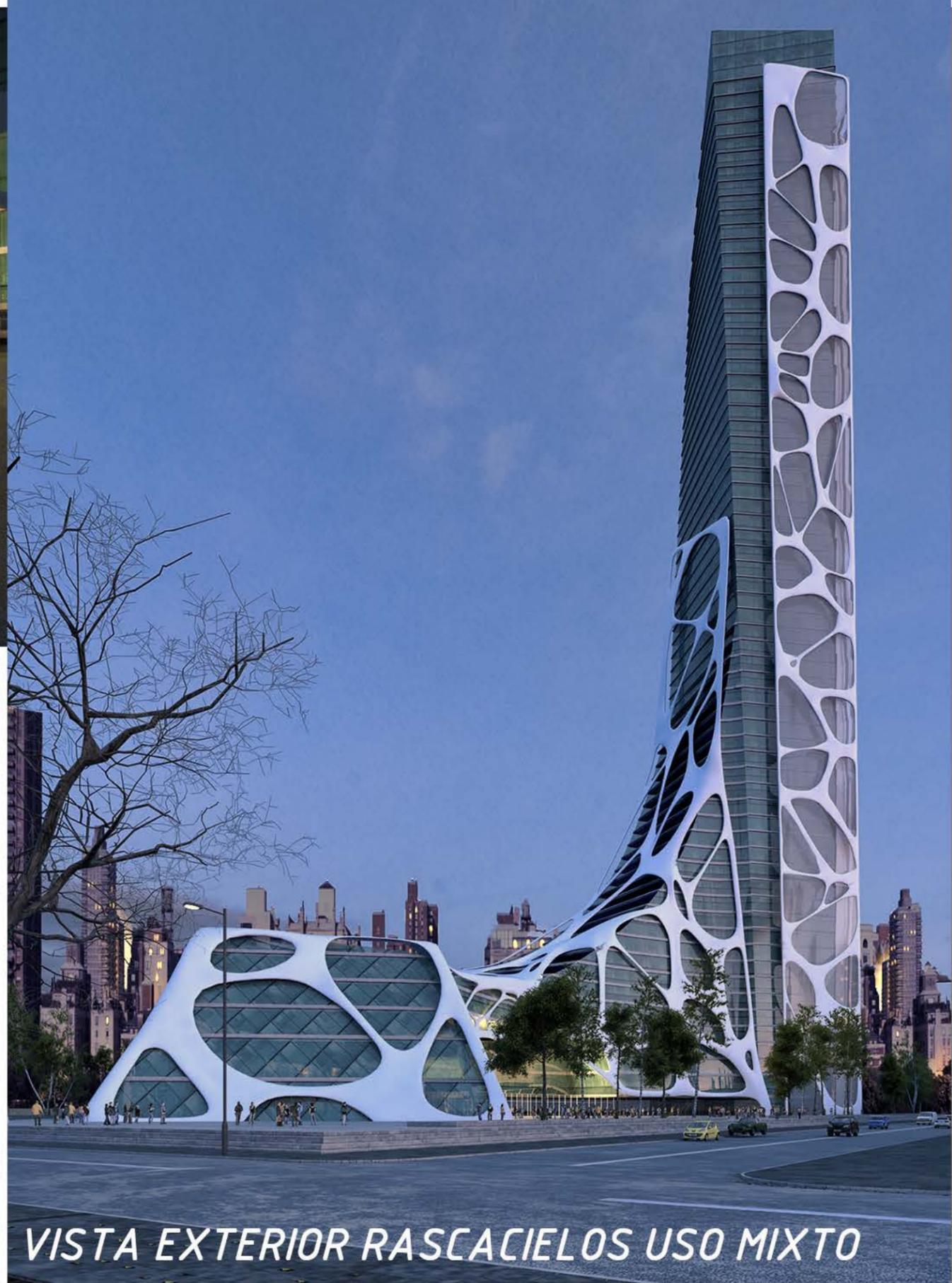
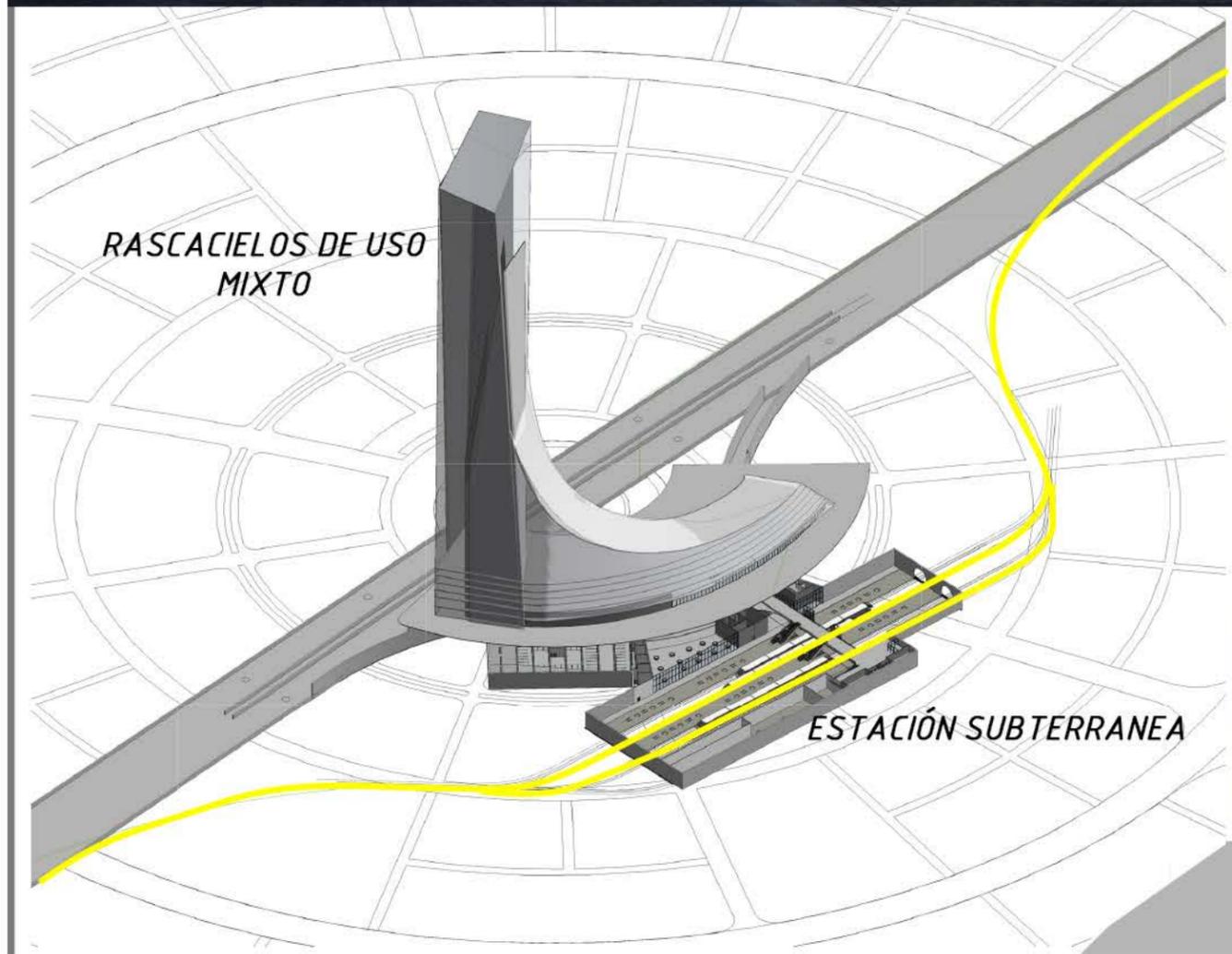
CARLOS WOHLERS  
C - 2036009

ESCALA  
GRÁFICA  
29/02/2016

3/4



**INGRESO A ESTACIÓN SUBTERRANEA**



**VISTA EXTERIOR RASCACIELOS USO MIXTO**

**NIVEL ESTACIÓN METRO**

**PROYECTO**

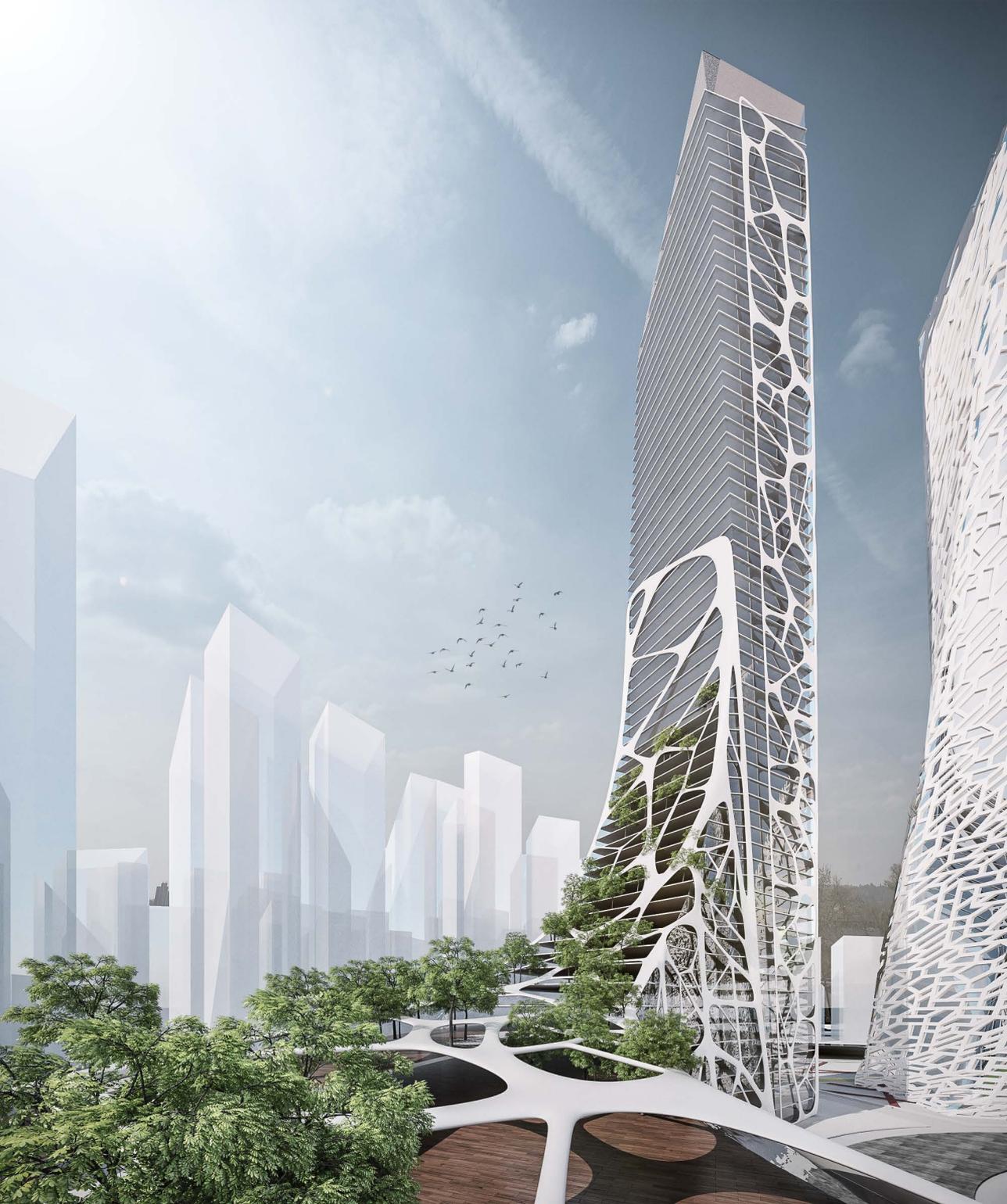
UNIVERSIDAD RAFAEL  
LANDIVAR

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROYECTO DE GRADO

ASESOR  
ARQ MARIO MANSILLA

CARLOS WOHLERS  
C - 2036009



# PROYECCIÓN FINANCIERA Y USOS

<b>Edificabilidad</b>	
Área Terreno (m <sup>2</sup> )	16.000
Área Terreno (v <sup>2</sup> )	22.896
Precio v <sup>2</sup>	\$ 400.00
<b>Costo Terreno</b>	<b>\$ 9.158.400.00</b>

<b>Clasificación POT</b>	<b>65</b>
<b>Índice de Eficabilidad</b>	<b>9</b>
Área 100% m <sup>2</sup>	144.000
<b>Área de Construcción 90%</b>	<b>129.600.00</b>
Área Permeable 10%	14.400.00
Niveles	67
Huella	129.600
Huella Real Nivel	1.934.33

<b>Usos</b>	
<b>Comercio</b>	<b>7%</b>
Área de Construcción m <sup>2</sup>	9.072.00
Niveles	5
Área por nivel	1.814.40
Circulación	40%
Área de Circulación	725.76
Área Neta	8.346.24
<b>Parqueo Comercio</b>	
1 Plaza c/24m <sup>2</sup>	347.76
<b>Población</b>	
1 Persona c/5m <sup>2</sup>	1.669.25

<b>Oficinas</b>	<b>55%</b>
Área de Construcción m <sup>2</sup>	71.280.00
Niveles	35
Área por nivel	2.036.57
Circulación	20%
Área de Circulación	407.31
Área Neta	70.872.69
<b>Parqueo</b>	
1 Plaza c/35m <sup>2</sup>	2.024.93
1 plaza visita c/800m <sup>2</sup>	88.59
<b>Población</b>	
1 Persona c/5m <sup>2</sup>	5.062.33

<b>Apartamentos</b>	<b>31%</b>
Área de Construcción m <sup>2</sup>	40.176.00
Niveles	20
Área por nivel	2.008.80
Circulación	20%
Área de Circulación	401.76
Área Neta	39.774.24
<b>Parqueo</b>	
1 Plaza c/60 m <sup>2</sup>	662.90
1 plaza visita c/800m <sup>2</sup>	49.72
<b>Población</b>	
1 Persona c/30m <sup>2</sup>	1.325.81

<b>Lobby + Servicios</b>	<b>7%</b>
Área de Construcción m <sup>2</sup>	9.072.00
Niveles	4
Área por nivel	2.268.00

<b>Total Parqueos</b>	<b>3.174</b>
Parqueos para discapacitados	75.00
Área por parqueo m <sup>2</sup>	30
<b>Área requerida para estacionamientos m<sup>2</sup></b>	<b>95.217</b>

<b>Población Total</b>	<b>8.057</b>
------------------------	--------------

<b>Soil Nailing</b>	
Perímetro	400
Altura	30
<b>Área Soil Nailing</b>	<b>12.000.00</b>



Servicios 6%  
6 niveles



Oficinas 59%  
49 niveles



Vivienda 30%  
23 niveles



Comercio 3%  
2 niveles



4,530 Autos  
9 niveles

# PROYECCIÓN FINANCIERA

Costos y Ventas			
Costos Directos			
Tierrero	Vrs 2	P/U	Precio Total
	22,896.00	\$ 400.00	\$ 9,158,400.00
Costos Construcción			
Demolición m2	14,000.00	\$ 30.00	\$ 420,000.00
Excavación m3	750,000.00	\$ 12.00	\$ 9,000,000.00
Soil Nailing	12,000.00	\$ 140.00	\$ 1,680,000.00
Urbanización	140,000.00	\$ 45.00	\$ 6,300,000.00
Jardinización	25,000.00	\$ 15.00	\$ 375,000.00
Comercio	9,072.00	\$ 500.00	\$ 4,536,000.00
Oficinas	71,280.00	\$ 450.00	\$ 32,076,000.00
Vivienda	40,176.00	\$ 500.00	\$ 20,088,000.00
Servicios	9,072.00	\$ 300.00	\$ 2,721,600.00
Sótano	95,217.20	\$ 275.00	\$ 26,184,728.91
Otros (Pozo, Planta Tratamiento, Planta Eléctrica)	1.00	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00
<b>TOTAL Costos Directos</b>			<b>\$ 112,789,728.91</b>

Costos Indirectos			
Licencias	m2	P/U	Precio Total
Sotano	95,217.20	\$ 155.84	\$ 667,739.15
Edificio	129,600.00	\$ 220.78	\$ 1,287,588.96
Demolición	14,000.00	\$ 6.39	\$ 4,025.70
Tímbrs		1%	19,593.54
TOTAL LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN			\$ 1,978,947.35
Administración	% de Costos Directos		Precio Total
Administración + costos Legales	2%	\$	2,255,794.58
Honorarios	4%	\$	4,511,589.16
Imprevistos	5%	\$	5,639,486.45
Seguro	0.25%	\$	281,974.32

Otros	Cantidad	P/U	Precio Total
Estudio de Impacto Ambiental	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Estudio de Factibilidad EMPAGUA	1	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
Conexión Drenajes	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Conexión Agua sótanos	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Derecho de Agua	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Conexión Empresa Eléctrica	1	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
<b>TOTAL Costos Indirectos</b>			<b>\$ 14,691,091.85</b>
<b>TOTAL Costos Indirectos + Costo Terreno</b>			<b>\$ 23,849,491.85</b>
<b>Total Costos Indirectos + Costos Directos</b>			<b>\$ 136,639,220.76</b>

Tipos de Inversiones			
Tipos de Inversión	%		
Inversionista	35%	\$	47,823,727.27
Venta de proyecto en planos	15%	\$	20,495,883.11
Banco	50%	\$	68,319,610.38

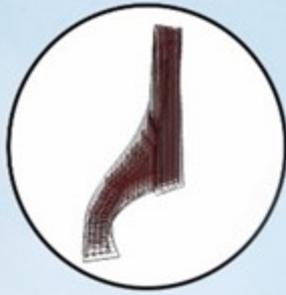
Ventas			
Ventas	m2/unidad	P/U	Precio Total
Parqueo	3,174	\$ 12,000.00	\$ 38,086,878.42
Comercio	8,346.24	\$ 3,500.00	\$ 29,211,840.00
Oficinas	70,872.69	\$ 1,000.00	\$ 70,872,685.71
Vivienda	39,774.24	\$ 1,100.00	\$ 43,751,664.00
<b>Total sin Comisiones Ventas</b>			<b>\$ 181,923,068.13</b>
Comisiones sobre ventas y publicidad	4%	\$	7,276,922.73
<b>Total Ventas</b>			<b>\$ 174,646,145.41</b>

Interes Bancario	8%	\$	5,465,568.83
Utilidad antes de impuesto		\$	38,006,924.64
ISR 7% sobre el 60%	7%	\$	7,335,138.11
<b>Beneficio NETO</b>		\$	<b>30,671,786.53</b>
Utilidad Neta Inversión		\$	0.64
<b>Go - No GO</b>	<b>2 AÑOS</b>		<b>32%</b>

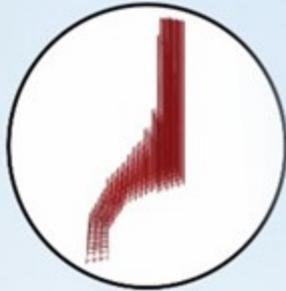
# ESTRUCTURA

Para el sistema constructivo de la torre se propone el uso de concreto reforzado acero, aluminio, y un muro cortina de vidrio con termo paneles anti impacto y anti UV además de la estructura auto portante de la membrana.

La estructura de la torre se compone de un NUCLEO de concreto reforzado y sistemas de marcos de concreto.

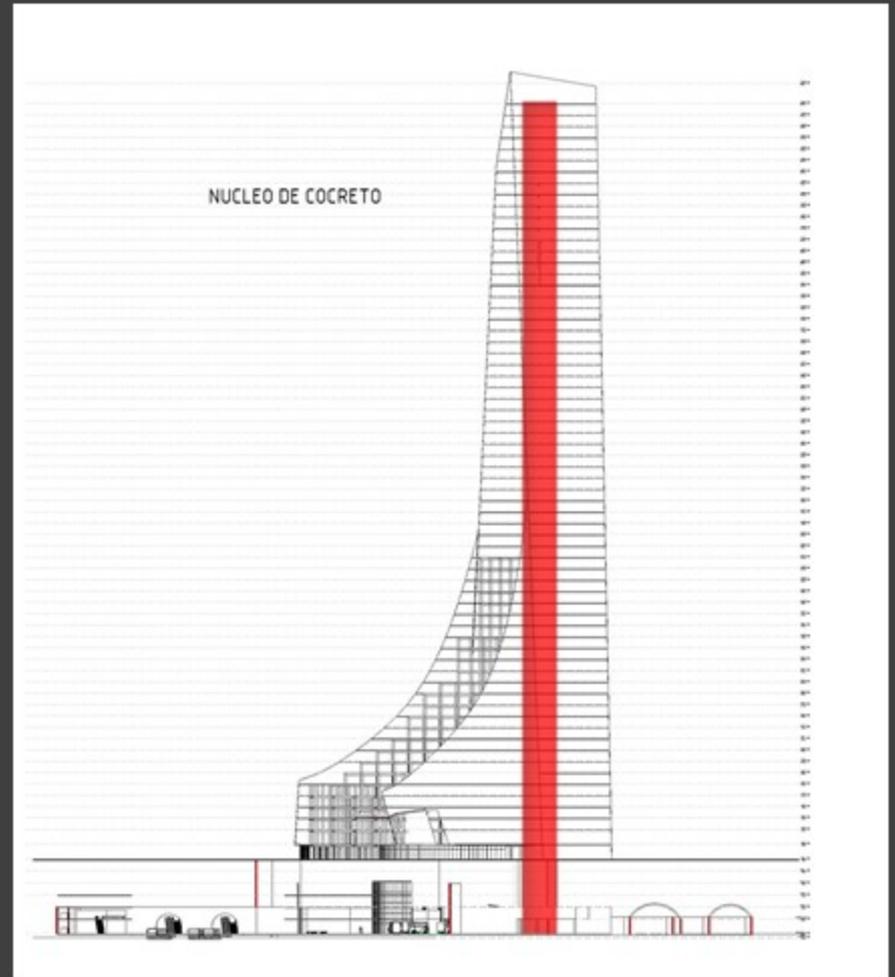


LOSAS



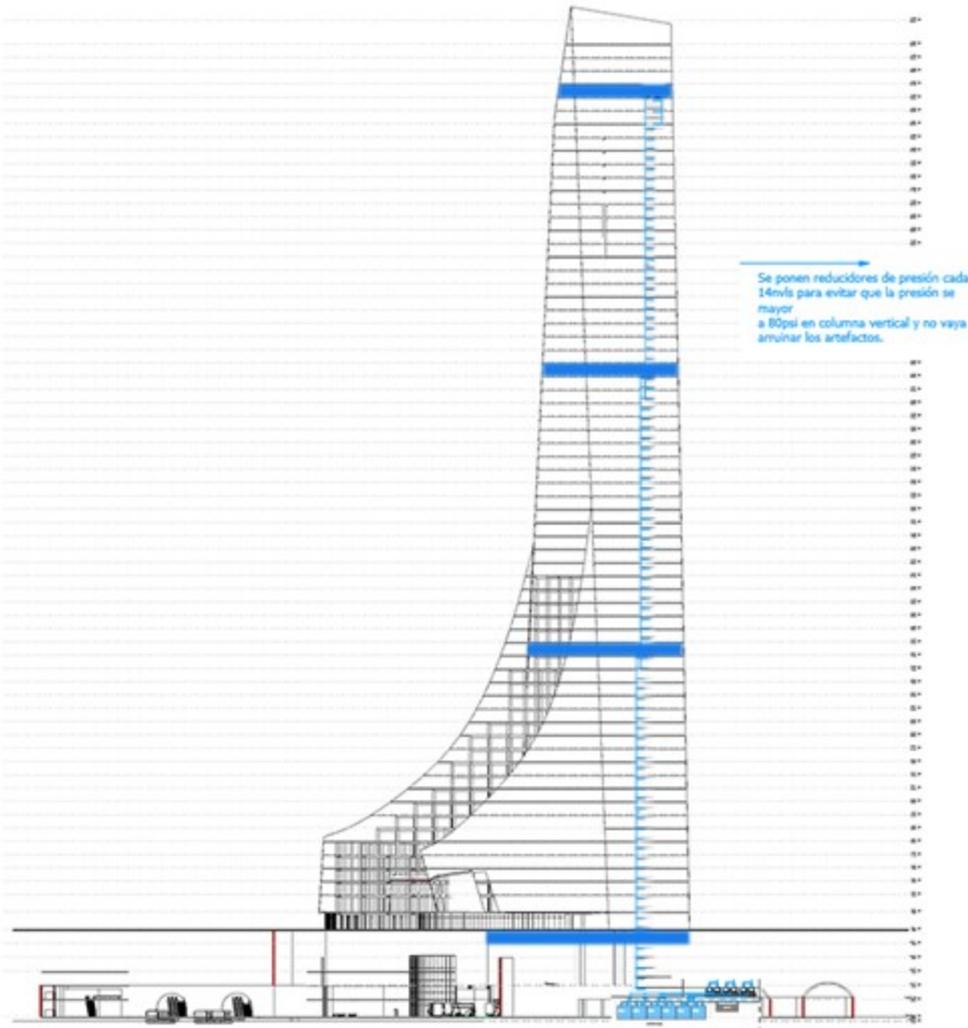
COLUMNAS Y VIGAS

NUCLEO DE COCRETO



DISIPADORES DE ENERGIA

# ESQUEMA INSTALACIONES HIDRÁULICAS

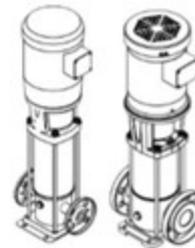


NOTA: El sistema que se usa para abastecer de agua potable el edificio es el de tanque elevado y la presión del agua se da por gravedad.

La presión mínima deseada es de 15psi, debajo del tanque elevado. En la parte baja del tramo la presión deseada es de máximo 80 psi.



Tramo 3  
Bomba  
Multiplatafórmica  
vertical Q&Q



Tramo 1  
Bomba Multi-Etapa  
Verticales PVM2

Tramo 2  
Bomba Multi-Etapa  
Verticales PVM16

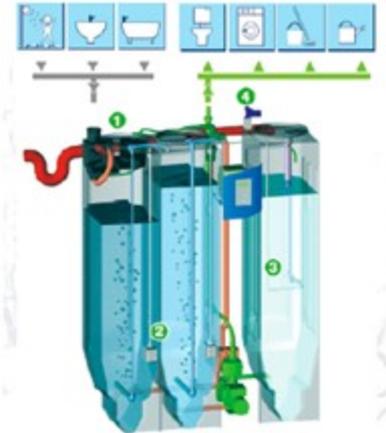
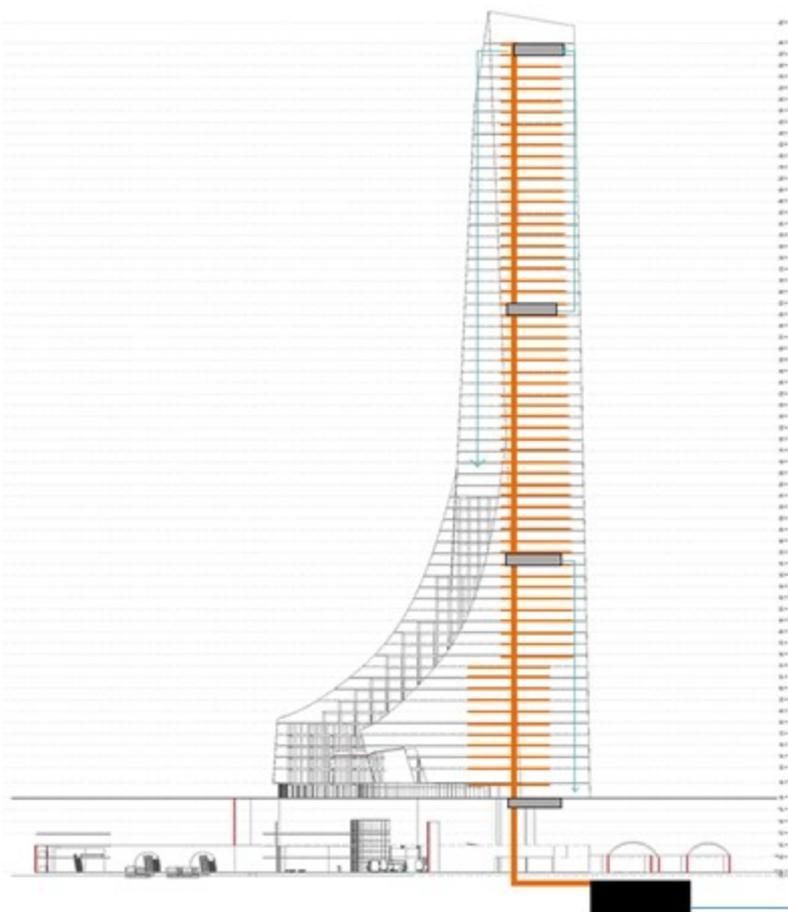


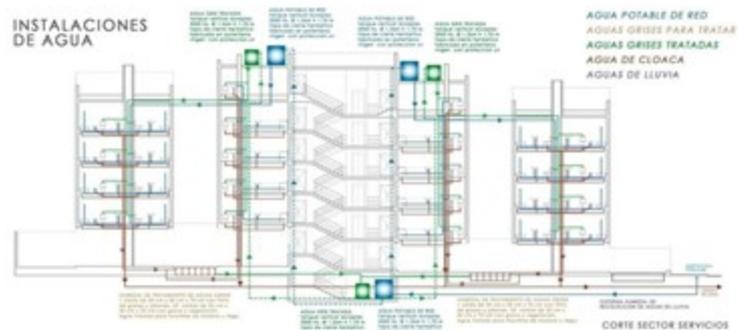
Ilustración 30 – Sistema de tratamiento (Sol y Clima, s.f.)



# ESQUEMA INSTALACIONES SANITARIAS



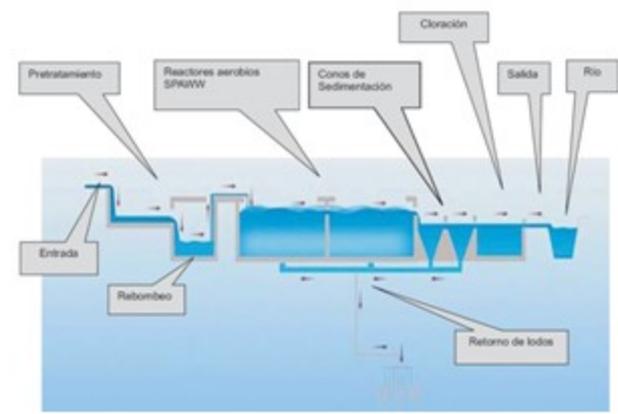
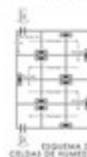
## INSTALACIONES DE AGUA



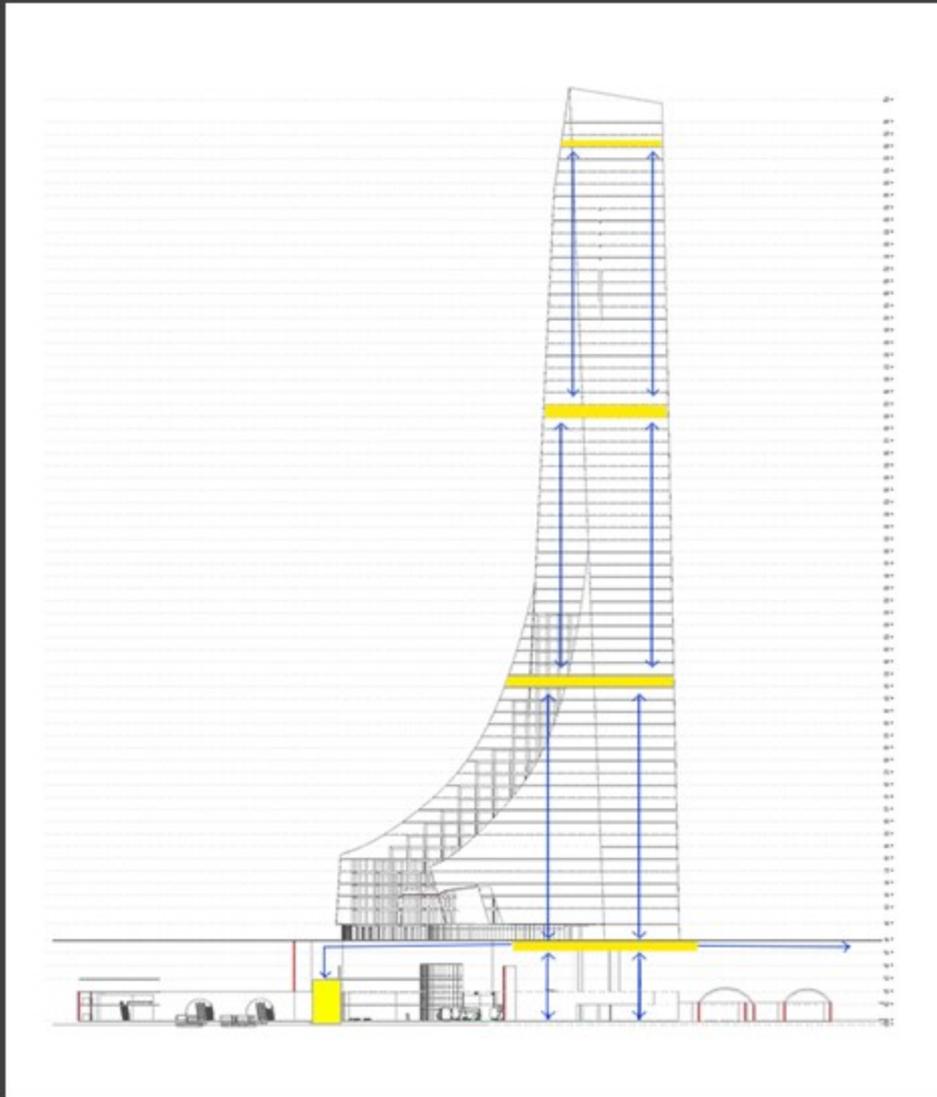
## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS

SE PROPONE UN SISTEMA PASIVO DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS PROVENIENTES DE BATHAS, TOILETAS Y LAVABOS, MEDIANTE UNOS BEDORES DE HERRISON SUPTERRANEOS RELLenos CON GRAVA, DONDE SE SEMBRAN PLANTAS ACUATICAS, QUE A TRAVES DE SUS RAICES CLORIFICAN EL AGUA. SE USAREM AGUA AERUCADA PARA EL CUIDADO DE LAS MICHILLAS Y REGO EN GENERAL. EN EL REGRESO EL SISTEMA SE PREVEE UN RESERVOIRIO CON TAMPAS PARA GRADAS.

A TRAVES DE ESTE SISTEMA SE PREVEE UN ANCIERO DE ENTRE UN 30 Y UN 40 % DE AGUA POTABLE POR DIA.



# ESQUEMA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

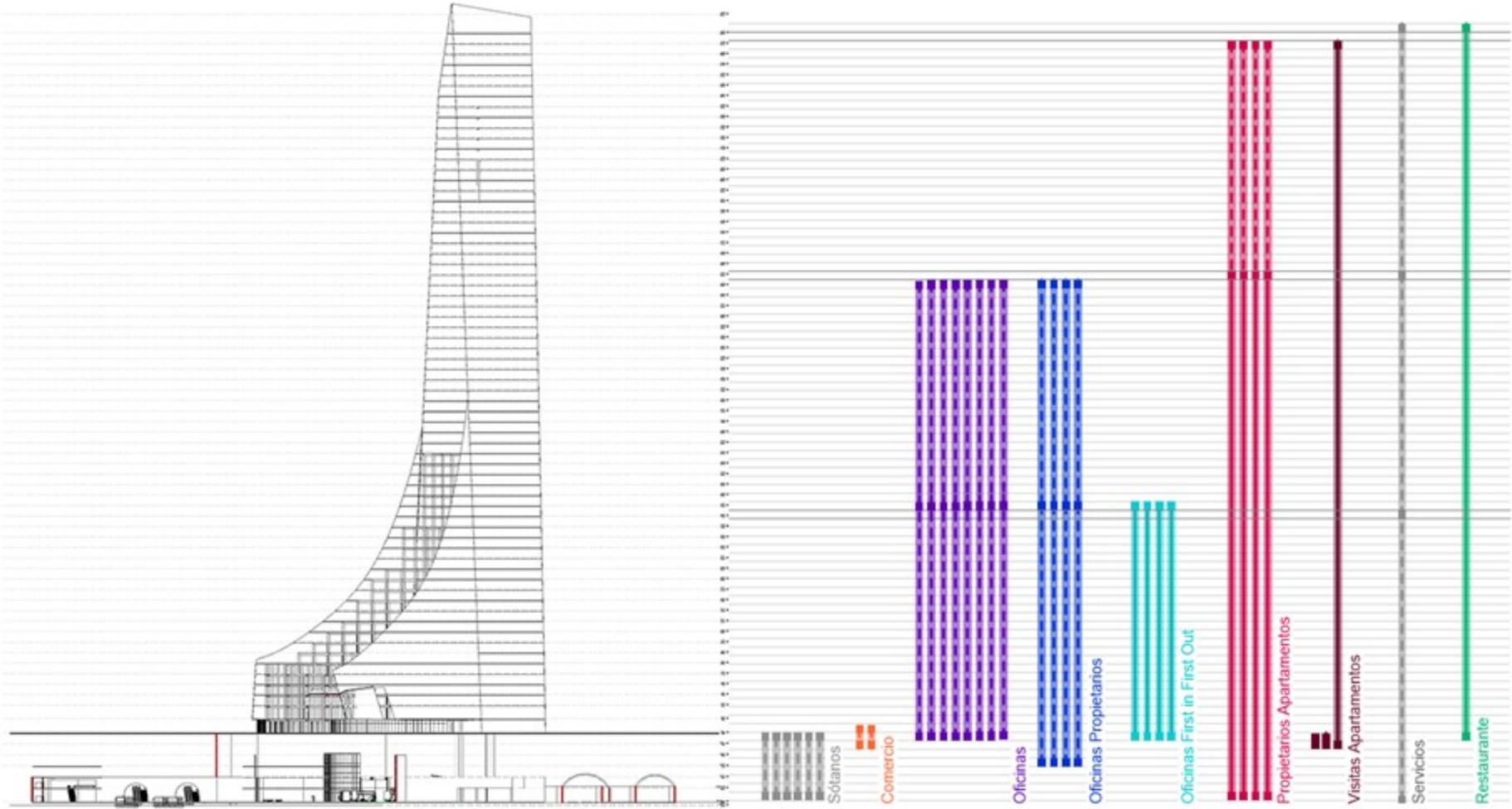


La eficiencia energética se logra a través de sistemas pasivos.

La circulación de aire por debajo de las losas permite mantener aire fresco y reducir el consumo energético.



# ESQUEMA ELEVADORES





## **10. CONCLUSIONES**

## 10. Conclusiones

Se determinaron criterios de diseño los cuales deben ser estudiados e implementados según sea el caso, para que la ciudad o distrito funcione de forma sostenible y pueda ser considerada una Smart City:

- 50% o + área destinada a espacios verdes
- Implementación de sistemas para la Movilidad sostenible
- Utilización de Energías limpias
- Implementación de tecnologías que permitan un funcionamiento más eficiente en los sistemas.
- Tratamiento de Aguas adecuado
- Aprovechamiento de Aguas Pluviales
- Reducción de la huella de carbono

Dentro de la investigación se determinaron Parámetros los cuales deben ser estudiados e implementados según sea el caso, para que la ciudad sea considerada una Smart City, así como los lineamientos para lograr un desarrollo sostenible en la planificación y uso de recursos.

El terreno seleccionado cumple con las características morfológicas, ambientales y de accesibilidad adecuadas a los criterios de selección para desarrollar la propuesta urbano-arquitectónica.

La estrategia contemplo los ejes de movilidad, uso energías limpias, uso de suelo, uso de recursos como ejes principales para formular los criterios y parámetros relacionados en cada eje.

El plan maestro realizado contemplo el modelo de Smart City, específicamente en el uso de tecnologías para el manejo adecuado de los recursos del territorio integrando una red de movilidad alternativa para la conexión entre los núcleos urbanos.

La estación central de metro en conjunto con en el planeamiento urbano generan las condiciones socio-territoriales para un desarrollo urbano integral.



# 11. RECOMENDACIONES

## 11. Recomendaciones

- Se recomienda analizar a mayor profundidad los casos análogos mencionados, así como la importancia de la creación de nuevas ciudades y la intervención de distritos para permitir un desarrollo integro en las ciudades, es importante el comprender el contexto en el cual han sido implementados y como estos en ocasiones pueden ser una solución hacia una mejora en como las ciudades funcionan.
- Indagar los criterios y parámetros de otros modelos aplicables al modelo de ordenamiento territorial sostenible.
- Se recomienda realizar un estudio antropológico, así como un estudio socioeconómico, para determinar en exactitud el perfil de los usuarios.
- Se recomienda que se profundice en las acciones de los aspectos sociales y económicos de la estrategia de intervención.
- Se recomienda plantear otros escenarios en función de otros modelos de ciudades sostenibles aplicables al ámbito.
- Se recomienda que las edificaciones propuestas en todo el territorio del ámbito de estudio sigan los lineamientos generales del planteamiento urbanístico.

## 12. FUENTES DE CONSULTA



## 12. Fuentes de consulta

Vincent Callebaut Architectures. (2015). Obtenido de <http://www.archdaily.com/585254/vincent-callebaut-s-2050-parisian-vision-of-a-smart-city/>

Blasco, J. (2015). *Urban Network*. Obtenido de <http://urban-networks.blogspot.com/2015/04/aproximacion-al-circulo-como-estructura.html>

César Pelli, Alemparte Barreda Arquitectos, Watt Internacional. (s.f.). Obtenido de [https://es.wikiarquitectura.com/index.php/Gran\\_Torre\\_Santiago\\_-\\_Torre\\_Gran\\_Costanera](https://es.wikiarquitectura.com/index.php/Gran_Torre_Santiago_-_Torre_Gran_Costanera)

Comisión de las comunidades Europeas. (2000). *Objetivos para una movilidad sostenible*. Obtenido de [http://europa.eu.int/comm/transport/thematic\\_papers.html](http://europa.eu.int/comm/transport/thematic_papers.html)

Crow, H. (s.f.). *90 + 10*. Obtenido de <http://90mas10.com/2016/02/03/estacion-central-de-trenes-en-arnhem/#jp-carousel-25852>

DEKRA Certification, S.L.U. (s.f.). *Eficiencia Energética de Edificios*. Obtenido de <http://www.dekra-certification.es/nuestros-servicios/certificacion-sistemas-gestion-proceso/eficiencia-energetica-edificios.html>

Dufour, J. (2011). *MIOD Energía y Sostenibilidad*. Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/energiasalternativas/2011/05/30/131208>

Ecol Energy. (s.f.). Obtenido de <http://ecolenergy.co/energia-eolica/>

EcoTech - Alumbrado Inteligente. (s.f.). *Ounae*. Obtenido de <http://ounae.com/alumbrado-inteligente-reduce-luz-nadie-calle/>

Elaboración Propia. (2015).

Enrique Mínguez Martínez, Pablo Martí Ciriquián, María Vera Moure. (2013). *Plataforma Arquitectura*.

Obtenido de  
<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-285882/claves-para-proyectar-espacios-publicos-comfortables-indicador-del-confort-en-el-espacio-publico>

*Es por Madrid.* (2006). Obtenido de  
<http://www.espormadrid.es/2006/09/la-nueva-m-30-vi-el-bypass-sur.html>

EXPOK - Sustentabilidad y RSE. (s.f.). *EXPOK - Sustentabilidad y RSE.* Obtenido de  
<http://www.expoknews.com/etiqueta/cuidado-del-agua/>

Foster + Partners. (2007). *Masdar Development.*  
Obtenido de  
<http://www.fosterandpartners.com/projects/masdar-development/>

Foster + Partners. (s.f.). *Foster + Partners.* Obtenido de  
<http://www.fosterandpartners.com/projects/masdar-development/>

Gobernación de Antioquia. (2014). *Slide Share.* Obtenido de  
<http://es.slideshare.net/Vivirenelpoblado/vivir-en-el-pobladofebrero2014>

Graciela Mariani y Piera Aglietta. (2012). *La ciudad viva.*  
Obtenido de  
<http://www.laciudadviva.org/blogs/?p=15288>

GSA Ingenieria LTDA - Sistema de Cubiertas Verdes / Green Roof. (s.f.). *GSA Ingenieria.* Obtenido de  
<http://www.gsaingenieria.com/cubiertas-techos-verdes>

Holy Rood Connect. (2014). *Holyrood Communications Ltd.* Obtenido de  
<http://www.holyroodconnect.com/wp-content/uploads/2014/01/Spainch-concept-fot-a-smart-city.jpg>

Hung, C. P. (2013). *Innovaciones en el Diseño y Construcción de.* México DF.

ITDP - Institute for Transportation & Development Policy. (2013). *ITDP.* Obtenido de  
<http://mexico.itdp.org/multimedia/infografias/jerarquia-de-la-movilidad-urbana-piramide/>

Jintao, H. (2011). *Turbinas Eolicas*. Obtenido de <http://spanish.peopledaily.com.cn/31613/7303225.html>

Joca. (2010). Obtenido de <http://www.jocaonstuff.com/2010/11/lets-use-the-reduce-reuse-recycle-motto-when-writing-software/>

Lewington, L. (2015). *BBC Mundo*. Obtenido de [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150127\\_tecnologia\\_ascensores\\_mas\\_altos\\_rascacielos\\_ch](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150127_tecnologia_ascensores_mas_altos_rascacielos_ch)

Macguire, E. (2013). *CNN*. Obtenido de <http://edition.cnn.com/2013/10/17/business/worlds-most-spectacular-train-station/>

Obleas, J. J. (2011). *Plantas Hidroelectricas*. Obtenido de [http://www.hidroenergia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=268:ique-es-la-energia-hidroelectrica&catid=39:abc-de-las-hidroelectricas&Itemid=67](http://www.hidroenergia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=268:ique-es-la-energia-hidroelectrica&catid=39:abc-de-las-hidroelectricas&Itemid=67)

ONU. (2014). *Aglomeraciones urbanas de mas de un millon de habitantes*.

OVACEN . (2014). El estándar DOT en las ciudades sostenibles.

Ovacen - Pau Seguí. (2014). *Ovacen*. Obtenido de TE: <http://ovacen.com/que-es-una-ciudad-dot-desarrollo-urbano/>

Prieto, M. (2009). *Veo Verde*. Obtenido de Techos Verdes para la biodiversidad: <https://www.veoverde.com/2009/04/techos-verdes-para-la-biodiversidad/>

PTP - Movilidad Sostenible y segura. (2002).

Ramírez, M. (2014). *Renovables Verdes*. Obtenido de <http://www.renovablesverdes.com/escocia-produjo-suficiente-energia-eolica-para-suministrar-todos-los-hogares-del-pais-en-octubre/>

Salazar, D. M. (7 de Octubre de 2013). *Analistas Independientes AIG*. Obtenido de <http://www.analistasindependientes.org/2013/10/desarrollo-sostenible-en-la-ciudad-de.html>

Sanz, D. (2012). *Energías Renovadas*. Obtenido de <http://energiasrenovadas.com/granja-solar-de-100-hectareas-en-bulgaria/>

Sol y Clima. (s.f.). Obtenido de <http://www.soliclimate.es/aguas-grises>

Soluciones Arquitectónicas sustentables. (s.f.). *Sol-Arq*. Obtenido de <http://www.sol-arq.com/index.php/confort-humano/produccion-calor>

SOM. (s.f.). Obtenido de [http://www.som.com/projects/beijing\\_bohai\\_innovation\\_city](http://www.som.com/projects/beijing_bohai_innovation_city)

Verdejo, S. (2014). *Greendök*. Obtenido de <http://blog.greendok.com/aplicaciones-de-la-energia-solar-fotovoltaica/>

Wolf, T. (2007). Obtenido de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:InterCityExpress\\_Frankfurt.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:InterCityExpress_Frankfurt.jpg)

Yarl/Emen, D. (s.f.). *Coca Cola Fernsa*.

Zero Waste. (2015). Obtenido de <http://www.radiozero.cl/zero-emision/2015/02/zero-waste-tendencia-global/>

- **Utopías y Urbanismo**

- <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-15780/utopias-reloaded>
- <http://landarchs.com/10-ways-design-climate-sensitive-cities/>
- <http://www.masdar.ae/en/masdar-city/detail/sustainability-in-masdar-city>
- <http://greenpyme.iic.org/es/eficiencia-energ%C3%A9tica>
- <http://www.ashden.org/low-energy-buildings>

- **Referencias movilidad sostenible**

- [http://www.renfe.com/empresa/RSE/compromisos\\_y\\_acciones/sostenibilidad.html](http://www.renfe.com/empresa/RSE/compromisos_y_acciones/sostenibilidad.html)
- <https://www.renfe-sncf.com/es-es/sobre-elipsos/Paginas/Desarrollo-sostenible.aspx>
- <http://www.ambientum.com/boletino/noticias/tren-motor-economico-sostenible-futuro.asp>

- **Sistemas**

- <http://stateofgreen.com/en/solutions>

- <http://ounae.com/alumbrado-inteligente-reduce-luz-nadie-calle/>
- <http://lediagroup.com/iluminacion-eficiente/iluminacion-inteligente-para-entornos-inteligentes/4>





## **13. GLOSARIO**

## 13. Glosario

1. **Utopía:** La utopía se conoce como la representación o idea una civilización ideal, en la mayoría de los casos irrealizable. Puede ser considerada como un modo optimista de concebir un ideal de una sociedad alternativa respondiendo a distintos aspectos relacionados a la forma de vida de la sociedad.
2. **Ciudad Utópica:** La ciudad Utópica surge con el propósito de concretar los aspectos y características que permitan el desarrollo y forma adecuados de una sociedad dentro de una distribución espacial que se adecue a las necesidades de la sociedad.
3. **Smart City:** La ciudad inteligente o Smart City, es aquella que logra reducir el impacto hacia el medio ambiente y lograr una mayor eficiencia en el uso de recursos por medio de la implementación de sistemas tecnológicos.
4. **Sostenibilidad:** Es la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.

5. **Ciudad Sostenible:** Una ciudad sostenible es aquella que logra reducir sus impactos en el medio ambiente logrando el uso adecuado de sus recursos dando una mejor calidad de vida a sus habitantes.
6. **Modelo Urbano:** Es todo modelo en función a planificación u ordenamiento territorial que pueda servir como base a una planificación urbana.
7. **Morfología:** Es la forma en que una ciudad está definida, esta es influenciada tanto por el emplazamiento como por la situación respecto al punto de interés.
8. **Movilidad Sostenible:** La movilidad sostenible se refiere al uso de transportes no motorizados, priorizando los sistemas inteligentes en transportes colectivos, así como la promoción de sistemas de movilidad alternativos.
9. **BID:** Banco Interamericano de Desarrollo
10. **Metodología ICES:** Es la metodología propuesta por el BID la cual promueve la idea de que estrategias de desarrollo urbano bien planificadas tienen la capacidad de mejorar la calidad de vida y brindar un futuro más sostenible.

**11. Ciudad Emergente:** Son todas aquellas ciudades que presentan un crecimiento acelerado en relación al crecimiento en las ciudades capitales.

**12. Energías limpias:** Son energías provenientes de sistemas de producción de energía las cuales no generan residuos en el proceso de generación, este tipo de energía generalmente utiliza fuentes naturales tales como el viento y el agua.

**13. Parámetros:** Indicadores que serán tomados como referencia.

**14. Emplazamiento:** Ubicación y entorno del proyecto.

**15. Núcleo Urbano:** Hace referencia a los centros urbanos densificados tales como la ciudad Capital y Villa Nueva.

**16. Recursos:** Hace referencia a energías, agua, manejo de desechos y áreas verdes.

**17. Ordenamiento Territorial:** Se refiere al proceso que busca identificar de forma estratégica el uso de los suelos, así como las acciones que se llevarán a cabo en determinadas áreas.

**18. Equipamiento Urbano:** Se refiere al conjunto de elementos u objetos a ser implementados en las

áreas públicas para dar apoyo a los sistemas o actividades que se desarrollen.

**19. Huella de Carbono:** Se conoce como el conjunto de gases emitidos de forma directa o indirecta sea de un individuo o una edificación, representado el impacto ambiental que este genera.

**20. Desmaterialización:** Acción de desmaterializarse.

**21. Interoperabilidad:** Se define como la habilidad de dos o más sistemas para intercambiar y cambiar información.

**22. Disipar:** Hacer desaparecer un elemento por la disgregación y dispersión.

**23. Aislar:** Separar un elemento de otro.

**24. Desacoplar:** Separar dos elementos que están unidos o acoplados.

**25. Bielas:** Es un elemento mecánico que es sometido a esfuerzos de tracción o compresión el cual transmite el movimiento articulando otras partes.

**26. Tabique:** Pared divisora la cual no soporta carga.

**27. Inmótica:** Bajo este término se define la automatización integral de edificios con alta tecnología. Permite controlar y supervisar los datos

del edificio, así como el funcionamiento desde una PC.

**28. Domótica:** Son los sistemas que permiten automatizar un determinado espacio o vivienda en cuanto a energía, comunicación, seguridad, etc.

**29. Andén:** Plataforma elevada de hormigón.

**30. Opacímetro:** Equipo de medición de partículas sólidas en suspensión.

