



UNIVERSIDAD DE COLIMA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

ISTHMUS  
MAESTRIA EN ARQUITECTURA BIOCLIMATICA

CRITERIOS BIOCLIMATICOS PARA LA RENOVACION URBANA DE BOGOTA

Sustentante:  
LUIS FELIPE CRISTANCHO ROMERO

Asesor  
Dr. Arq. LUIS CARLOS HERRERA SOSA

Ciudad de Panamá, Junio de 2015

# Índice de presentación

---

- **Introducción.**
- Preexistencias ambientales.
- Preexistencias urbanas.
- Diagnóstico.
- Desarrollo de los 3 criterios bioclimáticos propuestos.
- Conclusiones.

- **Bogotá** pasó de ocupar 326 hectáreas con una población de 132,950 habitantes en **1900** a 41,404 hectáreas con una población de 7,467,804 habitantes en **2012** y la densidad aumento de 149 a 568 hab/ha.

Este modelo de ciudad fragmentada, redujo la cantidad, calidad y confort del espacio público en función del vehículo; generando en las últimas décadas acelerados desarrollos inmobiliarios con altas densidades en la periferia, especialmente donde las condiciones bioclimáticas son más desfavorables, saturando el suelo urbano hasta en un 97%,

- Si Bogotá duplicará su superficie urbanizada

¿dónde albergará sus nuevas familias?

Si Bogotá duplica su población en los próximos 40 años de acuerdo con el Departamento Nacional de Estadística DANE, que prevé un crecimiento de 5 millones de habitantes en la ciudad y 500.000 nuevos habitantes en los municipios vecinos y, carece de suelo urbano; debemos plantearnos el interrogante acerca de donde albergaría Bogotá en condiciones de confort la nueva población, un 30% endógena y un 70% exógena, para lo cual existen dos posibilidades; en altura o en extensión.

Plantear las bases de un **código ambiental para un modelo de ciudad sostenible**, con estrategias viables que permitan la humanización del espacio público, su cualificación y cuantificación.

Diseñar los criterios y estrategias bioclimáticas para los perfiles urbanos propuestos, donde se defina claramente la relación entre el entorno natural (radiación solar, los vientos, la humedad, la vegetación) y el entorno construido (la orientación, forma, geometría, densidad, alturas, ocupación, edificabilidad), generando espacios lineales con microclimas que favorezcan las actividades del peatón.

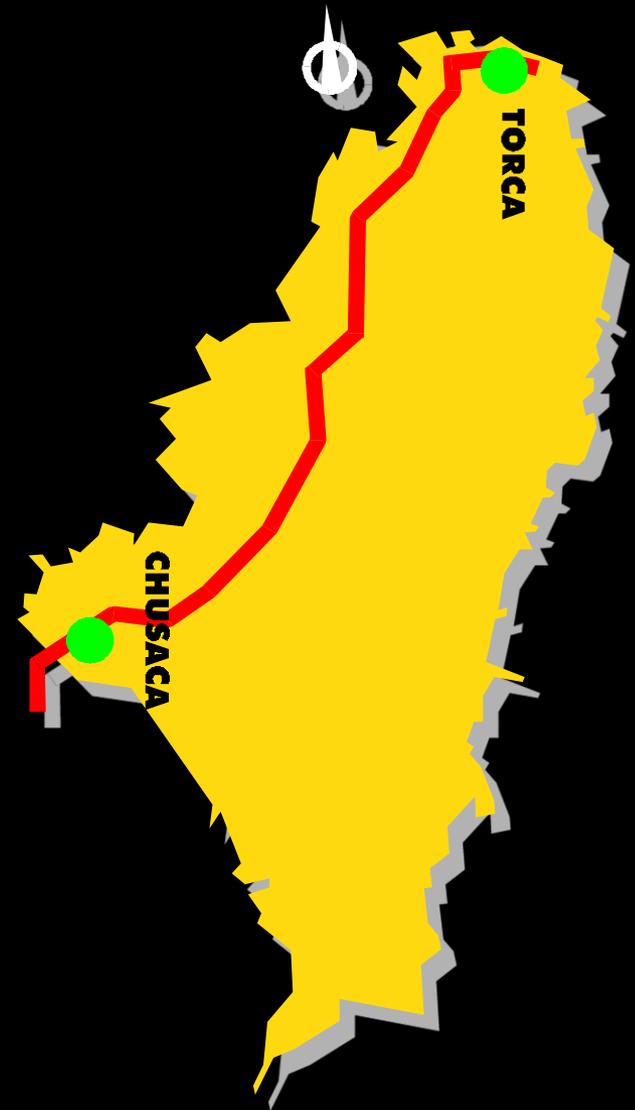
- Introducción.
- **Preexistencias ambientales.**
- Preexistencias urbanas.
- Diagnostico.
- Desarrollo de los 3 criterios bioclimáticos propuestos.
- Conclusiones.

# Localización Proyecto. Bogotá DC – 41.404 hectáreas.

Suramérica, Colombia,  
Bogotá DC

Altura 2,625 msnm

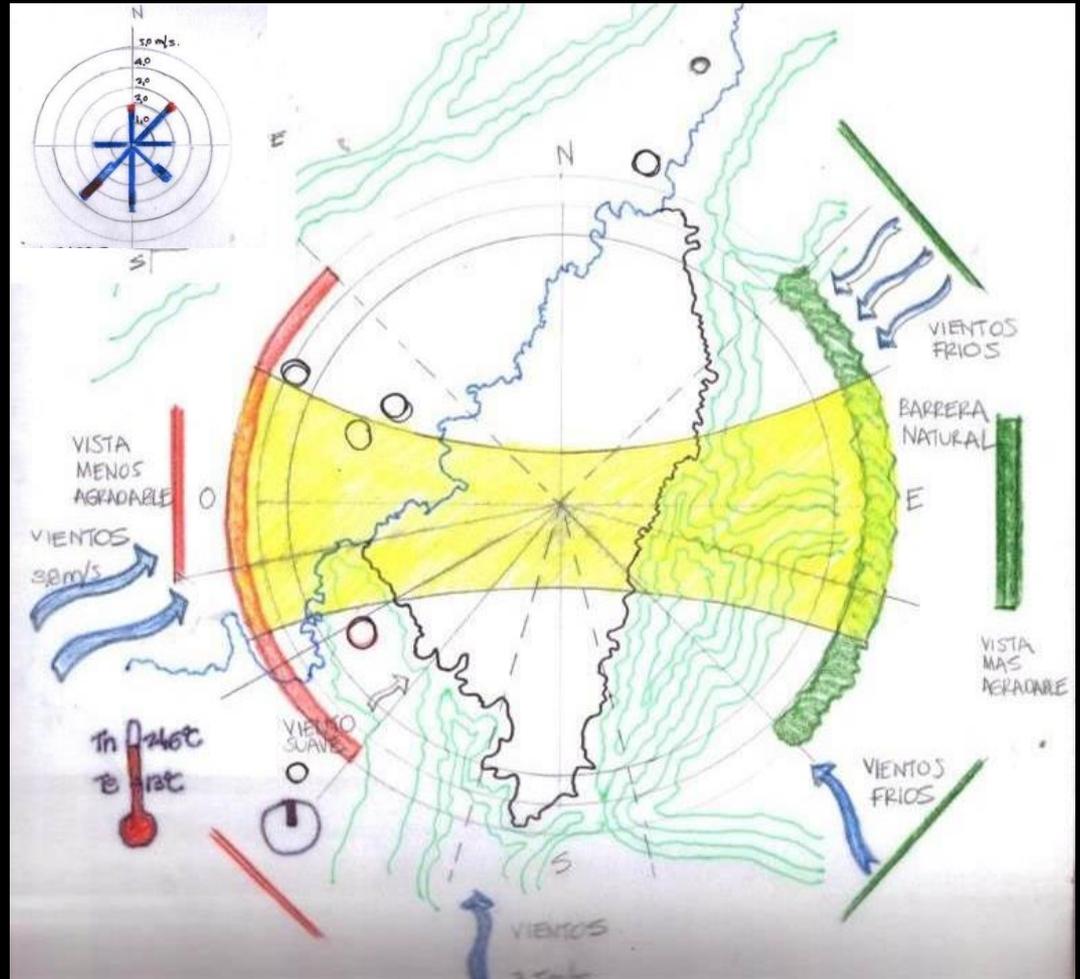
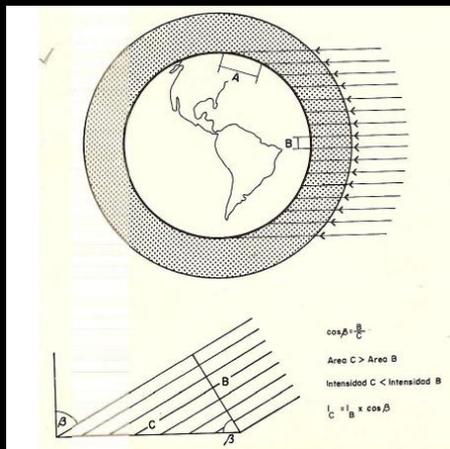
Latitud: 4°35'N  
Longitud: 74°04'W



# Bogotá DC – Preexistencias ambientales y urbanas

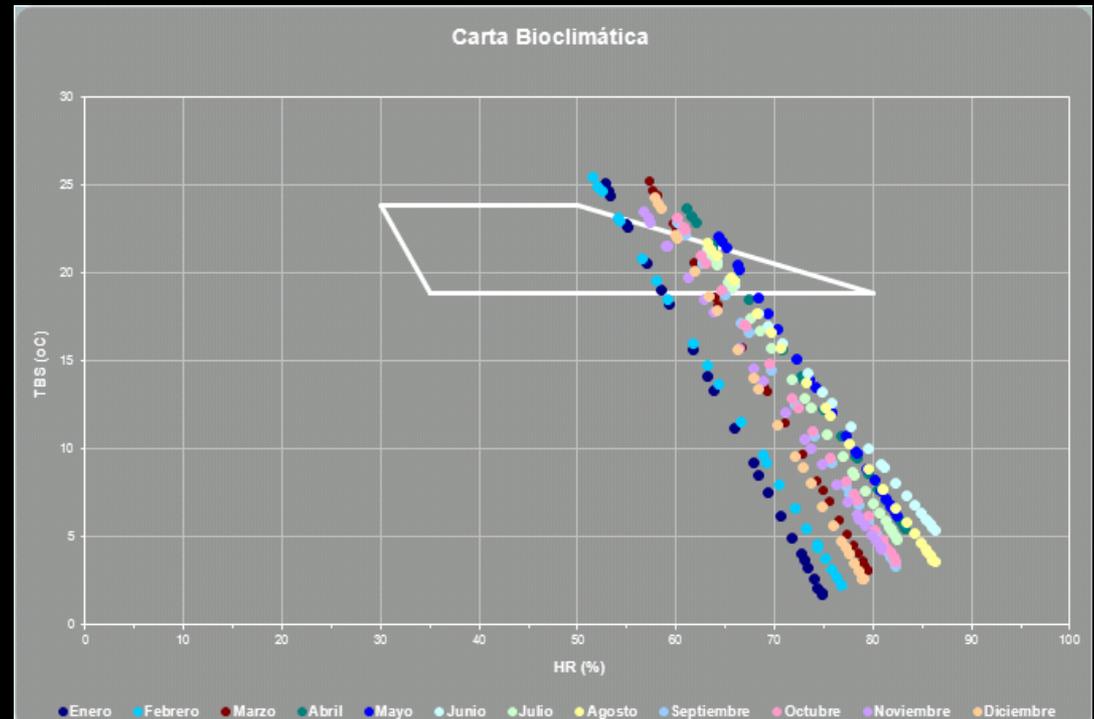
- **Los Vientos** dominantes vienen en la dirección **SW**, existe también un porcentaje similar en la dirección **NE**.
- La velocidad promedio es de **2.1 m/s**, (7,56 km/h); es decir porcentaje de calmas.

- Estación Guaymaral.



## CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGYAY

- El punto de Confort se localiza en **21,2° C** y los límites están entre **18,5° C y 23,5° C**. Durante la mayor parte del tiempo, las condiciones de temperatura están por debajo del polígono de confort térmico; es decir, se requiere ganancia térmica.



Fuente: Procedimiento desarrollado por Dr. Adalberto Tejeda, Universidad Veracruzana. Hoja de cálculo desarrollada por Dr. Gabriel Gómez Azpeitia, Universidad de Colima, México.

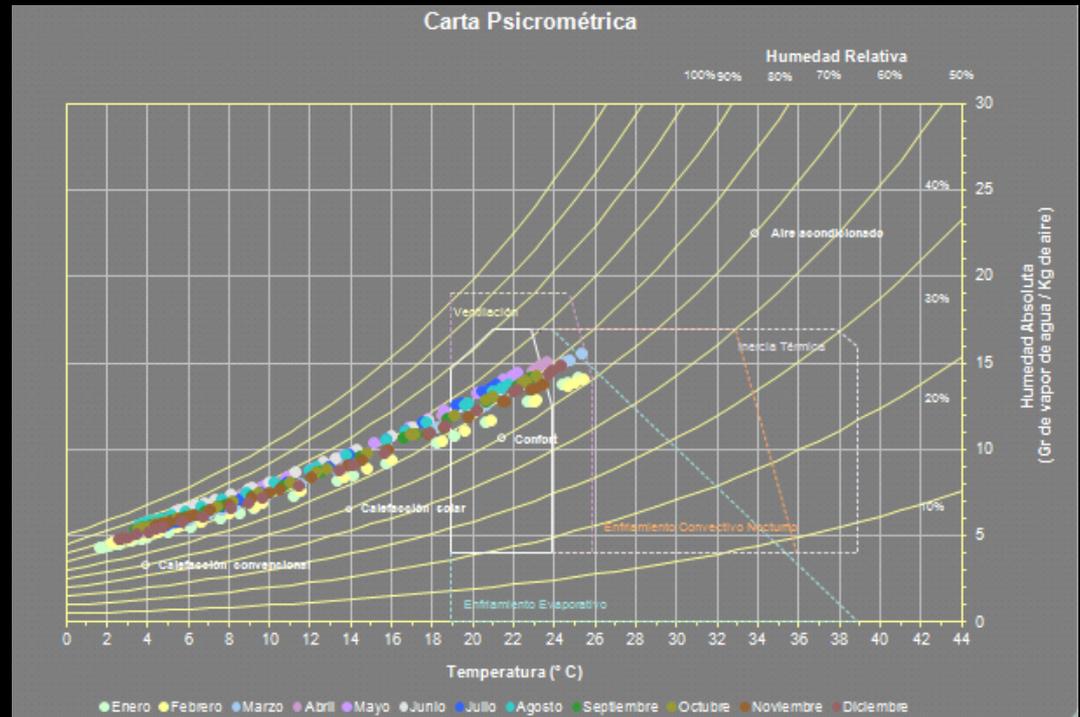
Humedad Relativa: sus límites óptimos se localizan entre 30% a 80%, esto quiere decir que está en la franja de humedad óptima.

Línea de sombra: 18.5° C, es decir 3° C por debajo de la línea de confort del diagrama bioclimático, sin embargo es mitigable fácilmente.

# Bogotá DC – Diagnóstico Bioclimático

## CARTA PSICROMETRICA GIVONI

- En un porcentaje de un **73,6%** las temperaturas están por debajo del rango de confort significando ausencia de calor. El rango de confort oscila entre **18,4°C y 23,9°C**.



Fuente: Procedimiento desarrollado por Dr. Adalberto Tejeda, Universidad Veracruzana. Hoja de cálculo desarrollada por Dr. Gabriel Gómez Azpeitia, Universidad de Colima, México.

### Estrategias de climatización pasivas para confort

Radiación solar + inercia térmica.

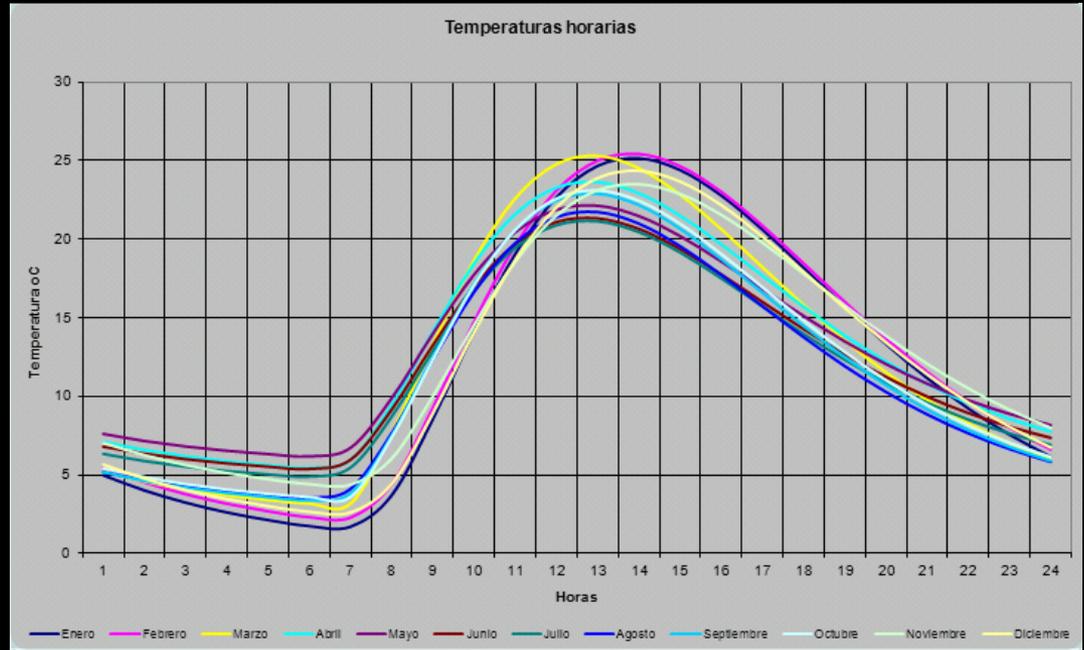
Recursos para diseño: masa térmica y ventilación selectiva.

# Bogotá DC – Diagnóstico Bioclimático

## OSCILACION TERMICA

### Temperaturas:

- Promedio de mínimas:  $3,1^{\circ}\text{C}$
- Promedio:  $13,3^{\circ}\text{C}$
- Promedio de máximas:  $22,4^{\circ}\text{C}$



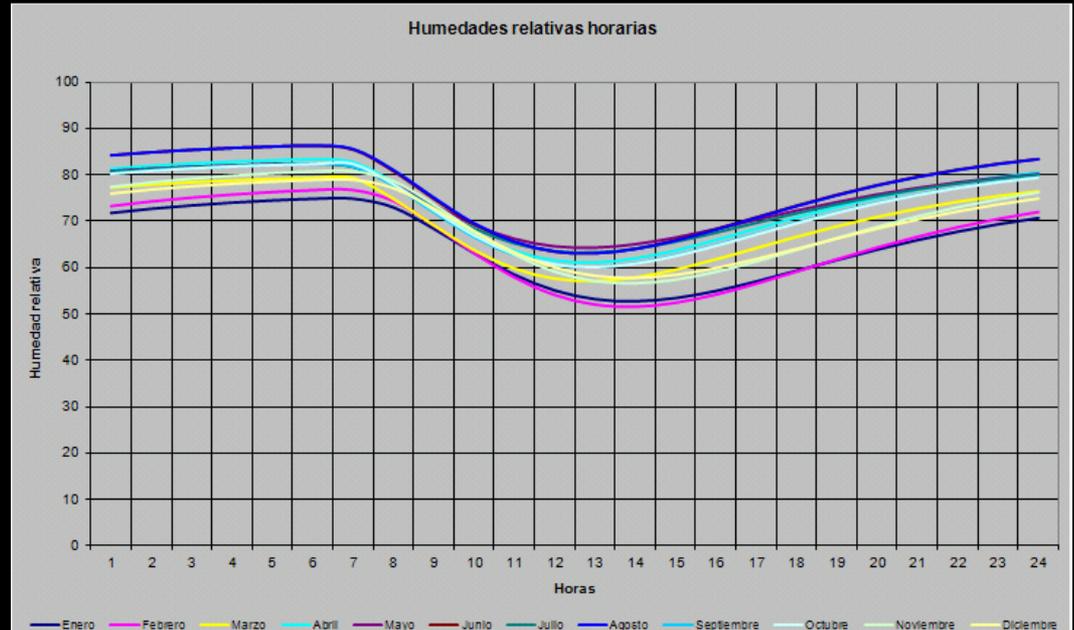
Por su localización cerca al cinturón ecuatorial se produce radiación solar directa la mayor parte del año, lo cual se traduce en oscilaciones hasta de  $19^{\circ}\text{C}$  de temperatura constantes.

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM.

# Bogotá DC – Diagnóstico Bioclimático

- **Precipitación:**
- Total anual 831.4 mm
- Total - Media 40 años - 69.28 mm
- Total en un mes – 2009 - 53.19 mm

## HUMEDAD



Humedad Relativa: 60% a 80%, esto quiere decir que está en la franja de humedad optima. Considerando la altitud en la que se localiza la ciudad, no genera disconfort.

Fuente: Instituto de Hidrología,  
Meteorología y Estudios  
Ambientales IDEAM.

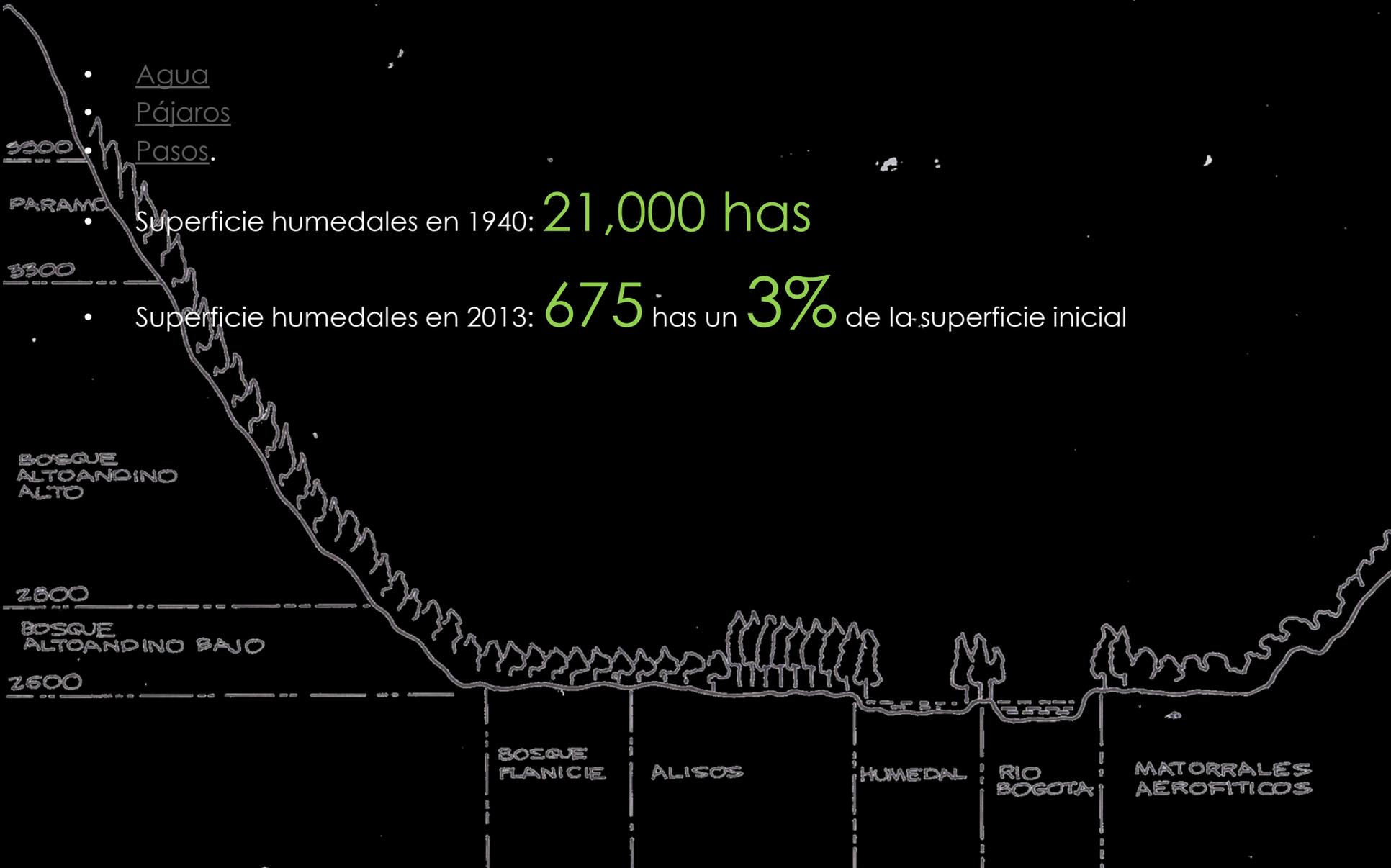
# Bogotá DC – Preexistencias ambientales y urbanas

- Entre **las 11 horas y las 16 horas** hay ganancia térmica.
- 2190 horas de sol /año.

NOVIEMBRE					REQUERIMIENTO SOLAR Y MATERIALES	VIENTO	
	TBS	HR	H ABS				
1	5,43	80,23	6,00	Mayores humedades - Menores Temperaturas: es claro que al amanecer se registran las temperaturas más bajas	CALEFACCION SOLAR	INERCIA TERMICA	PROTECCION DEL VIENTO FRIO
2	4,86	80,88	5,81				
3	4,42	81,38	5,66				
4	4,07	81,78	5,55				
5	3,80	82,08	5,47				
6	3,60	82,31	5,41				
7	3,59	82,33	5,40				
8	7,38	78,00	6,68	TEMPERATURA DE CONFORT entre las 11 am y las 4 pm	CALEFACCION SOLAR	SOMBRA-PROTECCION SOLAR	VENTILACION MEDIANA NATURAL Y SELECTIVA
9	12,33	72,37	8,66				
10	17,07	66,97	10,92				
11	20,60	62,94	12,84				
12	22,58	60,68	14,00				
13	23,10	60,09	14,31				
14	22,45	60,83	13,91				
15	20,99	62,49	13,06	Al atardecer descenden las temperaturas considerablemente, esto por la radiacion directa durante el dia y noches despejadas.	CALEFACCION SOLAR	INERCIA TERMICA	PROTECCION DEL VIENTO FRIO
16	19,06	64,69	11,98				
17	16,94	67,11	10,85				
18	14,82	69,53	9,80				
19	12,82	71,80	8,88				
20	11,03	73,85	8,10				
21	9,46	75,63	7,47				
22	8,14	77,14	6,96				
23	7,04	78,39	6,56				
24	6,15	79,41	6,24				

- Introducción.
- Preexistencias ambientales.
- **Preexistencias urbanas.**
- Diagnostico.
- Desarrollo de los 3 criterios bioclimáticos propuestos.
- Conclusiones.

# Perfil de la Sabana.



# Perfil Ciudad Colonial: Peatonal, plazas y Conventual.

- Caballos.
- Campanas.

- Espacio Peatonal **100%** Superficie blanda **0%**
- Interacción social, protección peatón
- Adapto favorablemente el entorno natural a través de las plazas, patios, solares



# Perfil Republicano: ciudad de caminar, tranvía, coches.

- Tranvía mulas.
- Tren

• Espacio Peatonal **30%** Superficie blanda **0%**

• Espacio vehicular **70%**



# Modernidad: ciudad de avenidas, parques, autobús

- Inicio obra
- Buses

- Espacio Peatonal **25%** Superficie blanda **35%**
- Buen soleamiento por ancho de la vía y el arbolado genera un microclima favorable, protege al peatón de la radiación pero permite su aprovechamiento para las edificaciones.

- Espacio vehicular **40%** para llegar al separador el peatón debe competir con el vehículo.



# Metropolitana: ciudad del automóvil, de la conurbación.

- Ciudad vías circulares – sonido de Avenida.

- Espacio peatonal **10%** Superficie blanda **30%**

- Espacio vehicular **60%**

- Fragmentación Urbana



# Ciudad Tradicional hoy: Perfil Caracas o K 10.

- Sonido K 10

• Espacio peatonal **12%** Superficie blanda **0%**

• Espacio vehicular **88%**

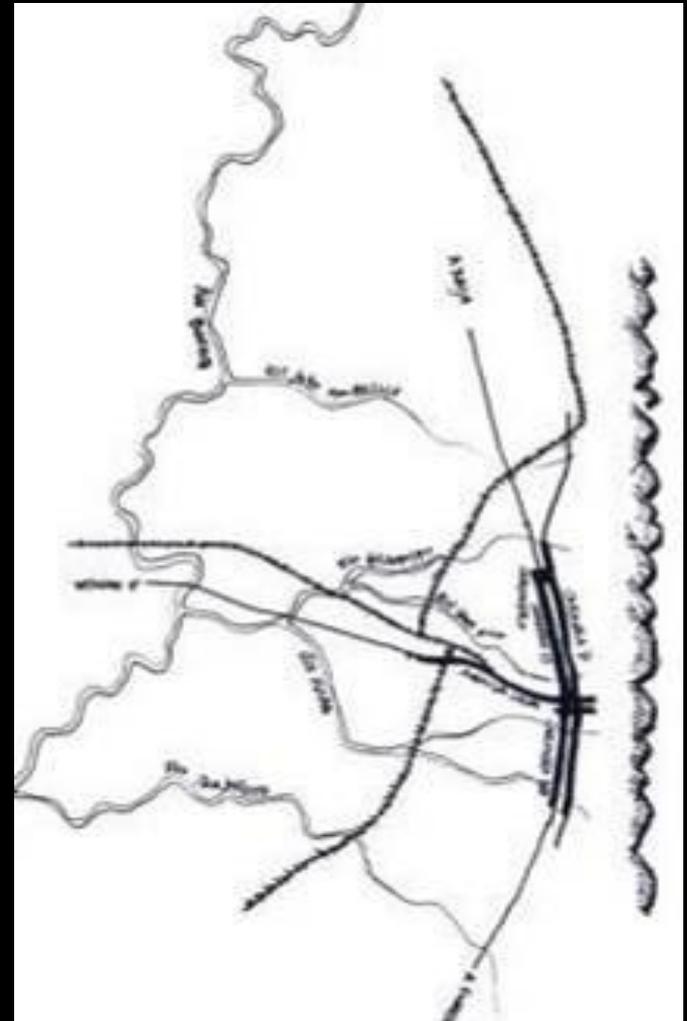
- Fragmentación Urbana y Social.

• Ganancias por soleamiento, aportes internos y flujos de ventilación inadecuados (isla de calor), contaminación acústica, olfativa, visual.

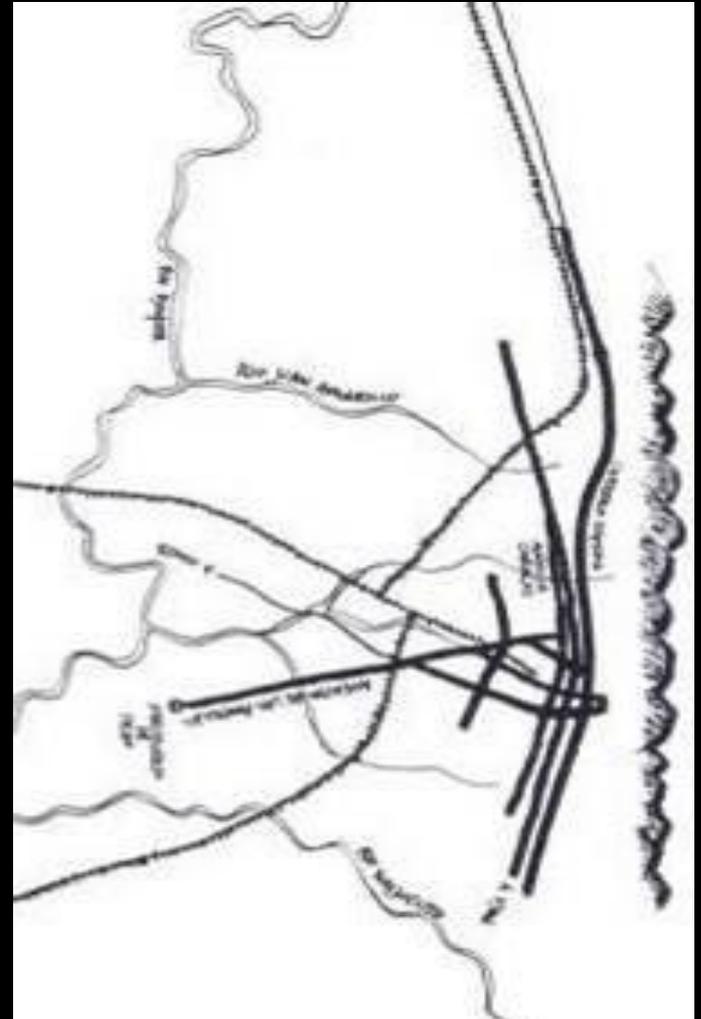




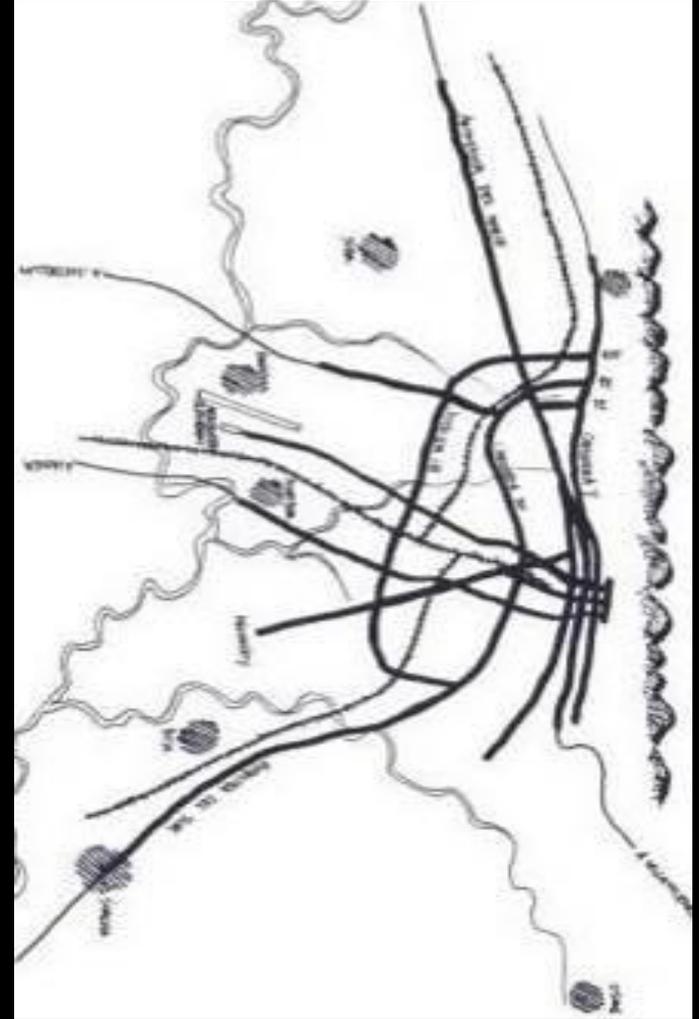
- La ciudad como consecuencia de la construcción de la línea del tranvía hacia Chapinero se expande paralela a los cerros orientales en sentido sur norte.



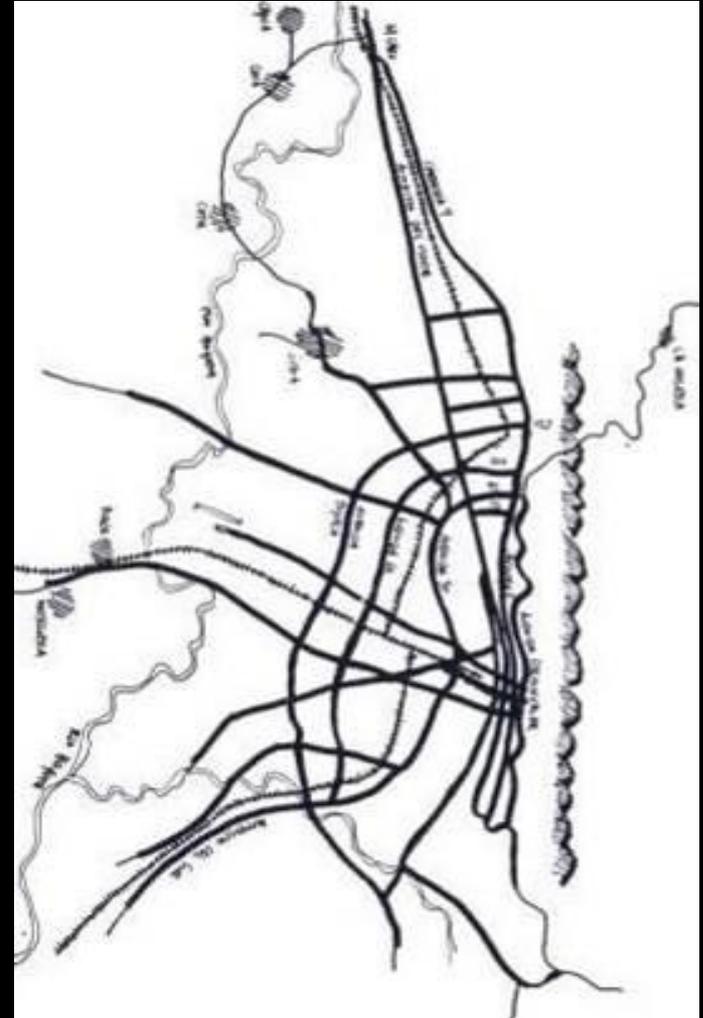
- La Avenida de las Américas genero crecimiento en sentido. este oeste



- El plan piloto de Le Corbusier fue adoptado por el decreto 185 de 1951.



- La planeación de la Ciudad respondió al sistema vial, propuesto en forma de anillos.





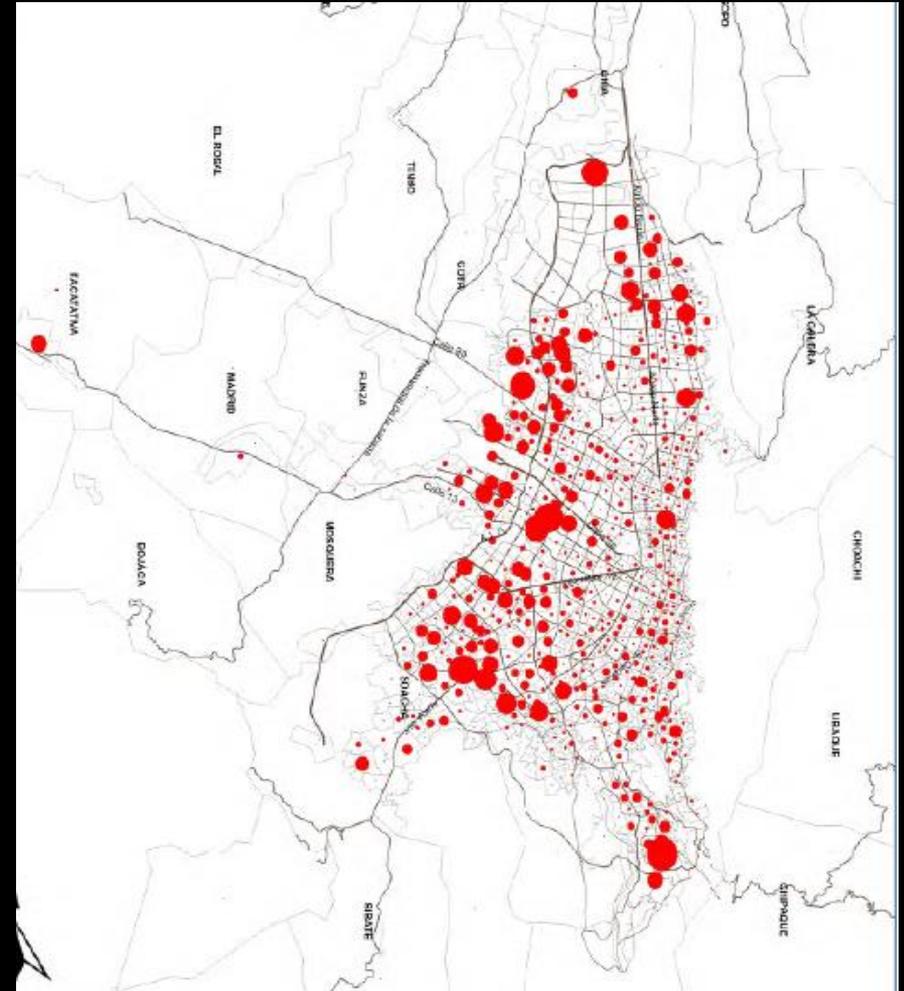
"De pronto comprendimos que ya no era fácil andar con el ritmo de un paseante filosófico por las calles centrales, y que éstas se encontraban llenas de hoyos, de ruidos.... Había que apresurar el paso, seguir en la corriente anónima, disputarse a codazos el sitio en el tranvía, en el autobús, en la cola de los teatros. El tono, el ritmo, la dinámica, el perfil de la ciudad cambió radicalmente. Quedó, más o menos, intacto el paisaje de sus colinas y el de su valle, de su verde sabana, fino, melancólico y austero....". Téllez, H.,  
“

- La ciudad vista desde el cielo" en Colombia país de ciudades, Bogotá, Salvador Camacho Roldán, sin año y sin número de página.

- Introducción.
- Preexistencias ambientales.
- Preexistencias urbanas.
- **Diagnostico.**
- Desarrollo de los 3 criterios bioclimáticos propuestos.
- Conclusiones.

# Movilidad origen de viajes

- Contaminación atmosférica:  
Emisiones de CO2.  
18% a nivel mundial.
- Contaminación auditiva





# Procesos antropogénicos

- Ruptura de la conectividad ecológica



# Procesos antropogénicos

- Ruptura de la conectividad ecológica



# Déficit cualitativo del espacio público

- Ciudad tradicional, **características bioclimáticas favorables**



# Déficit cualitativo del espacio público

- Ciudad tradicional, **características bioclimáticas favorables**



# Déficit cualitativo del espacio público

- La ciudad **metropolitana especializa las funciones.**
- Energías activas y de alta entropía



# Déficit cualitativo del espacio público

- La densidad.
- Acumulación y almacenamiento de calor.
- Reducción de la absorción del suelo y la humedad.
- Baja evaporación, escasa vegetación.

• Energías pasivas y de baja entropía

Energías activas y de alta entropía



# Déficit cualitativo del espacio público

- Invasión del espacio público peatonal por los autos.



# Déficit cualitativo del espacio público

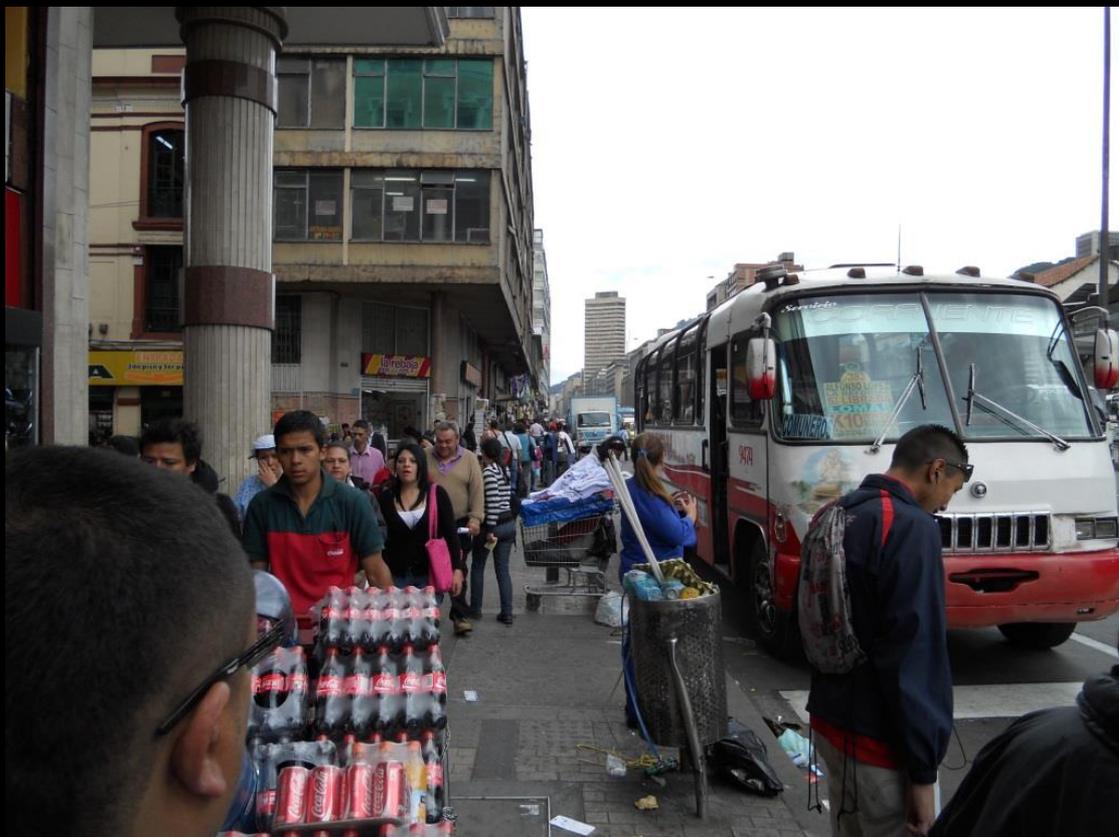
- Sonido K 10
- Espacio peatonal 12%
- Espacio vehicular 88%
  
- Emisiones de CO<sub>2</sub>
- Impacto de la Radiación
- Densidad.
- Acumulación de calor



# Déficit cualitativo del espacio público

- Sonido K 10
- Espacio peatonal 12%
- Espacio vehicular 88%

- Baja velocidad de viento.
- Reducción suelo poroso.
- Contaminación Acústica, Visual .



# Fragmentación Urbana

- Porciones de ciudad, islas (fronteras invisibles).



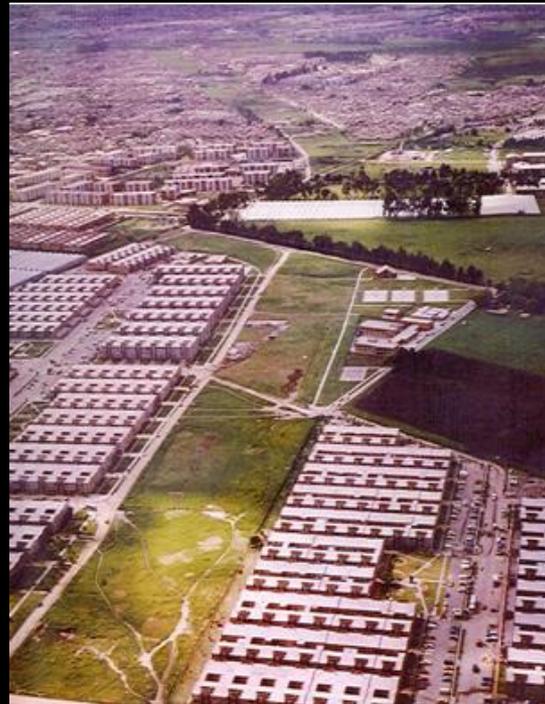
# Fragmentación Urbana y Ambiental

- Fragmentación social



# Fragmentación Urbana y Ambiental

- Fragmentación social



# Desplazamiento de los usos dotacionales

- Ocupación del suelo verde por mayor valor del suelo urbano.
- Emisiones de CO<sub>2</sub>: 14% a nivel mundial



- Suelo urbano saturado al 97%
- La densidad modifica la velocidad de los vientos a nivel peatonal.
- Aumento de la temperatura.



# Deshumanización de la Ciudad

- Fragmentación Social



- **Diagnóstico.**
- Movilidad.
- Ruptura Conectividad ecológica.
- Redes de servicios públicos obsoletas.
- Fragmentación Urbana y Social.
- Desplazamientos usos dotacionales..
- Déficit cualitativo y cuantitativo espacio exterior.

- Introducción.
- Preexistencias ambientales.
- Preexistencias urbanas.
- Diagnostico.
- Desarrollo de los 3 criterios bioclimáticos propuestos.
- Conclusiones.

# Criterios Bioclimáticos para la Renovación Urbana de Bogotá

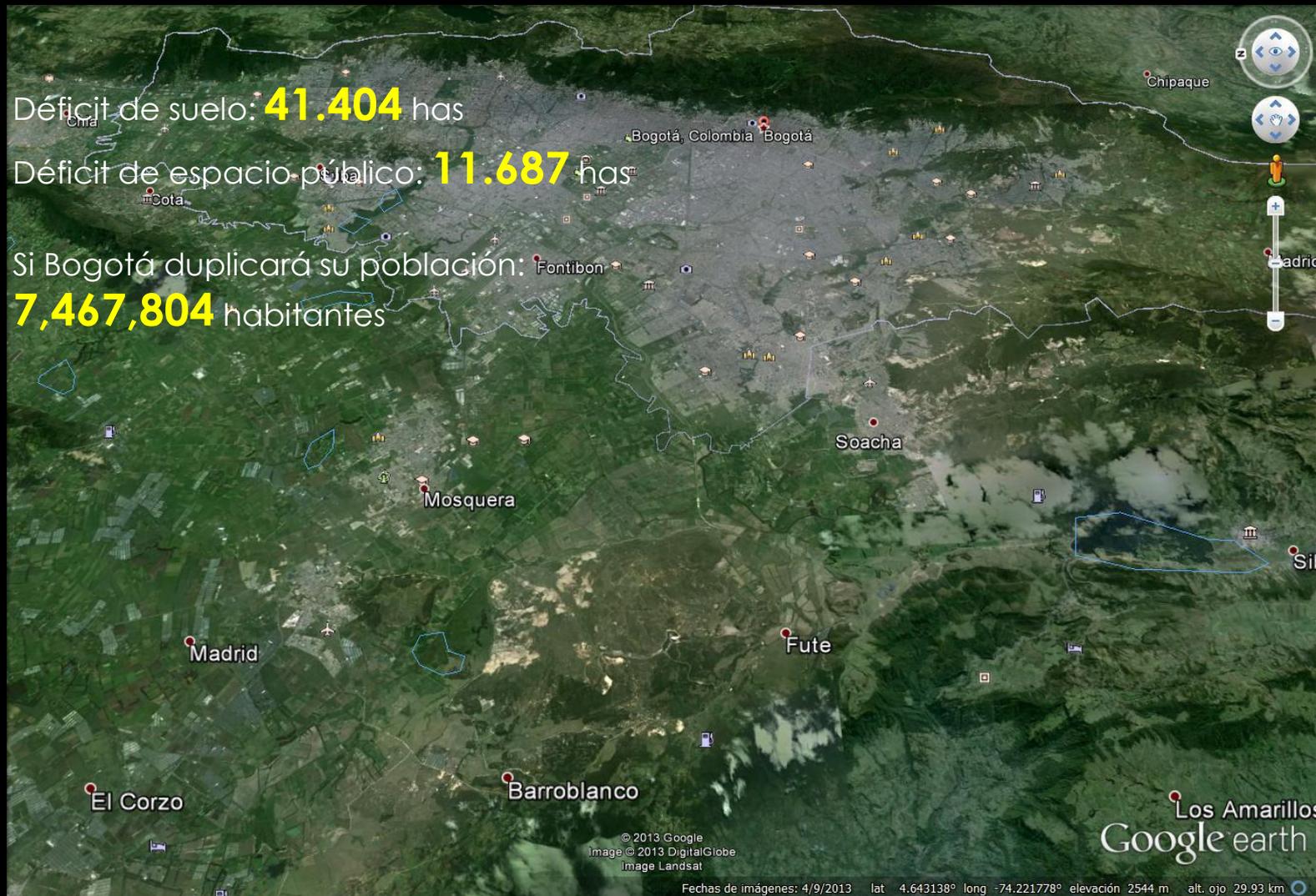
---

Estos **tres** criterios son:

1. Ciudad Compacta y resiliente, **entorno natural**
2. Infraestructura Tridimensional, **soporte para la vida**
3. Plataformas y torres, **confort térmico**

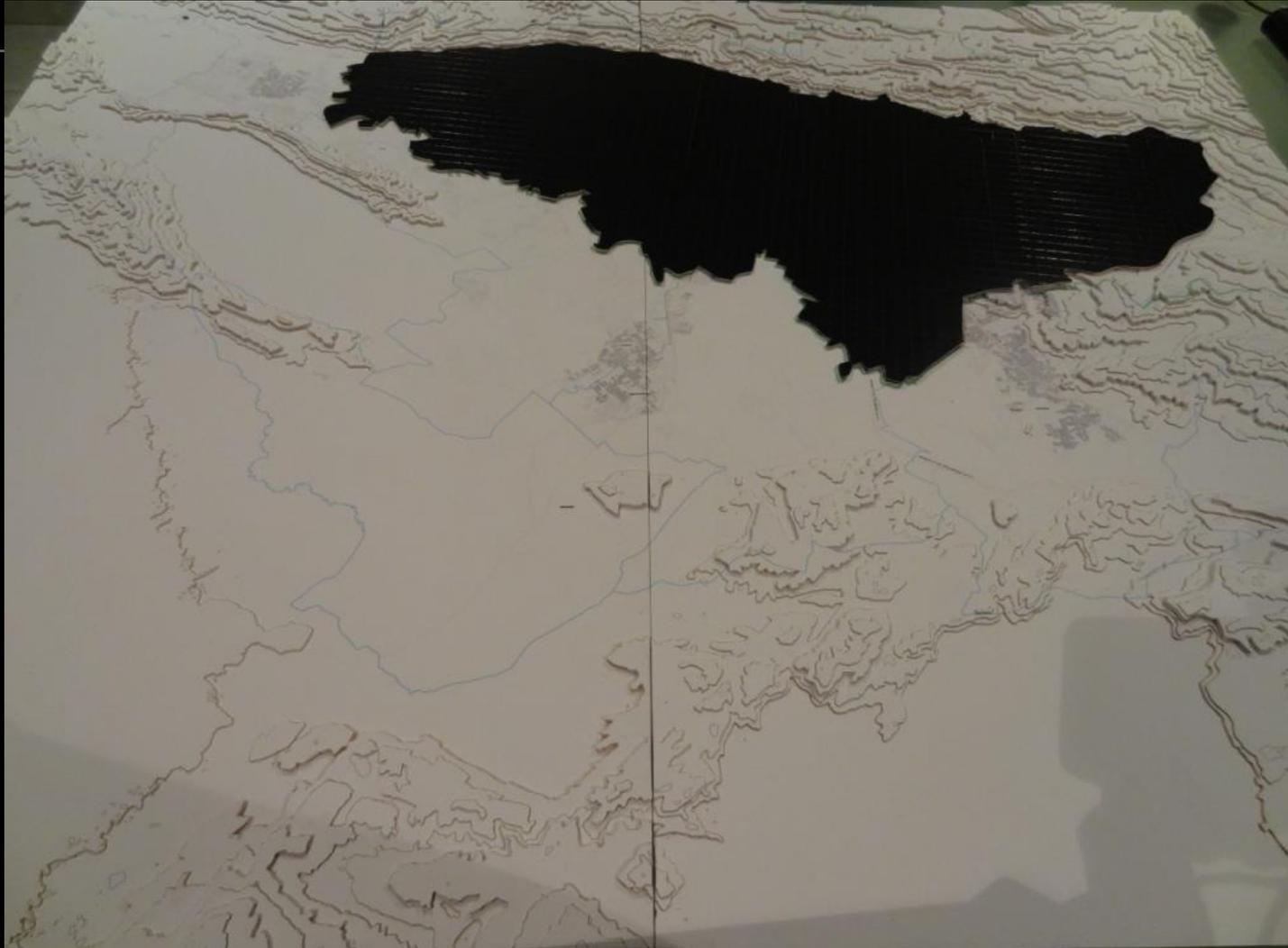
# 1. Ciudad Compacta y resiliente, entorno natural

- Déficit de suelo: **41.404** has
- Déficit de espacio público: **11.687** has
- Si Bogotá duplicará su población: **7,467,804** habitantes



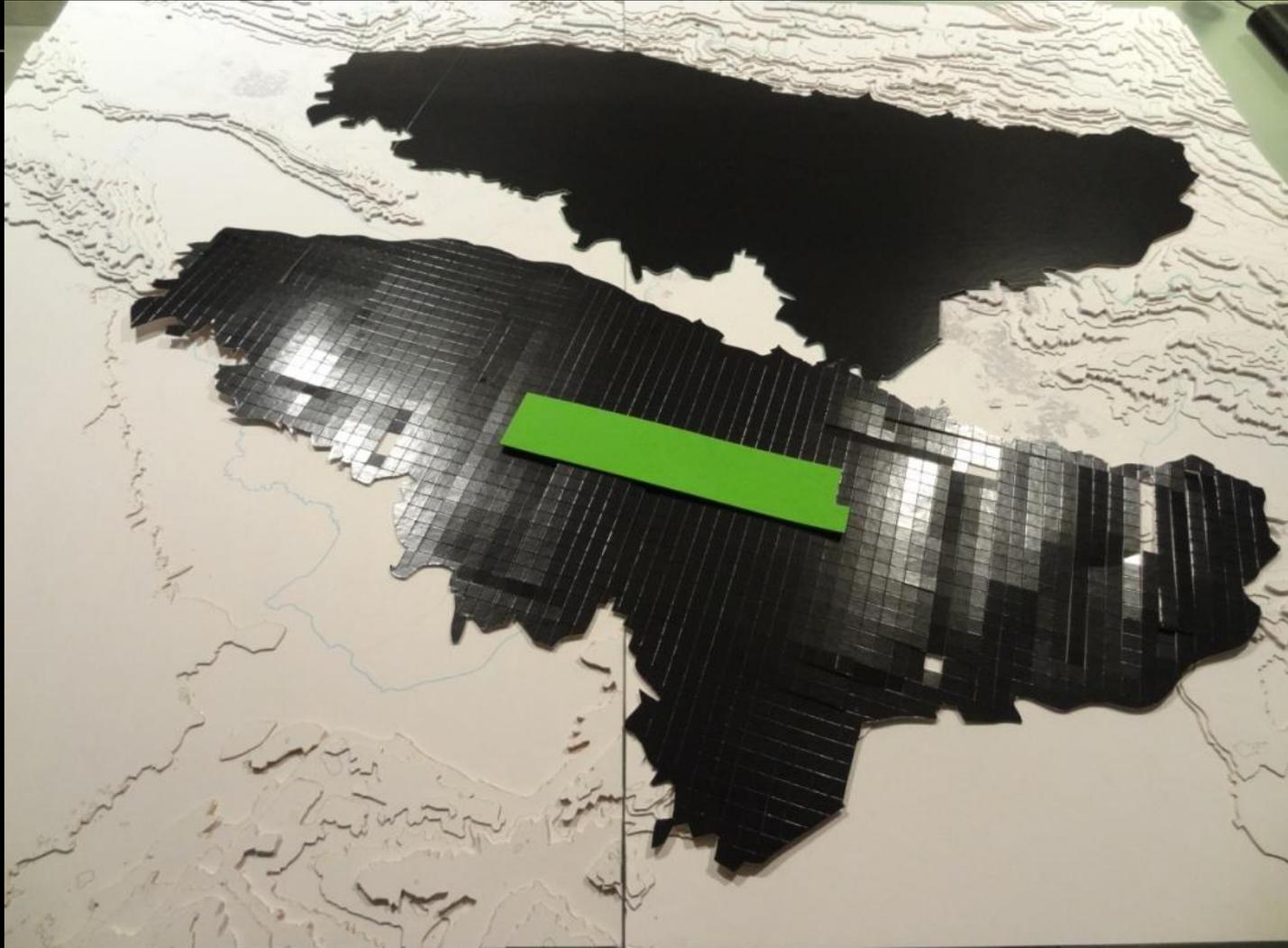
# Bogotá DC 2013 – 41.404 hectáreas

- Fotos



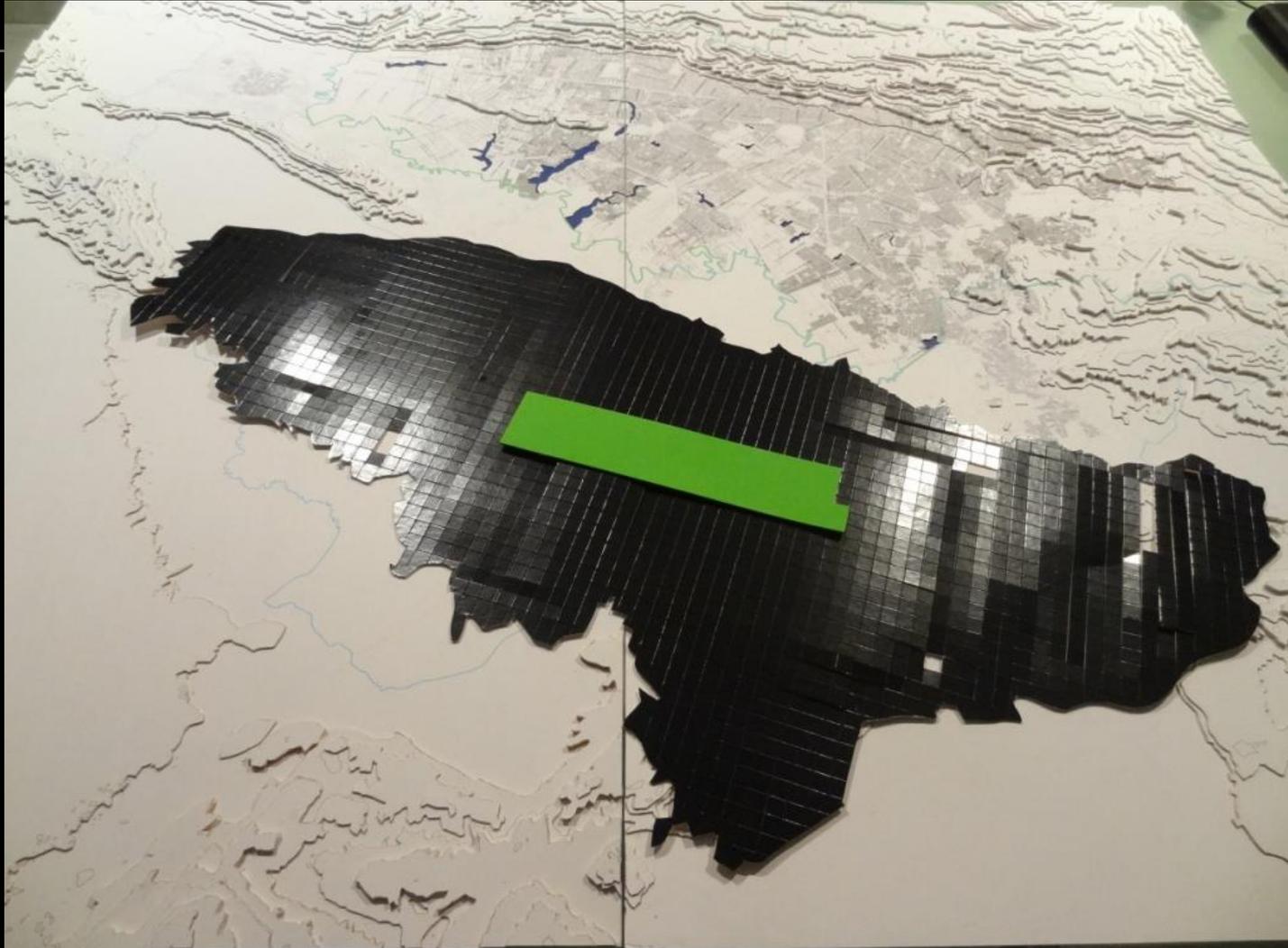
Duplicar la superficie construida, 41.404 has

- Fotos



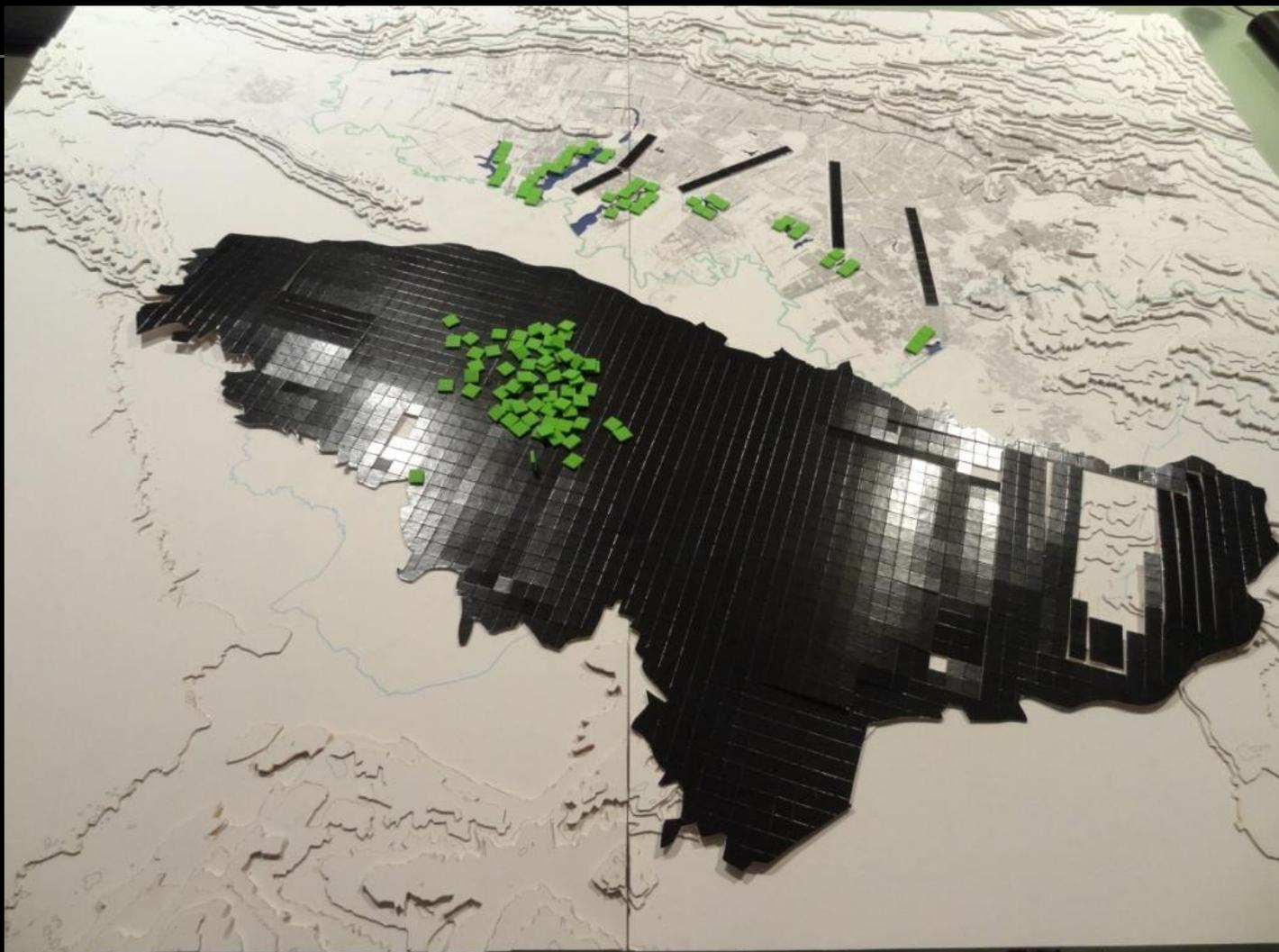
+ 3,000 hectáreas Verdes

• Fotos



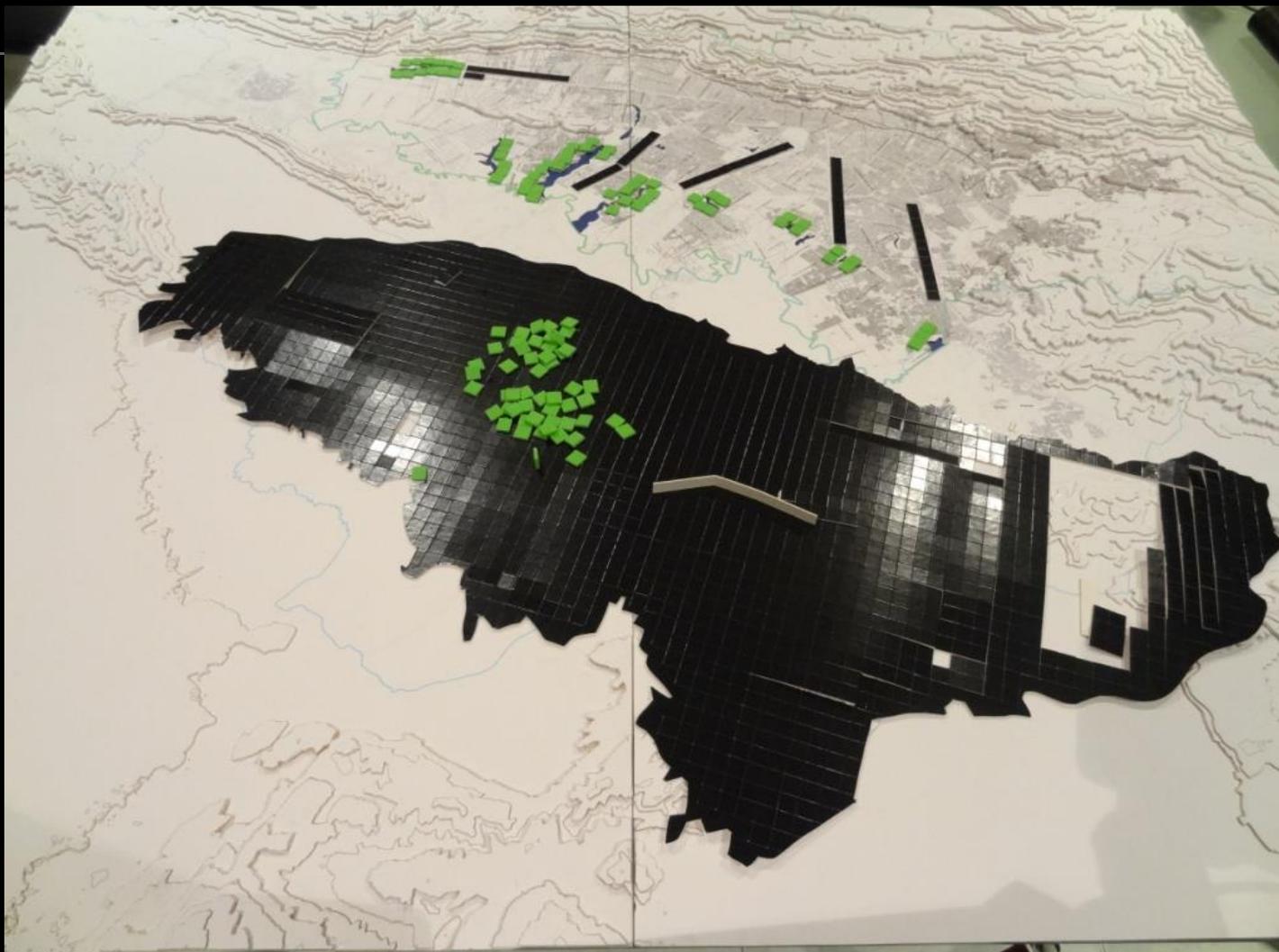
# Recuperar humedales y cuencas

- Fotos



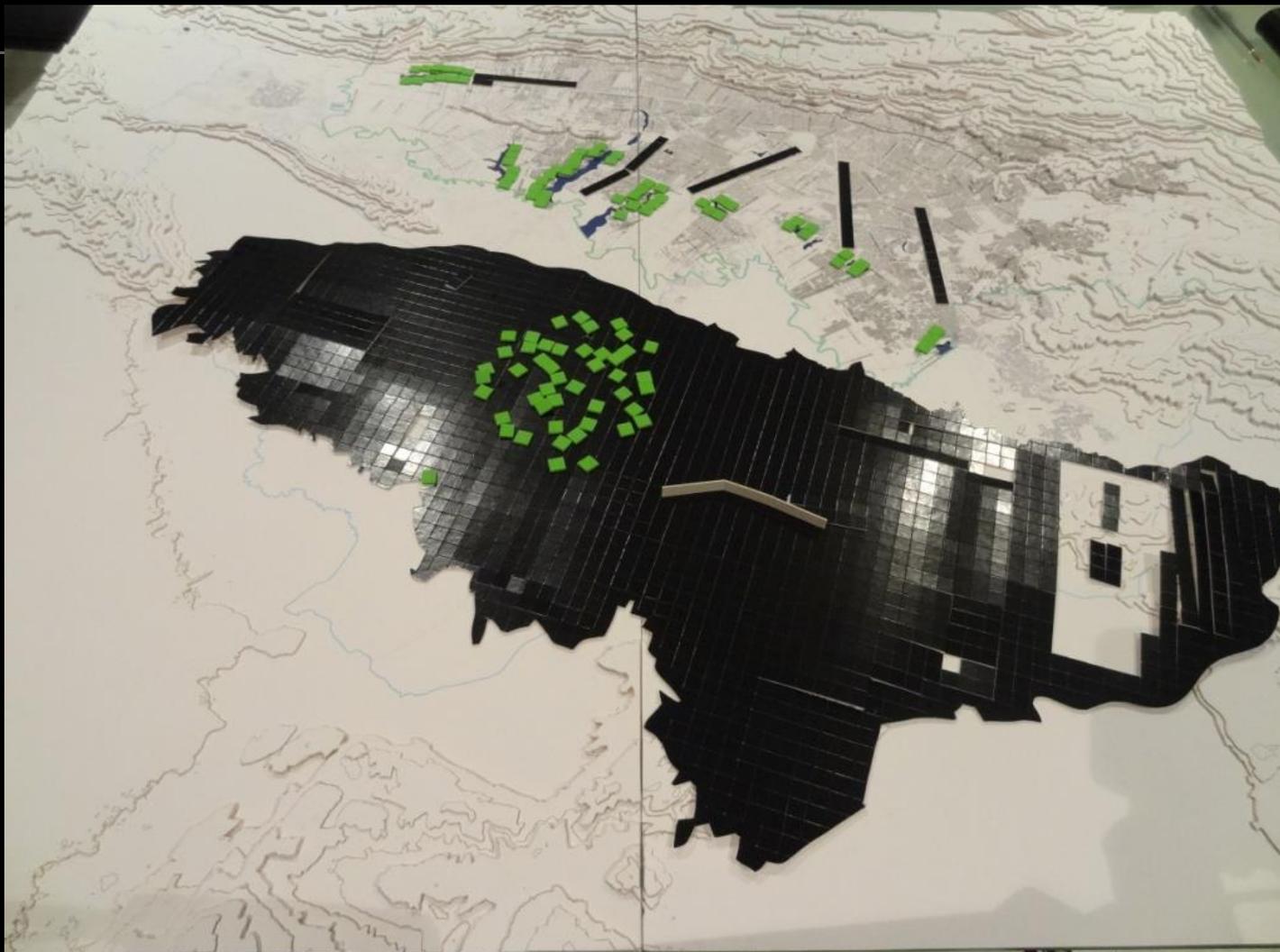
# Recuperar humedales y cuencas

- Fotos



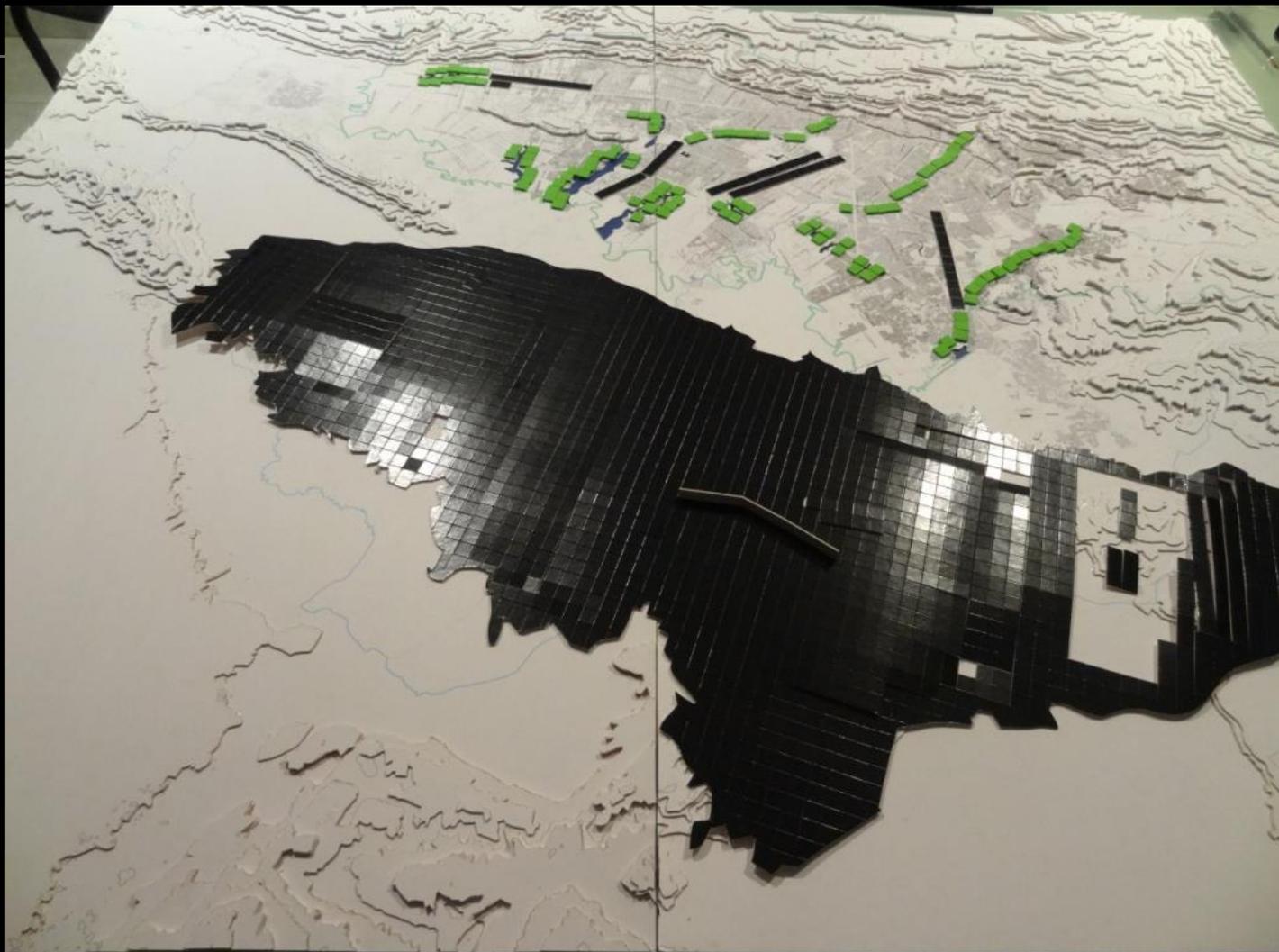
# Recuperar humedales y cuencas

- Fotos



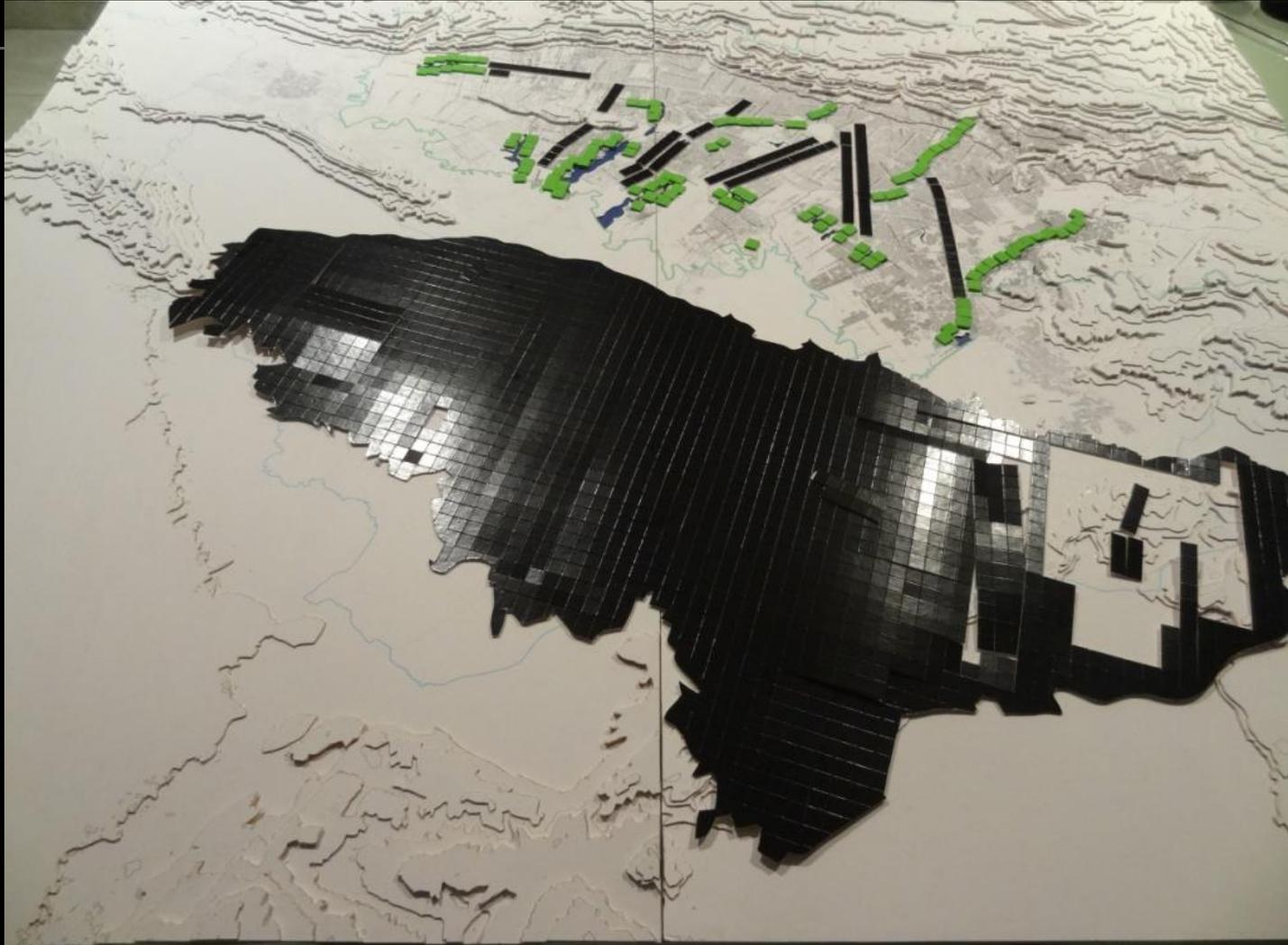
# Recuperar humedales y cuencas

- Fotos



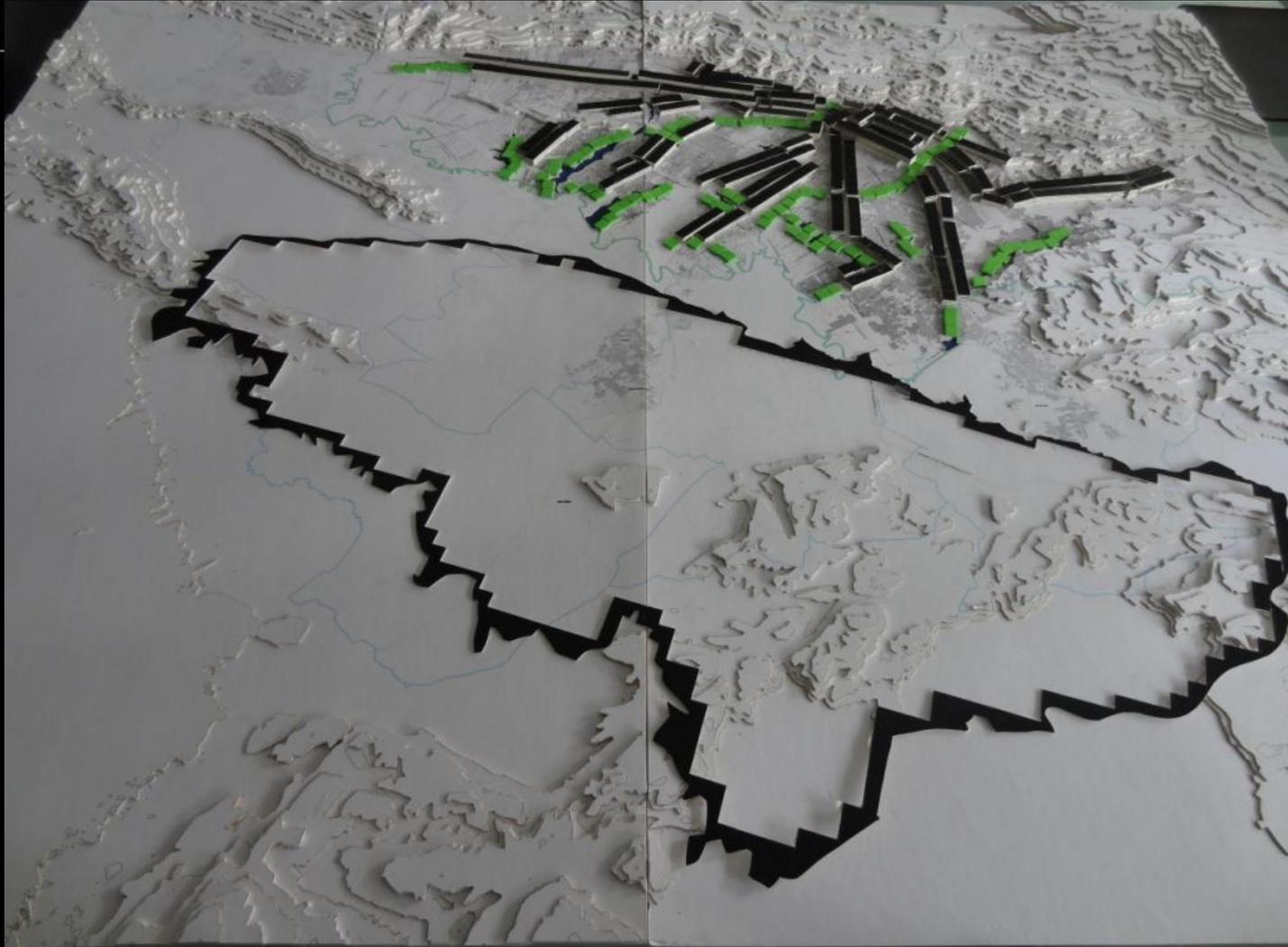
# Modelo de Ciudad Compacta: crecimiento sobre troncales de movilidad.

- Fotos



# Crecimiento vertical en 9,000 has – borde troncales

- Fotos



# Crecimiento horizontal

- Fotos



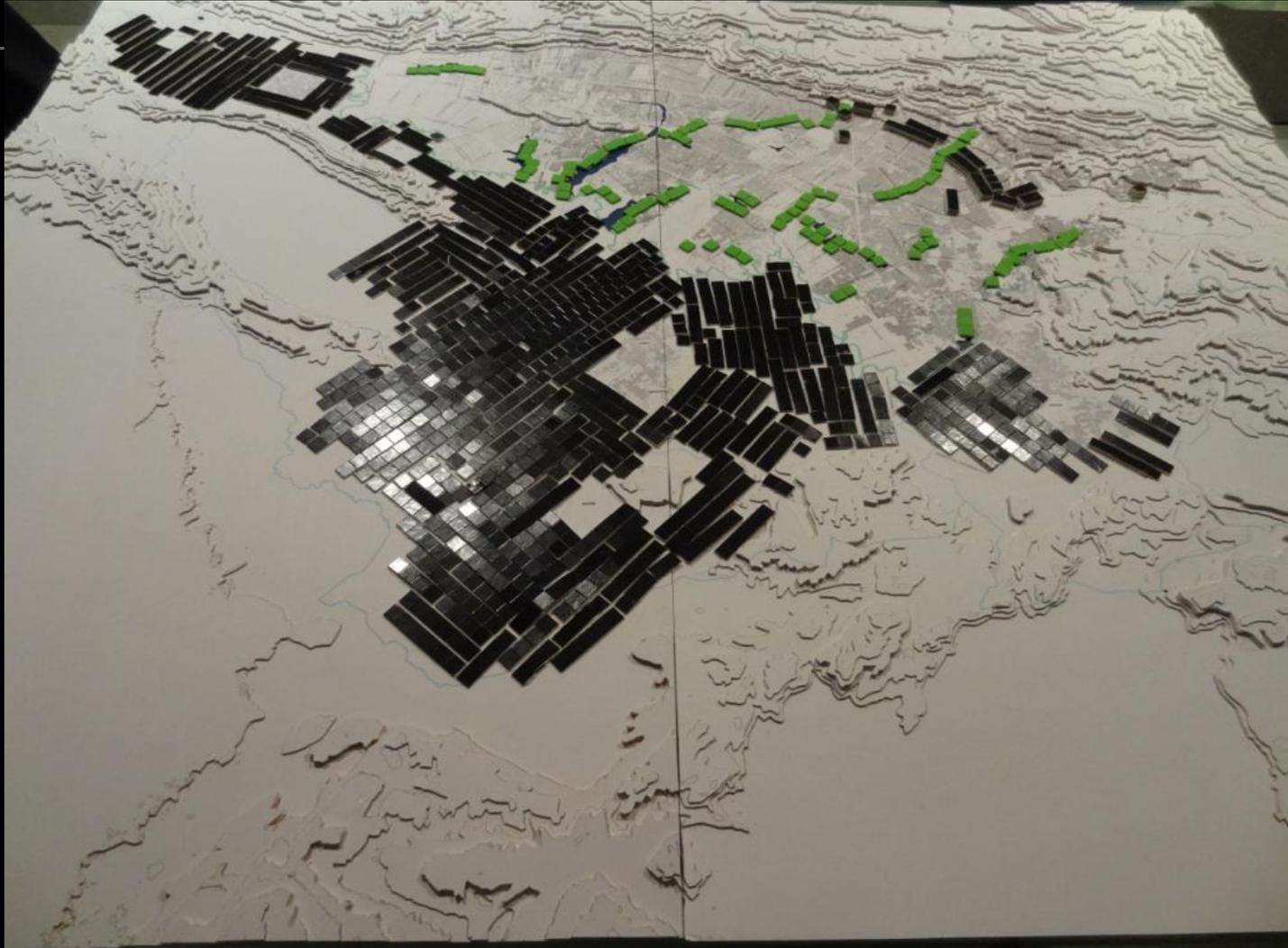
# Crecimiento horizontal

- Fotos



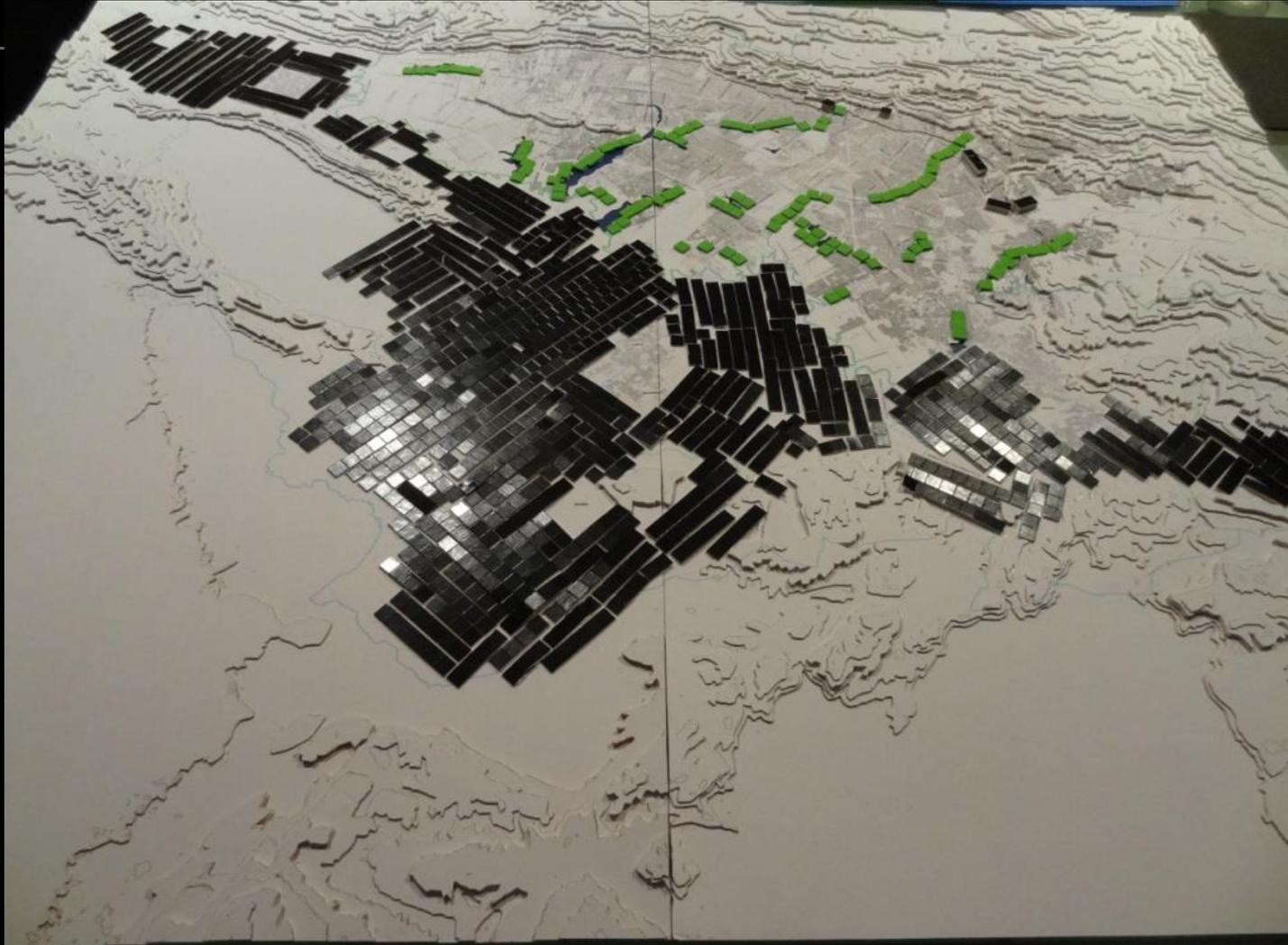
# Crecimiento horizontal

- Fotos

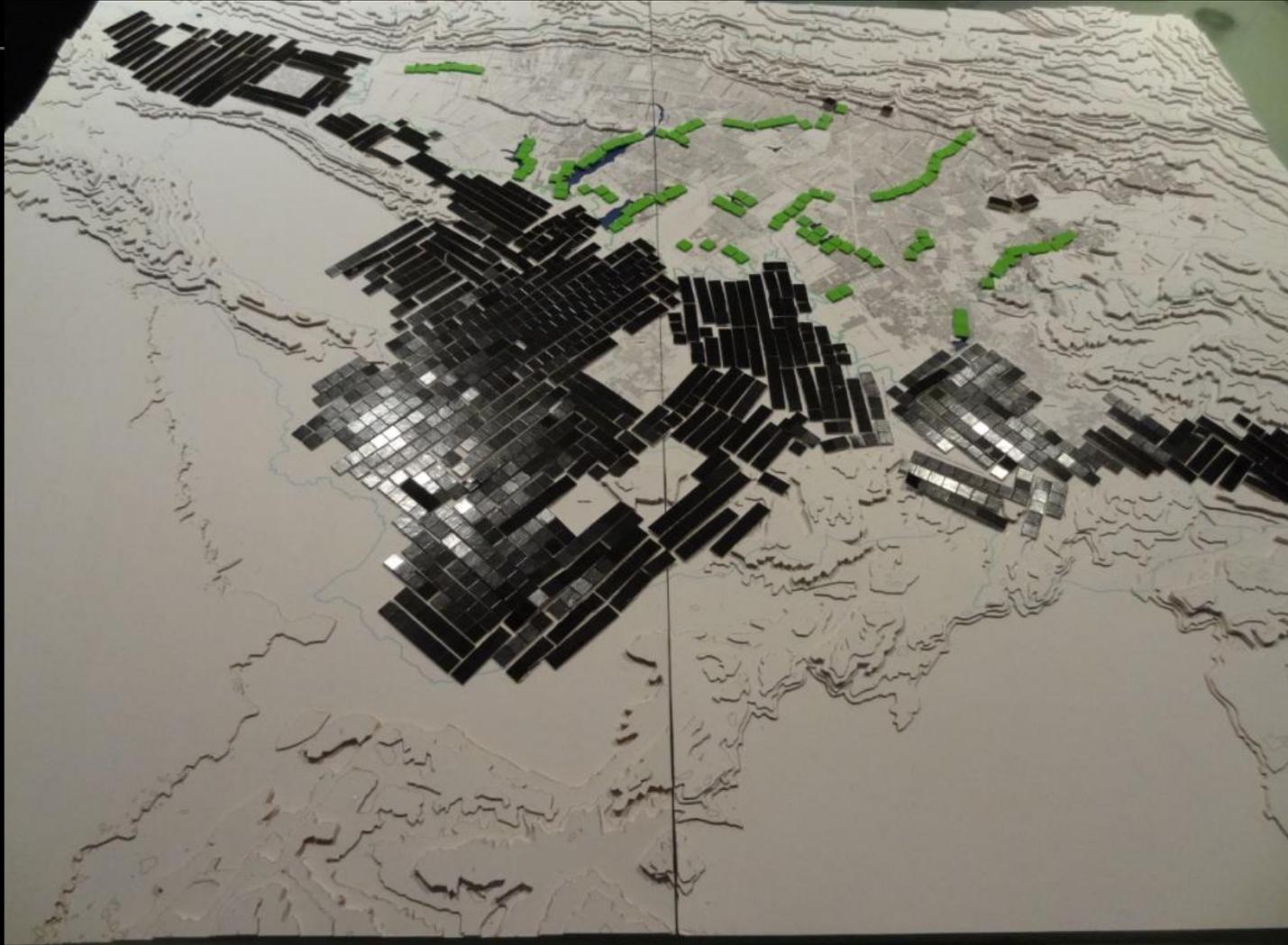


# Crecimiento horizontal

- Fotos



- Fotos



- Fotos



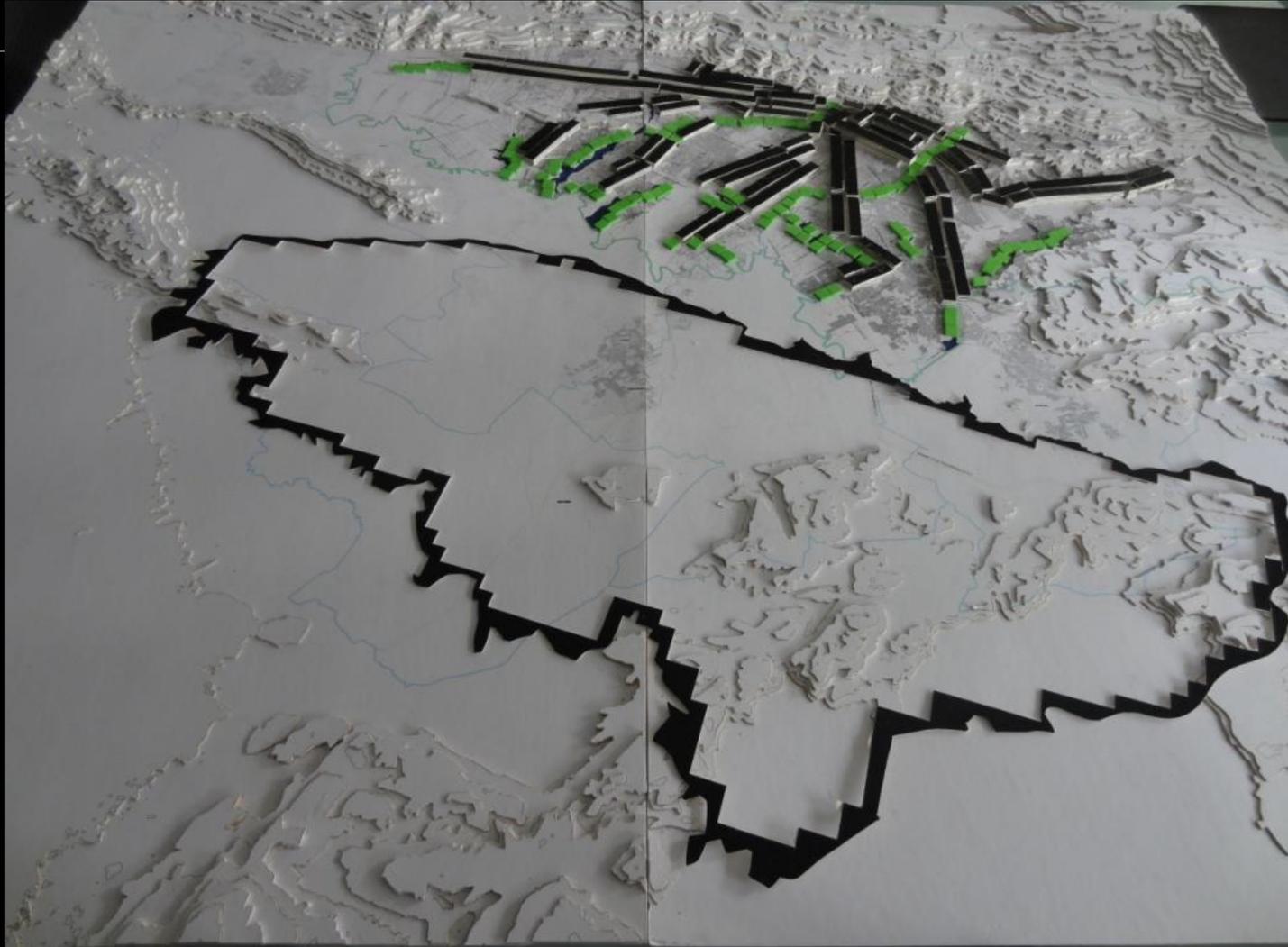
Crecimiento horizontal = renovar + extender infraestructura, ó.

- Fotos



# Crecimiento vertical y multiplicación del espacio público

- Fotos



# Resumen 1. Ciudad Compacta y resiliente, entorno natural

---

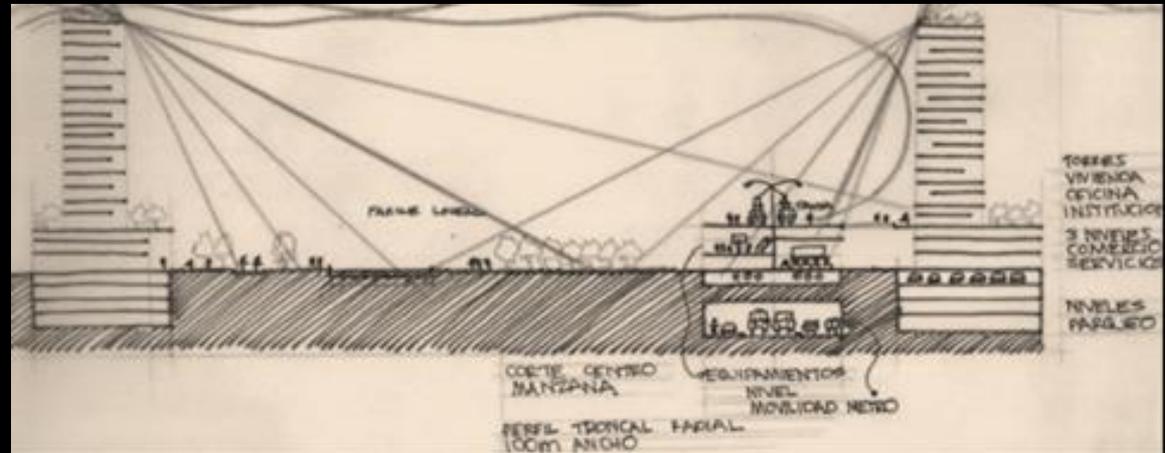
- Que pasa con el espacio público?

# Maqueta 2. Perfil Ambiental Ciudad Región – ancho 100 metros + 3 manzanas a eje vial



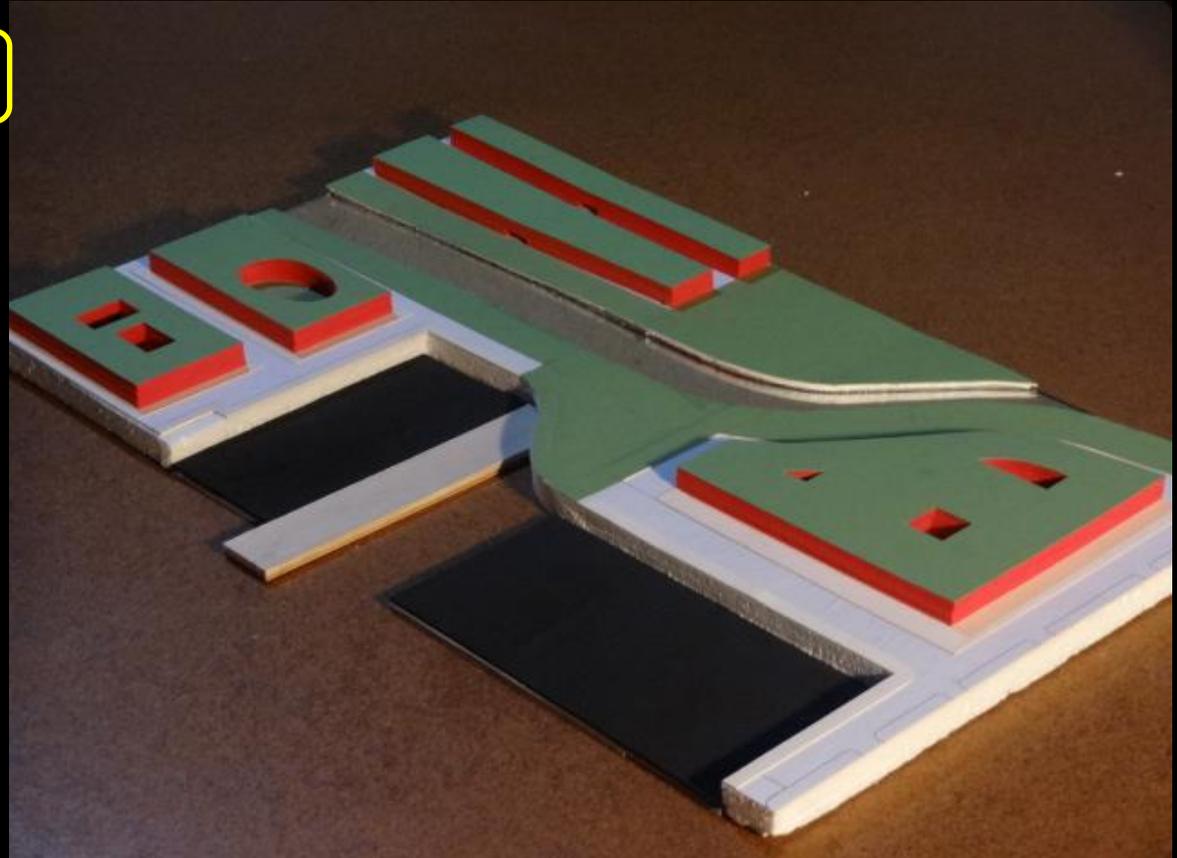
Autopista Norte con Calle 112

- Un gran Parque Lineal



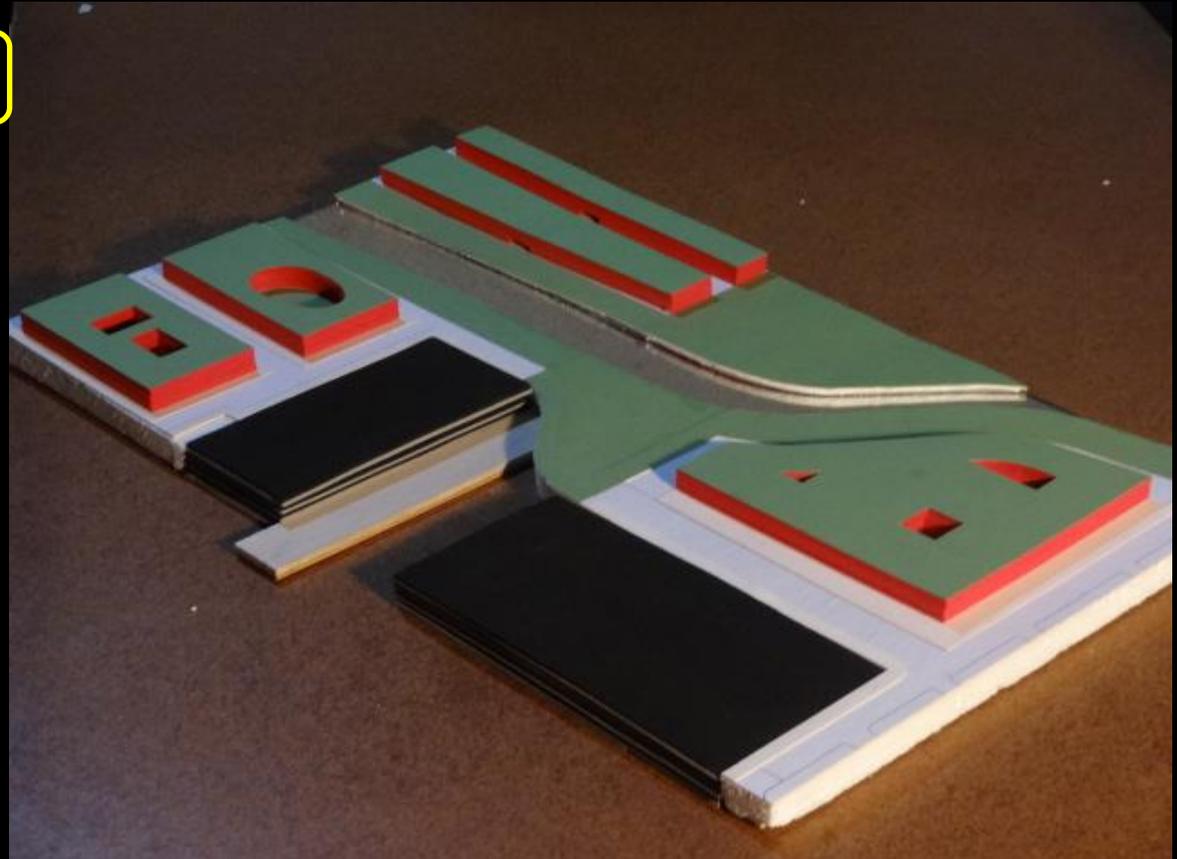
# Nivel SUBTERRÁNEO movilidad y parqueo , reducción contaminación por emisión, acústica y visual.

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



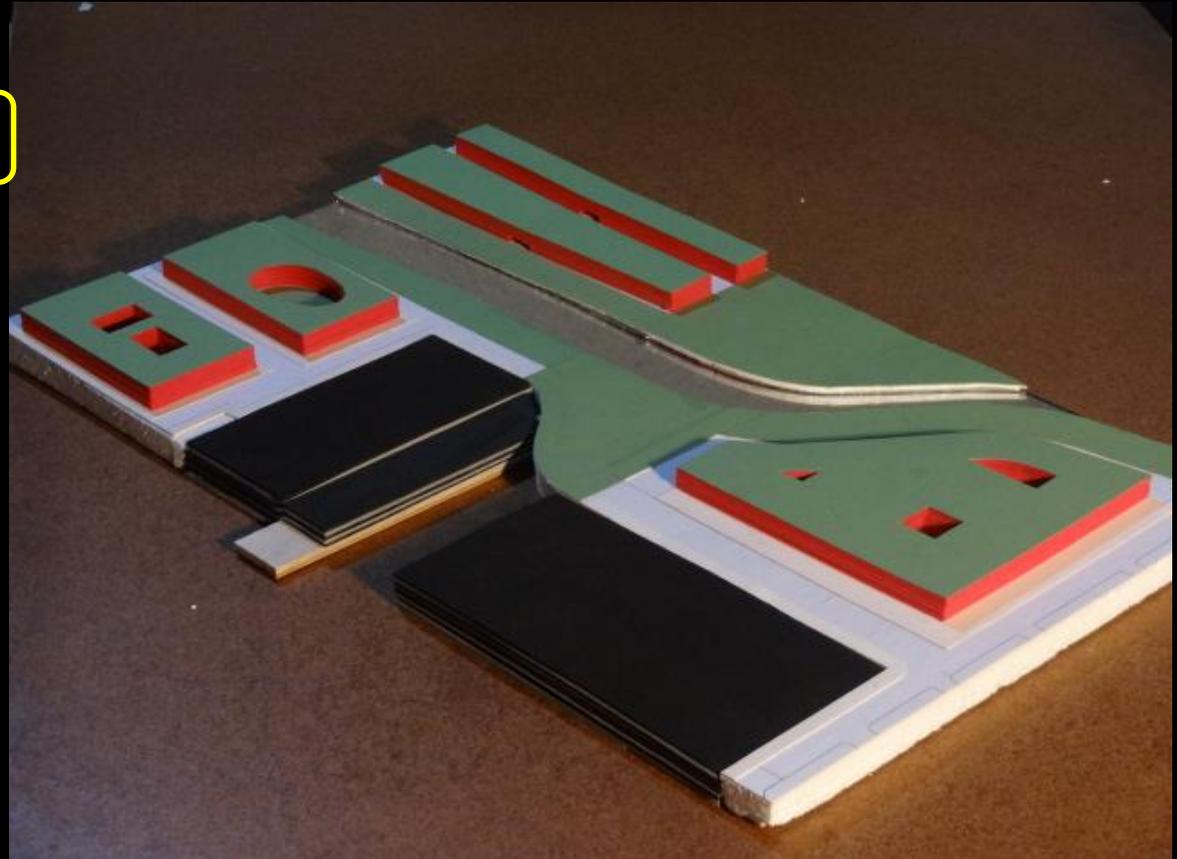
# Nivel SUBTERRÁNEO movilidad vehicular, línea metro y nivel parqueo

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



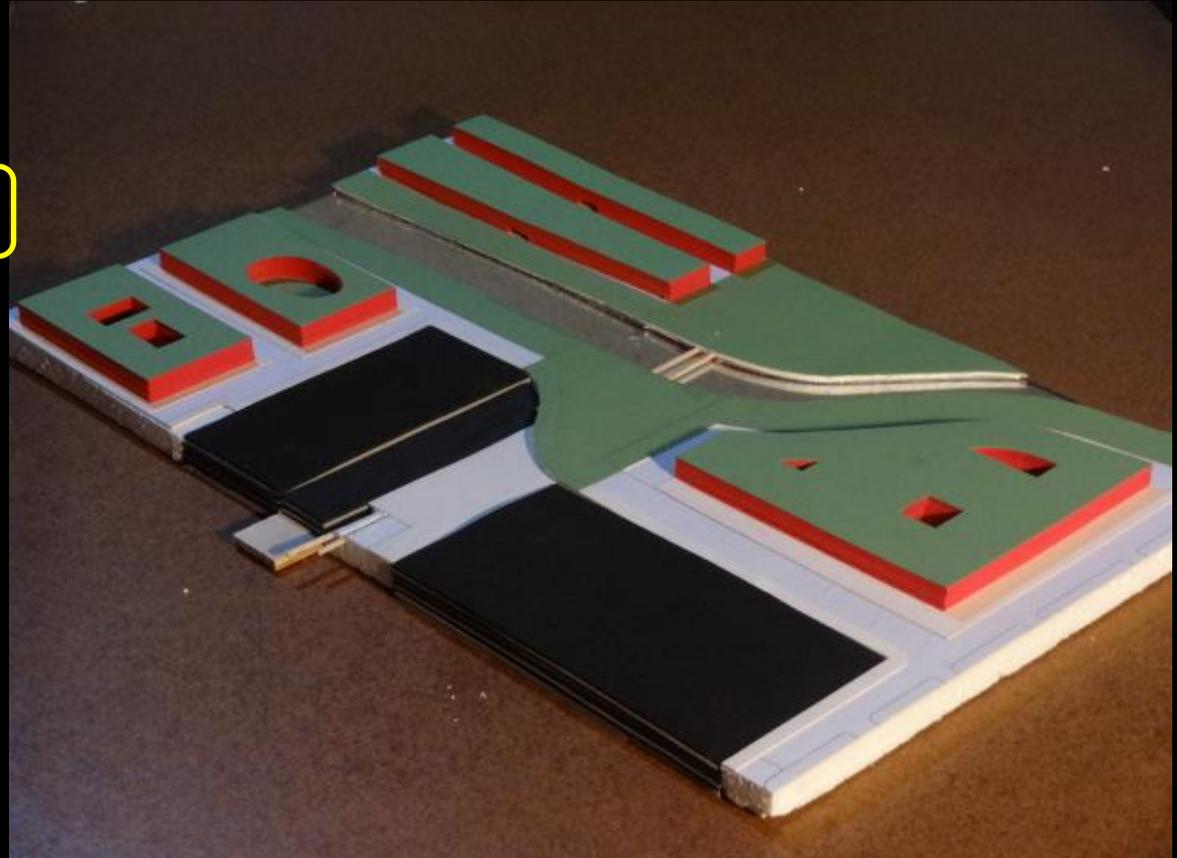
# Nivel SUBTERRÁNEO canales de agua

- Movilidad.
- **Conectividad ecológica.**
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- **Cantidad y calidad de espacio para el peatón.**
- Generación de nuevo suelo urbano.



# Nivel SUBTERRÁNEO redes servicios públicos

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



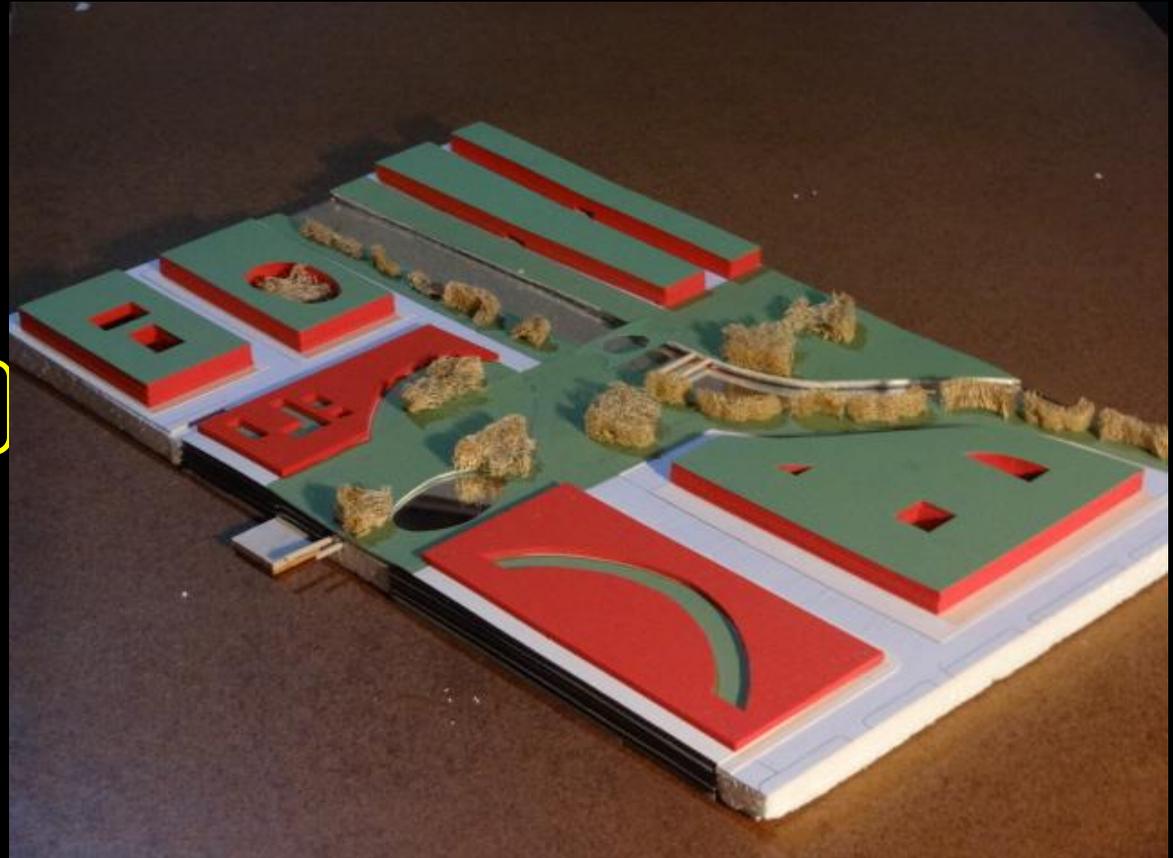
## Resumen 2, Infraestructura Tridimensional, soporte para la vida

---

- Bajas emisiones
- Conectividad ecológica

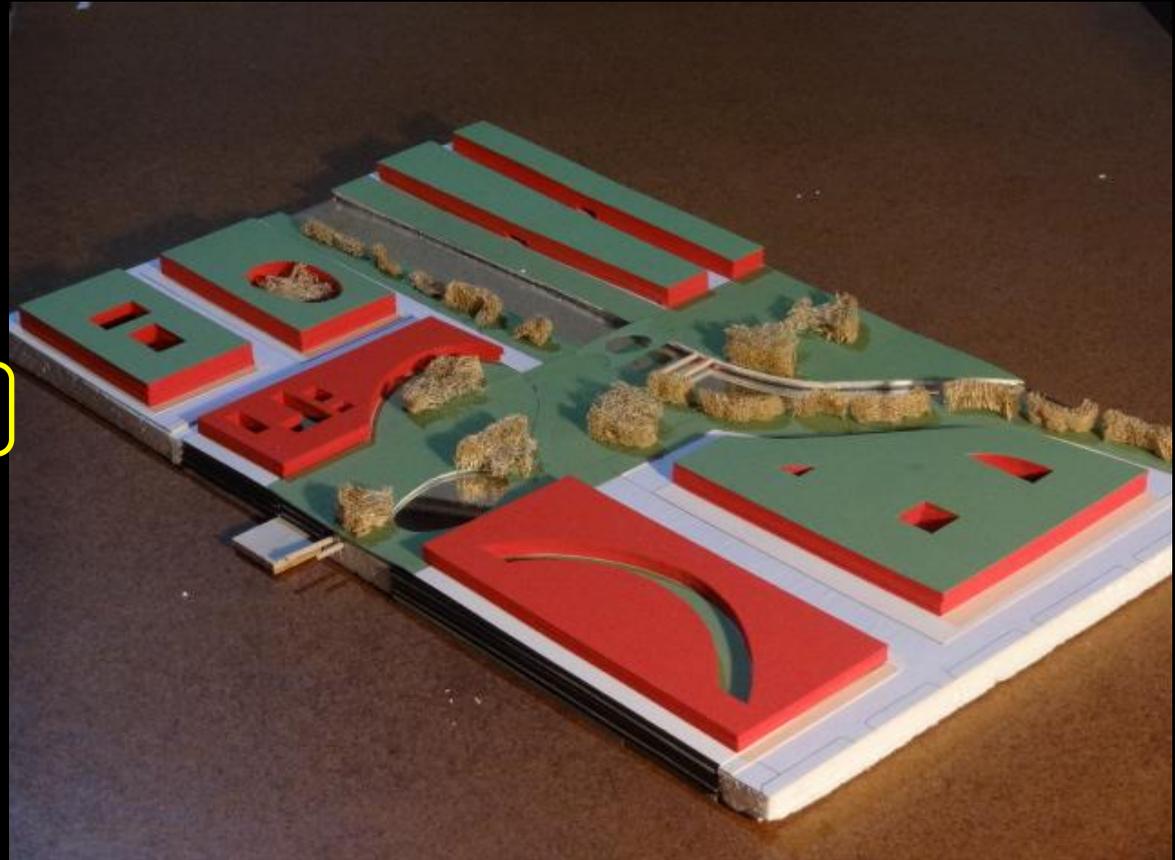
# 1er. Nivel comercial SOBRE RASANTE

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



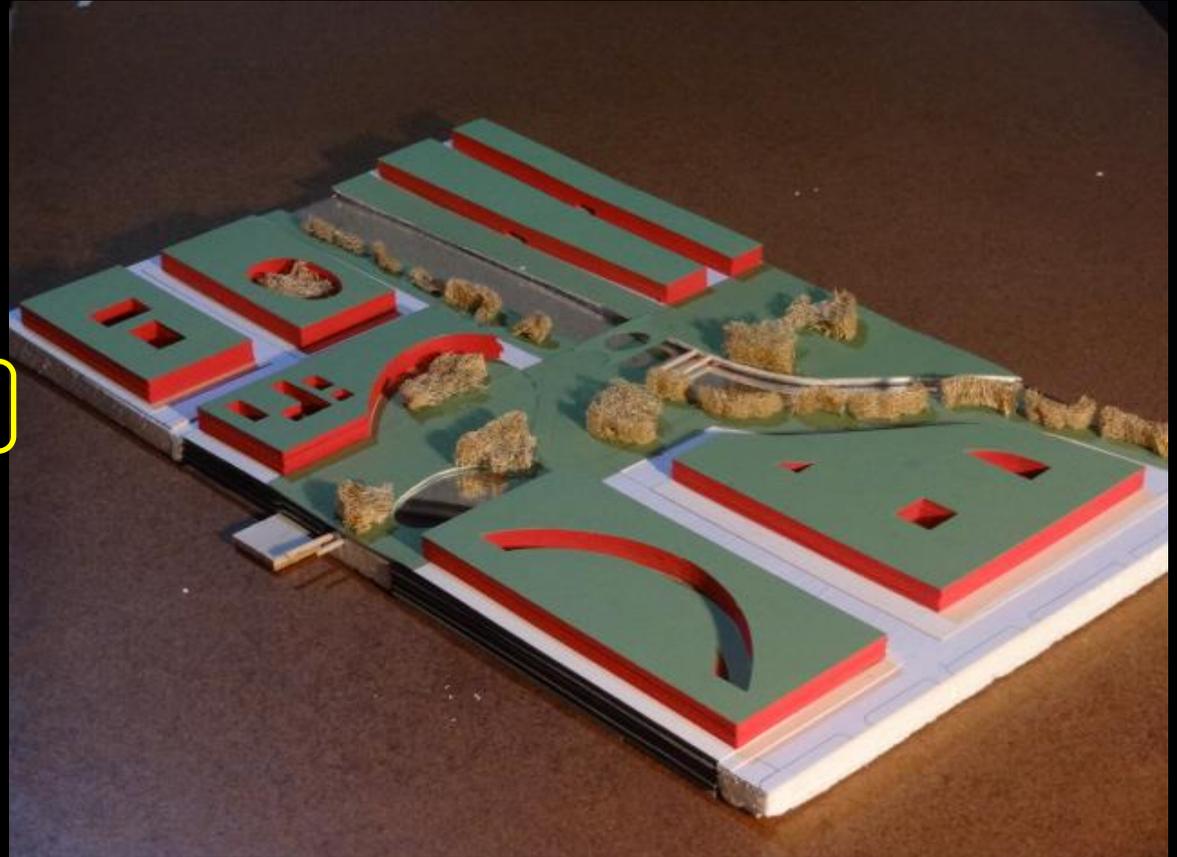
## 2do. Nivel comercial SOBRE RASANTE

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



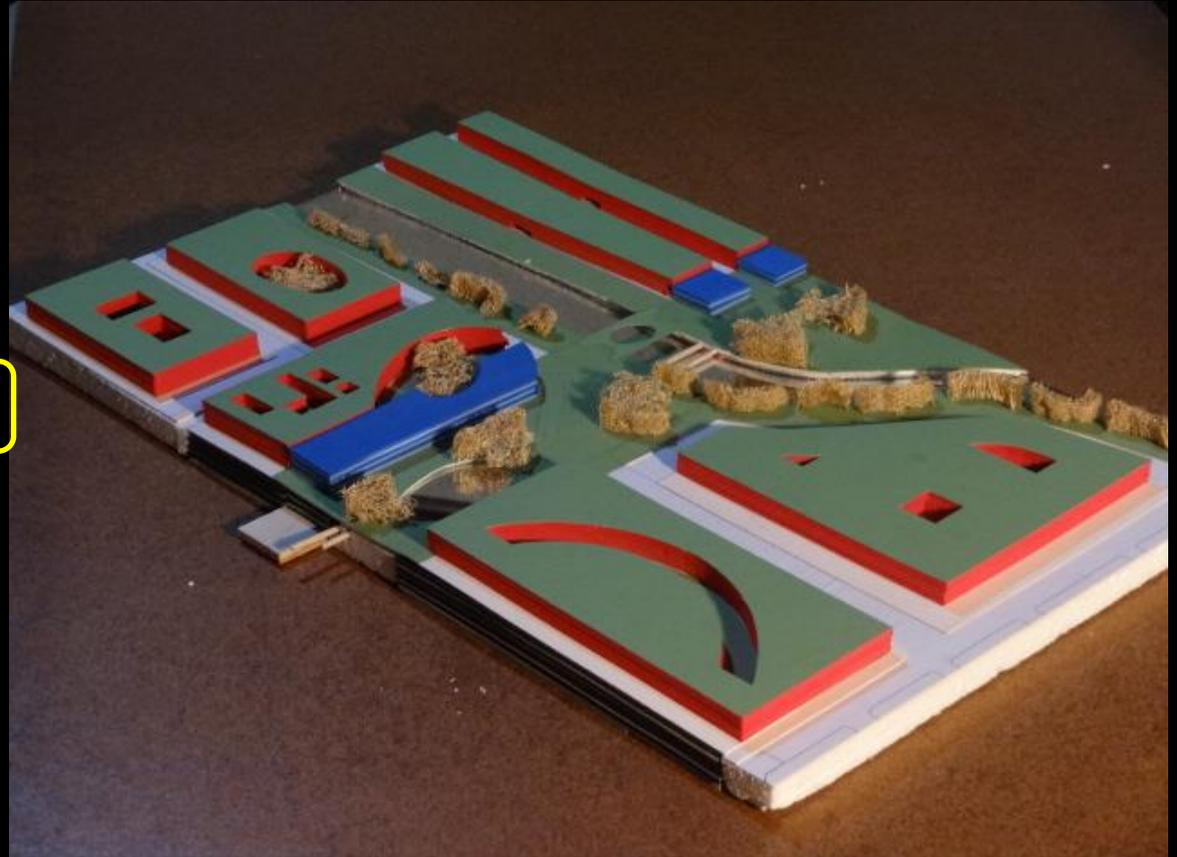
# 3er. Nivel comercial SOBRE RASANTE, espacios intermedios

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano



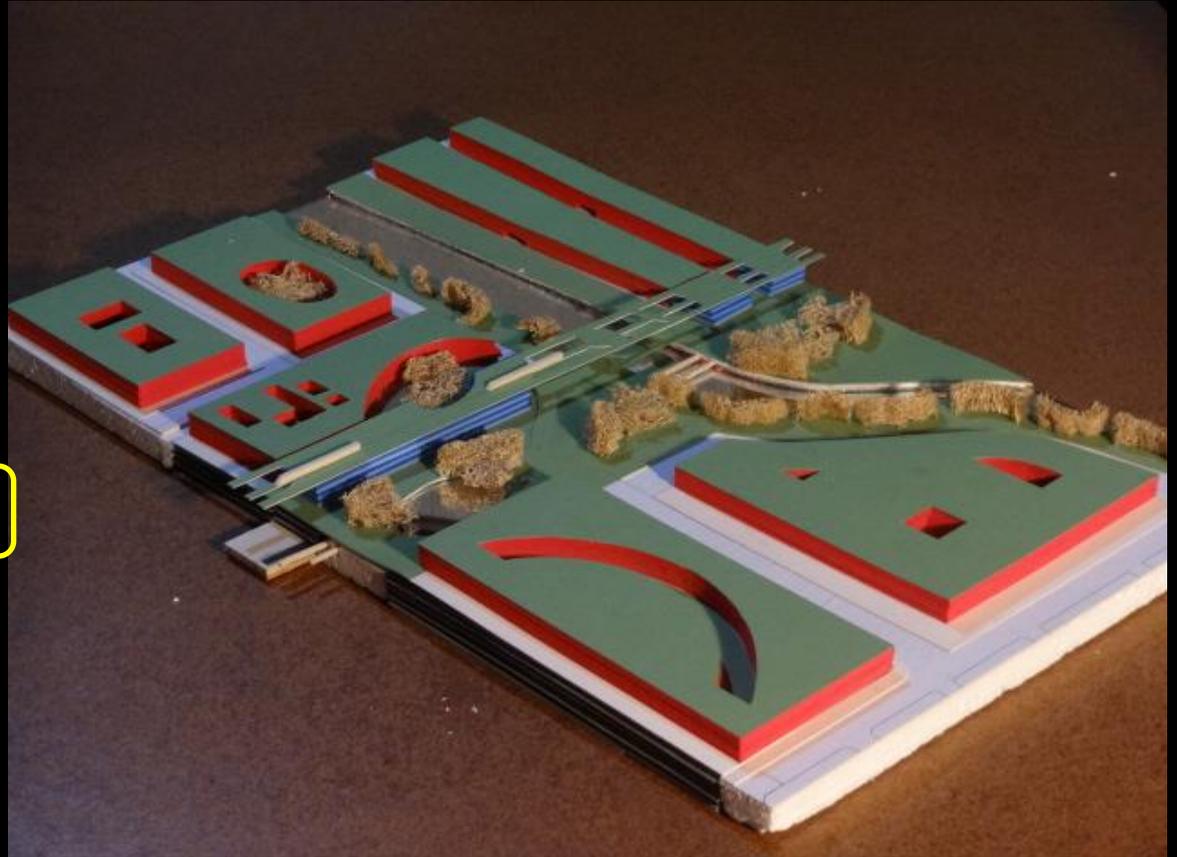
# SOBRE RASANTE – eje institucional, equipamientos

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano



## 4to. Nivel SOBRE RASANTE – plazoletas, espacio peatonal.

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



Cubiertas vegetales

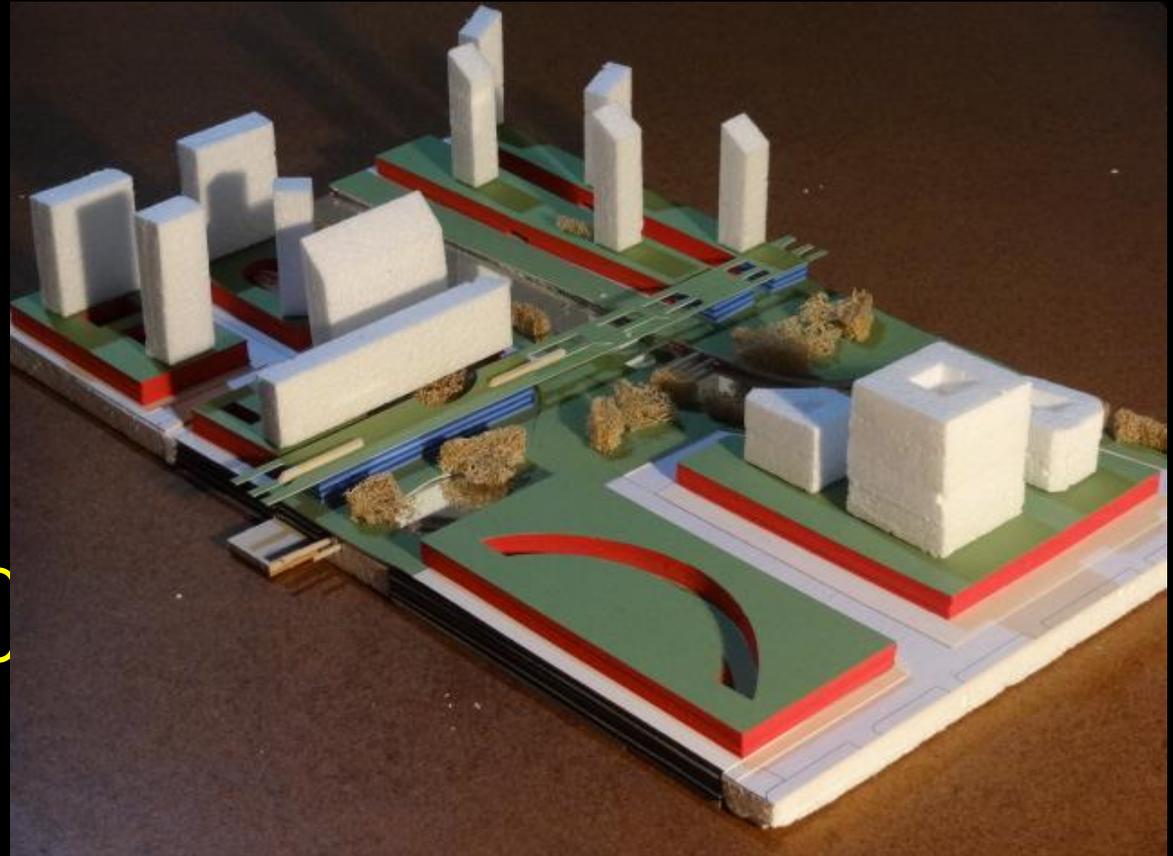
# Niveles SOBRE PLATAFORMAS – proceso densificación, vivienda, oficinas, otros.

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



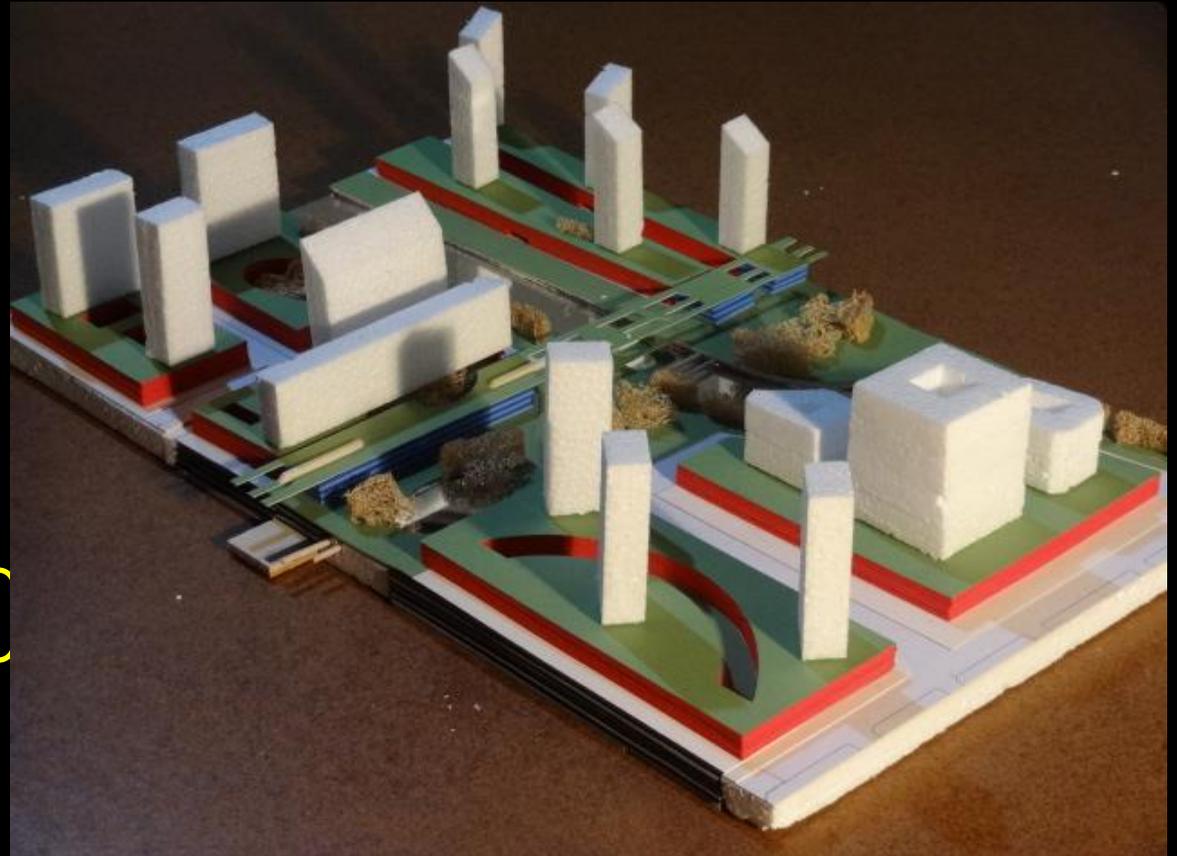
# Niveles SOBRE PLATAFORMAS – proceso densificación, vivienda, oficinas, otros.

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



# Niveles SOBRE PLATAFORMAS – proceso densificación, vivienda, oficinas, otros.

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano



## Resumen 3. Plataformas y torres, confort térmico

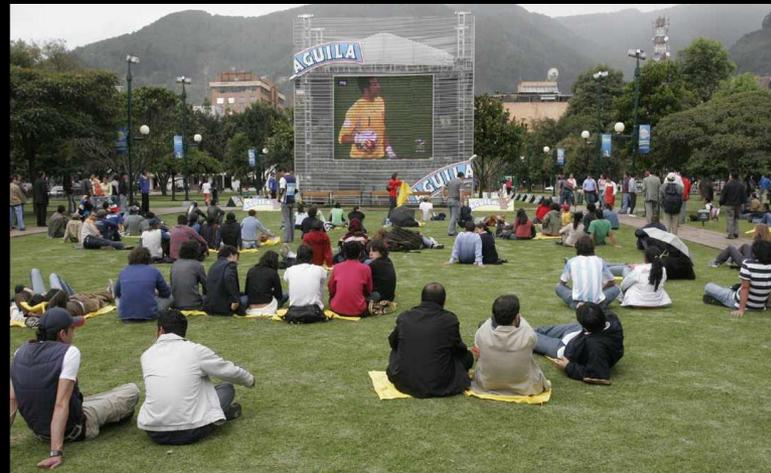
- Con las plataformas, se logra multiplicar el espacio peatonal y conformar espacios bioclimáticamente favorables como: patios, plazoletas, circulaciones, en condiciones de confort.
- Con las torres, se logra generar el nuevo suelo requerido para vivienda y oficinas, aprovechando el paisaje, la iluminación, ganancia solar por conducción y control la velocidad de los vientos.

# Humanización de la ciudad

- **Actividades necesarias-** funcional.



- **Actividades opcionales** participo si hay deseo o si lo permite el tiempo y el lugar (espacio público agradable).



- Gehl, J. (1987). *Life Between Buildings, Using Public Space*

# Humanización de la ciudad

- Relación entre la **calidad** de los espacios exteriores y las **actividades** exteriores.



- Gehl, J. (1987). *Life Between Buildings, Using Public Space*

# Calidades del diseño urbano

- Permeabilidad
- Vitalidad
- Legibilidad
- Variedad
- Robustez



Fuente: sostenibilidad en espacios exteriores urbanos Dra. Arq. Silvia de Schiller, Centro de Investigación Hábitat y Energía, UBA. Oxford Brookes University

# Sostenibilidad en espacios exteriores urbanos

## Barcelona ESPAÑA ESPAÑA

Cobertura de la ronda del Mig al carrer Brasil  
 Cobertura de la ronda del Mig en la calle Brasil

A principis dels setanta finalitzà la construcció del cinturó de ronda a les Corts i Sants, una autèntica autopista urbana, amb les calçades centrals deprimides i a cel obert, que va suposar un fort efecte de barrera entre els barris i un alt nivell de soroll. L'increment del trànsit, fins a uns 80.000 vehicles diaris, portà la contaminació acústica i ambiental a límits insuportables. La Coordinadora Pro-Cobriments del Cinturó canalitzà el moviment reivindicatiu que exigia el cobriment de la Ronda.

A principis de los setenta finalizó la construcción del cinturón de ronda en Les Corts y Sants, una auténtica autopista urbana con las calzadas centrales deprimidas y a cielo abierto que provocó un fuerte efecto de barrera entre los barrios, y un alto nivel de ruido. El incremento del tránsito, hasta unos 80.000 vehículos diarios, llevó a límites insuportables la contaminación acústica y ambiental. La Coordinadora Pro-Cobriments del Cinturó canalizó el movimiento reivindicativo que exigía el recubrimiento de la Ronda.

El nou espai sobre l'aparcament és un passeig-rambia de 27 m d'amplada que incorpora plantacions de parterres de gespa i arbres. L'accés al passeig es fa a través de pendents suaus que coincideixen amb els passos de vianants i salven la diferència de nivell entre el carrer Brasil i l'espai central, provocada pel pàrquing. En el tractament, molt acurat, dels acabats el material protagonista és l'acer corten, present també en els bàculs d'il·luminació, dissenyats per a aquest passeig i protagonistes del nou espai.

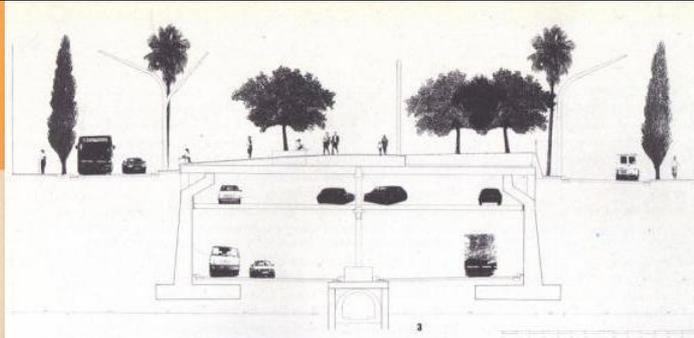
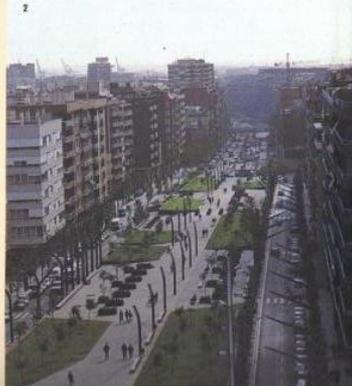
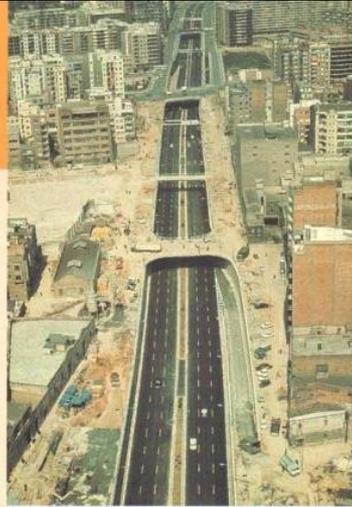
El nuevo espacio sobre el aparcamiento es un paseo-ranbla de 27 m de amplitud que incorporó parterres de césped y arboles. El acceso al paseo se realiza a través de suaves pendientes que coinciden con los pasos de peatones y salvan la diferencia de nivel entre la calle Brasil y el espacio central provocado por el aparcamiento. En el tratamiento, muy cuidado, de los acabados, el material protagonista es el acero corten, presente también en los báculos de iluminación, diseñados para este paseo y protagonistas del nuevo espacio.

La petició dels veïns va ser explícita: la cobertura de la ronda del Mig en el tram del carrer Brasil, d'uns 400 metres. L'objectiu era retornar la zona a unes condicions d'habitabilitat acceptables, trencar l'aïllament de les dues bandes del barri i guanyar un nou espai públic. La solució factible econòmicament passava per la construcció d'un pàrquing sobre la ronda i sota el nou passeig de vianants. L'èxit de l'operació va raure en l'estreta col·laboració entre el municipi, els veïns i l'empresa concessionària.

La petición de los vecinos fue explícita: cobertura de la ronda del Mig en el tramo de la calle Brasil, de unos 400 metros. El objetivo era devolver a la zona unas condiciones de habitabilidad aceptables, romper el aislamiento de los dos lados del barrio y ganar un nuevo espacio público. La solución económicamente factible pasaba por la construcción de un aparcamiento sobre la ronda y bajo el nuevo paseo peatonal. El éxito de la operación se debió también a la estrecha colaboración entre el municipio, los vecinos y la empresa concesionaria.

La millora de la qualitat de vida a l'entorn de la ronda és indubtable: s'han eliminat sorolls i contaminació. A més, el passeig actual ha esdevingut un autèntic eix cívic vertebrador dels barris, un nou espai públic guanyat del no-res que incorpora verd i millora les condicions mediambientals. La participació ciutadana ha estat un altre tret exemplar de l'operació. Amb vista al futur, l'èxit d'aquesta operació de cobertura d'un primer tram de la Ronda provocarà un efecte positiu en la promoció d'iniciatives semblants.

La mejora de la calidad de vida en el entorno de la Ronda es indudable: se han eliminado ruidos y contaminación. Además, el paseo actual se ha convertido en un auténtico eje cívico vertebrador de los barrios, un nuevo espacio público ganado de la nada que aporta verde y mejora las condiciones medioambientales. La participación ciudadana ha sido otro rasgo ejemplar de la operación. Con vistas al futuro, esta exitosa operación de cobertura de un primer tramo de la Ronda provocará un efecto positivo en la promoción de iniciativas similares.



TIPOLOGIA DE LA INTERVENCIÓN  
 TIPOLOGÍA DE LA INTERVENCIÓN  
 Área de vianantes - Infraestructuras  
 Área peatonal - Infraestructuras

DATA DE LES OBRES  
 FECHA DE LAS OBRAS  
 1994-1997

AUTORS DEL PROJECTE  
 AUTORES DEL PROYECTO  
 Jordi Henrich, Olga Tarrasó,  
 arquitectes arquitectos

COL·LABORADORS COLABORADORES  
 Joan Corominas, Ramon Cardona,  
 Jordi Carulla, arquitectes tècnics  
 arquitectos técnicos

DIRECCIÓ DE L'OBRA  
 DIRECCIÓN DE LA OBRA  
 Direcció de Projectes i Obres,  
 Ajuntament de Barcelona

PROMOTOR  
 Ayuntamiento de Barcelona  
 Ayuntamiento de Barcelona

SUPERFÍCIE SUPERFICIE  
 22.615 m<sup>2</sup>

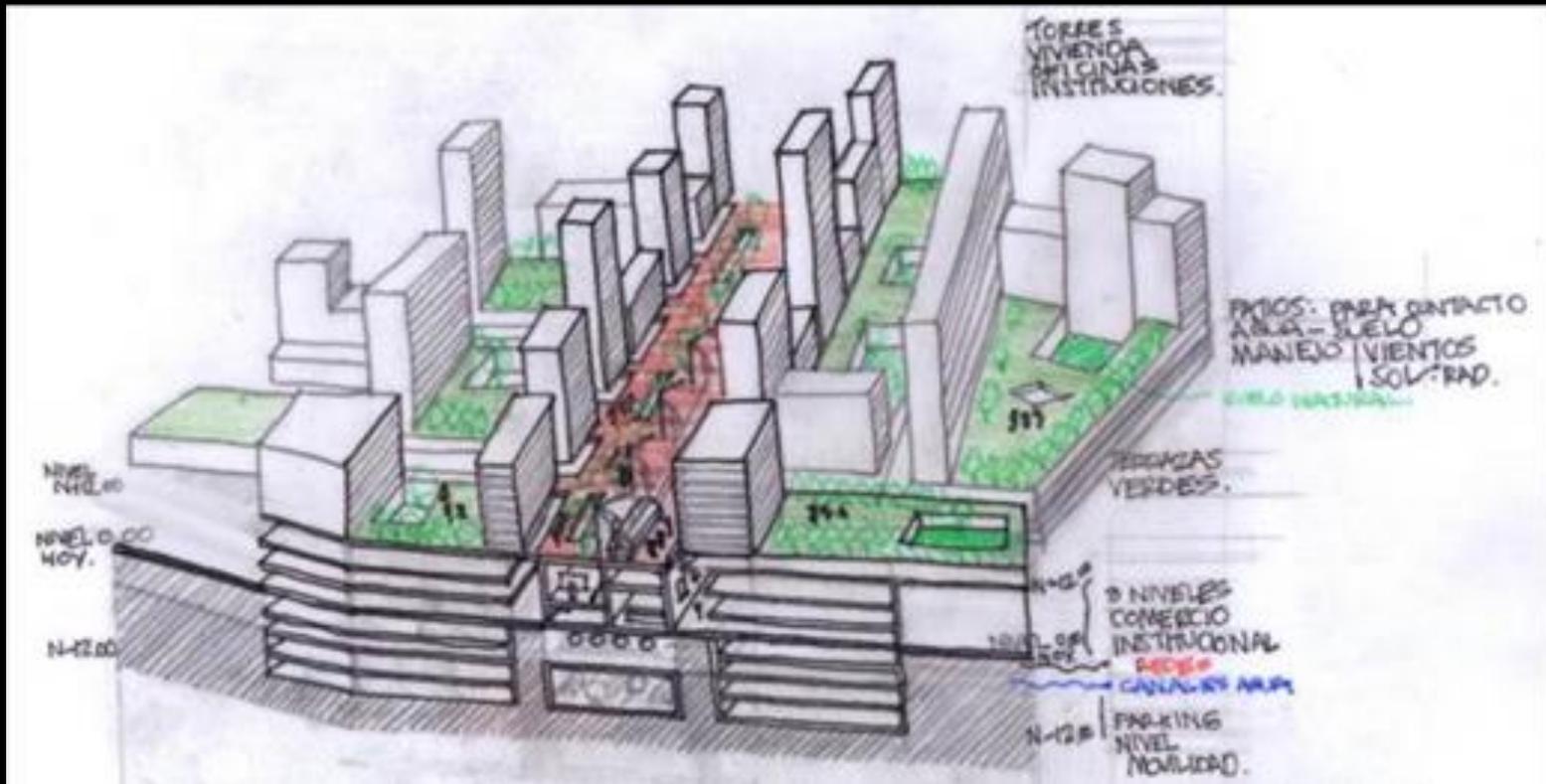
LLARGADA LONGITUD  
 430 m



1. Inicis dels anys setanta: inauguració del Cinturó de Ronda  
 Inicios de los años setenta: inauguración del Cinturón de Ronda
2. El carrer Brasil després de la intervenció  
 La calle Brasil después de la intervención
3. Secció transversal del projecte  
 Sección transversal del proyecto
4. Pilons cilíndrics situats als extrems del passeig  
 Pilones cilíndricas situadas en los extremos del paseo
5. El passeig central amb detall dels bancs laterals  
 El paseo central, y detalle de los bancos laterales
6. La nova rambla que cobreix el cinturó



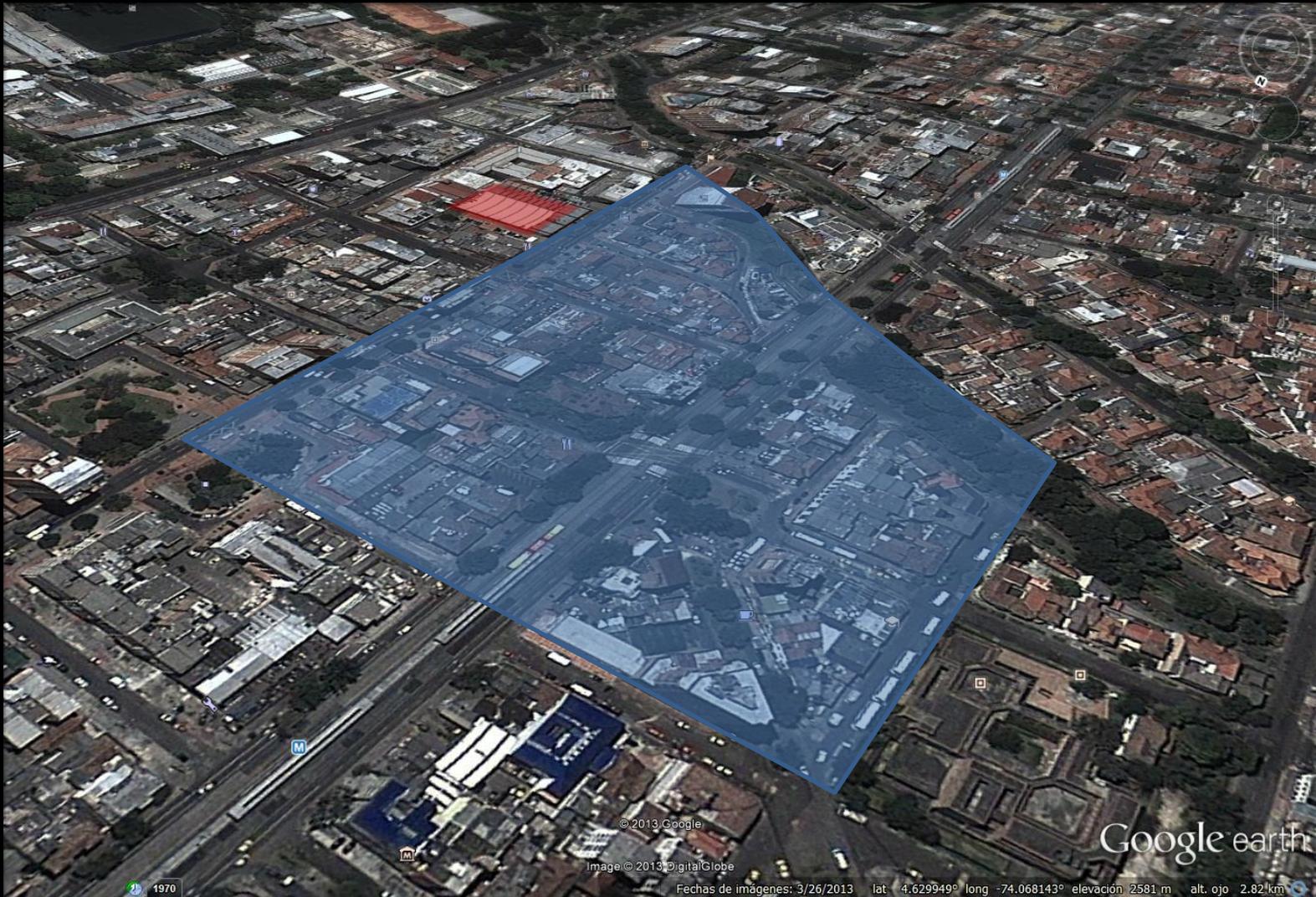
# Perfiles ambientales propuestos sobre líneas de movilidad



Estos **tres** criterios son:

1. Ciudad Compacta y resiliente, entorno natural
2. Infraestructura Tridimensional, **soporte para la vida**
3. Plataformas y torres, **confort térmico**

# Maqueta 2: Perfil Ambiental Ciudad Central - ancho 40 metros + 3 manzanas a eje vial



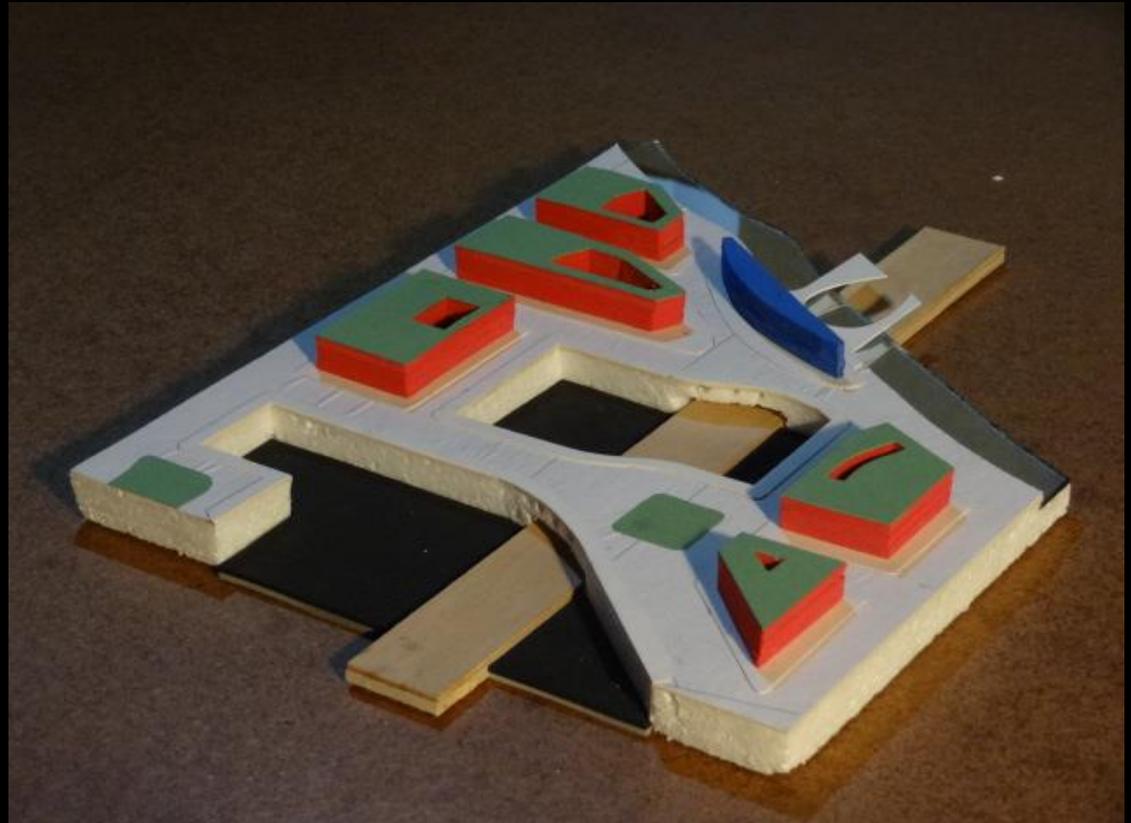
Avenida Caracas Calles 39 y 42

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



# Movilidad vehicular, línea metro y nivel parqueo

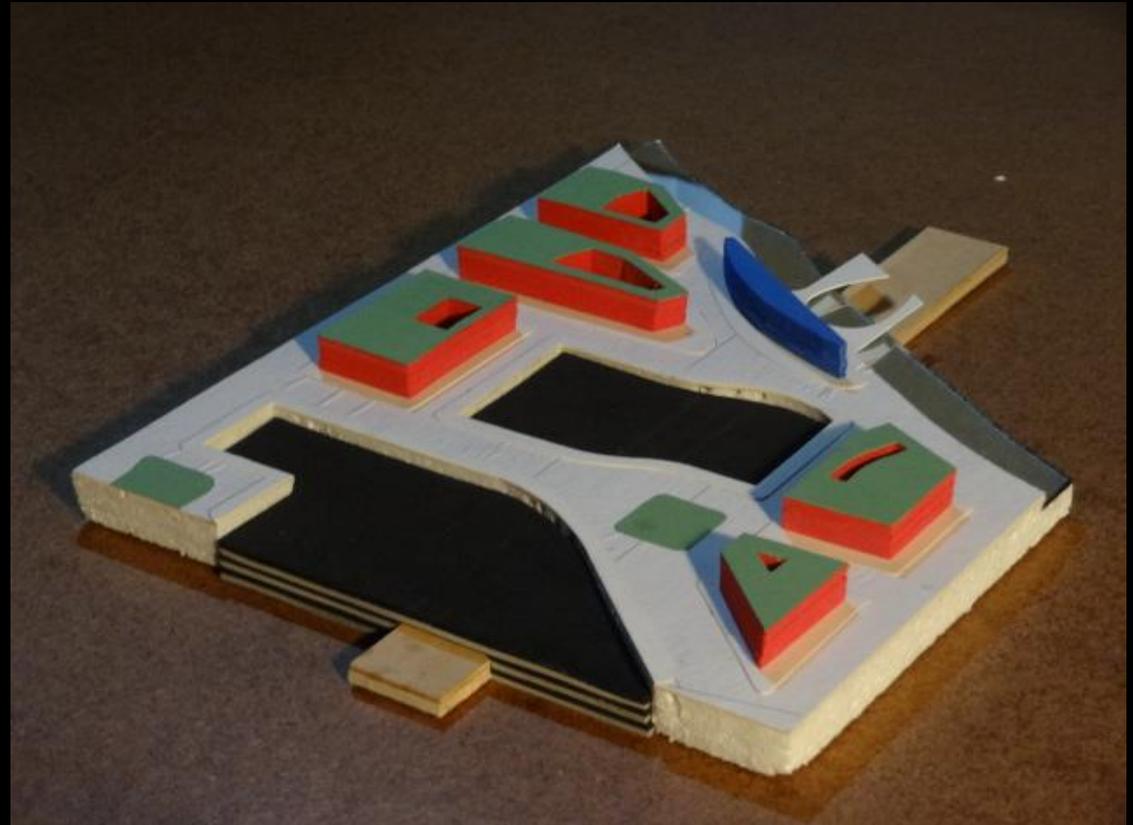
- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



Subterranización del transporte permite multiplicar el espacio público verde y evitar la fragmentación urbana y social.

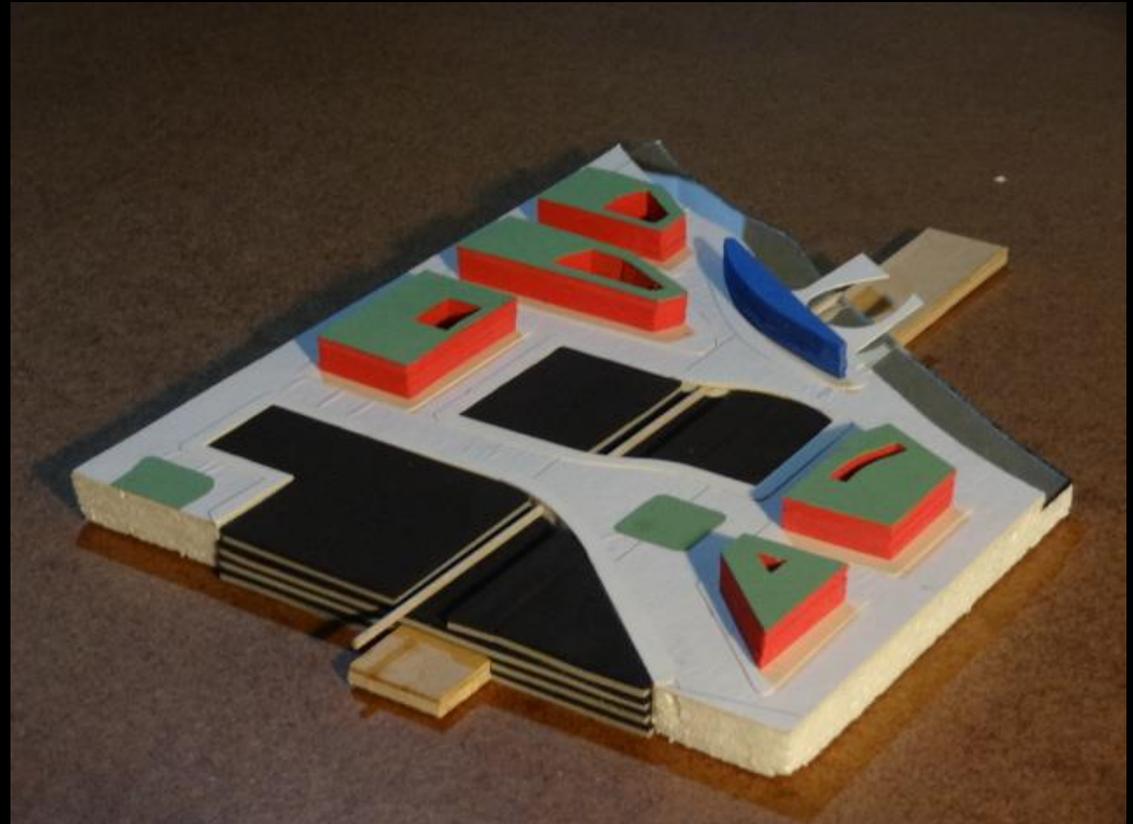
# Nivel canales, ríos y niveles de parqueo

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.

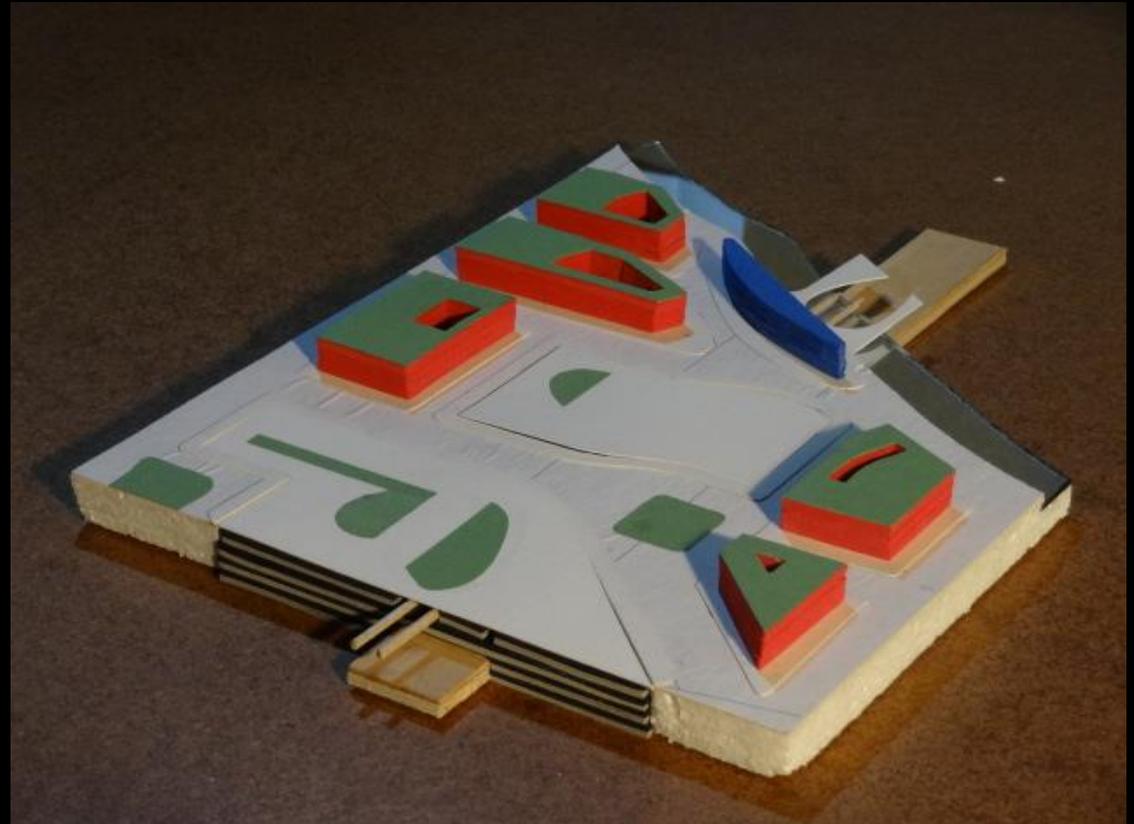


La gestión del agua

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



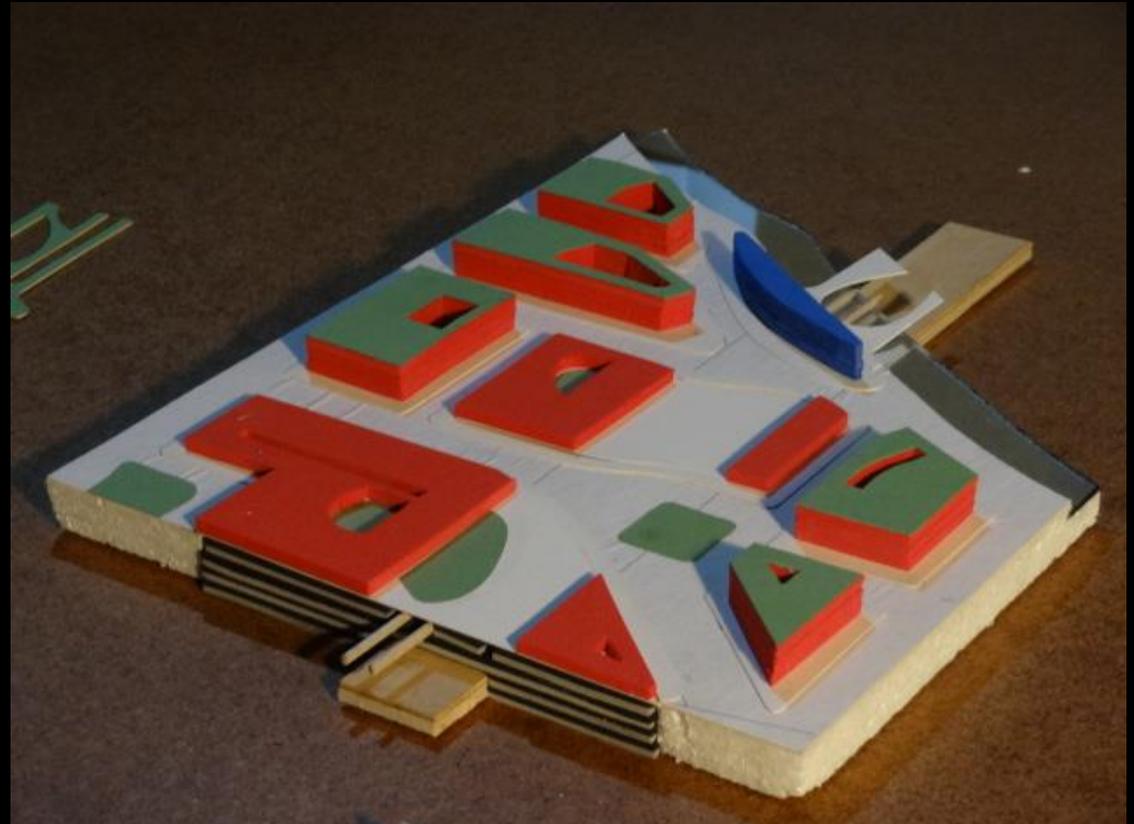
Porosidad del suelo

### 3. Plataformas y torres

---

# 1er. Nivel comercial SOBRE RASANTE

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



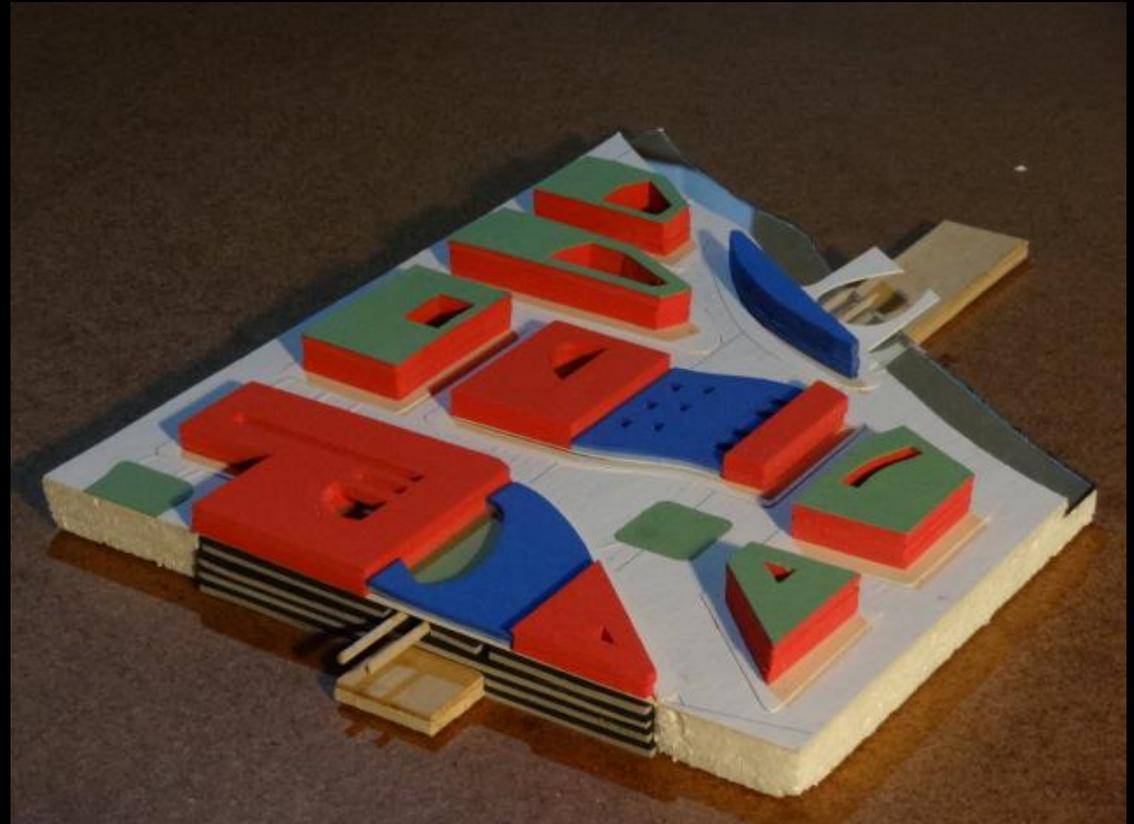
# 1er. Nivel institucional SOBRE RASANTE

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano



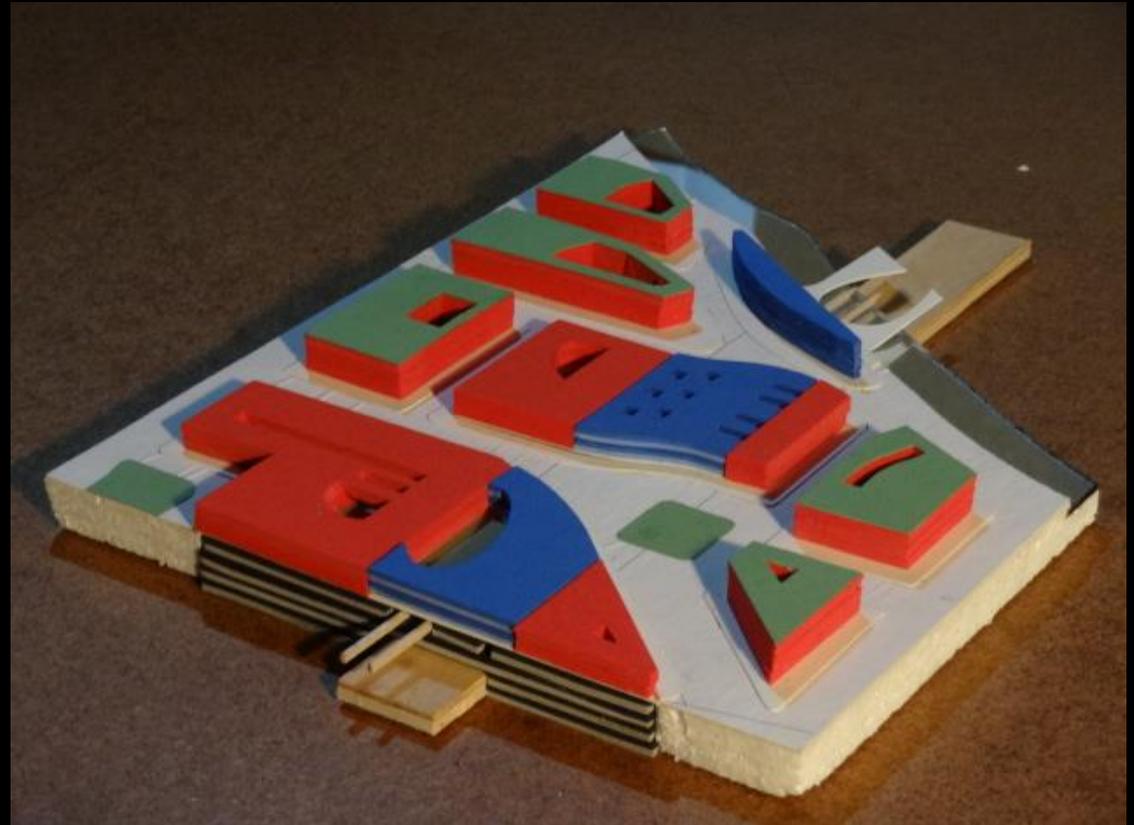
## 2do. Nivel comercial SOBRE RASANTE

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



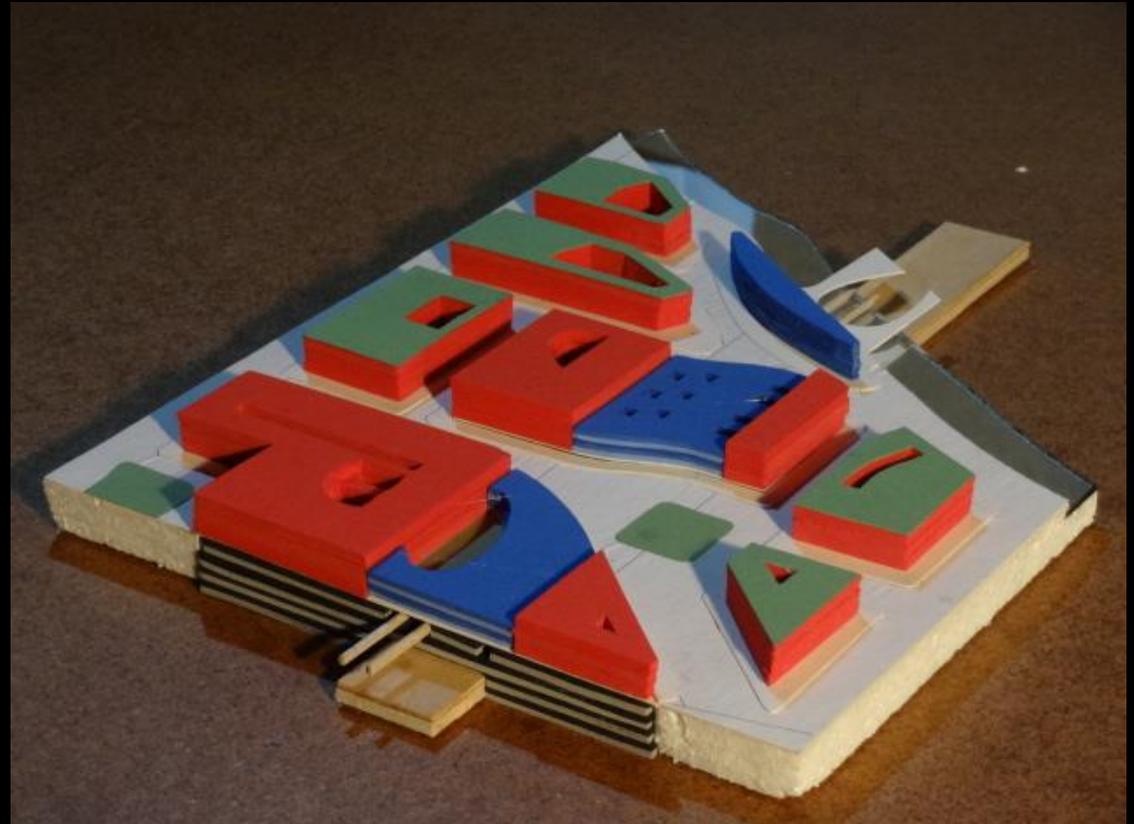
## 2do. Nivel institucional SOBRE RASANTE

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



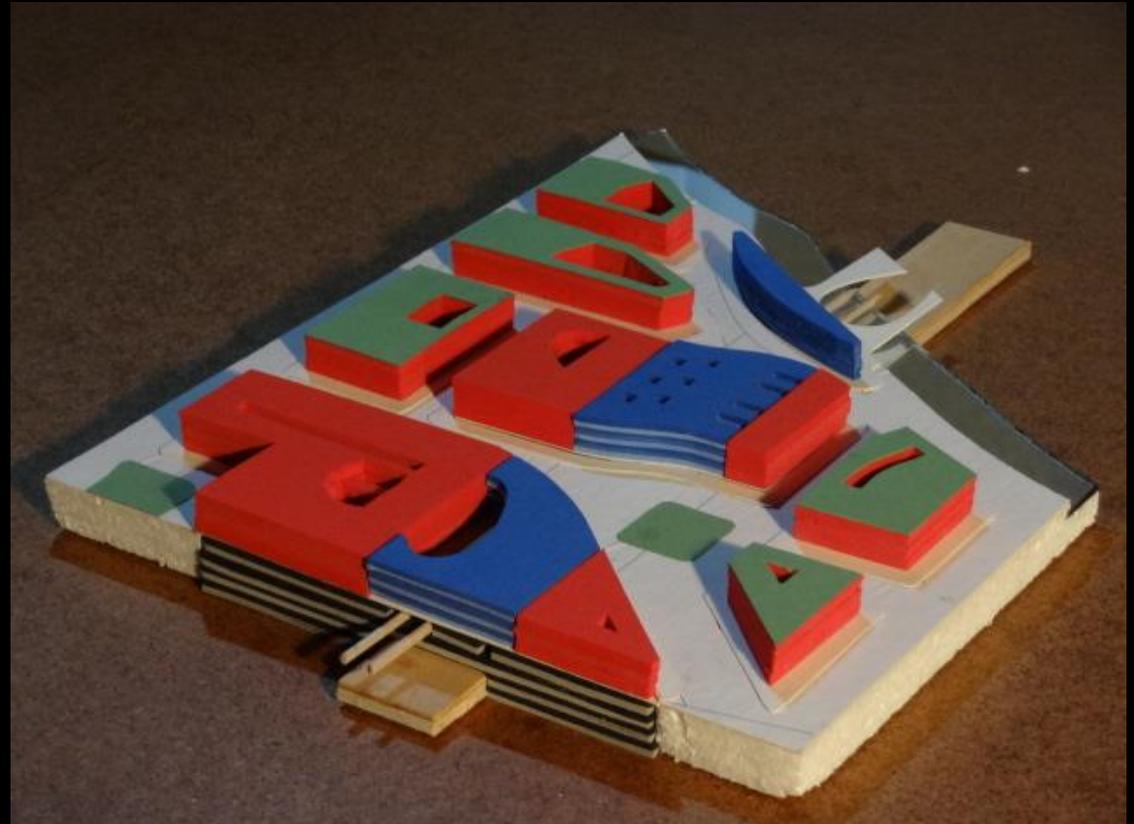
# 3er. Nivel comercial SOBRE RASANTE

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



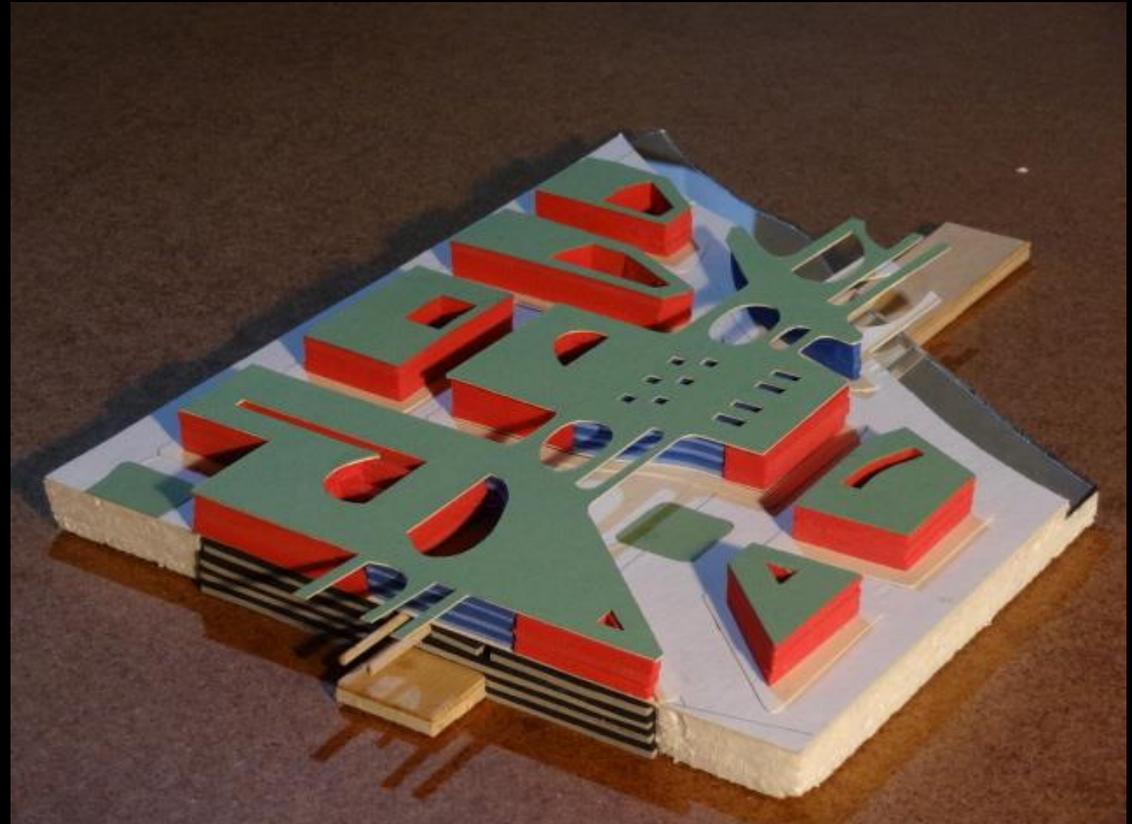
# 3er. Nivel institucional SOBRE RASANTE recuperación del tejido urbano

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano



# 4to. Nivel SOBRE RASANTE – terraza (azotea), espacio peatonal, ciclo-rutas, tranvía.

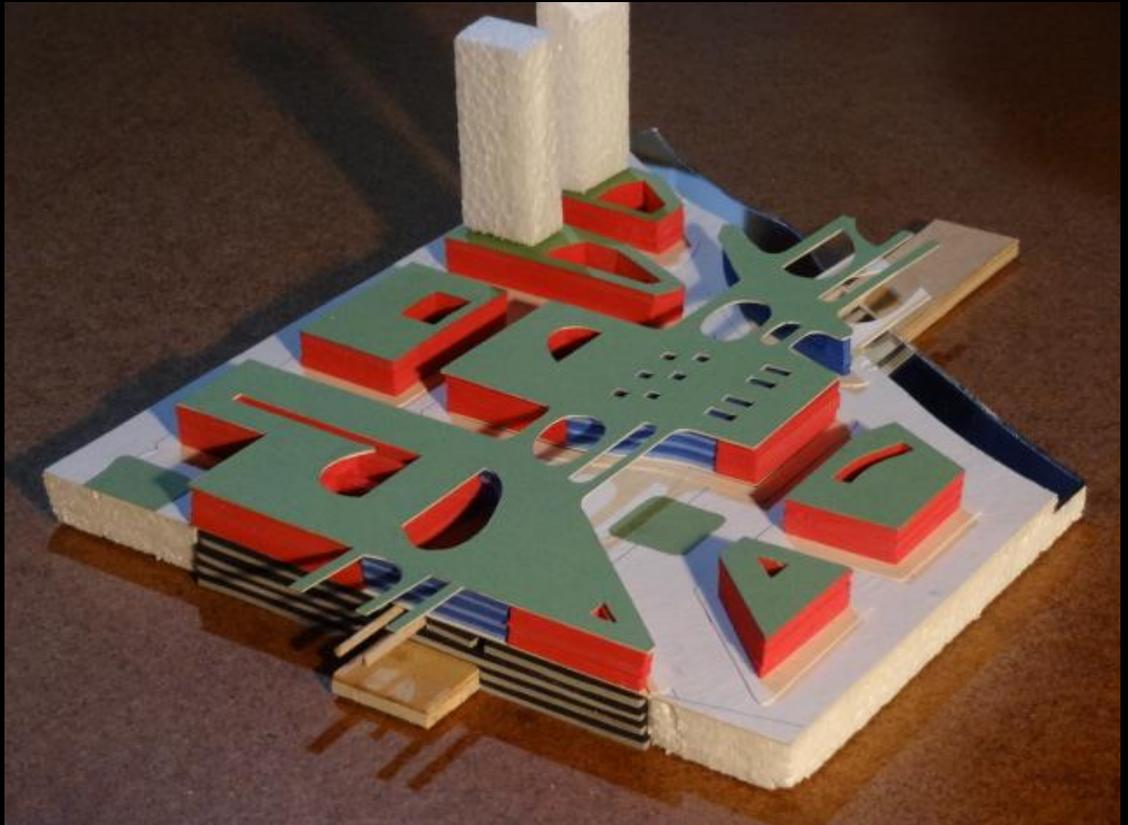
- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano



La terraza jardín

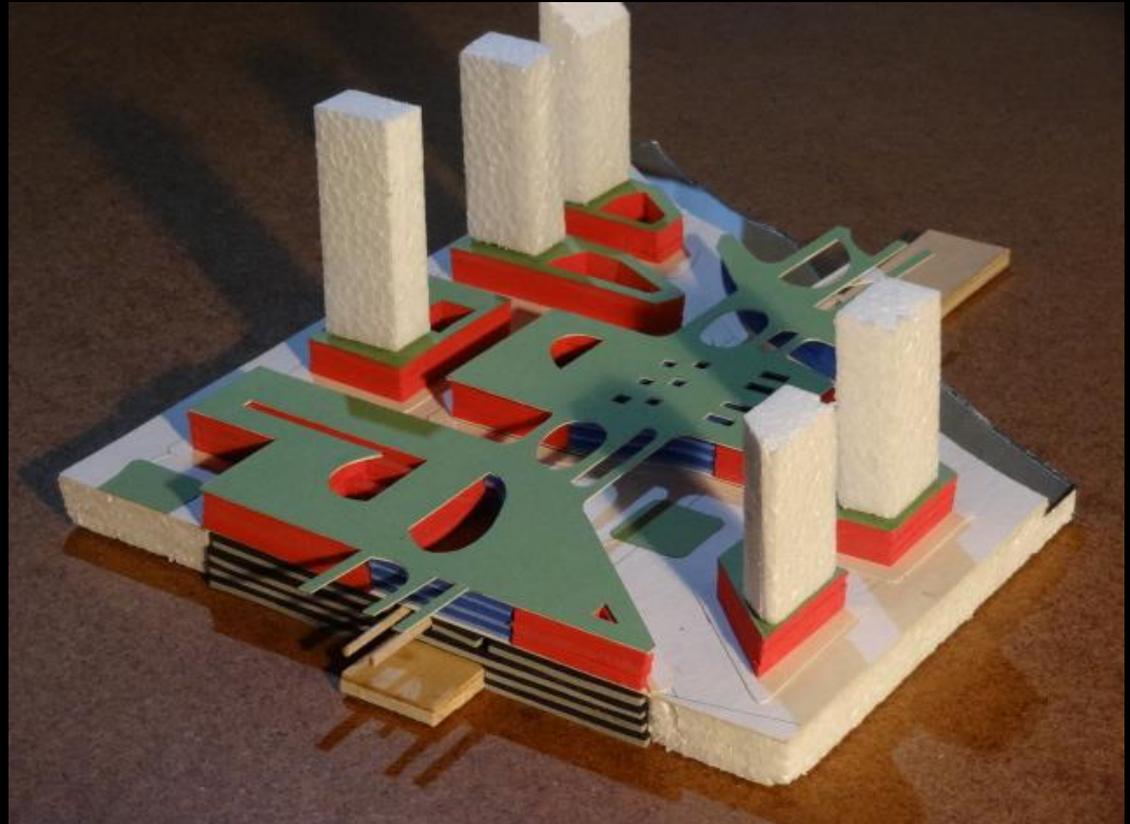
# Niveles SOBRE PLATAFORMAS – proceso densificación, vivienda, oficinas, otros.

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



# Niveles SOBRE PLATAFORMAS – proceso densificación, vivienda, oficinas, otros.

- Movilidad.
- Conectividad ecológica.
- Renovación de redes de servicios.
- De-fragmentación Urbana y Social.
- Plataforma de servicios y usos dotacionales.
- Cantidad y calidad de espacio para el peatón.
- Generación de nuevo suelo urbano.



# Aplicación **Matriz de interacción**

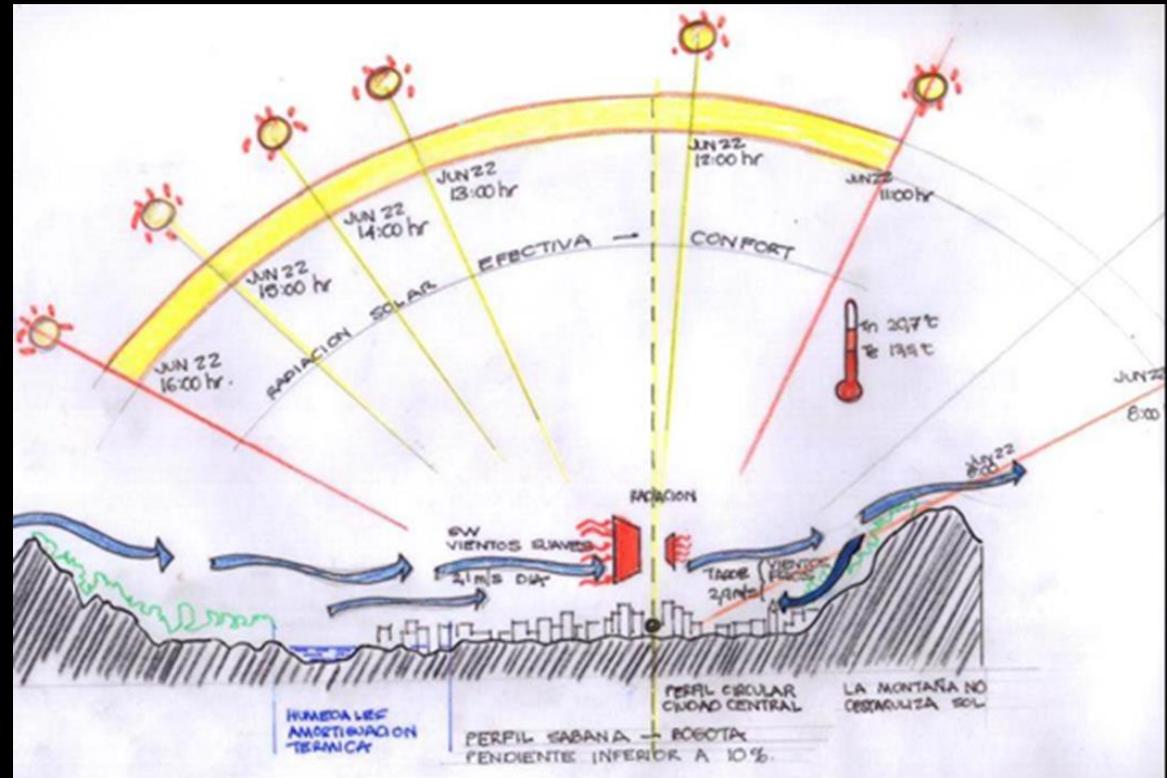
Criterios de optimización medioambiental		Variables del medio natural				
		Sol	Vegetación	Viento	Agua	Geomorfología
Variables medio urbano	<b>Sistema de movilidad</b>	Forma		Forma	Microclima externo	Soporte Suelo Topografía
	<b>Espacio público</b>	Orientación Forma		Orientación Forma	Microclima externo	Soporte Suelo
	<b>Plataforma de Servicios</b>	Orientación Geometría Densidad <i>Alturas</i> <i>Ocupación</i> <i>Edificabilidad</i>		Orientación Geometría Densidad <i>Alturas</i> <i>Edificabilidad</i>		
	<b>Edificios de Oficinas y Vivienda</b>	Control solar Acondic. pasivo		Ventilación Ventanas	Microclima interno	

Ester Higuera (1997)

Higuera, E. (2010). Urbanismo Bioclimático. Barcelona: Gustavo Gili, SL.

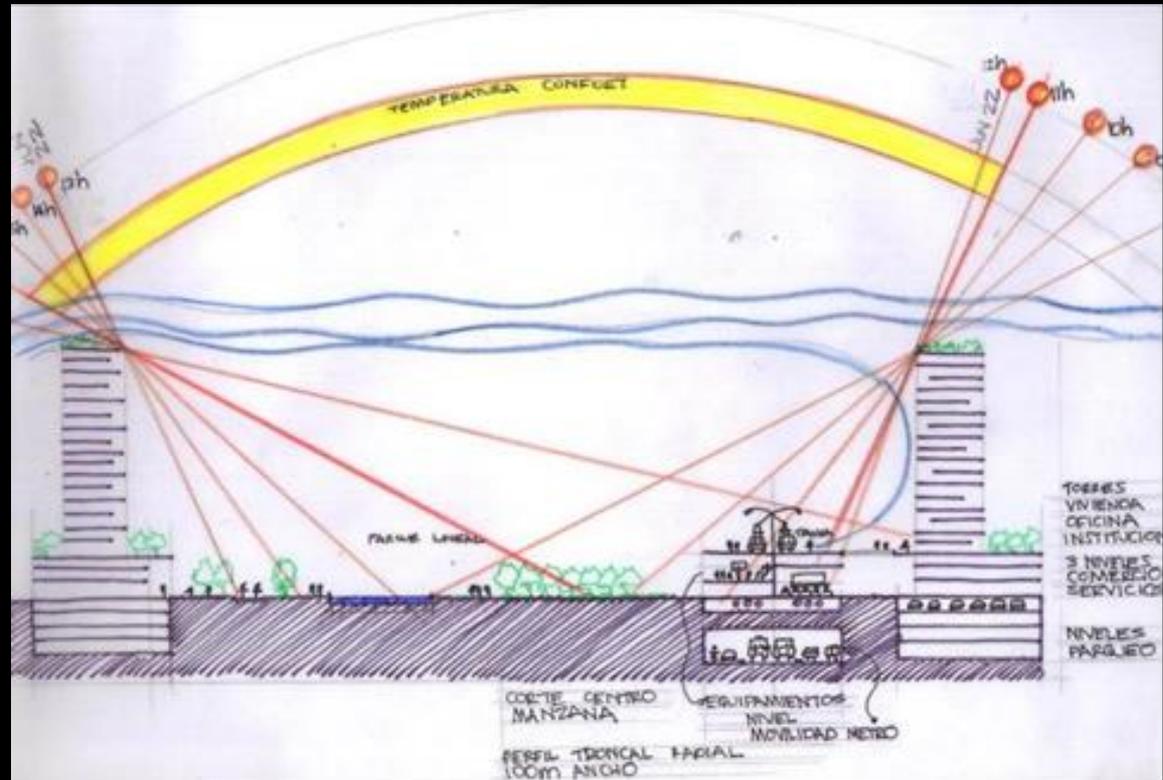
# Radiación Solar – Perfil Ciudad

- La Pendiente de la ciudad es inferior al 10%
- Ganancia solar
- Control vientos



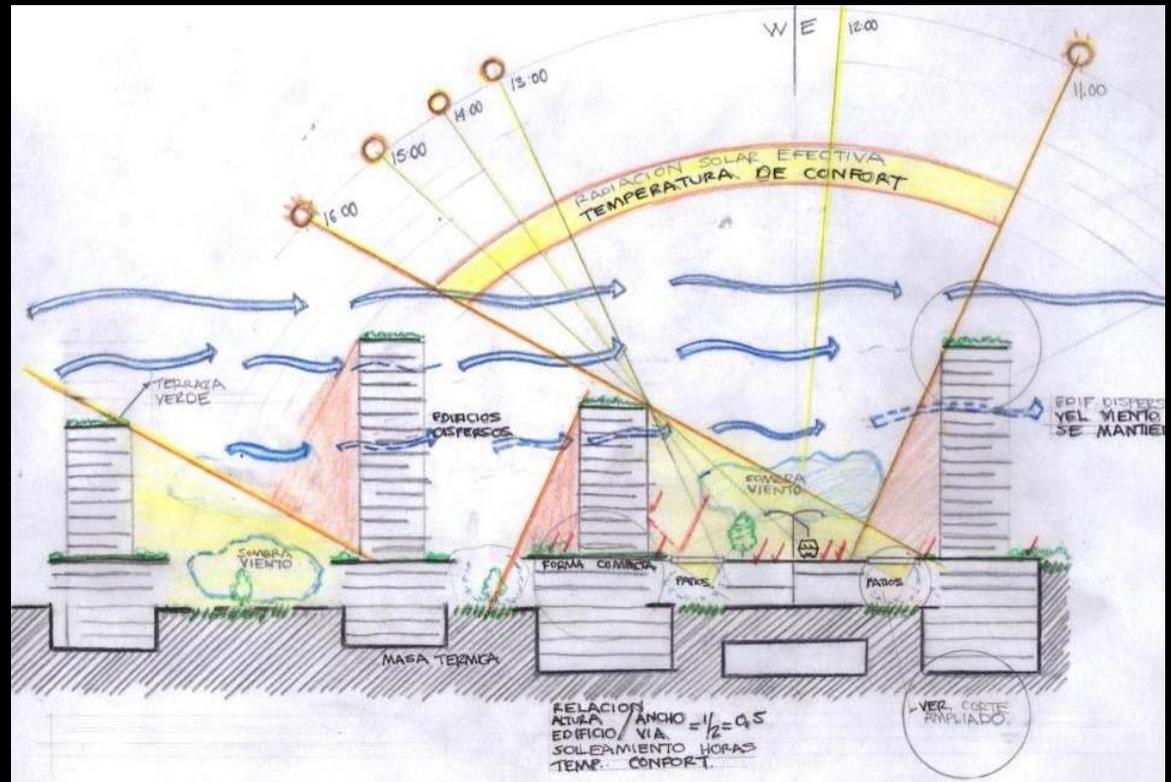
# Radiación Solar – Perfiles propuestos

- No generar obstrucciones solares entre edificios desde las 11:00 horas y hasta las 16:00 horas, periodo de mayor ganancia térmica.



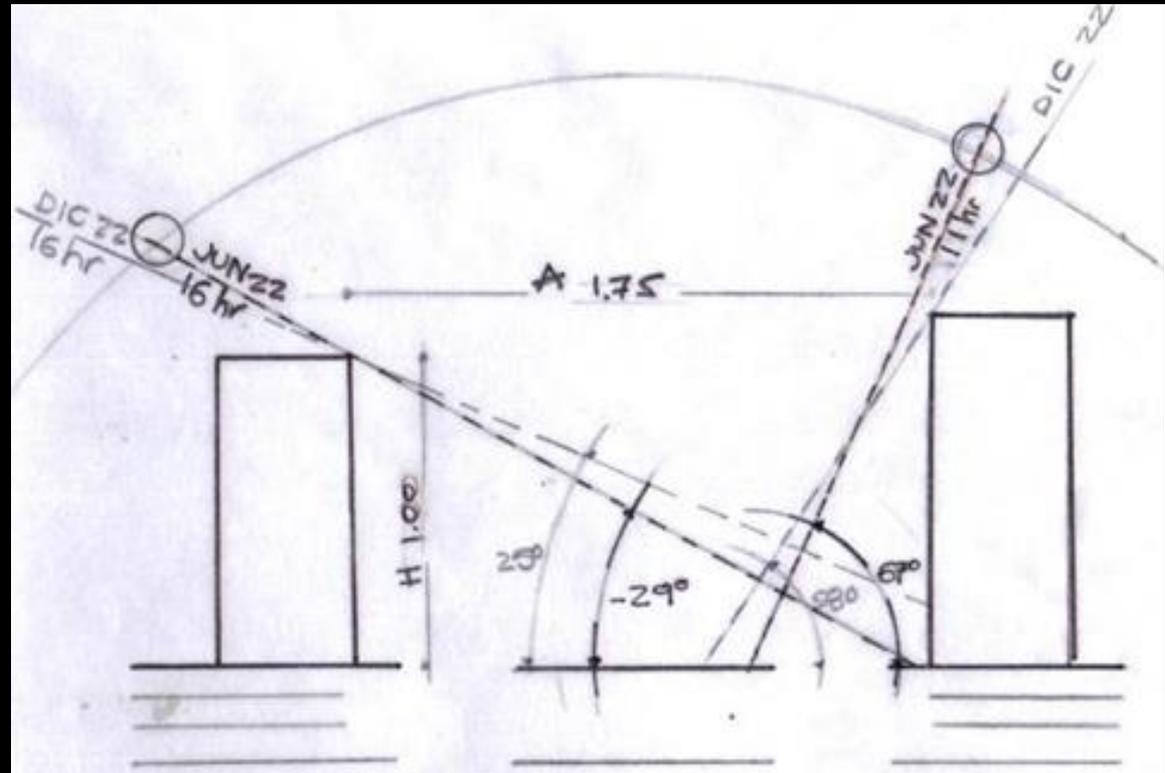
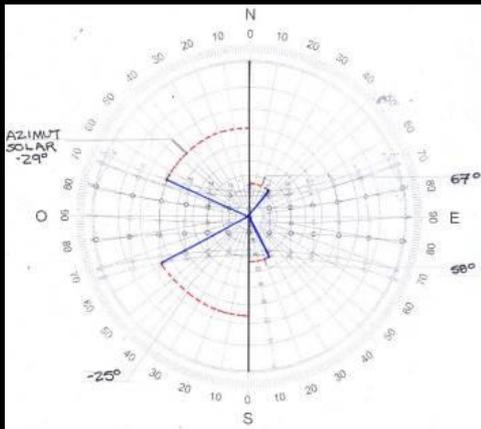
# Radiación Solar – Espacio Exterior

- No generar obstrucciones solares.



# Radiación Solar – Espacio Exterior

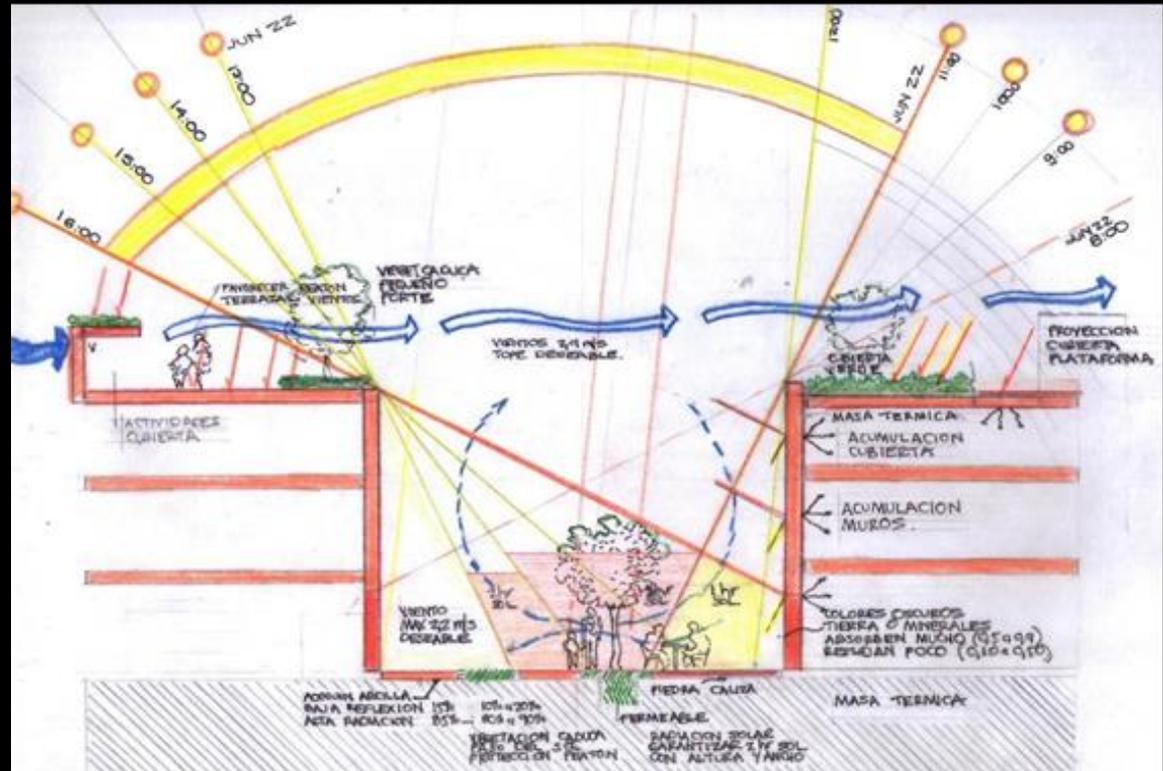
- Relación Ancho Patios/Altura Plataformas ,
- Evitar la obstrucción solar entre edificios, con ángulos de azimut solar el 22 de junio entre ( $67^\circ$  a las 11 hr) y ( $-29^\circ$  a las 16 hr) y el 22 de diciembre entre ( $58^\circ$  a las 11 hr) y ( $-25^\circ$  a las 16 hr).



# Radiación Solar – Espacio Exterior

## Patios

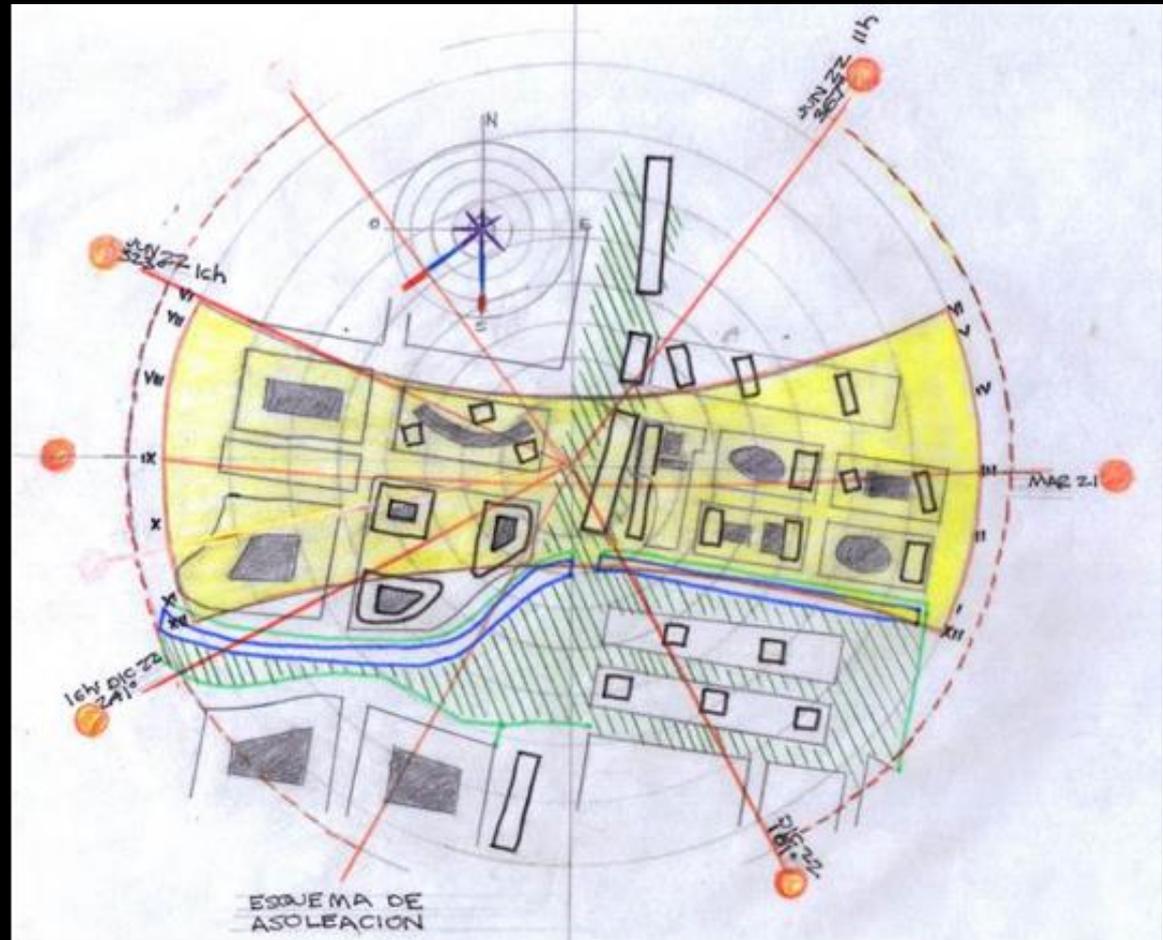
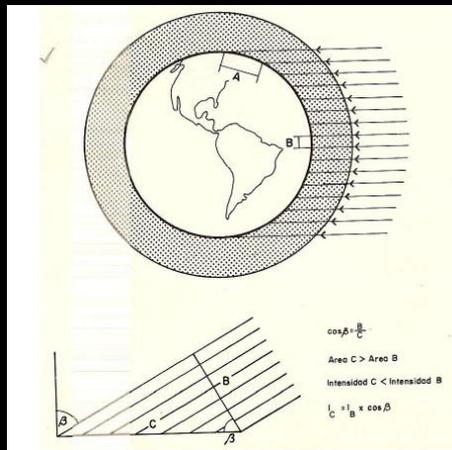
- Espacio de **ganancia térmica directa**.
- Buena **iluminación** y control de la reflexión.
- Control de la radiación sobre peatón.



# Radiación Solar – la Plataforma

Captación: ganancia indirecta:

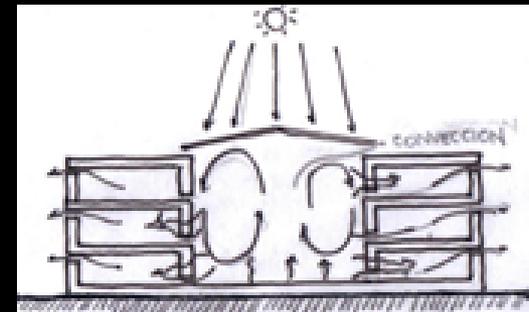
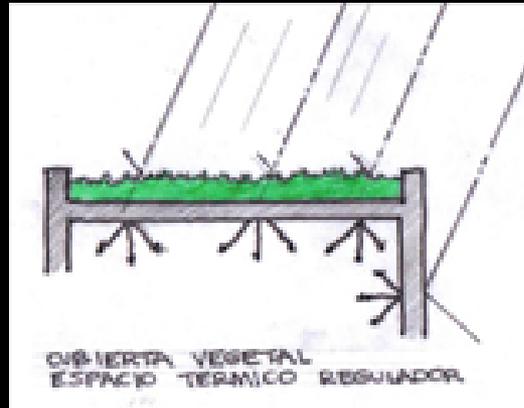
- Acumulación directa en la cubierta, en los muros.
- Compacidad



# Radiación Solar – la Plataforma

## Espacios de amortiguación.

- Acumulación Cubierta
- Acumulación Muros
- Climatización pasiva por conducción.
- Cubierta Verde – inercia térmica.



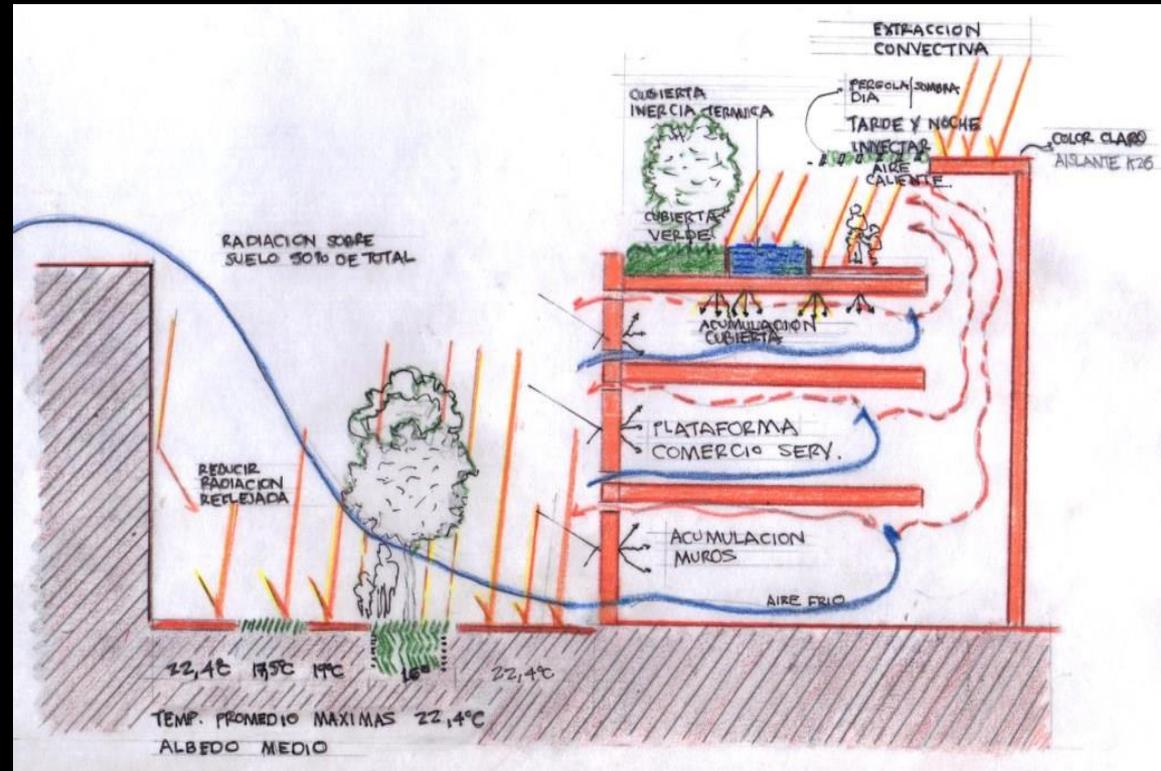
# Radiación Solar – la Plataforma

## Confort visual

- Iluminación natural
- Baja reflectividad

## Materiales

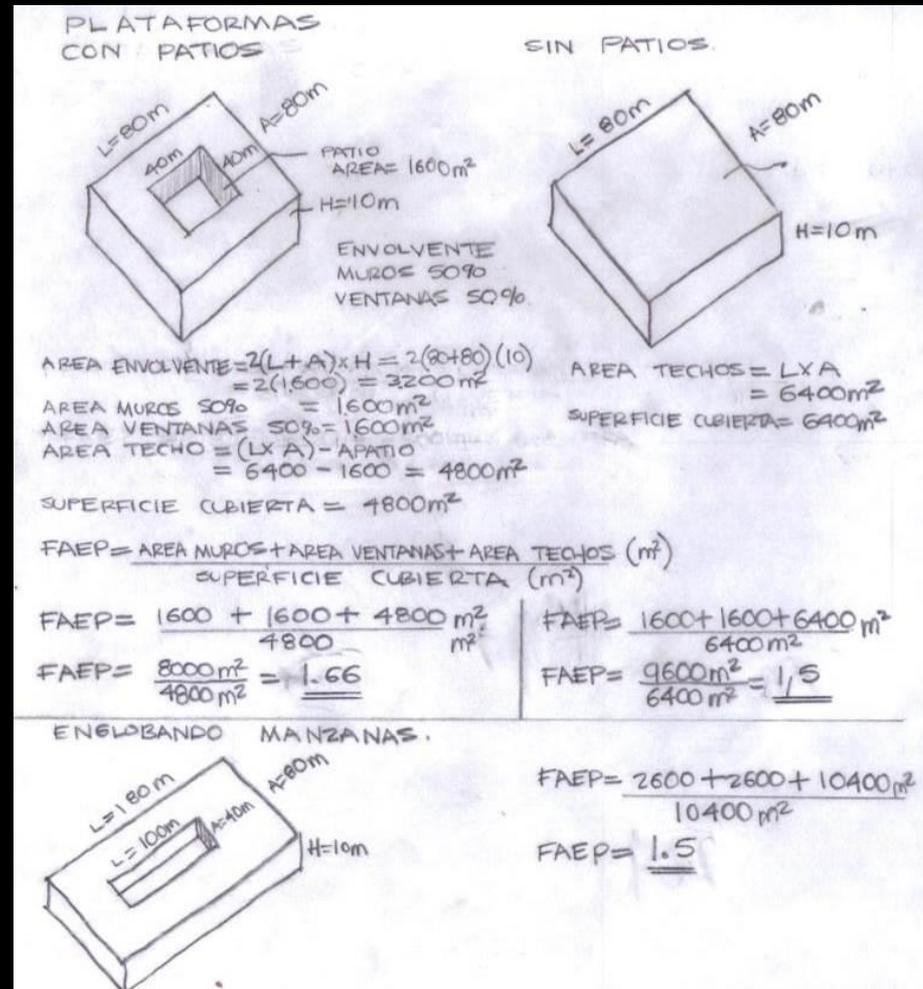
- Absorción o emisión de calor.



# Radiación Solar – la Plataforma

FAEP: Factor de Área  
Envolvente/ Piso

Eficiente desde el punto  
de vista de la  
conservación de energía



# Radiación Solar – la Plataforma

- Compacidad
- Porosidad
- Textura
- Tersura

COMPACIDAD:

C = COEFICIENTE COMPACIDAD (VALORES ENTRE 0 y 1)  
S<sub>eq</sub> = SUPERFICIE EQUIVALENTE

V<sub>T</sub> = VOLUMEN TOTAL EDIFICIO, INCLUIDO PATIOS  
S<sub>G</sub> = SUPERFICIE GLOBAL PIEL EDIFICIO.

$$C = 4,836 \frac{V_T^{2/3}}{S_G} = 4,836 \frac{2,133}{11,200} = 4,836 \times 0,19 = \underline{0,921}$$

$$\begin{aligned} V_T &= 80\text{m} \times 4\text{m} \times 10\text{m} \\ &= 3200\text{m}^3 \times 2/3 \\ &= 2.133\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_G &= 80 \times 80 + 4(80) \times 10 + 4(40) \times 10 \\ &= 6400 + 3200 + 1600 \\ &= 11.200 \end{aligned}$$

POROSIDAD

p = COEFICIENTE DE POROSIDAD (VALORES ENTRE 0 y 1)  
S<sub>pp</sub> = Σ (SUPERFICIE DE PAREDES PATIOS + SUP. CARAS ABIERTA)  
V<sub>ep</sub> = VOLUMEN EQUIVALENTE DE PATIOS

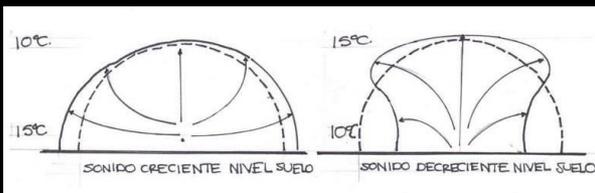
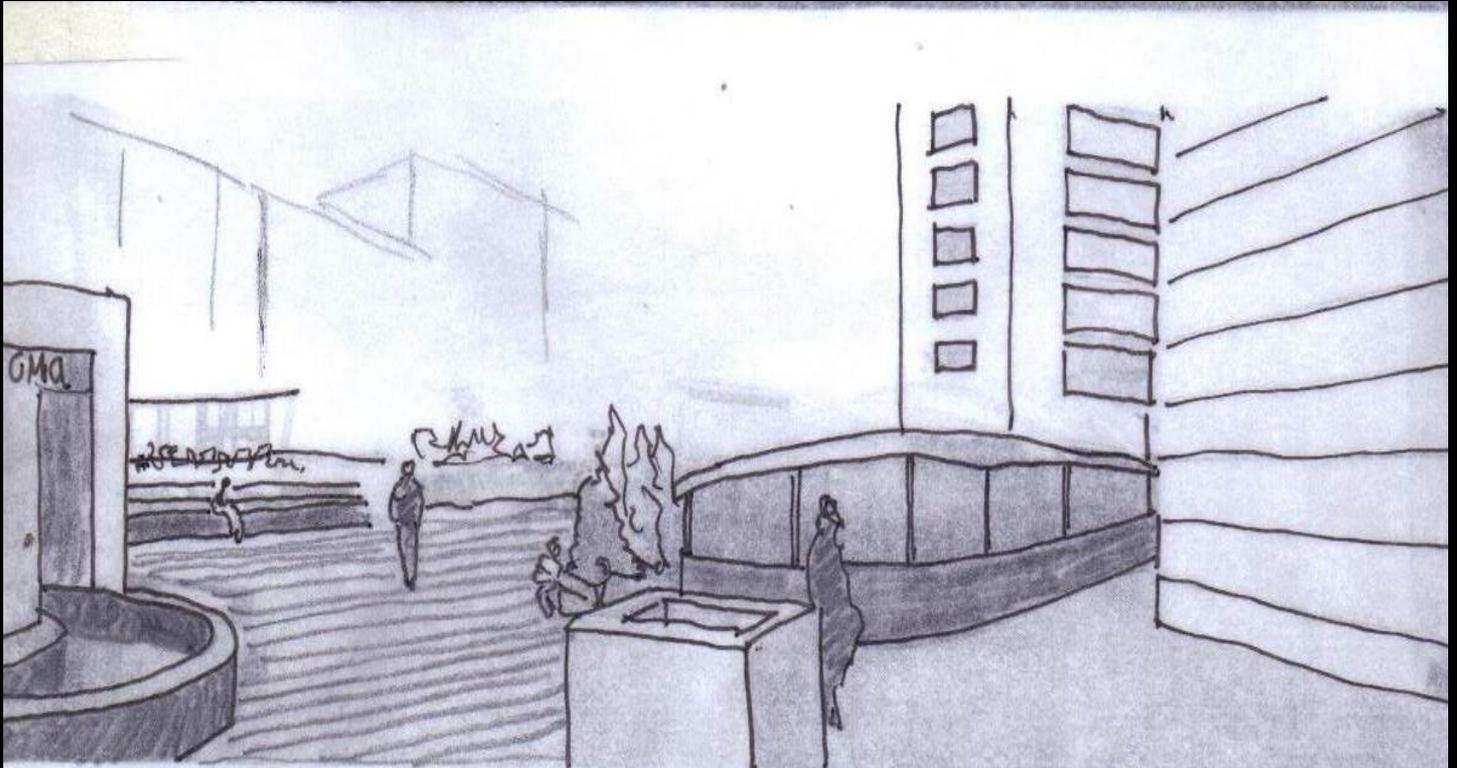
V<sub>T</sub> = VOLUMEN TOTAL EDIFICIOS INCLUIDO PATIOS

$$p = 0,094 \frac{S_{pp}^{3/2}}{V_T} = 0,094 \frac{9600^{3/2}}{6400} = 0,094 \frac{14400}{6400} = \underline{0,21}$$

$$\begin{aligned} S_{pp} &= (160 \times 10) + 320(10) + (6400 - 1600) \\ &= 1600 + 3200 + 4800 \\ &= 9600\text{m}^2 \end{aligned}$$

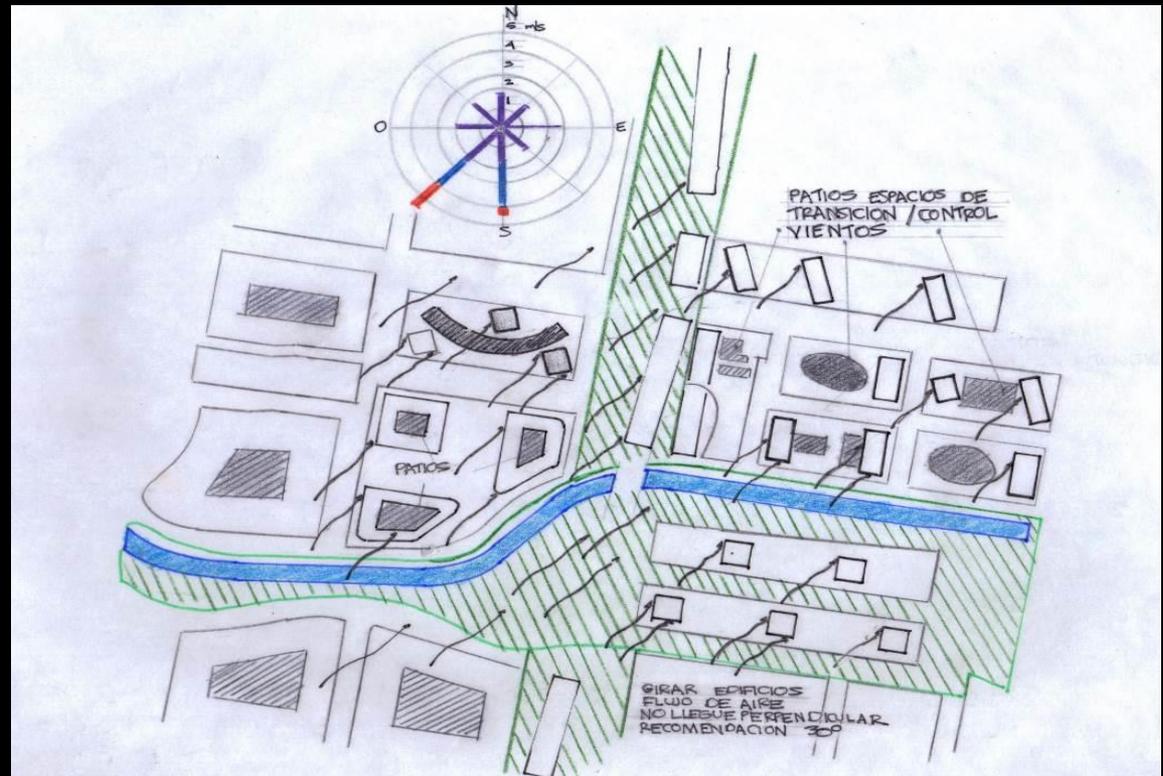
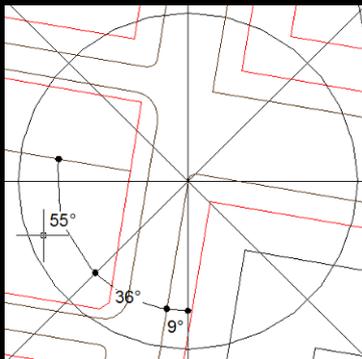
$$V_T = 6400$$

# Vientos – Espacio Público – cubierta plataformas



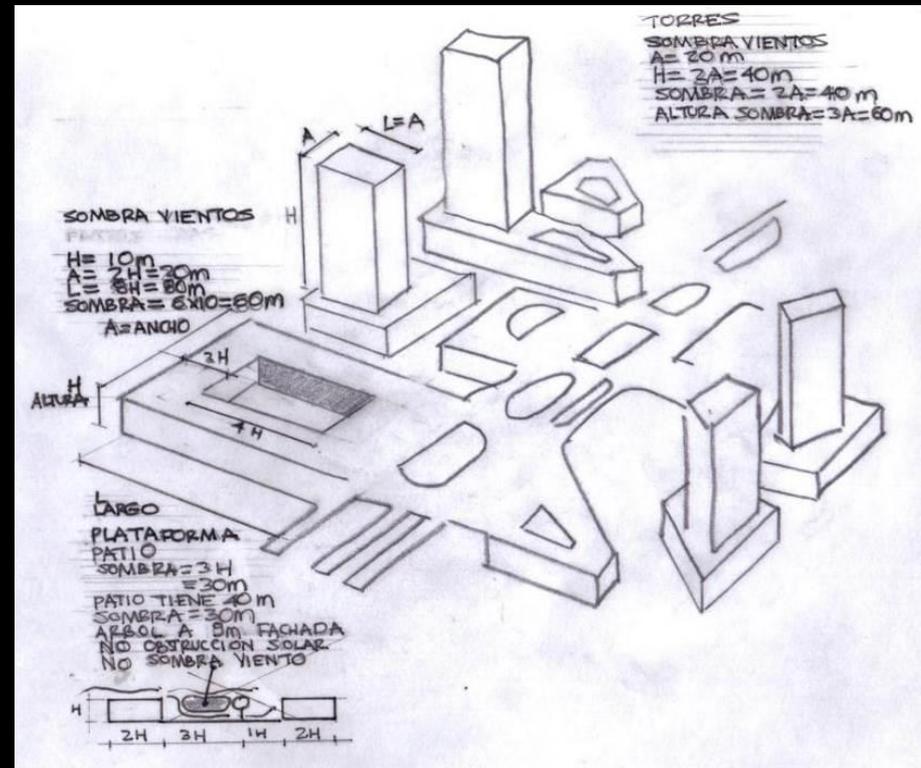
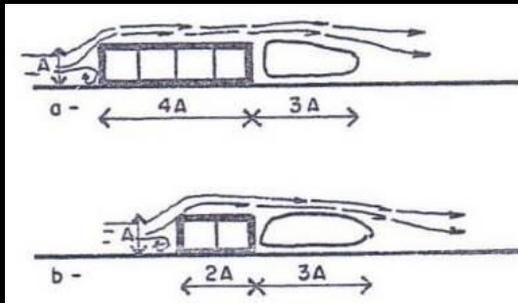
## Controlar los vientos:

- Las plataformas deben implantarse de forma oblicua en relación con la dirección del viento, formando ángulos en un rango comprendido entre  $20^\circ$  y  $70^\circ$ . La traza urbana permite ángulos entre  $55^\circ$  y  $36^\circ$



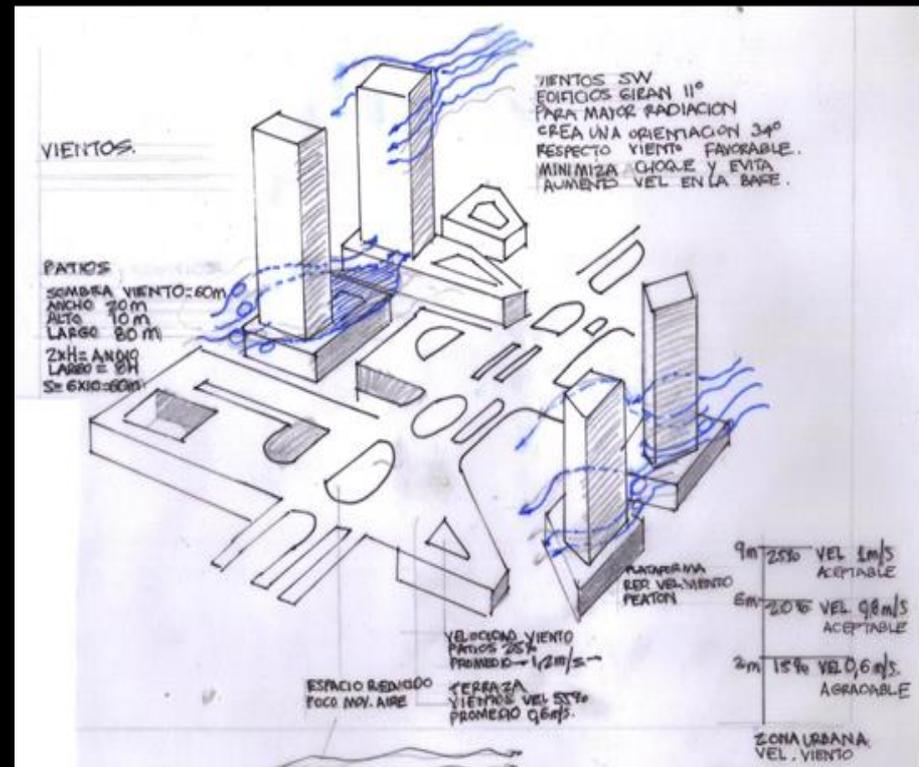
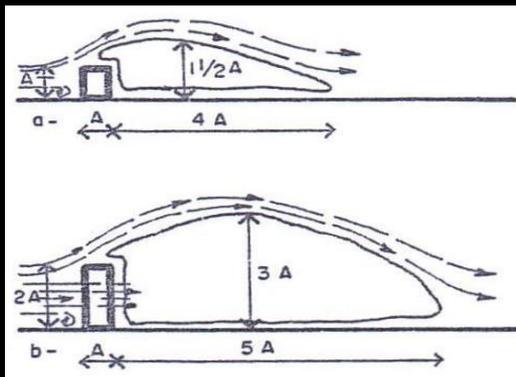
# Vientos – Las Plataformas

- Reducción de la velocidad del viento.
- Disposición de los edificios.

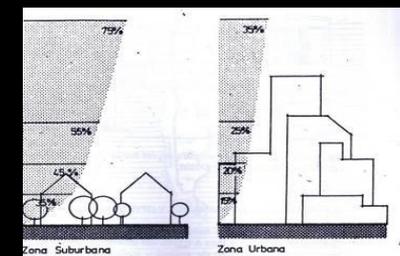


## Renovación de aire:

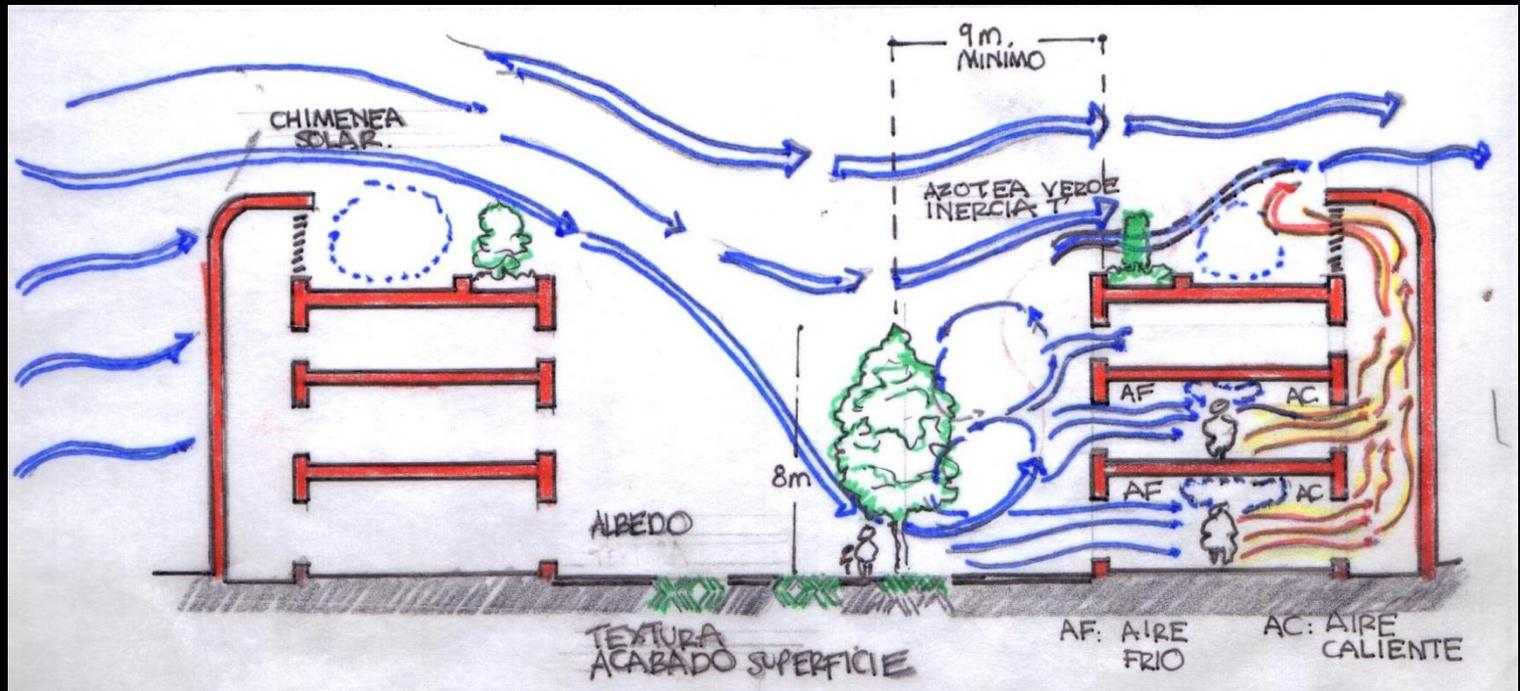
- Disposición de los espacios.
- **Inercia Térmica:** mucho movimiento del aire dará una aceleración en la transmisión del calor, conveniente para las torres.



Dirección del viento	Anchura de la ventana		
	1/3	2/3	3/3
Perpendicular a la ventana	13	13	16
Oblicua en frente	12	15	23
Oblicua desde atrás	14	17	17



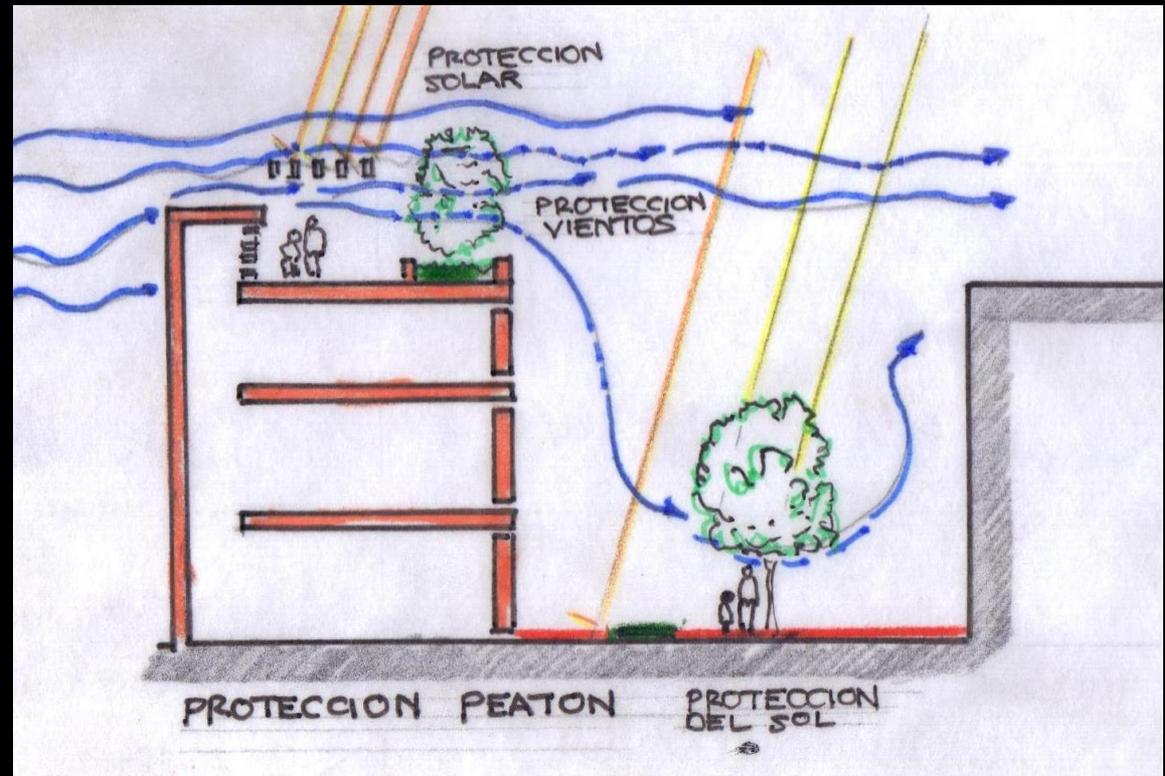
# Vientos – Las Plataformas – Los Patios



- Conducir - Provocar Flujos.
- La distancia de los arboles a la fachada debe ser igual a su altura.

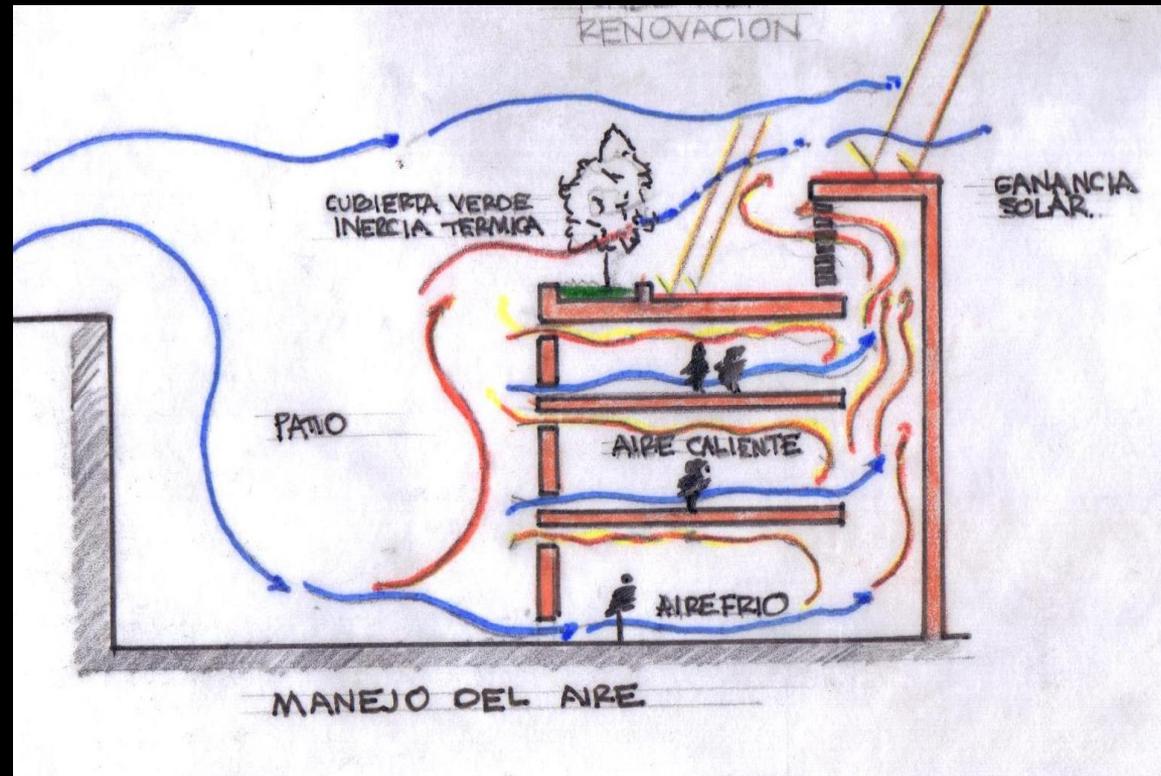
# Vientos – Las Plataformas – Los patios

- Protección y Reducción velocidad del viento en la Cubierta y Patios



# Vientos – Las Plataformas

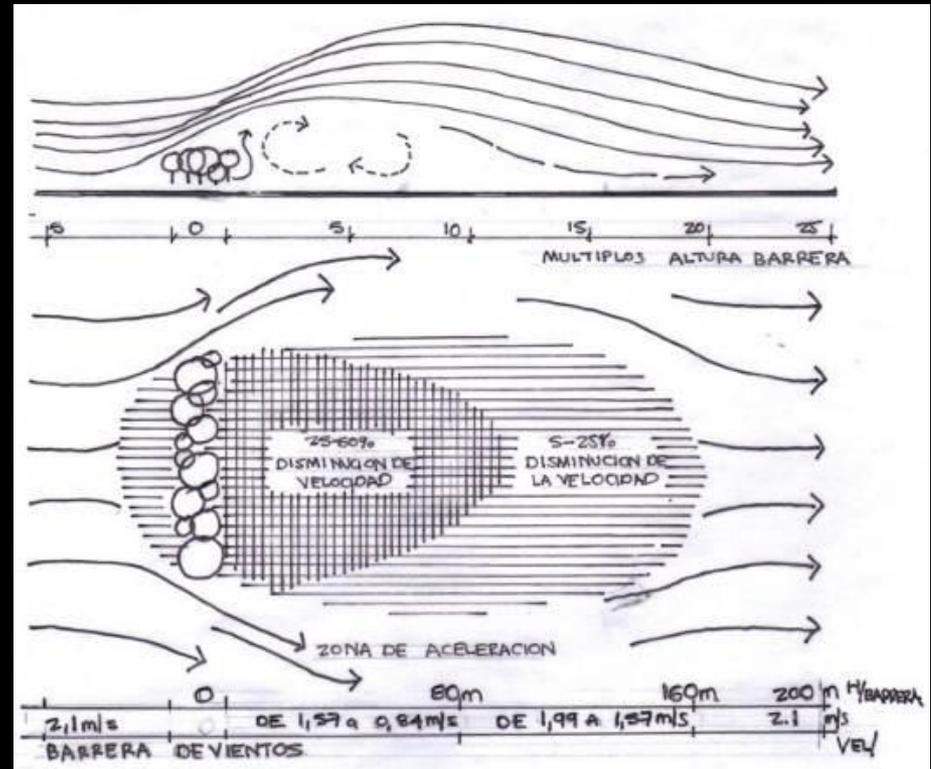
- Movimientos Convectivos:
- Relación apertura de entrada /apertura de salida y posición en la velocidad del aire interno para renovación.
- Posición de los vanos.
- Extracción Convectiva.



Ventilación cruzada	Localización de las aberturas -	Dirección del viento	Anchura total de las aberturas			
			2/3 del muro		3/3 del muro	
			Prin.	Max.	Prin.	Max.
Ninguna	Abertura sencilla en zona de presión	Perpendic.	13	18	16	20
		Oblicua	15	33	23	36
	Abertura sencilla en zona de succión	Oblicua	17	44	17	39
		Oblicua	22	56	23	50
Provista	Dos aberturas en muros adyacentes	Perpendic.	45	68	51	103
		Oblicua	37	118	40	110
	Dos aberturas en muros opuestos	Perpendic.	35	65	37	102
		Oblicua	42	81	42	94

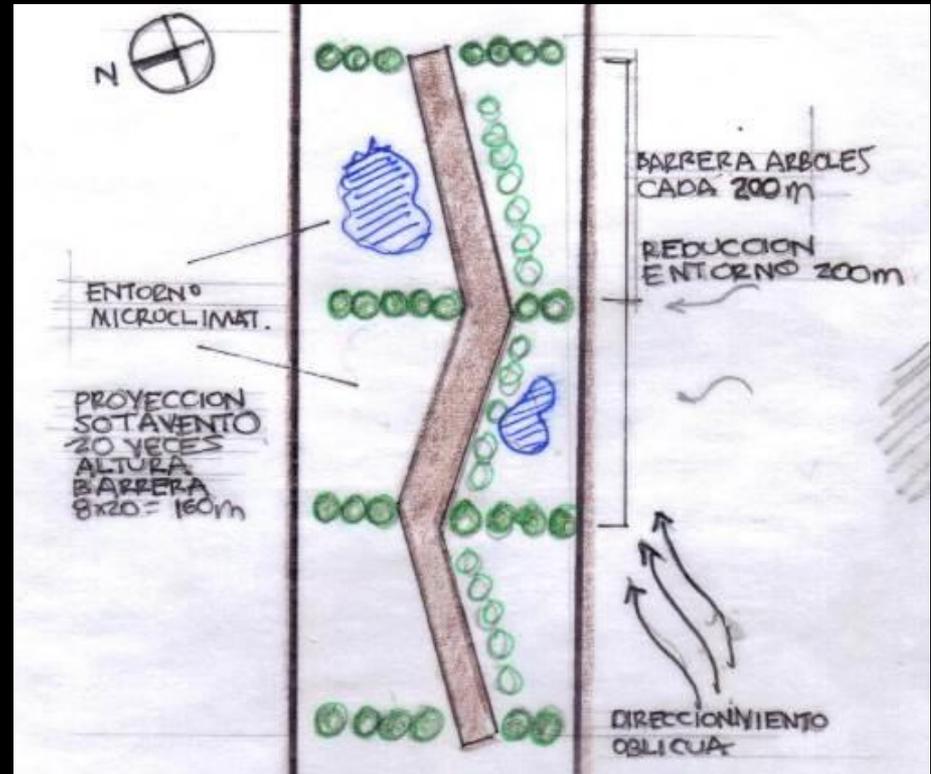
# Vegetación – Los Perfiles

- Para la dirección este - oeste, la mejor protección se consigue mediante barreras sucesivas, distanciadas unos 100 metros,



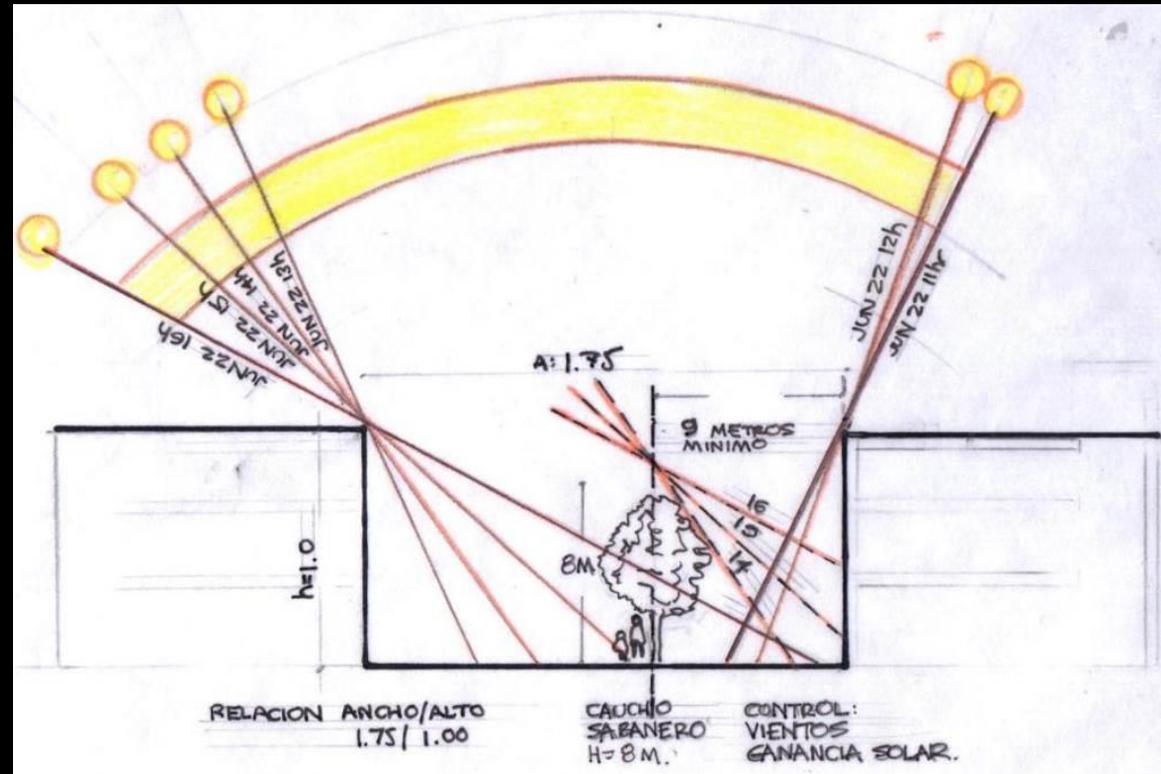
# Vegetación – Los Perfiles

- Protección mediante barreras sucesivas, distanciadas unos 100 metros, reduciendo así la velocidad entre un 25-60% al atravesar la primera barrera, y entre un 5-25% al pasar por la segunda, estableciéndose una zona en calma de viento controlado.



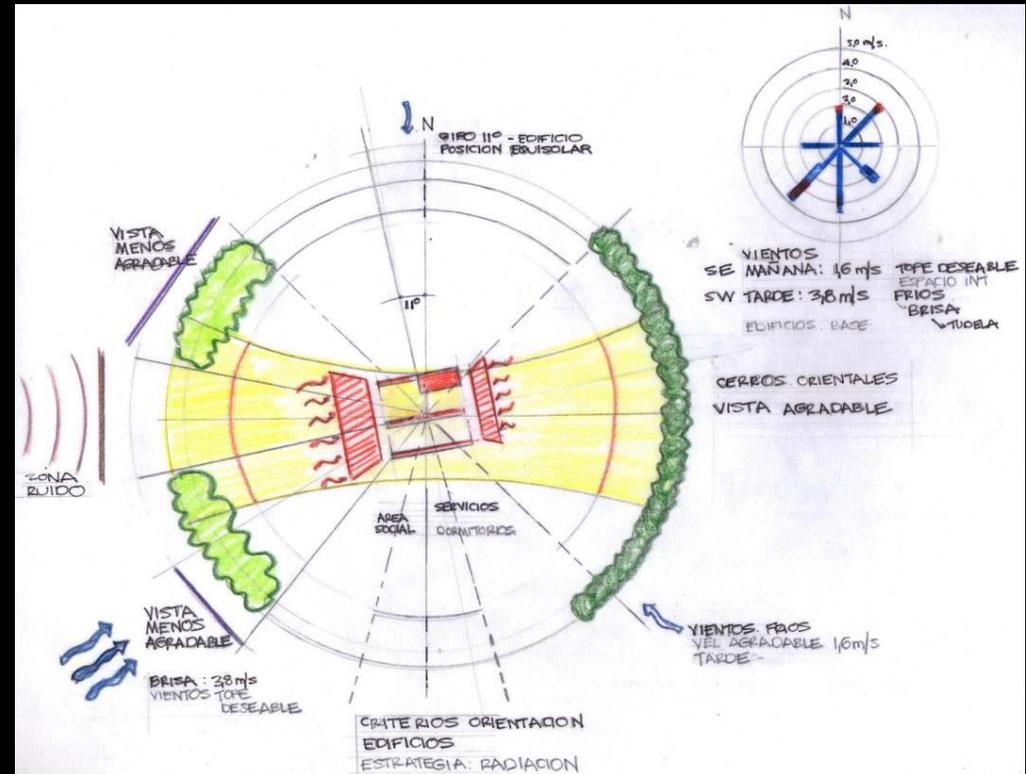
# Vegetación – Las Plataformas

- Ganancia Térmica.
- Reducir la velocidad del Viento en Patios y Cubierta.



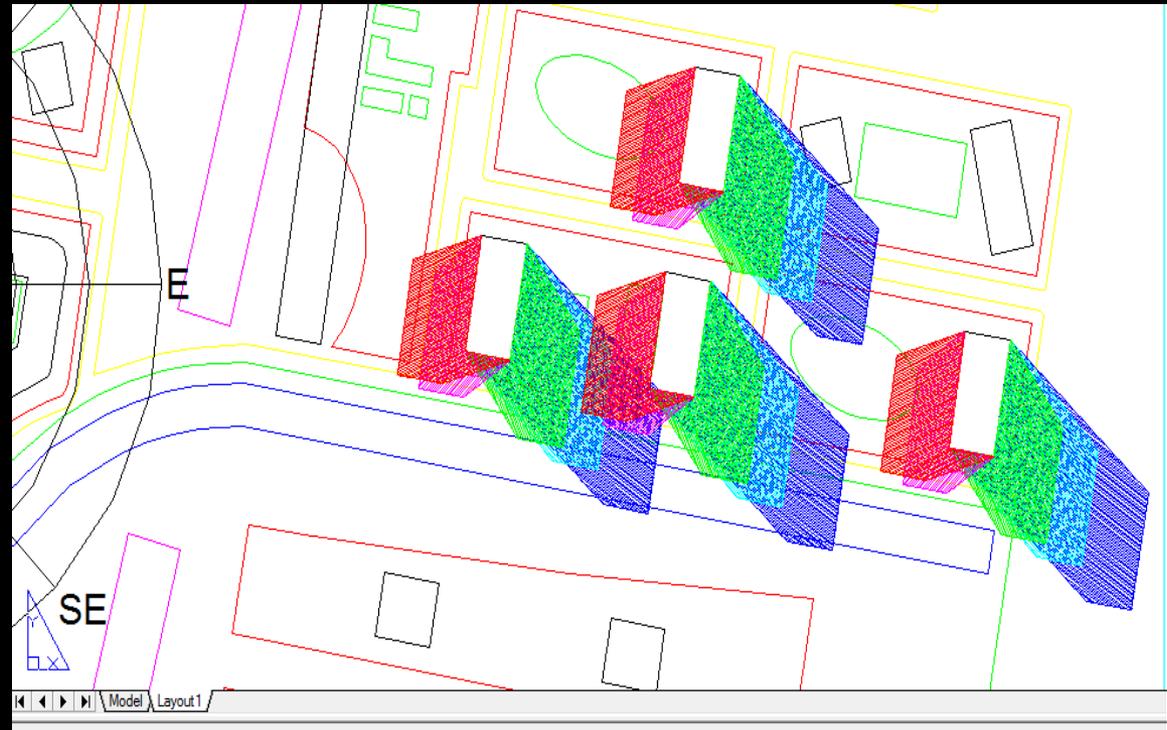
# Radiación Solar – Los edificios– acumulación y control vientos

- Orientación:
- Disponer en el lado oeste de los espacios habitables.
- Mantener la velocidad del aire circundante



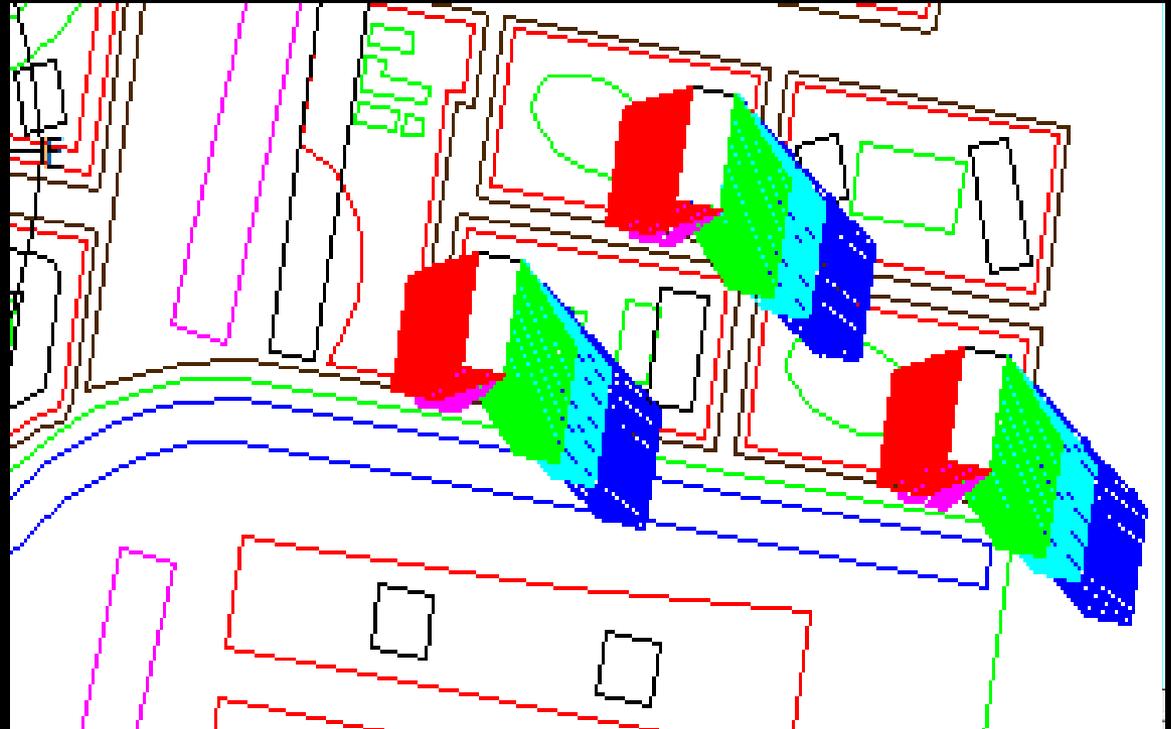
## Espectro de Sombras

- Los edificios deben **implantarse de forma dispersa** con el fin de reducir la obstrucción solar y controlar los vientos.



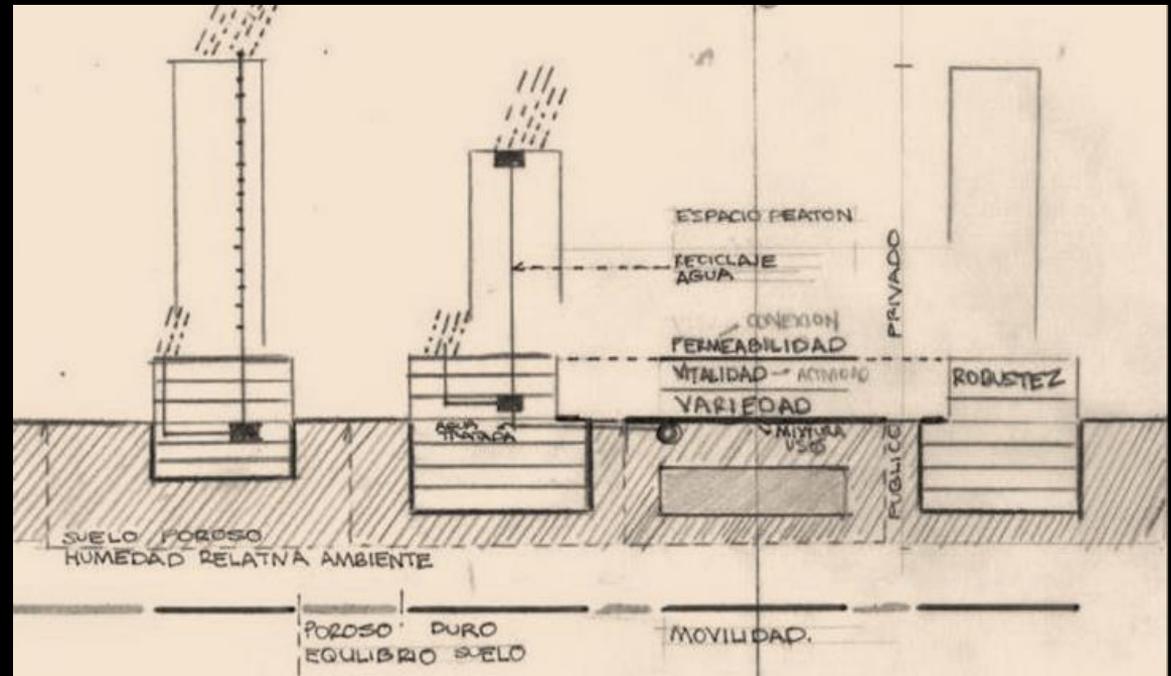
## Espectro de Sombras

- Los edificios deben implantarse de forma dispersa con el fin de reducir la obstrucción solar y controlar los vientos.



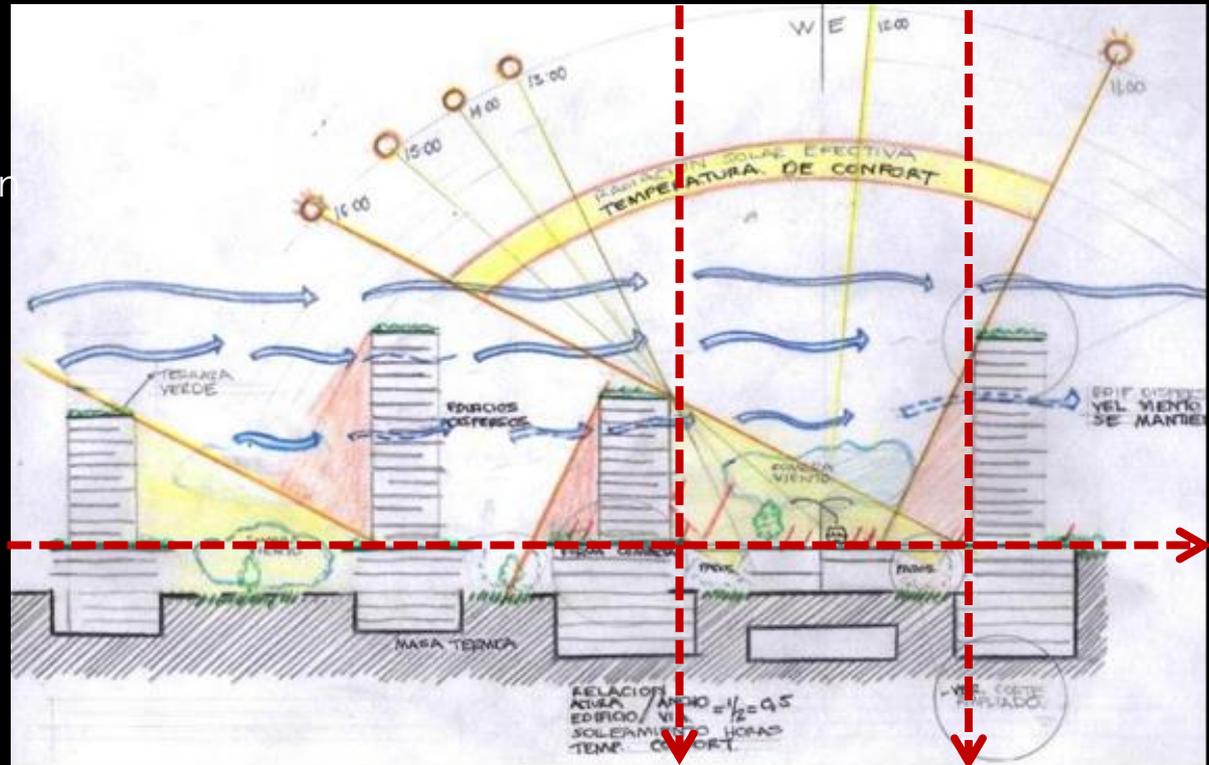
# Agua – Espacio Público, Plataforma y Edificios

- Permeabilidad del suelo.
- Reducir amplitud térmica.
- Inercia térmica.
- Reciclaje.



# Radiación solar – Perfil Ciudad Central

- Orientación:
- El Perfil de la ciudad Central NO garantiza soleamiento efectivo.



- Introducción.
- Preexistencias ambientales.
- Preexistencias urbanas.
- Diagnostico.
- Desarrollo de los 3 criterios bioclimáticos propuestos.
- Conclusiones.

1. **Ciudad Compacta y resiliente:** que es viable duplicar el suelo, dentro del perímetro urbano existente, sin demoler la toda la ciudad. Ciclo de vida.
2. **Infraestructura Tridimensional:** se propone un perfil que integra lo publico y lo privado horizontalmente y el entorno natural y urbano de forma vertical.
3. **Plataformas y torres:** Con las plataformas, se logran conformar espacios peatonales favorables como patios, plazoletas, circulaciones, en condiciones de confort, regulando la temperatura a través de la ganancia solar, la inercia térmica y controlando el movimiento del aire principalmente con la vegetación, reduciendo la humedad y favoreciendo la iluminación y ventilación natural.
  - Con las torres, se logra generar el nuevo suelo requerido para vivienda y oficinas, aprovechar el paisaje, la iluminación y permite rotarlas para aprovechar la radiación solar y controlar la velocidad de los vientos.

# Concepto general de sostenibilidad a escala urbana, micro-urbana y arquitectónica

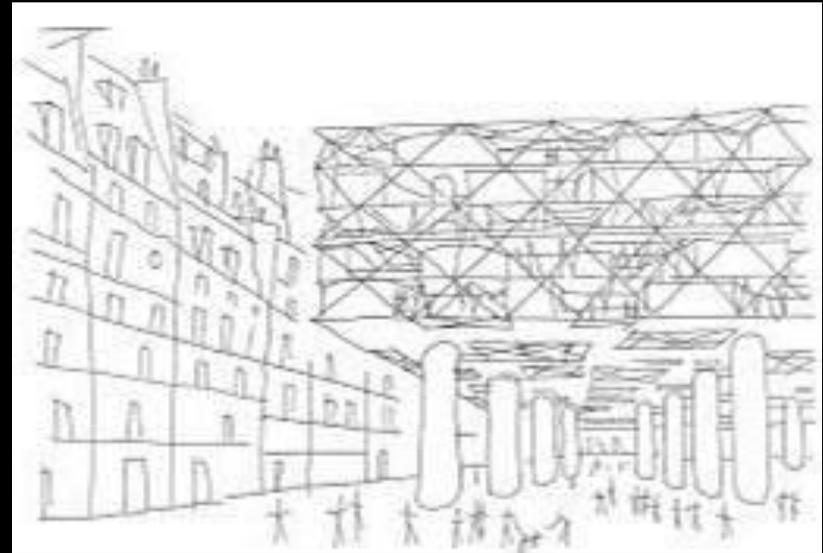
- Definición de las condiciones deseables o 'clima urbano ideal'. Katzschner (1998): "El clima urbano ideal es la situación atmosférica con importantes variaciones en tiempo y espacio que proporcionen condiciones térmicas no homogéneas para el hombre en un radio de distancia hasta 150 metros. Debe ofrecer condiciones que eviten concentraciones de polución aérea y estrés térmico, a través de ventilación y sombras en estaciones cálidas o protección de viento y acceso al sol en estaciones frías".

Los componentes:

- **Para el hombre:** variables climáticas a nivel peatonal.
- **Variación temporal y espacial:** no es posible lograr condiciones óptimas en toda el área urbana y durante todo el tiempo.
- **Evitar concentraciones de polución aérea:** incorporar canales de ventilación urbana que permitan la dispersión y evacuación de la polución.
- **Estrés térmico:** un microclima requiere un índice de confort que contemple el impacto de temperatura, humedad relativa del aire, radiación de onda larga y corta, y viento.

## “ciudades espaciales”

Con ello pretendo generar un interrogante sobre la **generación de nuevo suelo urbano en la ciudad existente** para los nuevos habitantes cumpliendo las necesidades de movilidad, flexibilidad y adaptabilidad estudiadas y propuestas en algún momento por Yona Friedman.



# Referente: Centro Internacional Tequendama

Centro Internacional Tequendama, que consistía básicamente de una **plataforma de servicios** con edificios en altura de vivienda y oficinas; es decir, se puede habitar, trabajar y recrearse en el mismo lugar, reduciendo los desplazamientos.



Centro Internacional Tequendama 1965

# Agradecimientos

Al Arquitecto Luis Carlos Herrera por sus aportes y apoyo durante la Maestría y en la asesoría de mi proyecto de Tesis.

Al Arquitecto Mauricio Pinilla y Arquitecta María López de Asiain por sus aportes incondicionales y bibliografía.

A mis colegas de oficina Antolín España y Osmar Martínez por su colaboración especial durante todo el desarrollo.

En general a todos mis amigos.

GRACIAS

---