

Barcelona Wise City: urban planning and health. Insolation and natural ventilation in the Cerdà grid orientation

MONTSERRAT PALLARES-BARBERA

**ASSOCIATION OF AMERICAN GEOGRAPHERS MEETING AND
INTERNATIONAL SOCIETY FOR URBAN HEALTH, SAN FRANCISCO, CA,
MARCH 29-APRIL 3, 2016**

STRUCTURE OF THE TALK

- PROBLEM AND MOTIVATION OF THE PROBLEM
- METHODOLOGY
- MODEL / WORKING HYPOTHESES / ASSUMPTION / VARIABLES
- CASE STUDY

URBAN PLANNING, HEALTH AND QUALITY OF LIFE

STRUCTURAL IDEAS:

- IMPROVING THE LIFE AND **HEALTH** OF INDIVIDUALS,
- DECREASING THE SPENDING OF **ENERGY** AND
- IMPROVING **SUSTAINABILITY**

MOTIVATIONS TO IMPROVE HEALTH AND COMFORT OF **POPULATION**

PLANNING VARIABLES FOR **INSOLATION** AND **VENTILATION**

ADDRESSING THE **PHYSICAL** AND **IDEOLOGICAL** DIMENSIONS OF **CITY PLANNING**

WHAT IS NEW IN THIS APPROACH?

FOCUSS ON BARCELONA URBAN PLANNING

THE BIG CITY, THE “**EIXAMPLE**”

<http://www.theguardian.com/cities/2016/apr/01/story-cities-13-eixample-barcelona-ildefons-cc>



MAIN FACTORS FOR HEALTH

- LIVING SPACE
- CLEAN AIR / VENTILATION
- SUNSHINE / INSOLATION
- ASSUMPTIONS

WHY SEARCHING FOR HEALTH

- HUMAN COMFORT
- QUALITY OF LIFE

METHODOLOGY

- IDENTIFICATION OF THE VARIABLES
 - FROM ORIGINAL SOURCES
 - GIS
- DATA ANALYSIS
 - SPATIAL ANALYSIS GIS
 - PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS GIS
- RESULTS AND PROSPECTIVE GOOD PRACTICES FOR URBAN PLANNING

MODEL / HOW CITY PLANNING HAS (HAS NOT) PROVIDED VENTILATION AND INSOLATION

OBTECTIVE:

- **TO GET MAXIMUM INSOLATION AND NATURAL VENTILATION IN ORDER TO DECREASE ENERGY SPENDING, INCREASE HEALTH, AND INCREASE PERSONAL COMFORT AND URBAN SUSTAINABILITY**

WORKING HYPOTHESES:

- **LESS NATURAL VENTILATION AND LESS INSOLATION = MORE ENERGY SPENDING**
- **LESS NATURAL VENTILATION AND LESS INSOLATION = DECREASING HEALTH INDEXES**

MODEL / HOW CITY PLANNING HAS (HAS NOT) PROVIDED VENTILATION AND INSOLATION

ASSUMPTION : CLIMATE CONDITIONS

VARIABLES:

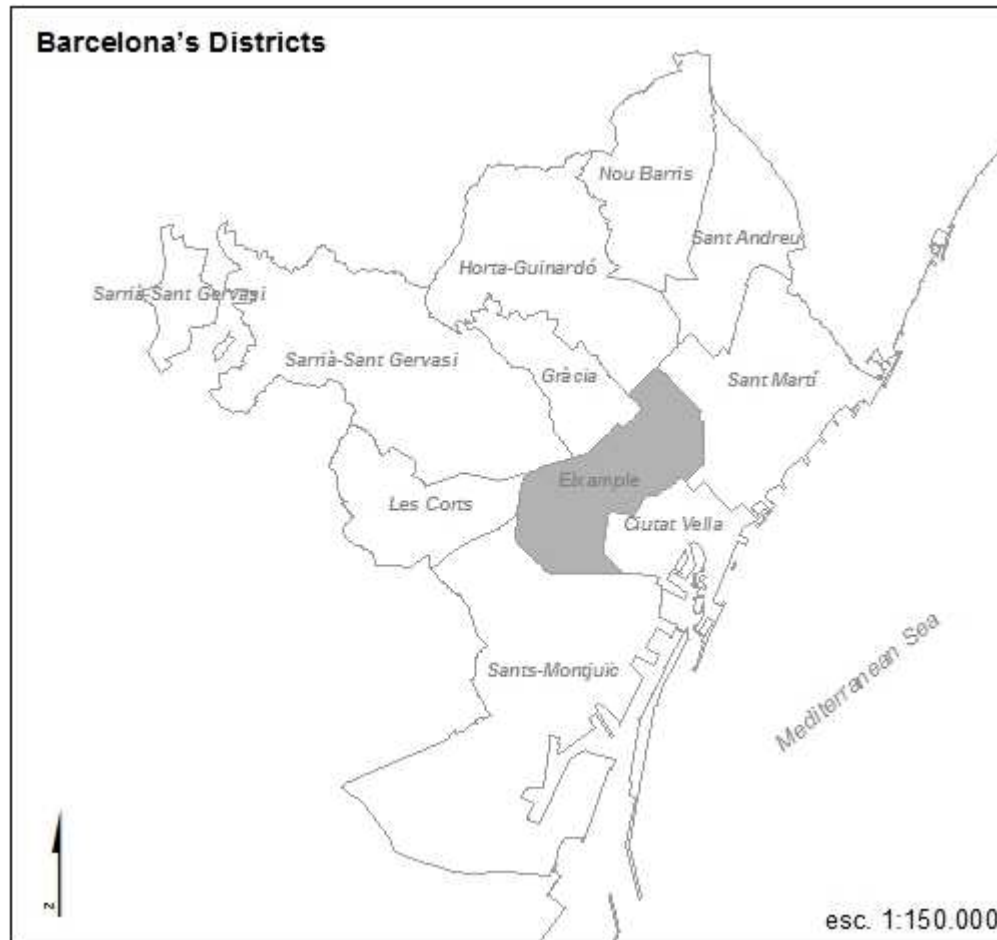
- GRID REGULARITY
- BUILDING MORPHOLOGY ADAPTED TO CLIMATE
- WIDE STREET
- GRID ORIENTATION
- PARKS AND URBAN OPEN SPACES

CASE STUDY/THE BARCELONA CERDÀ MODEL OF URBAN PLANNING FOR HEALTH

CLIMATE:

- SUBTROPICAL-MEDITERRANEAN CLIMATE, MILD WINTERS, WARM SUMMERS;
- LOCATED IN THE EASTERN COAST, WEST WINDS ARRIVE WITH LOW HUMIDITY, PRODUCING NO RAIN;
- **DAYLIGHT AVERAGE IN WINTER**, DECEMBER TO FEBRUARY IS **10 H** (LONDON, MOSCOW, WARSAW, 8 H, APPROX);
- **SEA BREEZES FROM MAY/JUNE TO SEPTEMBER;**
- WINDS FROM THE **WEST AND NORTHWEST IN WINTER;**
- **EAST AND NORTHEAST WINDS CAN EXCEED 100 KM/H (62.14 mph);**
- **WINTER IS AFFECTED BY TRAMONTANA (NORTHERN WIND) AND MISTRAL (NORTHWESTERLY, COLD)**
- **SEA TEMPERATURE:** COLDEST MONTH, JANUARY, 13°C (55°F); WARMEST MONTH, AUGUST, 25°C (77°F)

BARCELONA MEDITERRANEAN CLIMATE



CASE STUDY/THE BARCELONA CERDÀ MODEL OF URBAN PLANNING FOR HEALTH

OBJECTIVES:

- TO GET **MAXIMUM INSOLATION IN WINTERS, AND MINIMUM INSOLATION IN SUMMERS;**
- TO GET **MAXIMUM OF SEA BREEZES IN SUMMER AND TO STOP THE NORTH AND NORTHWESTERN WINDS IN WINTER;**

MOTIVATIONS AND IDEOLOGICAL APPROACH OF THE PLANNER ILDEFONS CERDÀ TO BARCELONA CITY PLANNING:

- WHY? IN 1855, TO IMPROVE POPULATION HEALTH; BASED ON THE EXPERIMENTS OF JAMES WYLIE (1) IN SAINT PETERSBOURG; AND ADOLPHE LANCE (2) IN PARIS (QUAIS OF HORLOGE AND ORFEBRES)
- IN 1855 CITIES INSIDE WALLS, I.E., BARCELONA. VERY HIGH POPULATION DENSITY: 85,600 POPULATION /SQUARE KM; VERY HIGH HOUSING DENSITY

BECAUSE OF HEALTH

embargo muy atendible. En prueba de la influencia que egercen la orientacion y la luz solar sobre la mortalidad de los habitantes de una poblacion y á falta de esperiencias precisas sobre nuestro pais, vamos á citar dos hechos á cual mas concluyentes, el uno tomado de Mr. James Wylie y el otro de Mr. Adolphe Lance: segun el primero habia en San Petesburgo una gran barraca habitada por un número considerable de individuos; el uno de sus paramentos se hallaba perfectamente bañado por el sol al paso que el otro estaba siempre en sombra; se observó durante una serie de años, que habia constantemente tres veces mas enfermos en este que en el otro. Segun el segundo, la misma observacion se hizo en Paris, hace ya mucho tiempo, sobre dos quais cuya orientacion es diametralmente opuesta; el del *Horloge* y el de los *Orfevres*. En las casas del primero, que se hallan expuestas al N., la mortalidad era dos veces mayor que en las del segundo que tiene la exposicion al mediodia. Esto prueba la grande importancia que debe darse á la orientacion tanto en la edificacion urbana como en la rustica.

Source: Cerdà, 1855 p. 375 (1991).

SUNLIGHT ORIENTATION

MORTALITY

JAMES WILIE. SAINT
PETERSBURG

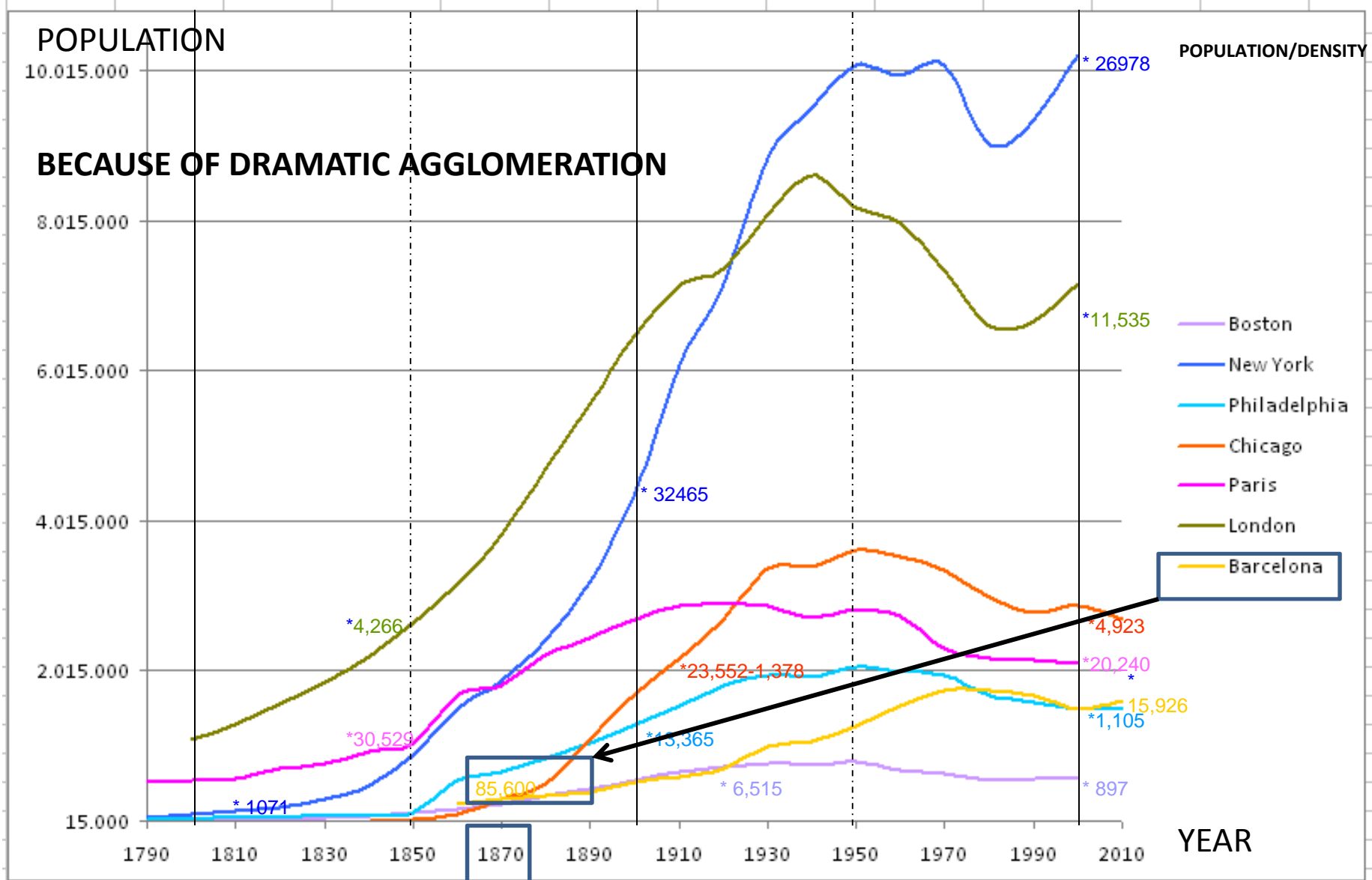
ADOLPHE LANCE.
PARIS

THREE TIMES MORE
MORTALITY IN
SHADOW THAN IN
SUNLIGHT

QUAIS DES HORLOGE
AND DES ORFEVRES

HOUSES FACING NORTH,
TWICE MORE MORTALITY
THAN HOUSES FACING
SOUTH

Population and population density in cities, per Sq Km



Sources: Barcelona Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) and Centre d'Estudis Demogràfics;

Boston <http://www.bpl.org/research/govdocs/boststats.htm>;

Chicago <http://tigger.uic.edu/depts/ahaa/imagebase/chimaps/mcclendon.html>; London <http://www.demographia.com/dm-lon31.htm>;

New York <http://www.demographia.com/dm-nyc.htm>; Paris ;

Philadelphia <http://physics.bu.edu/~redner/projects/population/cities/philadelphia.html>.

BECAUSE CITIES HAD INTERNAL AND EXTERNAL SHOCKS
Determinants of the cities in the nineteenth to beginning twentieth centuries

Density, malnutrition, agglomeration, overworking, infected water, illiteracy → **Causes**

Mortality, ignorance, illness, unhappiness, uncultured, unsociability → **Consequences**

Shocks to the system:

Cities experienced a high incoming population during the industrial revolution

Population density increased in all of them

Mortality increased and life span decreased

THE BARCELONA CERDÀ MODEL OF URBAN PLANNING FOR HEALTH / VARIABLES

GRID REGULARITY:

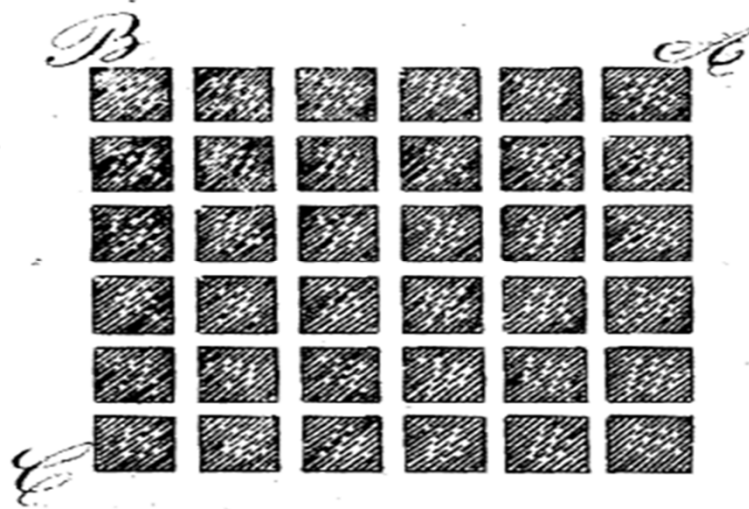
- **WHY?** (Cerdà, 1855 (1991))
 - TO AVOID PRIVILEGE ZONING (Aibar and Bijker, 1997);
 - TO FACILITATE MOVEMENTS (GOODS AND PEOPLE):
 - REGULAR GEOMETRICAL GRID,
 - PERPENDICULAR INTERSECTIONS,
 - 2 BIG AVENUES,
 - 3 DIAGONAL AVENUES
 - TO FAVOR WIND FLOWS;
 - TO EASE COMMUNICATION SEA PORT AND CITY GATES;
 - TO HELP DRAINAGE OF SEWERAGE.

GRID REGULARITY

SALUBRITY

1202

Con todo este sistema de cuadrículas, muy conveniente siempre para la salubridad tendrá la desventaja de obligarnos á recorrer los catetos A B y B C siempre que tengamos que trasladarnos de un punto A á otro C que esten situados sobre la diagonal

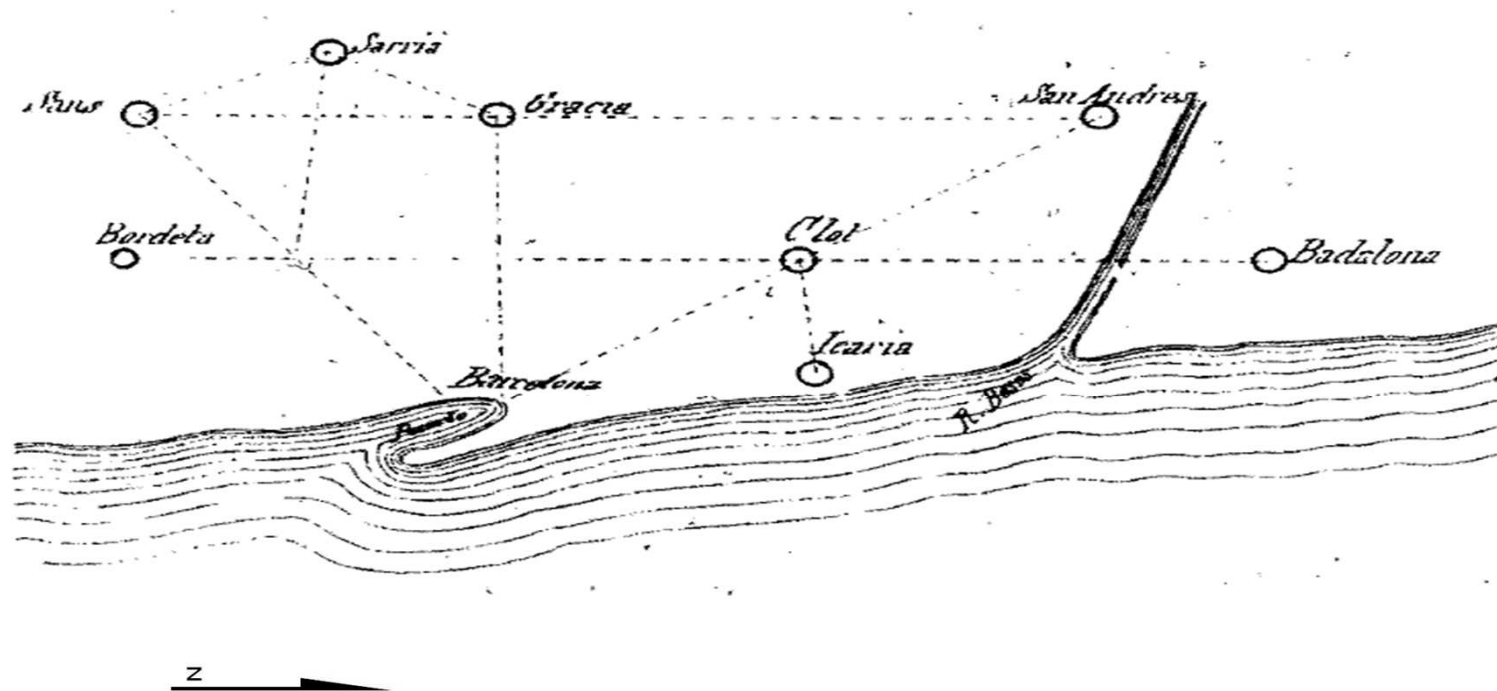


de las cuadrículas. Es decir que en este caso el trayecto que deberémos recorrer estará aumentando en la misma relacion que guarden los catetos con la hipotenusa. Este inconveniente que si bien es verdad, con el movimiento y las necesidades actuales de la poblacion, es por lo general de escasa importancia, podra

MOVEMENT
DISADVANTAGE

FACILITATING MOVEMENT: DIAGONALS AND AVENUES

Figure 10. Skeletal drawing of Cerdà's new city



Source: Cerdà, 1855 p. 374 (1991).

THE BARCELONA CERDÀ MODEL OF URBAN PLANNING FOR HEALTH / VARIABLES

BUILDING MORPHOLOGY ADAPTED TO CLIMATE:

- **2 PARALLEL BUILDINGS** ON EACH BLOCK, UP TO 20 M DEEP;
- **GARDENS** IN BETWEEN EVERY BLOCK, LACED WITH PEDESTRIAN PATHS, OPENING THE INNER TO THE STREETS;
- **BLOCK CORNERS WERE CUT 45° ANGLES** TO CREATE SMALL SQUARES.

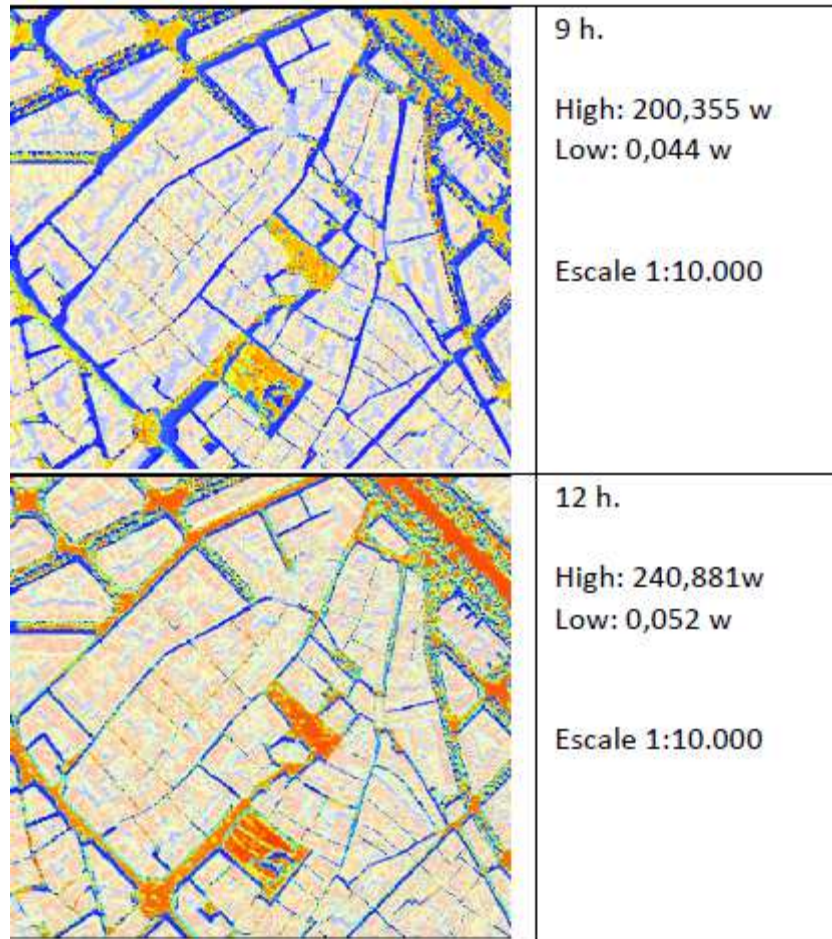
Geometric construction of the Cerdà's blocks. Buildings and interior gardens



Source: Cerdà, 1855 (1991), pp. 416-417.



STREETS IN THE OLD CITY OF BARCELONA



THE BARCELONA CERDÀ MODEL OF URBAN PLANNING FOR HEALTH / VARIABLES

STREETS:

- 20-30 M WIDE;
- AVENUES 50 TO 80 M WIDE;
- STREETS AS “AERIAL CHANNELS”
 - WHICH HAVE THE FUNCTION FOR THE CITY AS LUNGS FOR
 - THE HUMANS

“Por lo que toca a salubridad, siguiendo en esta parte a los highienistas, podemos considerar las calles como canales aereos (...) que vienen a ser para las ciudades como lo que para el cuerpo humano son los pulmones.”
Cerdà, 185, p. 376 (1991).

STREETS IN THE OLD CITY OF BARCELONA WERE:

- 200 STREETS LESS THAN 3 M WIDE, AND
- 400 LESS THAN 6 M WIDE

CERDÀ ARGUMENTS AND CRITICISMS IN CONSIDERING STREET WIDE

1209

Anchura de las calles. Muchos profanos en la construcción y con ellos algunos facultativos haciendo depender solamente del clima del país en que se edifica la determinación de la anchura de las calles y la altura de las casas que las limitan, pretenden que para los países fríos ó templados convienen calles muy anchas formadas por casas poco elevadas y aconsejan para los climas calurosos calles más angostas y casas más altas a fin de que la sombra que ellas produzcan venga á templar los efectos del calor. En este concepto establecen como regla general para los climas templados una anchura de 50 á 60 pies para las calles y unos tres pisos ó altos para los edificios.

COLD COUNTRIES,
WIDER STREETS

HOT COUNTRIES,
NARROW STREETS

1210

Para nosotros la anchura de las calles ó vías públicas dentro de las ciudades debe determinarse bajo el doble concepto de la salubridad pública y de las necesidades de la circulación por los diferentes conceptos que puede esta verificarse.

ARGUMENTS
TO DETERMINE
STREET WIDE

2 ITEMS: SALUBRITY AND
CIRCULATION

Streets of the New Barcelona

Area: 1,975 Ha

Street type/ wide	Longitude (km)
20 m	237,7
30 m	77,5
50 m	183
Streets with train	117,4
Streets Outside Enlargement	118,8
Perimeter	228,3

Streets of the Old Barcelona

Area: 193,97 Ha

Street type/ wide	Number of streets
<3 m	200
3-6 m	400



Source: Worked on the Legend of the Cerdà's Map of 1861.

THE BARCELONA CERDÀ MODEL OF URBAN PLANNING FOR HEALTH / VARIABLES

GRID ORIENTATION

WHY? (Cerdà, 1855 (1991)); (Cerdà, 1855 pp. 60-61 (1991))

- HEALTH CONSIDERATIONS:
 - TO GET THE MOST HEALTHY WINDS
 - DRAINAGE OF SEWERAGE

- ECONOMIC CONSIDERATIONS:
 - FACILITATE FLOW OF GOODS
 - SEA PORT
 - WIDE STREETS

- BUILDING CONSIDERATIONS:
 - DIMINISH COST OF BUILDING
 - CONSIDERING THE SLOPES

Discussion of the arguments behind the orientation and direction of streets in the Expansion

1200

Orientacion de las calles. La direccion u orientacion de las calles de una nueva ciudad debe considerarse bajo cuatro diferentes conceptos: 1º con respecto á la direccion de los vientos mas saludables que acostumbran reinar por mas tiempo en la localidad; 2º relativamente á la direccion del movimiento de importacion y de exportacion establecido ó que pueda establecerse en lo sucesivo; 3º por lo tocante á la suavidad ó aspereza de las pendientes que deben resultar y 4º por lo que se refiere al facil y conveniente desagüe de las alcantarillas.

WIND DIRECTION

IMPORTS&EXPORTS

SLOPES

SEWERAGE

Source: Cerdà, 1855 p. 374 (1991).

Figura 13. Cerdà's reasoning of how to positioning streets for ventilation

1201 En cuanto á la orientacion de las calles, por lo que hace referencia á su mas facil y sana ventilacion, hay que observar que, por regla general siempre que las direcciones N.S. y E.O. no enfilen con las de los vientos insalubres propios á la localidad, deberán adoptarse con preferencia á otras cuales quiera. Sin embargo en el caso particular de que nos ocupamos, despues de lo que hemos manifestado en la primera parte respecto del tiempo direccion y demas cualidades de los vientos que mas comunmente reinan en esta ciudad y su llano, no podrá menos de verse, que el S.O. por su poca humedad por su frescura y salubridad al mismo tiempo que por la circunstancia de reinar sobre 46 dias entre febrero y setiembre empezando á media mañana y parandose al ponerse el sol, es sin disputa alguna el mas ventajoso de todos. Verdad es que su opuesto el N.E. sin embargo de ser templado tiene la desventaja de ser humedo y lluvioso, pero en cambio el no reinar generalmente mas que 23 dias y entre febrero y junio, le hace mas toierable. El S.E. reina unos 38 dias y es por lo general humedo templado. El N.O., seco, sereno y frio, no suele reinar mas que unos 13 dias. Estos resultados comparados con lo que dan de si los demas vientos hacen preferibles para el establecimiento de las calles de la nueva ciudad las direcciones N.E.-S.O. y en normal N.O.-S.E. De modo que segun esto el esqueleto general de las calles vendrá á ser un sistema de cuadriculos en forma de tablero de damas como se hallan dispuestas las de la

STREET ORIENTATION/
INCREASE VENTILATION

AVOID N-S AND
E-W ORIENTATIO

S-W WINDS/
HEALTHY WINDS

N-E WINDS/
HUMID WINDS

S-E WINDS/
HUMID/MILD WINDS

N-W WINDS/
DRY/MILD/COLD
WINDS

NEW CITY STREET DIRECTIONS MUST BE N-W TO S-E

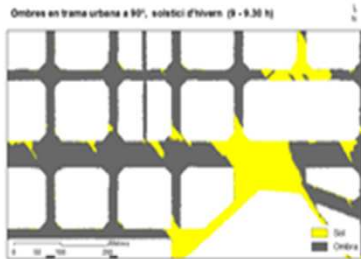
THE BARCELONA CERDÀ MODEL OF URBAN PLANNING FOR HEALTH / VARIABLES

GRID ORIENTATION AND INSOLATION

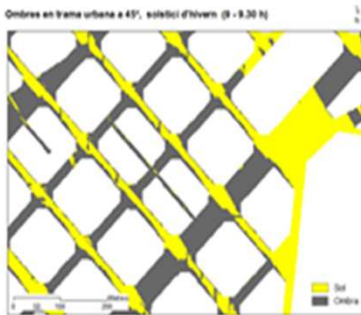
- PATTERN OF BLOCKS POSITIONED EXACTLY 45 DEGREES RESPECT TO NORTH
- THE CORNERS OF EACH BLOCK WERE CHAMFERED IN THE CORNERS (CUT **AT 45° ANGLES**, AND 20 M LENGTH) TO CREATE SMALL SQUARES BETWEEN THE OCTHOGONAL BLOCKS
- ALL THE CHAMFERED CORNERS (“xamflans” in Catalan) **FACE SOUTH, SOUTH-EAST AND SOUTH-WEST (WHERE NOON SUN LIGHT HITS); OR NORTH-EAST AND NORTH-WEST, WHERE THEY HAVE ALSO HOURS OF SUNLIGHT**
- IN COMPARISON WITH AMERICAN CITIES, CERDÀ’S PROPOSAL OF THE GRID ORIENTATION, **NONE OF THE SIDE-BLOCKS, EVEN NONE OF THE BLOCK CUT-CORNERS FACED ONLY BY NORTH**

GRID ORIENTATION AND INSOLATION IN URBAN MORPHOLOGY OF BARCELONA

Insolation Winter Solstice (9,00-9,30h)



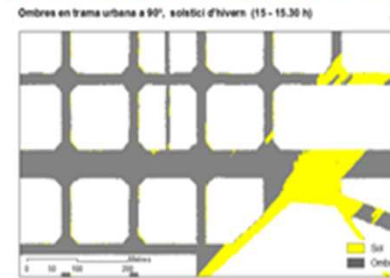
1



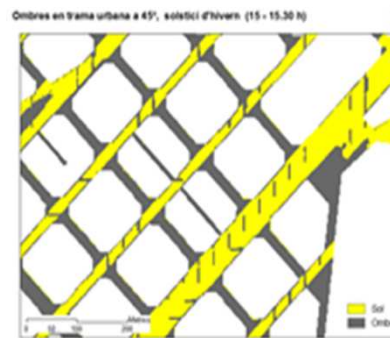
2

A

Insolation Winter Solstice (15,00-15,30h)



1



2

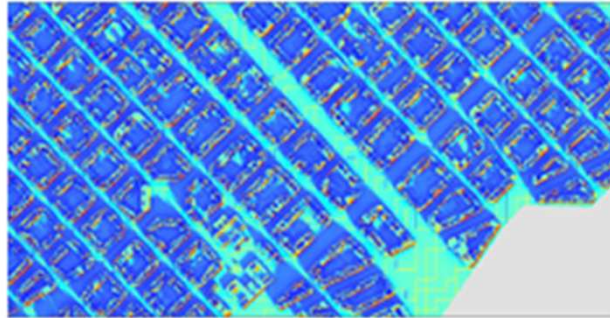
B

1 GRID ORIENTATION ROTATED 90 DEGREES RESPECT TO NORTH

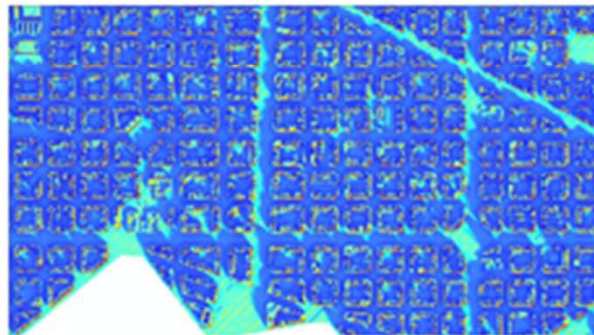
2 GRID ORIENTATION ROTATED 45 DEGREES RESPECT TO NORTH

December 21, 9:00am						
	TOTAL PIXELS	pixels shadow		pixels sun		
45°	34,164	18.562	54%	15.602	46%	
90°	27,889	20.563	74%	7.326	26%	
December 21, 3:00pm						
		pixels shadow		pixels sun		
45°	34,164	17.074	50%	17.090	50%	
90°	27,889	21.957	79%	5.932	21%	

GRID ORIENTATION AND INSOLATION IN URBAN MORPHOLOGY OF BARCELONA



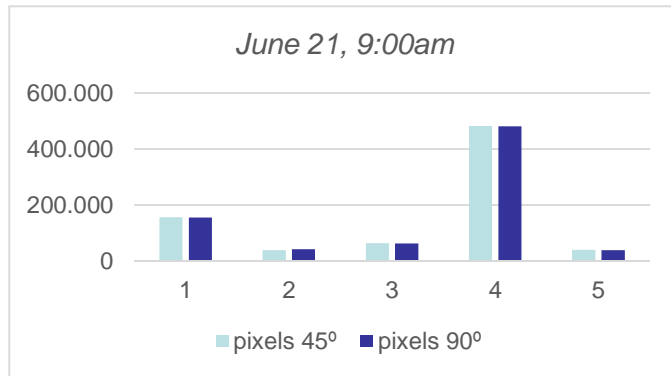
45_21Deseembre_9h



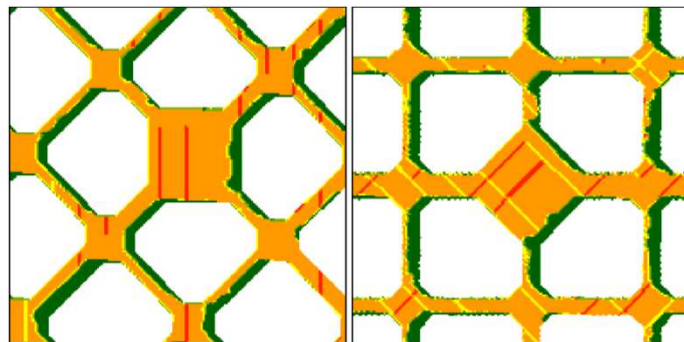
90_21Deseembre_9h

GRID ORIENTATION AND INSOLATION IN URBAN MORPHOLOGY OF BARCELONA

SUMMER SOLSTICE



pixels 45°	pixels 90°
156.808	154.812
38.364	42.405
63.772	63.114
482.394	481.170
39.826	39.060

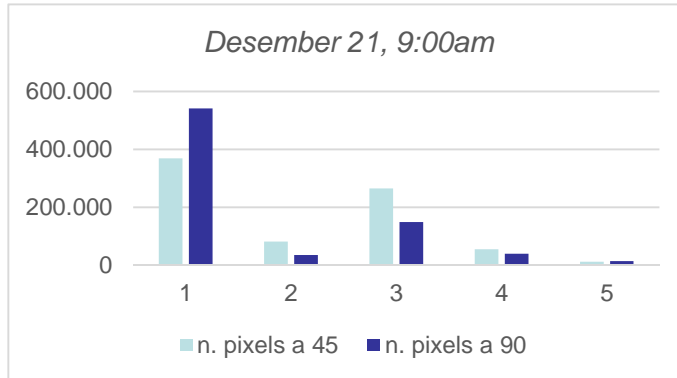


name class	de (w/h)	a (w/h)
1	0,03	4,30
2	4,30	7,50
3	7,50	10,50
4	10,50	15,50
5	15,50	20,81

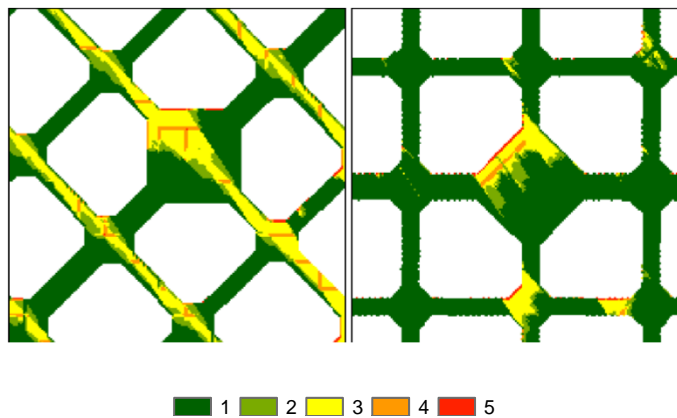
1 2 3 4 5

GRID ORIENTATION AND INSOLATION IN URBAN MORPHOLOGY OF BARCELONA

WINTER SOLSTICE



n. pixels a 45	n. pixels a 90
368.772	541.498
81.072	35.593
265.499	149.427
54.479	39.783
11.342	14.260



name class	de (w/h)	a (w/h)
1	0,09	9,00
2	9,00	15,00
3	15,00	21,00
4	21,00	35,00
5	35,00	51,87

THANK YOU!

LINKS:

- “Cerdà and Barcelona: The need for a new city and service provision”

<http://urbani-izziv.uirs.si/en/Publishedissues/2011.aspx>

- Grupo [Geografía Económica](#)

<http://grupsderecerca.uab.cat/economicgeography/content/members-0>

- Montserrat Pallares-Barbera

montserrat.pallares@uab.cat

<http://scholar.harvard.edu/montserrat-pallares-barbera/publications>

<http://orcid.org/0000-0002-1595-3248>

- <http://www.theguardian.com/cities/2016/apr/01/story-cities-13-example-barcelor>

THIS WORK IS SUPPORTED BY THE SPANISH MINISTERIO AND THE
GENERALITAT OF CATALONIA