



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE TIERRA Y MAR
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL
BACHILLERATO EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS CON ÉNFASIS EN ORDENAMIENTO
TERRITORIAL.

TEMA:

**“Áreas para expansión urbana en el cantón de Vázquez de Coronado mediante Análisis
Espacial Multicriterio.”**

Realizado por:

David Ramírez Zúñiga

Profesor: Msc. Guillermo Calderón Ramírez

Código del curso: GEI 427

II Ciclo 2020

Agradecimientos

La culminación de la presente práctica profesional supervisada es el resultado de 5 años en el plan de estudios de la carrera de Ciencias Geográficas con énfasis en Ordenamiento Territorial, los cuales han estado acompañados de un apoyo constante de mi familia, a la cual debo la oportunidad de estudiar y de tener un respaldo con el que he contado a lo largo de los años para cualquier situación, de esta manera agradezco profundamente a mis papás, hermanos y abuela por el cuidado y amor brindado a lo largo de mi vida. En el proceso de estudio en la universidad, aprecio las amistades que he forjado con personas sumamente valiosas como Amanda Bogantes, Evy Delgado, Jackson Jiménez, Mariam Mora, Ana Piedra y Luis Vargas, asimismo agradezco a Noray Arias, por los consejos y el acompañamiento de los últimos 2 años.

La práctica ha sido una parte fundamental para el aprendizaje profesional que deseo continuar durante los próximos años. El Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) representa una institución de gran relevancia para el progreso de Costa Rica; debido a esto, es de gran importancia la oportunidad brindada por el Arq. Daniel Brenes y Geog. Emiler Segura, a quienes agradezco en conjunto con el profesor Msc. Guillermo Calderón, por toda la ayuda brindada. Asimismo, deseo agradecer al personal docente de la Escuela de Ciencias Geográficas, por los aprendizajes que han aportado hacia mi persona y a muchos estudiantes, los cuales han empezado su carrera profesional en la Geografía y en la actualidad tienen una alta capacidad para aportar soluciones a las problemáticas que se presentan en los diferentes territorios nacionales.

Índice

1. Lista de acrónimos	1
2. Introducción	3
3. Planteamiento del Problema	4
4. Objetivos	6
4.1. General	6
4.2. Específicos	6
5. Justificación	7
6. Metodología	8
6.1. Caracterización del área de estudio	8
6.1.2. Procesos realizados para el desarrollo de objetivos específicos.....	11
6.1.3. Sistematización de pasos para el Objetivo 1: Descripción para el crecimiento urbano de los últimos 10 años.	11
6.1.4. Sistematización de pasos para el Objetivo 2: Análisis Espacial Multicriterio (AEMC)	13
7. Análisis de resultados	18
7.1. Objetivo 1: Crecimiento urbano de los últimos 10 años en el cantón de Vázquez de Coronado.....	18
7.1.1. Legislación	18
7.1.2. Contexto Regional: El Gran Área Metropolitana (GAM)	19
7.1.3. Características de la población en Vázquez de Coronado.	22
7.1.4. Estructura de la población y razón de dependencia.....	27
7.1.5. Atracción poblacional en Vázquez de Coronado	30
7.2 Objetivo 2. Áreas aptas para la expansión urbana mediante Análisis Espacial Multicriterio.	33

7.2.1 Análisis Espacial Multicriterio (AEMC)	33
7.2.2. Evaluación Multicriterio (EMC)	33
7.2.3. Proceso Jerárquico Analítico (PJA).....	34
7.2.4. Análisis de Consistencia	36
7.2.5 Aplicación del Análisis Espacial Multicriterio.....	38
7.2.6. Criterio 1. Limitantes de uso para áreas de expansión urbana.	38
7.2.7. Criterio 2. Distancias a factores socioeconómicos.	40
7.2.8. Criterio 3. Distancias a factores de localizacion.	41
7.2.9. Resultados de las matrices de pesos de importancia para los criterios mediante PJA 42	
7.2.10. Resultados de las matrices de pesos para evaluación de alternativas para expansión urbana. 46	
7.2.11. Espacios para habitabilidad poblacional dentro de las áreas identificadas mediante AEMC 56	
8. Consideraciones finales y recomendaciones	57
9. Referencias bibliográficas	58

1. Lista de acrónimos

AHP Analytic Hierarchy Process

AEMC Análisis Espacial Multicriterio

CNE Comisión Nacional de Emergencias

CV Crecimiento Vegetativo

EMC Evaluación Espacial Multicriterio

GAM Gran Área Metropolitana

INVU Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo

INEC Instituto Nacional de Estadística y Censos

IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

IA Índice Aleatorio

IC Índice de Consistencia

ICC Índice de Competitividad Cantonal

IDHc Índice de Desarrollo Humano Cantonal

IDG Índice de Desarrollo Relativo de Género

IPHc Índice de Pobreza Humana Cantonal

IGM Índice de Gestión Municipal

MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería

OT Ordenamiento Territorial

PJA Proceso Jerárquico Analítico

RC Razón de consistencia

SNIT Sistema Nacional de Información Territorial

TD Tasa de Duplicación

TBN Tasa Bruta de Natalidad

TBM Tasa Bruta de Mortalidad

2. Introducción

En el período colonial, los primeros asentamientos en Costa Rica, se dieron en las partes centrales del país, las razones para que esto se diera, se encuentran relacionadas con las condiciones climáticas que presenta la depresión tectónica central, además, la condición de las tierras fértiles para la actividad agrícola; aspecto que sin duda alguna tuvo un peso importante para la atracción poblacional. Las tierras fértiles permitieron generar una fuerte productividad económica, principalmente ligada al cultivo del café, lo cual, propicio el desarrollo centralista que existe hasta la actualidad, en donde el poder político y las principales instituciones estatales se han consolidado, generando a su vez una realidad desigual en cuanto a servicios y oportunidades de desarrollo socioeconómico brindados a las personas que habitan las regiones periféricas del país.

El progresivo crecimiento de la cobertura urbana en el centro de Costa Rica, se fue consolidando con la red vial, que incremento su conectividad con los puertos de Caldera y Limón, en función de la actividad agrícola para exportación, a partir de los cultivos de café en el centro del país y de banano en el Caribe. Este progreso de infraestructura en el centro del país ha provocado una sobre densidad poblacional y un crecimiento desordenado, en el cual la falta de planificación ha provocado a su vez la afectación de los recursos naturales, del paisaje y de la calidad de vida de las poblaciones.

El Gran Área Metropolitana ha respondido al crecimiento acelerado de la depresión tectónica central y se ha configurado como el centro del poder político en Costa Rica, expandiéndose exponencialmente y generando un fenómeno de conurbación en los cantones que lo componen.

La presente práctica profesional describe el crecimiento de la cobertura urbana de Vázquez de Coronado, uno de los cantones que ha experimentado un fenómeno de sobre densidad poblacional y que se encuentra estrictamente influenciado por el crecimiento del Gran Área Metropolitana, asimismo se determinaran cuales son las áreas aptas para albergar la nueva habitabilidad, de esta forma se buscaran los espacios para expansión urbana que propicien un crecimiento planificado del cantón de Vázquez de Coronado, en función de señalar las actividades y espacios que deben ser protegidos.

3. Planteamiento del problema

La planificación del territorio es un tema fundamental para el desarrollo socioeconómico y ambiental de un país. Se encuentra estrechamente relacionado con los antecedentes y el contexto histórico de las diferentes regiones del mundo; sin embargo, cada vez más se prioriza, debido a las necesidades poblacionales, así como al impacto ambiental que genera el modo de vida y producción de los últimos años. Según (Lungo, 2004):

A diferencia de lo que ocurre en los Estados Unidos de Norteamérica, donde la cuestión de la expansión urbana ha generado muchos estudios, discusiones y políticas con distintos resultados (Lincoln Institute, 2000, citado en Lungo, 2004), en Centroamérica, aunque la expansión de las mayores ciudades es también una característica del proceso de urbanización que se acompaña en la mayoría de países con el fenómeno de una acentuada primacía urbana (Cuervo, 1993, citado en Lungo, 2004), esta temática ha sido poco debatida y analizada, pero ha comenzado a cobrar relevancia en los años recientes a raíz de los profundos cambios que están ocurriendo en las ciudades de la región. (p. 258)

En Costa Rica, la mayor parte de la población se aglomera en el Gran Área Metropolitana (GAM), según (INEC, 2011), 3.130.871 personas viven en áreas urbanas, mientras que 1.170.841 personas habitan en áreas rurales, ósea, 73 de cada 100 personas en el país, habitan el espacio urbano. Considerando lo anterior, surge la necesidad de llevar a cabo una planificación territorial que tenga entre sus fines reducir el impacto generado por la expansión urbana, hacia los recursos eco sistémicos, así como asegurar una igualdad de condiciones para las poblaciones.

En el caso de estudio, el cantón de Vázquez de Coronado cuenta con un Plan Regulador que fue publicado y aprobado por el Concejo Municipal y publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 78, del 23 de abril de 1998, desde entonces entró en vigencia. (Municipalidad de Vázquez de Coronado, 2019). En los últimos 22 años se ha transformado el cantón desde una configuración espacial, influenciada directamente por la conurbación de los cantones limitantes de Moravia y Goicoechea, de manera que se incentiva la necesidad de una actualización en términos de ordenamiento territorial.

Por lo anterior, es necesario considerar diferentes factores biofísicos, de localización y socioeconómicos, a fin de planificar el espacio urbano, protegiendo áreas de conservación y de producción agropecuaria, entre otras. Según (Frente Amplio Coronado, 2020), el plan regulador está obsoleto y debe revisarse, pues fue desde el año 1998 que se aprobó. En Coronado hay falta de ordenamiento urbano. (p.10).

En el presente trabajo de investigación se tomara en cuenta la Ley 4240 de Planificación Urbana (1968) que establece lineamientos básicos para el ordenamiento territorial, de igual forma se buscaran alternativas para la expansión urbana, en concordancia con lo expuesto por la CNE, ya que menciona la imposibilidad de desarrollar el espacio urbano en planicies de inundación, así como la necesidad de que el uso del suelo se encuentre en concordancia con los lineamientos del plan regulador respectivo. Sumado a esto, es importante tener en cuenta factores físicos del territorio, tales como la geomorfología en donde las pendientes pueden imposibilitar la concentración de la habitabilidad poblacional. (CNE, s.f. p.3)

De esta manera, se pretenden describir los cambios espacio- temporales de la cobertura urbana del área de estudio para los últimos 10 años y posteriormente aplicar la metodología del análisis multicriterio, teniendo en cuenta en este caso, restricciones o limitantes de uso del suelo, factores de localización y socioeconómicos, a fin de realizar un estudio que integre distintas variables que permitan identificar áreas aptas para la expansión urbana dentro del cantón de estudio. Dicha metodología formará parte del pronóstico a desarrollar por parte del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) para la actualización del Plan Regulador de Vázquez de Coronado.

4. Objetivos

4.1. General

4.1.1. Determinar áreas de expansión urbana para habitabilidad poblacional mediante Análisis Espacial Multicriterio (AEMC) en el cantón de Vázquez de Coronado.

4.2. Específicos

4.2.1. Describir el crecimiento urbano del periodo 2010- 2020, en el cantón de Vázquez de Coronado mediante revisión bibliográfica y censal del INEC.

4.2.2. Definir espacios para la expansión de la cobertura urbana mediante Análisis Espacial Multicriterio (AEMC) con el fin de concentrar la habitabilidad.

5. Justificación

Es importante destacar la actualización del Plan Regulador del cantón de Vázquez de Coronado, que surge a raíz de los 22 años de vigencia que posee, y los cambios que se han dado en este periodo de tiempo. Según (INVU & Municipalidad de Vázquez de Coronado, 2019):

La Municipalidad de Vázquez de Coronado cuenta con un Plan Regulador publicado en La Gaceta N°78 del 23 de abril del año 1998, el cual no responde actualmente a la realidad del cantón y que por este motivo es importante contar con una herramienta de ordenamiento territorial más actualizada y acorde con la realidad. (p. 3).

Según el fragmento anterior, existe la necesidad de contar con información oficial renovada para el manejo en materia de ordenamiento territorial y demás proyectos relacionados con el cantón a nivel municipal, debido a esto se llega a un convenio, llamado “Convenio de Cooperación Interinstitucional entre “El Instituto” y “La Municipalidad” (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo & Municipalidad de Vázquez de Coronado, 2019, p. 3), para la actualización del Plan Regulador, en donde, el objetivo general, consta de la elaboración de una propuesta del Plan Regulador para el cantón de Vázquez de Coronado, de la provincia de San José, en donde se incluye la variable ambiental en planes de ordenamiento territorial y la elaboración de estudios hidrogeológicos. (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo & Municipalidad de Vázquez de Coronado, 2019, p.3)

Con el fin de realizar la presente investigación se utilizan herramientas para el análisis espacial, en este caso, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en conjunto con las técnicas de Análisis Multicriterio. Los SIG y el Análisis Multicriterio son herramientas que pueden apoyar a los tomadores de decisiones logrando mayor efectividad y eficacia en el proceso de toma de decisión espacial. La combinación de métodos de Evaluación Multicriterio y el Análisis Espacial hace referencia a la Evaluación Espacial Multicriterio, que es un importante método de producir información pertinente sobre los problemas de decisión espaciales a tomadores de decisiones, para el establecimiento de escenarios y políticas que contribuyan en el ordenamiento territorial. (Sharifi, citado en Daga, 2009, p. 21).

6. Metodología

El enfoque empleado en la presente investigación, corresponde al enfoque metodológico mixto, el cual, según (Hernández et al., 2014), permite lograr una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno. (p. 537). La incorporación de las técnicas de análisis cualitativo en conjunto con el análisis cuantitativo para el caso de estudio, permiten alcanzar un análisis completo del crecimiento urbano de los últimos 10 años y las áreas alternativas para la expansión de la cobertura urbana, determinadas mediante el análisis espacial multicriterio.

6.1. Caracterización del área de estudio

Mediante la Ley No.17 del 15 de noviembre de 1910, Vázquez de Coronado se constituyó como cantón número once de la provincia de San José, con un área de 222 Km² y una población estimada en 56.000 habitantes. (IICA, 2003, p. 13). Se divide en los distritos de San Isidro, San Rafael, Dulce Nombre de Jesús, Patalillo y Cascajal.

Del territorio del cantón un 75.33% está dedicado a la protección de la vida silvestre en las áreas de riqueza natural y diversidad biológica: Parque Nacional Braulio Carrillo, Parque Nacional Volcán Irazú y Reserva Forestal de la Cordillera Volcánica Central. (Frente Amplio Coronado, 2020). Debido a esto, en el INVU y en el presente documento se trabajan solamente 55. 29 Km ² como área planificable para el cantón de estudio ya que dentro un plan regulador no se consideran como áreas a planificar las áreas silvestres protegidas, territorios indígenas, zonas marítimo terrestres y territorios del instituto nacional de desarrollo rural.

Mapa 1. Área de estudio

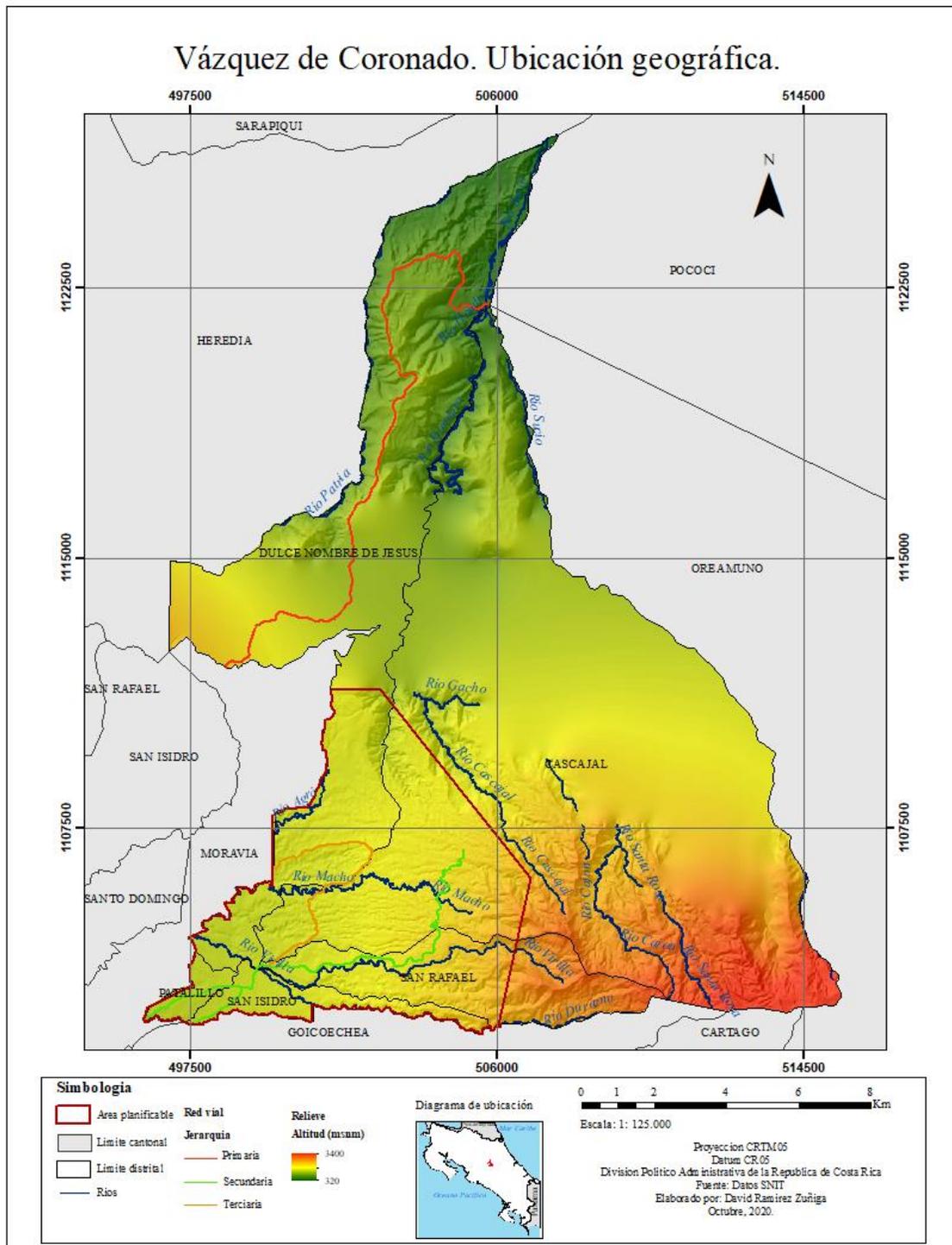
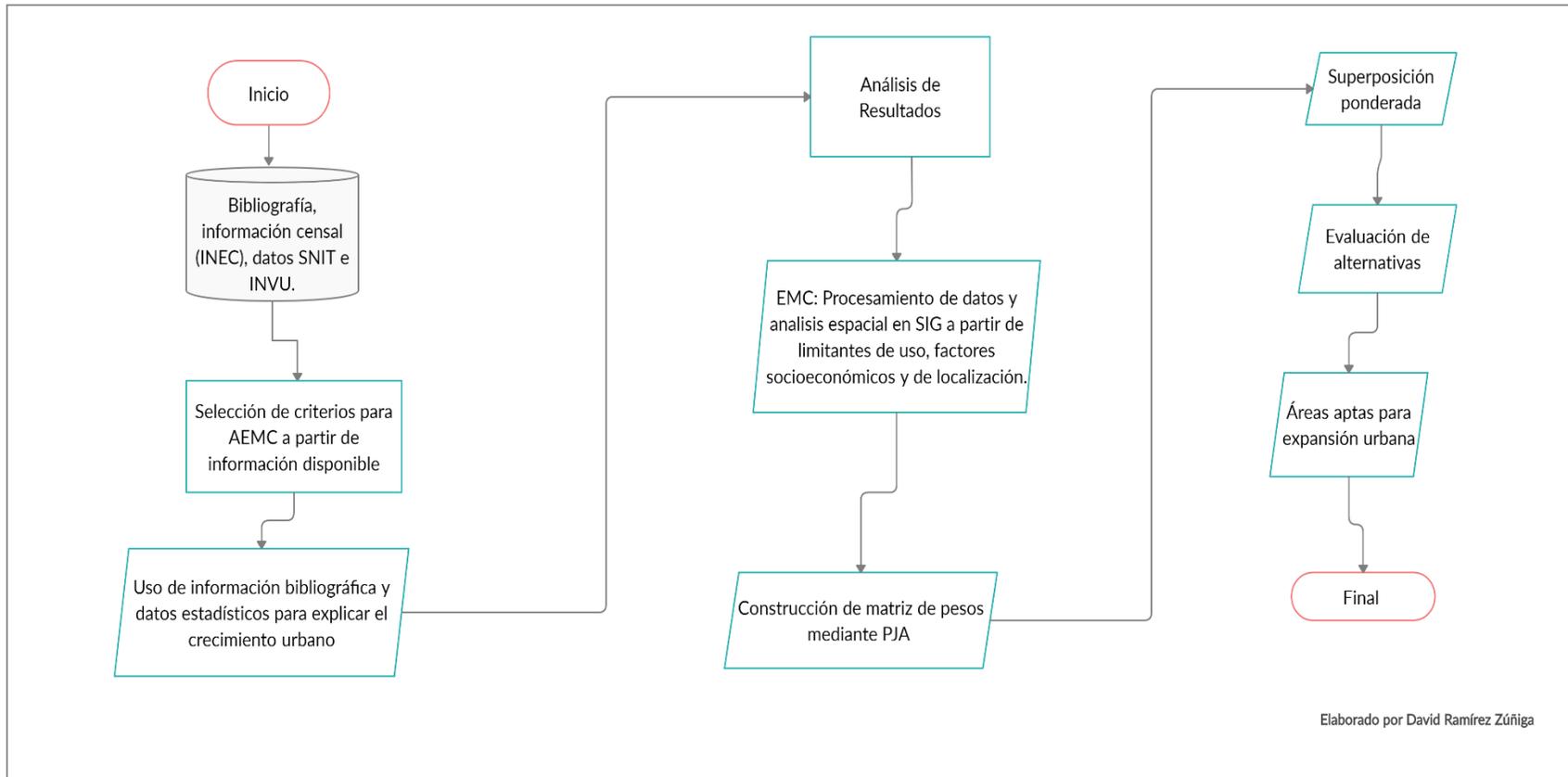


Figura 1. Diagrama de procesos aplicados



6.1.2. Procesos realizados para el desarrollo de objetivos específicos

En el presente apartado se explican los procedimientos utilizados para alcanzar los objetivos planteados en la investigación.

6.1.3. Sistematización de pasos para el Objetivo 1: Descripción para el crecimiento urbano de los últimos 10 años.

1. Revisión bibliográfica orientada al desarrollo urbano y el contexto regional para el caso de Vázquez de Coronado.

Mediante una revisión de bibliografía orientada al caso del cantón de estudio, se indagó primeramente en la Ley de Planificación Urbana 4240 (1968) y su aplicación en Vázquez de Coronado, de esta manera se recopiló información de investigaciones que tienen como objeto de estudio la zona urbana de Vázquez de Coronado, entre estas investigaciones, cabe resaltar la información obtenida a partir de 2 Tesis de Licenciatura en Arquitectura que evalúan la condición urbana del cantón, las cuales corresponden a Vivienda para un Coronado Integral (Brenes, 2014) y Diseño Participativo en la Comunidad de Vázquez de Coronado (Vindas, 2015). Asimismo, se aborda el crecimiento urbano de Vázquez de Coronado, como un fenómeno que se encuentra directamente influenciado por el crecimiento exponencial del Gran Área Metropolitana y los datos obtenidos corresponden principalmente al Plan GAM 2013-2030.

2. Revisión censal (indicadores demográficos, tasas estadísticas, proyecciones) de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos, para el área y período de estudio. (2010- 2020).

Se realiza una indagación en los Resultados Generales del INEC (2011), y en las Estadísticas Vitales del INEC (2011), a partir de estos registros censales, se obtienen las siguientes tasas: Tasa Bruta de Natalidad (TBN), la cual corresponde a la cantidad de nacimientos por cada 100 personas en el cantón de estudio, la Tasa Bruta de Mortalidad (TBM), que brinda la relación de defunciones por cada 100 habitantes, el Crecimiento Vegetativo (CV), que muestra el crecimiento poblacional por cada 100 habitantes, la Tasa de Duplicación (TD), que muestra el tiempo en que será duplicada la población total actual, la Tasa Neta de Migración que es el efecto que tienen la inmigración y la emigración en la población del cantón de estudio, dando como resultado el aumento o la disminución por cada 1.000 habitantes en un periodo de 1 año y la Razón de Dependencia, la cual muestra la cantidad de personas laboralmente dependientes por cada 100 personas en edades laboralmente activas. También se obtiene la Población Total por zona, según distrito, la proyección poblacional para el cantón, según distritos, para el año 2020 y la Estructura demográfica por sexo y Edades Quinquenales, correspondiente al año 2011.

En el siguiente cuadro, se muestran las formulas aplicadas con el fin de obtener las tasas estadísticas previamente mencionadas.

Cuadro 1. Fórmulas empleadas para obtener tasas estadísticas.

Tasas	Fórmulas
Tasa Bruta de Natalidad (TBN)	$(\text{Nacimientos} / \text{Población total}) * 100$
Tasa Bruta de Mortalidad (TBM)	$(\text{Defunciones} / \text{Población total}) * 100$
Crecimiento Vegetativo (CV)	$((\text{Nacimientos} - \text{Defunciones}) / (\text{Población Total})) * 100$
Tasa de Duplicación (TD)	$*70 / \text{CV}$
Tasa Neta de Migración	$((\text{Nacimientos} - \text{Defunciones} + \text{Inmigrantes} - \text{Emigrantes}) / (\text{Población Total})) * 1.000$
Razón de dependencia	$((\text{Población de } 0- 14 \text{ años}) + (65 \text{ años y mas}) / (15- 64 \text{ años})) * 100$

*Corresponde a un valor predeterminado.

Fuente: Elaboración propia.

3. Análisis de resultados.

6.1.4. Sistematización de pasos para el Objetivo 2: Análisis Espacial Multicriterio (AEMC)

1. Selección de los criterios a utilizar en el estudio, en conjunto con encargados institucionales del INVU, mediante reunión en modalidad de presencialidad remota.
2. Obtención de los datos a utilizar para el presente estudio mediante insumos proporcionados por la institución, así como búsqueda en la página web www.snit.go.cr
3. Procesamiento de los datos para su manejo en el SIG y elaboración de análisis espacial en ArcMap a partir de limitantes de uso.
 - a. Uso de valores booleanos, en donde se asignan valores de 0 en caso de no cumplir con los parámetros establecidos y 1, para aquellas áreas en donde si se cumplen los requisitos establecidos para concentrar la habitabilidad dentro del área planificable del cantón. De esta forma, los lineamientos para establecer los valores mencionados, se aprecian en el cuadro 2, dando como resultado las áreas habitables según las limitantes de uso.

b. Cuadro 2. Variables utilizadas en el criterio limitantes de uso.

Limitantes de uso	Variables
Pendiente menor a 3%	Inundable
Pendiente menor o igual a 20%	Pendiente máxima
Altitud máxima 1750 msnm	Altitud. máxima
50 metros de retiro a los ríos	Distancia a Ríos
50 metros de retiro a infraestructura urbana	Distancia a cobertura urbana
10 metros de retiro a cultivos	Distancia a cultivos

Fuente: Definido de acuerdo a la Ley de Planificación Urbana 4240 y a discusión con encargados institucionales.

4. Análisis espacial en SIG a partir de distancias euclidianas para los criterios socioeconómicos y de localización.

a. Distancias a factores socioeconómicos

Mediante la herramienta “Distancias euclidianas”, se encuentran las áreas más próximas a los factores socioeconómicos. El rango encontrado comprende valores desde los 0 a los 3.8 Km; cabe resaltar que se toman como habitables las áreas donde los valores van de 0 a 2 Km. De esta manera, se genera una reclasificación en donde se asigna un valor de 1 (áreas aptas) al rango de 0-2 Km y de 0 (áreas no aptas) a los valores comprendidos entre 2- 3.8 Km.

b. Variables utilizadas:

- Centros de salud
- Centros deportivos
- Centros educativos
- Centros religiosos
- Centros culturales

c. Cuadro 3. Ubicación de las variables utilizadas en factores socioeconómicos.

Nombre del centro	Tipo	Ubicacion distrital
Escuela de Dulce Nombre	Educativo	Dulce Nombre de Jesús
CTP Vazquez de Coronado	Educativo	Patalillo
Escuela Montserrat	Educativo	Cascajal
Liceo de Coronado	Educativo	San Isidro
Escuela San Francisco Coronado	Educativo	San Isidro
Amadita Primary School	Educativo	San Isidro
The summit school	Educativo	San Rafael
Instituto Educacion Integral	Educativo	San Rafael
Liceo de San Antonio	Educativo	Patalillo
Escuela Pio XII	Educativo	Cascajal
Instituto Educacion Integral	Educativo	San Rafael
Instituto Psicopedagogico Coronado	Educativo	San Rafael
Escuela Jose Ana Marin Cubero	Educativo	San Isidro
Jardin de Niños Jose Ana Marin Cubero	Educativo	San Isidro
Colegio San Enrique de Osso	Educativo	San Isidro
Costa Rica Christian School	Educativo	Patalillo
Escuela Estado de Israel	Educativo	Patalillo
Centro Educativo Manuel Maria Gutierrez	Educativo	Cascajal
Escuela San Rafael de Coronado	Educativo	San Rafael
Patio de Agua	Educativo	San Rafael
Liceo Hernan Zamora Elizondo	Educativo	Patalillo
Escuela Las Nubes	Educativo	San Rafael
Colegio Enrique Malavassi Vargas	Educativo	San Isidro
Escuela de Hoteleria La Pradera	Educativo	San Rafael
Liceo de Cascajal	Educativo	Cascajal
Creston School	Educativo	San Rafael
Centro Integrado de Salud Coronado	Salud	San Isidro
Salon Comunal Barrio San Martin	Cultural	San Isidro
Salon Comunal Barrio Los Cedros	Cultural	San Isidro
Salon Comunal Dulce Nombre	Cultural	Dulce Nombre de Jesús
Salon Comunal Barrrio El Carmen	Cultural	Dulce Nombre de Jesús
Salon Comunal Las Nubes de Coronado	Cultural	San Rafael
Salon Comunal San Antonio de Coronado	Cultural	Patalillo
Museo La Casa del Reloj	Cultural	Patalillo
Estadio Municipal San Isidro	Deportivo	San Isidro
Iglesia San Isidro Labrador	Religioso	San Isidro
Iglesia de San Antonio	Religioso	Patalillo
Iglesia de San Rafael	Religioso	San Rafael
Iglesia Nubes de Coronado	Religioso	San Rafael
Iglesia San Pedro	Religioso	Cascajal
Iglesia Barrio San Jose	Religioso	Dulce Nombre de Jesús

Iglesia Patio de Agua	Religioso	San Rafael
Iglesia de San Francisco	Religioso	San Isidro
Iglesia Nuestra Señora del Carmen	Religioso	Dulce Nombre de Jesús

Fuente: Datos INVU.

d. Distancias a factores de localización

Se buscan las distancias más cercanas a factores de localización. En esta ocasión se toman distancias a centros urbanos y a las principales vías de comunicación. El rango encontrado comprende desde los 0 a los 10 Km. Se utilizan los valores de 0 a 4 km como áreas habitables y se les asigna un valor de 1 (áreas aptas) mediante reclasificación, así como 0 (áreas no aptas), a las áreas que sobrepasan los 4 Km.

e. Variables utilizadas:

- Centros urbanos
- Vías de comunicación principales

5. Construcción de matriz de pesos de importancia en Microsoft Excel mediante PJA (Proceso de Jerarquías Analíticas). Pasos:

- a. Ponderación de criterios y sumatorias.
- b. Normalización de valores y obtención de pesos.
- c. Análisis de consistencia.

6. Aplicación de matriz de pesos mediante superposición ponderada en ArcMap, de forma que permita identificar áreas aptas (alternativas) para la expansión urbana.
 - a. Utilizando la herramienta “Superposición ponderada”, se aplican los valores promediados de la matriz normalizada en la aplicación ArcMap, de esta manera, se encuentran las áreas que cumplen con los requisitos establecidos para formar parte de las áreas de expansión urbana dentro del área planificable del cantón de Vázquez de Coronado.
 - b. Posteriormente, se realiza una fotointerpretación del total de las áreas generadas, con el fin de restringir el resultado solamente a aquellas que se encuentren dentro del espacio urbano consolidado o en la periferia urbana. De esta manera, se excluye el espacio paraurbano, las áreas dedicadas a la producción agropecuaria, las áreas rurales y de cobertura forestal.
7. Evaluación y clasificación de las alternativas mediante PJA (Proceso de Jerarquías Analíticas). Pasos:
 - a. Ponderación de las alternativas en función de cada criterio.
 - b. Normalización y obtención de pesos de importancia.
 - c. Análisis de Consistencia.
 - d. Multiplicación matricial entre la matriz de pesos de los criterios y las matrices de pesos de las alternativas con el fin de obtener la clasificación de las alternativas en orden de importancia.
8. Elaboración de mapa que muestre las alternativas para la expansión urbana en el cantón de Vázquez de Coronado.
9. Análisis de resultados.

7. Análisis de resultados

7.1. Objetivo 1: Crecimiento urbano de los últimos 10 años en el cantón de Vázquez de Coronado.

7.1.1. Legislación

Según la Ley de Planificación Urbana de Costa Rica, N°4240, Art. 1 (1968), la planificación urbana, es el proceso continuo e integral de análisis y formulación de planes y reglamentos sobre desarrollo urbano, tendiente a procurar la seguridad, salud, comodidad y bienestar de la comunidad. Según el fragmento anterior, este proceso busca mediante planes y reglamentos, garantizar servicios básicos a la población, así como seguridad y bienestar en el espacio urbano. Asimismo, según la Ley de Planificación Urbana de Costa Rica, N°4240, Art. 2, Cap.1 (1968), la planificación urbana, nacional o regional, es responsabilidad de la Oficina de Planificación y el INVU, todo esto con el propósito de conseguir la expansión ordenada de los centros urbanos, un equilibrio entre lo urbano y lo rural, un desarrollo urbano que procure un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales y humanos, y por último una inversión en servicios públicos.

Con base en lo anteriormente planteado, cabe señalar que según (Vindas, 2015), el desarrollo urbano en Vázquez de Coronado ha propiciado casi la privatización total del suelo, dando como resultado una sobre densidad poblacional que agrava la deficiencia de espacios públicos para la población. Esta sobre densidad, se encuentra influenciada por los procesos de inmigración hacia el cantón de Vázquez de Coronado, a raíz del crecimiento exponencial y la aglomeración de San José. (p. 18).

El crecimiento de la cobertura urbana en Vázquez de Coronado se encuentra relacionado con la falta de planificación territorial que se ha gestado por parte de las instituciones encargadas, en este caso cabe señalar primeramente la inacción en materia de ordenamiento territorial por parte del gobierno municipal del cantón. Entre otras consecuencias, este patrón de crecimiento acelerado se convierte en una amenaza para la protección de la actividad agropecuaria y las áreas de protección. Asimismo, se señalan las necesidades en materia de espacios públicos para la población del cantón, sin embargo, este planteamiento se dificulta debido a la expansión privatizada del territorio.

El cantón ha experimentado un aumento de la cobertura urbana en sentido horizontal, esto significa que cada vez es de mayor crecimiento la zona comercial y residencial. El crecimiento de la cobertura urbana genera a su vez un cambio en el uso del suelo, cada vez más se reduce el espacio destinado a la actividad agropecuaria, caracterizado por terrenos dedicados a los cultivos y a los pastos. Se reduce la vegetación y el bosque, lo cual conlleva a una pérdida de los recursos ecosistémicos y una aproximación al límite del área planificable, comprometiendo de esta manera, las áreas protegidas del cantón. Brenes (2014), señala, el crecimiento urbano como un consumo acelerado de los suelos, por parte de los desarrolladores comerciales que generan un alto valor adquisitivo para la adquisición de viviendas en zonas residenciales saturadas, que provocan una saturación y una necesidad de contar con áreas públicas para la convivencia comunal, asimismo esto afecta la calidad de vida de las personas que habitan el espacio urbano del cantón ya que no existe un interés por la participación social activa.

7.1.2. Contexto Regional: El Gran Área Metropolitana (GAM)

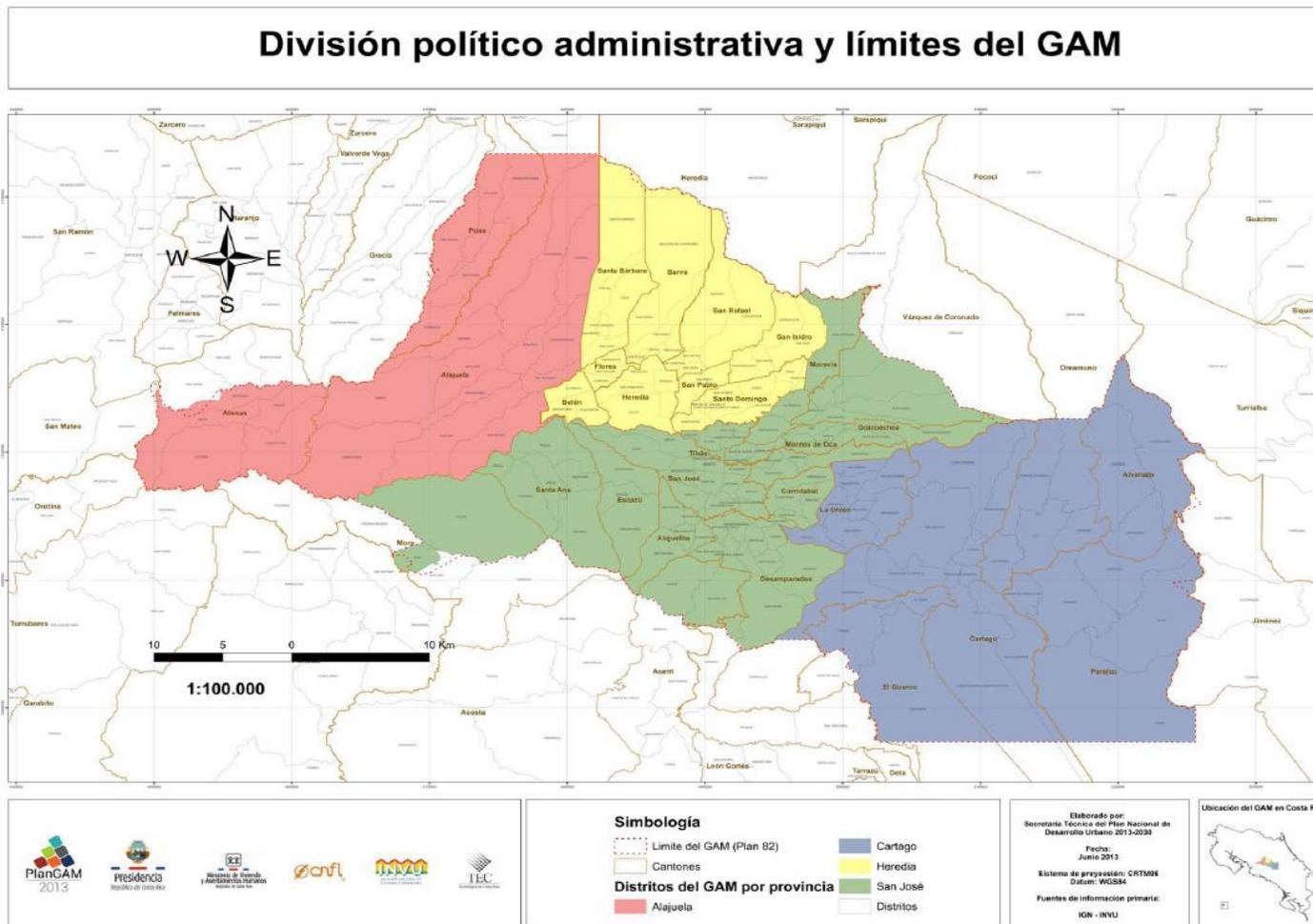
Gran parte del cantón de Vázquez de Coronado se encuentra en el Gran Área Metropolitana (GAM), ya que 2 distritos (Patalillo y San Isidro) de los 5 que lo conforman se encuentran totalmente dentro de los límites establecidos en el Plan GAM 2013- 2020 (Ver Figura 1); los distritos de San Rafael, Cascajal y Dulce Nombre de Jesús se encuentran parcialmente dentro de esta área. De esta manera, el área de estudio tiene una gran influencia del Gran Área Metropolitana, que en 1,779.79 Km² de área, ósea 3.73 % del territorio nacional, alberga 2.268.248 habitantes, ósea, 52.7 personas de cada 100 viven en ella; presenta una densidad de 70 hab/ha, según datos del INEC (2011, citado en PLAN GAM 2013, p. 42), asimismo se señala que la población total de la GAM en el año 2030, será de 3.090.000 habitantes con tasas decrecientes. Cabe destacar que las vías de acceso al GAM suman 25 horas semanales de congestión. Esto implica un incremento en emisión del CO₂ promedio de 60%. (NavSat, 2013, citado en PLAN GAM 2013, p. 42).

Según, (Pujol & Pérez, 2012):

Las dinámicas económicas y sociales nacionales y regionales han incentivado la expansión de la ciudad. La población de la región ha aumentado significativamente (pasó de 1,35 millones de personas en el ejercicio censal 1984 a 2,08 millones en el censo del año 2000; para el año 2011, la población regional había alcanzado los 2,27 millones de personas) (p.1).

A pesar de ser un fenómeno relacionado con el crecimiento poblacional y las actividades socioeconómicas, cabe destacar que el crecimiento centralista y la escasa planificación territorial han propiciado la expansión exponencial de la GAM, y de esta forma la invasión de áreas protegidas y demás recursos eco sistémicos, generando de esta manera un desequilibrio en la relación sociedad- naturaleza.

Figura 1. Gran Área Metropolitana



Fuente: PLAN GAM 2013- 2030

7.1.3. Características de la población en Vázquez de Coronado.

Datos poblacionales

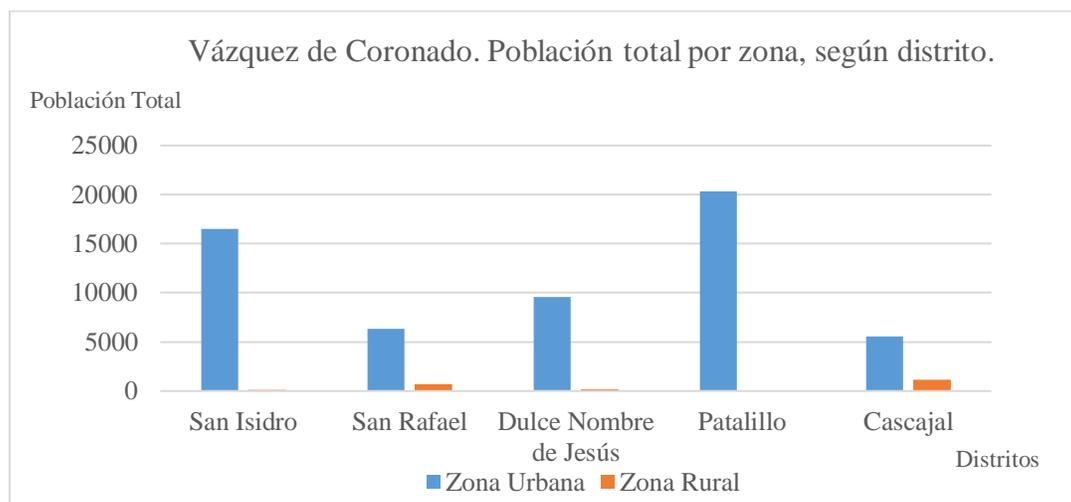
El cantón de Vázquez de Coronado cuenta con una población total de 60.486 personas, de las cuales 58.327 habitan en áreas urbanas y 2.159 en áreas rurales. (INEC, 2011). Lo anterior supone que para el año 2011, el 96,4% de la población habita la zona urbana, mientras un 3,6% habita la zona rural. Sus distritos más poblados corresponden a Patalillo, que cuenta con una población de 20.349 personas, y en segundo lugar se encuentra el distrito de San Isidro que posee 16.625 personas en total. (INEC, 2011); ambos distritos conforman la mayor parte de la cobertura urbana del cantón, tal y como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1. Vázquez de Coronado. Población total por zona, según distrito. Año 2011.

Vázquez de Coronado. Población total por zona, según distrito. 2011.					
Distritos	Zona Urbana	Zona Rural	Area (Km ²)	Pob. Total	Densidad poblacional (hab/Km ²)
San Isidro	16502	123	5.29	16625	3142, 72
San Rafael	6350	690	17.33	7040	406, 23
Dulce Nombre de Jesús	9554	190	60.3	9744	161, 59
Patalillo	20349	0	1.89	20349	10766, 67
Cascajal	5572	1156	131.39	6728	51, 21
Total	58327	2159	202.2	60486	299, 14

Fuente: Elaboración propia a partir de INEC (2011).

Gráfico 1. Cantón de Vázquez de Coronado. Población total por zona, según distrito. Año 2011.



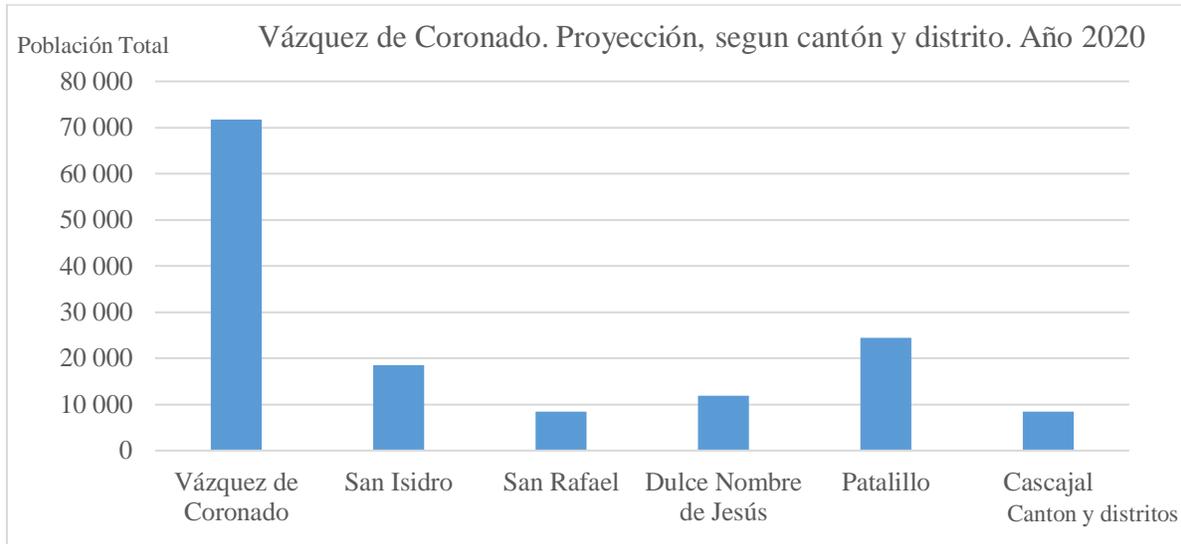
Fuente: Elaboración propia a partir de INEC (2011).

Tabla 2. Población Total proyectada al 30 de junio, según cantón, distrito y sexo. Año 2020

Población total proyectada al 30 de junio, según cantón, distrito y sexo. Año 2020			
Distritos	Población	Área (Km ²)	Densidad poblacional (hab/ Km ²)
San Isidro	18.540	5, 29	3.504, 72
San Rafael	8.464	17, 33	488, 40
Dulce Nombre de Jesús	11.870	60, 3	196, 84
Patalillo	24.405	1, 89	12.912, 69
Cascajal	8.384	131, 39	63, 81
Total	71.663	202, 2	354, 41

Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones INEC (2011- 2025).

Grafico 2. Población Total proyectada al 30 de Junio, según cantón y distrito. Año 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones INEC (2011- 2025)

Según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos para el año 2020 (Tabla 2), la población del cantón de Vázquez de Coronado crecerá en un total de 11.177 personas, siendo los distritos de Patalillo y Dulce Nombre de Jesús, los que presentarían mayor crecimiento poblacional. Es importante tener en cuenta que en Patalillo la población se ubica exclusivamente en zonas urbanas, mientras que el distrito de Dulce Nombre de Jesús se convierte en el tercer distrito mas poblado de Vázquez de Coronado y forma parte de la expansión urbana del cantón. Cabe resaltar la actividad agropecuaria en el distrito de Dulce Nombre, como un factor a tener en cuenta para la restricción del crecimiento urbano exponencial. Entre los gráficos 1 y 2 se aprecia la constante de crecimiento para los distritos que conforman el centro urbano consolidado (Patalillo y San Isidro) y la condición de menor población para Cascajal y San Rafael, que de igual manera presentan un aumento en los totales poblacionales. La población de Vázquez de Coronado presenta una densidad considerable, ya que pasaría de 299,14 hab/ Km² en el 2011, a una densidad de 354, 41 hab/ Km² en el 2020, lo cual convierte lo convierte en un cantón densamente poblado.

Tabla 3. Cantón de Vázquez de Coronado. Tasa Bruta de Natalidad, Tasa Bruta de Mortalidad, Crecimiento Vegetativo y Tasa de Duplicación. Año 2011.

Cantón de Vázquez de Coronado. Año 2011.						
Población Total	Nacimientos	Defunciones	Tasa Bruta de Natalidad (TBN)	Tasa Bruta de Mortalidad (TBM)	Crecimiento Vegetativo (CV)	Tasa de Duplicación (TD)
60486	959	275	1, 59	0, 45	1, 13	61, 90

Fuente: Elaboración propia a partir de INEC (2011).

En la tabla 3 se aprecia que para el año 2011, el Crecimiento Vegetativo del cantón fue del 1,3 %, ósea, hubieron 1,3 personas más por cada 100, esto supone un total de 78.631,8 personas para el año siguiente, de mantenerse el crecimiento presentado, esto debido a que el producto de multiplicar este crecimiento por la población total del cantón (60.486), brinda un total de 78.631,8 personas, lo cual representa, 18.145,8 personas más en un periodo de 1 año. Entre los distritos que aportan mas al crecimiento vegetativo del cantón de Vázquez de Coronado, se encuentra el distrito de Dulce Nombre de Jesús, que posee 3, 34 personas mas por cada 100 en el año 2011 (ver Tabla 4), esto se encuentra relacionado con una alta Tasa Bruta de Natalidad que muestra los nacimientos en el distrito por cada 100 personas, siendo de 3, 86 %, muy por encima de la Tasa Bruta de Natalidad cantonal que se encuentra en 1, 59 %, también es importante tener en cuenta el crecimiento vegetativo del distrito de Cascajal ya que fue del 2, 9 %, y contribuyo al crecimiento vegetativo cantonal.

Tabla 4. Distritos de Vázquez de Coronado. Tasa Bruta de Natalidad, Tasa Bruta de Mortalidad, Crecimiento Vegetativo y Tasa de Duplicación. Año 2011.

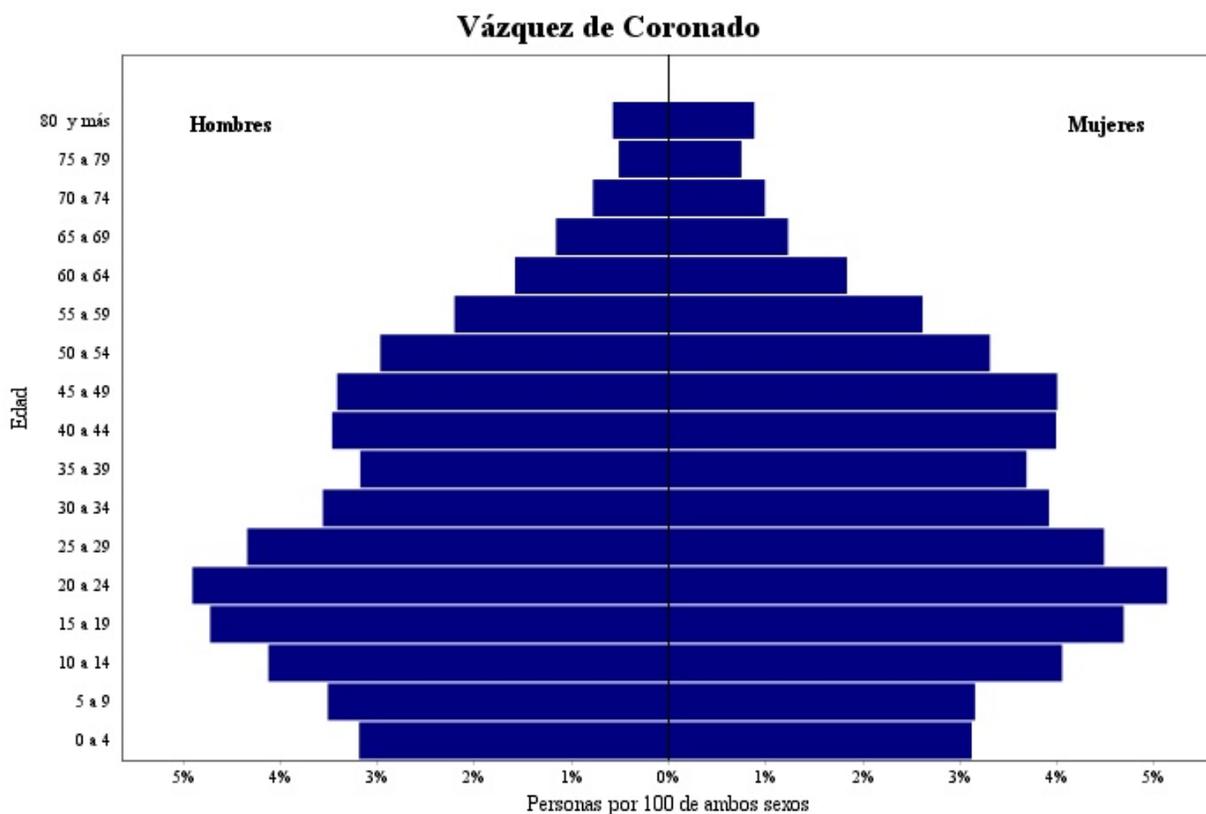
Distritos de Vázquez de Coronado. Año 2011.							
Distritos	Población Total	Nacimientos	Defunciones	Tasa Bruta de Natalidad (TBN)	Tasa Bruta de Mortalidad (TBM)	Crecimiento Vegetativo (CV)	Tasa de Duplicación (TD)
San Isidro	16625	578	87	3,48	0,52	2,95	23,70
San Rafael	7040	194	33	2,76	0,47	2,29	30,61
Dulce Nombre de Jesus	9744	376	51	3,86	0,52	3,34	20,99
Patalillo	20349	544	73	2,67	0,36	2,31	30,24
Cascajal	6728	226	31	3,36	0,46	2,90	24,15

Fuente: Elaboración propia a partir de INEC (2011).

7.1.4. Estructura de la población y razón de dependencia

El cantón de Vázquez de Coronado con una población de 60.486 personas en el año 2011, presenta una pirámide poblacional, del tipo regresiva (Gráfico 3), en donde las cohortes de 0- 14 años, se encuentran reducidas, la población adulta señala un incremento significativo y parte de las cohortes de 65 años y más, se aprecian reducidas. Debe su forma a la reducción en las tasas de natalidad, al aumento natural en la mortalidad de las cohortes de avanzada edad, a las migraciones y al aumento en la esperanza de vida que corresponde a 80, 3 años. (Frente Amplio Coronado, 2020).

Gráfico 3. Pirámide poblacional para el cantón de Vázquez de Coronado. Estructura de la población por sexo y edades quinquenales. Año 2011.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEC (2011).

La población posee una edad media de 32 años para el año 2011 (Ver Tabla 6). El bono demográfico del primer y segundo baby boom, así como la condición de atracción poblacional que se vera mas adelante, le proporciona al cantón una tasa de dependencia favorable, tal y como se visualiza en la Tabla 5 ya que la población que se encuentra en edad laboralmente activa es mucho mayor a la que corresponde a las cohortes en edades dependientes. De esta manera, en el cantón de Vázquez de Coronado, 39 personas de cada 100, se encuentran en edades de dependencia laboral, ósea edades de los 0-14 años y 65 años en adelante.

Tabla 5. Cantón de Vázquez de Coronado. Tasa de dependencia.

Cantón de Vázquez de Coronado. Tasa de dependencia. Año 2011.	
Edades	Población Total
0-14	12789
15-64	43536
65-Mas	4161
Razón de dependencia	39

Fuente: Elaboración propia a partir de INEC (2011).

Tabla 6. Cantón de Vázquez de Coronado. Estructura de la población por sexo y edades quinquenales y edad media. Año 2011.

Vázquez de Coronado. Estructura de la Población. Año 2011.				
Canton	Grupo (Edades)	Hombres	Mujeres	Total hab.
Vázquez de Coronado	0 a 4	1928	1887	3815
Vázquez de Coronado	5 a 9	2123	1908	4031
Vázquez de Coronado	10 a 14	2493	2450	4943
Vázquez de Coronado	15 a 19	2856	2833	5689
Vázquez de Coronado	20 a 24	2966	3104	6070
Vázquez de Coronado	25 a 29	2625	2711	5336
Vázquez de Coronado	30 a 34	2154	2368	4522
Vázquez de Coronado	35 a 39	1921	2228	4149
Vázquez de Coronado	40 a 44	2096	2412	4508
Vázquez de Coronado	45 a 49	2065	2419	4484
Vázquez de Coronado	50 a 54	1796	2000	3796
Vázquez de Coronado	55 a 59	1334	1581	2915
Vázquez de Coronado	60 a 64	957	1110	2067
Vázquez de Coronado	65 a 69	702	743	1445
Vázquez de Coronado	70 a 74	472	599	1071
Vázquez de Coronado	75 a 79	311	453	764
Vázquez de Coronado	80 y Más	348	533	881
Total		29147	31339	60486
Edad Media	32, 48			

Fuente: Elaboración propia a partir de INEC (2011).

7.1.5. Atracción poblacional en Vázquez de Coronado

Caben destacar los aspectos migratorios del cantón, entre los factores que propician un aumento en la población adulta, ya que para el año 2011, presentaron una gran cantidad de población inmigrante extranjera, en total, 2709 personas, así como inmigrantes internos, 27.018 en total (ver Tabla 7), esto refiere a que el cantón es atractor poblacional, debido entre otros factores, a la saturación del GAM, ya que las personas buscan un lugar de vivienda en las periferias urbanas del GAM o ciudades relativamente cercanas a sus sitios laborales, convirtiendo al cantón en una ciudad dormitorio ya que en Vázquez de Coronado, 56, 8% de las personas trabajan fuera del cantón (Frente Amplio Coronado, 2020). Ahora bien, según (Frente Amplio Coronado, 2020), debe existir más trabajo en Coronado, aprovechar la presencia de la población económicamente activa y disminuir el efecto cantón dormitorio, en el cual las personas salen a trabajar y regresan básicamente a dormir.

Tabla 7. Cantón de Vázquez de Coronado. Tasa de Migración Neta. Año 2011.

Vázquez de Coronado. Tasa de Migración Neta. Año 2011.								
Cantón	Población Total	Nacimientos	Defunciones	Inmigrantes internos	Emigrantes internos	Inmigrantes extranjeros	Tasa Migración Neta	Saldo migratorio
Vázquez de Coronado	60486	959	275	27048	10056	2709	337.02	19701

Fuente: Elaboración propia a partir de INEC (2011).

Otro factor desencadenante a la condición de atracción poblacional, corresponde al IDH cantonal (ver Figura 2), ya que en el año 2013 ubicaba al cantón de Vázquez de Coronado en el puesto 24, así como un índice de pobreza humana cantonal que lo ubica en el puesto 23 para el año 2013 y un índice de desarrollo relativo de género que lo sitúa en el puesto número 22. Estos datos justifican gran parte de la atracción poblacional, que contribuye el crecimiento del cantón, especialmente en la zona urbana.

Figura 2. Ubicación de Vázquez de Coronado, según el Fichero Cantonal del Tribunal Supremo de Elecciones (TSE).

Índice	Definición	Posición
Índice de desarrollo humano cantonal (2013)	Este índice permite ver las posibilidades que tienen las personas para alcanzar su proyecto de vida. Combina índices de esperanza de vida (IEV), de conocimiento (IC) y de bienestar material (IBM)	24
Índice de pobreza humana cantonal (2013)	Mide las privaciones en las tres dimensiones básicas del desarrollo humano cantonal, más la exclusión social (desempleo)	23
Índice de Desarrollo relativo al género (2013)	Ajusta el IDH para reflejar las desigualdades entre hombres y mujeres en educación, salud y nivel de vida.	22
Índice de competitividad cantonal (2011)	Valora los cantones de acuerdo al desempeño económico, empresarial, laboral, gubernamental, de infraestructura, ambiental, de innovación y de calidad de vida.	39
Índice gestión municipal (2013)	Mide el desempeño de las municipalidades, aquellas con mayor presupuesto, mejor IDHc, menor territorio y mayor cantidad de unidades habitacionales con alto IDHc se ubican en el grupo A, conforme cambian esos grupos se ubican en los otros grupos.	B 67.8

Fuente: Elaborado por Frente Amplio Coronado (2020) a partir de datos del TSE

Vázquez de Coronado representa un cantón en donde las condiciones son propicias para el abastecimiento de servicios básicos como agua potable, posee fuentes productoras de agua, así como un clima y una orografía que le permiten generar este fluido (Municipalidad de Vázquez de Coronado, s.f., p. 20). Esto constituye otro factor que justifica la condición de atractor poblacional que posee, así como la escolaridad que supera a la nacional, la alfabetización del 99% y por último la ocupación laboral del 56,6 %, tal y como se visualiza en la Tabla 8.

Tabla 8. Indicadores de población. Vázquez de Coronado en comparación a Costa Rica. Año 2011.

Indicadores de población. Año 2011.		
Indicadores	Vazquez de Coronado	Costa Rica
Esperanza de vida (años)	80,3	79,1
Edad media	32	31,10
Escolaridad promedio (años)	9,9	8,7
Alfabetización (%)	99	97,6
Educación superior (%)	31	17,4
Población empleada (%)	56,6	56
Población con 1 o más discapacidades (%)	10,2	14
Población adulta mayor (%)	6,87	7,24
Jefatura femenina (%)	31,3	29,07

Fuente: Elaboración propia a partir de INEC (2011) y Frente Amplio Coronado (2020).

7.2 Objetivo 2. Áreas aptas para la expansión urbana mediante Análisis Espacial Multicriterio.

7.2.1 Análisis Espacial Multicriterio (AEMC)

En una investigación o proyecto, es necesario, en diversas ocasiones, tomar una decisión para llevar a cabo un objetivo o solución a un problema en particular, ya sea del tipo ambiental, para localización de infraestructura, áreas para expansión urbana, localización de nodos turísticos, etc. Lo anterior conlleva a utilizar métodos para la toma de decisiones, tales como el Análisis Espacial Multicriterio (AEMC), que contempla el uso de diferentes criterios para llegar a la mejor solución.

7.2.2. Evaluación Multicriterio (EMC)

En el proceso de la toma de decisiones, es necesario ponderar los criterios utilizados en el trabajo de investigación, de esta manera, surgen diferentes métodos para realizar dicha evaluación, tales como el Método de Ponderación Lineal (SCORING) o el Proceso Jerárquico Analítico (PJA). Según, Pinzón (2015):

La Evaluación Multicriterio es un conjunto de técnicas utilizadas en la decisión multidimensional y los modelos de evaluación, dentro del campo de la toma de decisiones (Barredo, 1996). Entre de los métodos de Evaluación Multicriterio encontramos, el Proceso de Análisis Jerárquico AHP (Analytic Hierarchy Process), el cual fue desarrollado a finales de los años 70 del siglo pasado por Thomas L. Saaty con el objetivo de apoyar la reducción del armamento nuclear de la Unión Soviética y los Estados Unidos (Saaty, 1980). Este proceso desarrolla una estructura jerárquica del problema de toma de decisiones, con el objetivo de estructurar y ordenar los procesos y en la actualidad aún cuenta con un gran impacto tanto a nivel teórico como aplicado. (p. 3)

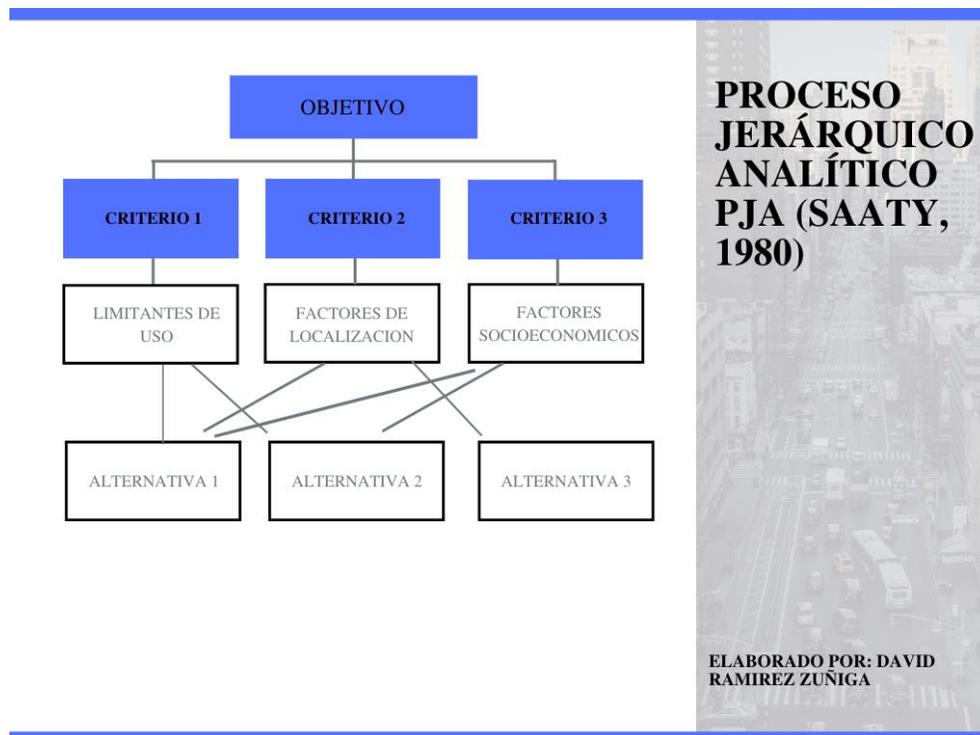
7.2.3. Proceso Jerárquico Analítico (PJA)

El PJA permite estructurar el problema de la investigación, articulando su objetivo principal y los criterios a utilizar, con el fin de encontrar soluciones (alternativas) al objetivo propuesto (ver Figura 3), las cuales posteriormente podrán ser clasificadas en orden de importancia, según los pesos asignados.

Una vez establecidos el problema, los objetivos y los criterios a utilizar, es necesario realizar una matriz de comparación pareada entre los criterios, de esta forma, Saaty (2008), formulo la escala fundamental de números absolutos en el Proceso Jerárquico Analítico. (Ver Cuadro 4), con el fin de asignar un peso a cada criterio en función de la importancia que representa, este procedimiento debe repetirse para las alternativas, en función de cada criterio.

Posteriormente debe obtenerse el producto de la multiplicación de la matriz de pesos para los criterios y de la matriz de pesos para las alternativas, esto brindara la clasificación de alternativas de la mayor a la menor deseada, según las reglas previamente establecidas. Finalmente, se realizara un análisis de consistencia para determinar el porcentaje de error de los pesos asignados a los criterios en las matrices.

Figura 3. Esquema General del Proceso Jerárquico Analítico.



Cuadro 4. Escala fundamental de números absolutos en el Proceso Jerárquico Analítico. (Saaty, 2008).

Intensidad de Importancia	Definición	Explicación
1	Igual Importancia	Dos actividades contribuyen igualmente a sus objetivos
2	Débil o ligera	
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente uno sobre el otro
4	Más moderada	
5	Importancia fuerte.	La experiencia y el juicio favorecen drásticamente a uno sobre el otro
6	Importancia más Fuerte	
7	Importancia muy fuerte o demostrada	Se favorece mucho una actividad sobre la otra. Su dominio es demostrable.
8	Importancia muy, muy fuerte	
9	Importancia Extrema	Existe evidencia de un criterio que se encuentra por encima del otro, siendo del orden más alto.
1,1 – 1,9	Cuando las actividades están muy cerca de un decimal, se suma 1 para mostrar su diferencia apropiada	Una mejor forma alternativa de asignar los pequeños decimales es comparar dos actividades cercanas con otros ampliamente contrastantes, favoreciendo a los más grandes uno un poco sobre el más pequeño al usar valores entre 1 y 9.
Recíproco	Si la actividad “i” tiene uno de los anteriores distintos de cero que se le asignan en comparación con la actividad “j”, entonces “j” tiene el valor “recíproco” o “inverso” en comparación con “i”.	Una suposición lógica.
Mediciones de escalas de razón		Cuando se desee utilizar tales números en aplicaciones físicas. Alternativamente, a menudo se estima las proporciones de tales magnitudes utilizando nuestro juicio

Fuente: (Saaty, 2008)

7.2.4. Análisis de Consistencia

Mediante el análisis de consistencia se busca comprobar que los valores asignados no presenten errores y contradicciones entre ellos. Cabe señalar que para matrices mayores a 5x5, la razón de consistencia debe ser menor a 0.1; en el presente caso de estudio debe ser menor a 0.05 para los criterios, de lo contrario presentaría inconsistencias en el juicio aplicado para establecer los pesos. (Pinzón, 2015), señala que en la metodología AHP, el RC debe ser inferior a 0,1 para matrices mayores de 5x5, si el resultado es mayor deben ser reconsiderados y modificados los valores de la matriz de comparación por pares, en el caso de matrices de 4x4, el error debe ser menor a 9%.

Para determinar la razón de consistencia (RC) de una matriz de comparación PJA, es necesario aplicar la fórmula:

$$RC = IC / IA$$

Donde, el Índice Aleatorio (IA), es un valor predeterminado, según la cantidad de criterios empleados. (ver Tabla 9).

Tabla 9. Índice Aleatorio.

Número de criterios de decisión, n	Índice aleatorio IA
3	0.58
4	0.09
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

Fuente: Elaboración propia a partir de Osorio & Orejuela, 2008.

El índice de consistencia se obtiene de la fórmula:

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

Donde n , es equivalente a la cantidad de criterios utilizados.

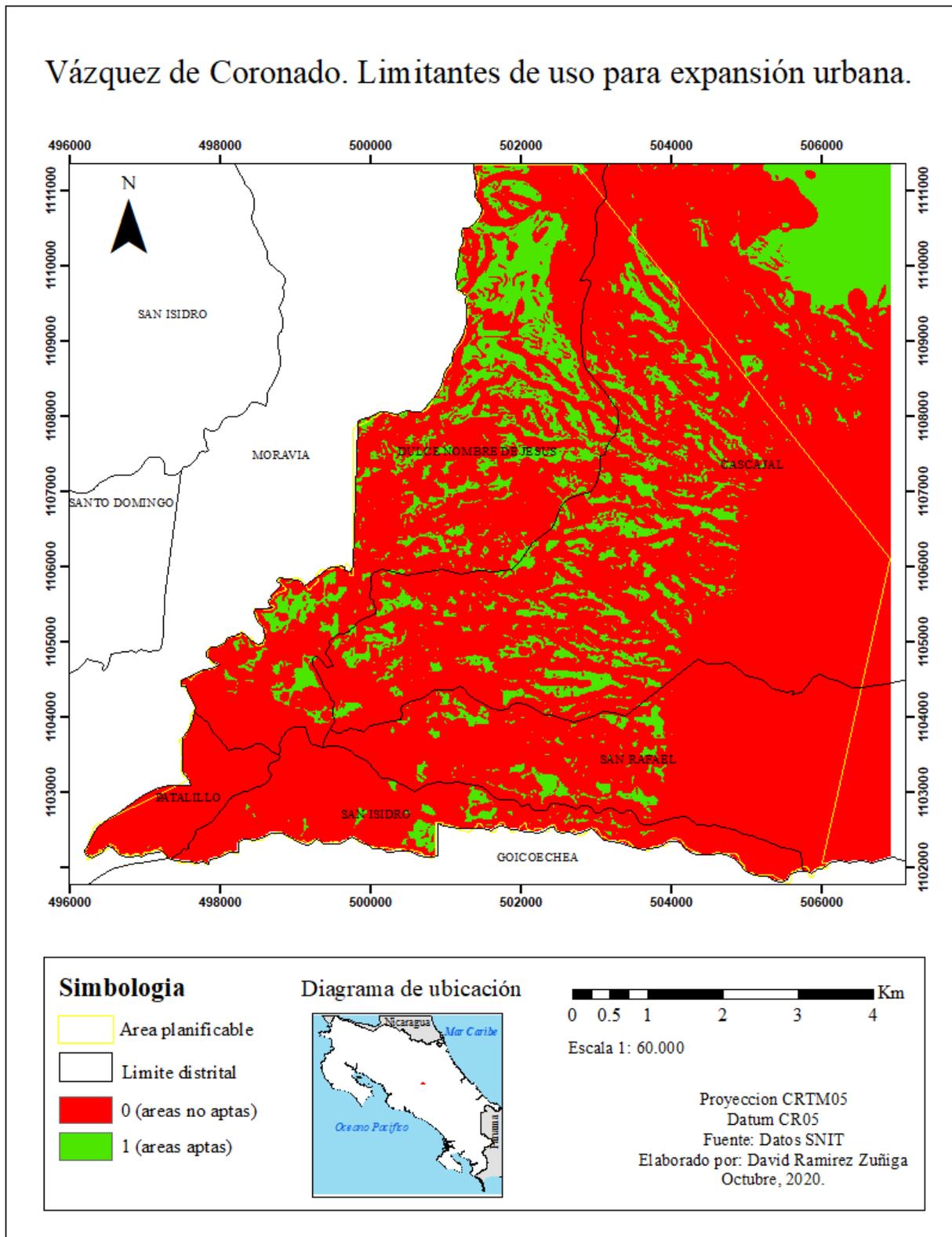
λ_{\max} , es el promedio obtenido de la división del producto de la multiplicación matricial (entre la matriz de pesos original y los pesos obtenidos en la matriz normalizada), entre los pesos de la matriz normalizada.

7.2.5 Aplicación del Análisis Espacial Multicriterio

7.2.6. Criterio 1. Limitantes de uso para áreas de expansión urbana.

En el mapa 2, mediante la aplicación del criterio 1, correspondiente a las limitantes de uso, se obtienen las áreas aptas y no aptas para la expansión urbana, según las variables utilizadas, las cuales se enfocan principalmente en las áreas de retiro a ríos, cultivos e infraestructura urbana existente, y por otra parte los aspectos relacionados al porcentaje de las pendientes en el terreno que buscan limitar la expansión urbana a aquellas áreas que no sean vulnerables a deslizamientos o inundaciones. De esta manera, en el cantón de Vázquez de Coronado, es posible apreciar que la expansión urbana, según las limitantes de uso del terreno, no se encontrará en el distrito de Patalillo, el cual no cumple con las condiciones requeridas, según las variables utilizadas en el presente estudio, asimismo es importante tener en cuenta que en el distrito de San Isidro que forma parte de la estructura urbana consolidada del área planificable, aun se encuentran áreas con viabilidad para el desarrollo urbano. En los demás distritos se encuentran áreas aptas para la habitabilidad poblacional, sin embargo, es necesario enfatizar en que se buscaran las áreas mas cercanas a los centros urbanos consolidados y a los factores socioeconómicos, tal y como se aprecia en la aplicación de los criterios 2 y 3.

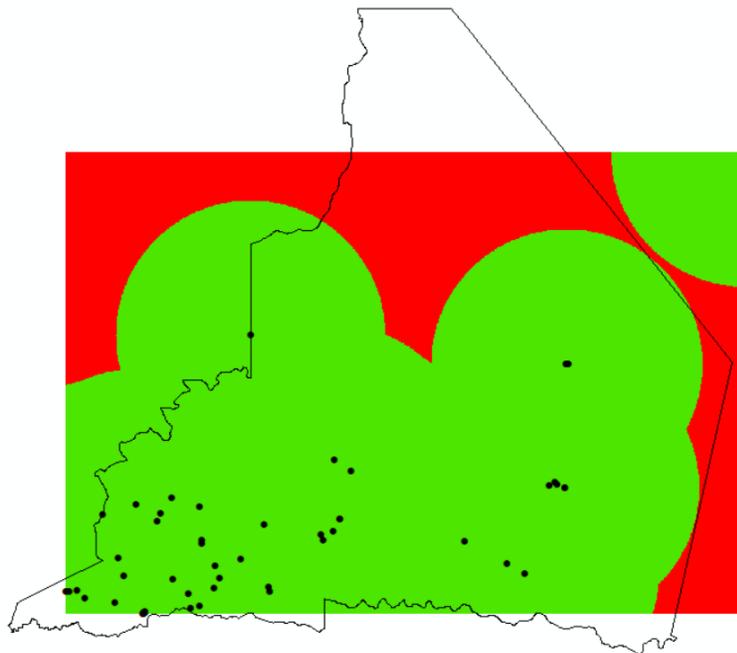
Mapa 2. Limitantes de uso.



7.2.7. Criterio 2. Distancias a factores socioeconómicos.

Con la aplicación del criterio 2, se encuentran aquellas áreas de prioridad para la expansión urbana, en función de las distancias mas cercanas a los factores socioeconómicos empleados, de esta manera las nuevas áreas de desarrollo urbano tendrán como requisito encontrarse en distancias no mayores a 2 Km de centros religiosos, de salud, educativos, deportivos y culturales. Lo anterior busca garantizar que las nuevas áreas de expansión urbana en el área planificable del cantón de Vázquez de Coronado, no se encuentren mas allá de la periferia urbana, sino mas bien cerca de los servicios consolidados dentro del cantón de estudio. Esto busca garantizar bienes y servicios a las nuevas poblaciones que habiten el espacio urbano, teniendo en cuenta la facilidad que posee el gobierno municipal para gestionar el territorio cercano a los factores socioeconómicos existentes.

Figura 4. Distancias a factores socioeconómicos.



*Color verde= Áreas aptas (0- 2Km)

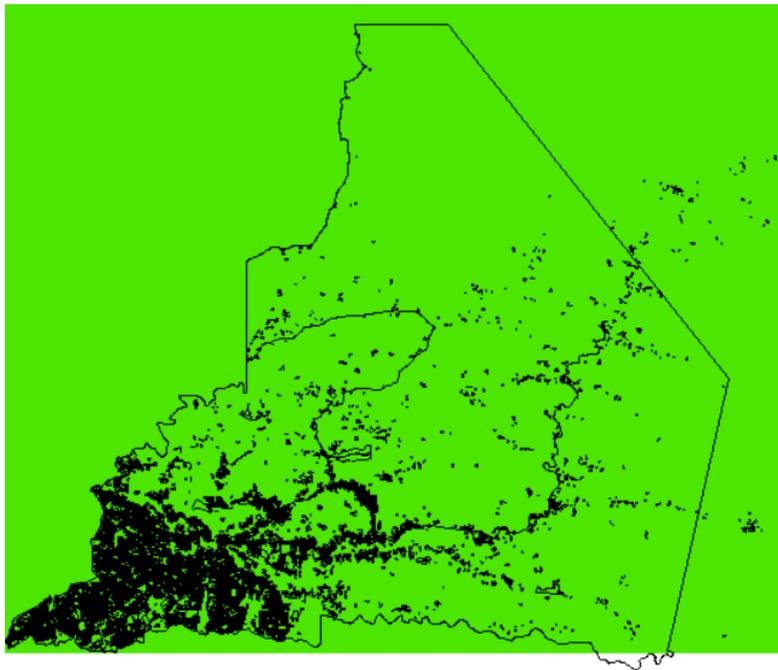
**Color rojo= Áreas no aptas (2-3.8 Km)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INVU

7.2.8. Criterio 3. Distancias a factores de localización.

Las distancias a factores de localización buscan garantizar la conectividad de las nuevas áreas para la expansión urbana, teniendo en cuenta la necesidad de encontrarse en distancias no mayores a 4 Km de las principales vías de comunicación y de centros urbanos. Cabe señalar que para el resultado obtenido en la figura 5, toda el área planificable se encuentra en la distancia requerida para las distancias máximas a factores de localización. Esto, condicionara la posterior ponderación en la matriz de pesos mediante el Proceso de Jerarquías Analíticas, de manera que el criterio 3, tendrá un menor peso de importancia.

Figura 5. Distancias cercanas a factores de localización.



*Color verde= Áreas aptas (0- 4 Km).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SNIT (2016)

7.2.9. Resultados de las matrices de pesos de importancia para los criterios mediante PJA

En esta sección se muestran los resultados de la matriz de pesos para los criterios.

Para completar la matriz de pesos para los criterios utilizados en el presente estudio, es necesario analizar la importancia de cada criterio. De esta forma, el criterio 1 (limitantes de uso), permite limitar el desarrollo urbano a las áreas que reúnen condiciones adecuadas para la habitabilidad poblacional, según las condiciones del terreno, de esta manera su importancia es muy fuerte o demostrada, ósea se le asignara un valor de 7 en la Tabla 10, en comparación con los criterios 2 (Factores socioeconómicos) y 3 (Factores de Localizacion). Es importante recordar que si el criterio 1 posee una importancia de 7 en comparación con el criterio 2, el criterio 2 tendrá una importancia de $1/7$ cuando sea comparado con el criterio 1, ósea el valor inverso, esto, según lo detallado en la escala fundamental de números de Saaty (2008) en el Proceso Jerárquico Analítico (ver Cuadro 4).

Por otra parte el criterio 2, correspondiente a las distancias a factores socioeconómicos, tendrá una importancia de 2 en comparación con el criterio 3, distancias a factores de localizacion, lo cual corresponde a una importancia débil o ligera ya que contribuye en mayor medida a la cercanía de factores de gran relevancia, sin embargo se le asigna un valor de 2 ya que el criterio 3 contribuye de una manera similar al objetivo de las distancias cercanas a servicios. De esta manera en las tablas 10 y 11, se aprecian los resultados de las matrices de pesos y normalizada, respectivamente, mediante el Proceso de Jerarquías Analíticas, obteniéndose de esta forma en la tabla 11, un peso del 77% para el Criterio 1, correspondiente a limitantes de uso, un peso de 14% para el Criterio 2 y un peso de 9 % para el Criterio 3.

Tabla 10. Matriz de pesos para los criterios mediante Proceso de Jerarquías Analíticas.

Matriz de pesos			
	Limitantes de uso	Factores socioeconómicos	Factores de localización
Limitantes de uso	1.00	7.00	7.00
Factores socioeconomicos	1/7	1.00	2.00
Factores de localizacion	1/7	1/2	1.00
Total	1.29	8.50	10.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Matriz de pesos para criterios normalizada

Matriz normalizada				
	Limitantes de uso	Factores socioeconómicos	Factores de localizacion	Pesos
Limitantes de uso	0.78	0.82	0.70	77 %
Factores socioeconomicos	0.11	0.12	0.20	14 %
Factores de localizacion	0.11	0.06	0.10	9 %

Fuente: Elaboración propia.

A manera de comprobar la consistencia de los valores asignados en la Tabla 10, para los criterios en la matriz de pesos, se realiza el análisis de consistencia, el cual debe encontrarse entre el 0 y el 5 %. La Tabla 12 proporciona un valor de 4.7 % de razón de consistencia en el caso de la matriz de pesos realizada, lo cual demuestra que se encuentra dentro del rango de consistencia aceptable.

Tabla 12. Razón de consistencia de la matriz de pesos para los criterios.

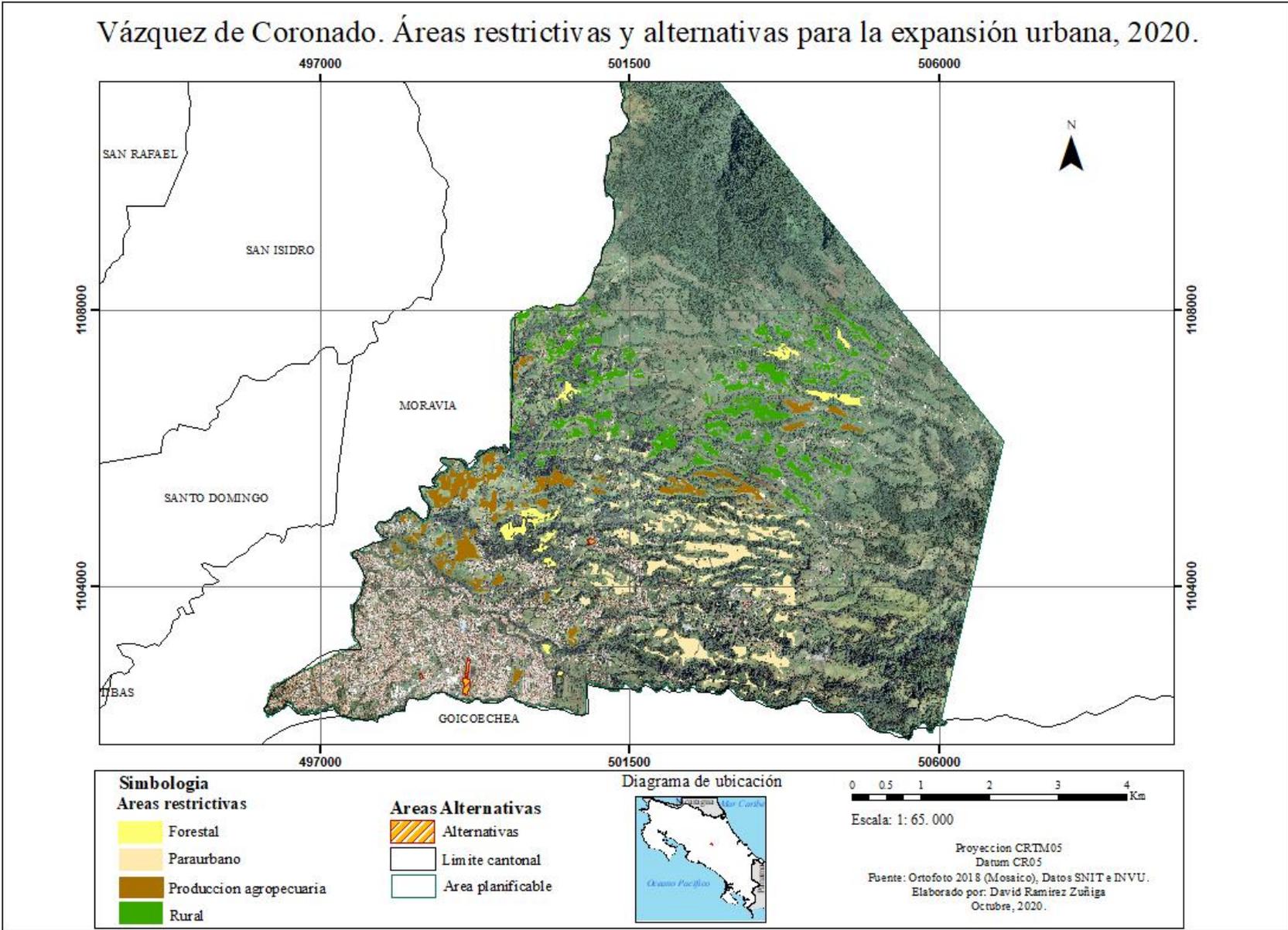
Razón de consistencia	
Indice de Consistencia	0.03
Indice Aleatorio	0.58
Razon de Consistencia	0.046916575
Razon de consistencia (%)	4.7

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la aplicación de la matriz de pesos en un SIG, utilizando la herramienta “Superposición ponderada”, como se ha descrito previamente en la metodología de la presente investigación, se obtienen una serie de áreas que responden a los pesos asignados a los criterios. (ver Mapa 3).

De esta manera, dentro de las áreas resultantes de dicha herramienta, se seleccionan, mediante fotointerpretación, solamente aquellas áreas que se encuentran en la periferia urbana o dentro del centro urbano consolidado, en esta ocasión en el centro urbano del distrito de San Isidro, ya que este lo permite y reúne las condiciones necesarias para albergar la habitabilidad. De igual manera, se encontró un área alternativa para la expansión en el distrito de Cascajal, la cual forma parte de la periferia urbana del área planificable del cantón de estudio. Por otro lado, se restringen diferentes áreas en las cuales se mantiene la actividad agropecuaria, a manera de protección de las mismas, cabe señalar que el cantón de Vázquez de Coronado, presenta terrenos dedicados a este tipo de actividad, en los cuales, existe un total de 6997 fincas dedicadas al ganado vacuno por propósito, dentro de estas, 163 están dedicadas a la producción de carne, 6796 a la producción de leche y 14 al doble propósito, 3057 fincas dedicadas al ganado porcino y 3942 fincas con aves de corral. (MAG, s.f.). Por otro lado, también se restringen aquellas áreas en donde el espacio es principalmente rural, forestal y paraurbano, tal y como se aprecia en el Mapa 3.

Mapa 3. Vázquez de Coronado. Resultado de la aplicación de la matriz de pesos para los criterios en el SIG.



7.2.10. Resultados de las matrices de pesos para evaluación de alternativas para expansión urbana.

En el presente apartado se evalúan las alternativas en función de los criterios, con el fin de realizar una clasificación de las alternativas para expansión urbana, en orden de importancia.

Los resultados obtenidos en la evaluación de las alternativas, indican que en función del criterio 1, limitantes de uso, la alternativa 1, se encuentra en igual importancia que la alternativa 2, por lo tanto se le ha asignado un valor de 1, asimismo la alternativa 1 presenta una importancia débil o ligera en comparación a la alternativa 3, por lo que posee un valor de 2 y una importancia de 4 en comparación a la alternativa 4, siendo un valor intermedio entre importancia moderada y fuerte. (ver Tabla 13). Asimismo, la alternativa 2 posee una importancia de 2 “débil o ligera”, en comparación con la alternativa 3, y una importancia de 3, en comparación con la alternativa 4. Finalmente, la alternativa 3, tendrá una importancia de 2 “débil o ligera”, en comparación con la alternativa 4, siendo esta última la que cumple en menor medida con el criterio 1.

Posteriormente en la Tabla 14 es posible apreciar los pesos obtenidos luego de la ponderación en la Tabla 13, de esta manera en función del criterio limitantes de uso, la alternativa 1 tiene una importancia del 37%, debido a que cumple de mejor forma con las variables aplicadas en el criterio 1, seguidamente la alternativa 2 tiene un peso de importancia del 35 %, la alternativa 3, un peso del 19 % y la alternativa 4, un peso del 10 %, en función del criterio 1. Por otra parte, en la tabla 15, se calcula la consistencia de los valores asignados en la tabla 13; la razón de consistencia indica un valor del 3.84 %, lo cual se encuentra dentro del rango aceptable.

Tabla 13. Alternativas en función del criterio “Limitantes de uso”

Evaluación de alternativas en función de limitantes de uso				
	A1	A2	A3	A4
A1	1.00	1.00	2.00	4.00
A2	1.00	1.00	2.00	3.00
A3	1/2	1/2	1.00	2.00
A4	1/4	1/3	1/2	1.00
Total	2.75	2.83	5.50	10.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Alternativas normalizadas en función del criterio “Limitantes de uso”

Normalización					
	A1	A2	A3	A4	Pesos
A1	0.36	0.35	0.36	0.4	37 %
A2	0.36	0.35	0.36	0.3	35 %
A3	0.18	0.17	0.18	0.2	19 %
A4	0.09	0.11	0.09	0.1	10 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Razón de consistencia

Analisis de consistencia	
Indice de consistencia	0.003
Indice aleatorio	0.09
Razon de Consistencia	0.0384
Razon de consistencia (%)	3.84

Fuente: Elaboración propia.

Razón de consistencia= 3.84 %

Los resultados de las matrices para la evaluación de las alternativas en función del criterio 2, “Distancias a factores socioeconómicos”, muestran una igual importancia para todas las alternativas en función del criterio 2 ya que todas las alternativas encontradas para la expansión urbana, se encuentran dentro del rango de los 2 Km de distancia máxima que fue establecido previamente, de esta manera todas las alternativas cumplen con el criterio y tienen un valor de 1, tal y como se aprecia en la Tabla 16. Esto produce un peso de igual magnitud para las 4 alternativas el cual es del 25 %. (ver Tabla 17).

Con el fin de obtener la razón de consistencia de los valores asignados en la Tabla 16, se realiza el calculo de los índices aleatorio y de consistencia, posteriormente el calculo de la razón de consistencia. En esta ocasión se obtiene una consistencia del 0 %, la cual se encuentra dentro del rango aceptado que va de 0 a 4 %. (ver Tabla 18).

Tabla 16. Alternativas en función del criterio “Distancias a factores socioeconómicos”

Evaluación de alternativas en función de factores socioeconómicos				
	A1	A2	A3	A4
A1	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	4.00	4.00	4.00	4.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Alternativas normalizadas en función del criterio “Distancias a factores socioeconómicos”

Normalización					
	A1	A2	A3	A4	Pesos
A1	0.25	0.25	0.25	0.25	25 %
A2	0.25	0.25	0.25	0.25	25 %
A3	0.25	0.25	0.25	0.25	25 %
A4	0.25	0.25	0.25	0.25	25 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Razón de consistencia

Analisis de consistencia	
Indice de consistencia	0
Indice aleatorio	0.09
Razon de Consistencia	0
Razon de consistencia (%)	0

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se evalúan las alternativas en función del criterio 3 “Distancias a factores de localización”, de esta manera es posible apreciar que todas cumplen con los requisitos de las distancias comprendidas de 0 a 4 Km, como distancia máxima a centros urbanos y vías de comunicación principales. De esta manera en la Tabla 19 se le asigna un valor de 1 a todas las alternativas ya que cumplen en igual importancia con el criterio 3, y posteriormente en la Tabla 20, se obtienen los pesos, que corresponde a 25 % para cada alternativa en función del criterio 3.

Ahora bien, se calcula la consistencia de los valores asignados en la tabla 19, obteniéndose una consistencia del 0 %, en este caso, este valor se encuentra dentro del rango aceptable de 0 a 4% de consistencia. (ver Tabla 21).

Tabla 19. Alternativas en función del criterio “Distancias a Factores de localización”

Evaluación de alternativas en función de criterios de localización				
	A1	A2	A3	A4
A1	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	4.00	4.00	4.00	4.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Alternativas normalizadas en función del criterio “Distancias a factores de localización”

Normalización					
	A1	A2	A3	A4	Pesos
A1	0.25	0.25	0.25	0.25	25 %
A2	0.25	0.25	0.25	0.25	25 %
A3	0.25	0.25	0.25	0.25	25 %
A4	0.25	0.25	0.25	0.25	25 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Razón de consistencia

Análisis de consistencia	
Indice de consistencia	0
Indice aleatorio	0.09
Razon de Consistencia	0
Razon de consistencia (%)	0

Fuente: Elaboración propia.

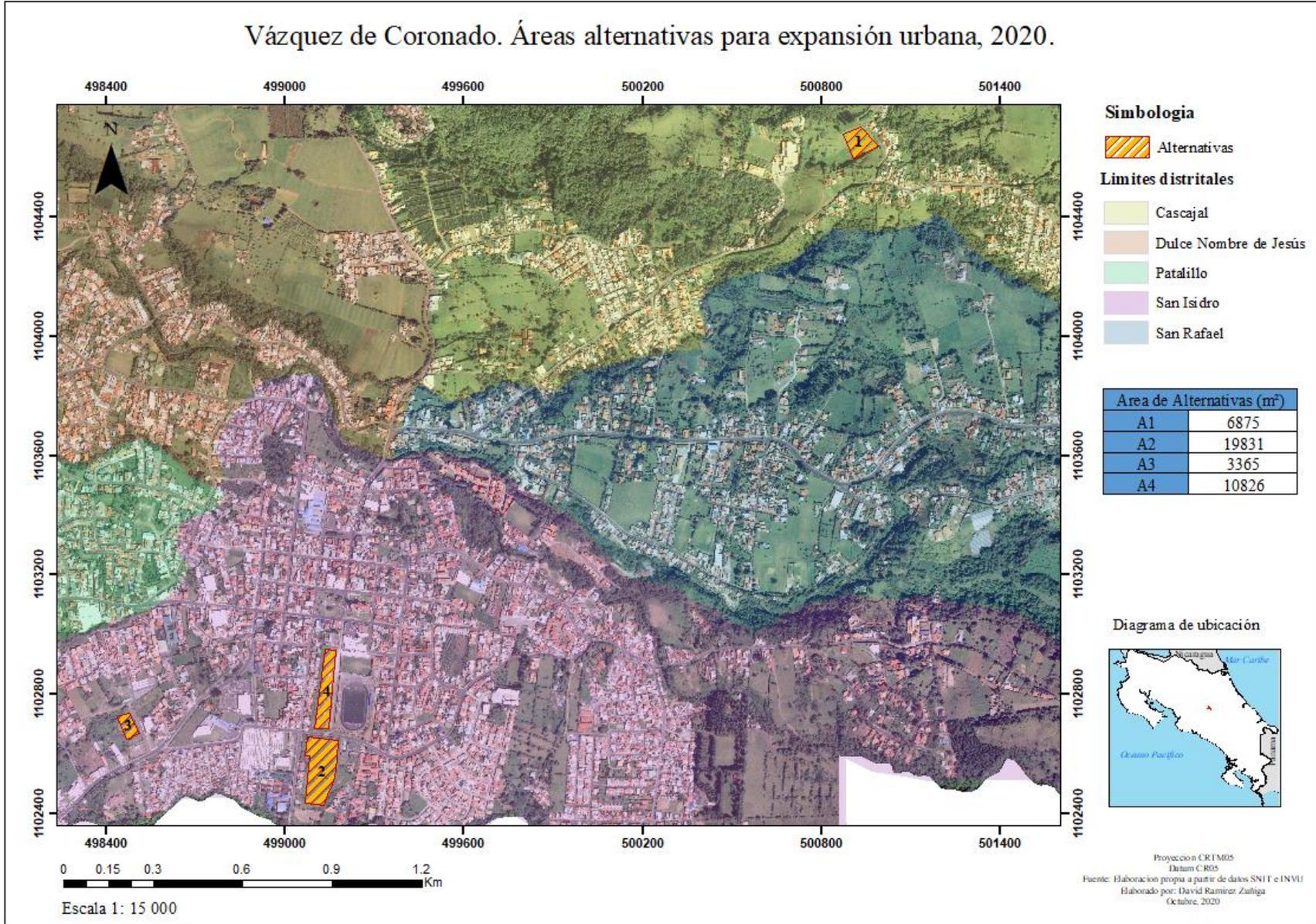
Para llegar a una clasificación en orden de importancia para las alternativas de expansión urbana, con el fin de determinar cuales presentan mayor aptitud para la expansión en función de los criterios utilizados en el presente estudio para el cantón de Vázquez de Coronado, se realiza la Tabla 22 que muestra los pesos de importancia, los cuales corresponden a un 34 % de importancia para la alternativa 1, lo cual la convierte en la mas importante, seguidamente un 32 % de importancia para la alternativa 2, un 20 % de importancia para la alternativa 3 y un 13 % de importancia para la alternativa 4. Cabe destacar que la alternativa 1 es la mejor opción para la expansión urbana del cantón de Vázquez de Coronado, las alternativas restantes poseen un valor de menor importancia, principalmente en relación a la variable que considera un retiro de 50 metros de los espacios urbanos establecidos dentro del criterio 1, sin embargo cumplen con los otros 2 criterios empleados y con la mayoría de variables presentes en el criterio 1, excepto con la variable referente al área de retiro de 50 m a infraestructura urbana. Asimismo estas áreas se representan en el Mapa 4.

Tabla 22. Clasificación de las alternativas

Clasificación de áreas en porcentajes	
34 %	A1
32 %	A2
20 %	A3
13 %	A4

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 4. Áreas para expansión urbana en el área planificable de Vázquez de Coronado.



Como ha sido posible apreciar, la obtención de áreas para expansión urbana mediante la aplicación del Análisis Espacial Multicriterio y la ponderación mediante una matriz de pesos de Saaty (2008) en un SIG, demuestran en este caso, que es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones, sin embargo, existe un error asociado al criterio humano en relación a la ponderación de los factores o criterios en las diferentes matrices de comparación, el cual se comprueba mediante los análisis de consistencia. Existe probabilidad de obtener errores asociados a los datos utilizados en el estudio; de esta manera, en el presente estudio se utilizaron matrices de comparación, uso de SIG y fotointerpretación, así como revisión bibliográfica con el fin de conseguir las áreas aptas para la concentración de la habitabilidad poblacional.

Los resultados reflejaron 4 alternativas (ver Figuras 6, 7, 8 y 9) para la expansión de la cobertura urbana en el cantón de Vázquez de Coronado, 3 de ellas ubicadas en el distrito de San Isidro y 1 en el distrito de Cascajal.

Figura 6. Alternativa 1. (Coordenadas geográficas: 83°59'29.297"W, 9°59'24.01"N).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Alternativa 2. (Coordenadas geográficas: 84°0'28.645"W, 9°58'18.784"N)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Alternativa 3. (Coordenadas geográficas: 84°0'49.639"W, 9°58'20.643"N)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Alternativa 4. (Coordenadas geográficas: 84°0'28.527"W, 9°58'24.713"N)



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados brindados se encuentran en concordancia con los usos del suelo señalados por el IICA (2003), en donde se afirma que el 37 % del cantón de Vázquez de Coronado desde el cerro Zurqui hasta el Volcán Irazú, es apto únicamente para bosques, un 27 % corresponde a las áreas de protección, dentro de estas se encuentran cuencas hidrográficas, áreas vida silvestre y/o propósitos estéticos, un 15 % son cultivos permanentes, un 13 % entre los poblados de Cascajal, Las Nubes, San Pedro y San Rafael corresponde a todo tipo de uso, un 2 % corresponde a todo tipo de uso, en el área al norte y al oeste de la ciudad del distrito de San Isidro y por ultimo, un 6% corresponde al uso urbano entre los distritos de San Isidro, Patalillo y Dulce Nombre de Jesús. En relación a esto, cabe señalar la necesidad de un ordenamiento territorial que garantice la protección de las áreas forestales, rurales y agropecuarias, mediante la planificación y los planes de desarrollo local que impulsen el aprovechamiento sostenible de los recursos que se encuentran disponibles en el cantón.

7.2.11. Espacios para habitabilidad poblacional dentro de las áreas identificadas mediante AEMC

Con base en las áreas obtenidas en el Mapa 4, mediante el Análisis Espacial Multicriterio, es necesario detallar la cantidad de edificaciones de uso residencial que podrían ser construidas en estos espacios. De acuerdo con FUPROVI (2018), una vivienda construida en Vázquez de Coronado en el año 2017, tiene un área promedio de 178 m², teniendo en consideración este valor y en concordancia con los lineamientos urbanísticos del plan regulador de 1998, en la tabla 23 se obtienen la cantidad de viviendas que podrían realizarse.

Tabla 23. Cantidad de viviendas posibles en las áreas alternativas.

ID	Área (m ²)	Cantidad de viviendas	Ubicación
A1	6875	2	Cascajal
A2	19831	90	San Isidro
A3	3365	3	San Isidro
A4	10826	40	San Isidro

Fuente: Elaboración propia a partir de AEMC y Plan Regulador Vázquez de Coronado (1998).

Cabe destacar que en las alternativas 2, 3 y 4 se permite el establecimiento de edificaciones residenciales del tipo multifamiliar, lo cual propiciaría la concentración de mayor cantidad de población en estas áreas (según las obras que se realicen), en comparación con las edificaciones del tipo unifamiliar que serían las únicas permitidas en la alternativa 1, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Zonificación del Plan Regulador de Vázquez de Coronado (1998).

En relación a lo anterior, se debe tener en cuenta que en el cantón de Vázquez de Coronado, 3,5 personas en promedio ocupan una vivienda individual, de acuerdo con INEC (2011), y 3,4 personas en promedio ocupan una vivienda en el distrito de San Isidro, así como 3,7 personas en Cascajal. De esta manera la cantidad de personas que habitarían las nuevas áreas para concentrar la habitabilidad, serían aproximadamente 452,2 personas en las áreas del distrito de San Isidro y 7,4 personas en el área 1, ubicada en el distrito de Cascajal, para un total de 459,6 personas.

8. Consideraciones finales y recomendaciones

- Debido a la escasa planificación en Vázquez de Coronado, se ha generado un crecimiento horizontal del área urbana planificable del cantón de estudio, provocando un aumento en la demanda de los terrenos.
- La expansión de la cobertura urbana genera cada vez más una invasión en las áreas rurales del cantón, como el caso del distrito de Dulce Nombre de Jesús, San Rafael y Cascajal, provocando un cambio en la configuración del espacio geográfico.
- El crecimiento exponencial del GAM, tiene una influencia directa en la expansión urbana del área planificable del cantón de Vázquez de Coronado.
- El cantón de Vázquez de Coronado es atractor poblacional y ha experimentado un crecimiento considerable de la cobertura urbana en los últimos 10 años.
- Es un cantón dormitorio en donde a pesar de tener una razón de dependencia favorable, la mayoría de las personas que lo habitan, laboran fuera de él.
- En las zonas más altas del cantón y del área planificable de Vázquez de Coronado aun existen terrenos que deben ser protegidos para la actividad agropecuaria y las coberturas forestales.
- La constante de crecimiento poblacional proyectada por el INEC para los distritos de Patalillo y San Isidro, se comprueba mediante las áreas para expansión urbana en el distrito de San Isidro.
- La aplicación de este tipo de metodologías brinda la oportunidad de obtener una guía de las áreas aptas para asentamientos poblacionales, la cual podrá ser tomada en cuenta por el gobierno municipal de Vázquez de Coronado.

9. Referencias bibliográficas

- Brenes, R. (2014). Vivienda para un Coronado Integral. Parque residencial articulador de desarrollos habitacionales y espacios públicos en Finca Vargas. Escuela de Arquitectura. Facultad de Ingeniería. Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/2940>
- CNE. (s.f.). Amenazas naturales cantón de Vázquez de Coronado. Recuperado de: https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/san_jose/Vasquez%20de%20Coronado%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf
- Daga, R. (2009). Determinación de áreas con aptitud para la expansión urbana con fines de ordenamiento territorial aplicando el análisis espacial multicriterio: caso: cuenca baja del río Lurín. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica. E.A.P. Ingeniería Geográfica. Lima, Perú. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3132/Daga_lr.pdf?sequence=1
- FUPROVI. (2018). Situación de la Vivienda y Desarrollo Urbano en Costa Rica 2017. <https://www.fuprovi.org/wp-content/uploads/2018/02/Situacio%CC%81n-de-la-Vivienda-y-Desarrollo-Urbano-en-Costa-Rica-2018-1.pdf>
- Frente Amplio Coronado. (2020). Plan de Gobierno. Elecciones Municipales 2020- 2024. <https://www.frenteamplio.org/wp-content/uploads/Plan-de-Gobierno-Coronado-2020-2024.pdf>
- Hernández, R.; Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta Edición. McGraw Hill Education. Interamericana Editores S.A. de C.V. México, D.F. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA- Costa Rica. (2003). Consultoría para el proyecto agroturismo, una alternativa para el desarrollo rural cantonal. Perspectivas para el desarrollo turístico del Cantón Vázquez de Coronado. Potencialidades turísticas del cantón de Vázquez de Coronado. <http://repiica.iica.int/docs/B1653E/B1653E.PDF>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. INEC. (2011). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011. Resultados Generales. <https://www.inec.cr/documento/censo-2011-resultados-generales-censo-2011>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. INEC. (2011). Estadísticas Vitales. https://www.inec.cr/wwwisis/documentos/INEC/Estadisticas_Vitales/Estadisticas_Vitales_2011.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. INEC. (2011). Estadísticas demográficas 2011- 2025. Proyecciones nacionales. Población total proyectada al 30 de Junio por grupos de edades, según provincia y cantón. <https://www.inec.cr/poblacion/estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion>.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. INEC. (2014). Indicadores de Educación y de Contexto. Censo 2011. <https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos/educacion/estadisticas/resultados/reeducacenso2011-10.pdf.pdf>
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, Municipalidad de Vázquez de Coronado. (2019) Convenio de Cooperación N°01-2019 Entre el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo y la Municipalidad de Vázquez de Coronado.
- Ley N°4240 de Planificación Urbana de la Republica de Costa Rica. (1968). <http://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2015/LEY-4240.pdf>
- Lungo, M. (2004). Expansión urbana y regulación de la tierra en Centroamérica: antiguos problemas, nuevos desafíos. El rostro urbano de América Latina. O rostro urbano da América Latina. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/gt/20100930021252/12p5art2.pdf>

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. MAG. (s.f.). Caracterización del área de influencia de la agencia de extensión agropecuaria. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. http://www.mag.go.cr/regiones/central_oriental/AEA-coronado.pdf
- Municipalidad de Vázquez de Coronado. (2019). El Plan Regulador de Vázquez de Coronado. 1998. <https://www.coromuni.go.cr/plan-regulador.html>
- Osorio, J.C. & Orejuela, J.P. (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia et Technica* Año XIV, No 39. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84920503044.pdf>
- Pinzón, E. (2015). Determinación de zonas aptas para la construcción de colegios distritales en la localidad de Suba, partiendo de métodos de análisis multicriterio y herramientas SIG. Universidad Militar Nueva Grana. Facultad de Ingeniería. Especialización en Geomática. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7481/MosqueraPretelJennisCarolina2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Plan GAM. (2013). Capítulos Introdutorios. https://www.mivah.go.cr/Documentos/PlanGAM2013/01DIMENSIONES/Capitulos_Introdutorios.pdf
- Pujol, R. & Pérez, R. (2012). Crecimiento urbano en la región metropolitana de San José, Costa Rica. Una exploración espacial y temporal de los determinantes del cambio de uso del suelo 1986–2010. https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/2242_1578_Pujol_WP13RP1SP.pdf
- Saaty, T. (2008). Medidas relativas y su generalización en la toma de decisiones. Porqué las comparaciones dos a dos son fundamentales en matemáticas para la medida de factores intangibles. El proceso analítico jerarquía/red. *Rev. R. Acad. Cien. Serie A. Mat.* VOL. 102 (2), 2008, pp. 251–318 *Estadística e Investigación Operativa / Statistics and Operations Research. Artículo panorámico / Survey.* <http://www.rac.es/ficheros/doc/00576.PDF>

SNIT. Sistema Nacional de Información Territorial. (2016). Servicios OGC.
https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc

Vindas, A. (2015). Diseño participativo en la comunidad de Vázquez de Coronado. Contrapropuesta para un espacio público integral y democrático. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ingeniería. Escuela de Arquitectura.
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/4586>