

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

Barcelona oculta  
Rosina Vinyes i Ballbé

La rellevància del subsòl en una gran ciutat contemporània  
Tesi doctoral dirigida per Dr. Àngel Martín Ramos

# BARCELONA OCULTA

La rellevància del subsòl en una gran ciutat contemporània

Rosina Vinyes i Ballbé

Tesi doctoral dirigida per

Dr. Àngel Martín Ramos

Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori  
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona  
Universitat Politècnica de Catalunya – Barcelona Tech



setembre 2015

# BARCELONA OCULTA

La rellevància del subsòl en una gran ciutat contemporània

Rosina Vinyes i Ballbé

Tesi doctoral dirigida per  
Dr. Àngel Martín Ramos



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori  
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona  
Universitat Politècnica de Catalunya – Barcelona Tech

Setembre 2015

Títol: Barcelona oculta

Subtítol: La rellevància del subsòl en una gran ciutat contemporània

Nom de l'autor: Rosina Vinyes i Ballbé

Nom i lloc de la institució on es presenta: Universitat Politècnica de Catalunya

Nom del Director: Dr. Ángel Martín Ramos

Programa de Doctorat: Doctorat en Urbanisme

Departament, Escola: Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona

Lloc i data: Barcelona, setembre 2015

Títol al qual s'aspira: Doctor Arquitecte per la Universitat Politècnica de Catalunya

Copyright © Rosina Vinyes i Ballbé, 2015. Tots els drets reservats.

Sense perjudici de les exempcions legals existents, queda prohibida la reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra sense l'autorització del titular dels drets, i qualsevol altre acte que contravingui els drets de propietat intel·lectual i industrial.

Per a qualsevol ús que se'n vulgui fer no previst a la llei, dirigiu-vos a: [rosina.vinyes@gmail.com](mailto:rosina.vinyes@gmail.com)

## Resum

L'ús del subsòl a les nostres ciutats era, fins fa tot just un segle, molt limitat. Durant el segle XX, els avenços tècnics, l'augment de les necessitats i el confort urbà han conduït a incrementar-lo fins al punt que avui en dia qualsevol capital europea construeix tant sota com sobre rasant. El canvi que això representa en la constitució de la ciutat actual és radical, i les seves conseqüències afecten a aspectes urbanístics que ofereixen un camp obert al coneixement i a la reflexió sobre la ciutat contemporània.

A Barcelona, si bé la part visible ha estat àmpliament estudiada, l'invisible i sota rasant no ha tingut la mateixa atenció. Partint de l'estudi del procés d'ocupació del seu subsòl, i utilitzant el dibuix a diferents escales i àmbits de la Barcelona oculta, majoritàriament inèdit fins al moment, es descobreix l'autonomia de la ciutat soterrada, amb una estructura, entitat, identitat i lògiques particulars, que suposen un primer pas per comptar amb les oportunitats que brinda el subsòl a una gran ciutat contemporània.

*Paraules clau: Ciutat contemporània, urbanisme subterrani, Barcelona, subsòl.*

## Resumen

El uso del subsuelo en nuestras ciudades era, hasta hace apenas un siglo, muy limitado. Durante el siglo XX, los avances técnicos, el aumento de las necesidades y el confort urbano han conducido a incrementarlo hasta tal punto que hoy en día cualquier capital europea construye tanto bajo rasante como sobre ésta. El cambio que esto representa en la constitución de la ciudad actual es muy radical y sus consecuencias afectan a aspectos urbanísticos que ofrecen un campo abierto al conocimiento y a la reflexión sobre la ciudad contemporánea.

En Barcelona, si bien la parte visible de la ciudad ha sido ampliamente dibujada y estudiada, lo invisible y bajo rasante no ha tenido la misma atención. Partiendo del estudio del proceso de ocupación de su subsuelo, y utilizando el dibujo a diferentes escalas y ámbitos de la Barcelona oculta, hasta el momento mayoritariamente inédito, se descubre la autonomía de la ciudad soterrada, con una estructura, entidad, identidad y lógica particular, que suponen un primer paso para tener en cuenta las oportunidades que ofrece el subsuelo en una gran ciudad contemporánea.

*Palabras clave: Ciudad contemporánea, urbanismo subterráneo, Barcelona, subsuelo.*

## Abstract

The use of the subsoil in our cities was limited until more or less a century ago. The technological advances of the twentieth century and the increased need for greater urban comfort has led to intensive building both above and below ground-level. This constitutes a radical change in the way we understand cities today.

In the case of Barcelona, a city that has been amply studied in terms of its buildings and city planning, very little has been said about what gets built below ground level. The study of the process of occupation of its subsoil and the unprecedented drawing at different scales of hidden areas of Barcelona sheds light in new features of this city, such as a new structure, entity, identity and particular logic. The Barcelona's urban knowledge is increased, representing a starting point in taking into account the opportunities that subsoil give to a big contemporary city.

*Key words: Contemporary city, Underground urbanism, Barcelona, subsoil.*

## Résumé

L'utilisation du sous-sol dans nos villes était, jusqu'à il y a un siècle, très limitée. Au cours du XXe siècle, les progrès techniques, l'augmentation des besoins urbains et le confort ont conduit à l'augmenter au point qu'aujourd'hui n'importe quelle capitale européenne est construite autant au-dessus qu'en-dessous. Le changement que ça représente dans la constitution de la ville actuelle est radical, et ses conséquences affectent des aspects urbanistiques offrant un champ d'exploration et de réflexion sur la ville contemporaine.

A Barcelone, bien que la partie visible ait été largement étudiée, la partie invisible et souterraine n'a pas eu la même attention. En se basant sur l'étude du processus d'occupation du sous-sol, et en utilisant le plan de la Barcelona cachée, inconnue auparavant, se dévoile l'autonomie de la ville enterrée, avec une structure, une identité et une logique particulière représentant ainsi une première étape pour envisager les opportunités offertes par le sous-sol d'une grande ville contemporaine.

*Mots-clefs: Ville contemporaine, urbanisme contemporain, Barcelone, sous-sol.*

## Introducció

Estudiar el subsòl urbà contemporani de la ciutat és fruit de múltiples trobades de l'autora de la present investigació amb la Barcelona oculta, soterrada, anteriors a l'inici d'aquest treball, i que s'han anat succeint mentrestant. Ha estat una relació intensa principalment viscuda des de tres òptiques: la personal, la professional i l'acadèmica.

En l'aspecte personal, ja des d'abans de començar la present investigació, l'autora havia anat constatant fins a quin punt el subsòl formava part del dia a dia dels ciutadans de les grans ciutats contemporànies. Present tant per moure's dins de la ciutat, com per passar-hi moltes de les estones d'oci, com per cobrir necessitats primàries. Com a espai viscut, "Quantes vegades els ciutadans són sota la cota 0 de la ciutat al cap del dia?" Moltes. "En quins casos?" Metro, aparcaments, túnels, restaurants, bars, comerços...-. En obrir el llum de la cuina per poder veure-hi a la foscor i omplir una olla amb aigua de l'aixeta per escalfar-la, de nou, cal tenir en compte que també aquella llum, aigua i gas havien vingut des del subsòl. Del subsòl en depèn també gran part del confort quotidià dels ciutadans. Tots aquests aspectes fan tenir una certa admiració i alhora una atracció pel subsòl, que acull i dona serveis al dia a dia dels ciutadans i el metabolisme urbà.

En l'aspecte professional, la vinculació de l'autora a la transformació urbana de la ciutat des de l'Ajuntament de Barcelona ha estat rellevant per prendre consciència de fins a quin punt el subsòl, d'una manera o altra, estava implicat en tota transformació urbana. L'experiència viscuda, durant els darrers deu anys que ha estat treballant en l'àmbit de l'urbanisme des del sector públic, ha estat clau per detectar que el subsòl és un territori tant fèrtil per a noves oportunitats com poc regulat. El seu coneixement de caràcter parcial dona peu a nombroses anades i vingudes per trobar la millor solució tècnica.

En l'aspecte acadèmic, l'interès per aquest tema va sorgir en el moment de desenvolupar la Tesina del Màster Oficial d'Urbanisme de la Universitat Politècnica de Catalunya. L'empenta per escollir un objecte d'estudi que tingués relació amb el dia a dia personal i professional, i que alhora fos un producte de l'antropització del territori urbà, va fer que l'elecció es decantés per l'estudi del subsòl de Barcelona. La tesina, defensada el setembre de 2009 i dirigida pel Dr. Àngel Martín Ramos, va ser qualificada d'excel·lent pel tribunal presidit pel Dr. Manuel de Solà Morales, que va empènyer a l'autora a seguir desenvolupant el tema en el marc del Programa de Doctorat d'Urbanisme de la mateixa Universitat.

Al llarg del procés d'elaboració d'aquesta investigació, dilatat en sis anys, aquesta ha estat enriquida gràcies a les aportacions a les presentacions fetes en els següents congressos: VI Seminario internacional de investigación en urbanismo (Barcelona, ETSAB - UPC, 16 i 17 de juny 2014), III Seminario d'Investigació en Urbanisme (Barcelona, 8 de febrer de 2010), 5th International PHD Seminar. Urbanism & Urbanization (Lovaina, Bèlgica, 1 - 3 d'octubre 2009) i a comentaris rebuts arran de la publicació de diferents articles sobre el tema en revistes especialitzades.

Les hipòtesis de partida de la present investigació es poden sintetitzar en les següents:

- 1) La utilització del subsòl en les grans ciutats contemporànies és determinant pel seu funcionament i, en l'actualitat, arriba a tenir una gran responsabilitat pel desenvolupament urbà amb tot el seu potencial.

2) La forma de l'aprofitament urbà del subsòl en la gran ciutat contemporània pren una certa autonomia respecte la ciutat sobre la superfície, fins a tal punt que s'hi poden diferenciar algunes pautes pròpies.

3) És precís aproximar-se a ordenar, o coordinar, anticipadament el desenvolupament urbà en subsòl de les grans ciutats contemporànies, almenys als indrets més sensibles amb ocupacions de caràcter més extrem, enlloc d'insistir en una addició d'intervencions espontànies que el colonitzen sense ordre ni concert.

El mètode d'investigació segueix una doble pauta:

1) L'estudi de l'estat de l'art amb algunes de les referències existents de grans ciutats contemporànies, a més de la producció teòrica i els estudis històrics fonamentals sobre el tema, com a base d'instrucció i comparació.

2) La comprovació de la validesa de les hipòtesis mitjançant l'anàlisi de la realitat construïda sota el terme municipal de Barcelona avui, entenent que es tracta d'un cas d'estudi amb una continuïtat històrica que és equiparable a molts centres urbans de grans ciutats europees actuals. Aquesta indagació a la realitat subterrània d'aquesta ciutat serveix, alhora, per avaluar les qualitats del desenvolupament al que s'ha arribat i enunciar constatacions desvetllades en la investigació.

La investigació s'estructura en els següents quatre capítols:

1) Es determina el marc de la investigació. S'explica, amb deteniment, els objectius, hipòtesis i la metodologia, i es mostra una mostra selecció intencionada de les aportacions dels referents teòrics en l'estudi de la utilització del subsòl urbà, i una selecció de casos que expliquen la relació històrica que ha existit entre subsòl i ciutat.

2) Es mostra una aproximació al procés de formació de la Barcelona subterrània d'avui. S'analitza tema a tema, tant xarxes com a espais, quin ha estat l'inici i el desenvolupament de l'ocupació fins l'actualitat. El capítol finalitza amb un apartat que resulta de l'aproximació i sintetitza en tan sols quatre les causes per les quals s'utilitza el subsòl urbà, posant de manifest les seves contradiccions i avantatges.

3) Es descriu la Barcelona subterrània contemporània a tres escales. Primerament, l'escala menuda, entre l'arquitectura i l'espai urbà, classifica els tipus de construccions en subsòl. En segon lloc, a l'escala intermèdia, es mostren quinze fragments de ciutats, a diferents escales i representacions gràfiques, que permeten explicar certes lògiques de subsòl, determinar oportunitats, i establir estudis comparatius entre ells. En tercer lloc, a l'escala global, gràcies a l'atreviment de dibuixar el conjunt de la Barcelona subterrània per primera vegada, es fan una sèrie de lectures que expliquen trets constitutius i singularitats d'aquesta part de Barcelona, oculta, a més de mostrar l'estructura i l'ordre espacial d'aquesta.

4) Es fa una síntesi interpretativa de la Barcelona oculta, que s'alimenta de l'essència dels capítols precedents, i s'expliquen les futures línies d'investigació que poden derivar d'aquesta.

Finalment, afegir que aquesta investigació no hagués estat possible sense l'ajuda d'un gran nombre de persones, que altruïstament han mostrat interès i col·laborat amb el tema, amb aportacions i suport de tota mena. Esperant no oblidar cap d'aquestes aportacions, es corre el risc d'enumerar totes aquestes persones que han seguit, d'una manera o una altra, aquest procés:



Aparicio, Isaac (Institut Municipal d'Informàtica), Azimian, Afarin (arquitecta); Badell Giralt, Laura (arquitecta); Balañá, Marta (arquitecta); Ballbé, M. Antònia; Barles, Sabine (Université Paris 1- Sorbonne); Beltran, Júlia (historiadora, Muhba); Beltran, Montserrat (Arxiu Administratiu Barcelona); Bendicho, Helio (estudiant, UPC); Bernat, Sergi (arquitecte); Bonich, Mònica (bibliotecària UPC); Bou, Josep M. (historiador, Veclus); Calleja, Sabina (historiadora i arqueòloga); Caballé, Francesc (historiador, Veclus); Chesa, Maria José (enginyera, Bcasa), Chiriotti, Ramiro (estudiant, UPC); Clos , Oriol (arquitecte en cap, Aj. de Barcelona); Contreras, Jose; Domingo, Miquel (arquitecte i professor, UPC); Echave, Cynthia (arquitecta, Barcelona Ecologia); Eizaguirre, Xabier (arquitecte i professor, UPC); Español, Joaquim (arquitecte i professor, UPC); Fernández, Eduard (estudiant, UPC); Florit, Joan (arquitecte); Gabàs, Ares (Infraestructures Aj. Barcelona); Gallén, Àurea (Gabinet Estudis Urbans, Aj. de Barcelona); García Almirall, Pilar (arquitecta i professora, UPC); García, Arantxa (arquitecta); García-Bragado, Ramon (advocat); Gener, Joan (estudiant, UPC); Godia, Sergi (arquitecte, Barcelona Regional); de Guezala, Alejandro (Fira de Barcelona); Gómez Escoda, Eulàlia (arquitecta); Gómez Ordóñez, Jose Luis (enginyer i professor, Universidad de Granada); González, Edurne (artista); González Gordo, Mònica; Gutiérrez, Mariano (espeleòleg urbà i taxista); Gratacós, Ricard (arquitecte); Hoffer, Karin (arquitecta i professora, UPC); Illescas, Vera; Jiménez, Agus (arquitecte); Juncá Ubierna, José Antonio (enginyer); Keogh, Geoff (economista, University of Aberdeen); López Corduente, Aurora (arquitecta, Aj. de Barcelona); Lozano, Helio (enginyer, Aj. de Barcelona); Lucchetti, Josep M. (arquitecte, Aj. de Barcelona); Machida, Suichi (planner, Urban Underground Center Japan); Magrinyà, Francesc (professor, ETSCCPB, UPC); Malaisse, Serge; Marrugat, Maria (arquitecta); Martín Ramos, Àngel (arquitecte i professor, UPC); Martín-Romo, Antonia; Mateos, Amèlia (Gabinet d'estudis urbans, Aj. de Barcelona); de Miguel Moyer, Robert (arquitecte); Miralles, Francesc (estudiant, UPC); Miró Alaix, Carme (Serveis d'Arqueologia-Aj. de Barcelona); Mòdol, Dani (arquitecte); Molero, Arnau; Monclus, Toni (enginyer, Envac); Monjal, François (arquitecte, Alphaville); Morata, Berta (estudiant, UPC); Morell, Joan (historiador de l'art); Moyer, Melissa (filòloga); Obiol, Cecília (arquitecta); Pairó, Glòria (arquitecta); Pretel, Lluís (estudiant, UPC); Planas, Llàtzer (arquitecte); Puig, Sonia (enginyera, TMB); Quinn, John (arquitecte); Riba, Teresa; Roca Cladera, Josep (arquitecte i profesor, UPC); Roca, Anna (arquitecta, Institut de Mercats de Barcelona); Rodríguez de Pablo, Julio (enginyer); Segarra, Ramon (enginyer); Solà-Morales, Manuel (arquitecte i professor, UPC); Tajadura, Jose A. (arquitecte, Aj. de Barcelona); Torres Gil, Miquel (enginyer, Saba); Torruella, Jaume (enginyer, Fecsa); Valdés, Manuel (enginyer, Aj. de Barcelona); Vilà, Miquel (geòleg, Institut Geològic de Catalunya); Viles, Dan (enginyer, Envac); Vinyes, Enric; Vinyes, Rafel.

I en especial vull agrair el suport acadèmic, amb coneixement, professionalitat, rigor i perseverança del director d'aquesta Tesi, Dr. Àngel Martín Ramos. Gràcies a ell, sense cap mena de dubte, aquest camí i el seu resultat ha estat més enriquidor.

També agraeixo el suport que sempre he rebut d'aquells que m'estimen d'una manera incondicional, la meva família i els amics més propers, que m'acompanyen en tot moment i amb una mirada ja saben què necessito. Per mi són una part important d'aquest esforç.

A tots ells els dedico aquest treball, i també el dedico, naturalment, a la meva ciutat, Barcelona.



# Taula de continguts

Resum	I
Introducció	III
<b>Capítol 1. Marc de la investigació</b>	<b>01</b>
<b>1.1. El subsòl urbà importa</b>	<b>02</b>
1.1.1. Consideracions generals per a l'elecció i definició de l'objecte d'estudi	02
1.1.2. Motivació de l'interès de la investigació a Barcelona	08
1.1.3. Objectius i hipòtesis de partida	10
1.1.4. Justificació metodològica: sistema d'estudi desenvolupat	11
<b>1.2. Antecedents teòrics</b>	<b>12</b>
1.2.1. Aportacions d'ideòlegs	12
a) Leonardo Da Vinci (1452-1519)	12
b) Eugène Hénard (1849-1923)	13
c) Édouard Utudjian (1905-1975)	14
1.2.2. Altres aportacions	15
<b>1.3. El subsòl i la ciutat: una relació històrica</b>	<b>20</b>
1.3.1. Canalitzacions, hàbitat troglodític i magatzems a la ciutat antiga	20
1.3.2. La decadència de la ciutat a l'època medieval i l'estancament en l'ús del subsòl urbà	27
1.3.3. Avenç significatiu de la tècnica, i de l'ús del sota rasant en la era moderna	31
1.3.4. Quatre casos contemporanis	35



<b>Capítol 2. Atansament a la formació de la Barcelona subterrània</b>	<b>40</b>
2.1. Sota la cota 0	41
2.2. L'elevació progressiva del nivell de la ciutat: capa sota capa	42
2.3. La construcció activa al subsòl al llarg del temps	47
2.3.1. Punt de partida: Terres i aigua	47
a) Geologia	47
b) Aigua subterrània	51
2.3.3. Les xarxes	53
a) Aigua: abastament i clavegueram	53
b) Energia i telecomunicacions	69
c) Mobilitat: Tren, metro i túnels viaris	72
d) Altres: Aprofitament aigua freàtica, recollida pneumàtica i climatització centralitzada	88
2.3.3. Els espais	92
a) Sota el sòl públic: Aparcaments, estacions de metro i tren, i altres	92
b) Sota el sòl privat: Drets, usos i mides	103
2.3.4. Contradiccions i avantatges de construir en subsòl	115
a) Raons primàries	115
b) Possibilitats de la tècnica	115
c) Aspectes funcionals	116
d) Qüestions compositives	117
<b>Capítol 3. La Barcelona subterrània contemporània a tres escales</b>	<b>119</b>
3.1. Escala menuda: entre l'arquitectura i l'espai urbà	120
3.1.1. Diversitat de formes i de relacions. Classificació construccions soterrànies	120
3.1.2. Elements amb un elevat grau d'autonomia respecte el sobre rasant	125
a) Conductes	125
b) Volums	128
3.1.3. Elements relacionats amb el sobre rasant, ordenats segons la petjada en superfície	131
a) Parcial	131
b) Completa	132
c) Superior a la petjada	137
d) No coincident amb el sobre rasant: subordinació funcional	143
3.1.4. Una mescla d'entitat creixent	143



<b>3.2. Escala mitjana: fragments de ciutat</b>	<b>146</b>
3.2.1. Agrupacions d'edificacions soterrades amb direccions espacials limitades	146
3.2.2. Set àmbits homogenis de vint hectàrees	149
3.2.3. Quatre àmbits heterogenis de cent vint-i-cinc hectàrees	168
3.2.4. Singularitats en situacions concretes	185
a) Una ubicació central: la plaça Catalunya i entorns	191
b) Una posició d'interrelació entre barris: la plaça Lesseps	196
c) Una cruïlla de comunicacions al peu de Collserola: Vall d'Hebron - Basses d'Horta	195
d) Una posició geogràfica assenyalada: el Fòrum	200
<b>3.3. Escala de conjunt: la Barcelona subterrània</b>	<b>201</b>
3.3.1. Mètode i tècnica	210
a) Dibuir: explorar, entendre i intervenir. Cartografiar l'invisible	201
b) Determinar l'objecte: què es considera subsòl	202
c) Definir l'instrumental: mètode i limitacions	202
3.3.2. El plànol de conjunt	204
3.3.3. Lectures de la Barcelona subterrània	207
a) El conjunt: plens i buits	207
b) Les xarxes	210
c) Les parts: set tipus	213
d) La definició del perímetre que delimita el centre urbà metropolitana	222
e) Les peces més profundes, i les peces més grans	223
f) Intensitat i preu del sòl	226
g) Soterranis i activitat econòmica	229
h) Capacitat absoluta i índex de diversitat urbana versus subsòl construït	230
i) Relleu, terra, aigua i construccions subterrànies	232
j) La més alta diversitat i complexitat urbana	237
k) La condició de ciutat homogènia de l'Eixample	239
l) La posició i constitució dels nuclis dels pobles agregats	241
3.3.4. Aproximació a l'ordre espacial de la Barcelona subterrània	242
<b>Capítol 4. Síntesi interpretativa sobre la Barcelona oculta</b>	<b>258</b>
4.1. El subsòl i la ciutat	259
4.2. Barcelona com a cas d'estudi	260
4.3. Un nou plànol de Barcelona	265
4.4. Prospecció de futur	274





## **Fonts documentals**

Referències

Bibliografia

Altres fonts documentals

## **Annex**

Plànol de Barcelona oculta (Esc 1:15.000)

# Capítol 1: Marc de la investigació



## 1.1. El subsòl urbà importa

### 1.1.1. Consideracions generals per a l'elecció i definició de l'objecte d'estudi

Comprendre la creixent complexitat de la ciutat contemporània esdevé un repte en l'actualitat. És per això que la perseverança de l'estudi per arribar a ampliar el seu enteniment pot donar resultats tan útils com estimulants. L'elecció d'estudiar el subsòl urbà en una gran ciutat contemporània occidental ve condicionada per múltiples aspectes, que s'expliquen en els següents paràgrafs.

La utilització de l'espai subterrani a les ciutats ha estat permanentment unida al desenvolupament d'aquestes i a les diferents necessitats que han anat sorgint al llarg de la història. Ja a l'Antiguitat, les primeres ciutats utilitzaven el subsòl per resoldre les necessitats que sorgien com a conseqüència de viure en comunitat (clavegueram, abastament d'aigua...).

No obstant, l'ús del subsòl a aquestes primeres ciutats no té res a veure amb l'ús del subsòl a la ciutat moderna, i encara menys amb les ciutats occidentals contemporànies. Els motius pel qual s'ocupa el sota rasant i la intensitat d'ocupació han augmentat considerablement i de manera exponencial. De fet, si bé al llarg de la història el que passava sota la ciutat ha tingut una rellevància destacable en diversos aspectes (cfr. "1.3. Construir al subsòl"), és a partir dels segles XIX i XX, quan la tècnica evoluciona i les ciutats creixen notablement, quan aquest augment d'utilització del sota rasant urbà es fa palès amb força.

El potencial del sota rasant de les ciutats ja va ser explorat per ideòlegs pioners com Leonardo Da Vinci, entre d'altres (cfr. "1.3. Antecedents teòrics"). Tanmateix, és amb la ciutat moderna, quan el factor temps esdevé crucial i l'eficiència de la tècnica ho permet, quan algunes d'aquestes idees pioneres passen a fer-se realitat, i l'ús del subsòl és present en el debat urbanístic i la ciutat comença a ser cada cop més construïda sota la cota 0.

Tot i aquesta explosió de l'ús del subsòl en la ciutat moderna, és en la ciutat contemporània occidental quan el subsòl pren un paper protagonista en l'urbanisme. Un paper que ja al 1933 Le Corbusier reconeixia, donant una importància als serveis col·lectius, i utilitzant el terme de "terrain artificiel" per qualificar aquest nou estat del territori on el sòl s'artificialitza per donar resposta a les noves necessitats urbanes (LÓPEZ, F, 2014: 67).

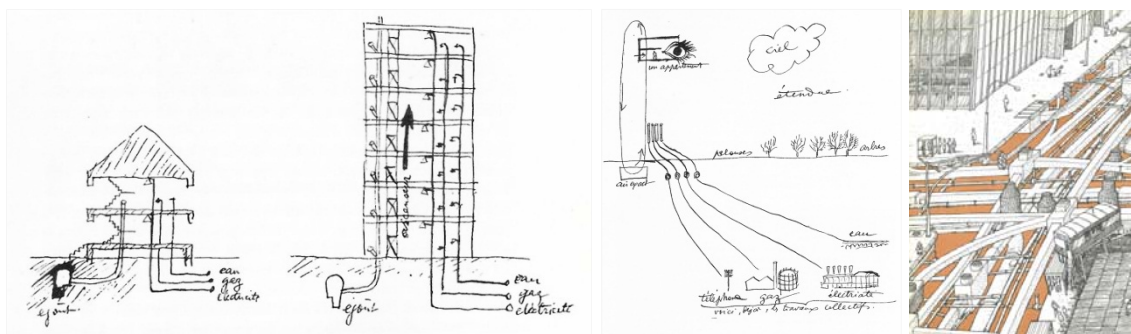


Fig. 1, 2 i 3: A l'esquerra i centre, Le Corbusier "Les services collectifs" i "Le terrain artificiel" 1933 (LÓPEZ, F, 2014). A la dreta, dibuix de les múltiples xarxes que ocupen el subsòl d'una gran ciutat contemporània (MACAULAY, 1999)

Édouard Utudjian, arquitecte col·lega de Le Corbusier, anava més enllà de les xarxes de serveis i creia amb el subsòl urbà com un espai d'oportunitat per poder resoldre moltes altres de les futures necessitats urbanes que tot just s'iniciaven aleshores. De fet, Utudjian fou un dels personatges claus que va sacsejar el debat urbanístic sobre el subsòl, va inventar el terme urbanisme subterrani, i destaquen les seves nombroses publicacions que tenen encara a dia d'avui una vigència extraordinària (UTUDJIAN, 1972).

A primer cop d'ull, l'observació de les ciutats d'avui permet afirmar que la construcció de la metròpolis actual és una realitat gràcies, en gran part, a la tasca subterrània. Per tant, atenent la seva rellevància, es considera que a dia d'avui el subsòl mereix una especial atenció urbanística.

La ciutat contemporània occidental és densa i compacta, sobretot en els seus espais centrals, cosa que provoca unes limitacions de l'espai urbà superiors a les que hi havia hagut en el passat. Aquestes limitacions fan necessari alliberar tant com sigui possible l'espai públic saturat, i per a tal fi sota el carrer se situen cada cop més usos. Per exemple, a dia d'avui, en moltes ciutats un gran nombre de les xarxes de servei discorren soterrades, i també, sota alguns carrers se situen aparcament soterrats i serveis tècnics urbans de diferents tipus. I finalment, també sota alguns carrers, en totes les grans ciutats occidentals hi discorre la xarxa de metro.

Si bé les xarxes de serveis transporten fluids i energia, i els aparcaments emmagatzemen vehicles, la xarxa de metro, com és sabut, és utilitzada per persones, essent doncs espais viscuts sota terra. Amb el metro, s'utilitza el subsòl urbà de manera col·lectiva d'una manera constant per primera vegada i apareix, en conseqüència, un nou tipus d'espai, soterrat, a les ciutats. Mentre que generalment es tendeix a establir dues categories d'espais, la del carrer i la de la casa, que expressen allò públic i allò privat, el metro i les seves estacions fan pensar que les categories són segurament tres, la casa, el carrer i el metro. Es pot considerar que aquesta categoria seria el tercer espai, l'espai públic sense atributs, pragmàtic i no participatiu. (MONTEYS, 2011).

L'aparició del metro representa un canvi substancial en l'ús humà del subsòl a les ciutats. A més, des del primer metro a Londres al 1863 fins ara el panorama ha canviat considerablement. En l'actualitat, totes les grans ciutats occidentals tenen metro, les seves xarxes han crescut exponencialment durant les darreres dècades, i la tendència sembla que continuarà en el mateix sentit, en augment. Tanmateix, el confort i la qualitat dels espais associats no sempre està a l'alçada del gran nombre d'usuaris quotidians que les utilitzen.

Els carrers són tan antics com la civilització i s'han convertit en símbols de la vida pública. En les darreres dècades en moltes ciutats s'està construint una "ciutat anàloga", subterrània i elevada, que fan vulnerable aquesta condició. Per exemple, a moltes ciutats nord-americanes, com Minneapolis, Calgary, Dallas i Montreal, per les seves condicions climàtiques, els carrers dels centres urbans són complementats amb brillants corredors de vianants vidrats i enlairats per sobre els carrers, o amb túnels enrajolats subterranis per sota, que exerceixen una lenta, silenciosa, però no menys efectiva, agressió a la vitalitat dels carrers. Aquests espais es presenten com una alternativa en l'espai públic de la ciutat (BODDY, T, 1992).

D'altra banda, també en el mateix sentit, hi trobem al continent asiàtic ciutats com Tòquio i Hong Kong on el concepte de ciutat anàloga és més que explícit. De fet, Hong Kong (fig. 5) s'anomena popularment una ciutat sense pla-terra, *city without ground*, ja que la cota 0 desapareix, i l'urbanisme és el resultat d'una combinació entre un *top-down planning* i *bottom-up solutions*. Es tracta d'una col·laboració única entre un pensament pragmàtic i un planejament comprensiu, pensats en tres dimensions i amb un resultat completament diferent (FRAMPTON, A. , SOLOMON, J.D., WONG, C., 2012).

La ciutat europea i els seus centres urbans consolidats, amb sòlides permanències i sense una transformació urbana tan dinàmica, presenta amb menys proporció aquests tipus d'espais tan presents en la ciutat nord-americana i asiàtica. Tot i així, en algunes de les ciutats sí que hi trobem, en àrees concretes, aquests tipus d'espais, més aviat soterrats que enlairats.

En tot cas, en les ciutats on es produeix aquest fenomen, en qualsevol dels tres continents esmentats, es considera que amb la voluntat de mantenir el caràcter vital del carrer, cal fer que aquests espais, enlairats o soterrats, siguin tan inclusius com el propi carrer, i que acumulin a la ciutadania completa, per no sacrificar la vida urbana i el bé més antic de la cultura de la ciutats occidentals. En definitiva, que es tracti d'espais que es complementin i es relacionin amb el carrer, i que en cap cas puguin substituir-lo, ni que es tracti d'espais exclusius.

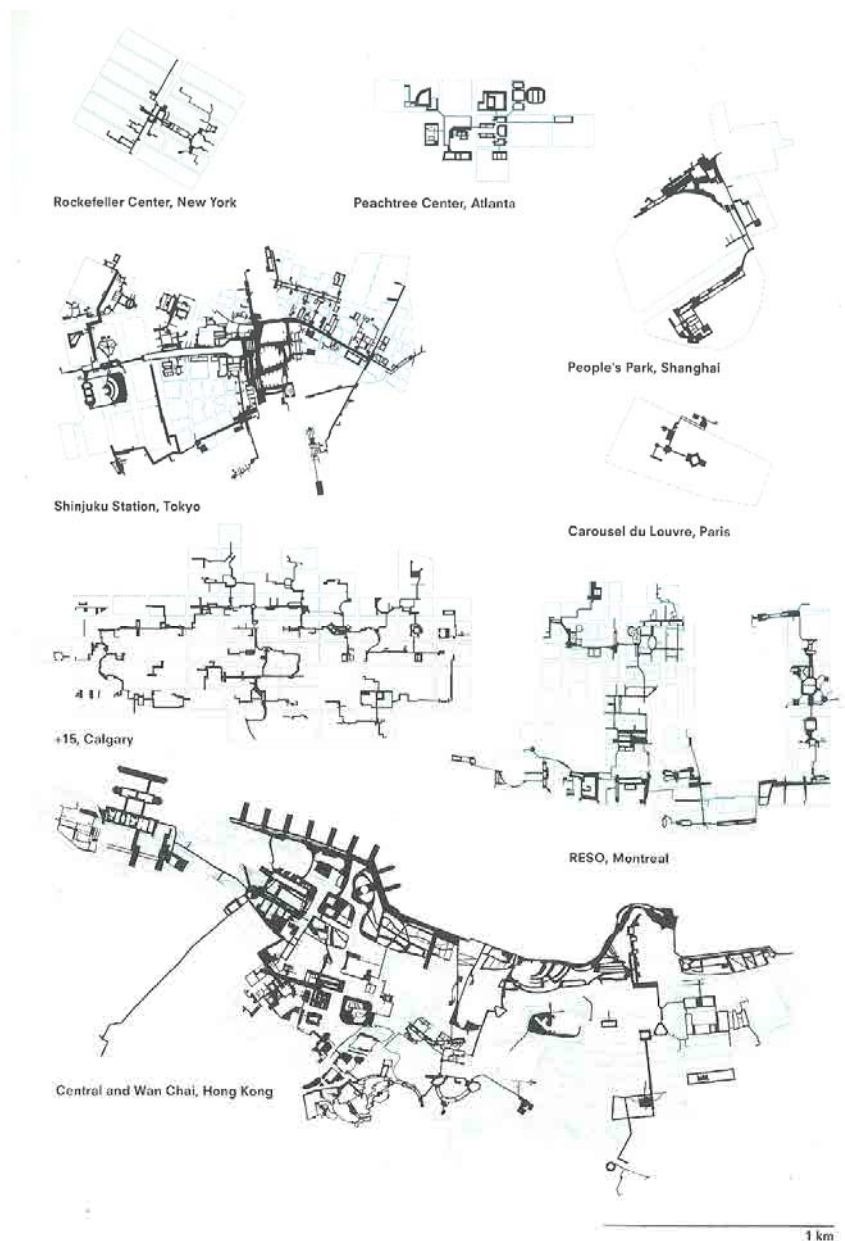


Fig 4: Comparació a escala de xarxes de circulacions de vianants en ciutats arreu del món (FRAMPTON, A. , SOLOMON, J.D., WONG, C., 2012)

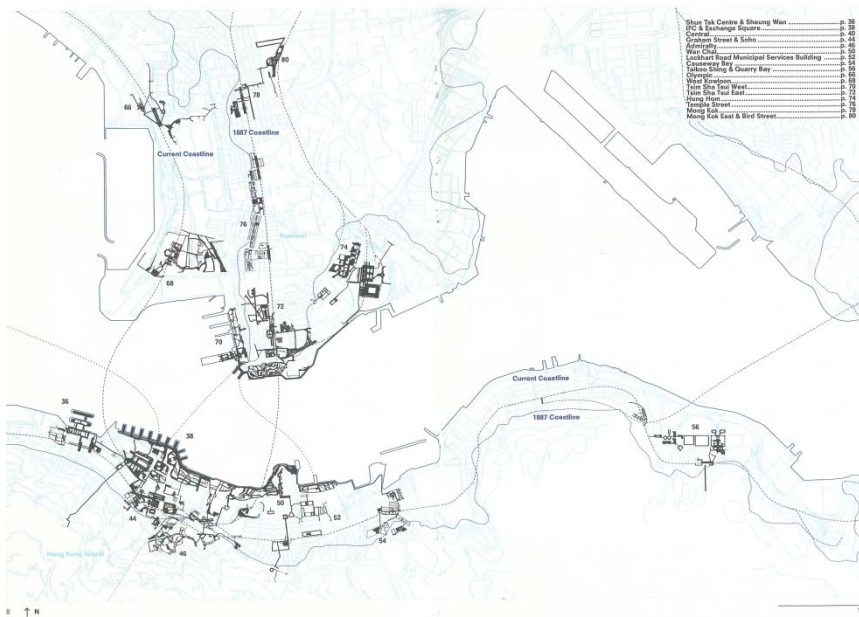


Fig. 5: Xarxa de circulacions de vianants, malla de carrers, trens principals, ferris a Hong Kong (FRAMPTON, A., SOLOMON, J.D., WONG, C., 2012)

Més enllà d'aquesta intensa i creixent ocupació del "sota-carrer", amb xarxes de serveis i de transport, aparcaments i elements tècnics entre d'altres, també l'ús del subsòl ha crescut darrerament sota els espais construïts o sota els espais públics tipus places o parcs. La preocupació creixent per preservar la composició urbana tradicional i mantenir la identitat morfològica de la ciutat, sobretot en la ciutat europea, així com extreure la rendibilitat del sòl urbà, han estat aspectes clau que han provocat aquest increment notable.

A la ciutat contemporània occidental, per preservar el paisatge urbà en certs indrets, s'accepta el buit sense condicions mentre que el construït provoca rebuig i necessita d'un esforç afegit per obtenir l'acceptació de la societat. Per això, es pot dir que per primera vegada vivim en ciutats on l'absència és prestigiosa. Aquest fenomen de rebuig provoca que certes necessitats de la ciutat del segle XXI estiguin abocades a desenvolupar-se d'una altra manera, amagades, ocultes, i el subsòl s'ofereix com un espai idoni.

També hi ha un aspecte rellevant, propi de la naturalesa del subsòl urbà, que provoca un acusat ús del sota rasant en la ciutat contemporània. Es tracta del seu elevat potencial funcional degut a la proximitat i aliança amb la cota 0, és a dir, amb el carrer, tan valorat en la ciutat occidental ja que acumula la vitalitat urbana. La primera planta soterrani és més propera al carrer que la primera planta sobre rasant, en tant que és accessible tan sols baixant, enlloc de pujant, les escales des de l'espai públic; cosa que la fa molt atractiva per usos públics i col·lectius, de tipus dotacional o comercial. La ciutat contemporània s'ha donat compte d'aquest potencial i, sobretot en espais centrals, molts dels primers soterranis són dedicats a usos d'aquest tipus.

A més a més, gràcies al progrés de la tècnica durant les darreres dècades, les condicions de confort que es poden aconseguir en l'actualitat en els soterranis poden ser aparentment equiparables a les condicions en sobre rasant, pel que fa a ventilació, il·luminació i climatització. En conseqüència, els usos potencials que poden albergar les plantes soterranis s'han multiplicat. Històricament havien estat tan sols usos servidors, i en l'actualitat estan sent, en certes parts de la ciutat, usos nobles com comerços, sales d'actes, cinemes, restaurants, discoteques... Tant és així que avui, en aquest tipus de ciutats, estan

apareixent "icebergs urbans" (MONTEYS, 2012), edificis en els quals la major part del programa se situa sota rasant, per tal de minimitzar el seu impacte sobre rasant i ser més fàcilment acceptats per la societat.

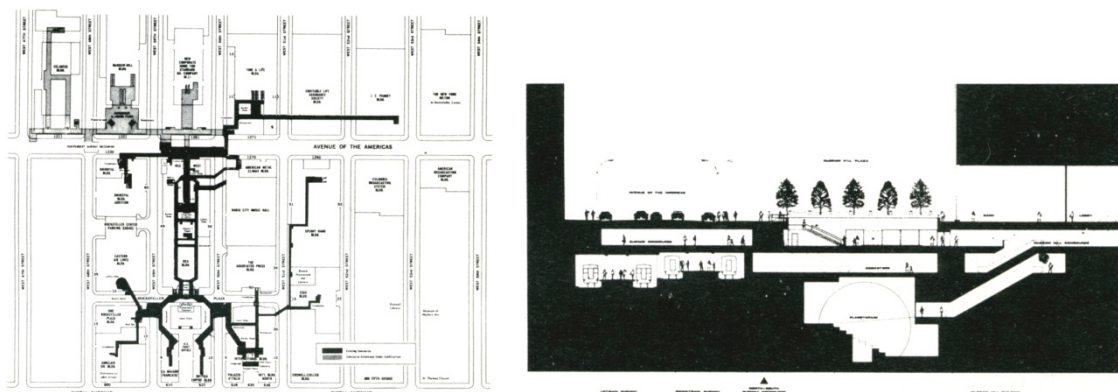


Fig. 6: Rockefeller Center, 1931. A l'esquerra, plànol del trànsit subterrani, sistema que compta amb comerços, restaurants i altres locals d'oci. A la dreta, secció que mostra el sistema de circulació a nivell i la connexió amb el transport públic. (Rockefeller Center, Inc.)

Si bé tots aquests són els motius més freqüents que justifiquen actualment el soterrament de certs elements a la ciutat, han estat i són moltes i molt diverses les raons que han portat a ocupar-lo paulatinament (cfr. 2.2.). Arran d'això, la complexitat que oculta la ciutat per sota és acusada i creixent, i és estimulante avançar en el seu coneixement.

Per tots aquests aspectes, entre d'altres, el subsòl de la ciutat contemporània occidental és més fèrtil que mai, en ell hi van apareixent noves construccions, i tot indica que la tendència d'ocupar el sota rasant urbà és creixent. Tanmateix, no sempre aquests soterraments són beneficiosos per a la ciutat i per als seus usuaris. D'una banda, pel que fa a la petita escala, els soterranis que es van multiplicant, tot i els esforços tècnics, mai podran tenir les característiques d'un espai sobre rasant pel que fa a llum natural, ventilació, etc. Per tant, el subsòl no sempre pot albergar certs usos, sobretot quan es tracta d'usos amb permanències humanes continuades. Malgrat això, en certs espais centrals on hi ha una demanda acusada de sòl, les solucions soterrades són molt presents.

D'altra banda, quan es tracta de grans infraestructures viàries o ferroviàries, no sempre el soterrament és la solució més idònia tot i que actualment és sens dubte la més desitjada i aplicada en molts municipis en situacions urbanes similars. Hi ha aspectes que justifiquen que, a vegades, els soterraments són pèrdues. La primera, el sobre cost que suposen. Com és lògic soterrar suposa un cost superior que construir en superfície, per les dificultats tècniques afegides. A més, el manteniment dels espais soterrats de caràcter públic també és habitualment més costós.

En segon lloc, tant pel que fa a les infraestructures com altres espais soterrats urbans, el confort en subsòl no és generalment comparable al dels espais per sobre la cota 0, tal i com s'ha comentat pels espais de petita escala. La manca de llum i ventilació natural dels espais sota terra, que se supleix amb mitjans artificials, mai pot arribar a la qualitat de la superfície. I en el cas de les infraestructures ferroviàries soterrades, arribar a una ciutat amb tren per superfície és una de les experiències urbanes més atractives, i en canvi, enterrar-la en un túnel, per al viatger és una pèrdua.

També per la lectura de l'estructura urbana, a vegades, el soterrament de les infraestructures ferroviàries representa una pèrdua. Quan desapareix el tren de la vista, la ciutat perd una de les principals referències, desapareix un element bàsic i estructurant. A més a més, també hi ha estudis que parlen que s'utilitza més el transport públic quan es veu i quan està integrat a la ciutat i és valorat positivament. Amb



el soterrament, que és l'opció més contundent, es nega el diàleg amb les preexistències, i, per tant, aquesta opció. Finalment cal dir que soterrar les infraestructures amb l'argument de superar barreres no és una justificació *per se*. Les barreres també es poden superar per punts, com els rius, i no sempre es justifica la necessitat de superar-les en tota la seva longitud, soterrant-les. (SARAVIA, 2008)

Malgrat l'indiscutible augment de la utilització del subsòl en la ciutat d'avui dia, explicat en els paràgrafs anteriors, els esforços que dedica la teoria urbanística contemporània a aquest tema no són en absolut equiparables a aquesta tendència. L'estudi del subsòl des del punt de vista urbanístic, tot i els diferents autors que han teoritzat sobre el tema, a nivell general, ha estat coix pel que fa a la praxis urbanística. L'urbanisme dels tres nivells (RUEDA, 2007), on s'amplia el concepte d'espai públic tant en altura com en subsòl, a dia d'avui no té un grau d'aplicació massa ampli excepte en indrets singulars de certes ciutats, o en casos excepcionals (cfr. 1.4. Construir al subsòl. A la ciutat contemporània).

El planejament en subsòl és gairebé inexistent en la majoria de ciutats, tot i que ja fa dècades que és objecte de debat. Ja als anys 30 Utudjian inicia el debat internacional sobre el tema i sacseja el sota rasant urbà apuntant el rellevant rol que ha de prendre a la ciutat moderna. Més endavant, ja als anys vuitanta i en relació al planejament del sota rasant urbà, el geòleg i gran coneixedor del subsòl londinenc proclama el principi amb el qual s'ha de basar la regulació del subsòl urbà *People on the surface, things in the underground could be the simple guiding principle for our 3D planners of the future* (HILLMAN, 1983: 198). El problema no es tan sols la regulació, sinó, sobretot, la pèrdua d'oportunitats. El projecte urbà del subsòl està avui en dia encara per néixer a la majoria de ciutats, i el seu naixement depèn del saber aprofitar les oportunitats de considerar en els projectes de ciutat, de manera conjunta, subsòl i superfície, binomi essencial per potenciar la vitalitat de l'esdevenir urbà.

El tema econòmic i jurídic del subsòl és un aspecte rellevant, rabiós en l'urbanisme contemporani, tant en el cas dels soterranis sota els edificis com sota els espais no ocupats en superfície. Tot i el sobre cost que representa construir sota rasant, per l'evident cost d'excavació en front al construir en superfície, el progrés de la tècnica i l'augment d'edificabilitat que representa ha fet que en l'actualitat la majoria de noves edificacions tinguin com a mínim una planta soterrani. A més, aquestes ocupacions en sota rasant, estan vagament regulades i, per tant, són molt atractives per augmentar el rendiment de la parcel·la sense massa repercussions (per exemple a Espanya no computen ni com a edificabilitat, ni com aprofitament).

Sovint, les molèsties funcionals derivades d'una gestió poc pensada en la globalitat del subsòl sota la via pública són importants. En la majoria de casos, els serveis ocupen el sota carrer sense massa consideració al futur ni a la resta de xarxes, fet que provoca que, actualment, algunes de les noves instal·lacions no trobin l'espai necessari per fer-ho i hagin de fer recorreguts impensables des del punt de vista lògic per donar servei a la ciutat. D'altra banda, aquesta ocupació desordenada i massiva del subsòl de la via pública provoca també que les avaries de certes xarxes en malmetin d'altres, o que s'hagi de fer obres al carrer més sovint del què caldria si aquesta ocupació s'organitzés de manera racional.

Finalment, i també rellevant, existeix un perill mediambiental conseqüència de l'ocupació excessiva i desordenada del subsòl de les ciutats. La falsa creença que el subsòl pot arribar a amagar-ho tot té múltiples conseqüències d'importància cabdal. Si no es reserven certs espais per a què el sòl transpiri, el cicle de l'aigua s'accelera provocant el conegut fenomen de la gota freda. Aquest fet reforça de nou la necessitat de planejar el subsòl amb la mateixa intensitat i rigor que el sòl, ja que d'això també en depèn el correcte metabolisme urbà i garantir la resiliència de les ciutats.

Per ara, la majoria de les ciutats contemporànies occidentals construeixen sota rasant amb una intensitat creixent però sense un profund coneixement del què ja hi ha construït prèviament, ni seguint una estratègia urbana que permeti tractar el sota rasant com el què és, una part més de la ciutat, imprescindible, amb un important valor afegit, ple d'oportunitats, que necessita del mateix rigor i consciència que el sobre rasant per no hipotecar la ciutat del futur.

El fet que sigui un tema tan oblidat com important és una motivació en sí mateix. La rellevància del subsòl urbà contemporani és una evidència, sense ell la ciutat no podria funcionar. No obstant, tan sols en començar a explorar el que passa sota qualsevol gran ciutat contemporània occidental ja es troba que, en la majoria de casos, hi ha un caos remarcable, una escassa cartografia i una vaguetat legislativa. Així doncs, la present investigació escull el tema del subsòl en la ciutat de contemporània ja que considera que és un tema urbanístic d'extrema vigència, explorat parcialment i amb importants reptes de futur. Avui més que mai, el subsòl urbà importa.

### **1.1.2. Motivació de l'interès de la investigació a Barcelona**

S'han realitzat treballs de gran rellevància i des de múltiples disciplines per conèixer amb més profunditat les ciutats contemporànies actuals. Totes tenen una extensa bibliografia que constaten aquest esforç per avançar en el coneixement dels fets urbans. Però aquests treballs, des de disciplines com la geografia, l'enginyeria, la sociologia, l'economia, la urbanística..., emergeixen principalment de l'observació de la realitat en superfície. Rarament s'ha estudiat el que passa al subsòl, excepte en el cas de la geologia urbana, en la qual es constata fins a quin punt la naturalesa del sòl hauria de condicionar el planejament a les ciutats (CULSHAW, M.G. i S.J. PRICE, 2011).

Barcelona no és una excepció. Des dels valuosos primers treballs de Pau Vila, que estudiaven Barcelona des del punt de vista geogràfic a principis del segle XX, s'han succeït nombroses publicacions que han aprofundit en el coneixement d'aquesta ciutat. Actualment Barcelona compta amb estudis urbans d'alt valor que aprofundeixen sobre aspectes tant complementaris com la realitat física de la ciutat, la constitució i formació dels seus espais urbans, els parcs, els barris, els teixits i la forma urbana, els moviments socials, les transformacions urbanes, entre molts d'altres.

Tanmateix, com a la resta de ciutats occidentals contemporànies, salvant les distàncies, a data d'avui a Barcelona no existeixen, gairebé, estudis acadèmics des del punt de vista urbanístic que es fixin en el seu subsòl urbà d'una manera global.

És destacable però, que al 1940 a Barcelona es va construir una de les primeres galeries comercials subterrànies d'Europa, l'Avinguda de la Llum (cfr. 2.3.3). A més a més, atesa la rellevància que prenia el desenvolupament de la xarxa de metro durant els anys setanta, la revista de referència que editava el Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, "Cuadernos de Arquitectura", dedica un número sencer a parlar de l'arquitectura d'aquests espais soterrats (VVAA, 1970). Finalment afegir que també en aquest període, l'alcalde Porcioles, en el seu projecte "Barcelona 2000" presentat al 1967 per "regenerar y dignificar la ciudad, embellecer la vía pública y acabar de una vez por toda con el desorden de los barrios populares" presentava imatges del futur de Barcelona on el subsòl prenia un rol protagonista, fig. 7 i 8.

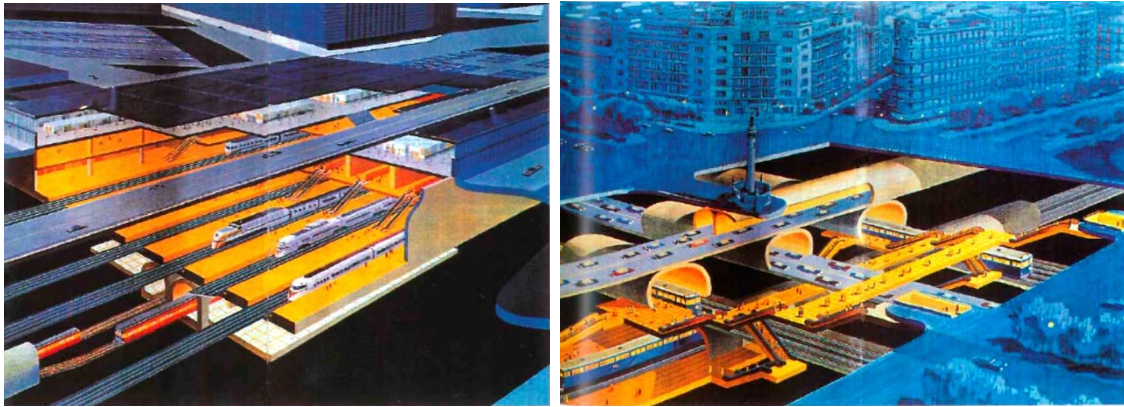


Fig. 7 i 8: "Barcelona 2000. Nucli de comunicacions". La Gaceta ilustrada (TORRES, M; 1999)

A data d'avui, no existeix un plànol de conjunt del sota rasant barceloní que representi les construccions soterrades tant sota el sòl públic com sota el sòl privat, tan sols n'hi ha de sectorials que representen les xarxes, que no arriben a mostrar la realitat completa. I, finalment, sense aquesta informació de base, evidentment tampoc pot existir una estratègia o un intent d'una certa planificació global del subsòl de la ciutat.

En l'àmbit estatal, val la pena destacar dos treballs que estudien el subsòl urbà a Madrid. En primer lloc l'article que publica vuit plànols sectorials de les xarxes soterrades i els aparcaments d'aquesta ciutat (aigua, sanejament, metro, electricitat, gas, telefonia, aparcaments i viatges d'aigua). Tots aquests elements, dibuixats a la mateixa escala i realitzats al 1992, van permetre posar en comú la realitat subterrània sota els espais públics a Madrid en aquell moment (VVAA; 1992). Vint anys més tard, Lara Almarcegui, llicenciada en Belles Arts, explica des de la seva disciplina l'atractiu del subsòl urbà a través d'una interessant investigació on descriu les capes històriques, arqueològiques, d'usos, de transport i ciruclacions d'energia, canalitzacions d'aigua i comunificacions de la mateixa ciutat. (ALMARCEGUI, L.; 2012).

La informació del subsòl de Barcelona més endreçada que existeix és la dels serveis en actiu que se situen sota el carrer. Per tal de millorar el desenvolupament de les obres civils, l'any 1990 es va fundar l'empresa Acefat, participada per l'Ajuntament de Barcelona i les diferents empreses de serveis, l'objectiu de la qual és desenvolupar un projecte de gestió integrada de les obres de serveis que es duen a terme a la via pública de la ciutat de Barcelona. Aquesta empresa recull la informació de les diferents xarxes en actiu, la bolca en un mateix sistema d'informació geogràfica, i la posa a disposició dels qui facin una nova urbanització.

Si bé gràcies a l'Acefat des del 1990 hi ha un cert control sota la via pública de les xarxes de serveis, sota el subsòl privat la situació és ben diferent. A data d'avui no existeix cap dibuix del subsòl privat de Barcelona. Tan sols a les bases gràfiques cadastrals hi consta el número de plantes soterrades de cada volum edificat, però l'estudi d'aquestes dades, i el contrast amb la realitat i els dibuixos de les llicències d'edificació consultades als arxius, ha constatat que la precisió és molt poc curosa i que hi ha déficits importants.

Arran d'aquesta manca de cartografia global de la ciutat i que la utilització del subsòl al segle XXI és cada vegada més estesa i profunda, és motivadora l'existència d'una morfologia urbana subterrània barcelonina desconeguda en la seva totalitat. La forma de la ciutat que es desvetlla en representar la seva part oculta és una manifestació de la necessitat i la capacitat tècnica, sense tenir en compte qüestions d'aparença, que tant influeixen en superfície. Per ara, a Barcelona – com a la resta de ciutats

europées- aquesta forma és inèdita, però cada vegada més necessària per entendre noves lògiques que rauen en ella i, en un estadi posterior, potser, fixar criteris i estratègies pel bon govern urbà, o fins i tot per a poder intervenir amb més encert.

Però no són tan sols aquests els motius principals per a l'elecció de Barcelona com a cas d'estudi. També ha estat important, en primer lloc, el fet que és on ha nascut, crescut i estudiat, l'autora de la present investigació, i és on ara viu i hi treballa. I en segon lloc, que la ciutat fós plenament contemporània i tingués una mida i complexitat suficient per mostrar la casuística pròpia del subsòl amb rotunditat i claredat, de manera que els trets que es despreguessin d'aquest estudi poguessin ser extrapolables, salvant les distàncies, a altres ciutats contemporànies occidentals.

A diferència de ciutats com Detroit o Venècia, que tenen en l'actualitat fenòmens extraordinaris i poc comparables amb d'altres ciutats, Barcelona és una ciutat viva, afectada dels fenòmens de regeneració propis de les ciutats industrials avançades europees. Des dels seus inicis romans, sempre s'ha desenvolupat al mateix indret geogràfic, i s'ha anat ampliant i regenerant amb un ritme similar a d'altres grans ciutats europees, donant resposta urbana als diferents canvis socioeconòmics que s'han anat succeint. Per tant, es tracta d'un cas que compleix plenament els requisits que van ser plantejats a l'inici de la investigació.

### **1.1.3. Objectius i hipòtesis de partida**

Tenint en compte la tendència creixent d'ocupar amb més intensitat i usos les ciutats occidentals contemporànies europees, i el fet que Barcelona sigui una ciutat apropiada per mostrar la rellevància del subsòl en una ciutat d'aquest tipus, els objectius i hipòtesis de partida de la present investigació són els que es descriuen en els següents paràgrafs.

Els objectius principals es podrien concretar en produir un avenç en el coneixement de la forma de la ciutat de Barcelona actual mitjançant l'estudi del seu subsòl construït, en el seu conjunt, inèdit fins al moment. Per tal de satisfer aquest objectiu, s'ha hagut d'estudiar diferents aspectes. En primer lloc s'ha considerat l'estat que presenta en l'actualitat el coneixement de l'urbanisme subterrani. I això tant en relació a les persones que han teoritzat sobre l'ús del subsòl urbà, des dels ideòlegs pioners fins als autors contemporanis, com pel que fa a l'estudi de l'aprofitament del subsòl en els diferents moments de la història de les ciutats, fent un recorregut per alguns dels casos més significatius. I en segon lloc, ha calgut aproximar-se al procés de formació de la Barcelona subterrània actual. Partint de la pròpia naturalesa d'aquest, es realitza un recorregut històric per conèixer quins han estat els moments determinants per l'ocupació del subsòl de la ciutat, distingint les xarxes dels espais soterrats.

Entenent les hipòtesis com a proposicions destinades a la verificació científica, es presenten tres hipòtesis, d'ampli abast, que la present investigació es proposa verificar, que es deriven de la voluntat d'avançar en el coneixement d'una component d'un fenomen urbà en el qual se li han desenvolupat qualitats i facetes no identificades, al mateix temps que són cada cop més actives i presents en la ciutat contemporània. Són les següents:

- 1) La utilització del subsòl en les grans ciutats contemporànies és determinant pel seu funcionament i, en l'actualitat, arriba a tenir una gran responsabilitat pel desenvolupament urbà amb tot el seu potencial. Intervenir en la ciutat posant en valor el potencial del sota rasant pot significar multiplicar les oportunitats.

2) La forma de l'aprofitament urbà del subsòl en la gran ciutat contemporània pren una certa autonomia respecte la ciutat sobre la superfície, fins a tal punt que s'hi poden diferenciar algunes pautes pròpies. Existeixen trets diferencials de la configuració soterrada de Barcelona, amb un grau de precisió suficient per enriquir el coneixement sobre aquest tema que existeix en l'actualitat. S'entén que els indicadors urbans que poden desvetllar els dibuixos del subsòl poden ser complementaris als de la superfície, i, per tant, poden treure a la llum trets determinants de la ciutat contemporània que permetin interpretar el fet urbà amb nous atributs. La representació cartogràfica del subsòl pot ajudar a trobar lògics estructurants del subsòl urbà de Barcelona.

3) És precís aproximar-se a ordenar, o coordinar, anticipadament el desenvolupament urbà en subsòl de les grans ciutats contemporànies, almenys als indrets més sensibles amb ocupacions de caràcter més extrem, enlloc d'insistir en una addició d'intervencions espontànies que el colonitzen sense ordre ni concert.

#### 1.1.4. Justificació metodològica: sistema d'estudi desenvolupat

El sistema d'estudi desenvolupat consta de dues parts ben diferenciades:

1) L'estudi de l'estat de l'art amb algunes de les referències existents de grans ciutats contemporànies, a més de la producció teòrica i els estudis històrics fonamentals sobre el tema, com a base d'instrucció i comparació.

2) La comprovació de la validesa de les hipòtesis mitjançant l'anàlisi de la realitat construïda sota el terme municipal de Barcelona avui, entenent que es tracta d'un cas d'estudi amb una continuïtat històrica que és equiparable a molts centres urbans de grans ciutats europees actuals. Aquesta indagació a la realitat subterrània d'aquesta ciutat serveix, alhora, per avaluar les qualitats del desenvolupament al que s'ha arribat i enunciar constatacions desvetllades en la investigació.

La primera part de la investigació utilitza la recerca teòrica per definir el marc de la investigació –capítol 1– i l'atansament al procés de formació de la Barcelona subterrània –capítol 2–. La segona part investiga i reflexiona sobre el cas d'estudi, el subsòl urbà de la Barcelona contemporània –capítol 3 i 4–.

Els dos primers capítols han estat elaborats principalment en base a la consulta i estudi de les fonts documentals que consten al present document.

El capítol 1 mostra una classificació i selecció intencionada, tant dels referents teòrics com dels referents urbans, en la utilització del subsòl. Es tracta d'un capítol que no té la pretensió de ser exhaustiu, sinó que l'objectiu és destacar els personatges que han enriquit el debat urbanístic del subsòl, i els casos rellevants al llarg de la història urbana que han marcat un ús diferenciat del subsòl de les ciutats.

El capítol 2 exposa un document conjunt del procés d'ocupació del subsòl de Barcelona, unificant per primera vegada els diferents elements del sota rasant en un mateix document, com a un conjunt, i no com a aspectes sectorials. Les publicacions consultades són de caràcter específic, de disciplines variades (geologia, arqueologia, enginyeria, dret urbanístic...) i, per tant, ha calgut entendre i sintetitzar els diferents continguts per realitzar aquesta aproximació. Aquest capítol finalitza amb un estudi i classificació de les diferents motivacions que han provocat l'ocupació del subsòl a la ciutat fins avui dia. Per realitzar-la ha estat fonamental conèixer les classificacions que s'havien fet fins al present per tal d'elaborar-ne una

pròpia, que tingués en compte les anteriors, i estigués d'acord amb les intencions de la investigació i el coneixement del procés d'ocupació de Barcelona.

El capítol 3, la part de la investigació on s'estudia la Barcelona subterrània contemporània, el sistema d'estudi desenvolupat és completament diferent. Així com d'altres disciplines per conèixer i entendre els aspectes que els ocupen utilitzen descripcions de tipus numèric o lingüístic, una eina particular i pròpia dels arquitectes és interpretar la realitat i proposar la seva transformació a través del dibuix. I en aquest capítol, el dibuix és l'eina bàsica que alimenta cada un dels apartats. Es dibuixa, a tres escales diferents, amb la voluntat d'avançar en el coneixement de la forma del subsòl de Barcelona.

El primer apartat del capítol 3 estudia el subsòl a l'escala més menuda de les tres, entre l'arquitectura i l'espai urbà. Es fa una "classificació de les construccions soterrànies", on el dibuix s'ha utilitzat per sintetitzar al màxim, a través d'ideogrames, els diferents elements que ocupen el subsòl de Barcelona. Les categories establertes s'han alimentat amb imatges o dibuixos en secció de casos construïts.

El segon apartat mostra el sota rasant de la ciutat a una escala mitjana, dibuixant en primer lloc fragments de ciutat en planta i a diferents escales, permetent establir comparatives. I en segon lloc, es realitzen un seguit de volumetries singulars en situacions geogràfiques concretes de la ciutat. Ambdós tipus de documents posen en comú, en un mateix document, les diferents dades gràfiques de construccions que ocupen el subsòl urbà, de formats i orígens diferents. S'han consultat i obtingut dades de diferents arxius municipals, les bases gràfiques de les diferents companyies de serveis i les cadastrals. Aconseguir totes aquestes dades ha estat particularment difícil i entretingut, havent incidit considerablement al desenvolupament de la investigació, en temps i avanços.

El darrer dels apartats del capítol 3, el d'escala de conjunt, emprèn la tasca de representar gràficament en planta la totalitat del subsòl construït de la ciutat. Atès l'abast i complexitat del dibuix de conjunt, és convenient deixar constància que, com en tota elaboració d'un document gràfic de tal magnitud, s'ha de partir de l'acceptació d'una limitació fonamental: la renúncia a la precisió total. No obstant, els documents gràfics mostren rigorosament totes les dades que s'han pogut obtenir de cada àmbit. Les diferents representacions gràfiques s'acompanyen d'interpretacions, relacionades entre sí, de la ciutat soterrada actual.

Finalment, el conjunt de l'estudi realitzat provoca el darrer dels capítols, el capítol 4, en el qual es fa una síntesi interpretativa de la Barcelona subterrània contemporània. Es tracta d'una descripció prospectiva que suscita l'estat actual de la ciutat, de cara a la seva futura millora, entre les que ocupen un lloc no menor les línies d'investigació que s'obren cap a l'avenir. El sistema d'estudi desenvolupat ha estat la pròpia reflexió derivada dels capítols precedents.

## 1.2. Antecedents teòrics

### 1.2.1. Aportacions d'ideòlegs

#### *a) Leonardo Da Vinci (1452-1519) "Studio sulla città ideale" (1487-1490)*

L'extensió de la influència del Renaixement avarca també la consideració pel subsòl urbà, i té a Leonardo da Vinci el seu valedor principal. L'interès de Leonardo consisteix no sols en la teoria estètica i les relacions funcionals de la ciutat, tractats d'una manera original, sinó també i sobretot en l'organització de

la ciutat, concebuda com una entitat viva. Els estudis en la teoria urbanística anteriors a Leonardo es quedaven lluny de la pràctica urbanística, mentre que els de Leonardo destaquen per la immediatesa i la resolució dels problemes urbanístics reals amb una genialitat excepcional.

De l'esquema del *Codice di Windsor* en el qual la *Città* de Leonardo és imaginada sobre dos plans, l'inferior de canals de penetració, i el superior de carrers formant canals en una malla ortogonal; es passa fàcilment en el que merescudament el va fer famós en el qual la part inferior de la ciutat és constituïda per carrers de serveis soterranis il·luminats zenitalment, i els carrers superiors senyorials i representatius. Es tracta d'un estudi pioner i excepcional, en el qual es pensa per primera vegada en la ciutat en tres dimensions. I no tan sols en secció sinó que darrera hi ha una idea de ciutat, es teoritza per primera vegada el què el Moviment Modern va anomenar 400 anys més tard la especialització del carrer o la separació de tràfics. Per aquests motius es té avui en dia a Leonardo Da Vinci com a un ideòleg pioner de l'estudi del subsòl.

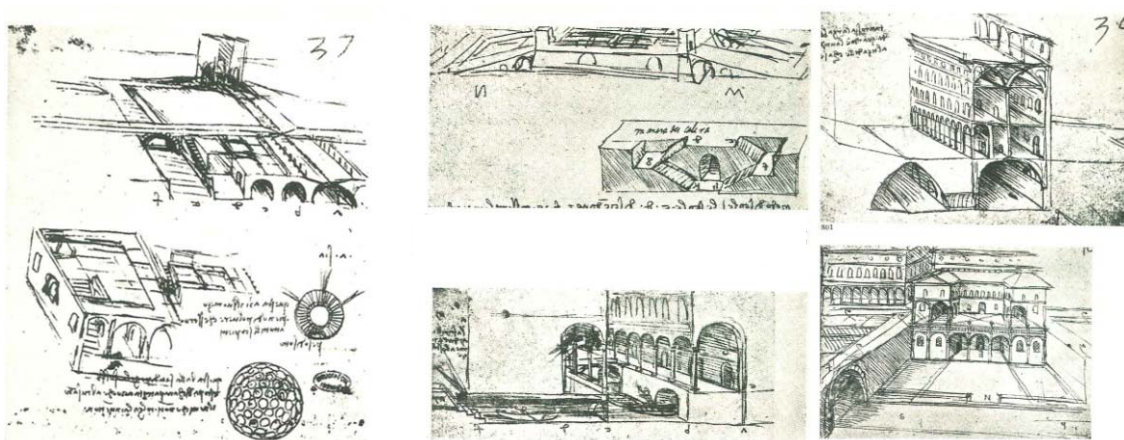


Fig. 9: Studio sulla Città Ideale, Leonardo da Vinci (MORONI, 1963)

### **b) Eugène Hénard (1849-1923) "Les Villes de l'avenir" (1910)**

La incidència dels escrits d'Hénard al despertar de la modernitat de la ciutat industrial van arribar també a suscitar, de forma contundent, l'atenció al subsòl urbà. En el seu escrit *Les Villes de l'Avenir (les ciutats del futur)* es proposa estudiar la influència que el progrés de la Ciència i la Indústria modernes poden tenir sobre la construcció i els aspectes de les ciutats del futur. Es basa sobretot en la recerca de les noves formes que han de prendre el carrer i la casa, elements primordials de la ciutat.

Constata l'estat del moment en el qual totes les canalitzacions que donen servei a la ciutat estan superposades sota la calçada sense ordre ni mètode. Segons ell, això és conseqüència de la vella idea tradicional "el sòl del carrer ha d'estar al nivell del sòl primitiu". Hénard diu que tant la calçada com les voreres han d'estar artificialment establertes a una altura suficient per deixar, sota, un espai capaç de contenir tots els òrgans de serveis del carrer. La disposició de les seccions que dibuixà en *la rue future* (el carrer del futur) vénen a ser un desdoblament del carrer en dos carrers, el superior a l'aire lliure i destinat únicament a la circulació de vehicles lleugers i vianants, mentre que l'inferior, situat a sota, al nivell del sòl natural, serviria a l'instal·lació de totes les canalitzacions a l'evacuació de les deixalles i al transport de materials i mercaderies pesades. Seria el què va anomenar *la rue à étages multiples* (el carrer de múltiples pisos).

Aquesta idea visionària tingué molta influència en el desenvolupament de la ciutat futura i per aquest motiu es considera en l'actualitat a Eugène Hénard un ideòleg pioner de l'estudi del subsòl urbanístic.

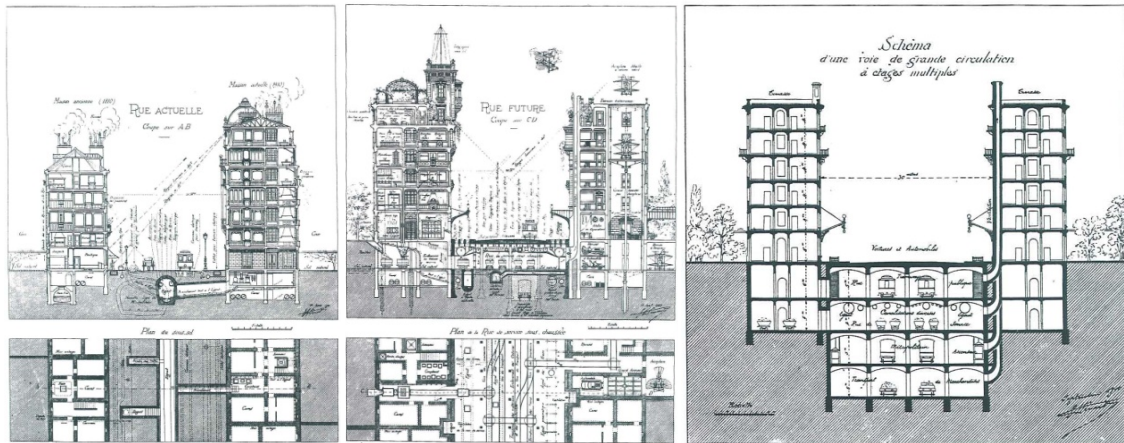


Fig. 10: La rue à étages multiples, Eugène Hénard. (HÉNARD, 1982)

### c) Édouard Utudjian (1905-1975) "L'urbanisme souterrain" (1952)

Utudjian és considerat l'inventor de l'urbanisme subterrani. Arquitecte de formació, l'any 1933 va fundar el GECUS (Group d'Études et de Coordination de l'Urbanisme Souterrain), que tingué un manifest titulat "l'urbanisme souterrain". Primerament eren un grup de joves que tenien com a primer objectiu construir cinemes soterrats. A l'Exposició Universal de 1937 s'oficialitza el grup. Va ser secretari general del CPITUS (Comité Permanent International des Techniques et de l'Urbanisme Souterrains) que agrupa 38 països. Impulsor de la revista "Le Monde Souterrain" (1936) que va esdevenir més tard "Les travaux souterrains", i també va publicar una voluminosa enciclopèdia de l'urbanisme subterrani. Va fer sobretot col·laborar arquitectes amb enginyers per tal de resoldre problemes tècnics susceptibles de posar en qüestió.

Estava fortament influenciat per les "Temps Modernes" de Welles i per "Metropolis" de Fritz Lang. Coneix a Guimard, "decorador" del metro de París i a Bechman, realitzador de l'estació de metro de Havre-Caumartin, comparable a la place de l'Étoile del metro.

Paral·lelament al treball de constructor, de restaurador de monuments armenis, no hi ha massa construccions subterrànies seves, ja que les idees van començar a executar-se 30 anys després, i, per tant, són d'altres arquitectes que les realitzen.

Les seves motivacions principals entorn al subsòl i sobre les quals reflexiona al llarg de la seva carrera són tres:

- el caos del subsòl, que s'hauria de controlar amb una gestió racional de les infraestructures;
- la saturació de la superfície, que ha de comportar la implantació de certes funcions en el subsòl;
- el risc d'agressions estrangeres, que necessita la creació de refugis per a la població i el soterrament de fàbriques estratègiques.

Aquestes preocupacions d'aleshores són encara totalment vigents 70 anys després i l'enfocament d'Utudjian ha marcat l'estudi de l'urbanisme subterrani fins avui dia.

Utudjian tingué molta popularitat a Estats Units, i es creà el "Comité National des États-Unis pour les Techniques et l'Urbanisme souterrains" amb importants treballs a Filadelfia, Pittsburg i Montreal. A Europa, Madrid va demanar consell al GECUS per estudiar aparcaments subterranis, i Estocolm també.



Com a publicacions d'Utudjian sobre el tema del subsòl urbà, destaca *L'Urbanisme souterrain*, 1952, del qual val la pena deixar constància d'un breu resum que demostra el canvi de rumb que representa la seva intervenció en la teoria de l'urbanisme subterrani:

#### POSICIÓ DEL PROBLEMA

##### A) HISTÒRIA. L'EVOLUCIÓ SUBTERRÀNIA

###### I. L'explotació

1. Pous, pous artesans, perforacions, sondes diverses, jaciments petrolífers. 2. Excavacions. 3. Canteres. 4. Mines

###### II. La circulació subterrània

1. Circulació de materials i força. 2. Els túnels viaris. 3. Els túnels ferroviaris. 4. Els túnels urbans de vies ferroviàries metropolitanes. 5. Els canals subterranis. Els projectes dels grans túnels

###### III. La protecció subterrània

La defensa activa; La defensa passiva; La protecció contra la intempèrie; Durada, conservació, culte místic-religiós, temples, tombes, criptes, monuments ferroviaris; Criptes, esglésies subterranies; Subterranis sota les esglésies; Esglésies rupestres

##### B) OBJECTIU DE L'URBANISME SUBTERRANI

I. Els mals urbans. El caos actual del subsòl de les ciutats. Generalitats; Circulació; Higiene; Estètica; Protecció

###### II. Raons essencials per utilitzar el subsòl

###### III. Necessitats de l'urbanisme subterrani

###### IV. Límits de l'urbanisme subterrani

##### C) ESTUDI DEL DESENVOLUPAMENT SUBTERRANI DE LES CIUTATS

###### I. Problemes fonamentals de la utilització del subsòl

###### II. Relació entre el subsòl i la superfície

La tercera dimensió; La noció de les ciutats en profunditat; Unions verticals; Relacions entre superfície i subsòl

###### III. Dificultats a vèncer. Límits d'extensió en profunditat

Factors d'ordre urbanístic; geogràfic, geològic i geotècnic; tècnic

###### IV. Les funcions modernes que troben lloc al subsòl

Les propietats privades: aparcaments i parcs d'aparcaments

Els transports públics. Els edificis administratius i públics. Els edificis privats

###### Conclusió

###### V. Zoning

subsòl superior, subsòl de mitjana profunditat, profunditat (tréfonds)

VI. Condicions d'extensió subterrània de les ciutats. Casos topogràfics

Voluntat de l'home; Extensions condicionades per necessitat; Casos diversos comandats pel lloc; Casos diversos comandats per la naturalesa del subsòl o el context geològic

##### ELS PROBLEMES D'ESTRUCTURA I DE LA CONSTRUCCIÓ

###### I. Arquitectura subterrània

###### II. El mitjà natural

El lloc geogràfic; La naturalesa geològica del lloc; EL reconeixement del sòl. Les sondes; La prospecció geofísica del sòl; La utilització de les terres excavades

###### III. Tècniques de construccions subterranies

##### ELS PROBLEMES DE FUNCIONAMENT I D'HABITABILITAT

###### I. La circulació subterrània

Els túnels urbans i viaris; La circulació subterrània ferroviària

###### II. La protecció subterrània. La seguretat

El subsòl, mitjà propici per l'organització de refugis; L'energia atòmica i la seva eventual utilització com a mitjà d'agressió; Influència de l'urbanisme; Organització subterrània de la defensa passiva; Aglomeracions

###### III. L'habitabilitat, el confort i la higiene

La il·luminació subterrània; El condicionament de l'aire

##### EL FACTOR HUMÀ

Efectes físics i psíquics de viure en el subsòl

##### PROBLEMES JURÍDICS

El règim jurídic actual

##### EXEMPLE: PARÍS. L'ORDENACIÓ DEL SUBSÒL DE LA CAPITAL

###### I. El problema més gran de París

###### II. Constitució geològica del subsòl parisenc

###### III. La saturació actual del subsòl parisenc

###### IV. Ullada històrica a diverses proposicions de vies subterranies per a la capital

###### V. Traçat de la xarxa de circulació

##### CONCLUSIÓ

## 1.2.2. Altres aportacions

### *a) Germans Adams (John, Robert, James and William) The Adelphi Project, London (1768-75)*

L'*Adelphi Project* és un projecte innovador en el qual els germans Adams es van plantejar la construcció d'un nou barri a Londres, a la riba del riu Tàmesis, en el qual van veure-hi els avantatges de projectar en tres dimensions i d'aprofitar el subsòl. És pioner en aquest aspecte, avui en dia tan sols resten certs fragments d'aquest ja que molts dels edificis foren enderrocats al 1936 amb la sistemàtica destrucció del Londres Georgià entre la primera i segona Guerra Mundial.

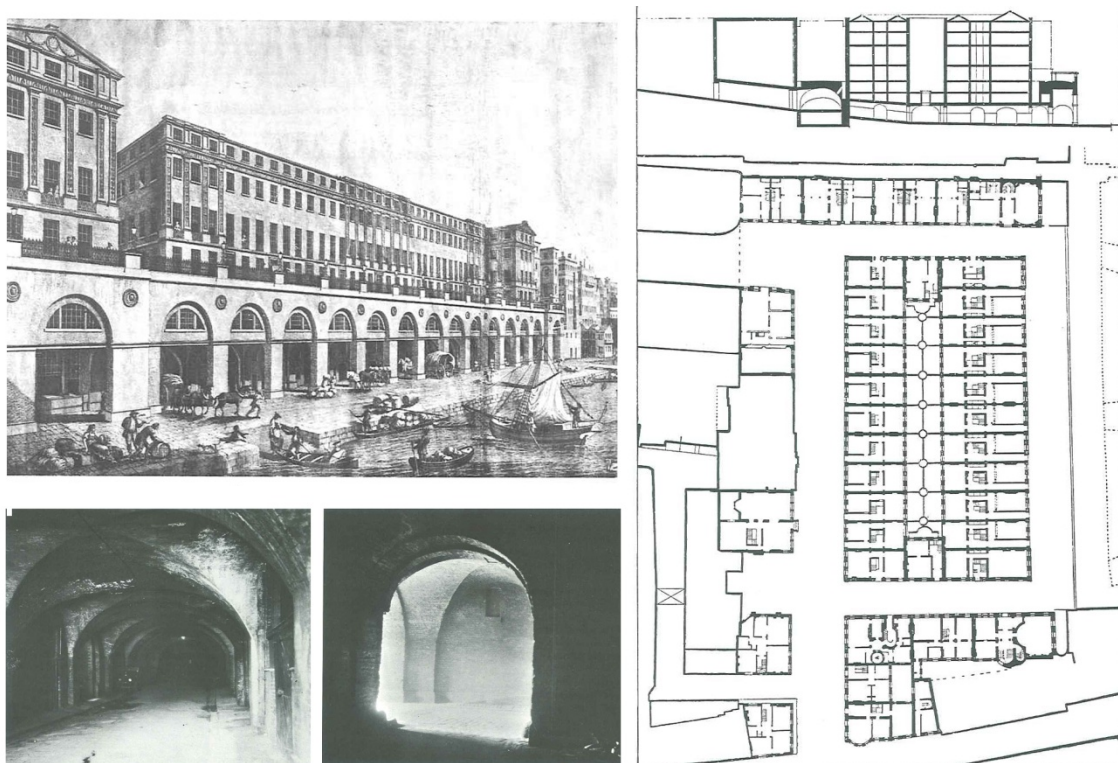


Fig. 11: Adelphi Project, Germans Adams (RASMUSSEN; 1983)

### ***b) Chadwick 1840, Bazalgette i Binnie 1858 - Clavegueram a London***

Al 1840, l'enginyer higienista Charles Chadwick proposa l'ús del "cicle continu de l'aigua", cosa que suposa l'execució tant de la xarxa de proveïment com de la del clavegueram. Per justificar aquest mètode de sanejament en front el tradicional a base de fosses sèptiques, va teoritzar que les olors, i no el contagi per contacte, eren els causants de les infeccions. Va proposar d'utilitzar les aigües negres per al reg i l'adob dels camps agrícoles cosa que permetria amortitzar el cost d'aquest sistema. La proposició de Chadwick fou molt discutida i va tenir molta influència dins i fora del món anglosaxó. Al 1848 s'aprova la llei "Public Health Act", que obliga a suprimir les fosses sèptiques i a connectar el baixant d'aigües negres de cada casa a les clavegueres.

No obstant, el mal estat de la xarxa i la irracionalització obliguen a reformar-la al 1858, després d'una famosa marejada que fa refluir la immundícia del Tàmesis per dins de les clavegueres i que posa els londinencs en momentània fuga degut a la fetor. Els constructors d'aquesta obra magna de 1.200 km varen ser els enginyers Bazalgette i Binnie, i la característica més notable és que no recullen més serveis que els de transport de les aigües domèstiques brutes i de la pluja i l'altura dels conductes varia dels 15 cm als 3m.

Aquests higienistes són significants ja que inauguren un discurs al voltant de la higiene a la ciutat en plena revolució industrial, quan la racionalització del subsòl hi juga un paper rellevant.

### ***c) Paul Maymont (1926-2007) "Utilisation du sous-sol de la Seine à Paris" (1962)***

*«C'est la notion de ville qu'il faut revisiter. Il faut changer d'échelle. À cet univers à deux dimensions qu'est la cité actuelle, il faut substituer un univers à trois dimensions. Il faut libérer le sol et utiliser l'espace».* (Urbanisme núm. 92,1966).

Hi ha dos projectes no construïts que mostren la teoria de Maymont. La ciutat flotant a Tokyo i un projecte urbà sota el llit del riu Sena, a París. Aquesta "ciutat subfluvial" tindria 12 km de llarg i 14 nivells (60 metres de profunditat) i acolliria una autopista, aparcaments soterrats, l'extensió del museu del Louvre, el Palau de Justícia, l'Hôtel de Ville, comerços, sales d'espectacle, etc.

Maymont era un home fascinat per la tecnologia, com els seus contemporanis del grup japonès Metabolism, del moviment anglès Archigram o d'altres (Constant, Buckminster Fuller, Frei Otto, Jonas, Chanéac, Schulze-Fielitz, Nicolas Schöffer i tants d'altres visionaris). Afortunadament, aquestes arquitectures de paper no han estat realitzades, i en contrapartida sí que han enriquit útilment el debat sobre el futur de les ciutats.

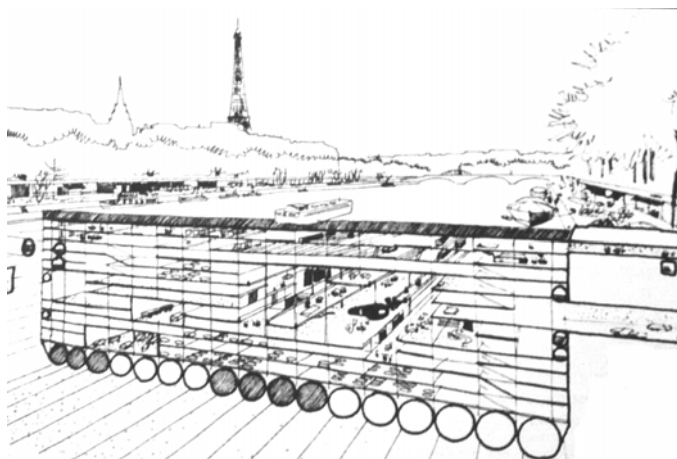


Fig. 12: *Etude pour un aménagement urbain sous la Seine*. Estudi per un projecte urbà sota la Sena. Paul Maymont (PAQUOT, T., 2007)

#### **d) Raymond Sterling i John Carmody. *Underground Space Design* (1993)**

Raymond Sterling és Dr. Enginyer Civil i Enginyer Geòleg. Ha estat Director de *Underground Space Center Research Program* de la Unniversitat de Minnesota des de la seva creació al 1977 fins al 1995. Des d'aleshores fins l'actualitat és professor a la Louisiana Tech University. El programa de l'*Underground Space Center Research* involucrava un equip interdisciplinari especialitzat en enginyeria civil, enginyeria estructural, enginyeria geotècnica, arquitectes, urbanistes, paisatgistes i enginyers mecànics. També publicaven regularment una revista anomenada *The underground space*. D'altra banda, John Carmody és arquitecte i director associat del *Underground Space Center* a la Universitat de Minnesota.

Ambdós han estat investigadors de la Universitat de Mineapolis, des de la qual van publicar, al 1993, el llibre *Underground Space Design*, resultat de 5 anys de recerca conjunta entre *the Underground Space Center at the University of Minnesota* i *the Shimizu Institute of Tecnology in Japan*. Es tracta d'una publicació força completa que consta de dues parts molt diferenciades. A diferència de l'escola de París de deixebles d'Utudjian, es dóna molta menys importància als antecedents històrics i s'estudia l'actualitat, així com es fa un esforç de classificació i catalogació. D'altra banda, es dedica la meitat del llibre als efectes de disseny cosa que també és un enfoc força diferent al francès. Aquest llibre s'estructura de la següent manera:

## 1. VISIÓ GENERAL DE LA UTILITZACIÓ DE L'ESPai DEL SUBSÒL per Raymond Sterling

- 1.1. Introducció a la utilització de l'espai del subsòl
- 1.2. Beneficis i Perjudicis dels equipaments soterrats
- 1.3. L'espai soterrat: classificacions i configuracions
- 1.4. Desenvolupament històric i ús actual de l'espai del subsòl

Apèndix A: Comparació de costos amb equipaments convencionals en superfície

Apèndix B: Un format de base de dades per a catalogar espais soterrats

Apèndix C: Aspectes legals i administratius en l'ús de l'espai soterrat

## 2. DISSENY PER LES PERSONES EN EQUIPAMENTS SOTERRATS per John Carmody

- 2.1. Efectes psicològics i fisiològics en l'espai soterrat
- 2.2. Índex d'idees clau per dissenyar espais soterrats
- 2.3. Disseny de l'exterior i l'entrada
- 2.4. Presentació i configuració espacial
- 2.5. Elements de disseny interior i sistemes
- 2.6. Il·luminació
- 2.7. Seguretat

Apèndix D: Mesures de seguretat en tres equipaments soterrats

### **f) José Antonio Juncà Ubierna. *El Túnel. Historia y mito (1990)***

És doctor enginyer de Camins Canals i Ports i va realitzar la seva Tesi Doctoral titulada *Historia y Estética de los túneles*, 1988. Des d'aleshores ha estat sempre vinculat amb el subsòl tant pel què fa com a reflexió acadèmica com en l'exercici professional, i actualment el seu dia a dia s'encarrega principalment a l'accessibilitat, la qual la relaciona amb el fet soterrani. En les conferències internacionals, ell és l'únic que ha representat Espanya com a màxim expert en el territori en qüestió en les ocasions que hi ha hagut algun espanyol. Ha publicat nombrosos llibres dels quals destaca en relació al subsòl i com a resum de la seva Tesi "El Túnel. Hitoria y Mito" publicat pel Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos:

#### PRIMERA PART: EL TÚNEL I EL FET SUBTERRANI

Introducció

Definicions

El túnel i el llenguatge: etimologia i terminologia

Símbols, mites i alegories entorn al túnel i al fet subterrani

El túnel natural: cova i caverna

El túnel a la Filosofia i la Psicologia

El túnel a la literatura i la Poesa

El túnel a la pintura

El túnel al cine i a la música

El túnel com a hàbitat: l'urbanisme subterrani

El túnel i el paisatge

L'home en la història dels túnels

#### SEGONA PART. HISTÒRIA DELS TÚNELS: ANTIGUITAT I EDAT MITJANA

Introducció

Prehistòria: la caverna primitiva

Orígens de la mineria

El túnel sota l'Eufrates: entre el mite i la realitat

Egipte

Túnels per a operacions de guerra i asidi

Assíria, Persia i terres del Canan

Grècia i cultura Helenística

Fenícia

Índia

Habitatges en pous

Temples i monestirs tallats a la roca

Xina

Ertrúria

Petra

Roma

Edat Mitjana

**e) André Guillerme, Sabine Barles i Sarah Jardel. *L'urbanisme souterrain (1995) i L'urbanisme souterrain: Étude comparée exploratoire (2005)***

Deixebles d'Utudjian, professors i investigadors a l'Institut Français d'Urbanisme, formen part del Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines del grup de recerca Architecture, Urbanisme, Sociétés.

Guillerme i Barles són coautors del llibre *L'Urbanisme souterrain* (París: Presses Universitaires de France. Que sais-je?,1995). Demostra, 43 anys més tard que el d'Utudjian, en quin punt es troba l'evolució en l'estudi de la Teoria de l'Urbanisme Subterrani:

#### INTRODUCCIÓ

##### ORÍGENS DE L'URBANISME SUBTERRANI

###### I. Teoria de l'urbanisme subterrani

1. D'Eugène Hénard a Edouard Utudjian. 2. Doctrina: La inadaptació de la ciutat a les noves tècniques. 3. París subterrani

###### II. El debat després de vint anys

1. Túnel. 2. La terra protectora. 3. Els anys 90 i la urgència

##### UTILITZACIÓ TRADICIONAL DEL SUBSÒL URBÀ

###### I. La ciutat preindustrial

1. Els buidats. 2. Les virtuts de la humitat. 3. L'incunable social. 4. L'enginyeria militar

###### II. La ciutat industrial

1. Els fonaments. 2. Les xarxes (L'aigua potable i El sanejament). 3. Un mitjà pertorbat

###### III. Ordenar el caos

##### DE L'EXPROPIACIÓ A LA PLANIFICACIÓ

###### I. La propietat del subsòl

###### II. De la superfície al volum

###### III. L'exemple de l'estranger

1. Montréal: el paper de la cooperació privado-público. 2. Suïssa i el cantó de Zurich: la densificació de les zones urbanes

3. Suècia i Estocolm: cap a una geoplanificació. 4. Japó: l'enterrament màxim

##### L'ENGINYERIA

###### I. El reconeixement del sòl

###### II. Les seccions

###### III. Les perforacions

###### IV. Les tècniques de recolzament

##### LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT I D'APARCAMENT

###### I. El transport ferroviari

###### II. Els parc d'aparcament

###### III. Els transports viaris

##### ELS CENTRES COMERCIALS I ELS EQUIPAMENTS

###### I. Montréal, una ciutat fora de temporada

###### II. Les ciutats japoneses: comerços i equipaments

###### III. París i el Forum des Halles

##### L'HABITAT

###### I. Els troglodites

###### II. Les ciutats a les cavernes

1. La defensa civil. 2. La protecció antisísmica. 3. Els projectes nipons

##### LA SEGURETAT I ELS FACTORS HUMANS

###### I. Les obligacions per a la seguretat

1. Els incendis. 2. El gas i els fums. 3. La senyalització. 4. La planificació de la seguretat

###### II. Psicologia i fisiologia

1. El confinament. 2. L'encegament. 3. L'enterrament. 4. La vida al subsòl

##### CONCLUSIÓ

El sobre cost de la ciutat subterrània

A favor d'una arquitectura interior

L'any 2005 Sabine Barles i Sarah Jardel van publicar conjuntament *L'urbanisme souterrain: Étude comparée exploratoire* (Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines, UMR 7136 Architecture, Urbanisme, Sociétés, CNRS et Université de Paris 8) on estudien Montreal, Tokyo i París paral·lelament fent aflorar l'interès que té el fet de fer una aproximació internacional a la qüestió subterrània en tant en quant es comparteixen problemàtiques i maneres de gestionar el subsòl paradoxals. Aquest document és rellevant ja que enfoca diferentment el tema respecte a l'anterior llibre i dona peu a diferents conclusions i reflexions. Està organitzat de la següent manera:

## INTRODUCCIÓ

### DIFERENTS ULLADES

Montreal i la "Ville Interieur"

Tokio i la nova frontera

Paris: una ullada ràpida

### FACTORS DE DESENVOLUPAMENT

Estacions de tren i estacions de metro

Clima i Protecció

Congestió

Penúria d'espai i de valor financer

Reglamentació

### ACTORS, IMPLEMENTACIÓ I PLANIFICACIÓ

Montreal: un oblit voluntari

Tokio un desenvolupament incitat

Paris: subsòl sense urbanisme

### TIPOLOGIA

Tokio

Montreal

Punts en comú

## RETROSPECTIVA D'EXPERIÈNCIES

L'escala local: la practicitat i la qualitat dels espais

L'orientació

La mida

La qualitat dels espais

La qualitat dels espais: el punt de vista dels usuaris

Les condicions de la cooperació pública-privada

Les apostes comercials i urbanes

L'escala del centre urbà: competició o complement1

L'escala metropolitana: centre versus perifèria

Les apostes espacials i urbanes

L'entorn

Els transports

El paisatge

## CONCLUSIÓ

Sabine Barles, de formació urbanista i enginyera, va ser la organitzadora de la 6th International Conference - Paris 1995 "*Underground Space and Urban Planning*", organitzada en el marc de les conferències internacionals realitzades per l'ACCUS (Associated Research Centers for the Underground Space), anteriorment organitzades per l'AITES (Association Interantional de l'espace Souterrain).

### *Pierre Duffaut i Monique Labbé*

Pierre Duffaut és enginyer president d'honor de l'associació sense ànim de lucre *Espace Souterrain* ([www.subsurface.org](http://www.subsurface.org)) que posteriorment es va anomenar l'AFTES (Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain, [www.aftes.asso.fr](http://www.aftes.asso.fr)) i que reuneix nombrosos acadèmics, urbanistes, enginyers civils, geògrafs, geòlegs, advocats, sociòlegs, etc. per tal de promoure la utilització de l'espai soterrani entre professionals i responsables encarregats de la gestió de la ciutat. D'altra banda, Monique Labbé és presidenta del Comité Espace Souterrain de l'AFTES.

Ambdós han publicat nombrosos articles en relació al subsòl i el seu rol en l'urbanisme subterrani contemporani és destacable. Estan activament involucrats en el debat urbanístic sobre el tema a través d'associacions i centres de recerca.

### *Jacques Besner i Michel Boisvert*

Jacques Besner és un arquitecte i urbanista canadenc que ha treballat nombrosos anys al sector d'urbanisme de Montréal i actualment és el General manager de l'*Associated research Centers for the Urban Underground Space (ACUUS)*. Durant 20 anys ha contribuït intensament al desenvolupament de la *Ville Interieur* i a la creació de l'*Association des centres de recherche sur l'aménagement urbain du sous-sol (ACCUS)*. És autor de nombrosos llibres i articles sobre el tema així com ha estat present en la majoria de les diferents conferències internacionals que s'han fet sobre el tema.

Michel Boisvert és economista i professor de l'Institut d'urbanisme de Montréal des del 1978 fins al 2010. És també creador de l'Observatoire de la Ville Interieur de Montréal (OVI). S'interessa particularment al desenvolupament de les funcions comercials al subsòl de la ciutat de Montreal.

L'OVI és un organisme creat l'any 2002 per l'Institut d'Urbanisme i la Universitat de Montreal que lidera el desenvolupament de la ciutat subterrània de Montreal alhora que analitza els problemes que sorgeixen del planejament dels espais soterranis. En definitiva, és un lloc d'experimentació per a trobar solucions innovadores en termes de coordinació de la planificació o de cooperació en la gestió o el disseny, en benefici dels usuaris, gestors immobiliaris, les autoritats responsables de l'urbanisme i més globalment de l'entorn urbà.

### 1.3. El subsòl i la ciutat: una relació històrica

La utilització del subsòl ha estat lligada permanentment al desenvolupament de les ciutats. Aquest apartat fa una ullada des dels inicis en la utilització del subsòl a la ciutat antiga que s'han considerat significatius fins a certs casos paradigmàtics de la ciutat contemporània.

Es tracta d'un catàleg que no pretén ser exhaustiu, sinó que agafa casos representatius ja sigui perquè suposen un avenç en la tècnica o en l'ús. Com sempre, a l'hora de fer un llistat, es corre el risc d'oblidar obres representatives, per tant, cal deixar clar que aquest catàleg no està en absolut tancat, sinó que podria créixer i perfilar-se a mesura que es continuï estudiant el tema en el futur.

#### 1.3.1. Canalitzacions, hàbitat troglodític i magatzems a la ciutat antiga

És el període que comprèn des de l'aparició de l'escriptura fins a la caiguda de l'Imperi Romà o la intrusió islàmica a Europa vers l'any 711. L'ús del subsòl en la ciutat té els seus inicis amb les necessitats higièniques i lògiques de les ciutats de l'Antiguitat, per tant amb conduccions. Però també és rellevant en aquesta etapa l'ús d'habitatge troglodític per qüestions climatològiques o protecció, i l'ús per a emmagatzemar o funerari, amb construccions soterrades.

##### *a) Ciutat de Kahun. Egipte. 2.500aC*

Fou construïda per Sesotri i fou traçada segons un pla regular de dimensions 280 x 360 m i perfectament orientada segons els punts cardinals. Cada carrer tenia un canal de 65cm d'amplària i poc profund pel qual s'evacuava l'aigua pluvial i les latrines. Es tracta del primer exemple de canalització urbana.

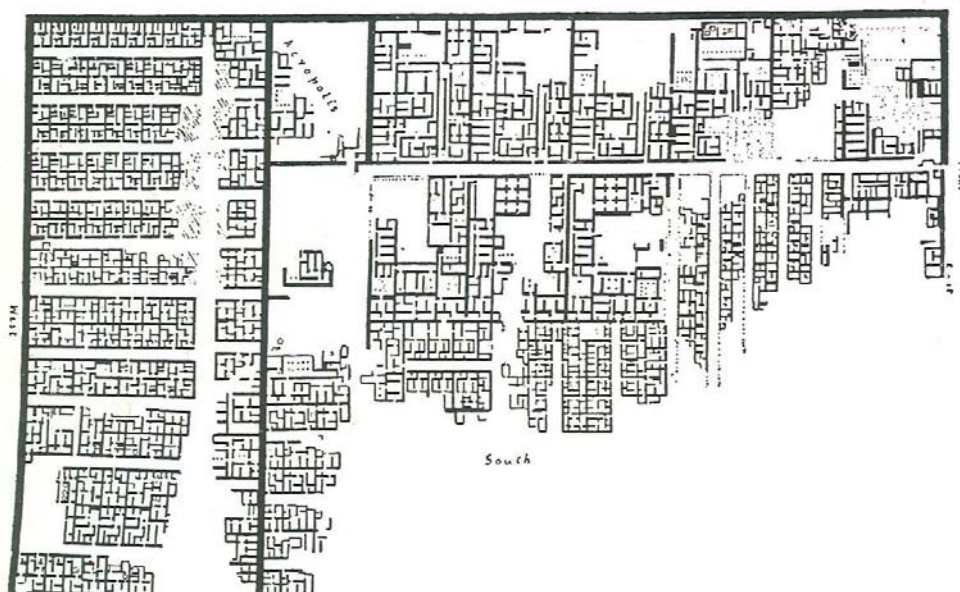


Fig. 13: Kahun, plànol de la ciutat. (QUARONI, 1997)

### *b) Vall dels Reis a Egipte*

Necròpolis de l'Antiga Egipte on es troben les tombes de la majoria de faraons de l'Imperi nou (1500 aC) entre d'altres, va ser declarat Patrimoni de la Humanitat per la Unesco al 1979. Les excavacions han tret a la llum un total de 62 tombes, a més a més d'altres que van quedar inacabades i de diferents pous, que totalitzen més de 80 punts d'inhumació, a part dels que encara no han estat localitzats.

Aquest exemple és un cas sense precedents que conforma una organització d'espais subterranis que demostren que, ja en la civilització egípcia, dominaven la tècnica d'una manera considerable. I gràcies també a les característiques geològiques del subsòl en aquest indret, van poder crear aquest elevat nombre de galeries que malgrat la proximitat entre elles, no s'arriben a tocar, sinó que s'entreposen convivint en el subsòl tal i com ho fan les diferents xarxes de serveis en les ciutats avui en dia.

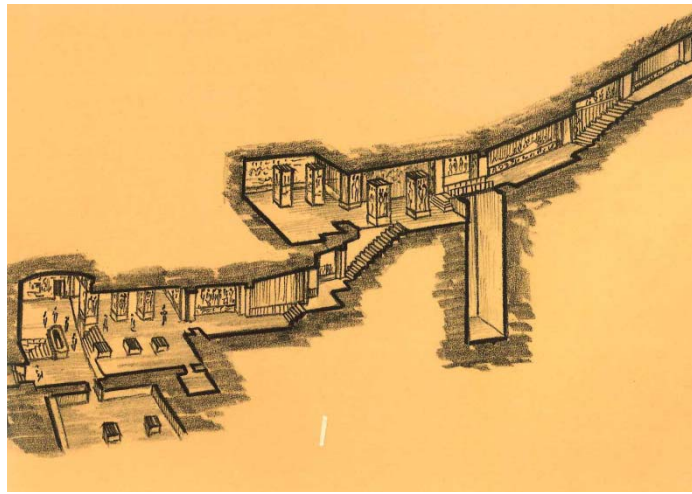


Fig. 14: Planta general de la vall dels Reis ([www.thebanmappingproject.com](http://www.thebanmappingproject.com))

Fig. 15: Secció de la tomba de Seti I de la Vall dels Reis (JUNCA, 1990)

### *c) Cisterna d'Abhaneri. Índia. Segle VIII*

No tan sols s'havia utilitzat com a pou d'aigua sinó que també s'havia emprat per a celebrar cerimònies religioses. Es tracta d'una construcció formada per un quadrat d'uns 35 m de costat i 20 m de fondària. En un dels costats hi ha diferents habitacions i al darrera es troba el cercle del pou, als altres tres costats hi ha plataformes unides per graons. És un espai públic de 1.000 m<sup>2</sup>, per ser utilitzat en tres dimensions. De fet, les possibilitats d'ús d'un espai com aquest poden ser des de representacions teatrals, concerts i cerimònies, fins la destinació com a unitats d'emergència.

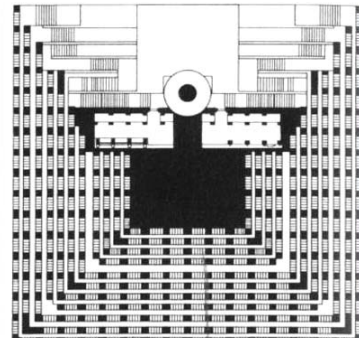
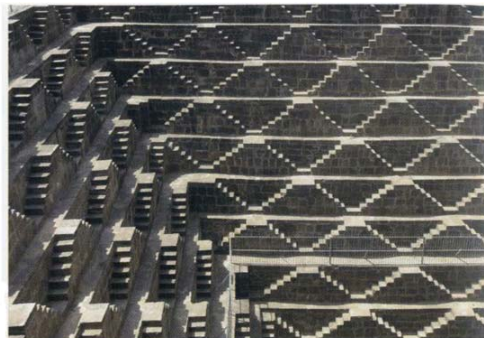
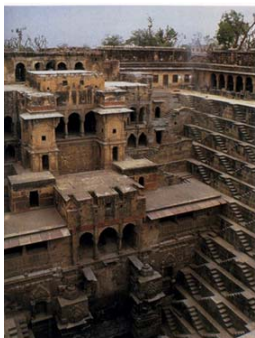


Fig. 17: Cisterna d'Abhaneri (VVA, 2006).



Es tracta d'un exemple que, com el Pou d'escales d'Adalaj també a l'Índia, són autèntiques catedrals enterrades, que a més a més de ser espais que permeten venerar als Deu, són espais capaços de reunir a nombroses persones tenint en compte que les persones poden ocupar moltes posicions, tant a les escales com a les plataformes, a diferents nivells. Però en aquest cas, a més a més, va ser utilitzat com a dipòsit, fet que posa de relleu la mal-leabilitat d'ús que tenen aquest tipus d'espais i com en el present, mirant cap al passat, poden obrir-se diferents alternatives.

**d) Matmata a Tunísia / Deinkuyu, Kaymakali, Ozkonak, Cardak i Dogala a Turquia**

Quan no hi ha materials naturals per a construir sobre rasant, la naturalesa del subsòl ho permet, i a més a més hi ha el risc d'atacs, s'originen hàbitats soterranis en els quals les condicions higièniques són bones, i les temperatures, tant a l'hivern com a l'estiu, són excel·lents.

En el cas de Matmata, l'estructura bàsica és la d'un pati ensorrat a uns 8 metres de fondària, de 10 m x 10 m de costat, que permet organitzar els habitatges al seu voltant. Les habitacions són de 3m d'amplada i d'una fondària variable de 3 i 6 m. Aquest cas es pot considerar un prototip per a agrupacions més complexes, com per exemple a Derinkuyu, on es fa servir una tècnica similar i fins a 12 pisos de profunditat on la idea principal és la de separar els accessos de les ventilacions. Una rasa perimetral controla l'entrada de les aigües. L'estructura organitzadora d'aquest poblat consisteix en unes grans "autopistes de ventilació" i en uns camins d'accés totalment independents.

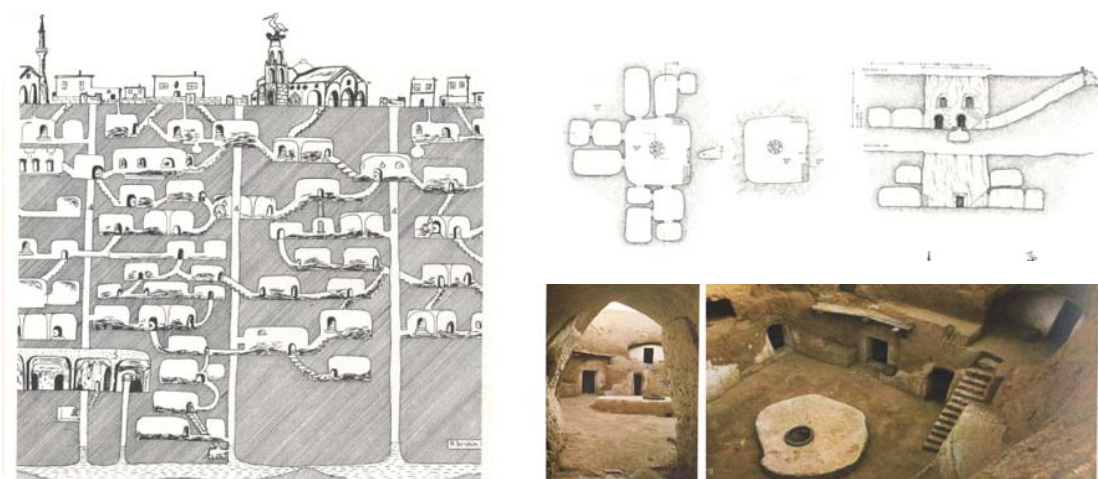


Fig. 16: Secció , unitat tipus i fotografies de la ciutat soterrada de Derinkuyu, Capadòcia (VVAA, 2006).

**e) Palau de Minos. Knossos, Creta (3er mil·leni aC)**

Al palau de Minos s'ha trobat una xarxa completa de proveïment i drenatge. En la seva construcció van utilitzar uns tubs troncocònics ceràmics previstos de nanses per poder-los maniobrar a profunditat mitjançant corses, i amb unes embocadures que permetien tant aconseguir l'entollament i evitar les turbulències, com l'adaptació a traçats sinuosos.

La xarxa deduïda del que les excavacions mostren és molt completa, incloent per una banda l'evacuació de les aigües pluvials i per l'altra, l'evacuació de les latrines a través d'un estany decantador disposat a fora del palau. Tots els dreus es reunien en un canal rectangular, de l'alçada d'un home, tancat per dalt mitjançant lloses allindades.

És un cas precursor en el drenatge i cal destacar, a més a més de l'enginyositat en el disseny de les canalitzacions, el fet de fer una separació selectiva de l'evacuació de les aigües pluvials i les aigües grises.

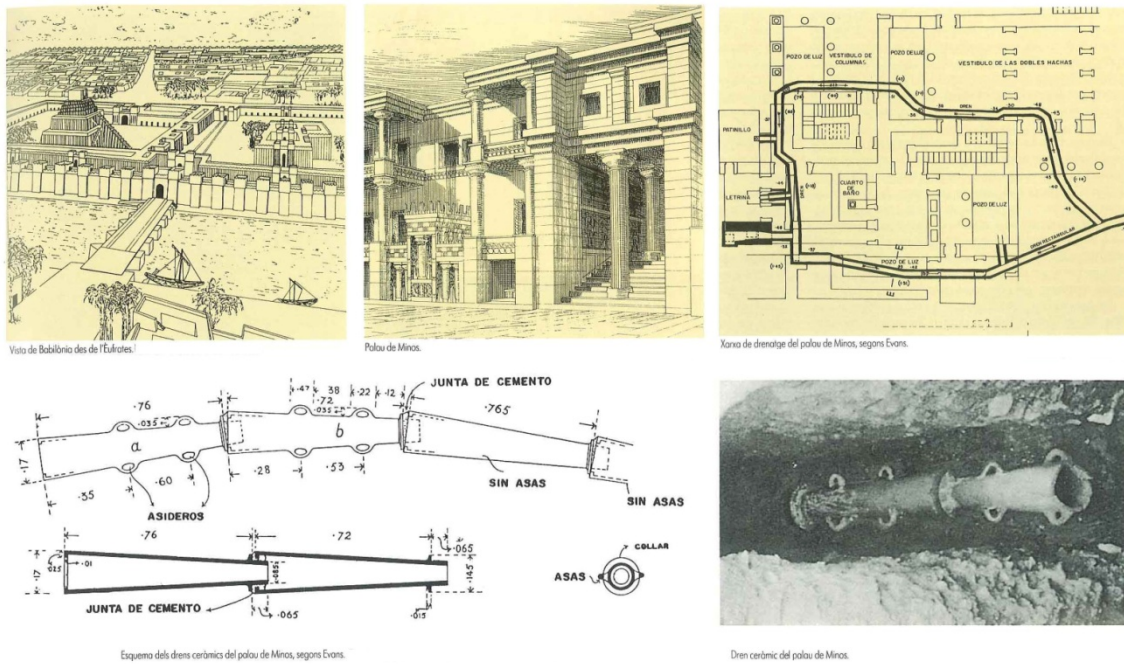


Fig. 18: Palau de Minos. (VVAA, 1991)

**f) Sistema drenatge d'Atenes. Segle IV aC**

La primera utilització a gran escala d'un sistema de drenatge es va dur a terme a Grècia, a les ciutats d'Atenes i de Corint.

A Atenes una xarxa de canals recollia les aigües produïdes a les vessants dels turons contra les quals s'assentava. El tronc de la xarxa se situava en l'anomenat gran rec, que era de secció rectangular, amb unes dimensions d'1 x 1m, confeccionats amb peces de terracota de 0,685 m de longitud, i coberts amb lloses allindades. Sobre aquestes canals discorrien vies pavimentades.

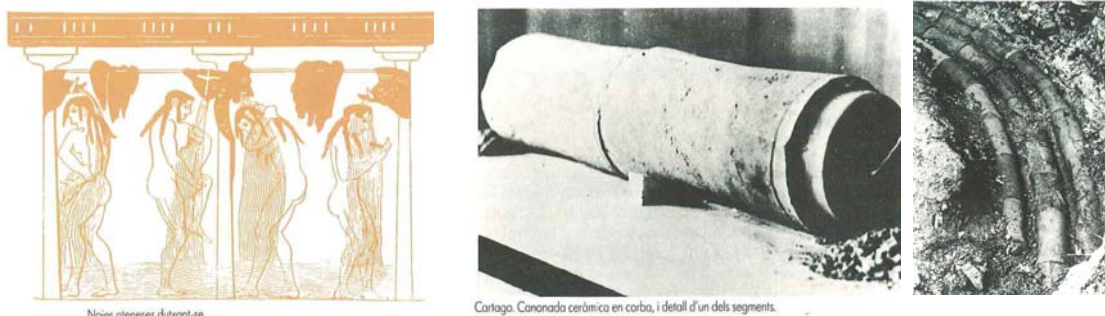


Fig. 19: El clavegueram d'Atenes (VVAA, 1991)

**g) Cuniculi. Etruscs. Segle VII aC**

Aquest poble, per dominar el seu medi, va desenvolupar una sèrie de tècniques hidràuliques innovadores. Entre aquestes es troba un precedent del què després serà la xarxa de clavegueram, però aplicat a la dessecació dels terrenys: els cuniculi.

Els cuniculi –o caus de conill- eren unes galeries excavades a certa profunditat, damunt d'un estrat impermeable, que permetien drenar un terreny no gaire consistent i fàcilment saturable, i el feien apte tant per a l'agricultura com per a la ramaderia, al mateix temps que evitaven la seva fatal erosió en episodis de grans pluges. Després de l'excavació d'un primer pou, la galeria seguia el traçat que marcava el discurs de l'aigua freàtica, sense incrementar massa el pendent per tal d'evitar l'erosió de la llera.

Cada certa distància es construïa un pou que servia per a la ventilació dels cuniculi i també per passar a l'interior de la galeria per a la realització del seu manteniment regular. En alguns casos aquests pous comunicaven dues galeries a diferent altura, i constituïen un pou de caiguda. Les seccions dels cuniculi s'adaptaven al cabal circulant, variant des de la mínima precisa per deixar el pas a un home, fins a les grans dimensions de la fossa o canal emissaria, que reunia els diferents cuniculi de la xarxa i desembocava al riu. Aquesta tècnica fou heretada pels romans donada la seva eficàcia.

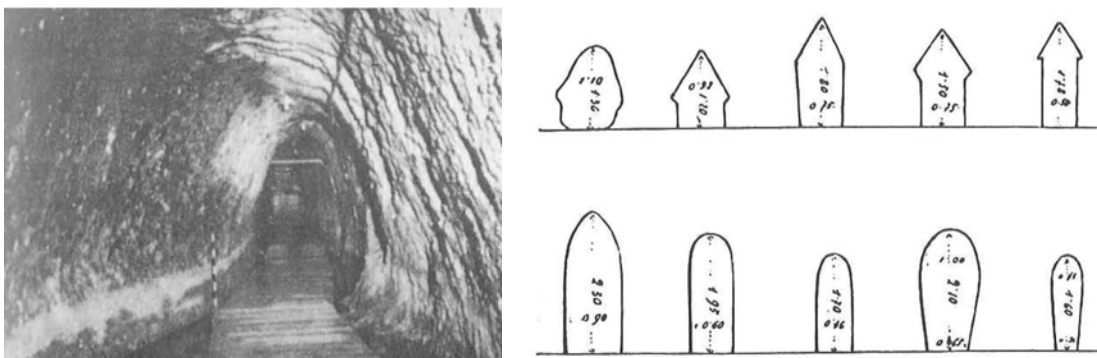


Fig. 20: Imatge del cuniculi de la ciutat etrusca de Vevers i seccions típiques de cuniculi (VVAA, 1991)

#### ***h) Aquae, Castellum aquae, nímfeus. Cicle continu de l'aigua. Romans***

La cultura romana va desenvolupar fins a extrems avui quasi insuperats la relació de l'home amb l'aigua, creant una tècnica associada que és la que essencialment utilitzem avui a les nostres ciutats. Les *aquae* o canals de conducció portaven l'aigua des de la capçalera d'un riu fins a dipòsits soterrats o semi soterrats anomenats *castellum aquae*, coberts amb monumentals construccions de caràcter cultural anomenats nímfeus. Des dels dipòsits una xarxa de canalitzacions la distribuïa pels carrers i la portava a les cases. El gran volum d'aigües brutes resultants va obligar els romans a plantejar-se el problema de fer-les fora del recinte urbà i reintegrar-les a la seva llera, problema que van resoldre aprofitant les galeries subterrànies preexistents. Els romans, resumint van desenvolupar el que més tard es coneixeria com a cicle continu de l'aigua, principi de l'higienisme modern.

#### ***i) La Claveguera Màxima. Roma. 200 aC.***

La història de la creació urbana de Roma coincideix amb la creació de La Claveguera Màxima. En principi era una torrentera que separava els turons del Septimontium, on es van assentar els primers pobladors. Les primeres obres es van iniciar al 200 aC pels primers reis etruscs, després de l'obertura de l'emissari en rasa es va dotar a aquesta de testeres pètries, per consolidar la llera, i es va cobrir la rasa amb taulons. Les dimensions ni es coneixen amb exactitud, les diverses etapes de la seva construcció fan que les seves característiques no segueixin un mateix criteri. En el seu recorregut fins al fòrum té una amplada de 2,10 m per passar després a 5m. Travessa importants monuments que comunicaven amb aquesta per a desaiuar la sang vessada als altars dels temples.

Inicialment només recollia aigües pluvials, cosa que es feia des de la calçada mitjançant uns desguassos de reixa de pedra que comunicaven amb els pous de registre de les clavegueres. Més tard, es va autoritzar a vessar-hi aigües negres. Per mantenir el servei es va formar fins i tot un cos especial de funcionaris especialitzat.

La Claveguera Màxima és considerada com un dels cims de la civilització romana. A Roma es fixen una filosofia i uns elements de clavegueram que, essencialment, són els utilitzats els nostres dies. Aquesta filosofia consisteix, d'una banda, en l'extensió de la xarxa en factor generador del sòl urbà; i d'una altra, en el seu caràcter unitari, sent útil tant per l'evacuació d'aigües domèstiques i negres, com per les pluvials, que, procedents de les teulades i els carrers, ingressaven a la xarxa a través dels desguassos, lliurant d'aquesta manera els carrers del transport d'aigües i els problemes associats (erosió, entollament, inundació de les plantes baixes). Un altre aspecte important d'aquest servei és present ja aquí: la seva gestió municipal i l'economia associada a aquesta ja que no pot ser privada, sinó pública, això és, que afecta el bé comú.

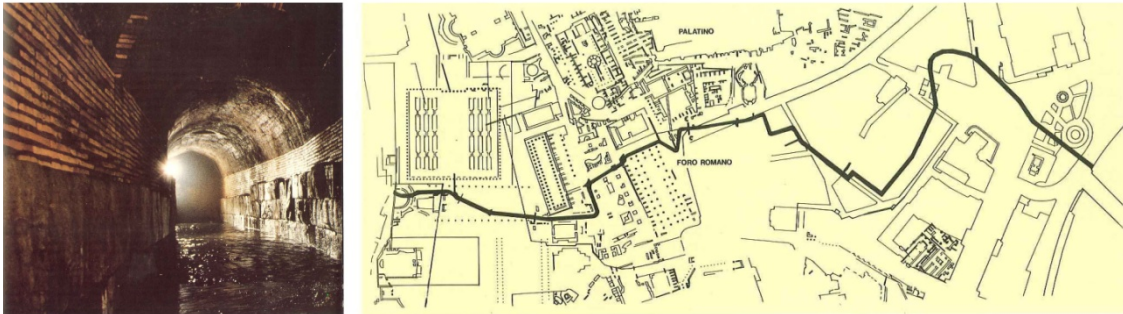


Fig. 21: Imatge de l'interior de la Cloaca Màxima i traçat, Roma (VVAA, 1991)

**j) Pompeya. Les clavegueres de la segona residència romana**

És la xarxa de clavegueram més antiga de l'Imperi Romà, després de la de Roma. El traçat de la xarxa segueix, com és habitual en els claveguerams romans, la dels carrers. En general, les clavegueres, estan constituïdes a partir d'una rasa a l'eix del carrer. Llavors, després d'aixecar damunt de la solera les testeres i construir les voltes es restituïa al carrer la superfície de la calçada aixecada per realitzar l'obra. La comunicació entre la calçada i la claveguera, tant per al manteniment com per a l'ingrés de les aigües pluvials, es realitzava mitjançant registres verticals. Les voreres complien no sols la missió de segregar el trànsit per als vianants del rodat i oferir una base ferma sobre la qual caminar en temps de pluja, sinó també la de conduir en canal les aigües pluvials fins a la bústia més pròxima. Aquesta tipologia urbana no tornarà a aparèixer com a tal fins al segle XIX.

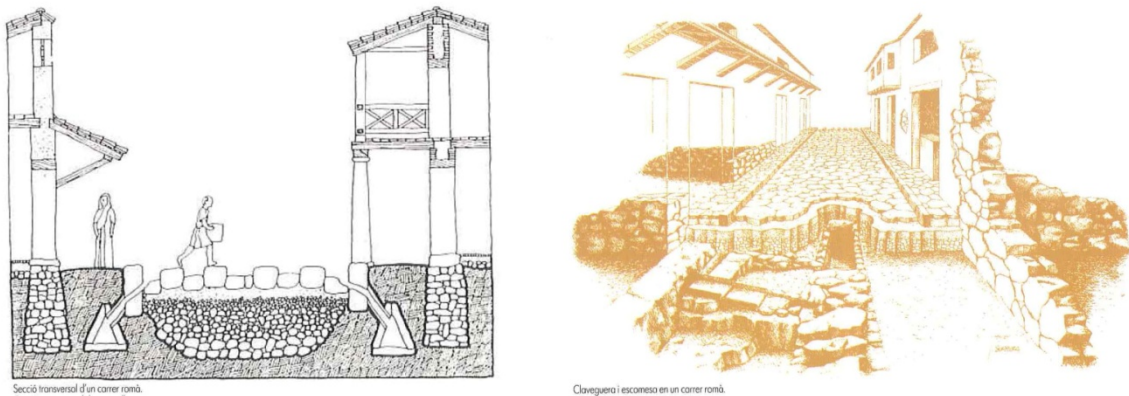


Fig. 22: Secció constructiva i vista explicativa d'un carrer de Pompeya (VVAA, 1991)

### *h) Túnel viaris. Els primers van ser els fenicis, els medes i els siris*

Van construir el què serien els primers túnels viaris i passatges soterranis i subfluvials. En tots aquests casos les motivacions per a construir-los eren eminentment per a superar un obstacle natural. Un exemple seria el túnel sota l'Eufrates a Babilònia.

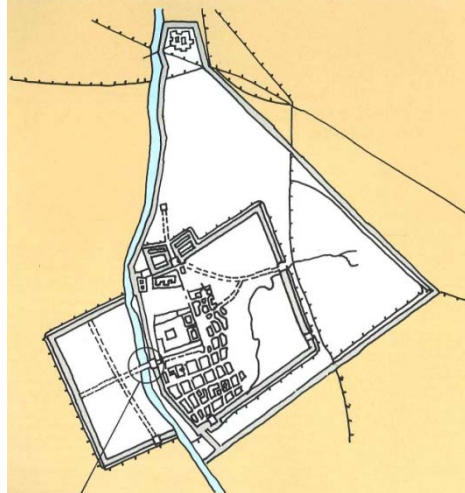
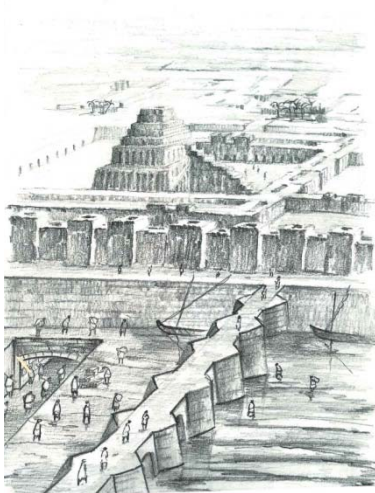


Fig. 23: Recreació del túnel sota l'Eufrates a Babilònia en base a textos de Diodor de Sicília, Heròdot i Estrabó; i planta de Babilònia on s'indica el traçat del túnel sota l'Eufrates (JUNCA, 1990)

### **1.3.2. La decadència de la ciutat a l'època medieval i l'estancament en l'ús del subsòl urbà**

Comprèn l'etapa compresa entre el 711, la intrusió islàmica a Europa, fins al descobriment d'Amèrica, 1492. En aquest període hi ha quasi un oblit de quasi totes les tècniques i rutines constructives romanes, les ciutats entren en una profunda decadència i la població es ruralitza. No hi ha massa exemples que hagin estat rellevants per l'avenç del coneixement del subsòl en el futur, no obstant molts d'ells romanen fins l'actualitat per tant és un llegat del qual no es pot prescindir a més a més que formen part en certa manera de l'aprenentatge de la Humanitat a utilitzar el potencial del subsòl. Un recull d'aquests són el següents, l'ordre ve donat per la similitud de motivacions que han portat a ocupar el subsòl.

#### *a) Passadissos*

Fortaleses medievals: Tota fortalesa medieval contava amb una xarxa subterrània secreta que connectava les diferents dependències així com amb una sortida amagada a l'exterior per tal d'avituallar-se en moments de setge, o per a la fugida del senyor i el seu sèquit just abans de la rendició definitiva. En l'Edat mitjana pren molta importància la ocupació del subsòl amb objectius militars.

Els passatges subterranis de la muralla medieval de Tallin: Al llarg de la major part de la muralla s'estenen uns passadissos subterranis que varen ser començats durant l'Edat Mitjana i van ser ampliat al llarg de la Història i fins a la segona Guerra Mundial per a la protecció. Aquesta xarxa és actualment visitable i es considera que ha estat descoberta tan sols en un 30%. No obstant, de moment hi ha uns 10 quilòmetres documentats. Aquest cas particular, posa de manifest com és molt probable que tota muralla tingui aquest tipus d'espais i, per tant, formen part d'una tipologia concreta.



Fig. 24: Muralla de Tallin

Esglésies (Gapennes, La Somme /La Quesne, la Somme / Heudicourt, la Somme) : Sota moltes esglésies medievals, i a vegades més extenses que els seus límits, existeix una xarxa de vies i cel·les subterrànies que daten de l'Edat Mitjana. Són una justificació de la supervivència del misteri del culte cristià al temps de les persecucions. La cripta s'estén rarament sota tota l'església i el seu accés es produeix normalment des de l'interior tot i que a vegades és des de l'exterior.

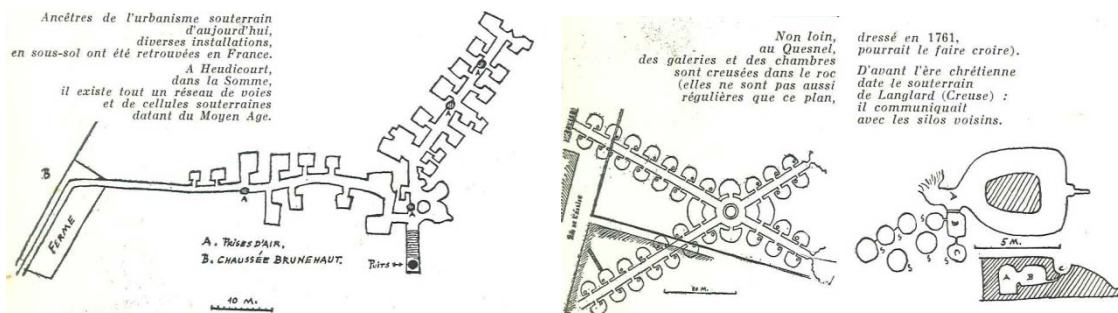


Fig. 25: Plantes esglésies franceses (UTUDJIAN, 1972)

### b) Temples i monestirs rupestres

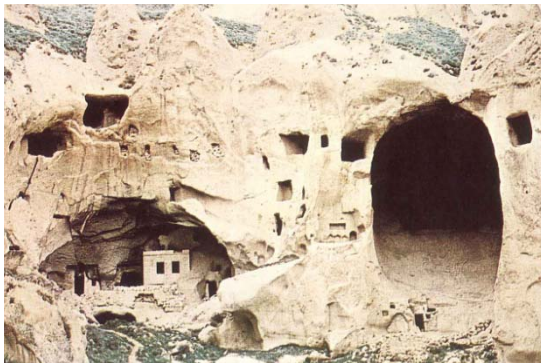


Fig. 26: Arquitectura troglodítica a la vall de Zelve. Capadocia. (JUNCA, 1990)

L'arquitectura troglodítica a la Capadocia: En el centre de la península d'Anatòlia, a Capadocia, es fusionen l'arquitectura religiosa vinculada a la soledat i el refugi de la cova amb l'hàbitat. Aquestes esglésies rupestres van ser excavades entre els segles X i XI pels monjos, tallant en brut la roca volcànica de l'indret.

Aquestes construccions són resultat de la manca de materials de construcció en el medi natural sumat a la qualitat de la geologia en la zona per a construir mitjançant l'excavació. El resultat és excepcional tant

per la qualitat espacial dels diferents habitatges, la magnífica relació entre ells i la integració en l'àrid paisatge.

A l'est d'Anatòlia hi ha el monestir de Ghégard, un dels millors exemples d'arquitectura soterrada, format per set temples de planta rectangular disposats en amfiteatre, en part excavats, en part construïts. Tot i que va ser començat l'any 412, les naus principals van ser construïdes al 1215.

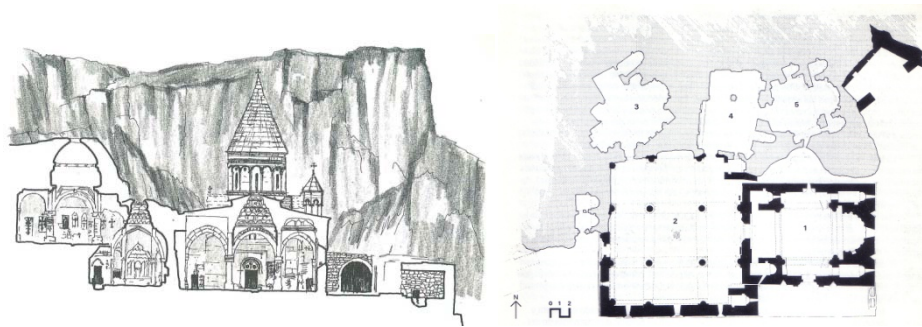


Fig. 27: Secció i planta Monestir de Geghard, Armènia (Vvaa, 1997).

I finalment, un altre cas rellevant d'església rupestre és el d'Aubeterre-sur-Dronne a Charentes, França.

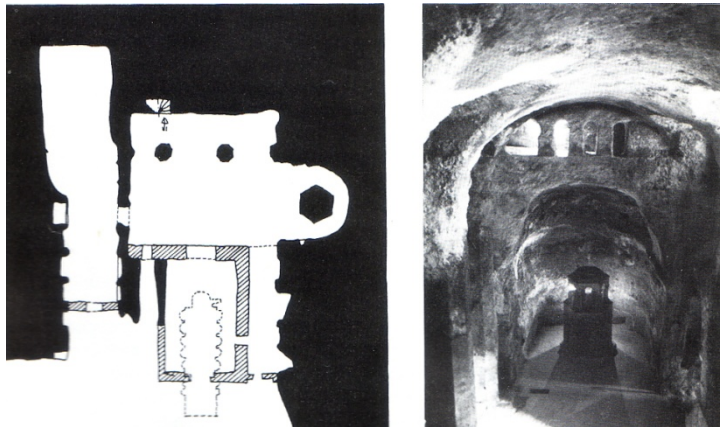


Fig. 28: Planta i vista interior de l'església d'Aubeterre-sur-Dronne a Charentes, França. (LOUBES, 1985)

### c) Qanats Musulmans

El *qanat* és una estructura, utilitzada en zones àrides, que aprofita l'aigua subterrània dels turons per a irrigar el pla confrontant. Primerament es cava un pou principal sobre un turó fins a arribar a detectar l'aquífer. Seguidament es construeix un túnel quasi horitzontal des del peu del turó fins l'aquífer. Ha estat aplicat fins a distàncies de 70 km. La zona de major concentració de qanats és a l'Iran, on s'estima que n'hi ha vora 40.000. Sembla ser que la seva propagació resulta de diverses civilitzacions tot i que no es té una certesa absoluta. La distribució social de l'aigua és una faceta clau de la cultura musulmana, i és per això que moltes ciutats medievals s'abasteixen amb aquest sistema. Un caps paradigmàtic és el de la ciutat de Samarra. I a mode d'anècdota, l'any 2006 se'n va trobar a l'Estat Espanyol, concretament a Fuentelapeña, Zamora.

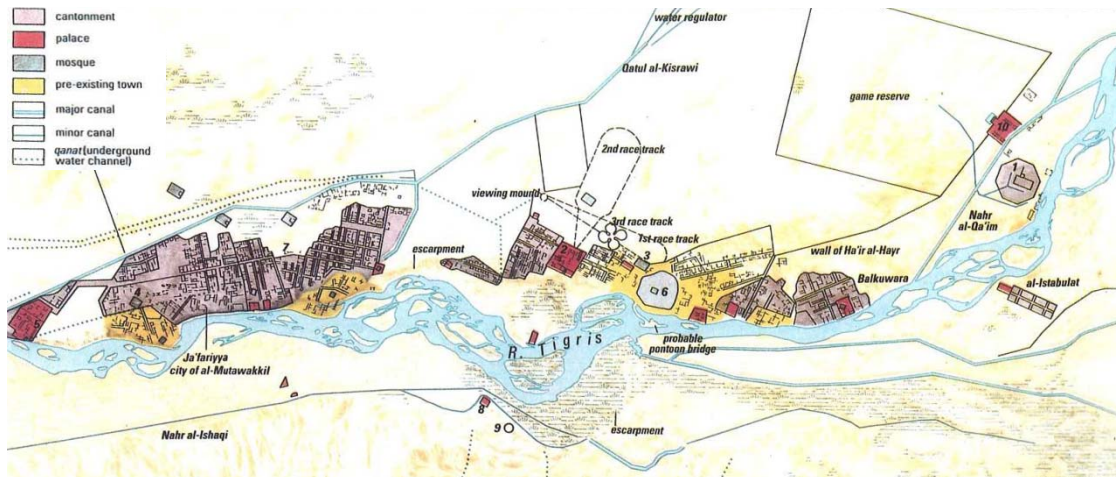


Fig. 29: Xarxa de qanats a la ciutat de Samarra (JUNCA, 1990)

#### *d) La mineria a centre Europa i Escandinàvia*

La tècnica utilitzada durant la Edat Mitjana era la mateixa que a Egipte (la tècnica del foc) i la tècnica del pic i la pala, fet que perdurarà fins a la Revolució Industrial. La mineria medieval s'inicia a Suècia a finals del XI i hi ha nombroses mines pel centre Europa.

#### *e) Les catacumbes*

Les més conegudes són les de París i les de Roma. Les de París són resultat de l'aprofitament d'antigues mines en desús al 14è *arrondissement* on es van disposar als murs els ossos provinents d'antics cementiris (cementiris dels Innocents). El trasllat de les restes va tenir lloc al 1786 i des de llur creació suscitaron curiositat. Estan a 20 m de profunditat i en són visitables 1,7 Km, cosa que representa una ínfima part de la totalitat de les antigues mines soterrànies a París que es calcula que arriben a 300 km.

Les de Roma, tot i que segons les teories dels s XVIII l'origen eren excavacions abandonades que havien creat els romans en el subsòl de la ciutat per a extreure-hi sorres i materials de construcció i que eren aprofitats pels Cristians, un estudi del s XIX posa en dubte tal origen i finalment demostren que les catacumbes són obra de cristians amb la finalitat d'enterrament.

Ambdós exemples han deixat un llegat històric a la ciutat que representa un patrimoni històric de la ciutat.

#### *f) La cisterna de Yerebatan a Constantinopla*

Així com en l'Antiguitat hi ha moltes cisternes que mereixen ser considerades, en l'Edat Mitjana la cisterna de Yerebatan és una de les més rellevants que s'han detectat. A Constantinopla es construïen cisternes per a albergar aigua de la pluja i destinar-la als ciutadans, donat que no hi havia manantials ni aigües subvàlvies a l'abast. Se n'han localitzat 18, de les quals 15 són cobertes i construïdes a partir del segle IV. La cisterna de Yerebatan abastia al Gran Palau i és la cisterna més gran de la ciutat. De 140 metres de longitud i 70 metres d'amplada i una capacitat per a 80.000 m<sup>3</sup> d'aigua, amb 336 columnes, és un espai impressionant, una catedral soterrada.

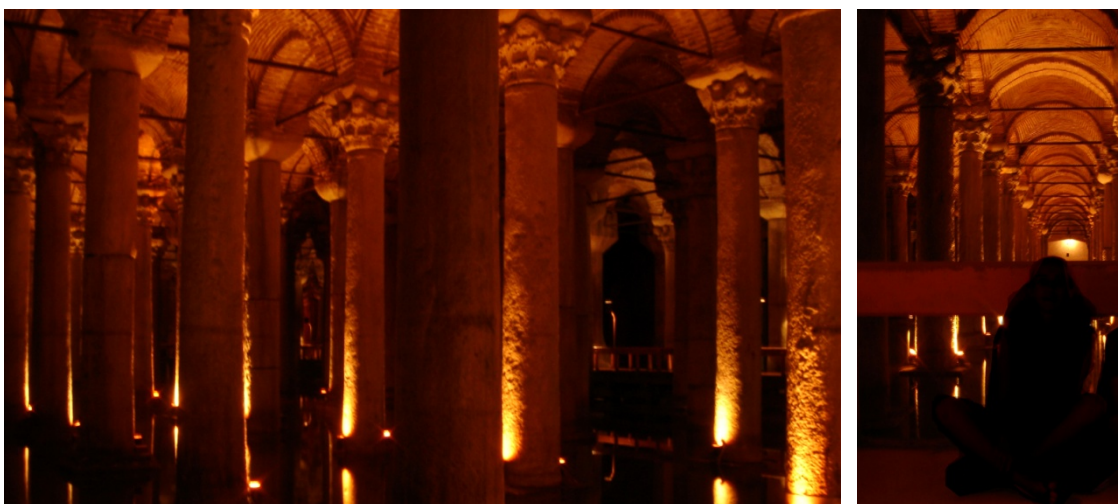


Fig. 30: Fotografies interior cisterna Yeraban



### *g) Espais de magatzem i de defensa sota les cases*

El plànol parcel·lari i tipològic de Laguardia, Àlava, mostra la utilització del subsòl per a magatzem de vi i defensa, i com la estructura general ve donada per l'agregació de parcel·les al llarg dels carrers. És remarcable la diferència entre el plànol de les plantes baixes i el dels soterranis, on la morfologia és substancialment diferent. Com aquest cas, n'hi ha nombrosos en la majoria de teixits urbans d'origen medieval. No obstant d'aquest se n'ha trobat documentació gràfica i a més a més degut a les seves dimensions és idoni per explicar aquesta altra tipologia d'ocupació del subsòl en l'edat Mitjana.

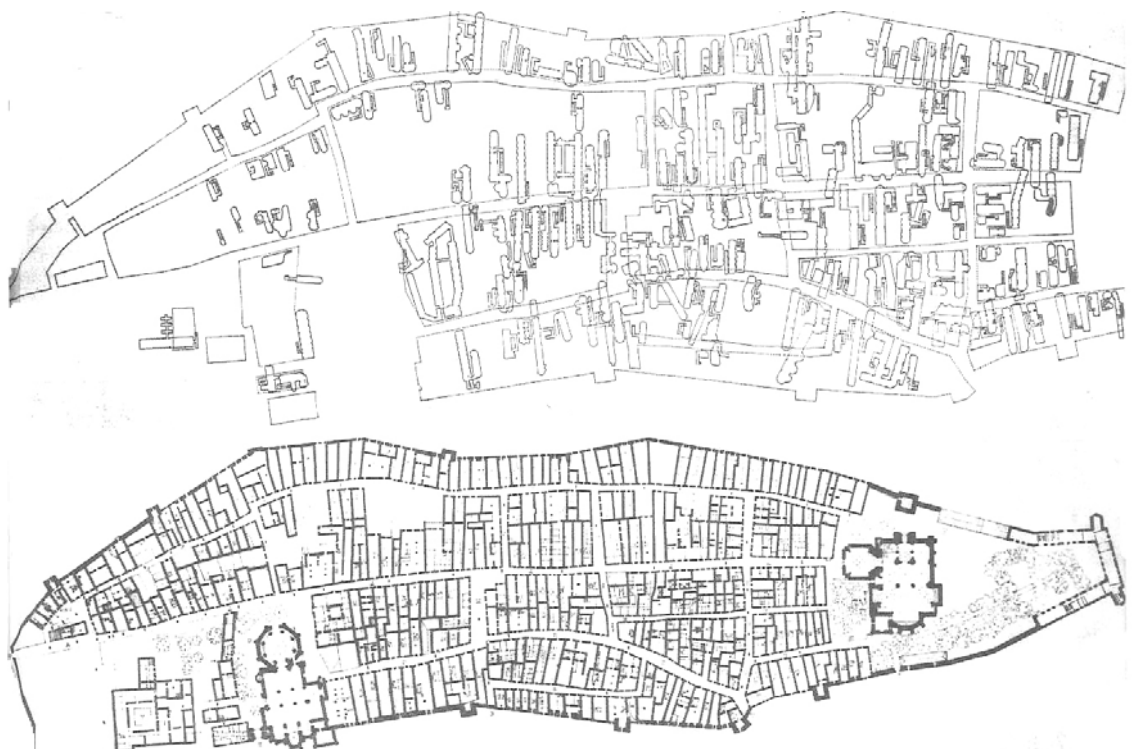


Fig. 31: Plànol parcel·lari i tipològic de les plantes altes i les plantes de les bodegues de Laguardia (LINAZASORO, 1978)

### **1.3.3. Avenç significatiu de la tècnica, i de l'ús del sota rasant en la era moderna**

Es tracta de l'etapa compresa entre el segle XVI, amb el Renaixement, fins al que es considera el moment de la invenció de l'urbanisme subterrani, al 1933.

Ja en els inicis de l'Edat Moderna, van tenir les seves visions sobre el tema Da Vinci i els germans Adams com s'ha explicat en l'apartat anterior. No obstant, és amb la ciutat Moderna, quan el factor temps esdevé crucial i l'eficiència de la tècnica ho permet, quan l'ús del subsòl comença a estar present en el debat urbanístic i la ciutat es comença a ocupar considerablement en la cota sota rasant.

Seguidament, un conjunt de projectes que són significatius pel què representen en vers a l'avenç de la utilització tan pel què fa a la Tècnica com a les motivacions i reflexions urbanes que hi ha darrera:

*a) Adelphi Project, London 1768-75. Germans Adams. (cfr. 1.2.2.a.)*

*b) Clavegueram a London, Chadwick 1840, Bazalgette i Binnie 1858. (cfr. 1.2.2.b.)*

*c) Clavegueram a Paris, Haussmann, Belgrand*

Malgrat els èxits obtinguts en la reducció de la mortalitat a Londres, el sistema de la circulació contínua va tenir serioses resistències al contingut degut a nombrosos prejudicis i el fet que la natura de les obres feia difícilment rendible la seva realització. Un cas prototípic és el de París. Com a complement de la reforma Hausmanniana de la ciutat medieval de París, Belgrand, Enginyer Director de "Les Aigües i Clavegueres de París" i del "Servei Hidromètric de la Conca de París" emprèn tant les obres de captació d'aigües i la seva distribució en la ciutat, com les de la xarxa de clavegueram passant dels escassos 136 km de clavegueres existents abans de 1850, a una longitud que en la seva totalitat havia d'arribar als 1.040 km.

El sistema de clavegueram per a París és totalment visitable, seguint el model roma. La raó de les grans dimensions consistia en el fet que Belgrand va concebre la xarxa no solament per a l'evacuació d'aigües negres i pluvials, sinó també per canalitzar a través del clavegueram els serveis de proveïment (aigua i gas) i, sobretot, transportar pel seu interior, mitjançant vagonetes i barcasses, les fosses sèptiques mòbils o "tinettes", que s'havien de vessar, normativament, tres vegades per setmana. Tampoc s'ha d'oblidar la seva tasca en defensa de l'ús de les aigües brutes per a la fertilització dels camps pròxims, així com també va demostrar que les aigües subterrànies obtingudes tornaven a ser aptes per al consum humà.

Al 1883, després d'acalorades discussions durant quasi un any, l'Ajuntament de París obliga a connectar directament a la claveguera la sortida d'aigües negres de totes les cases amb escomesa i la de totes les cases de nova construcció. El transport de deixalles es realitzaria per l'interior de la xarxa, amb vagonetes i barcasses. La xarxa de clavegueram havia de servir, a més, com a galeria per a la conducció de serveis tals com, l'aigua potable, el gas, etc., i de fet encara avui s'utilitza per a tal fi.

Havia nascut una filosofia de sanejament que desperta interès encara avui; aquest ideal queda resumit amb la frase "Tout à l'égout". Seria equiparable al que avui s'anomena en les esferes tècniques les galeries de multiserveis.

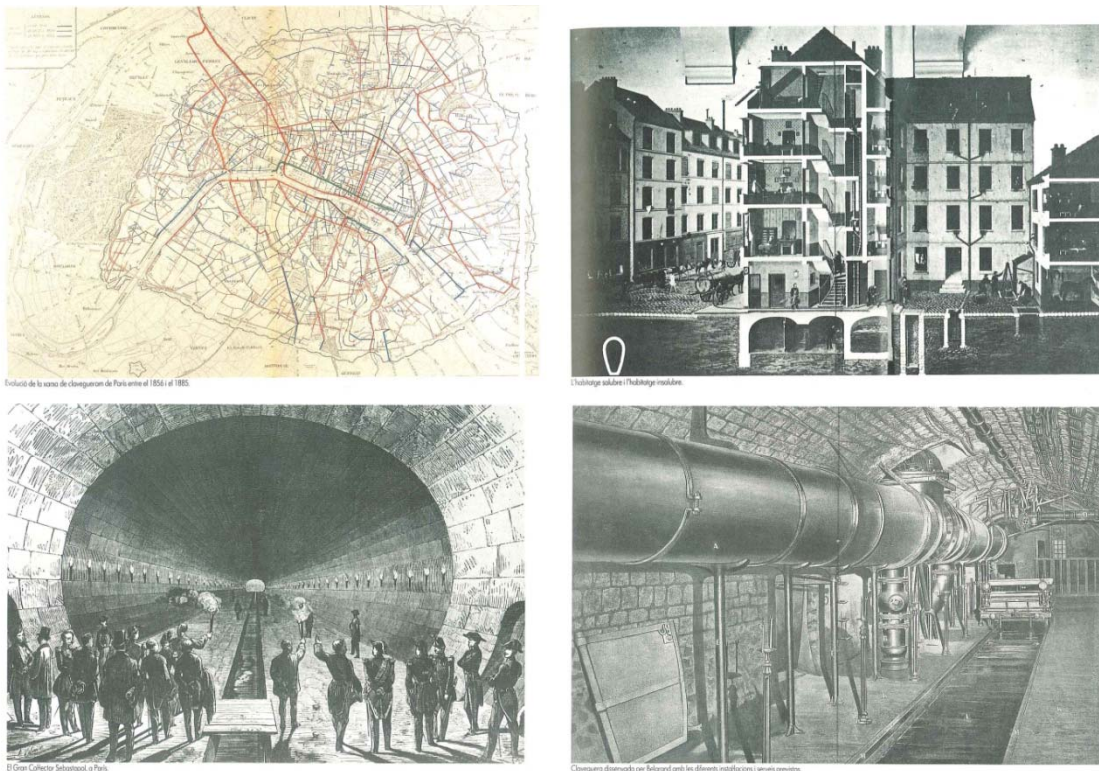


Fig. 32: Evolució de la xarxa de clavegueram de París entre el 1856 i el 1885 / Habitatge salubre i habitatge insalubre / El gran col·lector de Sebastopol / Claveguera dissenyada per Belgrand amb les diferents instal·lacions i serveis previstos (VVAA, 1991)

#### d) Clavegueram a Barcelona, *García Fària* (cfr. 2.2.3.a)

La manca d'un pla de clavegueram dins del Pla Cerdà (1859), el ràpid enriquiment de la burgesia (la febre de l'or), les deplorables condicions sanitàries amb les conseqüents morts pel còlera i l'Exposició Universal de 1888, va provocar que l'Ajuntament organitzés una comissió per a redactar una memòria que establís les bases de la reforma del clavegueram, les conclusions de la qual van ser aprovades al 1886 i el secretari de les quals era el jove enginyer de camins Pedro García Fària. Al 1888 és aprovat el projecte de García Fària, projecte que pren com a referent el de París.

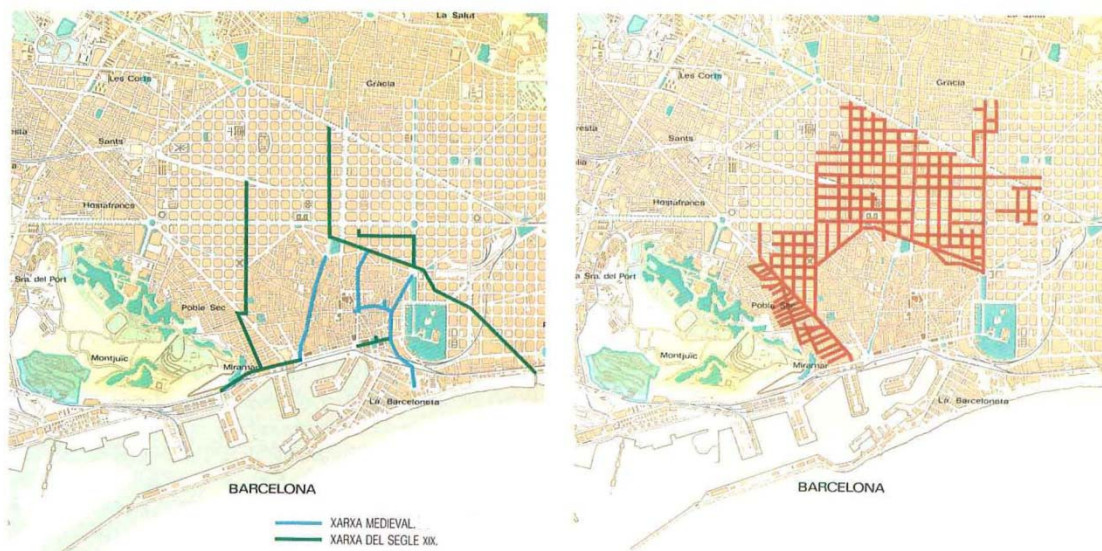


Fig. 33: Xarxa de col·lectors existent abans del Projecte de l'enginyer García Fària i xarxa corresponent a la part del projecte Projecte García Fària entre el 1902 i el 1912 (VvAA, 1991)

Posa de manifest la necessitat d'una comprensió interdisciplinària dels problemes, emmarcat en la preocupació que ultrapassa, a l'abastar una nova escala més enllà de l'estricta municipal. Es basa en tres grups de dades: un plànol topogràfic de la comarca del barcelonès, les dades pluviomètriques i les dades hidrogeològiques, i per últim les topografies mèdiques.

En definitiva, el projecte García Fària amplia la xarxa existent de 35 km de longitud (corresponent a Ciutat Vella i als carrers de l'Eixample que ja estaven ocupats) a 213 km de galeries. La novetat dels projectes del segle XIX respecte dels sistemes més antics d'evacuació d'aigües, és que estenen-se ara a tota la ciutat, defineixen una nova muralla fora de la qual estarà la ciutat no servida, el suburbi, la no-ciutat.

Cal destacar que fou difícil que s'obris pas a la idea d'evacuar també les aigües fecals pels conductes de la ciutat ja que es considerava una idea "insana", per a neutralitzar les aigües negres el sistema més higiènic eren les fosses. No obstant no es resolgué el tema del transport i magatzem d'aquestes, així com el risc de contaminar per filtracions els pous d'extracció d'aigua, acaben fent considerar l'idea francesa de "tout à l'égout". El projecte de García Fària recull la connexió casa-carrer, clavegueró-claveguera, fent que el clavegueram esdevingui un servei directe a casa.

#### e) *Túnels ferroviaris*

En el marc geogràfic dels Alps, degut a les condicions naturals i la dificultat de traçar vies ferroviàries en un territori tan muntanyós i amb pendents tan acusades, es construeixen els primers túnels ferroviaris:

- El de Mont-Cenis va perforar els Alps en l'any 1857, amb pólvora negra.

- El de Saint-Gothard, de 15 km, al 1872 amb dinamita.
- El de Simplon 1898-1905, és un prototip de túnels de base on els treballs són menys considerables però és bastant més llarg, 20 km.

### f) Túnels urbans

Si bé Londres va ser la primera ciutat que va tenir un túnel de metro, inaugurat a 1890, actualment moltes de les ciutats occidentals en tenen. De fet, a l'octubre de 2014, segons l'Associació Internacional del Transport públic, 148 ciutats de 55 països diferents en disposen. Les cinc primeres van ser les següents:

London	UK	London Underground	1890
Budapest	Hungary	Budapest Metro	1896
Glasgow	UK	Glasgow Subway	1896
Chicago	USA	Chicago	1897
Paris	France	Paris Métro	1900

La profunditat dels túnels ve limitada per la tècnica i per les característiques geològiques, i és per això que poden discórrer a profunditats molt diferents segons la ciutat i el moment de construcció, com per exemple a Londres (1890) transcorre a 15 metres de profunditat, mentre que a Moscó (1935) entre 30 i 60 metres.

Finalment afegir que el primer túnel urbà de tots va ser el de Londres que passa per sota del Tàmesis i va ser construït per Marc Brunel l'any 1842. Primer hi passaven carruatges però posteriorment fou comprat per fer-hi passar trens de East London Line del metro de Londres.

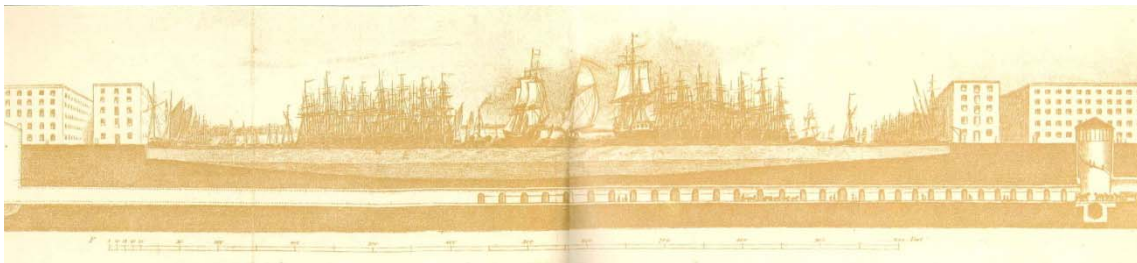


Fig. 34: Túnel sota el Tàmesis realitzat per Marc Brunel l'any 1842. (JUNCA, 1990)



Fig.35: Complex del tren metropolitana sota la Plaça de l'òpera a Paris on hi conflueixen tres línies (UTUDJIAN, 1972)

### *g) Els projectes de grans túnels*

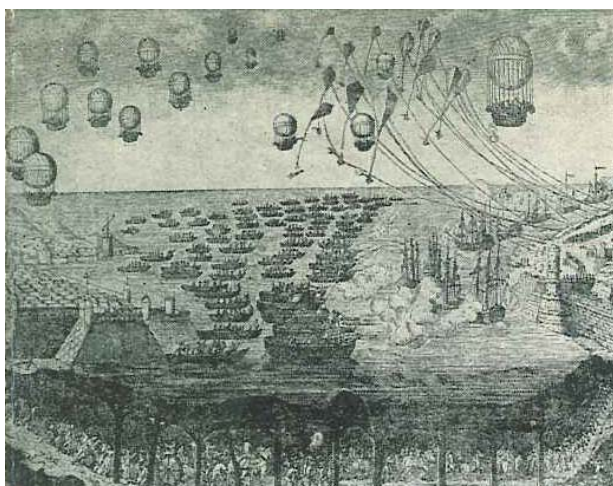


Fig. 36: Primer projecte de Gran Túnel presentat a Napoleó I per a envair Anglaterra per Aire per Mar i pel subsòl (UTUDJIAN, 1972)

Hi hagut diversos túnels que han marcat la història, tanmateix en aquest apartat tan sols se n'esmenten dos, els que han estat un pas endavant per a canviar les relacions entre territoris i per l'avenç tècnic que representen.

El túnel de la Mànega és el projecte més antic, ja Napoleó hi pensava. Actualment ja està construït (1994) i compren 43 km dels quals 33 són sota el mar.

El túnel sota el Montblanc de 12 km de llargada es va realitzar l'any 1965 i va permetre fer més curt el recorregut entre París i Roma.

### *h) Les fàbriques soterrades*

Els suecs en són els pioners, a Porjus al 1913, van realitzar una fàbrica generadora d'energia hidroelèctrica 50 m soterrada que actualment es pot visitar com a museu. La decisió venia motivada principalment per temes climàtics ja que està situada més al nord que el cercle polar àrtic, i s'hi afegia el fet que les característiques geològiques de l'indret eren idònies per a construir-hi soterrat. A partir d'aquest moment es van succeir diferents fàbriques arreu d'Europa, a més a més motivaren el fet de soterrar-les el risc i la necessitat de protecció conseqüència de la Segona Guerra Mundial i la Guerra Freda.

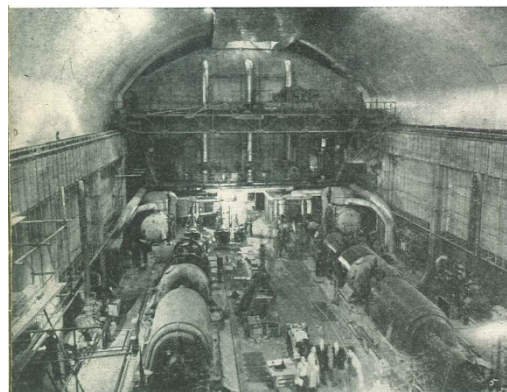


Fig. 37: Fàbrica soterrada a Suècia i fàbrica hidroelèctrica soterrada a França construïda el 1933 a Brommat sota 60 m de granit (UTUDJIAN, 1972)

### **1.3.4. Quatre casos contemporanis**

Totes les grans ciutats contemporànies utilitzen el subsòl, no obstant s'escullen quatre casos que exemplifiquen paradigmàticament una manera d'utilitzar el subsòl i que l'ocupen d'una manera acusada i significativa: Montréal, Beijing, Estocolm i Tokyo.

### a) Montreal: La Ville Interieur

Actualment, sota una part important de la ciutat de Montreal existeix la *Ville Interieur*, una xarxa peatonal al centre de la ciutat de 30 quilòmetres de places i carrers soterrats que acullen cada dia 500.000 persones i tenen relació amb 60 promocions immobiliàries diferents. La relació del centre de treball i el mode de transport ha estat i és una condició *sine qua non* de la viabilitat d'aquests espais peatonals soterrats.

La gènesis d'aquesta important xarxa subterrània prové d'inicis del segle passat, quan l'arribada del tren transcontinental al nou centre de la ciutat deixa una cicatriu al teixit urbà que va ser el mal son de l'època i ha estat la llavor de la *Ville Interieur*.



Fig. 37: Montreal, el del tren transcontinental. (BESNER, 1991: p. 5)



Fig.38: Secció de la Place Ville Marie (BESNER, 1997: p. 8)

La creació d'aquests espais ha tingut la influència d'una banda de precedents històrics com Da Vinci i Eugène Henard, i de l'altra l'èxit del Rockefeller Center a Nova York construït l'any 1930 que també pensava la ciutat en tres dimensions. Aquests precedents i el fet que tots els terrenys pertanyien a un sol propietari –la companyia de trens- va facilitar la construcció de la Place Ville Marie l'any 1962 projectada per Ponte i Pei, que albergava unes galeries comercials soterrades que connectaven l'estació central, les oficines centrals de la companyia de trens i l'Hotel Queen Elisabeth.

Des dels anys 60, en conseqüència de l'èxit de la *Place Ville Marie*, de realització del metro, dels grans projectes comercials, i les demandes de connexions entre ells, *la Ville Interieur* s'ha anat estenent de manera notable fins a l'actualitat.

Aquest llarg procés de desenvolupament ha estat possible gràcies a l'esperit de negoci, la bona gestió financera, la planificació urbana, i sobretot gràcies a una fórmula única i exemplar de cooperació i interdisciplinari que reuneix amb un mateix objectiu la Ciutat, el Metro i els promotors immobiliaris.

El resultat és un producte urbà únic i vital gràcies a la seva cèntrica posició i a la seva relació amb la cota 0 i amb l'edificació, un espai en el qual l'Administració no ha hagut d'intervenir econòmicament ni per la seva creació ni pel seu manteniment.

En definitiva, el cas de Montréal és el paradigma de la cooperació públic-privada per un objectiu comú, treure'n profit de les infraestructures i fer ciutat a partir de les galeries comercials. També el clima de temperatures acusades a l'hivern a contribuït a afavorir el tan exitós creixement en profunditat de la ciutat de Montréal.



Fig. 39: Fases de construcció de la Ville Interieur de Montréal ([www.oivi.umontreal.ca/documents](http://www.oivi.umontreal.ca/documents))

### b) Beijing: La Ciutat subterrània

A Beijing, existeix una complexa xarxa subterrània deguda al conflicte xinès – soviètic del 1969, durant la guerra freda, quan Mao Zedong va ordenar la construcció d'un refugi subterrani per a protegir-se d'un possible atac nuclear.

Els túnels van ser construïts per 300.000 ciutadans i consten de més de 30 quilòmetres i cobreix una àrea de 85 km<sup>2</sup> i estan de 8 a 18 metres soterrats. En el cas d'atac estava previst que es pogués albergar el 40% de la població de la ciutat. Afortunadament aquesta ciutat subterrània no ha hagut de ser utilitzada pel seu ús, però ha estat mantinguda pels oficials de la ciutat i revisada durant l'època de pluges. En llocs centrals i densos de la ciutat, algunes parts han estat utilitzades per zones comercials, centres de negoci o inclús teatres.

Es tracta d'un cas d'estudi poc conegut i amb molt potencial que representa un producte urbà soterrat que la majoria de ciutats tenen, el de refugi, i en aquest cas és digne d'esment donada la seva colossal dimensió. No existeixen plànols ja que la informació que hi ha és escassa donades les seves característiques i el tipus de govern del país. Tot i així algunes persones que hi ha pogut entrar expliquen la seva experiència i sembla ser que es tracta d'espais molt ben dissenyats i conservats.

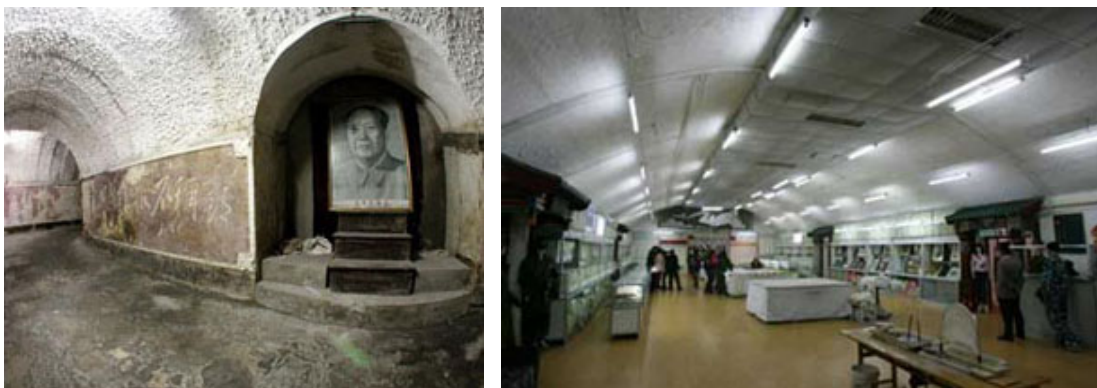


Fig. 40: Imatges de l'actualitat (<http://china.org.cn>)

### c) Estocolm: El Pla de Sven Markelius i Göran Sidenbladh 1952

El cèlebre Pla de Sven Markelius i Göran Sidenbladh plantejava sistemàtiques piràmides de densitat al voltant de les estacions, proporcionava serveis i altres llocs de treball de districte al voltant d'aquestes estacions, amb la idea que almenys una tercera part de la població tingués feina on residien. És a dir, la estratègia era col·locar habitatge i llocs de treball segons patrons lineals al llarg de potents espines de transport públic entre les quals es creaven cunyes verdes.

Aquestes espines denoten la importància de la mobilitat en el pla, ja que són l'element generador de l'estratègia. El fet de donar-li aquest paper al transport públic ve clarament donat per la decisió presa per l'Ajuntament d'Estocolm l'any 1941 de construir el primer metro per connectar el centre de la ciutat i la perifèria. Mai abans una ciutat tan petita com Estocolm -600.000 habitants- havia pres la decisió de construir ella mateixa un sistema de tren principalment soterrat. El trànsit dels suburbis al Centre on la majoria de la població treballava, tenia acusades dificultats ja que només hi havia un sol pont per connectar amb l'est i tres més per a connectar amb els suburbis del sud i el sud est. Aleshores es planejà la construcció d'un metro soterrat que creuava el centre de la ciutat i connectava amb els diferents suburbis. Part del metro va ser obert a partir del 1950. Només 7 anys després, degut a l'èxit d'aquesta, la segona línia va ser oberta.

Cal destacar que algunes de les estacions situades a l'entorn urbà, gràcies a la previsió del planejament, se situen sota edificis sense ocupar l'espai públic fet que fa millorar la qualitat d'aquest considerablement. D'altra banda val a dir que el sistema de metro d'Estocolm és un dels més eficients a Europa i destaca la qualitat espacial de les estacions, i això és degut que, a diferència de la majoria de ciutats, a Estocolm el metro ha estat un element amb el qual s'hi ha comptat alhora de planificar la ciutat i per això és exemplar.

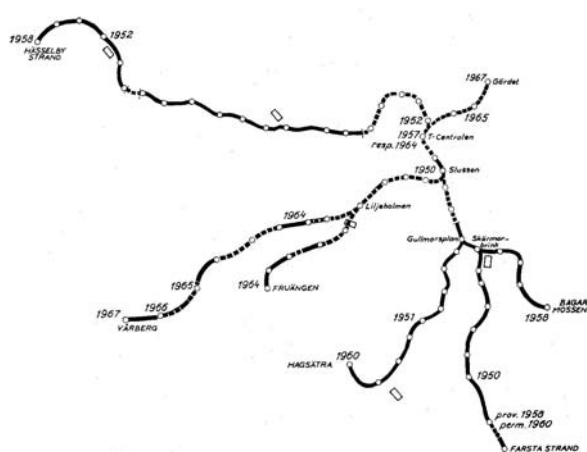


Fig. 41: La primera línia 1941 / Les dues línies de metro, completades al 1957 i 1964 - línies discontinües, línies soterrades (SIDENBLADH, 1981).

### d) Tòquio

La utilització del subsòl toquiota s'inicia als anys 20, amb la construcció després d'un terratrèmol de la primera línia de metro de 2,2 quilòmetres, construïda per una societat privada. Alguns anys després, concretament l'any 1932, el primer espai soterrani entra en servei, i comprenia una galeria comercial al passatge de vianants soterrani i un *hall* construït per la societat que explotava el metro amb la finalitat d'augmentar el nombre de persones que l'utilitzés.

Al llarg dels següents decennis la xarxa ha crescut considerablement. Actualment consta de 1.167 quilòmetres i està gestionat per dues empreses diferents, una de pública i l'altra de privada. Les galeries



comercials s'han desenvolupat paral·lelament al creixement de la xarxa i no és un producte propi de la ciutat de Tokyo sinó que d'altres ciutats japoneses també en tenen una xarxa considerable (Osaka, Sapporo, Nagoya, Fukuoka, Yokohama, Kyoto, Kobe, Kawasaki). Però a més a més del metro i les galeries comercials, s'hi afegeixen els serveis corrents com serveis tècnics i també equipaments més específics com autopistes, aparcaments, galeries tècniques, rius soterranis....

La motivació principal per a fer aquest ús del subsòl ve donada com a causa primària per dos temes: la congestió puntual que pateix la superfície i pel fet metropolità. La congestió provoca la segregació de fluxos de la qual teoritzà Hénard. Hi ha un fet econòmic que provoca el soterrament de les persones i no dels vehicles, ja que aquests necessiten condicions més específiques, i a més a més en el cas dels vianants hi ha la possibilitat que el cost sigui co-finançat per les empreses comercials que s'hi instal·lin. En canvi, pel que fa al fet metropolità l'objectiu és descongestionar les artèries viàries i de transport públic per a alliberar les línies existents que sovint estan col·lapsades. Aquests altres desenvolupaments se solen produir en zones profundes del subsòl, creant així dos nivells.

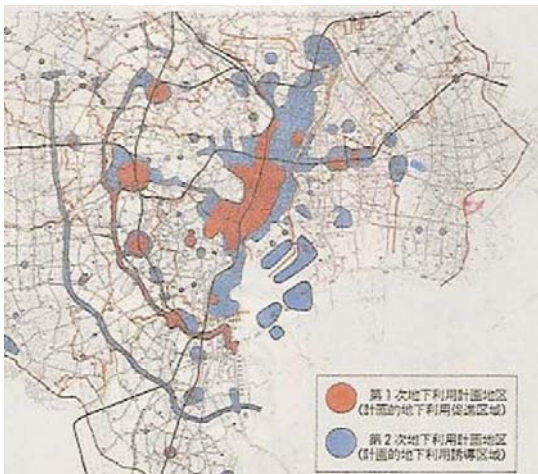


Fig.42: Secció tipus d'un carrer a Tokyo. (TAKASAKI, H., CHIKAHISA, H. i YUASA, Y., 2000: p. 290)

