

Parqueaderos Inteligentes en Zonas de Estacionamiento Regulado (Z.E.R)

Christian Flórez Vargas

Para optar el título de especialista en gerencia de Proyectos

Asesora de metodología

Edilma Rentería Rodríguez

Magister en Educación

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Dirección de Postgrado

Medellín

2014

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	4
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1. Descripción del problema.....	5
1.2. Formulación del problema.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3. JUSTIFICACION	10
4. MARCO DE REFERENCIA.....	11
4.1. ESTADO DEL ARTE.....	12
4.2. MARCO CONCEPTUAL.....	15
4.2.1. Estacionamiento regulado.....	15
4.2.2. Movilidad	16
4.2.3. Parqueaderos inteligentes.....	20
4.2.4. Cartografía	22
4.2.5. Sistemas de Información Geográfica (GIS).....	26
4.2.5.1. GIS modelo raster	30
4.2.5.2. GIS modelo vectorial.....	31
4.2.5.3. GIS relaciónraster-vectorial	31
4.2.5.4. Componentes de un sistema GIS	32
4.3. MARCO CONTEXTUAL	34

4.3.1. Zona de Estacionamiento Regulado (Z.E.R).....	34
4.3.2. Sistema Municipal de Estacionamiento Regulado.....	43
4.4. MARCO LEGAL.....	43
5. METODOLOGIA	47
5.1. ENFOQUE.....	47
5.2. TIPO DE ESTUDIO.....	48
5.3. TIPOLOGIA DOCUMENTAL	48
5.4. CATEGORIAS DE ANALISIS.....	49
5.5. METODO DE RECOLECCION.....	50
6. ANALISIS	52
7. DISEÑO DE HERRAMIENTA TIC	57
7.1. Casos de uso.....	58
7.2. Arquitectura lógica de componentes	63
7.3. Diagrama de paquetes	65
8. CONCLUSIONES	69
9.BIBLIOGRAFIA	73

INTRODUCCION

El presente trabajo es el desarrollo de una investigación que busca definir cuáles serían las características de una solución TIC para dispositivos móviles que permita la gestión inteligente de los recursos de infraestructura vial como lo son los parqueaderos regulados (Z.E.R) dentro de la ciudad de Medellín, con el único propósito de aportar al crecimiento y construcción de una ciudad inteligente más amable con sus ciudadanos y el medio ambiente que la rodea. Actualmente se requiere iniciar el desarrollo de ciudades inteligentes que permitan gestionar de manera óptima sus recursos debido a que no es viable el continuar expandiendo su infraestructura al menos en el corto y mediano plazo, en otros países ya se ha avanzado mucho en estas iniciativas de ciudades inteligentes y los resultados que se han obtenido a nivel de impacto social y ambiental es muy positivo.

La investigación tiene un enfoque cualitativa ya que inicialmente busca describir las tecnologías que permitirán la implementación de este tipo de soluciones, la información es recolectada y tomada de fuentes secundarias de información de proyectos similares que se encuentran documentados en

revistas indexadas en bancos de datos de universidades, finalmente por su tipo de estudio Argumentativo Exploratorio se busca diseñar la propuesta TIC que permitirá hacer una gestión inteligente de las celdas de estacionamiento regulado de la ciudad.

El resultado final de la investigación es el diseño de los componentes arquitectónicos de tipo software/hardware que requerirá la solución para su implementación y la relación entre los diferentes sistemas que intervendrán en esta, además se documentan las funcionalidades que esta deberá implementar para permitirle a los usuarios desplazarse a través de estas zonas altamente congestionadas de una manera inteligente y óptima.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema.

En la ciudad de Medellín según reportes oficiales del programa "Medellín Como Vamos" en cuanto al tema de movilidad en el año 2012 circularon 1'100.148 vehículos, un 8% más que aquellos que lo hicieron en 2011 y el crecimiento de la malla vial fue de tan solo 0,97% para el periodo 2008-2011. A pesar de que se tiene un buen sistema de transporte masivo no se ha logrado el desprendimiento del vehículo particular como medio de transporte; por otro lado el panorama, en éste tema, para la capital del país,

Bogotá no es alentador, según investigaciones que se han realizado para el tema de movilidad y parqueaderos, en la última década el parque automotor ha crecido en un 10%, para los años 1999-2001 ya se contaba con más de 1'000'000 de vehículos. Actualmente según la cartera de Movilidad del Distrito, en Bogotá circulan 1'286'949, es decir que hay 130 vehículos particulares por cada 1.000 habitantes y se cuenta con tan solo 29.966 cupos para estacionar vehículos, en consecuencia, se requiere un espacio público en parqueaderos equivalente a nueve veces el área de la Universidad Nacional lo cual no es viable destinar este espacio con este fin.(Programa Medellín Como Vamos, 2013).

Las personas transitan por las ciudades con el fin de realizar una serie de actividades de su interés como trabajar, estudiar, hacer compras y visitar amigos. Este traslado puede llevarse a cabo ya sea caminando o utilizando vehículos motorizados (autobuses y automóviles) o no motorizados (bicicletas). Dicha circulación, reflejada en el consumo de espacio, tiempo, energía y recursos financieros, también puede traer consecuencias negativas como accidentes, contaminación atmosférica, acústica y congestión vehicular. El intenso proceso de urbanización de las sociedades en las últimas décadas deja en evidencia la necesidad de cuidar las ciudad, espera que sus espacios ofrezcan una buena calidad de vida, lo cual incluye condiciones adecuadas de movilidad de personas y mercancías. Esta necesidad se intensifica en las grandes metrópolis que ya registran graves problemas sociales, económicos y ambientales relacionados con el desplazamiento de sus habitantes.(Alcántara, Vasconcellos y Eduardo, 2010).

Según las estadísticas, se espera que en los próximos años siga creciendo desproporcionalmente la cantidad de automóviles con respecto a la infraestructura vial y de espacio público para el tráfico de estos vehículos

en las principales ciudades de Colombia y en la mayoría de países de cultura occidental, generando esta situación problemas críticos de tránsito con los altos congestionamientos que se presentan en las zonas más transitadas de estas grandes ciudades, lo cual de seguir así esta situación impactará de sobremanera la calidad de vida de sus habitantes generando inconformidades al desplazarse de un sector a otro, desperdicio de grandes cantidades de tiempo y contaminación ambiental.

Como consecuencia, se han adelantado trabajos para comenzar a construir "Ciudades Eficientes/Inteligentes" que puedan contrarrestar o atenuar en cierto grado esta problemática del congestionamiento vial, uno de los aspectos en los cuales se ha avanzado y ya se tienen implementaciones en algunas ciudades es el desarrollo de sistemas que aplican el concepto de "Tránsito Inteligente" (S. Evenepoel, J. Van Ooteghem, S. Verbrugge, D. Colle and M. Pickavet, 2014); apoyados y soportados con herramientas TIC, esto con el fin de orientar al conductor en la toma de decisiones al transitar por zonas altamente congestionadas brindándole información en tiempo real sobre el estado de estas y sus espacios públicos, uno de los frentes en los cuales se ha adelantado y se han realizado trabajos de investigación es en el tema de "**Parqueaderos Inteligentes**" (Smart Parking) debido a que la necesidad de parqueadero de un vehículo se ha convertido en un problema de improductividad al transitar durante largo tiempo y distancia buscando disponibilidad de espacio en zonas de estacionamiento reguladas, lo cual es

una de las causas claves de la congestión del tráfico en estas ciudades, es necesario un mecanismo que permita monitorear y gestionar estas áreas de parqueaderos, y las TIC hacen posible implementar funcionalidades o mecanismos que permitan guiar a los conductores hacia zonas de estacionamiento reguladas que se encuentren con celdas libres donde parquear, redireccionar el tráfico cuando se encuentren totalmente llenos estos espacios de parqueo, poder hacer reservas de un espacio de parqueadero, hacer los recaudos/pagos de estos parqueaderos regulados a través de pagos electrónicos, todas estas y más funcionalidades han tenido un impacto positivo en la reducción de la congestión y la polución en otras ciudades eficientes, reduciendo el tiempo de los conductores encolados o buscando un espacio libre donde parquear, además de estimular el uso de transporte público al identificar altas congestiones cuando no se dispone de mucho tiempo para conseguir donde parquear.(Hosseini Lagha G, Mokhtary Malek Abadi R and Gandomkar A, 2012).

El desarrollo de "**Parqueaderos Inteligentes**" es el objeto del presente trabajo de investigación, el cual busca definir y diseñar una herramienta TIC que aporte a la construcción de ciudades inteligentes en Colombia y en cualquier ciudad del mundo donde se dé la necesidad y condiciones para la implementación de estas herramientas.

1.2. Formulación del problema.

¿Cómo diseñar una herramienta TIC para dispositivos móviles de uso masivo que permita informar en tiempo real y de manera pública a la ciudadanía la ubicación y disponibilidad de celdas de parqueo en una Zona de Estacionamiento Regulado (Z.E.R) en la ciudad de Medellín ?

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una herramienta TIC para dispositivos móviles que suministre en tiempo real información del estado de la disponibilidad de las zonas de estacionamiento reguladas (Z.E.R) en la ciudad de Medellín.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la información cartográfica de la ciudad de Medellín y sus zonas de estacionamiento regulado.

- Evaluar que tecnologías de tipo GIS (Sistemas de Información Geográfica) permiten conocer la ubicación y disponibilidad de un espacio en tiempo real.
- Especificar las funcionalidades y/o características que deberá tener la herramienta TIC para la gestión de estacionamientos regulados (Z.E.R).

3. JUSTIFICACION

A nivel mundial en las últimas décadas se ha experimentado un crecimiento considerable en el número de vehículos que circulan por sus vías públicas; esto debido a la masificación de este medio de transporte y a los medios financieros que se brinda para la adquisición de estos, lo cual ha impactado en la calidad de vida de los habitantes de estas grandes urbes al verse afectada su movilidad y calidad del medio ambiente, es por esto que ya se ha comenzado a trabajar en el concepto de "Ciudades Inteligentes" con el fin de optimizar el uso de los recursos de infraestructura con los que cuenta una ciudad permitiendo crear herramientas que ayuden a tener ciudades más amables con el medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes.

Uno de los principales recursos que se busca optimizar son las vías públicas de una ciudad en las zonas con mayor flujo vehicular, con el fin de mejorar su movilidad, reduciendo el estrés y la incomodidad generada al transitar ineficaz y lentamente por sectores aglomerados de automóviles y por otro lado se impacta o disminuye la contaminación ambiental generada por la polución de los automóviles al desplazarse.

Por esto se han adelantado investigaciones e implementaciones en países desarrollados con sistemas de "Transito Inteligente" donde se busca evitar desplazamientos ineficientes e inefectivos a la hora de transitar por zonas altamente congestionadas como centros, zonas de entretenimiento, zonas turísticas etc.. , uno de los componentes de estos sistemas son los "Parqueaderos Inteligentes" donde se busca informar al conductor en tiempo real el estado actual de la disponibilidad de parqueaderos regulados en estas zonas congestionadas y en qué ubicaciones poder encontrar con mayor probabilidad celdas de parqueo disponibles; en caso contrario redireccionar al conductor hacia otros sitios fuera de estas zonas para disminuir congestión y contaminación de las mismas.

4. MARCO DE REFERENCIA

En el presente capítulo abarcaremos primero el estado del arte del proyecto haciendo una reseña de otras implementaciones que se han realizado en diferentes países del concepto de ciudades y parqueaderos inteligentes, y como esto ha impactado positivamente en la construcción

de ciudades más amables con la sociedad y el medio ambiente, después se explicara toda la base conceptual que implica el presente trabajo, y finalmente se habla del contexto de las zonas de estacionamiento regulado en la ciudad y como las TIC pueden aportar a la gestión inteligente de las zonas de parqueo reguladas en Medellín.

4.1. ESTADO DEL ARTE

El poder encontrar un lugar de estacionamiento disponible donde parquear un vehículo cuando se está transitando a través de un área o sector de una ciudad con un gran número de habitantes y con altos índices de congestión vehicular en una hora pico, es uno de los aspectos fundamentales e importantes a tener en cuenta si se quiere mejorar o tener una mejor movilidad a través de estos sectores congestionados donde la cantidad de personas y vehículos que circulan por ellos es bastante grande como lo son los centros históricos, lugares de entretenimiento como coliseos, estadios, grandes superficies de centros comerciales, zonas rosas, atracciones turísticas, entre otros(S. Evenepoel, J. Van Ooteghem, S. Verbrugge, D. Colle and M. Pickavet, 2014).

El poder contar con un sistema de tránsito que evite o reduzca la cantidad de automóviles circulando durante un tiempo por la misma zona intentando localizar una celda de parqueo disponible, es una gran herramienta que impacta la movilidad de manera positiva, impacta la calidad de los espacios públicos comunes al reducir el estrés producido por la congestión y la contaminación innecesaria producida por las distancias recorridas durante un tiempo considerable por parte de los conductores para conseguir donde estacionar(Rehanullah Khana, Yasir Ali Shahb, Zeeshan Khanc, Kashif Ahmedad, Muhammad Asif Manzoorc and Amjad Alia, 2013).

Esto ha generado una tendencia en países de Europa, Asia y Medio Oriente en destinar recursos y esfuerzos en el desarrollo y construcción de ciudades inteligentes que cuentan con sistemas de parqueaderos inteligentes que apoyados en herramientas tecnológicas como sensores de espacio, interfaz gráfica de usuario (GUI), procesamiento de imágenes satelitales, interpretación de frecuencias de señales, monitoreo en tiempo real, inteligencia artificial, procesamiento distribuido utilizando redes de información, dispositivos móviles y sistemas de ubicación geográfica (GIS) hacen posible el desarrollo de soluciones que dan respuesta a estas necesidades (M.Y.I. Idris, E.M Tamil, Z. Razak, N.M. Noor and L.W. Kin, 2009).

En la ciudad de Bari-Italia se han implementado un sistema completo de aparcamiento satelital para optimizar la gestión de los parqueaderos en las

áreas periféricas y en el centro de la ciudad, el cual utiliza información de mapas y señalización para informar en tiempo real a los conductores del estado de estas zonas en cuanto a disponibilidad de parqueaderos y re-enrutarlos hacia las zonas donde es posible parquear en determinado momento, esta implementación ha impactado de manera positiva y significativa a la mejora del entorno social y ambiental de la ciudad, y por otro lado la movilidad, de esta manera ha implementado todo un sistema de parqueaderos inteligentes utilizando satélites donde tiene mapeado toda la ciudad y las áreas de parqueadero disponibles (Universidad de Nápoles Federico II, 2009) , a continuación mostramos una gráfica del sistema de parqueaderos inteligentes de Bari-Italia:



Figura 1. Mapa del sistema de parqueaderos inteligentes de Bari-Italia, Tomada de(Universidad de Nápoles Federico II, 2009)

En el puerto Genaveh en Irán, se implementó un sistema de parqueaderos inteligentes utilizando GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y tecnología GIS (Sistemas de Información Geográfica), este puerto tiene una gran demanda turística por sus atracciones con que cuenta, cada año recibe millones de turistas de todas partes del mundo, es comprensible entonces que tiene un alto flujo vehicular y gran congestión por este motivo, debido a esto se requirió implementar un sistema de parqueadero inteligente que ha permitido optimizar los recursos de infraestructura vial de parqueaderos habilitados para los turistas en las zonas más visitadas (Hosseini Lagha G, Mokhtary Malek Abadi R and Gandomkar A, 2012).

4.2. MARCO CONCEPTUAL

4.2.1. Estacionamiento regulado

Los espacios que hacen parte de la vía pública destinados por parte de la administración pública o la secretaría de tránsito de un municipio en los sectores de alto flujo vehicular para permitir el aparcamiento de los diferentes automotores que circulan por esta, son considerados estacionamientos regulados. Este servicio tiene una tarifa por una unidad de tiempo definida, lo cual genera una serie de recaudos que van directo al patrimonio del estado para re-invertirlos en infraestructura vial. Estos espacios también tienen una regulación que define las normas y

leyes que las rige y son de estricto cumplimiento, es una obligación por parte del estado brindar y construir estos espacios para que la ciudadanía tenga la posibilidad de parquear en sitios donde la demanda de estos es muy alta y el flujo vehicular es considerable.

En lo que a la planificación y gestión de la vía pública se refiere, la cultura de la movilidad sostenible ha introducido una nueva visión que propone favorecer los sistemas de desplazamiento más eficientes y saludables, reduciendo el lugar privilegiado que el vehículo privado ha tenido en las últimas décadas, tanto a la hora de circular como de aparcar.

La regulación del aparcamiento privado en la calzada constituye un instrumento primordial a la hora de racionalizar el conjunto de la movilidad de una ciudad y mejorar del entorno urbano, siempre y cuando los conductores tengan a su alcance alternativas viables que favorezcan la intermodalidad y el uso racional del vehículo privado.

Una regulación inadecuada del estacionamiento en calzada genera costes económicos, sociales y ambientales relacionados con el derroche de tiempo, el consumo ineficiente de energía o la emisión de compuestos contaminantes, derivada de la búsqueda de espacios libres de aparcamiento en la vía pública. (Pineda & Abadía, 2011) .

4.2.2. Movilidad

La movilidad en las ciudades puede caracterizarse dependiendo de quienes son las personas que viajan y cada cuanto lo hacen, en (Alcântara, Vasconcellos y Eduardo, 2010) nos indican:

En primer lugar, la movilidad aumenta con el aumento del ingreso. En segundo lugar, varía conforme a las características económicas y sociales de las personas. Por ejemplo, así como los hombres suelen viajar más que las mujeres, también los hombres adultos involucrados en actividades laborales se desplazan más que los habitantes jóvenes y de edad avanzada. Personas con un nivel educacional más alto viajan

más que las demás y adultos con trabajo regular se desplazan más que los que tienen una ocupación inestable.

Las naciones unidas analizan la problemática de movilidad o congestión de las grandes ciudades y expresan las siguientes conclusiones(CUADERNOS DE LA CEPAL 87 NACIONES UNIDAD, 2003) :

La causa fundamental de la congestión es la fricción o interferencia entre los vehículos en el flujo de tránsito. Hasta un cierto nivel de tránsito, los vehículos pueden circular a una velocidad relativamente libre, determinada por los límites de velocidad, la frecuencia de las intersecciones y otras condicionantes. Sin embargo, a volúmenes mayores, cada vehículo adicional estorba el desplazamiento de los demás, es decir, comienza el fenómeno de la congestión.

La demanda de transporte es “derivada”, es decir, pocas veces los viajes se producen por un deseo intrínseco de desplazarse; generalmente, obedecen a la necesidad de acceder a los sitios en que se llevan a cabo las distintas actividades: trabajo, compras, estudio, recreación, descanso, y otros, todas las cuales se realizan en lugares diferentes.

La demanda de transporte es eminentemente variable y tiene puntas muy marcadas en las que se concentran muchos viajes, a causa del deseo de aprovechar en buena forma las horas del día para realizar las distintas actividades y tener oportunidad de contacto con otras personas.

El transporte se efectúa en limitados espacios viales, los que son fijos en el corto plazo; como es fácil de comprender, no se puede acumular la capacidad vial no utilizada para ser usada posteriormente en períodos de mayor demanda.

Las opciones de transporte que presentan las características más apetecidas –es decir, seguridad, comodidad, confiabilidad, autonomía, como es el caso del automóvil– son las que hacen un mayor uso del espacio vial por pasajero, como se explica más adelante.

Especialmente en zonas urbanas, la provisión de infraestructura vial para satisfacer la demanda de los períodos de punta tiene un costo muy elevado.

A raíz de todo lo anterior, se produce congestión en diversos lugares, con sus negativas secuelas de contaminación, importante gasto de los recursos privados y sociales, y pérdida de calidad de vida.

Estas características que generan la congestión se ven fuertemente ligadas a la cultura, los horarios y la forma de desplazarse, que al conjugarse dejan una ventana de tiempo muy pequeña en donde muchas personas tratan de acceder a una misma zona, Ej.: la hora del almuerzo, al finalizar la tarde el documento también explica dos enfoques para atacar el congestionamiento el primero es sobre la oferta de transporte público (CUADERNOS DE LA CEPAL 87 NACIONES UNIDAD, 2003):

La oferta de transporte urbana suele calificarse por su capacidad, entendida ésta como la cantidad de personas que pueden trasladarse en un determinado período de tiempo. Desde un punto de vista exclusivo de la infraestructura, la capacidad suele medirse como la cantidad de vehículos que puede circular por un sitio determinado en un cierto período de tiempo; este parámetro tiene significación cuando se trata de analizar la congestión; sin embargo, no debe perderse de vista lo que realmente interesa en una ciudad es permitir el traslado adecuado de las personas que lo requieran.

Y segundo enfoque es sobre la demanda que hay para transportarse, en donde la definen así (CUADERNOS DE LA CEPAL 87 NACIONES UNIDAD, 2003):

La demanda de transporte obedece a la necesidad o deseo de trasladar personas y bienes de un lugar a otro. Las actividades se efectúan en distintos lugares de la ciudad, lo que implica la realización de múltiples desplazamientos para ir y volver, por ejemplo, de la casa al trabajo o al estudio, para hacer compras, asistir a eventos culturales, sociales o recreativos, u otros. A fin de aprovechar mejor el día, gran cantidad de actividades laborales y educativas comienzan temprano en la mañana, lo que conlleva una fuerte acumulación de viajes en períodos relativamente breves, situación que se repite en la tarde a la hora de término de la jornada, aunque en forma generalmente menos aguda.

Si bien la esencia de la demanda es la movilización de personas o cosas, tiene también una dimensión de tránsito, en términos de volúmenes de vehículos que para dichos efectos se desplazan por las vías públicas. Las mencionadas concentraciones de viajes de la mañana y de la tarde generan el aumento de los volúmenes de tránsito, conocidos como lapsos u horas punta, que se traduce en congestión en diversas calles y períodos.

Finalmente se expresa que una de las medidas para atacar la demanda de transporte son las zonas de parqueo regulado (CUADERNOS DE LA CEPAL 87 NACIONES UNIDAD, 2003):

En las zonas centrales de las ciudades, debe propenderse a que el estacionamiento en las calles se destine a estadías de corta duración. Ello permite el acceso para fines de trámites o compras, a la vez que inhibe el aparcamiento para fines laborales, que representa el grueso de los motivos de viaje en las horas punta.

El pago de una tarifa debe ser el principal elemento racionalizador del aparcamiento regulado en la vía pública y tiene la ventaja adicional de generar recursos para el municipio. Puede ser conveniente establecer también lapsos máximos de estadía, aunque el pago es en sí un disuasivo para quedarse mucho tiempo. Una regulación más liviana consiste en permitir el estacionamiento gratuito, pero estrictamente limitado en cuanto a tiempo, para asegurar la rotación. Otra modalidad

empleada es reservar espacios para vehículos de dignatarios nacionales o extranjeros, aunque ello podría considerarse discriminatorio y generar resistencias. Sea cual fuere la modalidad empleada, debería darse a conocer claramente en el mismo lugar mediante simbología y carteles apropiados.

La regulación del estacionamiento en la vía pública es generalmente de potestad municipal y podría contar con un razonable apoyo del público. Su costo de implantación es normalmente abordable por medio de los presupuestos municipales o por concesión, recuperándose mediante el pago de las tarifas.

4.2.3. Parqueaderos inteligentes

Debido al impacto que ha tenido la problemática de la congestión vehicular a nivel ambiental y social, se han adelantado trabajos para la construcción de ciudades inteligentes capaces de enfrentar esta problemática no solo con el aprovisionamiento de nueva y mejor infraestructura vial sino también agregando la gestión o administración de los espacios públicos limitados con los que se cuenta en las zonas de mayor congestión, uno de estos espacios públicos son las Zonas de Estacionamiento Reguladas. Los parqueaderos son un componente esencial para un sistema de transporte efectivo, y hay dos maneras de enfrentar esta necesidad una es aprovisionando nuevos espacios y la otra es definir estrategias de administración que permitan hacer un uso más eficiente de estos recursos. (Universidad de Nápoles Federico II, 2009),

siguiendo la estrategia de administración de los espacios se han comenzado a implementar en grandes ciudades sistemas de parqueo inteligentes, entendiendo por parqueadero inteligente lo siguiente "Es el común denominador para un grupo de tecnologías y aplicaciones cuyo objetivo es permitir parquear un carro en un entorno urbano moderno. Muchas de estas aplicaciones ayudan a reducir los problemas generados por el incremento en la sobrecarga de tráfico en las ciudades. Un ejemplo típico es el poder guiar al conductor a celdas disponibles para parquear, redireccionar el tráfico cuando la capacidad de parqueo este saturada en una zona de la ciudad, permitir la reserva de celdas de parqueadero etc...",(S. Evenepoel, J. Van Ooteghem, S. Verbrugge, D. Colle and M. Pickavet, 2014).

Estos sistemas de parqueo inteligente aportan en cierto grado a la construcción de ciudades inteligentes, constituyéndose en una pequeña parte dentro de la convergencia de sistemas que conforman una ciudad inteligente, que le permita a los ciudadanos atenuar en cierto grado los problemas críticos de movilidad con los que se enfrentan en la actualidad haciendo uso de herramientas TIC, que son la columna vertebral de estas nuevas ciudades inteligentes, así como lo define (Mitchell, 2007) en su aporte por construir un sistema de transporte más eficiente, cómodo y sostenible para las ciudades del futuro:

Así pues, la nueva inteligencia de las ciudades reside en la combinación cada vez más efectiva de redes de telecomunicación digital (los nervios), la inteligencia

integrada de forma ubicua (los cerebros), los sensores e indicadores (los órganos sensoriales) y el software (el conocimiento y la competencia cognitiva). Esto no existe aislado de otros sistemas urbanos o conectados a ellos sólo mediante intermediarios humanos. Hay una telaraña creciente de conexiones directas a los sistemas mecánicos y eléctricos de los edificios, los aparatos domésticos, la maquinaria de producción, las plantas de procesamiento, los sistemas de transporte, las redes eléctricas y otras redes de suministro de energía, suministro de agua y eliminación de residuos, sistemas que proporcionan seguridad vital y sistemas de gestión para casi cualquier actividad humana imaginable. Además, las conexiones cruzadas entre estos sistemas -tanto horizontales como verticales- van creciendo. Y esto no ha hecho más que empezar.

4.2.4. Cartografía

La palabra cartografía tiene su origen en dos palabras en latín: **carta** que quiere decir papel que se utiliza con el fin de comunicar y por otro lado **grafo** que significa estudio o definición. La cartografía es una rama del grafismo que trata de estudiar los métodos e instrumentos utilizados para exponer cualquier objeto, ser vivo o forma y su relación con el espacio bi o tri-dimensional; parte de la base de que todo ser vivo, fenómeno físico están interrelacionados y ocurren dentro de un contexto conformado por un espacio y tiempo y por ende es posible mapear o ilustrar la ubicación de este contexto.

Jacinto Santamaría Peña en su libro acerca de la Cartografía y las proyecciones cartográficas, define cartografía como:

La cartografía es la ciencia que estudia los distintos sistemas o métodos para representar sobre un plano una parte o la totalidad de la superficie terrestre, de forma que las deformaciones que se producen sean conocidas y se mantengan dentro de ciertos límites o condiciones, que dependen de las características que en cada caso se pidan a la representación (Peña, 2011).

Básicamente el objetivo de la cartografía es poder representar un lugar en la figura elipsoidal de la tierra en forma de un plano visto desde arriba, utilizando su dos dimensiones iniciales que tratan de representar la tierra transformando las coordenadas curvilíneas (longitud y latitud) en un sistema de coordenadas planas, rectangulares o polares. Adicional a las coordenadas el segundo objetivo de la cartografía es poder representar con el menor grado de error una imagen a una escala definida de una zona u espacio dentro del planeta, este segundo componente como lo son las escalas determinara el grado de exactitud que tendrá el mapa con respecto a la realidad.

Los tipos de mapas que maneja la cartografía se pueden dividir en dos grandes tópicos (Peña, 2011):

- Mapas Generales (Mapas topográficos a escala grande, con información general, Mapas cartográficos que representan grandes regiones como un atlas, Mapas del mundo entero)
- Mapas especiales: Mapas políticos, Mapas urbanos, Mapas de comunicaciones, Mapas científicos de diferentes clases, Mapas

económicos y estadísticos, Mapas artísticos y de anuncios, Cartas para navegación marítima y aérea, Mapas catastrales)

Existen diferentes maneras de representar la escala de un mapa, y esto depende de la unidad o fracción en la que se defina, la cual representa la longitud o largo de una línea dentro del mapa y la correspondiente al terreno en la realidad, por ejemplo una escala definida en centímetros por kilómetros podría definirse así: Escala 1: 1; esto quiere decir que cada centímetro dentro del mapa equivale a un kilómetro del terreno en la realidad.

Existen también diferentes maneras de representar sobre un plano las figuras u objetos que se encuentran sobre estos, estos sistemas de representación son estudiados en geometría descriptiva; algunos de estos son: proyecciones diedrica, axonometría y cónica, perspectiva caballera y lineal, entre otros; pero el más adecuado para superficies topográficas es el llamado de planos acotados, en el cual un punto en la superficie se representa por su proyección sobre el plano del cuadro y por su altura sobre el mismo (Peña, 2011).

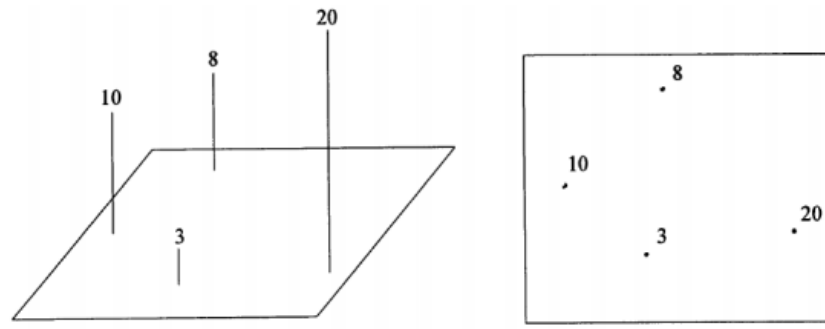


Figura 3. Sistema de representación planos acotados, Tomada de (Peña, 2011)

Actualmente es innegable como las tecnologías de la información y la comunicación han incidido en muchas áreas del conocimiento, y la cartografía es una de las áreas en las cuales las TIC se han introducido para desarrollar aplicaciones para soluciones en el área de planificación urbana y rural, ingeniería civil, educación, defensa civil, mercadeo, entre otros, esto ha marcado una convergencia de las TIC y la cartográfica, dando origen a lo que se conoce como cartografía digital, en la cual es posible digitalizar los mapas y permitir ser consultados en tiempo real y visualizados en cualquier dispositivos, permitiendo al lector navegar dentro de un mapa de superficies muy grandes y acercar o alejarse dependiendo del sitio de interés que se desee consultar.

Como hemos visto, el panorama actual de convergencia tecnológica le ofrece al geógrafo la posibilidad de emplear en su trabajo un sinnúmero de posibilidades de tratamiento y uso de la información, ya que puede utilizar simultáneamente imágenes de satélite, fotografías aéreas, fotografías digitales, GPS, SIG y sistemas cartográficos computarizados; además de posibilidades

de sonido y video. No podemos dejar de reconocer que en algunos casos otros profesionales que manejan información espacial, como los arquitectos o los geólogos, explotan mejor las posibilidades que ofrecen la convergencia tecnológica actual. Aunque todos no tengamos acceso, cada día se dispondrá de más información sobre el individuo y sobre la Tierra en su conjunto. ¿Cómo manejar tanta información? ¿Se indigestarán, nos indigestaremos? Imaginemos la información disponible para los geógrafos dentro de cien años. ¿Trabajarán de la misma forma que lo hacemos hoy? ¿Habrá una geografía virtual? ¿Otra geografía? Los cambios en las TIC, a nuestro modo de ver, están tan solo empezando. Y el geógrafo debería estar pendiente de ello, porque el futuro de la disciplina en parte está asociado a qué se haga con la información. Algunos de esos cambios, por no decir que los más importantes, son el surgimiento de la noción de ciberespacio y la posibilidad de trabajar en ambientes virtuales (Mendivelso, 2002) .

4.2.5. Sistemas de Información Geográfica (GIS)

Las tecnologías GIS no son un concepto reciente, varios autores en la década de los 70 ya comenzaban a describir e implementar el concepto, desde ese entonces los definen como cualquier mecanismo que actúa como un mapa al brindar la información geográfica solicitada por un usuario (Dacy, 1970).

Por ser todo un mecanismo interdisciplinario que involucra varios componentes y la posibilidad de aplicar a una gran cantidad de problemáticas o contextos, a los sistemas GIS se les ha dado diferentes definiciones, todas son igual de válidas y se complementan o amplían el

concepto que se tiene de estas, a continuación citamos las definiciones de algunos autores:

Es un sistema informático para el manejo de datos espaciales, estableciendo un medio sistemático para obtener información de espacio geográfico sobre un área, incluyendo informaciones satelitales, estadísticas, mapas digitales, software, hardware, datos, procedimientos y usuarios (Durán, 2004).

“La finalidad amplia de un SIG es combinar bases de datos alfanuméricos (información de los elementos de la superficie terrestre) y gráficas (mapas con la localización de cada elemento)” (Buzai, 2000).

Es un grupo de elementos de tipo hardware y software que permiten la obtención, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de la información geo-espacial de un lugar (Sammarchi, 1998).

A partir de estas definiciones podemos inferir que los sistemas de información geográfica (GIS) es la integración sistemática y organizada de varios componentes como lo son: hardware, software, datos geográficos, procesos y usuarios con la finalidad de poder capturar, almacenar, manipular, analizar y consultar en todas sus formas la información de un lugar geográficamente referenciado.

Es irrefutable el papel preponderante que cumplen hoy en día las tecnologías GIS en la construcción de soluciones de tipo informático donde se requiera conocer la información geográfica y espacial de un lugar, es innumerable la cantidad de aplicaciones y uso que se le ha

dado a estas tecnologías que cumplen un papel fundamental brindando soluciones de alto impacto a una sociedad, hoy en día es considerada toda una ciencia al ser considerado el avance más alto en la evolución tecnológica alcanzado por el hombre en el estudio de la distribución espacial, actualmente se hacen estudios especializados sobre estas herramientas y cada día se busca mejorar e innovar en el desarrollo de estas.

En la gran mayoría de sectores de la industria o de la investigación se pueden utilizar las funcionalidades y beneficios ofrecidos por los sistemas GIS, el cual es una herramienta indispensable para la gestión y toma de decisiones en cualquier contexto donde se requiera conocer la ubicación de un objeto, persona o zona geográfica, alguno de los principales sectores donde se aplican estas tecnologías son: Gestión territorial, Medio ambiente, Equipamiento social, Recursos mineros, Ingeniería de tránsito, Demografía, Geomarketing, Banca, Cartografía digital 3D, entre otros. Debido al nivel de madurez alto que han alcanzado estas herramientas es muy utilizada e indispensable tanto en entidades gubernamentales, privadas y de carácter social para la toma de decisiones en la actualidad.

Un sistema GIS converge e integra varias disciplinas para su correcto funcionamiento, cada una de estas disciplinas o componentes son: hardware, software, procesos, datos o mapas digitales o cartografía digital (principales activos de los GIS) y por último los usuarios, el cual

es el más importante de todos ya que es el encargo de definir los procedimientos y las tareas que deberá tener el SIG.

Existen tres tipos o metodologías para la construcción de un GIS y la utilización o selección de estos depende de la necesidad de información geo-espacial que se desee cubrir según el contexto en el cual se requiera implementar una solución GIS, estos tres tipos de GIS son: *raster*, *vectorial* y *raster-vectorial*. Básicamente raster hace referencia a poder asociar datos o información a una imagen dividiendo esta en píxeles y cada uno de estos píxeles estará asociado a una información específica de ubicación y geografía, este tipo de sistemas GIS basados en raster son utilizados para aplicaciones medioambientales (estudios sobre catástrofes como: inundaciones, incendios o difusión sobre características de un espacio geográfico grande); por otro lado están los sistemas GIS basados en vectoriales los cuales utilizan las tres entidades que conforman un mapa como lo son: los puntos, las líneas y las áreas cerradas (polígonos), este tipo de sistema son más exactos en la ubicación y especificación de la información geoespacial de un lugar y son más utilizados en herramientas con aspectos antrópicos como lo son: catastro urbano, distribución de redes de servicio o el tránsito automotor, y como tercer tipo de GIS existen sistemas que utilizan los dos enfoques, el raster y el vectorial, en el cual utilizan raster para zonas geográficas muy extensas y a medida que se acota el rango o el

perímetro del área de búsqueda utilizan el enfoque vectorial para maximizar en la precisión de la ubicación, a continuación describiremos en más detalle cada uno de estos tipos de sistemas GIS (Buzai, 2000):

4.2.5.1. GIS modelo raster

A continuación se describe el modelo raster como se encuentra en el libro "Exploración Geodigital" (Buzai, 2000):

El modelo raster divide el espacio de forma discreta y para ello utiliza una matriz cuadrículada en donde cada una de las celdas contiene la información correspondiente a la categoría del espacio geográfico dominante en ella.

Cada celda se llama comúnmente *pixel (pictureelement)* y es la unidad mínima de representación espacial.

La base de datos raster se organiza por capas temáticas superpuestas. Cada una de ellas es un tema diferente en el nivel cartográfico (suelos, urbano, alturas) o diferentes momentos de un mismo tema. En el caso de imágenes satelitales pueden ser diferentes bandas de reflectancia de un mismo lugar (azul, verde, rojo o infrarrojo).

El procedimiento técnico básicamente se realiza por superposición temática con procedimientos de análisis que puedan obtener resultados a partir de la combinación de los números del pixel que se ubica sobre un mismo espacio. Cuando se trabaja de esta forma, cada capa temática debe representar exactamente el mismo lugar, esto es, tener la misma extensión, la misma cantidad de cuadrícula con el mismo tamaño de pixel, solamente así se podrá lograr la superposición perfecta que requiere el trabajo.

Las características sobresalientes de este sistema son:

- Estructura de datos simple y la primera en ser utilizada en sistemas GIS
- Permite realizar procedimientos de análisis por superposición temática de forma más rápida y precisa
- El formato es compatible con las imágenes satelitales, la cual es una fuente invaluable de información para los sistemas GIS.

4.2.5.2. GIS modelo vectorial

A continuación se describe el modelo vectorial como se encuentra en el libro "Exploración Geodigital" (Buzai, 2000):

El modelo vectorial representa la cartografía de un área almacenando toda la información de las ubicaciones de esta en base de datos relacionales, este sistema permite diseñar digitalmente utilizando las tres entidades propias de todo mapa: puntos, líneas y áreas cerradas (polígonos). A partir de allí el GIS asociara este diseño a las bases de datos que serán puntuales, lineales o areales (poligonales).

Las consultas deben hacerse a bases de datos alfanuméricas asociadas y las respuestas se representaran en la cartográfica en forma de mapas temáticos.

Las características sobresalientes de estos sistemas son:

- Permite obtener diseños más realistas del espacio geográfico al consideras las tres entidades que conforman un mapa.
- Permite realizar operaciones en las bases de datos alfanuméricas y representarlas en el mapa. Estas operaciones son consultas con el mismo grado de complejidad que las que se les puede realizar a cualquier administrador de bases de datos con la única diferencia que las respuestas serán espaciales
- Los diseños cartográficos son de mayor calidad

4.2.5.3. GIS relaciónraster-vectorial

La perspectiva raster se asocia al trabajo en SIG basado en capas temáticas. El mundo real que es de naturaleza continua se descompone en múltiples partes y se lo traslada a una cuadrícula que contiene toda su información de forma codificada. La base de datos se interroga determinando el valor de cada variable en cada localización (x-y) específica.

La perspectiva vectorial se basa en la existencia de un mundo real definido por objetos, los cuales se representan a través de geometrías puntuales, lineales o areales (poligonos). Los datos medidos en cada uno de ellos se almacena en bases de datos

asociadas que permiten guardar la información con el mismo grado de precisión con las que se ha obtenido.

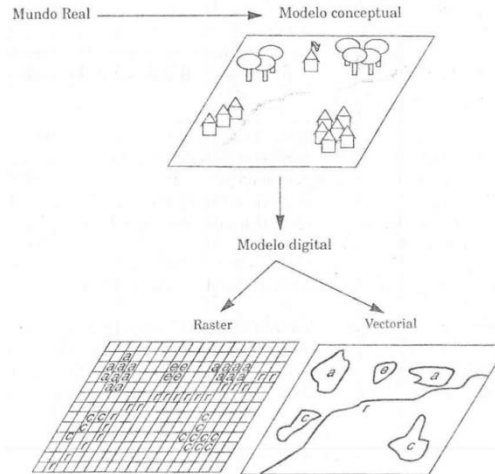


Figura 13. Modelos de representación digital de la realidad, tomada de (Buzai, 2000)

La representación raster es la más antigua, ya que es la que ha sido desarrollada en los primeros sistemas de computación geográfica y cuando se utiliza un tamaño de pixel grande, no brinda demasiada precisión en los límites, en este sentido, el desarrollo posterior de un modelo vectorial permitió mejores aproximaciones cartográficas, pero no conceptuales, ya que en la realidad los límites precisos no existen en fenómenos que van modificándose espacialmente de forma gradual debido a la alta interdependencia de la localización espacial (Buzai, 2000).

4.2.5.4. Componentes de un sistema GIS

Como se mencionó anteriormente un sistema GIS es multidisciplinario y por ende tiene varios componentes que lo conforman como lo son (Buzai, 2000):

- **Almacenamiento y organización de datos espaciales gráficos:** digitalización vectorial de imágenes satelitales o raster automático.

- **Almacenamiento y organización de datos espaciales alfanuméricos:** almacenar localización espacial implícita en archivos para ser luego recuperados eficientemente para su ampliación, modificación, tratamiento estadístico o asociarlo a las entidades grafica geo-referenciales.
- **Tratamiento de datos:** utilizar herramientas informáticas para la manipulación y análisis espacial de los componentes mencionados arriba.
- **Presentación de los resultados:** desplegar resultados a los usuarios utilizando periféricos o dispositivos de salida

Además de los componentes o subsistemas que conforman un sistema GIS, estos se soportan bajo una serie de tecnologías que permiten la operación de estos subsistemas, a continuación mencionamos cada una de estas herramientas:

- Bases de datos relacionales.
- Software de planillas de calculo
- Software estadístico
- Sistemas de posicionamiento global (GPS)
- Diseño asistido por computadora (CAD)
- Cartografía asistida por computadora
- Fotografía digital

- Procesadores de imágenes satelitales
- Modelado tridimensional (3D)
- Conversores gráficos
- Multimedia
- Realidad virtual

4.3. MARCO CONTEXTUAL

4.3.1. Zona de Estacionamiento Regulado (Z.E.R)

Estas son zonas designadas mediante acto administrativo, debidamente demarcadas y señalizadas, destinadas para el estacionamiento de vehículos en las vías públicas, previo pago de una tasa de uso, también fijada mediante acto administrativo. Su objetivo principal es regular, administrar y organizar el estacionamiento en vía pública, obteniendo una óptima utilización de la movilidad de manera continua y garantizando mayor seguridad para los diferentes actores de la vía. Las ZER regulan y racionalizan la ocupación del espacio público para generar condiciones que faciliten la movilidad del peatón. Además, según lo estipulado, los conductores deberán cancelar previamente la tarifa de uso, pues de no hacerlo, tendrá una sanción económica de 15 SMLDV (Salario Mínimo Legal Diario Vigente) y el vehículo será

inmovilizado. Las Terminales de Transportes de Medellín son la empresa que administra los parquímetros en la ciudad. Durante su funcionamiento, Terminales seguirá operando de la misma forma que lo hacía la empresa privada para analizar alternativas más humanizadas en beneficio de la comunidad (Secretaría de Tránsito de Medellín Decreto 1111, 2009).

Actualmente la ciudad cuenta con un total de 14 zonas de estacionamiento regulado, distribuidas en los siguientes sectores:

Sector	Sector
Poblado	Carrera 70
Boston	Bolivariana
Perpetuo socorro (HGM)	San Vicente
Bombona	Sevilla
San Benito	Laureles
Prado	Aguacatala
Viaducto	ZER - C Maturin

A continuación se muestran la localización de las Z.E.R y la cantidad de celdas habilitadas en cada uno de sus sectores:

- Z.E.R Boston

- Z.E.R Prado

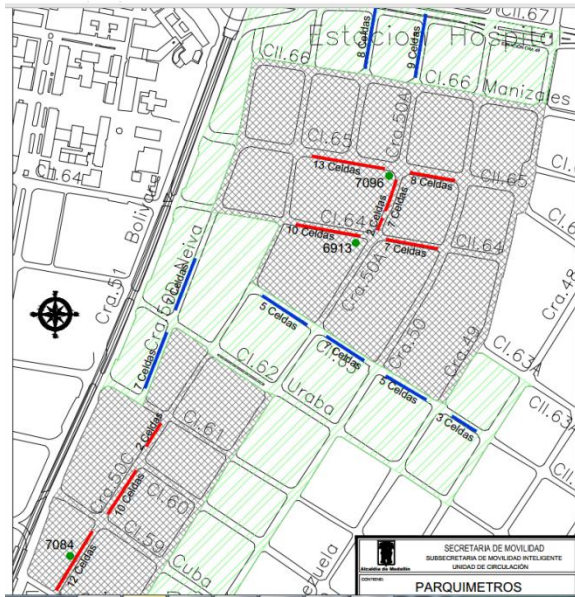


Figura 6. Estacionamientos regulados Prado, (Secretaria de Transito de Medellín Decreto 1111, 2009)

- Z.E.R Viaducto



Figura 7. Estacionamientos regulados Viaducto, (Secretaria de Transito de Medellín Decreto 1111, 2009)

- Z.E.R Aguacatala

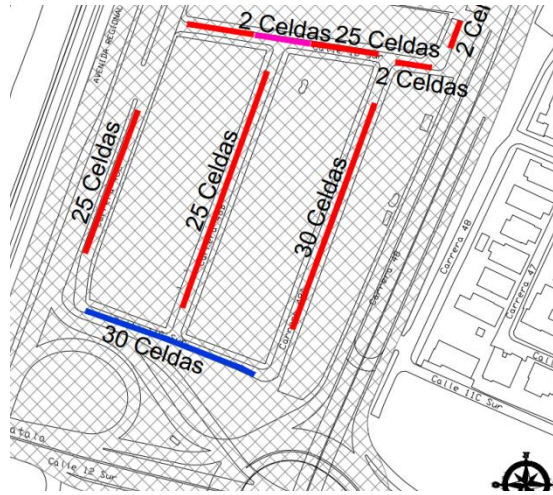


Figura 10. Estacionamientos regulados Aguacatala, (Secretaria de Transito de Medellín Decreto 1111, 2009)

- Z.E.R Maturin

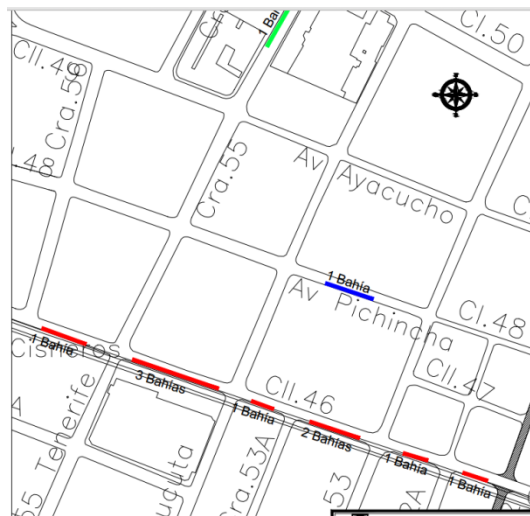


Figura 11. Estacionamientos regulados Maturin, (Secretaria de Transito de Medellín Decreto 1111, 2009)

4.3.2. Sistema Municipal de Estacionamiento Regulado

Conjunto de actividades tendientes a ejecutar y operar el estacionamiento de vehículos en las vías públicas de Medellín, previa designación y demarcación de la **ZER** y la implementación de los mecanismos de recaudo de la tarifa de utilización. Para determinar la tarifa se tendrá en cuenta el valor permitido de cobro a los parqueaderos en la zona de manera que aquella tarifa sea igual a la tarifa establecida en los parqueaderos, y la misma se reajustará anualmente según lo dispuesto por la Secretaría de Gobierno Municipal. Las tarifas para el uso de la zona ZER se cobrarán así una hora o fracción por la primera hora de estacionamiento y de la segunda en adelante en fracciones de 15, 30 o 60 minutos, el sistema tarifario se establece en base a lo definido en la resolución 30 de 2014 de la alcaldía de Medellín (Secretaria de Transito de Medellín Decreto 1111, 2009) .

4.4. MARCO LEGAL

La normatividad de las Z.E.R en la ciudad de Medellín se encuentra establecida y definida por el decreto número 1111 de 2009 y por la resolución 30 de 2014, en la cual se define todas las normas y leyes que rigen estas zonas, y el decreto por el cual fueron establecidas las tarifas y la reglamentación de este sistema de estacionamientos regulados.

En el decreto 1111 se define la reglamentación y legalización del cobro de tarifas a los ciudadanos por el uso de parqueadero en las

celdas de estacionamiento regulado Z.E.R, una de sus consideraciones dicta:

"Que la Ley 105 de 1993 por medio de la cual se dictan disposiciones básicas del transporte y se dictan otras disposiciones, en su Artículo 28 dispone que los municipios y distritos podrán establecer tasas por el derecho de parqueo sobre las vías públicas"

En la resolución 30 se autoriza el uso de las vías públicas para la generación de espacios disponibles donde parquear automóviles para su uso por parte de todos los ciudadanos, en una de sus consideraciones dicta:

"Que el acuerdo municipal 38 de 1994, crea el sistema de estacionamiento regulado en las vías públicas de la ciudad, y establece una tasa de uso para ello, facultando al alcalde para la reglamentación de todo lo concerniente a dicho sistema".

A continuación mostramos la imagen del decreto y la resolución que se encuentra publicado en el sitio web de la secretaría de tránsito y transporte del municipio de Medellín:



Alcaldía de Medellín
Secretaría de Transportes y Tránsito

DECRETO NÚMERO 1111 DE 2009
(julio 31)

"Por medio del cual se reglamenta el Sistema de Estacionamiento Regulado en las vías públicas del municipio y se dictan otras disposiciones"

EL ALCALDE DE MEDELLÍN

En uso de sus facultades constitucionales y legales, especialmente las conferidas por la Ley 136 de 1994, Artículo 32-7, Ley 105 de 1993, Artículo 28, y el Acuerdo Municipal 38 de 1994, Artículo 2º, y

CONSIDERANDO:

Que el Artículo 82 de la Constitución Política establece que es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, dando la facultad a las entidades pública para regular su uso y participar de la plusvalía que genere el accionar urbanístico.

Que la Ley 105 de 1993 por medio de la cual se dictan disposiciones básicas del transporte y se dictan otras disposiciones, en su Artículo 28 dispone que los Municipios y Distritos podrán establecer tasas por el derecho de parqueo sobre las vías públicas.

Que la Ley 136 de 1994 en su Artículo 32 numeral 7º también faculta a los Concejos Municipales para establecer, reformar o eliminar tributos, contribuciones, impuestos y sobretasas, de conformidad con la ley.

Que la Ley 1287 de 2009 que adiciona la Ley 361 de 1997 autoriza el parqueo de vehículos en las bahías de estacionamiento definidas por la Ley 769 de 2002, a las personas con movilidad reducida, autorizando el cobro de tarifas legalmente establecidas.

Decreto Municipal 1111 del 31/07/09

Proyectó: León D.M.P.



SIGAMOS CONSTRUYENDO LA CIUDAD QUE SOÑAMOS

Carrera 64 C No. 72 - 58 - Barrio Caribe
Línea Única de Atención a la Ciudadanía 44 44 144
Medellín - Colombia

Figura 14. Decreto 1111 de 2009, tomada de (Secretaria de Transito de Medellín Decreto 1111, 2009)



Alcaldía de Medellín
Secretaría de Movilidad

RESOLUCION 30 DE 2014

(Enero 22)

Por la cual se establecen las tarifas de las zonas de estacionamiento regulado.

EL SECRETARIO DE MOVILIDAD

En uso de sus facultades legales conferidas por la ley 769 de 2002 y en especial las delegadas mediante el Decreto Municipal 1111 del 31 de julio de 2009, y

CONSIDERANDO:

- A. Que el acuerdo Municipal 38 de 1994, crea el sistema de estacionamiento regulado en las vías públicas de la ciudad, y establece una tasa de uso para ello, facultando al alcalde para la reglamentación de todo lo concerniente a dicho sistema.
- B. Que la misma disposición municipal en su artículo 5° ordena que para la determinación de la tarifa de la tasa se deberá tener en cuenta el valor permitido de cobro a los parqueaderos de la zona de tal manera que aquella nunca sea inferior al 70% de dicho valor.
- C. Que mediante Decreto Municipal 1111 del 31 de julio de 2009, se reglamentó el Sistema Municipal de Estacionamiento



Secretaría de Movilidad
Carrera 64C No. 72 - 58. Conmutador: 445 77 77
Línea Única de Atención 018000 515400
Web: www.medellin.gov.co/transito
Medellín - Colombia



Alcaldía de Medellín

Asunto

Figura 15. Resolución 30 de 2014, tomada de (Secretaría de Transito de Medellín Decreto 1111, 2009)

5. METODOLOGIA

A continuación en el presente capítulo se describen las características metodológicas que hacen parte del desarrollo de este proyecto de investigación, definiendo el enfoque, tipo y método de estudio, además de la tipología documental que se maneja para la recolección de datos y fuentes de información, las categorías de análisis y los instrumentos para la recolección de la información.

5.1. ENFOQUE

El enfoque que tiene el presente trabajo de investigación es de carácter cualitativo ya que pretende en primer lugar, se requiere identificar la información cartográfica de la ciudad, la cual se requiere como parámetro de entrada para el desarrollo de una herramienta TIC que trabajara con mapas satelitales y ubicación de espacios geo-referenciados sobre la malla vial de Medellín. En segundo lugar, analizar las diferentes tecnologías GIS desarrolladas hasta el momento, que permitan la ubicación y geo-referenciación de un lugar u objetos en un espacio o área geográfica determinada, en tercer lugar, definir las características y diseñar los componentes con los que debe contar una herramienta TIC, que aporte una solución cosmética para mejorar la movilidad en las zonas de estacionamiento regulado y aportar al crecimiento de Medellín como ciudad

inteligente al gestionar sus recursos viales utilizando las tecnologías de información y comunicaciones como su aliado.

5.2. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio que tendrá la investigación es de tipo Documental Argumentativa Exploratoria, ya que se quiere entrar a discutir el impacto de la gestión inteligente de parqueaderos sobre la movilidad en un sector congestionado de la ciudad, y finalmente llegar al diseño de una propuesta que permita mitigar o aportar a el mejoramiento de la movilidad dentro de las zonas de estacionamientos regulados, utilizando herramientas TIC que permita la gestión inteligente de los recursos de infraestructura vial en Medellín destinados por el distrito para aparcar.

5.3. TIPOLOGIA DOCUMENTAL

Para la recolección de información necesaria para el presente proyecto de investigación se utilizaran las fuentes secundarias para la consulta de datos oficiales referentes a la movilidad en la ciudad de Medellín publicada en su portal web, por otro lado para la consulta de toda la información técnica que soportara el diseño de la solución TIC se acudió a fuentes secundarias como lo son artículos en revistas indexadas e informes resumidos de anteriores investigaciones y proyectos relacionados o similares.

Con el objetivo de seleccionar solo información acreditada, solo se tendrá en cuenta la información que cumpla uno o más de los siguientes criterios:

- Información publicada por un organismo o entidad oficial en Colombia
- Información de artículos de investigación publicados en revistas indexadas.
- Información tomada de bases de datos de universidades acreditadas a nivel nacional o en el extranjero
- Información obtenida a partir de contenido multimedia de congresos o seminarios publicado en portales de organizaciones avaladas a nivel internacional y dedicadas a la investigación como TED o Google Academy.

5.4. CATEGORIAS DE ANALISIS

Para estructurar y organizar de manera consistente y relacionada la información que compone y dirige esta investigación, a continuación definimos esta estructura distribuida en categorías y sus respectivas sub-categorías que componen esta investigación:

Categoría: Cartografía**Subcategorías:**

- Concepto
- Mapa de la ciudad de Medellín y las Z.E.R con que cuenta.
- Digitalizar la información geográfica de la ciudad en mapas satelitales.

Categoría: Tecnologías GIS**Subcategorías:**

- Concepto
- Aplicación de estas tecnologías en herramientas de gestión del tráfico en tiempo real.
- Diferentes tipos o modelos GIS que se han desarrollado.
- Componentes que conforman o hacen parte de una solución que desea utilizar tecnologías GIS

Categoría: Parqueaderos inteligentes**Subcategorías:**

- Concepto
- Componentes y herramientas que permiten la gestión inteligentes de parqueaderos.
- Impacto ambiental y social de los parqueaderos inteligentes en la movilidad de zonas altamente congestionadas
- Características de una solución TIC para la implementación de parqueaderos inteligentes en la ciudad.

5.5. METODO DE RECOLECCION

Se define el protocolo como método de recolección ya que se busca interrogar la información de los documentos obtenidos por las

fuentes secundarias para dar respuestas a las siguientes preguntas por cada una de las sub-categorías identificadas:

Categoría: Cartografía

Interrogantes:

- Cuáles son los fundamentos o bases de la cartografía?
- Cuáles son los métodos o técnicas utilizados en cartografía para representar un lugar en la superficie?
- Como ha apoyado el desarrollo de las TIC al crecimiento y aplicación de la cartografía para la resolución de diversidad de problemas de diferentes áreas?

Categoría: Tecnologías GIS

Interrogantes:

- Cuáles son los componentes de un sistema GIS ?
- Cuáles son los diferentes modelos o técnicas para la construcción de un sistema GIS?
- Que aplicación se le da a los sistemas GIS para cubrir necesidades para la gestión del tráfico vehicular?

Categoría: Parqueaderos inteligentes

Interrogantes:

- Cuál es el concepto de parqueadero inteligente?
- Cuál es el objetivo y el impacto que tiene sobre una sociedad el desarrollo de estas herramientas de gestión de parqueaderos?

- Que características debe tener una solución TIC para la implementación de parqueaderos inteligentes en la ciudad?

6. ANALISIS

Existen situaciones en las cuales el hombre ha requerido plasmar en una superficie plana las características, objetos, edificaciones, accidentes geográficos y arterias fluviales/marítimas que se encuentran en una área delimitada de un país o región, esto con el fin de poder determinar su ubicación en el momento que se requiera y definir rutas por las cuales transitar, por esto siempre se ha tenido la necesidad de crear mapas con el menor grado de error posible que lo acerque a la mejor representación del suelo, de esta necesidad surge la cartografía como la ciencia encargada de estudiar y buscar los mejores métodos o formas de representar en un plano un espacio geográfico, sus bases o fundamentos matemáticos se originan en los principios de la geometría descriptiva, dentro del desarrollo y crecimiento de esta ciencia se han encontrado y definido diferentes métodos para la elaboración de la cartografía de un lugar como lo son: proyecciones diedrica, axonometría y cónica, perspectiva caballera y lineal, pero debido a la forma elipsoideal del terreno del planeta el enfoque más adecuado y utilizado para representarla es el llamado de planos acotados, el cual permite representar la profundidad/descenso y altura, además de sus coordenadas en el plano; con el desarrollo de sistemas GIS los cuales

tienen como una de sus bases la cartografía, se ha alcanzado un nivel de madurez en el cual ha superado limitaciones de la cartografía tradicional como el poder representar una zona geográficamente muy extensa como un país dentro de un mapa a gran escala, además el poder hacer un acercamiento o alejamiento a las zonas y explorar con mayor detalle y precisión una ubicación, por otro lado ha permitido representar las características, texturas, colores y deformaciones de un espacio, estos sistemas se componen de herramientas de software para el manejo de cálculos y estadísticas, software de diseño asistido por gráficos, fotografía digital, cartografía asistida por computador, sistemas de posicionamiento global GPS, procesadores de imágenes satelitales, procesamiento de modelado tridimensional, software multimedia y realidad virtual, actualmente existe dos tipos o metodologías para el desarrollo de sistemas GIS y estos son el modelo vectorial y el modelo raster, sin embargo para el desarrollo sobre zonas muy extensas se recomienda utilizar las fortalezas de cada uno, se utiliza el modelo raster para representar un país o un continente y a medida que se hace un acercamiento a una zona específica se cambia al modelo vectorial para una representación más exacta. Gracias a la convergencia de la cartografía y las tecnologías de la información, ha sido posible desarrollar una infinidad de aplicaciones y soluciones en diferentes campos del saber utilizando estas herramientas de geo-referenciación, para el presente proyecto se tomará la cartografía digital de la ciudad y se le marcarán las

zonas de estacionamiento regulado disponibles en los diferentes sectores de la ciudad, esto nos permitirá aplicar el concepto de GIS en el tráfico de la ciudad para identificar la ubicación de un vehículo que se encuentre en el área de Medellín, poder calcular la distancia a la que se encuentra de la Z.E.R más cercana y presentar los resultados de manera gráfica de cuál es la disponibilidad de las celdas de parqueo, estos mapas se encuentran disponibles en los servicios de los sistemas de información geográfica GIS desarrollados por “google earth” y para ser utilizados con fines educativos.

Una tendencia en las grandes ciudades es el inicio de la construcción de ciudades inteligentes que sean capaces de administrar de manera óptima los diferentes recursos con los que cuenta y que impacten de manera positiva el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, uno de los más importantes y preocupantes recursos a optimizar es la infraestructura vial y las condiciones de estrés y contaminación ambiental que se genera al transitar por estas en un vehículo, debido a la masificación inmanejable de la adquisición de vehículos particulares, uno de los componentes de esta infraestructura vial son las zonas de parqueo dispuestas por el distrito para el aparcamiento de carros en zonas altamente congestionadas, esto ha generado el desarrollo del concepto de “Parqueaderos Inteligentes”, el cual trata de la gestión óptima de la disponibilidad de parqueaderos en las zonas altamente congestionadas y la notificación al público del estado de estas, esto posibilita el hecho de

no desperdiciar tiempo, disminuir contaminación y evitar tráfico innecesario al recorrer por un tiempo considerable una misma zona y no encontrar parqueadero disponible. La implementación de herramientas TIC que permitan mejorar la gestión de los espacios reservados para el estacionamiento regulado tiene un impacto en la sociedad y en el entorno que la rodea de manera positiva, por un lado en la ciudadanía se disminuye el estrés generado al transitar por estas zonas congestionadas y el poder saber de antemano el estado de disponibilidad de celdas de parqueo dentro de estas, adicional el impacto en el medio ambiente es importante al disminuir el número de automóviles que transitan de manera ineficiente en estas zonas, disminuyendo la emisión de gases que estos producen. Estas herramientas TIC para el apoyo a la gestión de parqueaderos inteligentes deberán tener las siguientes dos funcionalidades principales, en primera medida permitir consultar en tiempo real y gráficamente utilizando la cartografía de la ciudad de los sistemas GIS, los espacios disponibles para poder aparcar en un estacionamiento regulado dentro de una zona, la segunda funcionalidad central deberá ser visualizar la ubicación actual del vehículo utilizando el GPS del dispositivo móvil y trazar rutas para llegar a las zonas de estacionamiento, como funcionalidades extras o secundarias abarcaría las dos actividades principales dentro del proceso de lograr un parqueadero, la primera actividad es el poder hacer una tentativa de reserva del espacio antes de llegar (Booking) y la segunda todo lo que

involucra el proceso del pago (Billing) utilizando medios de pago electrónicos que validen y notifique al usuario del valor a pagar, estas funcionalidades secundarias se implementaran para una segunda fase del proyecto, inicialmente para la gestión de parqueaderos las dos funcionalidades principales son el poder consultar en el mapa donde existen espacios disponibles para aparcar y asistir con rutas de destino de espacios disponibles, este es el alcance del presente trabajo el cual busca diseñar la arquitectura lógica de la solución, el diseño de sus componentes e integración con sistemas externos y la especificación de cada una de sus funcionalidades.

7. DISEÑO DE HERRAMIENTA TIC

En esta sección se construirá el análisis y diseño de la herramienta TIC Smart Parking utilizando la metodología estándar para la construcción de software como lo es el lenguaje unificado de modelado (UML).

Inicialmente se definirán a nivel macro los casos de uso o acciones que ejecutaran cada uno de los actores y los sistemas involucrados en esta iteración, posterior se documentaran cada uno de estos casos de uso, en segundo lugar diseñaremos el empaquetado de cada una de las funcionalidades y a que modulo pertenecerían cada una de estas y las interrelaciones entre estos, por último, definiremos la arquitectura lógica de cada uno de los componentes, servicios, sistemas y conectividad que conforman el diseño y despliegue de la aplicación.

7.1. Casos de uso

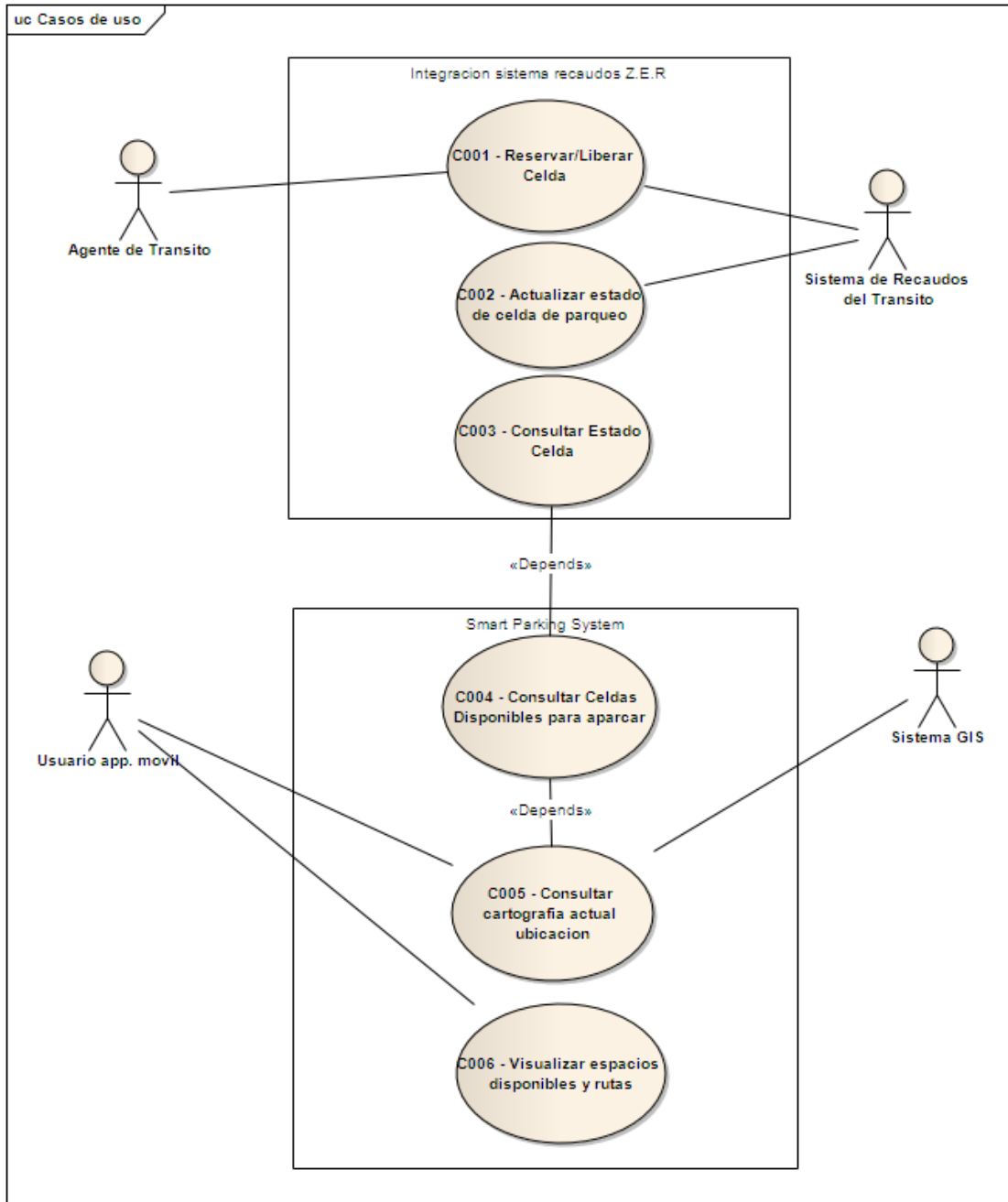


Figura 16. Casos de Uso Smart Parking

A continuación describiremos cada uno de los casos de alto nivel que componen la herramienta TIC Smart Parking:

C001	Reservar/Liberar celda
Sistema	Integración con sistema Z.E.R
Actores	Agente de tránsito, Sistema de recaudos
Entradas	Id de celda de parqueo Transacción (Ocupar/Liberar)
Salida	Invocación caso de uso C002 Actualizar estado de celda de parqueo
Descripción	Este caso de uso inicia cuando el agente de tránsito identifica que un automotor se encuentra parqueando o saliendo de una celda de estacionamiento Z.E.R y le genera su respectivo ticket, en este momento de la generación del ticket el sistema de recaudo del tránsito registra en la integración con el sistema Smart Parking el estado en el cual se encuentra la celda de parqueo invocando el caso de uso C002 Actualizar estado de celda de parqueo
C002	Actualizar estado de celda de parqueo
Sistema	Integración con sistema Z.E.R
Actores	Sistema de recaudos
Entradas	Id de celda de parqueo Estado (Ocupado/Libre)

Salida	Estado de celda de parqueo actualizado
Descripción	Este caso de uso inicia cuando el sistema de recaudos de las Z.E.R requiere actualizar el estado en el que se encuentra una celda de parqueo, el cual puede ser Ocupado o Libre dependiendo del caso, el sistema envía el ID. de la celda y su respectivo estado, la integración realiza la actualización del estado de la celda de parqueo en su metadata interna y finaliza el caso de uso.
C003 Consultar estado de celda	
Sistema	Integración con sistema Z.E.R
Actores	Sistema Smart Parking
Entradas	Id de celda de parqueo
Salida	Estado actual de la celda
Descripción	Este caso de uso inicia cuando el sistema Smart Parking desde el C004 Consultar celdas disponible para aparcar requiere conocer el estado real en el que se encuentra una celda de parqueo, entonces se consulta en la metadata de la integración con el sistema de recaudo el estado de esta, enviándole el ID de la celda, el sistema consulta en su metadata el estado y lo retorna finalizando así el caso de uso.

C004	Consultar celdas disponible para aparcar
Sistema	Smart Parking
Actores	Sistema Smart Parking
Entradas	ID de la zona Z.E.R
Salida	Listado de celdas que se encuentran en la zona con su estado actual (Libre/Ocupado)
Descripción	Este caso de uso inicia cuando el sistema Smart Parking desde el "C005 Consultar cartografía actual" requiere consultar para una zona completa Z.E.R el estado actual en el que se encuentran estas, el sistema recibe entonces el ID de la zona y consulta los IDs de cada una de las celdas que esta contiene, y por cada una de estas celdas invoca el C003 Consultar el estado de la celda, para conocer el estado de esta, finalmente el sistema retorna un listado de los ID de celda y su estado asociado, el sistema finaliza el caso de uso
C005 Consultar cartografía actual	
Sistema	Smart Parking
Actores	Usuario App. Movil, Sistema GIS
Entradas	Coordenadas de la ubicación del sujeto
Salida	Mapa digital con la cartografía de la ciudad

 Identificación de Z.E.R más cercana

Descripción Este caso de uso inicia cuando el usuario ingresa a la aplicación móvil y activa su GPS, el sistema Smart Parking automáticamente consulta en los servicios del sistema GIS externo la cartografía de toda el área en la cual se encuentra el sujeto e identifica que zonas Z.E.R se encuentra cerca a la ubicación actual de este, el sistema finaliza el caso de uso

C006 Visualizar espacios disponibles y rutas

Sistema Smart Parking

Actores Usuario App. Movil

Entradas Coordenadas de la ubicación del sujeto

Cartografía Digital del área

Z.E.R. identificadas y marcadas dentro del mapa

Salida Cartografía digital con la identificación de espacios libres/ocupados para aparcar dentro de la Z.E.R mas cercana

Descripción Este caso de uso inicia cuando el usuario ingresa a la aplicación móvil y activa su GPS, el sistema Smart Parking automáticamente consulta en los servicios del sistema GIS externo la cartografía de toda el área en la cual se encuentra

el sujeto e identifica que zonas Z.E.R se encuentra cerca a la ubicación actual de este, el sistema finaliza el caso de uso

7.2. Arquitectura lógica de componentes

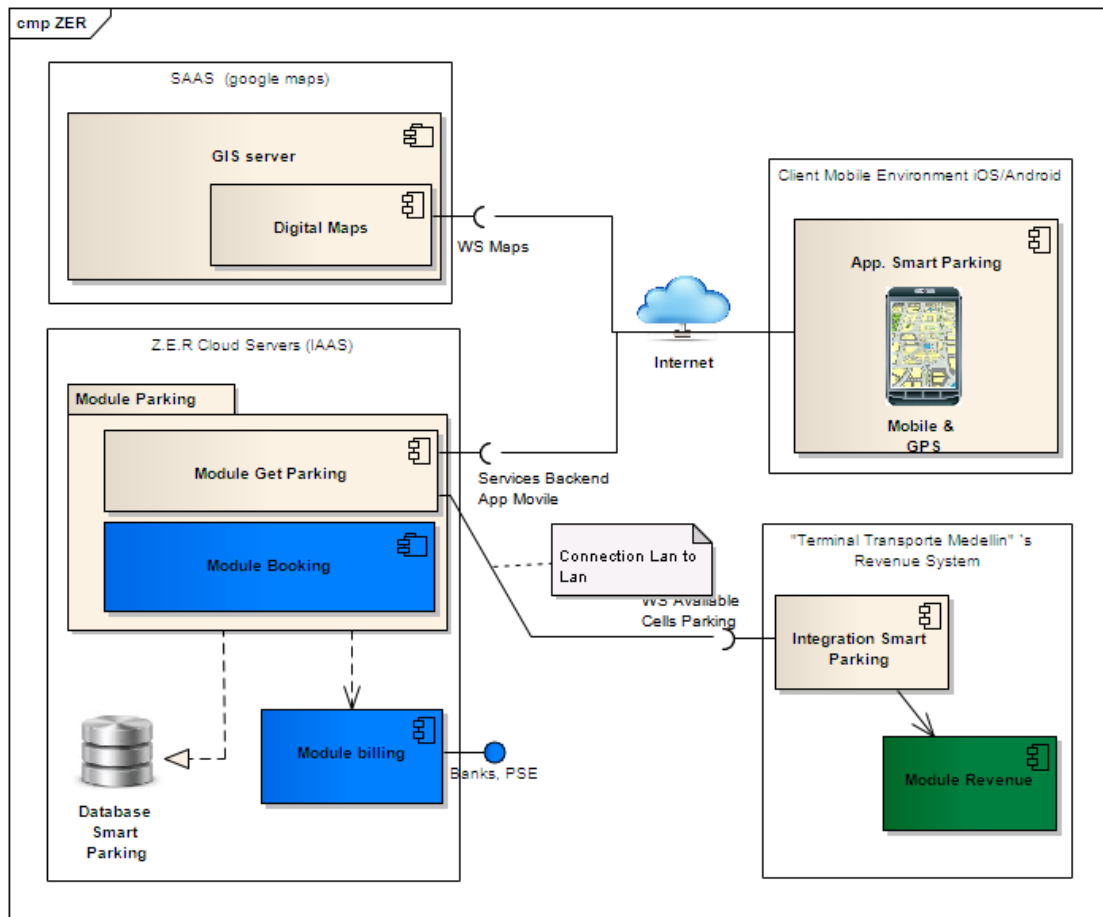


Figura 16. Arquitectura y componentes software Smart Parking

La infraestructura de software que soportaran la solución Smart Parking, se dividen en cuatro componentes desacoplados e integrados:

- Sistema Externo GIS: Sistemas de información geográfica que son consumidos como un servicio SAAS en la nube, este es el encargado de proveer una primera capa de la cartografía digital del área en la cual se encuentre ubicado el usuario de la aplicación, estos servicios son provistos por una entidad externa como Google, inicialmente pueden ser consumidos de manera gratuita con fines educativos.
- Aplicación o cliente móvil: esta es la vista que el cliente podrá cargar desde cualquier dispositivo móvil bajo sistemas operativos Android/IOS, esta contiene los componentes gráficos y hardware que permitirán dado una ubicación GPS, consultar en el servidor de Smart Parking cuales Z.E.R se encuentran disponibles/ocupadas y posteriormente mostrar la información al usuario en forma de mapa digital.
- Servicios de integración con el sistema de recaudo actual del tránsito para la gestión de las Z.E.R: sistema en línea que mantiene sincronizado y actualizado el estado (Ocupado/Libre) de las celdas de parqueo cada vez que se realice un movimiento sobre estas y es notificado por cada uno de los agentes de tránsito que se encuentran en sitio realizando la supervisión y entrega de tiquetes o colillas con la información de parqueo; estos estados son consultados en línea por

los servicios de Smart Parking cuando se requiera consultar el estado de las celdas dentro de una Z.E.R.

- Servidores back-end de la solución Smart Parking: servicios que permitirán conectar la vista con la información actualizada del estado de las celdas de parqueo; estos servicios se dividen en tres módulos: Aparcar, Reservas y Pagos, estos dos últimos serian para una segunda fase del proyecto, el modulo principal es el de Aparcar el cual permite conocer el estado de disponibilidad de parqueaderos dentro de una zona de estacionamiento regulado.

7.3. Diagrama de paquetes

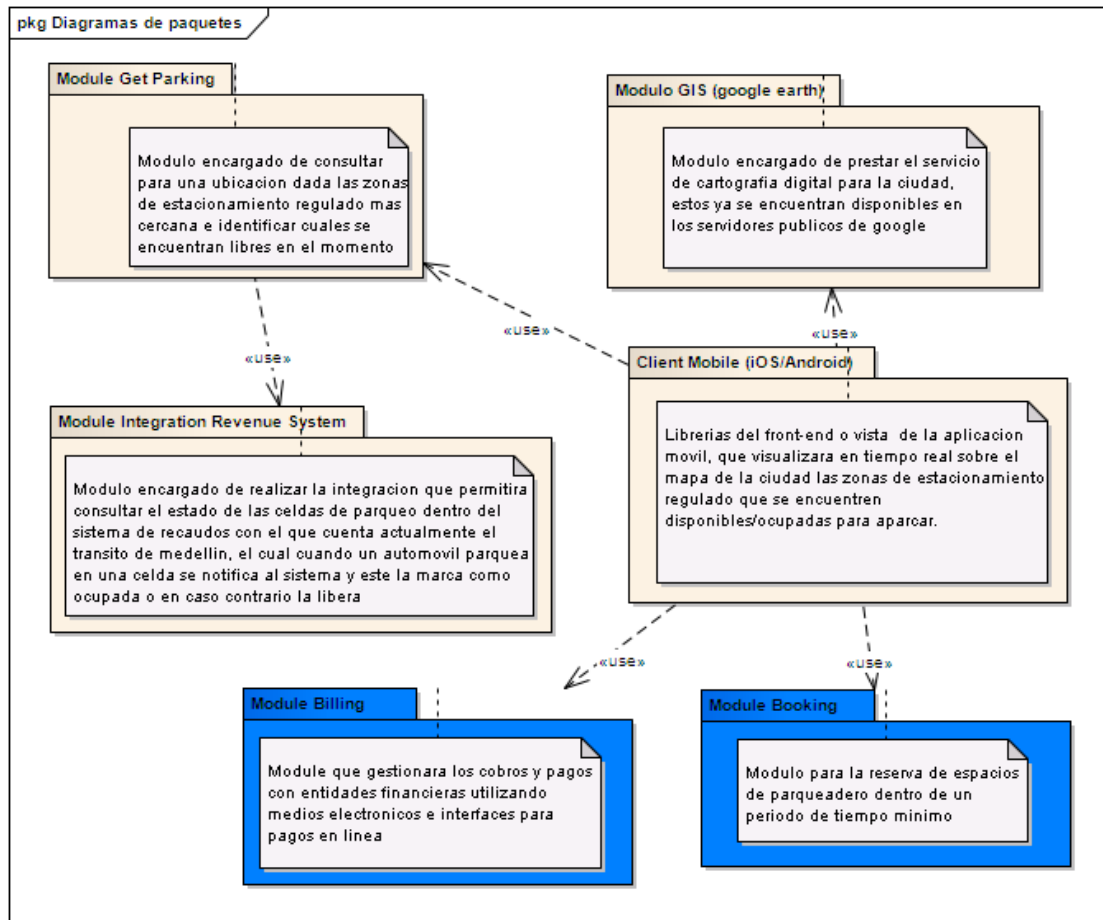


Figura 17. Módulos o paquetes funcionales de Smart Parking

Los paquetes es una metodología que nos permite agrupar las funcionalidades de una solución por un concepto y ver a alto nivel como se integran o relacionan con otras funcionalidades, para el caso de la solución Smart Parking como se muestra en el diagrama de paquetes se requieren implementar seis paquetes, de los cuales inicialmente son cuatro los más relevantes para iniciar con la gestión de parqueaderos inteligentes en la ciudad, los dos paquetes restantes que se encuentran resaltados en azul deberán ser implementados en una segunda fase del proyecto y van enfocados principalmente a todo el proceso de pago de las horas de

estacionamiento, estas dos funcionalidades darían un valor adicional que permitirá optimizar la gestión de estos recaudos de manera más ágil, a continuación describiremos cada uno de estos paquetes :

- **Module Get Parking:** Este paquete contiene todas las funcionalidades que permitirán consultar para cada una de las celdas dentro de una zona de estacionamiento regulado si se encuentran en estado disponible o ocupado, esto deberá monitorearlo en tiempo real y estar disponible inmediatamente que se consulte, además podrá indicarle cálculos como porcentajes de estacionamiento ocupados en un instante de tiempo determinado.
- **Module Integration Revenue System:** Este paquete contiene todos los servicios de integración que se requieren con el sistema de recaudos o ingresos de las Z.E.R, permitiendo actualizar el estado de una celda en tiempo real cuando un funcionario registra que un vehículo ocupa o libera una celda de estacionamiento al parquear o retirarse de esta, esto sucede al registrar un recaudo para la generación del ticket que se entrega al conductor.
- **Module Client Mobile:** Aplicación cliente Smart Parking que permite al usuario consultar y visualizar en tiempo real el estado de las celdas de

parqueo dentro de una zona, además de obtener las coordenadas de la ubicación de este a través de su dispositivo GPS.

- **Module Billing:** Para una segunda etapa del proyecto se requerirá una vez masificado el uso de la aplicación el poder realizar el pago de las horas de parqueo utilizadas por un automóvil utilizando pagos por medios electrónicos y en línea, permitiendo de esta manera minimizar tiempos al momento de retirar el carro de la celda de parqueo y agilizar aún más el flujo vehicular.
- **Module Booking:** Para una segunda etapa del proyecto se habilitara una funcionalidad que permitirá reservar espacios en las celdas de parqueo en un tiempo mínimo no mayor de dos minutos, permitiendo al usuario reserva su espacio de parqueo cuando decide dirigirse a este a una distancia corta del mismo y evitar que otros ocupen el espacio.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las ciudades de hoy en día se encuentran en una expansión constante y a una velocidad exponencial en el número de sus habitantes, delimitaciones geográficas y su infraestructura, sin embargo se debe tener en cuenta que este crecimiento debería ser controlado para poder asegurar una estabilidad y sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo; debido a esto se ha comenzado a desarrollar proyectos que permitan la construcción de ciudades inteligentes que permitan gestionar los recursos energéticos, ambientales y de infraestructura con los que cuentan las ciudades, ya que estos son finitos y llega el momento en el cual no se pueden expandir o crecer más, para el caso de la infraestructura vial es claro que es una problemática de fondo la inundación de vehículos que han sufrido nuestras ciudades en los últimos 10 años, sin embargo no se debe esperar que conformen crecen los parques automotores de una ciudad toda la infraestructura vial va a crecer al mismo tiempo y a las mismas proporciones, como es el caso de nuestras ciudades principales como lo son Medellín y Bogotá, donde se requeriría grandes espacios e inversión para poder satisfacer la demanda de vías e infraestructura que actualmente necesita su parque automotor, es por esto que se deben desarrollar iniciativas que permitan gestionar de una manera óptima esta infraestructura ya que no se puede crecer más por lo menos en el mediano y corto plazo, y es aquí donde las TIC indudablemente han dado un aporte enorme al desarrollo de este tipo

de soluciones que permitan gestionar los recursos actuales con los que cuenta una ciudad permitiendo un mejor comportamiento y uso de inteligente de estos, el presente proyecto es una propuesta para el desarrollo de esta solución TIC que permitirá a los conductores de un vehículo al desplazarse por una zona altamente congestionada de una ciudad como lo son sus centros, zonas de entretenimiento, zonas turísticas, o grandes plataformas, no gastar tiempo y generar menos contaminación al transitar por estas zonas, teniendo un conocimiento previo y en-línea del estado de las zonas de estacionamiento, permitiéndole conocer de antemano si es viable transitar por una zona específica en busca de parqueadero o si debe redirigirse a otro lugar para esto; este tipo de iniciativas si son masificadas y aceptadas por toda una sociedad permitirá disminuir en cierto grado el congestionamiento y la contaminación que se genera en estas zonas, brindando la posibilidad de tener espacios más amables con las personas que y con el medio ambiente; se sabe que no es una solución de fondo a los problemas de movilidad y contaminación por la que atraviesan las grandes ciudades, pero es un comienzo para optimizar los recursos de infraestructura vial con los que cuenta una ciudad, soluciones como estas son totalmente viables de implementar técnicamente utilizando todas las herramientas que nos brindan las TIC y los diferentes dispositivos hardware utilizados por esta, y además no requieren un gran esfuerzo y costo para el desarrollo de estas, y por el contrario los beneficios a mediano plazo obtenidos de estas

implementaciones son satisfactorios para el desarrollo y crecimiento de cualquier sociedad.

A continuación plantearemos las conclusiones por cada uno de los objetivos específicos alcanzados en el presente trabajo de investigación:

- **Cartografía digital:** Se concluye que la cartografía digital con el mapa del área metropolitana de Medellín se encuentra disponible para su uso y distribución en los servidores de Google Maps para ser utilizados por solución Smart Parking, adicional a esto la demarcación, ubicación y distribución de las zonas de estacionamiento regulado de la ciudad se encuentran públicos en el portal de la secretaría de tránsito, estos serán los dos insumos que utilizará la aplicación móvil para poder ubicar y guiar al ciudadano en su búsqueda de conseguir sitios donde aparcar.
- **Sistemas GIS:** El modelo que se utilizara en el sistema GIS por la solución "Smart Parking" es el híbrido entre el modelo raster y el vectorial, ya que se requiere navegar por áreas extensas como la ciudad y por áreas pequeñas como lo son sus calles, por ende se requerirá implementar una capa de cartografía bajo el modelo raster y otra bajo el modelo vectorial como modelo del sistema de información geográfica.

- Funcionalidades: La solución TIC para la gestión inteligente de parqueaderos públicos deberá tener dos funcionalidades básicas como lo son: disponibilidad y enrutamiento, donde disponibilidad hace referencia a las funciones que permitirán informar al ciudadano de que ubicaciones dentro de una Z.E.R se encuentra con espacios disponibles para aparcar; por otro lado con respecto a enrutamiento hace referencia a las funciones que permitirán al ciudadano tomar una decisión de que ruta tomar para conseguir una celda de parqueo de una manera más óptima o en el caso de no haber disponibilidad indicarle que desista de transitar y tomar otra ruta para conseguir lugar.
- Se recomienda, para una segunda fase del proyecto el poder implementar módulos de pagos y reservas, en los cuales el ciudadano pueda cancelar el cobro por el uso del parqueadero desde la aplicación utilizando medios electrónicos de pago, y por otro lado el poder reservar cuando se está cerca de alcanzar la celda dentro de un intervalo de tiempo muy corto.

BIBLIOGRAFIA

Alcaldía de Medellín. (2014). *Alcaldía de Medellín*. Obtenido de <http://www.medellin.gov.co/transito/zer.html>

Alcántara, Vasconcellos y Eduardo. (2010). *Análisis de la movilidad urbana espacio, medio ambiente y equidad*. CAF publicaciones (Corporación Andina de Fomento).

Ángel, M. C. (2010). *Ordenamiento territorial y procesos de construcción regional*. Bogota.

Bull, A. (2003). *Congestión de tránsito: el problema y cómo enfrentarlo*. Publicaciones Naciones Unidas.

Buzai, G. (2000). *La exploración geodigital*. Buenos Aires: Editorial Lugar.

Chamorro, E. T. (2008). Algunos aspectos económicos para el debate sobre el tema de los parqueaderos en Bogotá. *Revista de la facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Nariño Vol. IX. No.1* .

CUADERNOS DE LA CEPAL 87 NACIONES UNIDAD. (2003). *CONGESTIÓN DE TRÁNSITO EL PROBLEMA Y CÓMO ENFRENTARLO*. Santiago de Chile.

Dacy, M. (1970). *Linguistics aspect of maps and Geographic information*. Ontario Geography.

Durán, D. (2004). *Educación Geográfica. Cambios y continuidades*. Buenos Aires: Editorial Lugar.

Gustavo Montañez Gomez y Ovidio Delgado Mahecha. (1998). ESPACIO, TERRITORIO Y REGION: Conceptos basicos para un proyecto nacional. *Cuadernos de Geografia* , 122-123.

Hosseini Lagha G, Mokhtary Malek Abadi R and Gandomkar A. (2012). Geographical analysis of parking land use in Genaveh applying AHP Model. *University of Isfahan - Journals System 4 (13)* , 95-114.

Kaushik Gopalan, K. Sairam, R. Nandakrishnan and Veeramuthu Venkatesh . (2013). Competent Smart Car Parking: An OSGi Approach. *Asian Network for Scientific Information* .

Litman, T. (2004). *Victoria Transport Policy Institute*. Obtenido de <http://www.vtpi.org/>

M.Y.I. Idris, E.M Tamil, Z. Razak, N.M. Noor and L.W. Kin. (2009). Smart Parking System using Image Processing Techniques in Wireless Sensor Network Environment. *Asian Network for Scientific Information* .

Marchetti, C. (1994). *Anthropological Invariants in Travel Behavior. Technological vol. 47, pp. 75-88.*

Mendivelso, J. C. (2002). EL TRABAJO DEL GEÓGRAFO Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN. . *REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES* , 79.

Mendoza, M. B. (2013). *El Desarrollo Local Complementario*. Fundación Universitaria Andalu: Universidad de Oregon.

Mendoza, M. B. (2013). *Principios de Economía Vital*.

Mitchell, W. J. (2007). *Ciudades Inteligentes*. Cataluña: Universidad Abierta de Cataluña UOC.

Peña, J. S. (2011). *La cartografía y las proyecciones cartográficas*. Universidad de La Rioja: ISBN 978-84-694-0867-4.

Pineda, M., & Abadia, X. (2011). *Criterios de Movilidad*. Barcelona: Fundacion RACC.

Prando, R. R. (1996). *Manual de Gestion de la Calidad Ambiental*. Guatemala: Editorial Piedra Santa S.A.

Programa Medellín Como Vamos. (3 de Septiembre de 2013). *Programa Medellín Como Vamos*. Obtenido de Programa Medellín Como Vamos:
<http://www.medellincomovamos.org/movilidad-y-espacio-p-blico>

Rehanullah Khana, Yasir Ali Shahb, Zeeshan Khanc, Kashif Ahmedad, Muhammad Asif Manzoorc and Amjad Alia. (2013). Intelligent Car Parking Management System On FPGA. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 10* .

S. Evenepoel, J. Van Ooteghem, S. Verbrugge, D. Colle and M. Pickavet. (2014). On-street smart parking networks at a fraction of their cost: performance analysis of a sampling approach. *Trans. Emerging Tel. Tech. 25* , 136-149.

Sammarchi, M. (1998). *El uso de la herramienta SIG en las políticas*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.

Secretaria de Transito de Medellín Decreto 1111. (31 de Julio de 2009). Decreto Numero 1111 de 2009. Medellín, Antioquia, Colombia.

Universidad de Nápoles Federico II. (2009). Sistema de parqueaderos y movilidad sostenible en la ciudad de Bari. *Movilidad y Medio Ambiente Vol 2 - No 1* , 49-56.