PROTOCOLO PARA PLANIFICAR ITINERARIOS PEATONALES EN LA CIUDAD.

INDICE:

P.1. METODOLOGIA PARA LA PLANIFICACION DE ITINERARIOS PEATONALES. 2
RECOPILACION DE INFORMACION GENERAL: 2
1. OBERTURA Y ESTADO DEL ARTE. 5
2. FASES DE TRABAJO PARA IDENTIFICAR LOS PUNTOS DE INTERES PEATONAL. 6
2.1 LOS CAMINOS PUBLICOS Y SU EVOLUCION. 6
2.2 LA RED PEATONAL DE LOS BARRIOS. 7
2.3 LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LA MOVILIDAD PEATONAL. 7
2.4 CUANTIFICACION DE LAS VARIABLES. 8
2.5 SUPERPOSICION DE LAS VARIABLES. 8
2.6 VARIABLES SIGNIFICATIVAS PARA LA MOVILIDAD PEATONAL. 8
2.7 IDENTIFICACION DE LOS ITINERARIOS PEATONALES. 10
2.8 CASOS DE ESTUDIO: ESTRATEGIAS PARA LOS PUNTOS DE MAYOR POTENCIALIDAD PEATONAL.10
2.9 ADAPTACION DE LA SUPERPOSICION SOBRE LA DEMANDA PEATONAL. 12
3. CONCLUSIONES PRINCIPALES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. 12
4. DEFINICION DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS. 13
4.1 VARIABLES SOBRE CONDICIONES URBANISTICAS. 13
4.1.1 DENSIDAD DE POBLACION. 13
4.1.2 LA DISPERSION DE USOS URBANOS Y EQUIPAMIENTOS. 14
4.2 VARIABLES AMBIENTALES. 14
4.2.1 EL ARBOLADO Y LA CAMINALIDAD. 14
4.2.2 SOMBRA Y SOLEAMIENTO. 14
4.3 VARIABLES DE ACCESIBILIDAD. 14
4.3.1 LA CONECTIVIDAD ENTRE NODOS DE LA RED PEATONAL: ALGORITMOS BETWENNESS Y CLOSENESS. 15
4.3.2 ALGORITMO DE LA CENTRALIDAD DE LOS BARRIOS. 15
4.3.3 CONFLUENCIAS EN EL CRUCE. 16
4.3.4 DISTANCIA ENTRE CRUCES. 17
4.3.5 ANCHURA ENTRE EDIFICIOS. 17
4.4 LAS VARIABLES DE ACTIVIDADES URBANAS Y EQUIPAMIENTOS. 17
4.4.1 ZONAS DE CONCENTRACION DE EMPLEO Y MOVILIDAD RESIDENCIA-TRABAJO.17
4.4.2 LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS. 18
4.4.3 LA ACTIVIDAD COMERCIAL (COMERCIOS, SUPERMERCADOS Y ALMACENES).18
4.4.4 LOS CENTROS SANITARIOS. 19
4.4.5 LOS CENTROS DEPORTIVOS. 19
4.4.6 LOS CENTROS CULTURALES, CONJUNTOS PATRIMONIALES Y RELIGIOSOS.19
4.4.7 LOS CENTROS DE ATRACCION PARA EL TURISMO Y LA CONVIVENCIA.19
4.4.8 LOS CENTROS DE TRANSPORTE. 19
4.4.9 LOS PARQUES Y ZONAS VERDES. 19
P.2. RECOMENDACIONES PARA LAS ACTUACIONES EN ESPACIOS PEATONALES: 21
P.3. RECOMENDACIONES PARA EL VIAJE PEATONAL COMBINADO CON TRANSPORTE PÚBLICO.26
P.4. RECOMENDACIONES PARA EL PLANEAMIENTO DESDE LA PRIORIDAD PEATONAL. 28
P.5. INDICADORES DE LA CIUDAD CAMINABLE. 35

El Protocolo para fomentar la caminalidad en la ciudad se ha elaborado a modo de una Guía Práctica para diseñar itinerarios peatonales en las ciudades, y para favorecer la caminalidad general de la ciudad. El protocolo está organizado en los apartados siguientes:

- PLANIFICACION DE ITINERARIOS PEATONALES SUSTANCIALES.
- RECOMENDACIONES PARA FAVORECER LA CAMINALIDAD.
- RECOMENDACIONES PARA FOMENTAR EL VIAJE PEATONAL COMBINADO CON EL TRANSPORTE PÚBLICO.
- RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PLANEAMIENTO URBANÍSTICO DESDE LA PRIORIDAD PEATONAL.
- INDICADORES DE LA CIUDAD CAMINABLE.

P.1. METODOLOGIA PARA LA PLANIFICACION DE ITINERARIOS PEATONALES.

La red de itinerarios peatonales es la nueva infraestructura de transporte al servicio de la movilidad de la ciudad. Forman parte de la estrategia para favorecer una economía basada en la reducción del carbono, reducir los costes ambientales, fomentar el ahorro de energía en el transporte, la lucha contra el cambio climático y la reducción de gases de efecto invernadero en el medio urbano.

PROCEDIMIENTO Y CAMINO:
El método de trabajo para determinar la red peatonal sustancial consiste en identificar los ámbitos de mayor concentración de movilidad peatonal de la ciudad, aplicando el concepto de superposición de variables ponderadas. El proceso secuencial, explicado aquí de forma resumida, se explica en los siguientes apartados.

RECOPILACION DE INFORMACION GENERAL:
El método de trabajo comienza con la recopilación de la información geográfica, del transporte y de los datos espaciales. Las bases de datos que van a servir como información básica pertenecen a los siguientes apartados:

TRABAJOS PREVIOS Y PREPARACION DE LAS BASES CARTOGRAFICAS:

- Adaptación de las Bases Cartográficas al Nivel de “Manzana”.
- Identificación de las Secciones Censales del INE.
- Recopilación de Planos Históricos para identificar los caminos públicos que organizaron la estructura de la ciudad. Relación con los ejes estructurantes de la movilidad urbana.
- Identificación de los Barrios y Distritos de la ciudad, mediante agrupación de las secciones censales.
- Problemas y condicionantes de los recorridos peatonales: estructurales y de diseño.
- Construcción del modelo digital del terreno: IBERPIX del IGN, IECA.

DATOS SOCIOECONOMICOS:

- Datos de Población para las secciones censales municipales. INE.
- Niveles de motorización, clasificada para los barrios y las secciones censales. OPAEF.

PLANEAMIENTO Y USOS DEL SUELO:

- Modelo de ciudad: estrategia de movilidad peatonal en el PGOU, ordenación pormenorizada de los Usos del Suelo. Estrategias de cohesión urbana y social.
- Estrategias de movilidad peatonal: Grado de Integración de la planificación urbana con el sistema de movilidad, objetivos y criterios de actuación del PMUS (si se dispone).
- Sistema de equipamientos y sistema de espacios libres y zonas verdes en los barrios.

DATOS DE LA RED VIARIA:

- Red peatonal de la ciudad: Mapa de anchuras de acera útil, clasificación según pendientes de calle. Relación espacio de calzada y espacio peatonal. Barreras para la continuidad peatonal, límites de funcionalidad del barrio. Corredores ciudad-caminos públicos (de la ciudad al territorio).
- Análisis de las intersecciones: Continuidad en los cruces, y clasificación según riesgos para la caminalidad.
- Identificación de los cruces semaforizados de la ciudad: tiempos de los ciclos semafóricos, reparto de tiempos de ámbar y giros a la derecha permitidos en el tiempo verde de los peatones, tiempos asignados al peatón en el diseño de la gestión semafórica.
- Sistema Viario de articulación exterior peatonal: Accesibilidad desde los núcleos urbanos próximos. Continuidad peatonal en vías de alta capacidad y enlaces.
- Sistema Viario Urbano: estructura y funcionalidad. Intensidad de circulación motorizada: análisis capacidad / intensidad de tráfico, niveles de servicio.
- La posición de puntos de ruptura e intercambio: el Sistema de Aparcamientos y la continuidad peatonal. Conexión con áreas de centralidad, zonas comerciales y de actividad urbana. Necesidades para los residentes.

MOVILIDAD DE LA CIUDAD Y DE LOS BARRIOS:

- Zonas principales de atracción peatonal de la ciudad. Accesibilidad andando según las actividades urbanas: movilidad residencia-trabajo, centros educativos, centros comerciales, centros sanitarios, centros deportivos, centros de interés público y social, museos, monumentos y principales espacios públicos.
- Principales flujos de la caminalidad en los barrios y ubicación de los centros de Atracción de la caminalidad.

SISTEMA DE TRANSPORTES; OFERTA DE SERVICIOS, DEMANDA DE VIAJEROS Y CONDICIONES DE INTERCONEXION:

- Factores de coordinación para la alianza entre caminalidad, transporte colectivo, bicicleta y sistema de aparcamientos de ciudad.
- Sistema de Transporte público urbano y metropolitano. Intercambiadores de transporte de ciudad, posición de las centralidades de los barrios y proximidad de las paradas a zonas de concentración de movilidad peatonal.
- Problemática de accesibilidad peatonal desde las estaciones y paradas del transporte público interurbano y las zonas centrales de barrio.
- Problemática de accesibilidad a las paradas del autobús urbano: posición de los cruces peatonales y grado de equipamiento de las paradas: marquesinas, equipamiento TIC, etc.
- Red ciclista de la ciudad, extensión a la ciudad-territorio y proximidad a zonas de concentración de movilidad peatonal.
- Identificación de los cruces semafóricos en de la ciudad. Tiempos de “verde” asignados para los pasos peatonales.

INFORMACION AMBIENTAL:

- Cobertura de Arbolado urbano de la ciudad: estado de las alineaciones arboladas de calle, distribución de masas arboladas (Parques y zonas verdes), situación de las puertas de los parques y continuidad de la red de parques y zonas verdes con los flujos principales de la movilidad peatonal.
- Itinerarios Arbolados de ciudad: fortalezas y oportunidades de construir una red peatonal arbolada y la integración con las centralidades de ciudad y barrios, completar tramos arbolados, posibilidad de cambio de especie según ancho del viario y potencial de fotosíntesis. La integración del arbolado en calles de alta intensidad aumenta la captación de CO_2 contribuyendo a moderar la temperatura en su entorno, destacando la importancia de la orientación y sombra generada y arrojada por las edificaciones en la planificación.
- Datos de Calidad del aire en la ciudad. Estaciones de la Red de Vigilancia Ambiental de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- Información de niveles de ruido en la ciudad. Datos de ruido en el Viario Principal, intensidades de tráfico urbano en los principales corredores.

CONDICIONES DEL ESPACIO PÚBLICO URBANO:
El espacio público asociado a la red peatonal de la ciudad será identificado según los siguientes aspectos:

- Morfología de los principales recorridos peatonales, en relación con los equipamientos de barrio y de barrio-ciudad. Potencial de secuencias estanciales en el recorrido.
- Intensidad de uso del espacio público en los barrios.
- Calidad de urbanización y condiciones de los pavimentos de aceras. Dotación de Mobiliario asociado a la condición estancial del recorrido.
- Calidad paisajística del medio urbano y calidad arquitectónica de la ciudad.

DATOS TERRITORIALES:

- Red de Caminos públicos y las vías ambientales de la ciudad. Identificación de la continuidad ciudad-territorio, barreras físicas y obstáculos artificiales. Soluciones para evitarlas.
- Aprovechamiento de las infraestructuras públicas de carácter lineal como elementos de conexión territorial y de unión entre redes e itinerarios: infraestructuras hidráulicas, ferroviarias, caminos de servicio, etc.
- Aparcamientos y dotaciones públicas en las cabeceras de los caminos públicos: paradas de transporte público, proximidad a vías ciclistas y centros de atracción de movilidad.

ACTIVIDADES, DOTACIONES Y EQUIPAMIENTOS:
Las bases de datos espaciales para la distribución geográfica de las actividades urbanas, las dotaciones básicas y equipamientos urbanos y metropolitanos son las siguientes:

- Actividad laboral: Identificación de la accesibilidad peatonal en viajes residencia-trabajo en las principales zonas de concentración de empleo.
- Actividad Educativa: Identificación de la accesibilidad peatonal hacia los centros educativos de primaria, secundaria y universitarios.
- Actividad Comercial y Terciaria: Cualificación del viaje andando según las actividades comerciales, grandes almacenes, mercados tradicionales y supermercados de barrio.
- Actividad para el Ocio y la Convivencia: Identificación de la accesibilidad peatonal hacia los espacios de ocio, zonas de concentración de bares y restaurantes, etc.
- Actividad Sanitaria: Identificación de la accesibilidad peatonal hacia Centros Sanitarios, hospitales, centros de salud.
- Actividad Deportiva: Identificación de la accesibilidad peatonal a los centros deportivos.

- Actividad Cultural: Identificación de la accesibilidad peatonal hacia los Museos, Teatros, Salas de conciertos, monumentos turísticos, bienes de interés cultural y similares.

MOVILIDAD PEATONAL EN VIAJES CORTOS:
Conocer la movilidad peatonal "real" de la ciudad supone cuantificar los viajes cortos en el vecindario, por ser los verdaderos desconocidos de la estadística. Son muy superiores a los registrados en las encuestas de movilidad, y están basados en el domicilio principalmente con duración inferior habitualmente a 10 minutos (800m), entre los que se encuentran viajes como hacer los "recados", ir al súper, pasear al perro o ir al quiosco. En Sevilla, se han estimado en al menos un 20% de la movilidad total.

METODOLOGIA PARA PLANIFICACION DE ITINERARIOS PEATONALES DE LA CIUDAD.

1. OBERTURA Y ESTADO DEL ARTE.

La planificación urbanística de las últimas décadas no ha favorecido ciudades más "peatonales". Por el contrario son habituales los planes urbanísticos basados en modelos de escasa proximidad entre los domicilios, equipamientos y actividades, donde el automóvil sigue condicionando la organización estructural y funcional de la nueva ciudad. Los barrios de las grandes ciudades presentan un déficit importante en movilidad peatonal, que resta su potencialidad ambiental y social. En Andalucía, el informe del Defensor del Pueblo confirma de oficio la creciente demanda social, poniendo de relieve las disfuncionalidades que presentan las calles y el espacio peatonal de las ciudades, y la necesidad de regenerar la ciudad desde los principios de la caminalidad universal de forma inaplazable (Informe al Parlamento sobre Seguridad, Accesibilidad y Calidad Ambiental en los espacios urbanos en Andalucía. Oficina del Defensor del Pueblo de Andalucía. Marzo 2004).

Al mismo tiempo, el estudio pormenorizado de redes peatonales no se ha producido con la misma intensidad que para el transporte motorizado o el transporte público en la ciudad. Así como se ha producido el desarrollo de las técnicas de ingeniería del transporte y la modelización de la movilidad, son muy escasas las herramientas para planificar la red peatonal sustancial de la ciudad, basadas más en la intuición que en el método.

La gran mayoría de los trabajos de investigación han tenido un marco local de trabajo y siempre muy limitado a una parte de la ciudad, y para cuestiones específicas, pero no de forma global y desde las diferentes escalas de la planificación urbana y territorial. Del análisis del estado del arte existen numerosos trabajos de investigación sobre el impacto del tráfico motorizado y la seguridad en la movilidad peatonal (estudios de cruces peatonales, análisis de la semaforización, colas, etc). Entre los trabajos destaca el estudio del comportamiento peatonal en los cruces (Raford et al., 2005), y del análisis de los flujos en el movimiento peatonal en determinados entornos (Hughes, 2002; Bellomo et al., 2011). Otros trabajos se han concentrado en los problemas entre el peatón y la concentración de personas, relacionadas con las Normas de Seguridad y comportamiento predecible de las conductas del peatón frente a la evacuación de grandes aglomeraciones humanas.

El estudio de los cambios en la movilidad peatonal consecuencia de modificaciones del espacio público de la calle tradicional ha sido también objeto de estudio, sobretodo en ciudades americanas. La modelización y simulación de los cambios sobre la demanda de movilidad peatonal han sido su principal contenido, principalmente en zonas comerciales abiertas y en centros históricos. El evidente interés de este tipo de estudios está basado en la aplicando de métodos de la ingeniería del transporte para la cuantificación económica y social de la peatonalización tradicional, por su incidencia positiva en el desarrollo de los usos comerciales y el incremento de las compras (Bennison y Davies, 1977, 1978; Borgers y Timermann, 1986; Kitazawa et al., 2004). Aun siendo de gran interés, denotan ausencia del

análisis de la ciudad y sus zonas de crecimiento unitario desde la evolución morfológica y estructural. Entre ellas destaca el trabajo de Marilan Department of Transportation, 2004: Pedestrian Flow Modeling for prototipical Maryland cities.

Otros trabajos han estudiado el recorrido andando, incorporando la incidencia de las condiciones ambientales sobre el desplazamiento peatonal (Li, Fisher et al., 2004). Sobre las condiciones físicas y ambientales del recorrido peatonal cabe señalar los trabajos del Irvine-Minnesota inventory (I-M), Day, 2006, St. Louis University Analytic Audit Tool (SLU), y el Pedestrian Environmental Data Scan (PEDS), Clifton, 2007 o QPLOS Talavera-García, 2015. Más recientemente, distintos centros del transporte han estudiado modelos para predecir la deriva peatonal, entre ellos destaca los que realiza el Centro de Transporte y Planificación de la Universidad Tecnológica de Delft, basados en nuevos algoritmos para describir las trayectorias del peatón al realizar determinados recorridos en función de las condiciones de su entorno, y la influencia de los obstáculos en las aglomeraciones de personas en eventos (Hoogendoorn, 2002, 2003, 2004, 2015; también Nasir, Lim et al. 2014). A estos trabajos hay que añadir los estudios del tránsito peatonal en barrios (Talen, 2003), de espacios para la sociabilidad (Esquivel-Cuevas et al., 2013), y sobre experiencias para fomentar los desplazamientos peatonales (experiencia step2get, Gyergyay, 2013).

En relación con los modelos de tránsito peatonal destaca el trabajo de Greenwood, Sharma y Johansson, 2014, PED2014, recogido en los congresos: Pedestrian Evacuation Dinamics 2010 y Traffic and Granular Flow 2013, basado en simulaciones “holísticas” de tráfico peatonal en la planificación urbana (master plan). Estos trabajos han estudiado el “paseo” sin ruta predefinida, y la incidencia sobre las matrices de origen-destino de la movilidad real de la ciudad. Otros estudios han cuestionado el crecimiento de la ciudad cuando la movilidad peatonal no resulta prioritaria (Greenwald et al., 2001). Más recientemente, se han realizado estudios para cuantificar el ahorro económico asociado al caminar, los beneficios para la salud y los cambios en las relaciones sociales asociados al incremento de los viajes peatonales (Litman, 2002, 2007).

De manera diferencial, el presente trabajo de investigación aborda la evaluación de la movilidad peatonal de forma completa y desde todas las escalas de gobernanza de la ciudad. Su utilización en la elaboración de los Planes Generales de las ciudades resulta especialmente relevante para identificar analíticamente los lugares que presentan mejores condiciones peatonales. La obtención de los ámbitos de mayor interés y conflicto de intereses, los ejes peatonales sustanciales, y los criterios para desarrollar actuaciones de micropeatonalizacion en los barrios se analizan mediante mediciones, encuestas y modelos, que tienen en cuenta la evolución de la formación de la ciudad desde sus orígenes, incorporando los caminos públicos en la organización de la matriz peatonal.

La primera reflexión de la investigación surge de los trabajos de Jan Gehl en el libro “La humanización de la ciudad” (2006), donde argumenta la importancia del espacio público como elemento dinamizador de la movilidad peatonal en la ciudad. Según este análisis, el incremento de la movilidad peatonal se producirá proporcionalmente a las mejoras ambientales, urbanísticas y sociales en los recorridos basados en el domicilio hacia los Centros Atractores de la movilidad. Si las condiciones son buenas habrá una mayor predisposición a andar. Si por el contrario existen afecciones y externalidades, los peatones son disuadidos y utilizan otros modos de transporte, aspecto que cobra gran relevancia en la formación de la propia cultura urbana de la ciudad, y de la percepción cotidiana que tienen las personas sobre el fenómeno de andar en la ciudad.

2. FASES DE TRABAJO PARA IDENTIFICAR LOS PUNTOS DE INTERES PEATONAL.

2.1 LOS CAMINOS PUBLICOS Y SU EVOLUCION.

El análisis de la evolución histórica de la ciudad desde su relación con el territorio en el primer trabajo a realizar. Se estudian las huellas reconocibles del pasado a través de mapas históricos y como aún pueden observarse en la actualidad. Se identifican los caminos públicos que dieron origen a la forma de la ciudad, hasta su transformación en el viario urbano. El trabajo debe identificar el esqueleto peatonal de la ciudad, resultado de la morfología a través de la histórica.
Como conclusión de este proceso se comprueba como el esqueleto peatonal de la ciudad continua siendo parte activa de la movilidad general de la ciudad.

2.2 LA RED PEATONAL DE LOS BARRIOS.

La siguiente fase de trabajo corresponde a la escala del peatón en el barrio y el vecindario, y tiene por objeto identificar los ejes peatonales basados en el domicilio. Para ello se analizan los recorridos de aproximación hacia los equipamientos y las zonas de concentración de las actividades urbanas desde las diferentes rutas de acceso a través de la red peatonal del barrio. Los datos utilizados son la encuesta domiciliaria origen-destino para el motivo movilidad peatonal y las bases de datos espaciales procedentes del portal municipal de archivos GIS (sevilla.org), así como los datos facilitados por otros organismos públicos que disponen información sustancial de la ciudad (Consejería de Medio Ambiente, Servicio de Parques y Jardines, Servicio de Trafico, etc).

Mediante esta mayor aproximación a la realidad peatonal del barrio se amplía la escala de trabajo, identificando la conectividad y la accesibilidad del barrio, así como la continuidad entre la red peatonal del barrio y de la ciudad.

2.3 LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LA MOVILIDAD PEATONAL.

El estudio de las variables relacionadas con la movilidad peatonal se realiza en primer lugar mediante la selección y definición de las variables iniciales que podrían ser significativas con la movilidad peatonal. Las variables inicialmente seleccionadas corresponden a los aspectos siguientes:

- Condiciones Urbanísticas.
- Condiciones Ambientales.
- Variables de Accesibilidad hacia las Actividades urbanas y los equipamientos.

Para el caso de Sevilla se han seleccionado las siguientes variables representativas de los grupos anteriores:

VARIABLE	
CONDICIONES URBANISTICAS	**DENSIDAD DE POBLACION**
	INDICE DE DISPERSION DE EQUIPAMIENTOS Y DOTACIONES
CONDICIONES AMBIENTALES	**DENSIDAD DE ARBOLADO**
	SOMBRA EN LA CALLE
ACCESIBILIDAD	**ALGORITMO BETWEENESS**
	ALGORITMO CLOSENESS
	ALGORITMO CENTRALIDAD
	CONFLUENCIAS EN EL CRUCE
	DISTANCIA ENTRE CRUCES
	PROXIMIDAD ENTRE EDIFICIOS PROXIMOS

	COMERCIOS, SUPERMERCADOS Y ALMACENES
	ZONAS DE CONCENTRACION DE OFICINAS Y ADMON.
	CENTROS EDUCATIVOS Y UNIVERSITARIOS
	CENTROS DEPORTIVOS
	CENTROS SANITARIOS
	CENTROS CULTURALES, RELIGIOSOS Y CONJUNTOS PATRIMONIALES
	ZONAS DE TURISMO Y LA CONVIVENCIA
	PARQUES URBANOS
	HOTELES
	PARADAS DE TRANSPORTE URBANO

2.4 CUANTIFICACION DE LAS VARIABLES.

Seleccionadas las variables urbanísticas, ambientales y de accesibilidad, se procede a su cuantificación y cualificación mediante datos espaciales, generados a través de los algoritmos de gestión GIS. Este análisis se realiza para las secciones censales de la ciudad, y también se realiza para los barrios como unidad espacial de medida, resultante de la agrupación de las secciones censales correspondientes.

2.5 SUPERPOSICION DE LAS VARIABLES.

Una vez cuantificadas las variables analizadas con datos espaciales se procede a realizar la superposición ponderada sobre la base cartográfica de la ciudad. Como resultado del proceso se identifican los ámbitos funcionales de mayor potencialidad peatonal de la ciudad, que serán también los lugares de mayor conflicto con el espacio público, y de mayor posibilidad de interconexión con los restantes modos de transporte.

2.6 VARIABLES SIGNIFICATIVAS PARA LA MOVILIDAD PEATONAL.

Con la base de datos espaciales se procede a analizar cuáles de las variables iniciales son significativas, en función de su mayor relación con el número de viajes peatonales, obteniendo los coeficientes significativos correspondientes a su importancia relativa respecto a la movilidad peatonal, considerada esta última como la variable dependiente. Para ello se utiliza el Modelo de Regresión Espacial LAG (Anselin, 1997), que permite identificar los coeficientes de regresión correspondientes. El análisis de correlación realizado con el test de Moran (1962), confirma que existe una notable correlación positiva entre las secciones censales y las adyacentes. Este método sustituye al modelo clásico de regresión por mínimos cuadrados.

MODELO DE SIGNIFICANCIA POR SECCIONES CENSALES:

Los resultados del modelo de regresión es el siguiente:

VARIABLE	COEFICIENTE DE MOVILIDAD PEATONAL	ERROR ESTANDAR	COEF. DE REGRESION	COEFICIENTE DE SIGNIFICANCIA
COMERCIOS	1,56	0,060	**26,23**	0
CENTROS EDUCATIVOS Y UNIVERSITARIOS	1,07	0,054	**19,66**	0
CENTROS SANITARIOS	2,26	0,150	**15,02**	0

ZONAS DE TURISMO Y OCIO	1,82	0,127	**14,31**	0
ZONAS DE CONCENTRACION LABORAL	0,99	0,099	**9,99**	0
ALGORITMO BETWEENESS	7.690,2	2.084,7	**3,69**	0,0002
HOTELES	212,50	94,197	**2,26**	0,0241
ALGORITMO CLOSENESS	173.794	79.013	**2,20**	0,0278
ANCHURA DE LA CALLE	-0,36	0,170	**-2,13**	0,0332
PARADAS DE TRANSPORTE URBANO	-146,48	64,682	**-2,26**	0,0235
VALOR DE LA CONSTANTE DEL MODELO	**349,46**	27,861	**12,54**	0
W_desplazamientos peatonales	0,03	0,01	**1,98**	0,05

La inclusión de la variable **W_desplazamientos peatonales** supone un elevado coeficiente de regresión: r2 = 0.966. Se observa que una parte de la varianza no explicada tiene su origen la distribución espacial de las variables, cuya expresión es**:** $\boldsymbol{y = \rho W y + X\beta + \varepsilon}$

Donde **ρWy** valora la influencia potencial de la variable dependiente en las secciones censales próximas a la sección analizada. Ello se debe a que el volumen de desplazamientos peatonales tiene relación con las secciones censales próximas, al existir elementos espaciales comunes.

RESULTADOS DE LA REGRESION:

Del análisis de la regresión multivariante han resultado significativas las siguientes variables, clasificadas aquí según su importancia:

VARIABLE	COEF. DE REGRESION
COMPRAS DE PROXIMIDAD Y SUPERMERCADOS	**26,23**
CENTROS EDUCATIVOS Y UNIVERSITARIOS	**19,66**
CENTROS SANITARIOS	**15,02**
ZONAS DE OCIO: BARES Y RESTAURANTES	**14,31**
ZONAS DE CONCENTRACION LABORAL	**9,99**
ALGORITMO BETWEENESS	**3,69**
HOTELES	**2,26**
ALGORITMO CLOSENESS	**2,20**
ANCHURA DE CALLE	**-2,13**
PARADAS DE TRANSPORTE URBANO	**-2,26**

La ecuación final para cada sección censal tiene la siguiente expresión:

Número de peatones =
349,4610+ 0,0272 x Desplazamientos peatonales +
1,56 x Peatones por compras +
1,07 x Peatones por estudios +
2,2567 x Peatones al médico +
1,82 x Peatones por ocio +
0,99 x Peatones a trabajar +
7690,24 x Algoritmo Betweeness +
212,5 x Densidad de Hoteles por Ha +

173.794,3 x Algoritmo Closeness +
(-0,36) x Anchura de las calles entre cruces +
(-146,48) x Paradas de Transporte y autobús por Ha.

2.7 IDENTIFICACION DE LOS ITINERARIOS PEATONALES.

Una vez identificados los ámbitos espaciales de mayor interés peatonal se procede a identificar los itinerarios peatonales de la ciudad. Se obtienen mediante continuidad entre ámbitos de potencialidad peatonal próximos entre sí o consecutivos, utilizando como soporte físico de unión la red viaria estructurante de la movilidad peatonal. Los criterios para establecer este procedimiento son:

- **Continuidad estructural de los itinerarios.** La continuidad estructural de los recorridos a través de la red peatonal urbana y territorial.
- **Integración con los espacios públicos**. La adecuada articulación de los recorridos con la secuencia de espacios públicos.
- **La extensión sobre el viario principal de la ciudad.**
- **Continuidad exterior sobre los Caminos Públicos.** Los itinerarios peatonales se completan hacia el exterior hacia los caminos públicos, como extensión de la ciudad hacia el Territorio, permitiendo conectar con los hitos culturales, paisajísticos y el medio natural, coincidentes con las huellas del pasado: Conventos, Monasterios, Ermitas, Humilladeros, Iglesias, Capillas, Cuarteles, Monumentos, obras públicas, etc.

2.8 CASOS DE ESTUDIO: ESTRATEGIAS PARA LOS PUNTOS DE MAYOR POTENCIALIDAD PEATONAL.

A partir de los resultados de la superposición y una vez identificados los ámbitos de mayor potencialidad peatonal de la ciudad se seleccionan los casos de estudio y se profundiza su conocimiento y medida de intensidad peatonal. Se procede en primer lugar a identificar los tipos de conflicto en el espacio público mediante la actualización de la cartografía del lugar.

La cartografía generada a partir de la base original del mapa del lugar es entendida como un mecanismo de conocimiento con capacidad proyectual en sí misma. Simplemente su representación es capaz de desvelar las estructuras inherentes y latentes del espacio público inicial. Este procedimiento hace emerger nuevas formas de entender la lógica del peatón y al espacio peatonal soporte de los recorridos posibles. Tal como dice Manuel de Sola-Morales "mejorar la descripción de un espacio ya es proponer". La actualización de la planimetría completara la información con los datos siguientes:

- Espacios de acera.
- Espacios de calzada.
- Espacios destinados al carril-bus.
- Espacios de aparcamiento.
- Espacios de carril bici.
- Espacios de veladores.
- Estado del pavimento.
- Posición y superficie de pasos peatonales y pasos de cebra.
- Mobiliario urbano.
- Señalización en la vía pública: Sobreinformación e información conveniente no registrada.
- Posición relativa de la parada de transporte respecto a los cruces desde zonas residenciales.
- Posición de las paradas de Taxi.
- Aproximación a equipamientos y dotaciones.
- Aproximación las zonas comerciales.
- Soportales y voladizos de protección al peatón.

- Longitud continúa comercial.
- Sombra del arbolado según especies.
- Sombra proyectada por los edificios.

La problemática resultante de la posición relativa de los elementos del espacio público respecto a la orientación de los flujos peatonales del entorno se realiza mediante un inventario de problemas para los principales itinerarios, identificando los obstáculos para la continuidad del recorrido peatonal, la adecuada-inadecuada ubicación de los elementos de la vía pública que puedan limitar el tránsito de personas y/o distorsionar la seguridad peatonal:

- Visibilidad de peatones y conductores (especialmente en los cruces de la calzada).
- Mobiliario, cartelería y publicidad, señalización excesiva o recurrente, contenedores de residuos, armarios de infraestructuras, postes semafóricos, buzones de correos, quioscos.

A partir de esta información se determinan los “espacios útiles” de la circulación peatonal del espacio, y se elabora un mapa-inventario de obstáculos existentes, evidenciando las causas de la problemática, sus causas y las actuaciones para corregirlos. Se evaluaran los problemas de calidad del espacio peatonal y la urbanización, así como los problemas de conservación y mantenimiento de la infraestructura peatonal, y riesgos de seguridad para las personas que caminan: deficiencia de pavimentos, alcorques descubiertos, condiciones inadecuadas para el tránsito peatonal, etc.

Se identificaran los riesgos para los cruces peatonales con el tráfico rodado: gestión semafórica para favorecer los tiempos de paso peatonal, comprobando que el tiempo de paso es suficiente para personas con algún tipo de discapacidad, evitar tiempos “ámbar” cuando el semáforo está verde, cortes en la circulación según la intensidad de la demanda peatonal, elevar los vados en la acera, reducir la excesiva señalización vertical y horizontal del cruce, cortar la circulación durante los fines de semana, etc.

Se evalúan las posibles mejoras de los itinerarios próximos a vías ciclistas donde exista riesgo de conflictos. Realizar el diagnóstico y las soluciones que permitan evitarlos, y poder establecer la continuidad independiente y sin riesgos de fricción, de manera segura y sostenible.

MEDICION PEATONAL:

Sobre los casos de estudio se mide la intensidad peatonal en las secciones del recorrido durante varios periodos horarios del día. Se realizan conteos de peatones atendiendo a los grupos de edad, género y agrupación de personas. Asimismo, se realizan videos en tiempo real de 5 minutos que luego son analizados para conocer el reparto de las tipologías de peatones, la dispersión final de la movilidad según los factores de edad, motivo del viaje, la frecuencia, género y nivel social de las personas. Asimismo, las mediciones identifican la participación de todos los modos de transporte (bicicleta, automóvil, moto, bus), así como los grupos de personas que andan juntas o en grupos compactos, para reconocer la adaptación que tienen en el espacios público disponible, y los conflictos que este tipo de relaciones se presentan en el Caso de Estudio. Para mejor identificación de los datos medidos se realizan grabaciones de videos en puntos fijos del espacio, para disponer de información completa de las formas de solape de todos los medios de desplazamiento. Estas grabaciones se realizan durante los tres periodos de tiempo (grabaciones de 5minutos a las 8,00, 14,00 y 20,00h), permitiendo disponer de información para el diagnóstico de la problemática del ámbito.

Mediante cociente entre las intensidades medias resultantes y la anchura de aceras se identifica el “caudal peatonal o la densidad de circulación” por metro de anchura de acerado.

ENCUESTAS A PEATONES:

Mediante encuestas a los peatones en los puntos seleccionados se completa la información con los datos cualitativos de la demanda peatonal y del espacio público. Las encuestas proporcionan datos complementarios para la mayor cualificación de la demanda y los hábitos de la población según sus características personales del viaje, la cualificación del tipo de desplazamiento, las distancias medias recorridas, las razones de elección del itinerario, estacionalidad y condicionantes singulares, las razones por las que se prefería andar frente a otros modos de transporte, las condiciones del viaje combinado con otros medios de transporte, y conocer la percepción de los problemas y ventajas que le supone el recorrido sobre el que ha sido entrevistado, según las actividades y equipamientos. Se distinguen los peatones residentes en el entorno del punto de encuesta, de las personas encuestadas que viven en otros barrios diferentes a donde reside el encuestado. El modelo de encuesta tiene como principal objetivo caracterizar los tipos de viaje siguiente:

- Los recorridos cortos, por ser los más numerosos en la escala del vecindario.
- Los recorridos habituales basados en el domicilio, basados en al acceso a los equipamientos y actividades urbanas.
- Los recorridos relacionados con el Paseo, el deporte y el ocio.

2.9 ADAPTACION DE LA SUPERPOSICION SOBRE LA DEMANDA PEATONAL.

Para la comprobación del resultado obtenido mediante la superposición de variables sobre el ajuste que supone sobre la demanda real de movilidad peatonal de la ciudad, se procede a realizar una simulación de la demanda peatonal de la ciudad mediante modelización de los viajes andando sobre la red peatonal de la ciudad. Para ello se asigna la matriz origen-destino de los viajes andando de la encuesta domiciliaria del Consorcio de Transportes sobre la red peatonal de la ciudad.

Mediante el software específico de modelización de redes de transporte (Transcad) se utiliza el modelo de tipo estocástico, por resultar más adecuado en una ciudad plana y sin grandes pendientes como es Sevilla.

3. CONCLUSIONES PRINCIPALES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Del análisis anteriormente expuesto se observan las consideraciones siguientes:

- Destaca la incidencia de la presencia de comercios de proximidad en el barrio, al generar viajes andando por motivo compras basadas en el domicilio. La densidad de población está también relacionada con esta variable de forma indirecta, ya que el mercado de la actividad comercial de proximidad estaría relacionado con la presencia de población residente en su entorno. Este tipo de movilidad andando resulta por tanto el tipo de viajes más competitivo respecto a otros modos de desplazamiento.
- En segundo lugar aparece como relevante la presencia de Centros Educativos y Universitarios en el ámbito de estudio, seguido por la situación relativa de los Centros Sanitarios.
- En tercer lugar se encuentran las actividades relacionadas con la presencia de actividades del Ocio y Restauración, por su correlación significativa con viajes andando, si bien su peso específico es inferior por su carácter complementario respecto de la movilidad obligada.
- En cuarto lugar se encuentran la presencia de zonas de concentración de servicios terciarios que atraen trabajadores, al representar la movilidad andando una variable significante. Esta variable supone la mitad de la importancia que tiene la presencia de Centros Educativos.
- En quinto lugar se encuentran los algoritmos relacionados con la topología de la red peatonal y la importancia diferencial de unos puntos sobre otros. La potencialidad de generar centralidades de barrio entorno a los puntos de mayor valor de estos algoritmos es significativa con la movilidad peatonal (Closeness Centrality y Betwenness).

- En sexto lugar de significación se encuentra la variable relacionada con la anchura de las calles de la red peatonal de la ciudad, cuyo indicador es la cercanía entre los edificios.
- En séptimo lugar se encuentra la presencia de paradas y estaciones de transporte urbano, variable que resulta de alta significancia respecto de la movilidad peatonal.

4. DEFINICION DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS.

4.1 VARIABLES SOBRE CONDICIONES URBANISTICAS.

Las variables urbanísticas estudiadas que más afectan a la caminalidad son:

- DENSIDAD DE POBLACIÓN.
- DISPERSION DE USOS URBANOS Y EQUIPAMIENTOS.

4.1.1 DENSIDAD DE POBLACION.

La densidad de población está relacionada intuitivamente con la proximidad de los viajes andando entre los domicilios y las actividades comerciales, servicios y equipamientos. Es un parámetro relacionado con el modelo de ciudad y la sostenibilidad del medio urbano, y por tanto los límites espaciales de los desplazamientos deben estar limitados a la capacidad media del recorrido andando, que para la ciudad de Sevilla resulta ser 1,7km, según la encuesta domiciliaria de Sevilla.

Resulta evidente como la mayor concentración de población aumenta la proporción de desplazamientos peatonales por su mayor competitividad, mientras que las zonas de baja densidad tienen mayor proporción de viajes en vehículo privado. Las zonas de mayor densidad presentan mayor proximidad media hacia los centros de actividad y equipamiento, que se convierte en una disminución del coste del transporte, según han demostrado diversos estudios (GORDON y RICHARDSON, 1997), (KENWORTHY, 1989). Este mismo motivo ha llevado a algunas administraciones europeas a penalizar las bajas densidades estableciendo compensaciones diferenciales vía impuestos, para compensar la menor sostenibilidad, (APEL, 1997). Las relaciones entre Densidad y capacidad de generación y atracción de movilidad peatonal ha sido puesta de manifiesto en experiencias como la realizada por el “Millenium Cities Database for Sustainable Transport” preparado por la UITP y por la Murdoch University (Australia) demostrando que el coste de transportar pasajeros es bajo cuando la densidad es alta.

En Sevilla, el Casco Murado de la ciudad histórica ha llegado a tener en el pasado hasta 260 habitantes por hectárea (400 hectáreas de superficie con distancia máxima de 2,5km norte-sur y 1,8km este-oeste), característica que responde bien al concepto de “ciudad peatonal”. Sin embargo, la tendencia a disminuir la densidad urbana viene siendo una constante en el urbanismo español desde las últimas décadas (30-50 viviendas por hectárea equivalente a 80-120 habitantes / hectárea), modelo que tiene elevada repercusión económica con problemas para financiar las infraestructuras generales y dotaciones. Estos datos resultan muy por debajo de lo establecido en la Ley del Suelo (75 viviendas / hectárea, hasta un máximo de 100, equivalente a 240 habitantes por hectárea).

Sin embargo de forma curiosa, los ámbitos de mayor densidad de población no han resultado ser de alta significancia con la movilidad peatonal, y no se observa correlación entre la densidad de población y la movilidad peatonal. Es posible que sea consecuencia de la falta de registro de viajes cortos andando en los barrios, ya que las encuestas de movilidad no consideran este tipo de viajes, y en consecuencia, no se detectan índices de significatividad en cuanto a la densidad de población y la variable dependiente número de viajes peatonales.

4.1.2 LA DISPERSION DE USOS URBANOS Y EQUIPAMIENTOS.

La dispersión de los usos urbanos residenciales, equipamientos y dotaciones representa el grado de concentración que presenta su disposición espacial media respecto a los domicilios. La incorporación de los Centros del Transporte colectivo entre los Centros de Atracción supone un “plus” adicional para la movilidad peatonal, al retroalimentarse mutuamente dentro del sistema de desplazamientos urbanos.

La forma de medir la intensidad de esta variable consiste en calcular la distancia media desde los domicilios a las dotaciones a través del viario principal (usos comerciales, educativos, ocio y restauración, actividad laboral, Centros de Transporte, centros sanitarios, sistemas verdes). El indicador aumentara con la diversidad de usos, acercándose a la mínima distancia a las dotaciones. Por el contrario, si tenemos escasa diversidad aumentara la distancia media a las dotaciones.

4.2 VARIABLES AMBIENTALES.

Las variables ambientales que más incidencia presentan con la movilidad peatonal son el arbolado en el viario y la sombra y soleamiento de los edificios sobre el espacio público.

Otros aspectos de interés para la investigación no han sido incluidos como variables seleccionadas, ya que la relación con la movilidad peatonal se ha comprobado que es escasa: el ruido, la calidad del aire, la velocidad de circulación motorizada (asimilada al ruido), y la climatología extrema.

4.2.1 EL ARBOLADO Y LA CAMINALIDAD.

El árbol en la calle tiene una considerable influencia en el incremento de la movilidad peatonal, convirtiéndose en el acompañante predilecto y el elemento clave del paisaje urbano, que acerca la naturaleza dentro de la ciudad. El bienestar físico que facilita para la protección climática convierte al árbol en un factor positivo para la caminalidad árbol, además del evidente bienestar emocional y cualitativo que aporta. Su valor potencial a la calidad del aire respirado y como captador de CO2 contribuye a la reducción de la temperatura de 2 a 4 grados, consecuencia de los niveles de evapotranspiración, de intensidad variable según las especies.

La creación de “itinerarios arbolados de la ciudad” constituye una referencia adicional en la planificación de la ciudad, en cuanto supone una medidas mínimas para la plantación del arbolado, que nunca deberían ser inferiores a 3,5m de anchura. La existencia de arbolado aumenta la distancia media recorrida por el peatón, aun cuando no sean estrictamente el recorrido “más corto” el elegido.

4.2.2 SOMBRA Y SOLEAMIENTO.

La sombra arrojada por los edificios incide también positivamente en la caminalidad. La protección climática de la zona resguardada durante el verano favorece la utilización de la acera correspondiente, reduciendo la contraria. La situación es la inversa durante el invierno, al solearse la zona no resguardada de sombra.
La combinación de la sombra arrojada con la presencia de arbolado forman la variable ambiental de mayor influencia ambiental al constituir ambas la protección climática natural de la ciudad, y por tanto, la densidad de sombra y la densidad de arbolado son sus parámetros básicos de medición. La medición de la sombra proyectada utiliza como herramienta las técnicas de fotointerpretación a partir de fotos aéreas.

4.3 VARIABLES DE ACCESIBILIDAD.

Se detallan seguidamente las variables de accesibilidad seleccionadas inicialmente para medir los parámetros que las definen, así como se detalla la forma de medir cada variable. Se toman como referencia las secciones censales y los barrios de Sevilla.

4.3.1 LA CONECTIVIDAD ENTRE NODOS DE LA RED PEATONAL: ALGORITMOS BETWENNESS Y CLOSENESS.

La conectividad entre los nodos de la red peatonal representa la facilidad que tienen las redes urbanas para ser accesibles a través de sus nodos y vértices. Su valor dependerá de la topología de la red en un determinado ámbito urbano y las condiciones de contorno entre los nodos hacia los demás nodos de la red, a modo de "puertos de paso". Se mide mediante los algoritmos siguientes:

- ALGORITMO "BETWEENES CENTRALITY": ACCESIBILIDAD DE LOS NODOS.
- ALGORITMO "CLOSENESS CENTRALITY": PROXIMIDAD A LAS ZONAS CENTRALES.

ALGORITMO "BETWEENES CENTRALITY": MEDIDA DE LA ACCESIBILIDAD DE LOS NODOS:
La accesibilidad de los nodos de la red peatonal se identifica con el algoritmo BETWEENNESS CENTRALITY, que tiene en cuenta el recorrido mínimo de un vértice a otro de la red peatonal.

Se identifica con la permeabilidad de las redes peatonales, y permite destacar los vértices de mayor utilización para viajar a través de la red. Al aumentar los recorridos de paso por un determinado vértice hacia los demás se incrementan proporcionalmente las condiciones de caminalidad hacia los usos y actividades de un determinado ámbito espacial. La expresión de Betweenness (Freeman, 1977) es:

$$\text{Betweeness (i)}^{r} = \sum_{j,k \in G-(i), d(j,k) \leq r} \frac{\eta_{j,k}(i)}{\eta_{jk}}$$

Donde Betweeness del cruce i dentro del radio de búsqueda r es igual a los caminos cortos entre el cruce j y el cruce k que pasan por el cruce i, dividido entre el número total de caminos cortos entre el cruce j y el cruce k.

- **ALGORITMO "CLOSENESS CENTRALITY": CENTRALIDAD DE LA RED PEATONAL.**

El algoritmo "Closeness Centrality" (Sabidussi, 1966) indica la proximidad de un cruce respecto a todos los demás, asimilado a su posición respecto de la centralidad peatonal de la ciudad. Los valores obtenidos permiten identificar las agrupaciones de cruces con mayor potencialidad peatonal. Su expresión es:

$$\text{Closeness (i)}^{r} = \sum_{j \in G-(i), d(i,j) \leq r} \frac{1}{d(i,j)}$$

Donde Closeness en el valor r es la inversa del camino más corto entre los nodos i y j: d(i, j).

4.3.2 ALGORITMO DE LA CENTRALIDAD DE LOS BARRIOS.

La centralidad de las actividades urbanas, dotaciones y equipamientos que existen en un barrio está asociada a la distribución espacial que presenten (concentración en ejes lineales, ámbitos nodales o uniformemente distribuida), relacionada con los tiempos de desplazamiento desde los domicilios. Resulta pues un buen indicador del modelo de ciudad policentrica y de la posición de las centralidades en cada barrio. Los barrios donde la centralidad es mayor presentan mayor valor del algoritmo, y la sensación entre los residentes que "todo está más a mano".

El algoritmo está basado en la elipse de desviación estándar (Standard Deviational Ellipse, Lefever, 1926), y se identifica con el grado de distribución que presentan los centros de atracción peatonal en el barrio. En la medida que se encuentren más agrupados sobre un eje determinado hay más posibilidad de

que se produzcan viajes andando por la proximidad que representan entre sí. Una mayor dispersión de las actividades supone aumentar la distancia media de los desplazamientos, y por lo tanto, es más probable que se recurra a otro medio de transporte. Su representación puede adoptar forma de circulo (dispersión uniforme en el barrio), o de elipse con diferentes orientaciones de los ejes principales (tendencia a concentrarse sobre una determinada alineación). La orientación de los ejes de la elipse indica la posición del eje de centralidad ajustando la posición media de los Centros de Atracción. Cuanto más largo es el diámetro de la elipse mayor es la intensidad de la centralidad, y cuanto más estrecho sea el eje menor aumentara el nivel de concentración de actividades sobre el eje.

El algoritmo calcula la desviación estándar para los domicilios del barrio mediante la solución a las ecuaciones siguientes:

$$SDE_x = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - X)^2}}{n} \qquad SDE_y = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - Y)^2}}{n}$$

Las variables xi e yi son las coordenadas de los puntos.

X-Y representan el centro de gravedad de todos los puntos.

"n" representa el número de elementos utilizados.

El ángulo de rotación y los parámetros del eje se obtienen así:

$\text{Tan } \Theta = \frac{A+B}{C}$

$A = (\sum_i^n x_i^2 - \sum_i^n y_i^2)$

$B = \sqrt{(\sum_i^n x_i^2 - \sum_i^n y_i^2)^2 + 4(\sum_1^n x_i\, y_i)^2}$

$C = 2\sum_1^n x_i\, y_i$

La desviación estándar para los ejes "x" e "y" se obtiene así:

$$\sigma_y = \frac{\sqrt{\sum_1^n (x\ sen\ \theta - y\ cos\ \theta)^2}}{n} \qquad \sigma_x = \frac{\sqrt{\sum_1^n (x\ Cos\ \theta - y\ sen\theta)^2}}{n}$$

La medición de este indicador para el municipio de Sevilla se muestra en la tabla siguiente:

RESULTADOS DE LA CENTRALIDAD DE LOS BARRIOS DE SEVILLA: DISPERSION Y LONGITUD.

Distancia del eje (m)	Número de ejes	Frecuencia %	Dispersión (m)	Longitud axial (m)
0 – 800	3	7,0	260	360
801- 1200	15	41,9	370	502
1201- 1600	14	74,4	490	476
1601- 2000	7	90,7	270	431
2001 - 2400	3	97,7	370	557
>2400	1	100	380	1.142
Total	**43**		**380**	**496**

Elaboración propia.

4.3.3 CONFLUENCIAS EN EL CRUCE.

El número de calles coincidentes en un determinado nodo de la red peatonal es indicador positivo de la movilidad peatonal (número de confluencias). La relación entre caminalidad y la topología de los nodos es una cualificación diferencial de la red viaria, expresión de la diferente aportación de unos puntos sobre otros. Resulta de gran importancia este concepto para su aplicación al diseño de la nueva ciudad, en particular respecto a la creación de nuevas centralidades de barrio y de ciudad.

La mayor confluencia de calles en un cruce está por tanto relacionada con los "lugares de mayor potencialidad peatonal", al ser puntos singulares de la red que ofrecen mayores condiciones para convertirse en centralidades para la mezcla de actividades urbanas y los equipamientos. Sobre esta

cuestión destacan los trabajos sobre las diferentes morfologías que presentan las redes urbanas de las ciudades (Stephen Marshall, 2004).

4.3.4 DISTANCIA ENTRE CRUCES.

La distancia entre las calles transversales a un determinado eje representa la permeabilidad transversal de la red peatonal respecto al barrio donde se encuentra. Por tanto, se considera una variable de gran importancia para favorecer la movilidad peatonal en una determinada zona de la ciudad, siendo también un parámetro de gran interés para los nuevos desarrollos en la planificación urbanística.

4.3.5 ANCHURA ENTRE EDIFICIOS.

Un buen indicador de la conectividad media de un barrio es la distancia entre edificios próximos, al representar bien la anchura media de la calle y la relación proximidad/lejanía entre los edificios. La mayor proximidad entre ellos supone crear cercanía a las dotaciones, y la mayor competitividad respecto a otros medios de desplazamiento. Es por tanto un buen indicador de la relación entre el espacio público y el espacio privado.
El algoritmo empleado mide la distancia media de cada edificio a los dos más cercanos.

4.4 LAS VARIABLES DE ACTIVIDADES URBANAS Y EQUIPAMIENTOS.

La movilidad peatonal de la ciudad se genera por la desigual distribución geográfica de los principales Centros de Atracción de Movilidad Peatonal. La mayor proximidad desde los domicilios hacia los usos y actividades fortalecerá la movilidad peatonal, siendo sinónimo de cohesión urbana. Al tiempo, si mejoramos las condiciones del peatón en cuanto a la mejor percepción ambiental se ampliaran los recorridos andando, al aumentar la estimulación de la experiencia social y sensorial sobre el espacio público urbano. Esta hipótesis está basada en la calidad del recorrido de aproximación hacia los Centros de Atracción, al estar relacionada con la elección del recorrido andando y con las condiciones de la intermodalidad desde los viajes que antes se realizaban en otros modos de transporte. Este hecho destaca particularmente en los recorridos de aproximación en los últimos 10 minutos.

Para medir la accesibilidad del viaje peatonal se analizan las condiciones peatonales para las siguientes tipos de viaje, ya que el comportamiento del peatón varía según el motivo correspondiente:

- Zonas de concentración de Empleo.
- Centros Educativos.
- Actividad Comercial: comercios, supermercados y almacenes.
- Centros de Transporte.
- Centros Sanitarios.
- Centros Deportivos.
- Centros Culturales, religiosos y conjuntos patrimoniales.
- Zonas de Turismo y ocio.
- Parques y Zonas verdes.

4.4.1 ZONAS DE CONCENTRACION DE EMPLEO Y MOVILIDAD RESIDENCIA-TRABAJO.

La Actividad al Trabajo representa la movilidad más importante por su condición habitual y repetitiva entre un origen y destino (“commuters”) (J.M. FERIA, 2001). Los estudios indican que la movilidad peatonal residencia-trabajo representa el motivo de viaje más importante en recorridos inferiores a 30minutos (una milla, de forma equivalente con estudios ingleses).

En este tipo de viajes la calidad del espacio público del recorrido resulta decisiva para los viajes que antes se realizaban en otros medios de desplazamiento. En la medida del atractivo medioambiental del recorrido se producirá el cambio de modo, ya que será consecuencia de conseguir en el usuario una experiencia de mayor satisfacción global.

Se representan los ámbitos de concentración de la actividad laboral sobre los recorridos de aproximación peatonal sobre los ejes urbanos principales:

- **Ámbitos de concentración laboral:** Se corresponden con zonas de elevada concentración de centros de trabajo, Zonas terciarias, oficinas, Parques Tecnológicos y Científicos.

- **Ejes de actividad terciaria y servicios:** Son los ejes de concentración de centros terciarios y de servicios públicos, situados sobre los principales ejes del viario urbano de la ciudad.

- **Polígonos Comerciales e Industriales:** Destacan los próximos a zonas residenciales, por la mayor potencialidad para la movilidad peatonal residencia-trabajo y compras.

4.4.2 LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS.

La movilidad peatonal a los Centros Educativos representa un tipo de viaje realizada de forma natural por una población limitada a la generación del aprendizaje, cuando la autonomía es más significativa y existe mayor conciencia del recorrido andando por este motivo (J.M. FERIA, 2001).

LOS CENTROS DE EDUCACION SECUNDARIA:
La movilidad andando hacia los Centros de Enseñanza Secundaria supone el 48% de la movilidad total. Presenta una distribución homogénea en todos los barrios de la ciudad. En Sevilla presenta una distancia media de viaje de 1.100m, superando los 2.200m de recorrido en un 11% de los viajes.

LOS CENTROS UNIVERSITARIOS:
La movilidad andando hacia los Centros Universitarios[1] supone el 20% de la movilidad total. Resulta ser proporcional a la densidad de población de los barrios próximos, favorecidos por el factor proximidad.
El recorrido medio oscila en Sevilla entre 400 y 1.600m, superando los 2.200m en un 23% de los viajes. La caminalidad se resiente en las zonas con escasa población residente (Cartuja). Los Centros Universitarios que generan más peatonalidad están en la ciudad consolidada (Reina Mercedes, Fábrica de Tabaco y Viapol).

4.4.3 LA ACTIVIDAD COMERCIAL (COMERCIOS, SUPERMERCADOS Y ALMACENES).

La Actividad Comercial está vinculada con la movilidad peatonal basada en el domicilio, y responde así tanto para el suministro habitual como para la compra específica.

Este tipo de viajes andando representa el 22,8% de la movilidad total, y tienen una distancia media de 1.400m, con frecuencia superior a la diaria mayoritariamente. Prevalecen los recorridos entre 400 y 800m, y superan los 1.600m en un 18% de los viajes.

El género es significativo en este tipo de viajes, predominando las mujeres en compras de distancia inferior a 500m, mientras que los hombres son superiores en compras alejadas del domicilio. Destaca la movilidad peatonal hacia los grandes almacenes comerciales de la ciudad consolidada respecto a los situados en la periferia.

[1] Desplazamientos con motivo estudio. Población entre 18 y 28 años.

4.4.4 LOS CENTROS SANITARIOS.

La movilidad andando a los Centros Sanitarios no resulta ser relevante en términos absolutos (2,3% del total), resultado superior en los barrios de mayor densidad de población. La localización relativa del Centro de Salud influye también en la intensidad de los viajes andando. La distancia media andando es de 1.400m, y supera los 2.200m en un 13% de los viajes. Se produce en mayor porcentaje por la mañana. Destacan las personas entre 40 y 70 años.

4.4.5 LOS CENTROS DEPORTIVOS.

Los viajes andando a los Centros Deportivos no resultan relevantes en términos absolutos respecto a los demás motivos de viaje, y tienen como referencia el domicilio en el origen del desplazamiento. Se realiza principalmente por la tarde, siendo mayoritario el porcentaje de personas entre 13 y 40 años.

4.4.6 LOS CENTROS CULTURALES, CONJUNTOS PATRIMONIALES Y RELIGIOSOS.

Los viajes andando hacia los Centros Culturales, zonas Patrimoniales y Centros Religiosos se corresponden con movilidad no habitual, basada en el domicilio y en eventos programados: bienes de interés cultural, museos, cines, teatros, galerías, equipamientos de interés público y social, religioso y zonas de interés patrimonial.

4.4.7 LOS CENTROS DE ATRACCION PARA EL TURISMO Y LA CONVIVENCIA.

La movilidad peatonal relacionada con el Turismo y la Convivencia representan un tipo de viaje no habitual y programado, que se presenta en franjas horarias concretas y con fuertes puntas. Tiene como referencia los eventos basados en el domicilio mayoritariamente, aunque no es significativo en términos absolutos. Para su expresión espacial se incluyen los espacios de ocio, zonas de concentración de bares y restaurantes y principales Ámbitos Turísticos. La distancia media recorrida es 1.600m, y se realiza por la tarde con mayor frecuencia.

4.4.8 LOS CENTROS DE TRANSPORTE.

La caminalidad hacia los centros de transportes tiene un importante peso específico en la planificación de los itinerarios peatonales, por el interés de trasvasar viajes que antes se realizaban en otros modos de desplazamiento.

4.4.9 LOS PARQUES Y ZONAS VERDES.

Los parques de la ciudad tienen una significancia importante en la movilidad peatonal, pues al insertar el parque y la zona verde en el recorrido peatonal se impulsa el recorrido completo. Este tipo de viajes andando representa la contribución del sistema emocional verde como factor positivo de la movilidad peatonal, introduciendo la secuencia: domicilio – parque - actividad / equipamiento. La ciudad caminable, diversa y compleja se articula a través de los parques, favoreciendo la continuidad de espacios insertados en los recorridos peatonales origen - destino, ampliando las situaciones que proporcionan diversidad y complejidad favorables para incentivar el viaje.

Adaptar la estructura interna de caminos de los parques así como también la posición del sistema de “puertas” de acceso, para direccionar la caminalidad en el itinerario peatonal “más corto”. Esta estrategia permitirá impulsar la alianza “ciudad-parque-caminalidad” sobre el camino mínimo dentro del Parque. De forma contraria al discurso de Olmsted, al entender que “en el parque no se considera la existencia de la

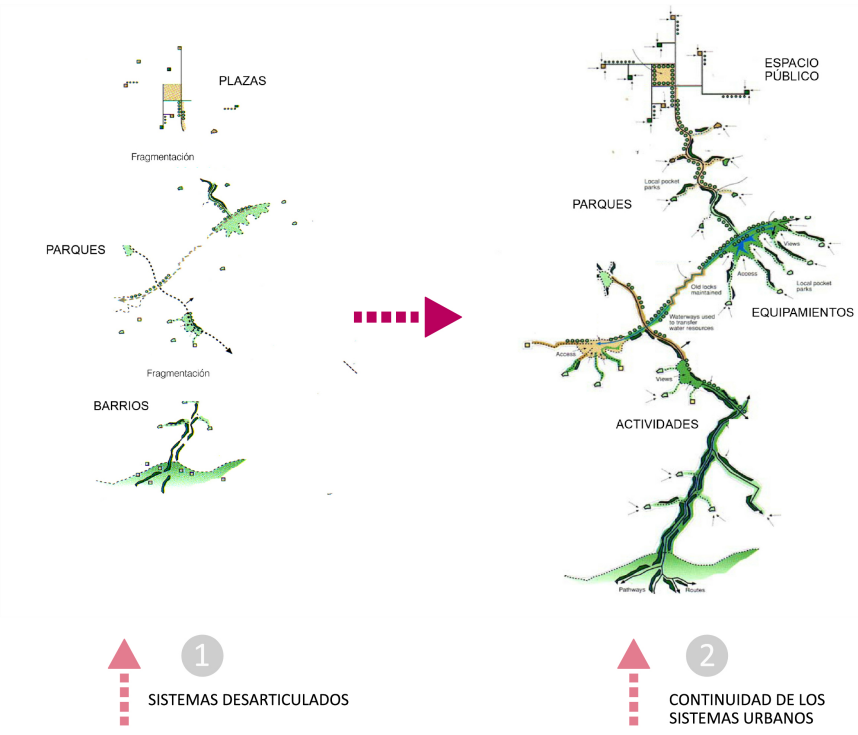
ciudad”, la ciudad contemporánea necesita reciclar sus estructuras para la continuidad de los recorridos peatonales dentro de los parques, asumiendo la relación entre la movilidad peatonal con la naturaleza y el paisaje.

P.2. RECOMENDACIONES PARA LAS ACTUACIONES EN ESPACIOS PEATONALES:

Las actuaciones en los espacios de mayor potencialidad peatonal buscan mejorar los recorridos de aproximación peatonal hacia los principales equipamientos y Centros de Atracción, en los últimos 500m (5 minutos). De manera complementaria a las actuaciones en el espacio público los equipamientos dispondrán de Planes de Movilidad Peatonal en el interior de los espacios interiores de parcela. Son recomendables los siguientes aspectos de diseño:

ACTUACIONES GENERALES:

- Continuidad de la red peatonal en los recorridos de aproximación a los equipamientos y Centros de Atracción de la movilidad. Tendrá especial protagonismo mantener la prioridad del peatón en los cruces.
- Incrementar el espacio peatonal reduciendo espacio de circulación del coche: reducción de los carriles y redistribución de la sección de la calle hacia los modos activos.
- Creación de “ejes peatonales de centralidad en los barrios” como soporte de las zonas de mayor concentración de usos mixtos y dotaciones.
- Reducir el recorrido peatonal en el cruce, facilitando la visibilidad entre el automóvil y el peatón.
- Disponer arbolado (preferente de sombra) en la proximidad del cruce, para llamar la atención del automóvil en el cruce peatonal.
- Elevar los pasos de peatones (realzados) manteniendo la cota del acerado conectada con los espacios públicos adyacentes, para que el coche perciba el obstáculo, y reduzca la velocidad de la marcha.
- Actuaciones en los centros escolares mediante campañas específicas: “BUS de niños caminantes al colegio ayudados por voluntarios y padres”, la “semana del camino escolar” y las campañas de “Aparca y camina”, entre otras, con la participación conjunta del ayuntamiento, las asociaciones de padres y los claustros educativos.
- Transformar las intersecciones que penalizan al peatón: adelantando los pasos de peatones al centro del cruce, sustituir glorietas por diseños más favorables al cruce peatonal, etc.



EL ITINERARIO PEATONAL PARA LA CONECTIVIDAD DE LOS USOS URBANOS E INTERURBANOS

AUMENTAR LA MASA

VERDE DEL BARRIO:
Al amentar la densidad del arbolado y las zonas ajardinadas mejorara el clima, criterio asociado al aumento de la movilidad peatonal en el barrio y por extensión en la ciudad. La proyección de la sombra del edificio incorpora la protección climática y ambiental a la dotación de arbolado en el recorrido, incentivando conjuntamente la demanda de viajes que antes se realizaban en otros medios.
Se identifican los itinerarios arbolados de la ciudad y los valores de densidad de arbolado en los barrios, especialmente en los ámbitos próximos a los equipamientos y los espacios del transporte público, por ser elementos de mayor valor añadido en la importancia de mejora de las condiciones peatonales de accesibilidad.

ACTUACIONES PARA REDUCIR LA CONTAMINACION DEL AIRE Y DEL RUIDO:
La calidad del aire y el ruido urbano tienen una pequeña importancia en la elección del recorrido peatonal, quizás porque los niveles de contaminación de las ciudades españolas no son suficientemente altas para influir como criterio de elección del camino. La responsabilidad de las administraciones al respecto supone disponer de información en tiempo real para tomar las decisiones oportunas para la prevención de episodios críticos de los niveles de contaminación del aire y el ruido y reducir las causas que lo generan, que en la mayor parte de los casos están relacionadas directamente con el tráfico motorizado.

En ambos casos las actuaciones consisten en reducir tráfico motorizado en el viario principal afectado. Las medidas podrán ser las siguientes:

- Restricción de circulación motorizada en las franjas horarias de mayor intensidad, y prohibición de paso por las zonas urbanas más sensibles durante episodios de contaminación importante.
- Restricción de circulación alternativa para matrículas pares/impares.
- Eliminar carriles de circulación para reasignar las secciones del viario y aumentar la capacidad ambiental del mismo.

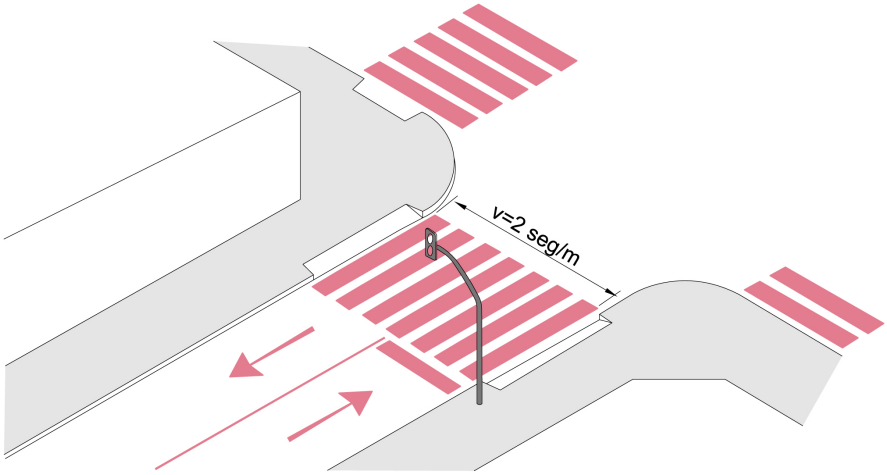
Reducir el ruido supone tomar medidas para reducir el tráfico motorizado, e imponer las medidas necesarias para el cumplimiento de los límites de velocidad en zona urbana (máximo 50km/h). Las propuestas son:

- Reducir la capacidad y la intensidad del tráfico en las vías urbanas principales.
- Seguimiento continuado de los mapas de ruido en la ciudad.
- Establecer espacios públicos libres de ruidos en las zonas centralidad de barrio: entornos de centros educativos, universidades, hospitales y centros de salud, centros de trabajo, etc.

ADAPTAR LOS SEMAFOROS EN LOS CRUCES:
El diseño del cruce resulta determinante para favorecer la movilidad peatonal evitando penalizar excesivamente al peatón a costa de favorecer al tráfico motorizado, y este criterio de actuación tiene especial importancia en los cruces con mayor potencialidad peatonal. En dichos ámbitos el tiempo del cruce puede representar una parte importante del tiempo del recorrido cuando se trata de viajes cortos, y la gestión de los tiempos semafóricos asignados al peatón cobra especial significado.

Una medida adecuada consiste en aumentar los tiempos de semáforo “verde” para los peatones. Habitualmente se dimensionan para una velocidad andando entre 1 y 1,1 segundos por metro de ancho de cruce, en función de su posición urbana, cuando la velocidad media del peatón es 1,3m por segundo (5km/h), y por tanto solo pasaran sin problemas de tiempo los peatones que están esperando antes de iniciar el tiempo de verde. Aumentar estos tiempos hasta 1,5 segundos por metro es recomendable, sobre todo en los cruces semaforizados próximos a los principales Centros de Atracción peatonal de la ciudad.

Otra medida de gestión consiste en suprimir el tiempo del semáforo “ámbar” para los giros a la derecha, y aumentar el tiempo “verde”, de forma contraria a la habitual medida para aumentar la capacidad y facilitar el despeje de la intersección. Su efecto negativo tiene importancia para la caminalidad de las personas mayores, discapacitados y sobretodo el colectivo de niños en edad escolar. Sobre este aspecto no hay tampoco reglas de uso obligado, y cada ayuntamiento usa sus propios criterios.



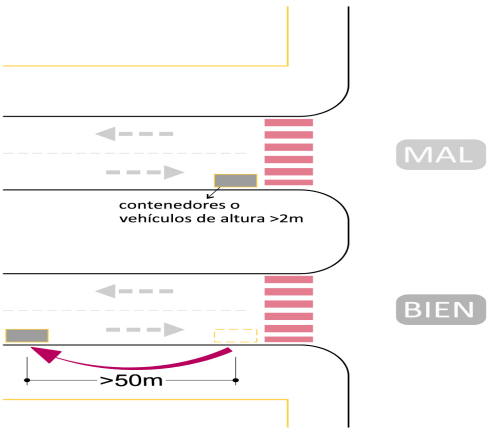
-VELOCIDAD DEL PEATON EN EL PASO SEMAFORIZADO: 2 seg. por metro de ancho de calzada.

-ELIMINAR TIEMPOS DE AMBAR EN LOS GIROS A LA IZQUIERDA CUANDO ESTA VERDE PARA EL PEATON. MANTENER EL SEMAFORO ROJO PARA EL TRAFICO.

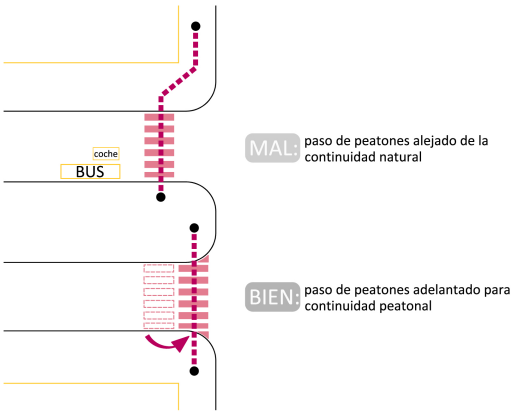
DESPLAZAR OBSTACULOS QUE REDUCEN VISIBILIDAD:

La proximidad de obstáculos visuales junto a los pasos de peatones reduce la seguridad del cruce. La presencia de elementos pantalla reduce la visibilidad entre el vehículo y las personas (contenedores, aparcamientos, parada del autobús, armarios en vía pública, etc). Los criterios al respecto se centran en mejorar la seguridad de los peatones y cambiar las inercias adquiridas en el pasado.

Identificar los puntos negros de los cruces del barrio y proponer las soluciones correspondientes para su corrección debe ser una línea estratégica para los Servicios Técnicos municipales. En el caso de la ciudad de Sevilla se dispone ya de un Organismo con esta función específica, como es el CECOP (Centro de Coordinación Operativa de Sevilla), que tiene entre sus competencias asignar responsabilidades a los diferentes servicios y empresas públicas y corregir de forma inmediata las disfuncionalidades que afectan a la seguridad de las personas.



OBSTACULOS PARA VISIBILIZAR AL PEATON



EL PASO DE PEATONES Y LA CONTINUIDAD DEL RECORRIDO

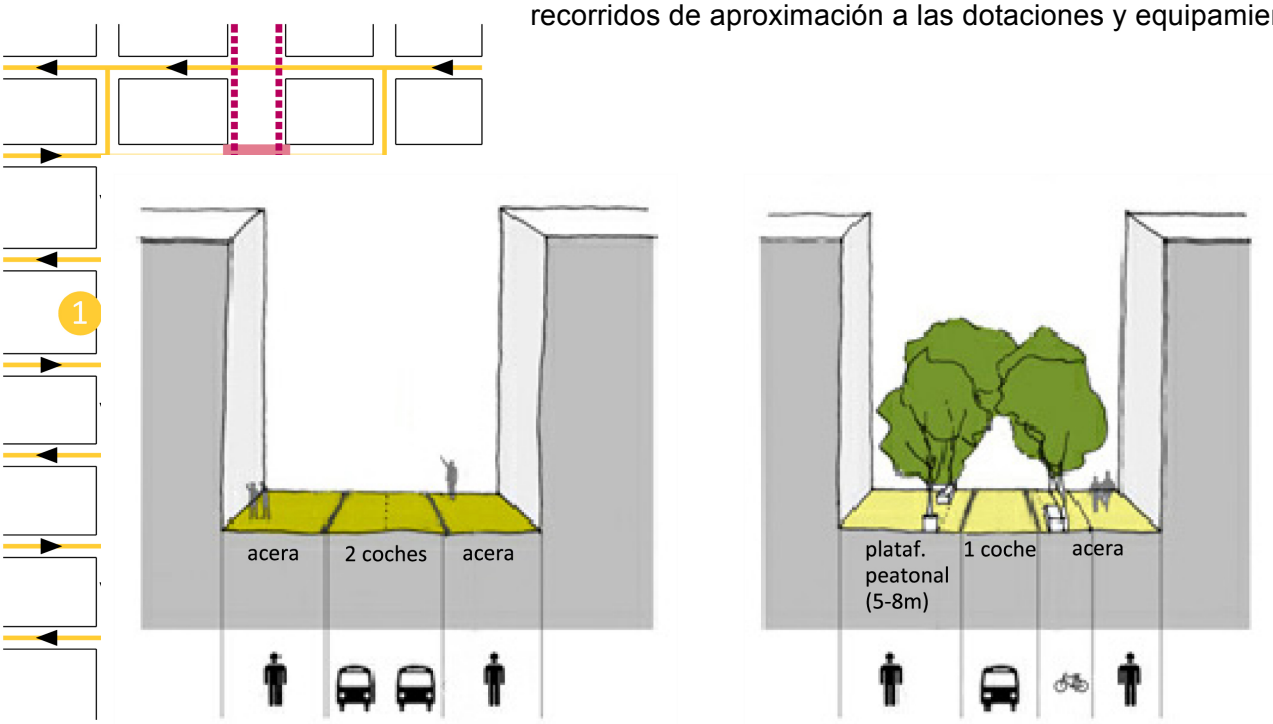
CONTINUIDAD DEL RECORRIDO PEATONAL EN CRUCES: ADAPTACION DEL PASO DE PEATONES:

Las facilidades para la continuidad del recorrido peatonal en los cruces tenderán a penalizar a la circulación motorizada, al contrario del criterio habitual que consiste en aumentar la capacidad de almacenamiento de vehículos en la intersección. Este criterio supone que el paso de peatones mantendrá continuidad con las aceras, acercando el cruce a la esquina y no colocarlo retrasado como es habitual en muchos proyectistas. Esta medida debe apoyarse con señalización adecuada y diseño de los pavimentos, y debe acompañarse con una gestión semafórica que evitara aumentar la capacidad de los giros a la derecha de los cruces.

Otra cuestión es corregir las causas de los atropellos a peatones en medio urbano, para lo cual es necesario un protocolo para disponer de dicha información, (la policía local no suele facilitar este tipo de datos, siendo solo disponibles los datos de la DGT, que corresponden solo a accidentes fuera de los núcleos urbanos).

SOBRE LA CIRCULACION PEATONAL Y EL ESPACIO PÚBLICO:

- Convertir las calles convencionales en "calles más compartidas" entre peatón y el coche, sustituyendo la separación física entre peatones, ciclistas y coches por espacios que aumenten la "coexistencia" entre peatón y automóvil, favoreciendo la accesibilidad universal y la pavimentación continua.
- Aplicar una gestión integrada de la movilidad para reducir el tráfico en la ciudad, y especialmente evitando el tráfico de paso en el interior de los barrios, y en las zonas de centralidad.
- Redistribuir las secciones del viario para mayor protagonismo del peatón: un tercio para Vía motorizada y dos tercios para los espacios peatonales laterales. Suprimir las vías de servicio de las avenidas centrales y transformar bulevares centrales en asimétricos, con espacios más próximos a la edificación y menos "islas peatonales".
- Reducir la velocidad de circulación en el viario principal hasta 30km/h para reducir el ruido y aumentar la calidad del aire. Reducir los carriles de circulación a 2,7m de anchura, asignando nuevos espacios para los modos activos.
- Trasladar los obstáculos que dificultan la caminalidad: contenedores, veladores de restauración, armarios de infraestructuras, marquesinas de transporte, etc.
- Aumentar la señalización informativa de los tiempos andando a los centros de atracción.
- Plantar arbolado en los itinerarios peatonales para favorecer la protección climática en los recorridos de aproximación a las dotaciones y equipamientos.

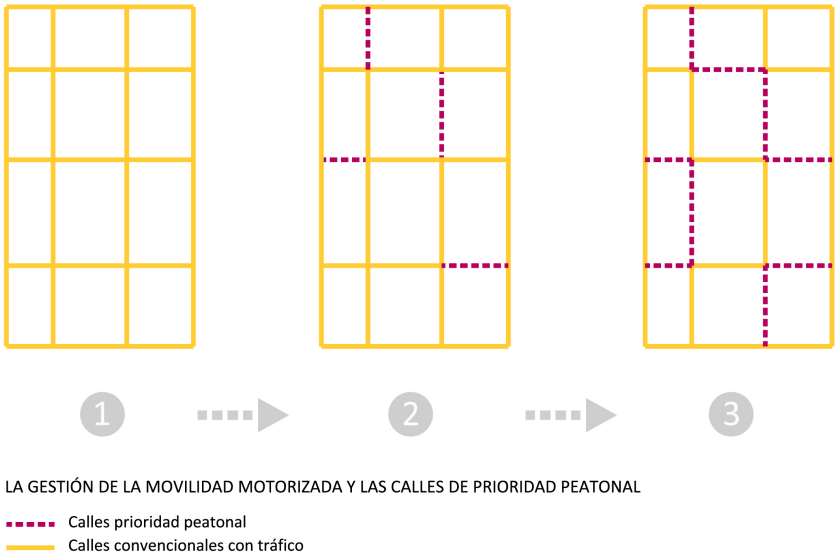


CALLE CONVENCIONAL

ITINERARIO PEATONAL

LA RED PEATONAL Y LOS APARCAMIENTOS DE CIUDAD:

- Restringir los aparcamientos en superficie y la circulación de los vehículos no autorizados en los ejes de mayor movilidad peatonal.
- Establecer conexiones peatonales desde los aparcamientos de ciudad y residentes facilitando los recorridos de aproximación a las zonas de centralidad al transporte y los equipamientos.
  Los aparcamientos deben localizarse próximos a las áreas de centralidad sin penetrar en su interior.
- Disponer aparcamientos en los accesos exteriores de los núcleos urbanos combinados con el transporte colectivo hasta el comienzo de rutas peatonales seguras y amables.



LA GESTIÓN DE LA MOVILIDAD MOTORIZADA Y LAS CALLES DE PRIORIDAD PEATONAL

Calles prioridad peatonal
Calles convencionales con tráfico

SOLUCIONES AL CONFLICTO PEATON - CICLISTA:

Los conflictos peatón - ciclista tienen mayor protagonismo cuando hay poco espacio que repartir y hay mucho espacio asignado al automóvil. Las razones de partida responden casi siempre al deficiente diseño bien la implantación de la vía ciclista dentro de la sección transversal, y también, debido a la elevada ocupación de la vía pública por veladores de restauración, publicidad, contenedores, etc. Los criterios para evitar este tipo de conflictos se encuentran en corregir el origen del problema mediante redimensionamiento de la sección transversal, reduciendo el espacio destinado al aparcamiento y a la circulación motorizada.

En Sevilla son todavía muchas las vías urbanas con dos y tres carriles de circulación por sentido que pueden reducirse a un solo carril sin resentir la accesibilidad general de la ciudad, al existir otras vías exteriores que pueden asumir el exceso. La Ronda Histórica sería una de ellas. Los criterios serian:

- Eliminar carriles de circulación motorizada y reasignarlos a la movilidad peatonal y ciclista.
- El aparcamiento en superficie no puede ser un derecho de los que poseen coche, y debe procurar un mayor beneficio a toda la comunidad.

LAS ACERAS AL SERVICIO DEL JUEGO INFANTIL:

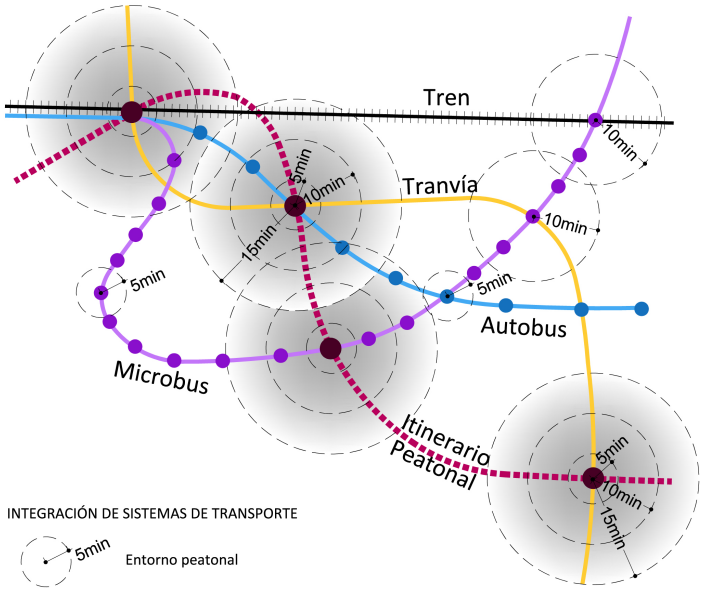
Que los niños jueguen en la calle es indicador de calidad de vida de la ciudad, y esto supone gestionar la movilidad en la escala local, que es donde más se necesita cambiar el modelo de relación entre el transporte y la vida. Incorporar al niño como parámetro de diseño supone vivir las calles sin riesgos y eso beneficia a toda la sociedad. Asistimos a problemas hasta ahora no valorados como el sedentarismo de los niños que no salen de casa, los espacios infantiles vallados, la dependencia de actividades sino es acompañado siempre y la sobreprotección familiar para no dejar solos a los niños entre otros. Promover cambios en las condiciones peatonales permitirá a los niños convivir en espacios seguros y alejados de la circulación motorizada, para los niños vuelvan a vivir las calles donde viven, fomentando la auto-responsabilidad como conducta de maduración personal. Desarrollar el juego libre para favorecer la socialización del niño con su barrio, y conocer más a los vecinos, de aquí la importancia que las calles estén preparadas para ello. Iniciativas de gran interés son “juega en tu calle” mediante acciones

singulares para cortes de calle para permitir el juego de los niños (diariamente durante un horario definido, o fines de semana), y las iniciativas como “Sin niños en casa”, movimiento integrado por padres y educadores que reclaman el derecho de los niños a jugar al aire libre.

ADAPTAR LOS PARQUES A LA MOVILIDAD PEATONAL:
Los parques tienen gran importancia en la articulación peatonal de la ciudad, formando parte de los recorridos origen-destino por su condición de eslabones de unión entre los domicilios y los Centros de Atracción. Son estos parques que unen entre sí los barrios de la ciudad son los más interesantes para adaptar su estructura interna a la dirección de los itinerarios peatonales “más cortos”. Esta estrategia supone adaptar la posición de las “puertas” del Parque, o cambiar el trazado de algunos caminos.

P.3. RECOMENDACIONES PARA EL VIAJE PEATONAL COMBINADO CON TRANSPORTE PÚBLICO.

La percepción del recorrido peatonal desde el domicilio a la parada resulta determinante para utilizar el transporte público, al formar parte del viaje en transporte público. La mejora de calidad del recorrido tiene repercusión directa en la demanda del transporte combinado, al retroalimentarse ambos entre sí, condicionando la elección del viaje e imponiendo resistencias a los traspasos de viajes desde otros medios de desplazamiento. El recorrido entre el domicilio y la parada del transporte (igual sucederá con el desplazamiento al estacionamiento del vehículo) resulta por tanto un elemento clave del viaje, que genera sinergias en el viaje combinado “peatón-transporte público”.
Las actuaciones de mejora en el recorrido de aproximación a la parada servirán como criterio básico, destacando entre ellos los siguientes: la anchura del acerado, la calidad del pavimento, mejorar la visualización del automóvil por el peatón, reubicar la marquesina en el espacio público y ajustar la posición relativa entre cruce y la parada del transporte para reducir los tiempos del peatón en la intersección.



La integración del recorrido peatonal con el diseño de los intercambiadores cobra especial significancia en el diseño del transporte combinado para reducir los tiempos del viaje completo. Las actuaciones en este aspecto pertenecen a tres apartados:

- El tiempo de aproximación desde el domicilio a la parada de Transporte.
- El tiempo de espera. La “parada activa”.
- El tiempo del trasbordo: la intermodalidad y el recorrido peatonal.

EL TIEMPO DE APROXIMACIÓN DESDE EL DOMICILIO A LA PARADA DE TRANSPORTE:

La percepción del recorrido peatonal desde el domicilio a la parada resulta determinante para el transporte público. La proximidad de la parada al paso de peatones es proporcional a la garantía de continuidad del recorrido, y aumentara la seguridad del peatón. La posición de la marquesina delante del paso de peatones es favorable para la seguridad del cruce, al conseguir mayor visibilidad entre los vehículos y las personas. De forma contraria, cuando la parada del autobús alejada del cruce peatonal se resiente indirectamente la demanda del transporte público, al aumentar los recorridos medios de los usuarios (algunos manuales de tráfico recomiendan esta solución para aumentar la capacidad de la intersección, olvidando la penalización al usuario). Los criterios de actuación serian:

- Garantizar la aproximación a la parada con prioridad al peatón (adaptación bus-peatón).
- Adaptar las marquesinas a los flujos peatonales, integrándolas en los espacios públicos de barrio, en las principales centralidades y en proximidad con los equipamientos.
- Acercar la parada de transporte al cruce peatonal para acortar los recorridos de aproximación.
- Gestión semafórica para favorecer al peatón: incremento del tiempo de “verde”, eliminar tiempos de “ámbar” en giros a la derecha, etc.

EL TIEMPO DE ESPERA: LA “PARADA ACTIVA”:

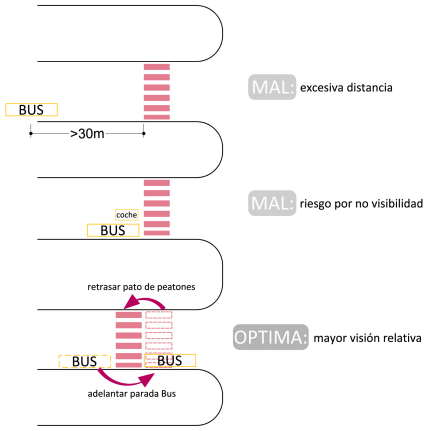
Los tiempos de espera en la parada son percibidos como un “tiempo doble” respecto al tiempo del viaje. La sensación de pérdida de tiempo esperando disuade o hace dudar la elección para la próxima vez.

El equipamiento de la parada para aprovechar el tiempo de espera es el factor clave. Las instalaciones de comodidad al usuario y las aplicaciones tecnológicas en la información de servicios suponen una disminución perceptiva de la espera. El criterio de la “paradas activa” está relacionado con las marquesinas adaptadas con información completa del sistema intermodal en tiempo real.

EL TIEMPO DE TRASBORDO: LA INTERMODALIDAD Y EL RECORRIDO PEATONAL.

El trasbordo para el viaje combinado se realiza sobre el espacio público del intercambiador, donde se procurara la integración con las actividades mixtas y el pequeño comercio. Los aspectos clave serian:

- Calidad de urbanización en el recorrido de transbordo, mediante acerados amplios y sin obstáculos.
- Integración del recorrido con las actividades y dotaciones urbanas.



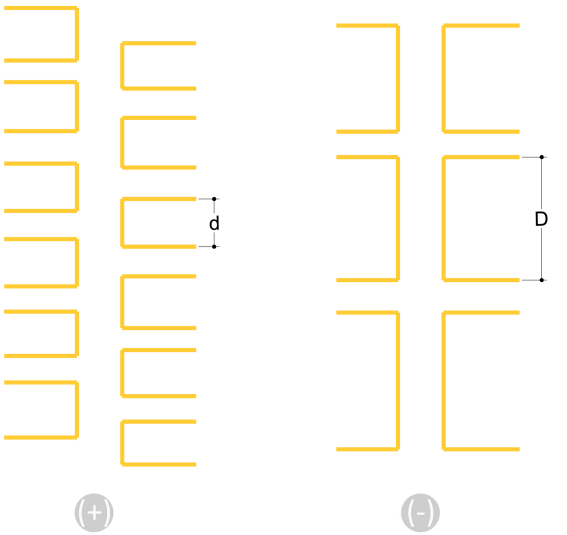
LA PARADA DEL BUS Y EL PASO DE PEATONES

P.4. RECOMENDACIONES PARA EL PLANEAMIENTO DESDE LA PRIORIDAD PEATONAL.

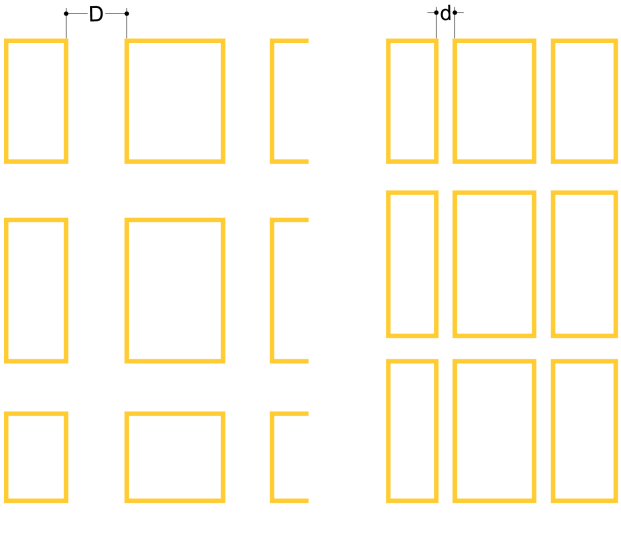
La organización de nueva ciudad desde la prioridad peatonal supone organizar los usos, actividades y los equipamientos mediante recorridos basados en los domicilios con una distancia óptima de 1,7km. Este criterio de organización de los usos da respuesta al equilibrio entre movilidad activa y ciudad eficiente, donde el peatón tendría "todo a mano" de forma competitiva con los modos motorizados. Algunas de las recomendaciones siguientes aún no están reconocidas en la legislación vigente y en concreto en Ley del Suelo de Andalucía (LOUA), y por tanto, no son aun herramientas de aplicación literal para la planificación. No obstante, servirán de referencia para realizar la aproximación al modelo peatonal propuesto, y al tiempo cumplir los principios y parámetros de la legislación. Son las siguientes:

SOBRE LA ORDENACION URBANISTICA:

- La ordenación de usos y actividades utilizara el criterio de proximidad entre los domicilios y los usos urbanos a través de un sistema de calles con prioridad peatonal en su diseño. Primero se analizan las necesidades de movilidad para los residentes y trabajadores hacia los usos y equipamientos. Posteriormente, se diseñan las tipologías de los edificios de forma coherente con la prioridad andando, de forma similar al método de trabajo habitual con la movilidad motorizada.
- Planificar usos mixtos en proximidad entre usos residenciales, comerciales y productivos favorece "la ciudad peatonal". Fomentar la mezcla de usos supone también incrementar la edificabilidad residencial con usos comerciales y terciarios. Se recomienda al menos un 35% de edificación adicional. La Dispersión de los Centros de Actividad reduce las sinergias que presentan los ejes de centralidad urbana, pero tiene como ventaja la disminución media de los desplazamientos desde el domicilio.
- El menor tamaño de las manzanas favorece la movilidad peatonal al aumentar la permeabilidad del sector urbano, así como las oportunidades de generar espacio público y vecindad: esquinas que sugieren cambios de dirección y nuevas miradas hacia el interior del barrio, aumentando también la creación de centralidad local, dilataciones de transición entre manzanas adyacentes, etc. Por el contrario, las grandes manzanas alejan a las manzanas traseras creando aislamiento para la vida vecinal y reduciendo las actividades urbanas de la vida del barrio y produciendo segregación entre la calle principal y las laterales.
- Los bloques largos en planta baja con carácter mixto crean carácter de barrio, a costa en muchas ocasiones de generar barreras en las zonas traseras. Al aumentar la permeabilidad con nuevas calles intermedias los cambios sociales son previsibles (Jane Jacobs, Muerte y Vida de las grandes ciudades). En estos casos se sustituye el aislamiento de zonas urbanas con caminos individuales por integración de ciudad nueva con antigua, y aumento de combinaciones de itinerarios y mayor distribución homogénea evitando vacíos de actividad. Aquí de nuevo la forma del espacio público de la calle resulta clave para potenciar la diversidad de situaciones y de vínculos entre calle, transporte peatonal, usos y zonas residenciales.
- La proximidad entre los edificios favorece la caminalidad del barrio (relacionada con la variable anterior relativa al menor tamaño de las manzanas), al implicar mayor proximidad a las dotaciones desde los domicilios, y por tanto, una mayor accesibilidad general. Se trataría de incorporar en "negativo" el tamaño de manzana.

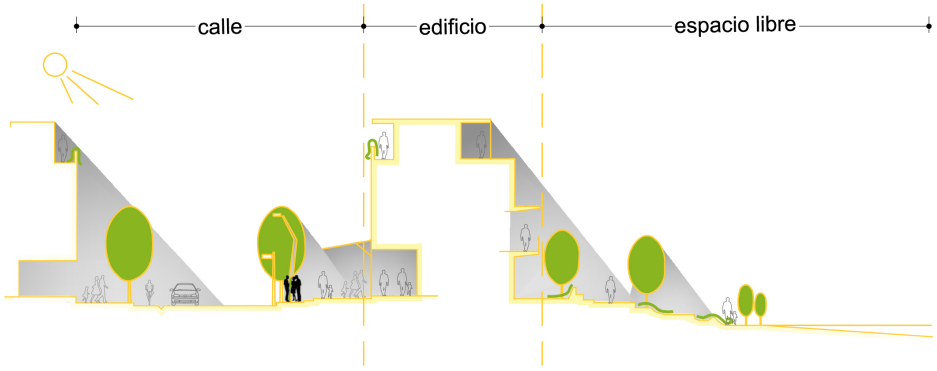


EL NÚMERO DE CRUCES EN LA CALLE Y EL TAMAÑO DE LA MANZANA AUMENTAN LA PERMEABILIDAD PEATONAL: VARIABLE SIGNIFICATIVA



LA MAYOR SEPARACIÓN ENTRE EDIFICIOS INFLUYE EN LA CAMINALIDAD

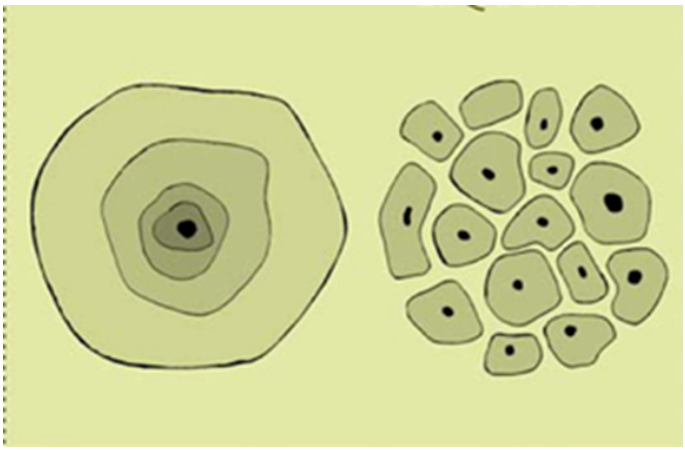
- La densidad del comercio incrementa la movilidad peatonal, destacando el “pequeño comercio” y los supermercados de barrio.
- La densidad del arbolado de sombra junto con la protección de la sombra del edificio tiene una alta significancia con la movilidad peatonal. Su integración en los itinerarios peatonales introduce beneficios por la calidad del aire y bienestar físico y emocional.

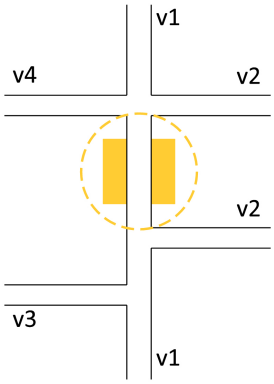


LA PROTECCIÓN CLIMÁTICA DEL ARBOL Y EL EDIFICIO

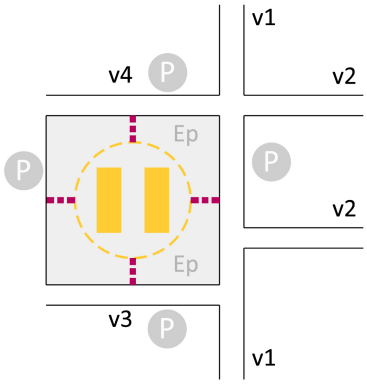
- La Coordinación entre usos del suelo, el Sistema de Transportes y el modelo de ciudad compacta y policentrica favorecen la movilidad peatonal. La concentración de los usos productivos y terciarios de carácter mixto en las estaciones y paradas del transporte aumenta la potencialidad peatonal.
- La construcción de centralidades urbanas próximas a las principales vías motorizadas no resulta adecuado para la accesibilidad peatonal. Es preferente desarrollar redes peatonales en los recorridos de aproximación a los equipamientos y dotaciones y para gestionar los principales eventos estacionales (ferias, encuentros, exposiciones, etc).
- La mayor densidad de población en el planeamiento permite que los domicilios y los equipamientos estén más próximos, y por tanto, resulta ser un criterio para favorecer la movilidad peatonal. Las densidades habituales en el planeamiento (40-50 viviendas hectárea) resultan insuficientes para generar movilidad peatonal de proximidad. Aumentar las densidades en las

periferias hasta lo que permite la Ley (75 y 100viviendas por hectárea) resulta coherente con la estrategia de ciudad peatonal.





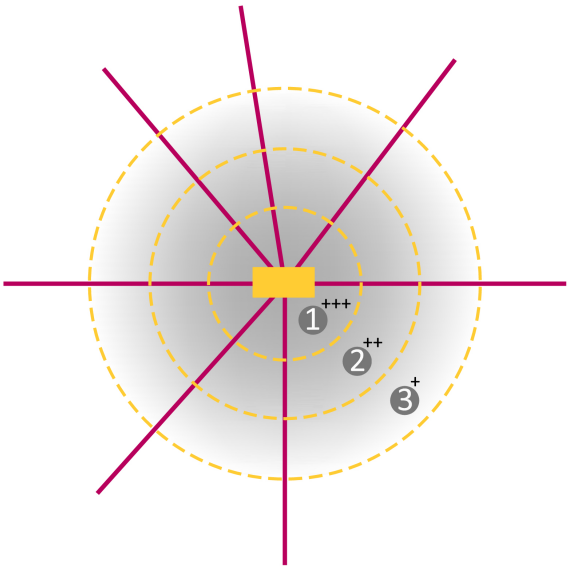
CENTRALIDAD TRADICIONAL:
BASADA EN LA MOTORIZACIÓN



CENTRALIDAD REGENERADA
PARA LA CAMINALIDAD COMO ACCESO PRINCIPAL

Conexiones peatonales
V1-V4: Sistema viario
P Aparcamientos vehículos motorizados

- La proximidad entre los comercios y las zonas residenciales favorece la elección del viaje andando. Andando a comprar es siempre “la mejor opción”.
- Diseño de plataformas peatonales continuas en los accesos a grandes equipamientos y penalizar simultáneamente al automóvil con medidas de templado y “realzados”.
- La posición relativa de los equipamientos y dotaciones en los centros urbanos presenta una elevada significancia para la movilidad peatonal. La cercanía que tiene una zona respecto a las zonas centrales de la ciudad representa el grado de caminalidad esperado, (Algoritmo Closeness Centrality). Según este algoritmo, el crecimiento de las periferias modifican la posición del centro de gravedad, y en consecuencia varía la posición de la máxima movilidad peatonal hacia la nueva posición. Por tanto, la planificación de nuevos desarrollos urbanos debe considerar este criterio para prever la modificación de las centralidades.



ALGORITMO 'CLOSENESS CENTRALITY':
LOS VIAJES PEATONALES AUMENTAN HACIA EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA CIUDAD

SOBRE LA RED PEATONAL:

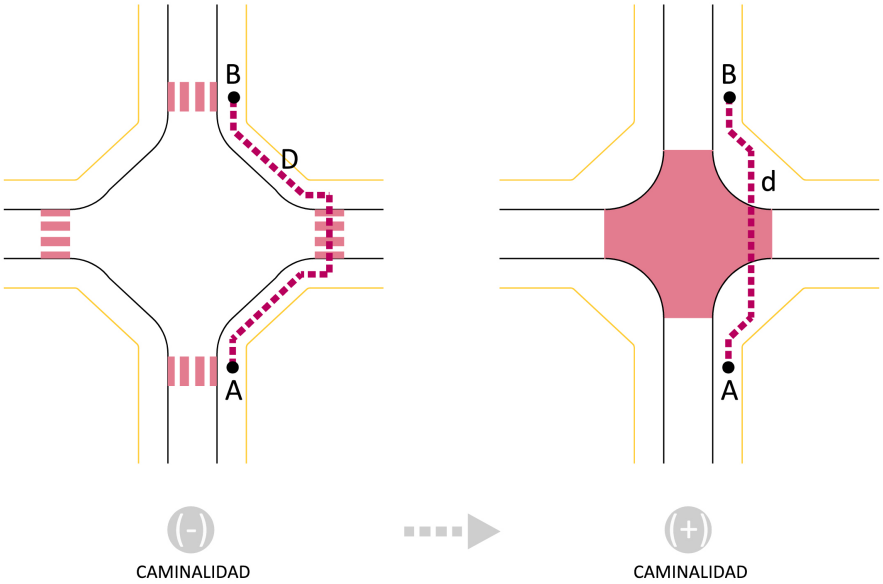
- La red peatonal será dimensionada como sistema de transporte esencial de articulación desde los domicilios a los centros de actividad y equipamientos.
- La red peatonal garantizara la conectividad con todos los equipamientos y dotaciones básicas en distancias inferiores a 1,7km, mediante una red de itinerarios peatonales seguros. Para distancias mayores se diseñara el viaje combinado entre caminalidad y transporte público que permitirá realizar toda la movilidad sin necesidad de utilizar el coche, y haciendo posible la cobertura integral del sistema de los desplazamientos totales de la población mediante la integración de ambos sistemas. De esta manera, la alianza red peatonal-transporte público dará respuesta completa y adecuada a toda la movilidad frente al uso del automóvil.
- Las estaciones del transporte tienen especial importancia en el desarrollo de la movilidad peatonal. La proximidad de las estaciones del transporte con usos comerciales y servicios terciarios tiene grandes efectos sinérgicos.

SOBRE LA RED VIARIA:

- Diseñar "ejes peatonales" como elementos de ordenación urbanística que concentran los usos residenciales con las actividades, los equipamientos y dotaciones de la escala del barrio. Tienen consideración de plataformas caminables relacionadas con el espacio público que organiza la estructura de usos y actividades con carácter lineal.
- La red motorizada se diseñara como un sistema complementario del transporte público y de la movilidad peatonal. Debe acotarse la intensidad del tráfico motorizado en las zonas de centralidad urbana y en zonas de concentración de equipamientos.
- La red motorizada se establece como sistema complementario de la red peatonal, ciclista y transporte público. La jerarquía del viario tendrá un orden decreciente desde la calle de distribución principal hasta la calle local, finalizando en ámbitos fin de trayecto motorizado. Restringir la aproximación del automóvil fuera de las zonas de concentración de actividades. Establecer soluciones de "coexistencia" peatón- automóvil, evitando la segregación de espacios según los modos de transporte, moderando el tráfico en las centralidades del barrio con prioridad para residentes y vehículos autorizados.
- Diseñar las secciones multimodales del viario con prioridad peatonal, utilizando parámetros mediante porcentaje entre espacio peatonal y espacio motorizado (vías de tráfico + aparcamiento) usando el criterio de "la terciana" en el viario principal (superior a 35m de anchura): un tercio para el espacio motorizado y dos tercios para la movilidad activa, en plataformas laterales. En calles convencionales criterio de porcentaje mínimo del 60% de la sección para acerado en viario distribuidor (hasta 35m de anchura).
- Establecer secciones de bulevar lateral evitando "islas peatonales". Suprimir las vías de servicio de las avenidas centrales, manteniendo "calles compartidas" en el acceso a las edificaciones.

SOBRE LOS CRUCES:

- El diseño de las intersecciones debe basarse en la seguridad peatonal y conseguir la continuidad del recorrido sensible en itinerarios sustanciales del barrio y ciudad a la vez.
- Las glorietas no son la solución única para resolver encuentros entre vías principales. Los manuales de diseño recomiendan geometrías óptimas para la circulación motorizada, pero olvidan al peatón en sus propuestas. Adaptar los manuales técnicos en el medio urbano y en el medio interurbano (travesías de carreteras con tránsito peatonal) se hace indispensable.



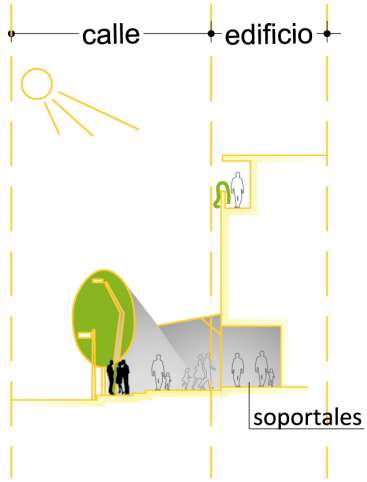
EL DISEÑO DEL CRUCE Y EL RECORRIDO PEATONAL

SOBRE EL PEATON Y EL TRANSPORTE PÚBLICO:

- Potenciar la integración de la red peatonal con las paradas del transporte, y adaptar las marquesinas a los flujos peatonales integrándolas en los espacios públicos de barrio, principales centralidades y equipamientos.
- Concentrar los equipamientos y dotaciones en el entorno de los centros del transporte, para garantizar la máxima sostenibilidad.
- Garantizar óptimas condiciones de intercambio entre la red peatonal y el sistema de aparcamientos.

SOBRE LA NORMATIVA URBANISTICA Y LA PROTECCION CLIMATICA:

- Favorecer tipologías de edificación para la protección climática de la calle: Soportales en planta baja con actividad comercial, voladizos de protección de resguardo invierno/ verano, etc.



LA PROTECCIÓN DEL SOPORTAL EN LA EDIFICACIÓN

EL APARCAMIENTO EN BOLSAS FUERA DE LA VIA PÚBLICA:

Permitir el desarrollo de ordenaciones residenciales sin aparcamiento en la vía pública tiene gran interés aunque la legislación actual no lo recoge. La posibilidad de concentrarlos en parcelas de uso exclusivo y establecer recorridos de aproximación peatonal desde las zonas centrales permite entender la calle como

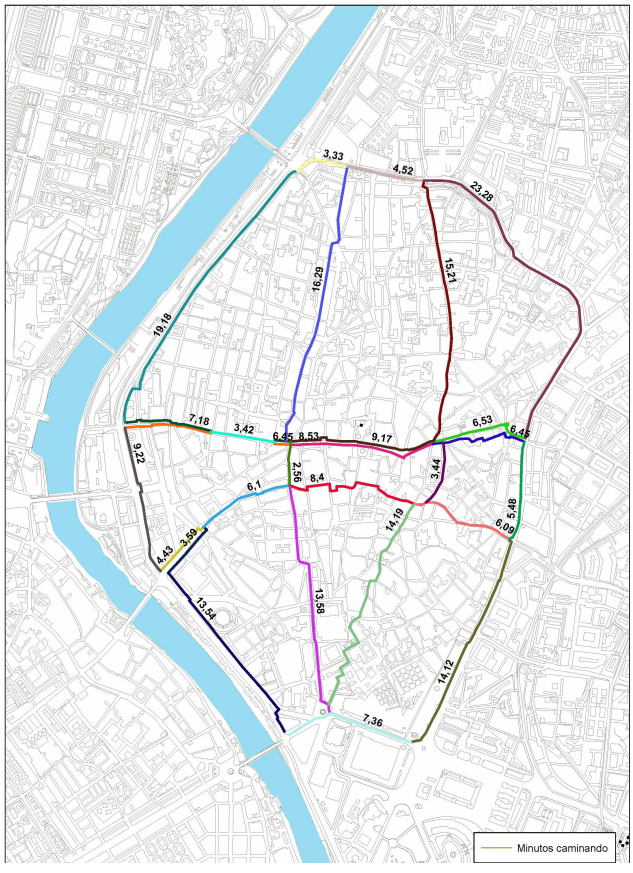
soporte multimodal en coexistencia. La contabilización como parte de las dotaciones de aparcamiento que contempla la LOUA resulta atractivo en este caso.

INTEGRAR LOS CAMINOS PUBLICOS EN EL PLANEAMIENTO:
El planeamiento debe integrar los caminos públicos de cualquier naturaleza en la red peatonal de articulación interna, estableciendo cautelas de protección para ser incorporados dentro de zonas verdes, parques y otros sistemas generales. Como base de referencia de la delimitación de suelo de titularidad pública se utiliza el vuelo americano de 1956, que permite identificar la red de caminos preexistente. Al no haber legislación posterior, la propia foto aérea es la prueba de la existencia de suelos públicos, y por tanto, es la herramienta que ha sentado jurisprudencia para recuperar suelos públicos usurpados por la propiedad privada. La adopción de medidas para que los notarios, y los registradores de la propiedad apliquen estas medidas con carácter obligatorio permitiría corregir las escrituras públicas en fraude de ley, en caso de detectar este tipo de situaciones. Las administraciones públicas locales y autonómicas solicitaran este documento, para validar la conectividad de las ordenaciones con los caminos públicos, aportando el solape entre la ordenación con el vuelo americano.

ELABORACION DE MAPAS DE TIEMPO ANDANDO: “SEVILL(AL)MINUTO”:
La elaboración de mapas de tiempos andando permite valorar la proximidad a las zonas principales de actividad y los equipamientos a través de los itinerarios establecidos desde la planificación. El mapa tiene una formalización similar a las redes de transporte público, y permite identificar los tiempos de viaje según cada uno de los tramos de los Itinerarios. La comparación del mapa con la disponibilidad de tiempo y las diferencias estimadas con utilizar otros medios de desplazamiento servirán de referencia para decidir el viaje.

La aplicación del mapa “SEVILL(AL) MINUTO” representa los tiempos medios de viaje según el tramo, incluyendo el tiempo de recorrido medio (considerando 4,5km/h) a los cuales se suman los tiempos adicionales por las esperas medias en los cruces semaforizados según los siguientes factores:

- Reducción de la velocidad peatonal por concentración de usos y elevada intensidad de peatones.
- Importancia del cruce semaforizado y tiempo medio de verde asignado desde el Centro de Tráfico.
- Número de cruces con paso de cebra sin semáforo.
- Influencia de la anchura media de acerado.



A partir de los datos del mapa se analizara la evolución de los tiempos andando en función de las mejoras que se realicen en cada uno de los factores relacionados. El seguimiento posterior permitirá comprobar su evolución, y los resultados de las mejoras estructurales que puedan aplicarse.

SOBRE LA CUANTIFICACION DE LOS VIAJES CORTOS EN LOS ESTUDIOS DE MOVILIDAD:
Los viajes cortos son muy superiores a los que registran las encuestas de movilidad domiciliaria, y convierten al peatón en invisible en las estrategias de planificación de la ciudad. Estos pequeños recorridos son mayoritarios en el vecindario, siendo de gran importancia para la convivencia vecinal, expresión vital de la ciudad contemporánea. En general, son olvidados los viajes cortos basados en el domicilio, por ser de duración inferior a 10 minutos (800m), pero pueden suponer habitualmente un 20% de la movilidad total.
Al menos el 50% del total de la movilidad se realiza andando (Las Cuentas Integradas del Transporte en Andalucía, 2015). Los viajes cortos se refieren a aspectos como: la parada de transporte, hacer "recados", la compra cotidiana, el periódico en el Kiosco, al bar, al estanco, la peluquería, servicios especializados, etc. En Sevilla, mientras la encuesta de 2007 recoge 31% de los viajes peatonales, la realidad actual se estima en el 49,8% (Las cuentas integradas del transporte 2015). Por diferencia, los viajes cortos no cuantificados están suponiendo actualmente un 18,8% en la ciudad de Sevilla.

El porcentaje de viajes cortos se ha estimado por diferencia entre los datos actuales y los de la encuesta de movilidad realizada por el Ministerio de Fomento, 2006-2007, que no incluían este tipo de viajes. Los resultados obtenidos sirvieron de base para dicho trabajo de investigación I+D+i, de la Consejería de Fomento y Vivienda. Esta cuestión no sucede con la movilidad motorizada, ya que generalmente están contabilizados en su totalidad al tener tecnologías específicas (espiras semafóricas, aforadores). Por ello, es importante visibilizar la movilidad peatonal "real", evitar los viajes olvidados y trasladar con el rigor necesario los datos correspondientes. Se proponen las siguientes estrategias:

- Visibilizar la movilidad peatonal "real" en el reparto modal. A falta de datos, se considera que al menos el 50% del total de la movilidad se realiza andando, y que los viajes cortos olvidados pueden suponer más del 20% de los viajes totales.
- Incorporar en el planeamiento estudios de demanda y oferta de la movilidad peatonal, a partir de los cuales se justificara la ordenación de los usos y actividades urbanas en distancias peatonales.

P.5. INDICADORES DE LA CIUDAD CAMINABLE.

Los indicadores de caminalidad propuestos son coherentes con el protocolo anterior, y permiten el seguimiento de los parámetros de movilidad peatonal en comparación con la situación de partida. Permitirán conocer el resultado de las medidas adoptadas y la eficacia de las inversiones.

La batería de indicadores propuesta es sencilla y al mismo tiempo útil para explicar lo que sucede por la facilidad de interpretar los avances, siendo parámetros de fácil medida y por tanto que facilitan el seguimiento continuo. Son los siguientes:

INDICADORES DE LA RED PEATONAL:

- Evolución de nuevos Itinerarios peatonales en la ciudad (m).
- Número de actuaciones de micropeatonalizacion en la ciudad (numero).
- Número de espacios públicos accesibles desde la Red Peatonal Sustancial (m2).
- Número de niños jugando en libertad por en las calles de los barrios de la ciudad.

INDICADORES DE LA ORDENACION URBANISTICA:

- Número de actuaciones urbanísticas con mezcla de usos: edificabilidad complementaria a la edificabilidad residencial del 25% para usos comerciales, servicios terciarios y productivos.
- Evolución de la Densidad Residencial de los nuevos desarrollos urbanísticos, indicador de proximidad de las actividades y dotaciones con viviendas (hab/ha).

INDICADORES DE PROXIMIDAD:

- Indicador de Proximidad andando a los equipamientos: número de equipamientos en un determinado radio de 1.700m, sin necesidad de recurrir a otros medios de transporte.

INDICADORES AMBIENTALES:

- Evolución de la Densidad de Arbolado en los barrios (arboles/ha).
- Evolución del número de itinerarios arbolados de la ciudad (numero).
- Índice de reducción de la velocidad media de circulación motorizada en el viario urbano según los barrios (% reducido).
- Número de espacios públicos con ruido inferior a 20dBa (% reducido).
- Número de espacios urbanos con buena calidad del aire. (sustancias contaminantes nulas).

INDICADORES DEL MODELO DE CIUDAD:

- Superficie de viario recuperado para el peatón (m^2).
- Número de carriles de circulación transformados en espacios para movilidad activa (numero).
- Evolución del porcentaje del espacio peatonal en los barrios (% reducido).
- Número de calles compartidas entre peatón y coche.
- Número de barreras físicas eliminadas en la ciudad, con incidencia en la caminalidad de la ciudad.
- Número de glorietas sustituidas por otro tipo de cruces.
- Número de plazas de aparcamiento eliminadas en la calle.
- Número de plazas de aparcamiento destinadas a la ampliación de acerados.
- Número de actuaciones para aparcamiento para automóviles en parcelas de uso específico.

INDICADORES PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO:

- Número de paradas de transporte público adaptadas con prioridad peatonal: supresión de obstáculos y mejora de las plataformas de acceso, mejora de los pavimentos, etc.
- Número de Estaciones de transporte adaptadas para la movilidad peatonal.

INDICADORES DE GESTION DE LA SEMAFORIZACION:

- Número de normas de gestión semafórica modificada para la prioridad peatonal en los cruces.
- Número de pasos de peatones diseñados para la velocidad andando: 1,5seg/m de cruce.
- Número de semáforos con tiempos de despeje igual o mayor a 5 segundos.
- Número de pasos de peatones aproximados a las esquinas para reducir la distancia de cruce.
- Número de semáforos que suprimen la fase “ámbar” del semáforo en giros a la izquierda.

ANALISIS DE ACCIDENTES DE PEATONES:

Conocer las causas de los accidentes de peatones permite identificar los puntos débiles de la ciudad en materia de movilidad peatonal. La información que trasmiten los atestados de la policía local es insuficiente o no se comunica a los responsables técnicos y políticos, no existiendo protocolos para conocer sus causas para estudiar las correcciones que generaron el accidente. Las cuestiones puntuales son esenciales en la solución de este tipo de problemas y suponen un estudio pormenorizado del problema. Se proponen los indicadores siguientes:

- Elaboración del mapa anual de atropellos de peatones en los últimos años.
- Evolución de causas de los accidentes a peatones según las calles donde se han producido.
- Evolución de los accidentes por atropello a peatones en los barrios.