



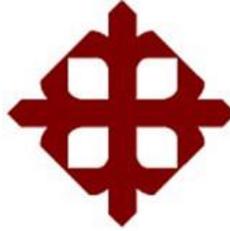
**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA,  
TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**TEMA TRABAJO DE TITULACIÓN:  
Análisis Multicriterio para la Localización Óptima  
de un Centro Logístico Regional utilizando  
Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

**AUTOR(A):  
Duche López Patricio Israel**

**Previo a la obtención del Grado Académico:  
Magíster en Sistemas de Información Geográfica,  
Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital**

**Guayaquil, Ecuador  
2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA  
AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el **Ingeniero Agrónomo Patricio Israel Duche López**, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital**.

**REVISOR(A)**

---

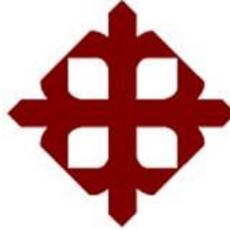
**Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mgs.**

**DIRECTOR DEL PROGRAMA**

---

**Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mgs.**

**Guayaquil, a los 26 días del mes de julio del año 2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA  
AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Patricio Israel Duche López**

**DECLARO QUE:**

El trabajo **Análisis Multicriterio para la Localización Óptima de un Centro Logístico Regional utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)** previa a la obtención del **Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de investigación del Grado Académico en mención.

**Guayaquil, a los 26 días del mes de julio del año 2025**

**EL AUTOR**

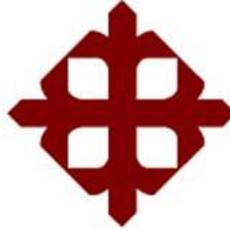


Firmado electrónicamente por:  
**PATRICIO ISRAEL  
DUCHE LOPEZ**

Validar únicamente con FirmaEC

---

**Patricio Israel Duche López**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA  
AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Patricio Israel Duche López**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del **Trabajo de titulación** previo a la obtención del **Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital** titulado: **Análisis Multicriterio para la Localización Óptima de un Centro Logístico Regional utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

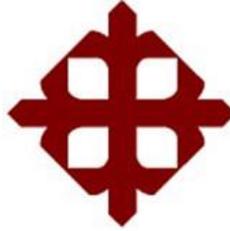
**Guayaquil, a los 26 días del mes de julio del año 2025**

**EL(LOS) AUTOR(ES):**



---

**Patricio Israel Duche López**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA  
AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL

## REPORTE COMPILATIO



COMPILATIO MAGISTER+  
UCSG-EC - Universidad Católica de Santiago de Guayaquil



Caja de herramientas



DUCHE LOPEZ PATRICIO #c731d9



Resumen



Puntos de interés



Fuentes de similitudes

### Textos sospechosos:

0%

#### Similitudes

0%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

Incluido en el porcentaje

0 fuentes principales detectadas

Ver las fuentes

#### Detección de IA

0%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA. Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.

Excluidos del porcentaje

#### Idiomas no reconocidos

2%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua. Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.

Excluidos del porcentaje

Ver pasajes

## **AGRADECIMIENTO**

**Este logro lleva el nombre de muchas personas especiales. Primero, el de Dios, porque sentí su compañía en cada momento de duda, dándome la fortaleza para no rendirme. El de mis padres, mi refugio y mi motor; gracias por su amor sin condiciones, por creer en mí cuando yo flaqueaba y por cada sacrificio silencioso que hoy da su fruto. Y por supuesto, el de mis familiares y amigos, gracias por la paciencia infinita, por las palabras de aliento que llegaban justo a tiempo y por recordarme siempre por qué había empezado este viaje. Este triunfo es tan suyo como mío.**

**Patricio Israel Duche López**

## **DEDICATORIA**

**Quiero dedicar este triunfo, desde lo más profundo de mi ser, primeramente a Dios, por ser esa luz de fe y perseverancia que me sostuvo en cada momento de debilidad, guiándome hasta cumplir este sueño. Esa fuerza divina la sentí hecha amor en mis padres, quienes con su ejemplo, sacrificio y apoyo incondicional sembraron en mí el valor del esfuerzo y creyeron en mi capacidad incluso cuando yo llegué a dudar. Mi gratitud se hace extensiva a toda mi familia, mi refugio y alegría, por su infinita paciencia, su cariño y cada palabra de aliento que me recordó que no estaba solo. Este logro, que hoy siento tan mío, les pertenece a todos ustedes.**

**Patricio Israel Duche López**

## 1. Introducción y problemática

La provincia del Guayas actúa como un eje estratégico en la economía ecuatoriana, albergando actividades intensivas en agroindustria, pesca especialmente camarón y procesamiento de alimentos en general (Grupo FJ Logística Ecuatoriana, 2025).

Incluso considerando su importancia estratégica, la logística regional no ha tenido una evolución a la par de la demanda que hoy tiene el sector productivo y comercial. Ecuador aún enfrenta serios problemas en su red de logística con ciudades principales que no tienen conexión unas con otras, ejes de transporte a veces insuficientes y un proceso de adopción de tecnología muy por detrás del promedio latinoamericano. Estas debilidades estructurales se traducen directamente en mayores dificultades logísticas en la provincia del Guayas. En efecto, la escasez de infraestructura nacional se refleja en esa región como congestión permanente en las entradas a los centros logísticos ya operativos. (QuadMinds, 2025).

El Gobierno Provincial de Guayas, establece que la necesidad de un nuevo centro logístico para la provincia es urgente. Con este proyecto se busca optimizar costes, reducir plazos de entrega, y sobre todo, conseguir un descenso de los impactos ambientales y sociales que producen las ubicaciones actuales.

Los terminales existentes enfrentan ya graves problemas de congestión vial, exposición a inundaciones, efectos nocivos por una operación inadecuada y gastos crecientes que no pueden manejar (Prefectura del Guayas, 2024)

La creación del nuevo Centro Logístico Regional en Guayas va más allá de solucionar un inconveniente puntual; surge como una medida planificada destinada a corregir las deficiencias logísticas que, en su conjunto, han perjudicado al país durante años. Lo que se implemente en ese puerto puede servir, además, de referencia para regiones del país que enfrentan dinámicas similares.

La geografía del Guayas presenta tanto ventajas como obstáculos claros al planear una red de distribución moderna. Su densa red de ríos, aun siendo una vía natural, y su situación en una llanura costera la exponen repetidamente a fenómenos hidrometeorológicos, sobre todo a inundaciones, que deben ser contemplados desde el diseño inicial de la infraestructura (Prefectura del Guayas, 2024).

Esta vulnerabilidad no debe considerarse un riesgo menor; es una condición histórica, crítica y subyacente en la región que debería guiar cada decisión sobre dónde emplazar nueva infraestructura. Datos recientes estiman que al menos 677,464 personas en la provincia siguen expuestas a inundaciones y entre el 73 y el 75 por ciento de la red vial esencial es igualmente sensible a estos fenómenos (Prefectura del Guayas, 2024). Episodios como el ocurrido en marzo de 2025 corroboran esa elevada exposición, interrumpen la movilidad y repercuten directamente en la actividad económica (El Comercio, 2025).

En la actualidad, los centros logísticos que operan en la provincia no solo hacen frente a un tráfico vial intenso, sino que se encuentran instalados, en lugares muy propensos a sufrir inundaciones. Esta doble amenaza pone en grave riesgo la continuidad de sus operaciones y la calidad de sus servicios.

La geografía no es un simple decorado para la logística; actúa con frecuencia como un socio impredecible que puede impulsar o hundir un plan. Así, al decidir la ubicación del nuevo Centro Logístico Regional, lo primero que buscamos es reducir al mínimo los problemas que el relieve, el clima o el mal estado de las vías puedan ocasionar en el día a día. Como resultado, la administración provincial ha pedido un informe técnico completo, riguroso y bien documentado que oriente cada fase del diseño y posterior operación de la nueva planta (Prefectura del Guayas, 2024).

Seleccionar la ubicación de un Centro logístico regional (CLR) puede resultar complicado, dado que hay que evaluar criterios que, en ocasiones, parecen inconciliables. El presente estudio pretende dar respuesta a esta dificultad, donde el Análisis Jerárquico Multicriterio (AHP) se concreta con herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), brindando un proceso más visual y comprensible.

El AHP, creado por Thomas L. Saaty, proporciona una forma sistemática de abordar decisiones complejas al descomponer el problema en niveles jerarquizados y permite que los expertos den su valoración directa, de la cual se obtienen los pesos relativos de cada criterio. Por esta claridad el método es habitual en instituciones que seleccionan ubicaciones para proyectos diversos, desde carreteras hasta puertos, y casi siempre les ofrece resultados útiles (López et al, 2021).

Los sistemas de información geográfica organizan y presentan datos vinculados a ubicaciones específicas. En logística, el programa revela patrones, prueba rutas y compara regiones, lo que mejora la planificación.

Integrar el análisis jerárquico participativo con un SIG orientado hace que seleccionar terrenos para obras sea más rápido, claro y económico (Nantes, 2019). Algunas iniciativas, como el Plan Nacional de Infraestructura Logística, que se presentó en el año 2011, intentan ampliar la red de plataformas en Ecuador y ponen de manifiesto la importancia de un adecuado tratamiento panamericano.

El presente trabajo examina las graves deficiencias en los centros logísticos de la provincia de Guayas; estos espacios logísticos se enfrentan a carreteras transitadas y difíciles, riesgos de inundaciones, problemas medioambientales y costes elevados de operación (Prefectura del Guayas, 2024). Estas condiciones suponen un obstáculo en la fluidez de la cadena de suministro a nivel provincial y regional y también repercute en la competitividad y el desarrollo sostenible.

La investigación se justifica porque se necesita con urgencia determinar dónde adaptar el nuevo Centro Logístico Regional de modo que evite esos problemas. Para lograrlo esta ubicación requiere un estudio técnico que examine, sin omisiones, los aspectos económicos, sociales, ambientales y de riesgo, lo que solo puede hacerse mediante un enfoque sistemático. Por eso la combinación AHP-SIG se elige como herramienta central, pues organiza los datos y muestra espacialmente cada alternativa.

Elegir el lugar donde levantar un Centro Logístico Regional de gran tamaño va mucho más allá de resolver detalles técnicos o de movilidad de una sola empresa; se trata, en realidad, de una decisión que reconfigura el territorio y que puede tocar, para bien o para mal, las dinámicas sociales, económicas y ambientales durante décadas.

Este análisis busca, por lo tanto, optimizar la eficiencia logística y, a la vez, alinear esa optimización con los objetivos más amplios de desarrollo y planificación territorial que corresponden a la provincia y al país, como lo señalan el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Guayas (Prefectura del Guayas, 2021) y la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Utilización y Gestión del Suelo (LOOTUGS) (MIDUVI, 2018).

En este contexto, la búsqueda de un costo operativo más bajo debe equilibrarse, de manera deliberada, con la necesidad de disminuir riesgos ambientales

y fomentar una "paz social" sólida, ya que esa paz reduce la probabilidad de conflictos y el gasto posterior en medidas de mitigación (Prefectura del Guayas, 2024).

## **2. Objetivos específicos**

- Aplicar técnicas de análisis espacial mediante QGIS.
- Integrar datos topográficos automatizados y fotogramétricos digitales para el análisis.
- Realizar una evaluación multicriterio para definir la ubicación óptima.
- Generar mapas técnicos que representen la solución propuesta.

## **3. Metodología detallada**

Para alcanzar los objetivos que se pretenden, es necesario aplicar un enfoque metodológico muy riguroso y sistemático. En esta sección, se especifica el área de estudio, el flujograma de la metodología llevada a cabo, los fundamentes del Proceso Analítico Jerárquico (AHP), el modo de elegir criterios y subcriterios y los insumos geográficos utilizados y, finalmente, el método de análisis espacial llevado a cabo en el programa QGIS.

### **3.1. Área de estudio**

El área de estudio para la localización del Centro Logístico Regional es la Provincia del Guayas, ubicada en la región costera de Ecuador. Con una extensión territorial aproximada de 15,999.60 kilómetros cuadrados, la provincia se divide políticamente en 25 cantones y presenta una densidad poblacional de alrededor de 270 habitantes por kilómetro cuadrado. (Prefectura del Guayas, 2021).

Geográficamente, la provincia se caracteriza por un relieve predominantemente plano en su mayor parte, correspondiente a la llanura aluvial del río Guayas y sus afluentes.

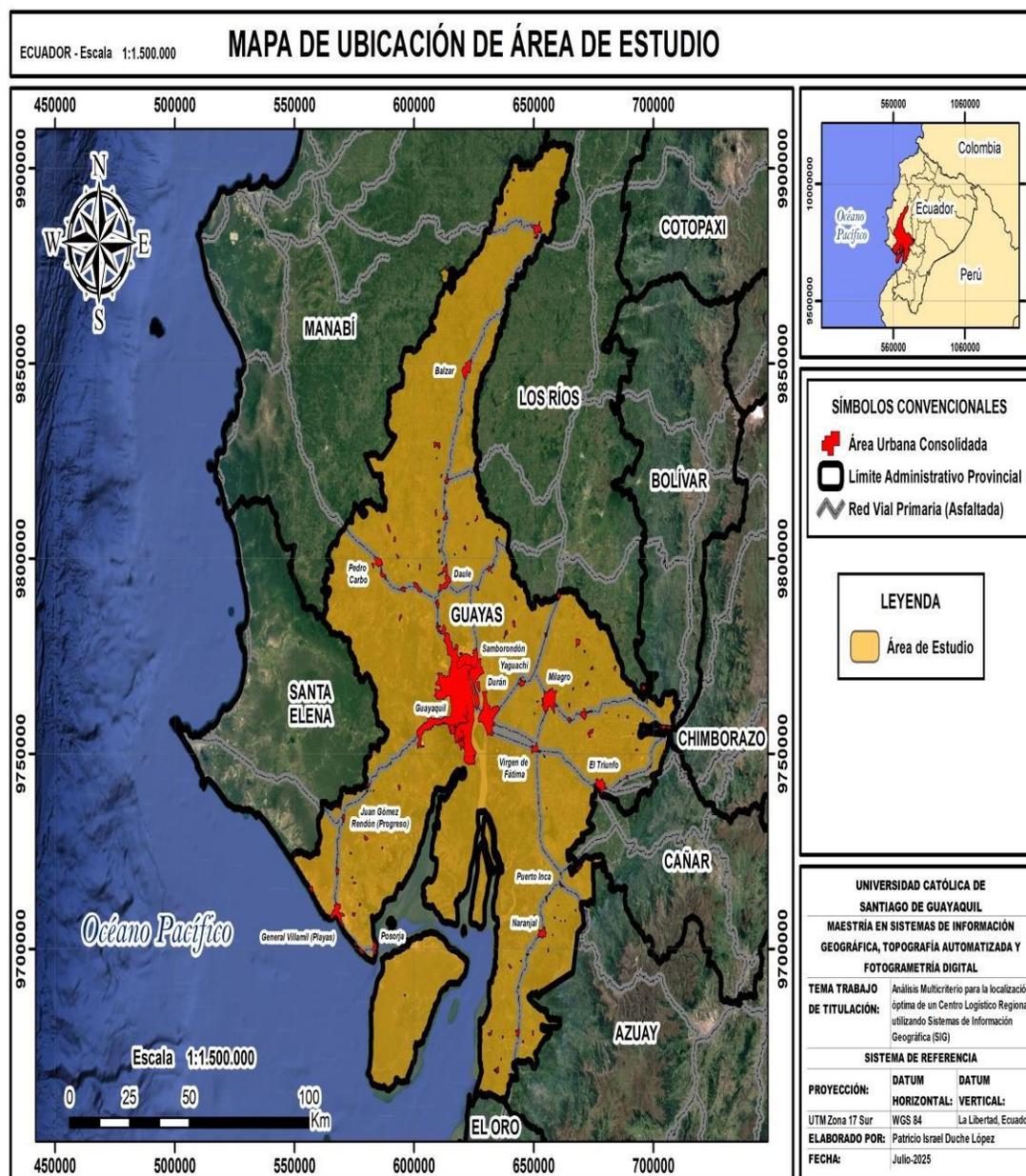
Esta circunstancia, a pesar de ser positiva para determinadas actividades, la hace muy susceptible a las inundaciones, sobre todo durante la estación lluviosa, así como los eventos como El Fenómeno del Niño. La red hidrográfica es extensa siendo intensamente notable el sistema del río Guayas. Climáticamente, presenta condiciones tropicales húmedas.

Desde el eje socioeconómico, Guayas se considera una de las provincias con mayor dinamismo del Ecuador. Acoge la ciudad de Guayaquil, el principal puerto marítimo y el centro económico del país. Las actividades económicas más relevantes

son la agricultura (arroz, banano, caña de azúcar, cacao), la pesca y acuicultura (sobre todo el camarón), la industria manufacturera e intenso comercio.

**Figura 1**

*Mapa de Ubicación de la Provincia de Guayas.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

Aunque estas localidades disponen de una red vial amplia, la congestión crónica persiste en muchas zonas urbanas y periurbanas, y varios ejes viales continúan siendo vulnerables a inundaciones (Prefectura del Guayas, 2024)

Guayas alberga el principal puerto de Ecuador y su aeropuerto internacional de Guayaquil, ambos nodos clave para la logística nacional e internacional. Esa densa infraestructura convive con una notable diversidad interna.

Los 25 cantones que integran la provincia presentan realidades disímiles en desarrollo, vocaciones productivas y exposición a riesgos (Prefectura del Guayas, 2021).

Por ejemplo, el efecto de las inundaciones no se siente igual en todas partes: la cuenca baja del río Guayas sufre con fuerza, mientras que las parroquias situadas a mayor altitud muestran una vulnerabilidad mucho menor (Prefectura del Guayas, 2024).

Esta variabilidad exige un análisis espacial suficientemente detallado para capturar estas diferencias y no tratar a la provincia como una unidad homogénea. La identificación de una ubicación óptima para el Centro Logístico Regional deberá, por tanto, surgir de un balance cuidadoso de estas heterogeneidades, buscando áreas que minimicen los riesgos predominantes en ciertas zonas, al tiempo que maximizan la accesibilidad a los centros productivos, puertos y mercados.

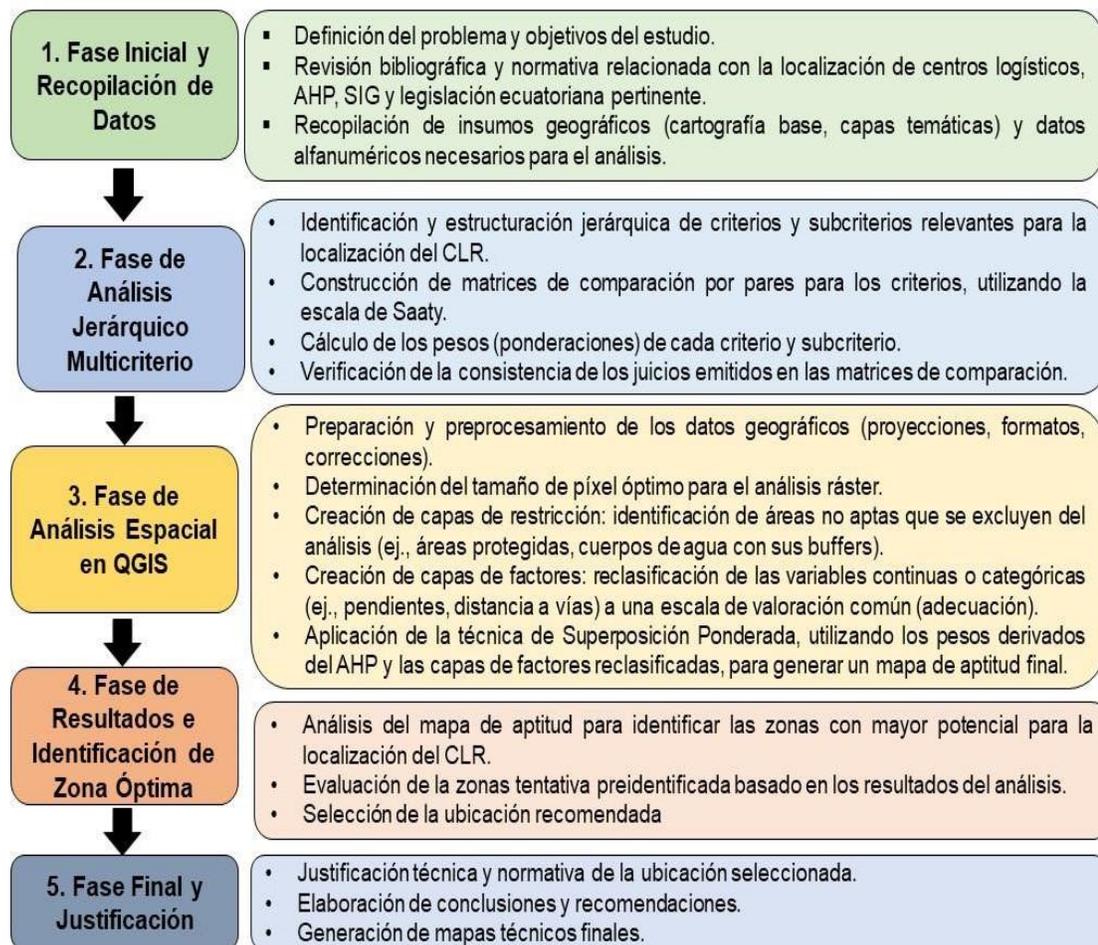
### **3.2. Flujoograma de la metodología aplicada**

El proceso metodológico que se llevó a cabo en el presente estudio puede visualizarse en la Figura 2 en la que se establece un flujoograma que incluye las fases de recogida de información, análisis multicriterio (AHP) y análisis espacial (SIG). A continuación se describe cada una de las etapas más relevantes.

Este flujoograma evidencia la interrelación fundamental entre el AHP, que proporciona la estructura lógica y la ponderación de la importancia de los factores de decisión, y el SIG, que permite la evaluación espacial de dichos factores sobre el territorio de estudio

**Figura 2**

*Flujograma de la Metodología Aplicada.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

### **3.3. Proceso Analítico Jerárquico (AHP)**

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP), originado por Thomas L. Saaty a finales de la década de los setenta, es uno de los métodos más referenciados en la toma de decisiones multicriterio, en particular en los contextos donde dichos criterios son imprecisos o incluso se contradicen. Gracias a la forma en que estructura la información y acepta la evaluación de expertos, el AHP es idóneo para los estudios que buscan determinar la mejor localización para nuevas infraestructuras.

El AHP se fundamenta en tres principios clave: la descomposición jerárquica del problema, la comparación por pares de los elementos y la síntesis de prioridades. (Wikipedia, 2023).

### **3.3.1. Descomposición Jerárquica del Problema**

El primer principio del AHP establece la posibilidad de estructurar el problema de decisión compleja en forma jerárquica. Se trata de descomponer un problema muy complejo en componentes más adecuadas y fáciles de entender y clasificar en niveles.

El nivel más alto de la jerarquía representa la meta u objetivo general del problema. Los niveles intermedios contienen los criterios y subcriterios que contribuyen a alcanzar esa meta. El nivel más bajo suele estar compuesto por las alternativas de decisión. (Jiménez, 2002).

En el marco de este trabajo, el propósito del mismo es Identificar el mejor emplazamiento de un Centro Logístico Regional en la Provincia del Guayas. Los criterios principales (Nivel 1) son aquellos factores determinantes como Distancia, , Accesibilidad, Impacto Ambiental y Riesgo de Inundación.

Algunos de estos criterios se desagregan en subcriterios (Nivel 2) para un análisis más detallado. Las alternativas, en este caso, no son predefinidas, sino que corresponden a las diferentes áreas o localizaciones potenciales dentro de la provincia, que serán evaluadas espacialmente.

### **3.3.2. Comparación por Pares de los Elementos y Escala de Saaty**

Una vez que la jerarquía está definida, el Proceso Analítico de Jerarquía compara, uno a uno, los componentes de cada nivel para determinar cuánta influencia tienen sobre el inmediato superior.

Para emitir esos juicios se recurre a la Escala Fundamental de Saaty, que traduce las impresiones subjetivas en cifras manejables, facilitando así que los evaluadores piensen en términos cuantitativos.

Esta escala, mostrada en la Tabla 1, va de 1 a 9: un 1 indica que dos criterios son igual de importantes, mientras que un 9 señala que uno sobrepasa al otro en casi toda la medida.

Los puntos intermedios, así como sus recíprocos, como un tercio o un quinto, permiten registrar matices de preferencia sin oscurecer la lectura del análisis.

**Tabla 1***Escala Fundamental de Saaty para Comparaciones Pareadas*

<b>Intensidad de Importancia (Valor Numérico)</b>	<b>Definición</b>	<b>Explicación</b>
1	Igual importancia	Dos elementos contribuyen por igual al objetivo.
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente un elemento sobre otro.
5	Importancia fuerte o esencial de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido sobre otro.
7	Importancia muy fuerte o demostrada de un elemento sobre otro	Un elemento domina fuertemente al otro; su superioridad está demostrada en la práctica.
9	Importancia absoluta o extrema de un elemento sobre otro	La evidencia favorece a un elemento sobre otro con el mayor grado de certeza posible.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Se utilizan cuando se requiere un compromiso o un matiz más fino en la comparación.
Recíprocos de los valores anteriores	Si el elemento $i$ tiene uno de los números anteriores asignado al compararlo	Si el elemento $j$ domina al elemento $i$ , entonces $i$ tiene el valor recíproco al compararlo con $j$ .

*Nota.* Adaptado de Saaty (1980), como se describe en Jiménez, 2002.

([https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP\(ve%20rpaginas11-16\).pdf](https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP(ve%20rpaginas11-16).pdf))

La aplicación de esta escala es clave, dado que ofrece un marco ordenado para traducir los juicios cualitativos y subjetivos en valores expresables matemáticamente, lo que permite que el tribunal evaluador pueda comprender el modo en el cual se han obtenido las importancias relativas de los criterios.

### **3.3.3. Síntesis de Prioridades**

A partir de las matrices de comparación por pares construidas para cada nivel de la jerarquía, se calcula un vector de prioridades o pesos para cada conjunto de elementos.

Este vector refleja la importancia relativa de cada elemento con respecto al criterio del nivel superior. El método más comúnmente utilizado para derivar estos pesos es el método del vector propio (eigenvector).

Las prioridades locales obtenidas para cada nivel se combinan luego de forma jerárquica para obtener las prioridades globales de las alternativas con respecto a la meta general.

Una de las fortalezas más citadas del AHP es su capacidad para evaluar la coherencia de los juicios que emite un decisor o un grupo de decisores. Mantener un grado aceptable de consistencia es esencial, porque sin él los pesos obtenidos y, por extensión, el todo del análisis pierden validez. Cuando los juicios presentan altos niveles de inconsistencia, los resultados del AHP dejan de ser fiables y se hace necesario revisar cada una de las comparaciones pareadas (Jiménez, 2002).

El mencionado mecanismo de control de consistencia, que será descrito en la sección de resultados, forma parte del método AHP y permite un mayor rigor en el proceso de toma de decisiones.

## **3.4. Selección de Criterios y Subcriterios**

La selección y definición de criterios y subcriterios es una etapa fundamental para aplicar el AHP, dado que estos elementos se convertirán en el punto de partida para evaluar y comparar las alternativas de localización.

Los criterios que se han tenido en cuenta en este estudio han considerado aspectos técnicos, económicos, medioambientales y normativos, buscando un equilibrio que conduzca a una solución eficiente y sostenible.

### **3.4.1. Criterio 1: Distancia**

La Tabla 2 presenta los subcriterios, sus respectivas restricciones y la justificación técnica y normativa para el Criterio Distancia.

**Tabla 2**

*Criterio Distancia, Subcriterios, Restricciones y Justificación para la Localización del Centro Logístico Regional*

<b>Criterio</b>	<b>Subcriterio</b>	<b>Restricción</b>	<b>Justificación Técnica y Normativa</b>
<b>C1: Distancia</b>	<b>SC1.1. Centros Urbanos / Zonas Residenciales</b>	<b>≥500 m</b>	Evitar la exposición de la población a emisiones atmosféricas, olores, ruido y riesgos asociados a la operación. Es crucial para mantener la paz social y evitar conflictos, reduciendo costos de mitigación de impacto social y posibles litigios. El TULSMA, Anexo 6, establece un mínimo de 500m de distancia para rellenos sanitarios, lo cual es una referencia prudente para cualquier infraestructura con potencial impacto. (Ministerio del Ambiente, 2015)
	<b>SC1.2. Cuerpos de Agua (ríos, lagos, esteros)</b>	<b>≥200 m</b>	Prevenir la contaminación directa por escorrentías, derrames de combustibles o sustancias, y proteger los ecosistemas acuáticos y la calidad del agua. Reduce costos de tratamiento de efluentes y multas ambientales. El TULSMA, Anexo 6, exige un mínimo de 200m de cuerpos de agua superficiales. (Ministerio del Ambiente, 2015) El Código Orgánico del Ambiente (COA) y la Ley de Gestión Ambiental prohíben descargas no tratadas y mandatan la protección de los cuerpos hídricos. (Ministerio del Ambiente, 2018)
	<b>SC1.3. Aeropuertos</b>	<b>≥13 km</b>	Evitar interferencias con las operaciones aéreas (ej. presencia de aves atraídas, columnas de humo, restricciones de altura para edificaciones). Fundamental para la seguridad aérea y evitar restricciones de construcción. El TULSMA, Anexo 6, establece un mínimo de 13km de distancia a aeropuertos o pistas. (Ministerio del Ambiente, 2015)

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

### **3.4.2. Criterio 2: Riesgo de inundación**

La Tabla 3 muestra los subcriterios del Criterio Riesgo de Inundación, junto con sus restricciones específicas y la justificación técnica y normativa que respalda su aplicación.

**Tabla 3**

*Criterio Riesgo de inundación, Restricciones y Justificación para la Localización del Centro Logístico Regional*

Criterio	Subcriterio	Restricción	Justificación Técnica y Normativa
<b>C2: Riesgo de Inundación</b>	-	<b>Zonas Susceptibles a Inundaciones</b>	La ubicación debe evitar zonas propensas a desastres naturales para garantizar la continuidad operativa, proteger la inversión y la seguridad del personal y la carga. En Guayas, el riesgo de inundaciones es alto en muchas áreas, requiriendo estudios detallados y obras de mitigación (relleno, sistemas de drenaje) que aumentan costos. La selección de zonas de bajo riesgo es prioritaria. (Prefectura del Guayas, 2024).

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

### **3.4.3. Criterio 3: Accesibilidad**

La Tabla 4 recoge aquellos subcriterios correspondientes al Criterio Accesibilidad, describiendo sus restricciones específicas y los fundamentos técnicos y normativos que justifican su aplicación.

**Tabla 4**

*Criterio Accesibilidad, Restricciones y Justificación para la Localización del Centro Logístico Regional*

Criterio	Subcriterio	Restricción	Justificación Técnica y Normativa
<b>C3: Accesibilidad</b>	-	≤500 m (acceso a vías principales)	Para optimizar la eficiencia logística, reducir tiempos de tránsito y minimizar costos operativos, es fundamental garantizar una adecuada accesibilidad para el transporte de carga y mitigar la congestión vial. El TULSMA, Anexo 6, establece que las actividades industriales y logísticas deben ubicarse a una distancia máxima de 500 metros de las vías principales. Esta regulación busca controlar su impacto ambiental y asegurar que se desarrollen en zonas con la infraestructura adecuada. (Ministerio del Ambiente, 2015)

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.3. Criterio 4: Impacto Ambiental

La Tabla 5 presenta los subcriterios del Criterio Impacto Ambiental, describiendo sus restricciones específicas y la justificación técnica y normativa que respalda su aplicación.

**Tabla 5**

*Criterio Impacto Ambiental, Subcriterios, Restricciones y Justificación para la Localización del Centro Logístico Regional*

Criterio	Subcriterio	Restricción	Justificación Técnica y Normativa
<b>C4: Impacto Ambiental</b>	<b>SC4.1. Pendiente del Terreno</b>	<b>≤15%</b>	Facilita la construcción, reduce costos de movimiento de tierras y cimentación. Mejora la estabilidad del suelo y es más eficiente para la operación de vehículos pesados y equipos de carga. La exigencia de una pendiente del terreno ≤15, según el TULSMA, Anexo 6, es un criterio técnico y ambiental esencial para garantizar que la ubicación del centro logístico sea técnicamente viable, ambientalmente responsable y económicamente eficiente. (Ministerio del Ambiente, 2015)
	<b>SC4.2. Cobertura y Uso de la Tierra</b>	<b>Fuera de zonas agrícolas productivas</b>	El establecimiento del CLR debe evitar la afectación de zonas agrícolas productivas o ecosistemas naturales. Se busca optimizar la eficiencia logística dentro de la cadena agroexportadora, garantizar la compatibilidad ambiental y social con el entorno, y ubicarse preferentemente en áreas de transición rural-urbana o zonas industriales consolidadas. Esto asegura un desarrollo sostenible y una integración efectiva con el contexto productivo, cumpliendo con la Ley de Ordenamiento Territorial, Utilización y Gestión del Suelo (LOOTUGS) (LOOTUGS, 2016), el COA (Ministerio del Ambiente, 2018), y regulaciones del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE).
	<b>SC4.3. Áreas Protegidas</b>	<b>Fuera de estos límites</b>	Las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) están designadas para la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, y no son aptas para el desarrollo industrial o logístico. Evitar estas áreas es fundamental para prevenir multas y conflictos legales, conforme a la Ley de Gestión Ambiental y el COA, que prohíben la intervención en el SNAP. (Ministerio del Ambiente, 2015)
	<b>SC4.4. Bosques y Vegetación Protectora</b>	<b>Fuera de estos límites</b>	Los bosques y la vegetación protectora cumplen funciones ecológicas vitales y se consideran zonas de uso restringido o prohibido para actividades industriales o logísticas. Su protección es mandataria según el TULSMA y el COA para la conservación de la biodiversidad, fuentes de agua y estabilidad de suelos. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Las normas que limitan y controlan nuevos proyectos se desprenden de un orden jerárquico. En primer lugar, el Código Orgánico Ambiental enmarca los principios de respeto al ambiente y los derechos de la naturaleza y debe ser seguido sin excepción. Después, el texto unificado de legislación ambiental, por medio de sus libros y anexos—entre ellos el Anexo 6—detalla pautas concretas, como distancias mínimas y características del terreno, para distintas actividades e infraestructuras. La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Utilización y Gestión de Suelo, por su parte, guía el planeamiento nacional y local y asegura que cualquier construcción se ajuste a los esquemas de ordenamiento previstos. Al gestionar el caso de un centro logístico regional, el equipo ha optado por la norma más severa disponible, tanto legal como ambiental, de modo que la propuesta quede bien sostenida; en ese sentido, un límite específico que fije el TULSMA, en la práctica, no puede vulnerar los principios de protección más amplios que consagra el COA.

### **3.5. Insumos geográficos utilizados en la investigación**

La calidad y actualidad de la información geoespacial son fundamentales para asegurar que un análisis territorial resulte fiable. En la Tabla 6 se detallan los mapas y conjuntos de datos utilizados en esta investigación, junto con su procedencia, escala y año en que fueron creados o renovados.

El uso de datos a distintas escalas (1:50 000 y 1:25 000) y fechas de corte que van desde 2013 hasta proyecciones para 2025 puede influir en las conclusiones del análisis. La información básica—límites, curvas de nivel y red vial—se recopila principalmente a 1:50 000, por lo que esta escala fija el grado de detalle del estudio y guía la selección del tamaño de píxel en el procesamiento ráster. En cambio, datos más recientes, como cobertura y utilización de la tierra (2020) y áreas vulnerables a inundaciones (2024), son relevantes porque capturan la realidad territorial actual. Es preciso señalar que algunas capas, como SNAP, zonas de restauración y bosque protector, se presentan con fecha 2025; se interpretan, por tanto, como la versión más reciente disponible o como la proyección oficial que el equipo tuvo al inicio del estudio. Estos aspectos serán considerados al momento de leer y discutir los resultados obtenidos.

**Tabla 6***Insumos Geográficos utilizados para el Análisis Espacial*

Nº.	Datos Geográficos	Fuente	Escala	Año	
1	Límites Cantonales	Comité Nacional de Límites Internos	1:50.000	2022	
2	Límites Provinciales		1:50.000	2022	
3	Área Urbana	Instituto Geográfico Militar (IGM)	1:50.000	2013	
4	Curvas de nivel		1:50.000	2013	
5	Embalses		1:50.000	2013	
6	Aeropuertos		1:50.000	2013	
7	Puertos		1:50.000	2013	
8	Red Vial Estatal		1:50.000	2013	
9	Ríos		1:50.000	2013	
10	Cobertura y Utilización de la Tierra y Sistemas Productivos Agropecuarios del Ecuador Continental		Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	1:25.000	2020
11	Zonas Susceptibles a Inundaciones			1:25.000	2024
12	Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	1:25.000	2025	
13	Bosques y Vegetación Protectora		1:25.000	2025	

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

### **3.6. Procedimiento de Análisis Espacial (QGIS)**

Para el análisis espacial se empleó QGIS, una herramienta potente y de código abierto, que permite gestionar, tratar y examinar datos geoespaciales. Con la ayuda de esta herramienta se logró operar con los criterios de ubicación definidos, crear capas temáticas y realizar una superposición ponderada para determinar el área idónea.

#### **3.6.1. Valoración de Variables de Subcriterios para Análisis Multicriterio de Localización**

Para que un análisis multicriterio que integre varias capas de información resulte coherente, es necesario llevar cada variable a la misma escala, sin importar las unidades que tenía originalmente ni el rango que abarca. En este estudio se eligió una normalización de cero a uno: se anota cero cuando el área es deficiente o desfavorable y uno cuando cumple todos los requisitos o exhibe condiciones óptimas. La Tabla 7 presenta con detalle esta escala de valoración.

**Tabla 7***Escala de Valoración Normalizada de Subcriterios*

Clasificación	Descripción	Valor Normalizado (0-1)
No cumple	No satisface los criterios establecidos, representando un alto riesgo o inviabilidad para el proyecto debido a sus condiciones desfavorables.	0
Cumple	Cumple las exigencias técnicas y normativas, garantizando que se dan las condiciones idóneas para el proyecto evitando tener que hacer ajustes adicionales.	1

*Nota.* Adaptado de GIS and Multicriteria Decision Analysis. Jacek Malczewski, 1999.

(<https://www.wiley.com/en-us/GIS+and+Multicriteria+Decision+Analysis-p-9780471329442>)

Esta normalización resulta ser un paso previo esencial, en particular para los factores que no son restricciones absolutas, antes de la superposición ponderada. Permite que todos los criterios sean evaluados en una escala que es comparable entre sí. De tal forma que las áreas que consideran un valor 0 dentro de este procedimiento para cualquier criterio de restricción quedan excluidas del posterior análisis de idoneidad.

### **3.6.2. Determinación del Tamaño de Píxel**

El tamaño de los píxeles constituye una variable clave en el análisis de datos ráster, debido a que define la resolución espacial de un estudio. Para cartografiar una base con una escala predominante de 1:50.000, se ha establecido el tamaño de píxel considerado óptimo, de 10 metros. Este tamaño de píxel se basa en una regla práctica: la cual establece que el tamaño de píxel puede ser aproximadamente 1/5 milímetro de la escala del mapa.

Para una escala de 1:50,000, esto se traduce en:  $(1/5) \text{ mm} \times 50,000 = 10,000 \text{ mm} = 10 \text{ metros}$ . Un tamaño de píxel de 10x10 metros permite un nivel de detalle adecuado para el análisis regional, sin generar archivos excesivamente grandes que dificulten el procesamiento. (Gisandbeers, 2018)

### **3.6.3. Creación de Capas de Restricción**

El primer paso consistió en la creación de un mapa de restricción absoluta, excluyendo todas las áreas donde la construcción de un Centro Logístico Regional es

legal o técnicamente inviable. Se generó una capa binaria combinando todas las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SNAP y bosques protectores. A esto se sumaron los buffers normativos obligatorios:  $\geq 200$  metros a cuerpos de agua,  $\geq 500$  metros a centros urbanos y  $\geq 13$  km a aeropuertos, según el TULSMA. Las áreas marcadas como "No Cumple" se excluyeron del análisis de favorabilidad posterior.

#### **3.6.4. Superposición ponderada**

Sobre el área de estudio, se aplicó la técnica de Superposición Ponderada. Cada uno de los factores considerados - Riesgo de Inundación, Accesibilidad a Vías, Pendiente del Terreno y Uso de Suelo - se clasificó según una escala de favorabilidad y luego se superpuso usando los pesos porcentuales obtenidos mediante el enfoque AHP. Por ilustrar, a las zonas que presentan Baja susceptibilidad a inundaciones o que carecen completamente de ella se les dio el valor 1, porque satisfacen sin reservas los criterios establecidos. De esa forma se generó una carta que muestra de modo sencillo las áreas idóneas para ubicar el futuro Centro Logístico Regional.

### **4. Resultados del análisis multicriterio y espacial**

Esta sección presenta los resultados obtenidos tanto del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para la ponderación de criterios, como del análisis espacial en QGIS para la identificación de zonas con potencial para la localización del Centro Logístico Regional.

#### **4.1. Matriz de Comparación por Pares y Pesos de Criterios**

Para fijar el peso de cada criterio se empleó el método AHP, empezando por elaborar una matriz de comparación por pares que incluya las cuatro dimensiones principales:

- Distancia (C1),
- Riesgo de Inundación (C2),
- Accesibilidad (C3) e
- Impacto Ambiental (C4).

##### **4.1.1. Asignación de Valores y Justificación Técnica y Normativa**

La Tabla 8 presenta la matriz que compara los criterios; en ella se utilizaron las calificaciones de Saaty para indicar cuán relevante es un criterio frente a otro.

**Tabla 8***Matriz de Comparación de Criterios Principales*

CRITERIOS	Distancia	Riesgo de Inundación	Accesibilidad	Impacto Ambiental
<b>C1. Distancia</b>	1	2	3	4
<b>C2. Riesgo de Inundación</b>	1/2	1	2	3
<b>C3. Accesibilidad</b>	1/3	1/2	1	2
<b>C4. Impacto Ambiental</b>	1/4	1/3	1/2	1
<b>TOTAL (N)</b>	<b>2.08</b>	<b>3.83</b>	<b>6.50</b>	<b>10.00</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

Estos valores designados se justifican de la siguiente manera:

**Distancia vs. Riesgo de Inundación (Valor 2):** A la hora de ponderar la ubicación del nuevo centro logístico, la posibilidad de inundaciones es más importante que la distancia de las otras instalaciones. Hay que tener en cuenta que la provincia de Guayas es muy propensa a estas inundaciones, por lo que garantizar que el edificio no esté colocado en una zona inundable no sólo resguarda la inversión, sino que permite que el centro pueda operar de forma continua.

**Distancia vs. Accesibilidad (Valor 3):** Los criterios a partir de los cuales se puede medir la distancia a núcleos urbanos, a cuerpos de agua, y a aeropuertos o puertos marítimos, poseen desde hace algún tiempo un peso algo mayor que el de criterios relacionados con la accesibilidad general a vías. Es muy cierto que el grado de conectividad todavía posee una gran relevancia, pero esas fronteras espaciales ya procuran reducir el impacto negativo inmediato y garantizar el respeto de regulaciones que, por su propia naturaleza, son muy exigentes.

**Distancia vs. Impacto Ambiental (Valor 4):** Los criterios de distancia, son valorados entre moderadamente y marcadamente superior a los factores de impacto ambiental, tales como la inclinación o la cubierta del suelo, dado que estas últimas son normalmente más fáciles de mitigar o gestionar que los condicionantes relacionados con la proximidad a elementos sensibles.

**Riesgo de Inundación vs. Accesibilidad (Valor 2):** Nuevamente, el Riesgo de Inundación se considera moderadamente más importante que la Accesibilidad, por las razones ya expuestas.

**Riesgo de Inundación vs. Impacto Ambiental (Valor 3):** El riesgo de inundación se toma como un elemento más importante que los criterios generales de los impactos ambientales.

**Accesibilidad vs. Impacto Ambiental (Valor 2):** A la Accesibilidad se otorga una mayor importancia sobre los valores de los criterios generales de Impacto Ambiental, ya que la eficacia funcional y operativa del Centro Logístico Regional depende de forma significativa de su conexión a la red viaria.

A partir de esta matriz, se calculó la matriz normalizada y los pesos ( $W_i$ ) de cada criterio, como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Matriz Normalizada y Ponderación ( $W_i$ ) de Criterios Principales*

CRITERIOS	Distancia	Riesgo de Inundación	Accesibilidad	Impacto Ambiental	Sumatoria	Ponderación ( $W_i$ )
<b>C1. Distancia</b>	0.480	0.522	0.462	0.400	1.863	0.466
<b>C2. Riesgo de inundación</b>	0.240	0.261	0.308	0.300	1.109	0.277
<b>C3. Accesibilidad</b>	0.160	0.130	0.154	0.200	0.644	0.161
<b>C4. Impacto Ambiental</b>	0.120	0.087	0.077	0.100	0.384	0.096
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>4.000</b>	<b>1.000</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

Los pesos obtenidos indican que el criterio de Distancia ( $W_i = 0.466$ ) es el más importante, seguido por Riesgo de Inundación ( $W_i = 0.277$ ), luego Accesibilidad ( $W_i = 0.161$ ) y finalmente Impacto Ambiental ( $W_i = 0.096$ ).

#### **4.1.2. Evaluación del Índice de Consistencia, Índice de Consistencia Aleatoria y Relación de Índice de Consistencia**

Para validar la fiabilidad de los juicios emitidos en la matriz de comparación y, por ende, de los pesos obtenidos, se calculó la Relación de Consistencia (CR o RIC). La Tabla 10 presenta estos cálculos.

**Tabla 10**

*Cálculo de la Consistencia de la Matriz de Comparación de Criterios*

Parámetro	Símbolo o Fórmula	Valor
Suma Ponderada de Columnas (N * Wi)	$\sum(\text{Columna Total} \times W_i)$	-
Distancia	2.08×0.466	0.969
Riesgo de Inundación	3.83×0.277	1.061
Accesibilidad	6.50×0.161	1.047
Impacto Ambiental	10.00×0.096	0.960
<b>Lambda Máximo (<math>\lambda_{max}</math>)</b>	$\sum(\text{Suma Ponderada de Columnas})$	<b>4.037</b>
Número de Criterios (n)	n	4
Índice de Consistencia (IC)	$(\lambda_{max}-n)/(n-1)$	0.0123
Índice de Consistencia Aleatoria (ICA/RI) para n=4	RI (Saaty)	0.90
<b>Relación de Consistencia (RIC/CR)</b>	IC / RI	<b>0.0137</b>
Evaluación de Consistencia	CR < 0.10	<b>Consistente</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia. Cálculos basados en RI para n=4 de Saaty (1980).

El valor de Lambda Máximo  $\lambda_{max}$  (4.037) se calculó sumando los productos de cada total de columna de la Tabla 8 por el peso ( $W_i$ ) del criterio correspondiente de la Tabla 6. Este valor es muy cercano al presentado en el material base, la ligera diferencia puede deberse a redondeos. El Índice de Consistencia (IC) resultante es  $(4.037-4)/(4-1)=0.037/3 \approx 0.0123$ .

En lugar del valor aproximado de 0.990 que se obtiene con la fórmula  $1.98 \times (n-2)/n$ , el Índice de Consistencia Aleatoria (ICAR o RI) se establece en 0.90 para n=4, tal como lo propuso Saaty. Recurrir a esta cifra estandarizada aporta un rigor metodológico superior y es lo que generalmente se hace en la literatura académica sobre el AHP. Aunque el RI aproximado que aparece en el material de referencia es, en efecto, cercano a la realidad, usar el 0.90 de Saaty garantiza más precisión y se adhiere directamente al modelo original.

Con IC = 0.0123 y RI = 0.90, la Relación de Consistencia (CR) es  $0.0123/0.90 \approx 0.0137$ .

El índice de consistencia, CR=0,0137, está muy por debajo del límite habitual de 0,10, lo que sugiere que las evaluaciones en la matriz comparativa son internas constantes y que los pesos obtenidos pueden emplearse sin dudas en el análisis. Esta

firmeza en la consistencia fortalece al modelo, ya que señala que las preferencias se mantienen alineadas de manera regular.

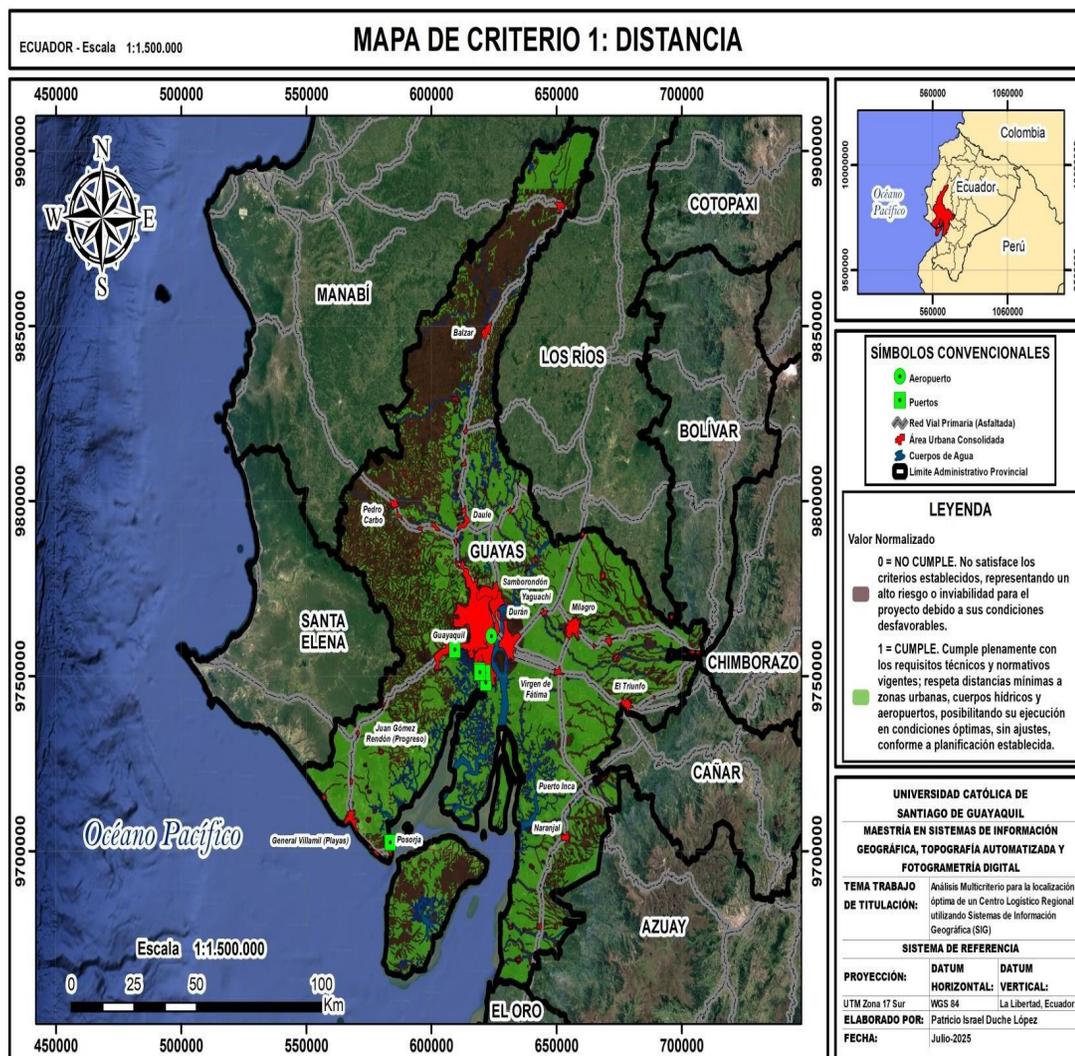
## 4.2. Análisis Espacial por Criterio

### 4.2.1. Criterio 1: Distancia

La Figura 3 muestra claramente las limitaciones y ventajas del territorio según la distancia.

**Figura 3**

*Mapa de Criterio 1: Distancia.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

El criterio de Distancia (C1) es el que tiene el mayor peso en el análisis AHP, con un 46.6%. Esto indica que las distancias a elementos sensibles y nodos de transporte son consideradas el factor más importante para la ubicación del Centro Logístico Regional.

Puede apreciarse en el mapa que las principales áreas urbanas, las orillas de los ríos y los lugares próximos a infraestructuras relevantes (como los aeropuertos) están marcados como no aptos (en rojo).

Las áreas verdes, que son las más aptas, se encuentran predominantemente en zonas rurales o menos desarrolladas, pero que aún podrían tener acceso a vías principales (que se considerarían en el criterio de Accesibilidad).

La alta concentración de zonas rojas que rodean Guayaquil y su delta fluvial hace claro por qué este dato importa y por qué la geografía del Guayas complica la selección de un centro logístico que cause poco impacto y cumpla la ley.

Ese mismo patrón de áreas verdes y rojas servirá, junto con otros requisitos, en la etapa de Superposición Ponderada, para señalar el lugar más adecuado del Centro Logístico Regional.

#### **4.2.2. Criterio 2: Riesgo de inundación**

La Figura 4 pone de manifiesto la imperiosa necesidad de que, al elegir un emplazamiento, se anteponga siempre la reducción del riesgo de inundación.

Este criterio es fundamental para la selección de la ubicación óptima del Centro Logístico Regional (CLR) en la Provincia del Guayas, dado que el Riesgo de Inundación es el segundo criterio más importante en el análisis AHP, con un peso del 27.7%.

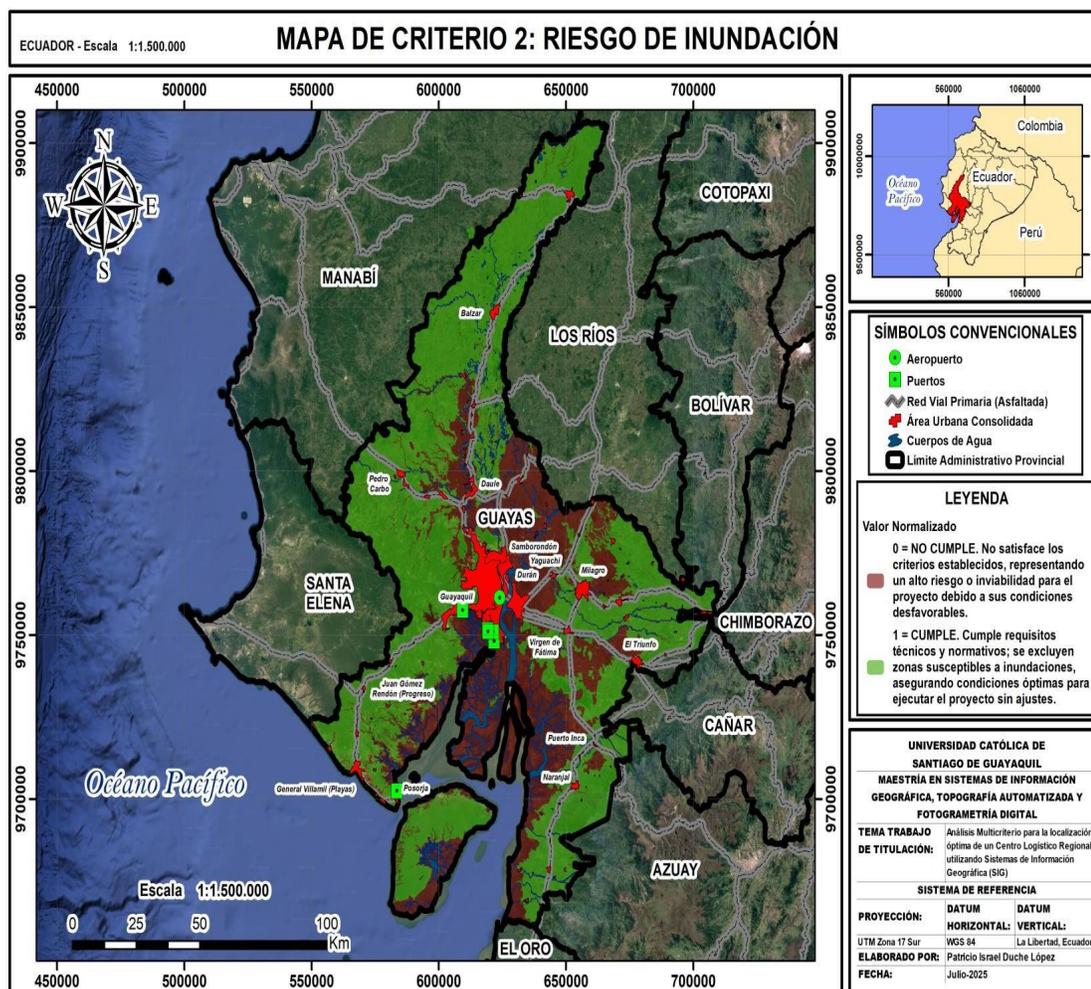
El mapa deja clara la urgente necesidad de que la mitigación del riesgo de inundación guíe las decisiones de ubicación. Ver donde se superponen las zonas rojas y verdes resulta esencial, porque cualquier área que aparezca como No Cumple por inundaciones será casi por completo descartada o castigada duramente en el análisis combinado.

Este mapa evidencia que la provincia del Guayas aún lidia con serias limitaciones en sus centros existentes, sobre todo por la exposición recurrente a inundaciones. Por ello, localizar nuevas zonas de bajo riesgo se ha vuelto una

prioridad, y el criterio de riesgo de inundación sirve precisamente para dirigir esa tarea, al ilustrar de forma clara las áreas adecuadas y las que deben evitarse.

**Figura 4**

*Mapa de Criterio 2: Riesgo de Inundación*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

#### **4.2.3. Criterio 3: Accesibilidad**

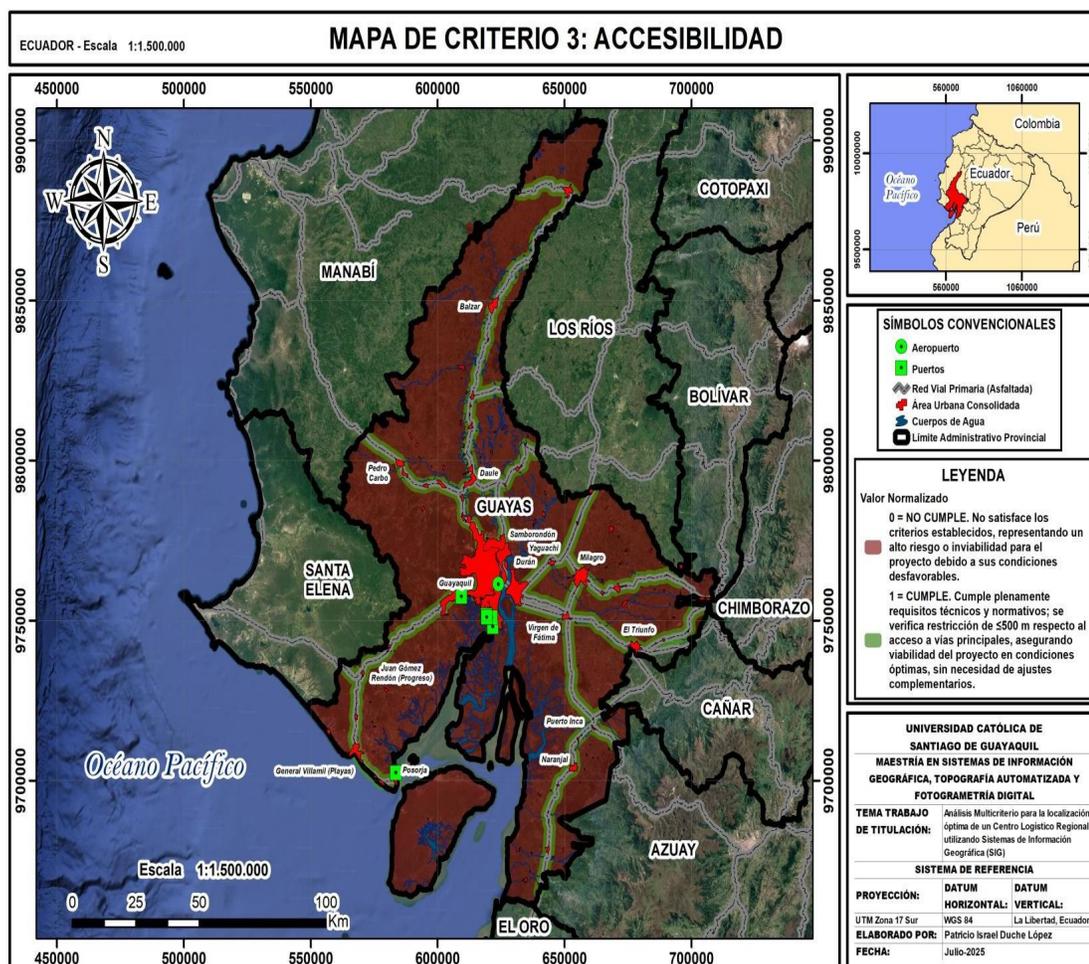
La Figura 5 muestra el mapa de accesibilidad, herramienta clave para la eficiencia operativa del Centro Logístico Regional. Una accesibilidad alta acorta tiempos de traslado, baja costos operativos y alivia congestión vial.

El mapa que se incluye a continuación es clave para el análisis multicriterio que intenta determinar la mejor ubicación del Centro Logístico Regional en la provincia del

Guayas. Según el método Analítico Jerárquico de Procesos (AHP), la accesibilidad, el tercer criterio considerado, recibe un peso de 16,1%; valor que la sitúa por detrás de la distancia y del riesgo de inundaciones, pero muy delante de otros factores evaluados.

**Figura 5**

*Mapa de Criterio 3: Accesibilidad*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

El mapa resume los corredores logísticos que hoy están operativos y señala las áreas con buena conectividad. Aunque la accesibilidad nunca dominará la decisión, el centro no podrá funcionar ni de manera viable ni eficiente si queda aislado. Por eso, los núcleos en rojo que no cumplen el estándar deben ser excluidos o exigir inversiones muy elevadas antes de ser considerados en la fase final del proyecto. En la

superposición ponderada, los tramos en verde elevarán, de manera directa, el puntaje de cada alternativa evaluada.

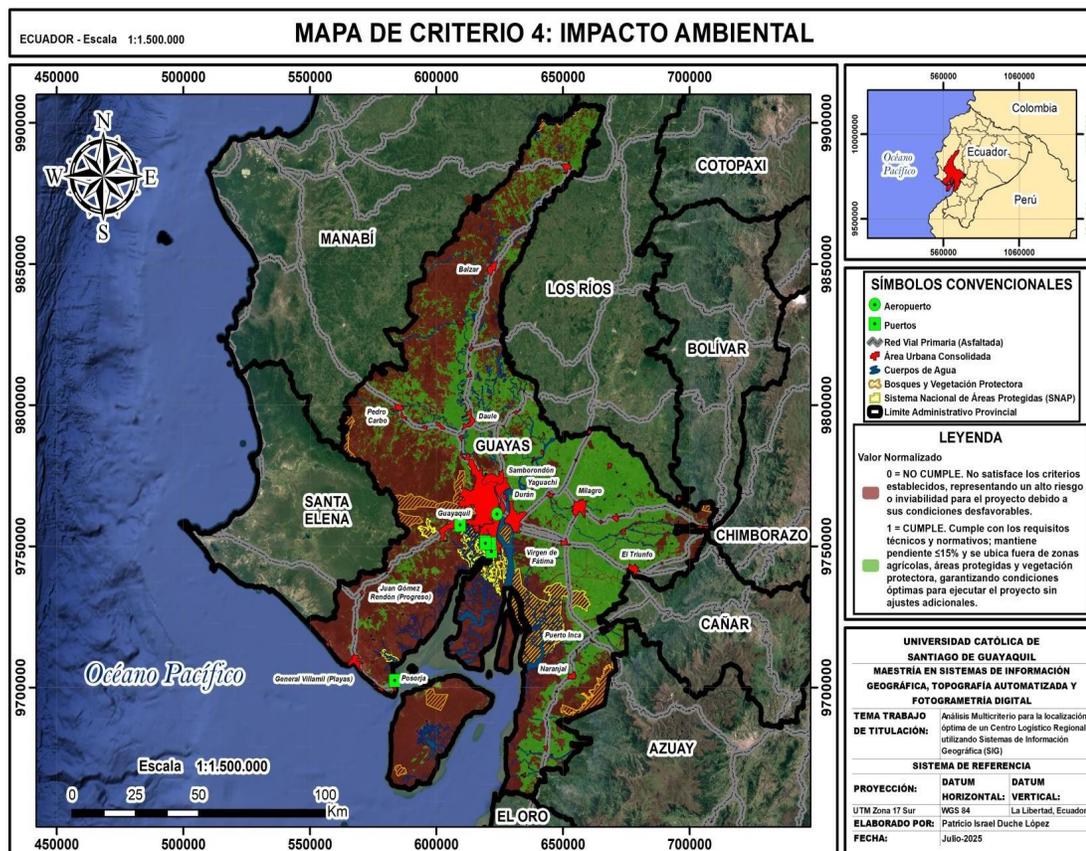
#### 4.2.4. Criterio 4: Impacto Ambiental

El Impacto Ambiental es el último de los cinco ejes analizados para decidir la ubicación del Centro Logístico Regional en la provincia del Guayas. En el modelo AHP que se utilizó, este factor recibe el menor peso: sólo un 9,6%.

En la Figura 6 se observan extensas zonas en rojo, lo que sugiere que una parte considerable del territorio provincial presenta alguna de estas restricciones ambientales. Esto incluye áreas montañosas (por pendiente), zonas agrícolas densas o ecosistemas naturales protegidos.

**Figura 6**

*Mapa de Criterio 4: Impacto Ambiental*



Nota. Fuente: Elaboración propia.

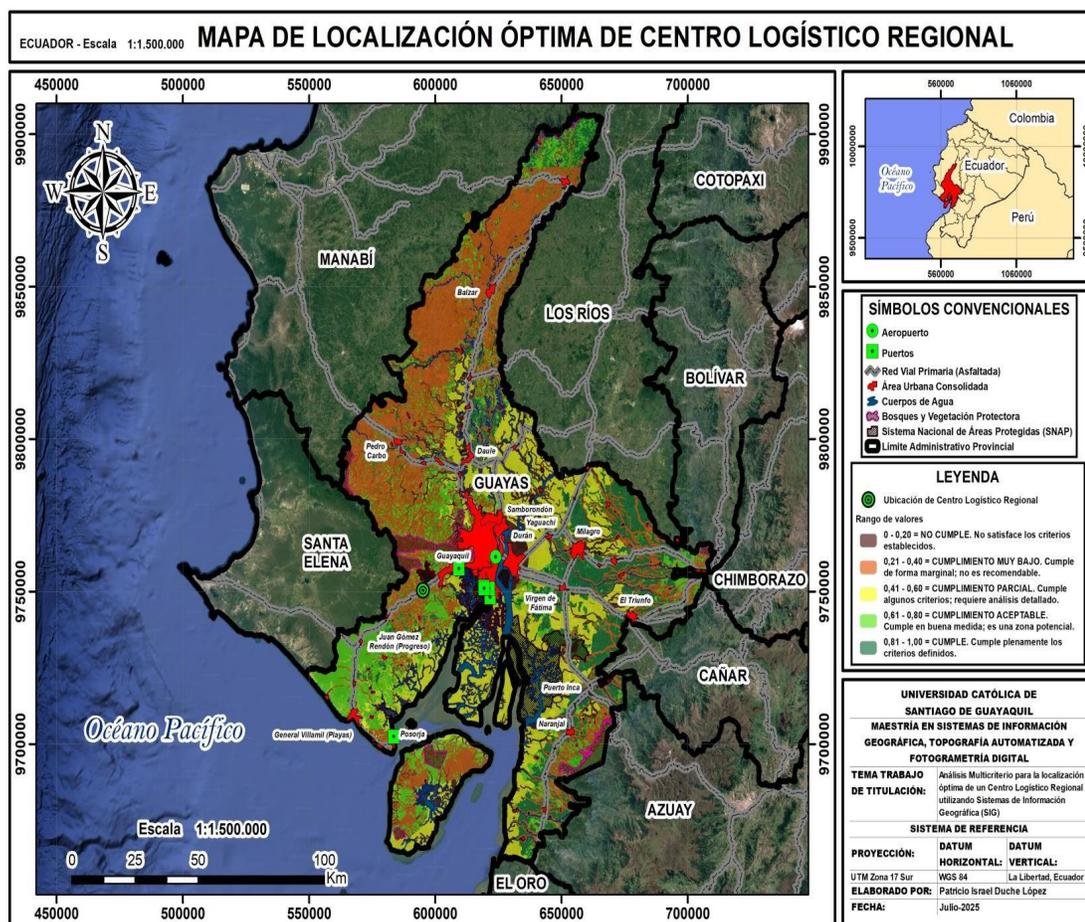
Aunque el impacto ambiental obtiene la nota más baja entre los indicadores examinados, continúa siendo un factor clave para que el proyecto sea realmente sostenible y para que cumpla con la legislación actual. Las secciones etiquetadas como No Cumple, resaltadas en rojo, actúan casi siempre como límites absolutos o, al menos, como áreas de muy baja viabilidad, lo que permite evitar conflictos legales y al mismo tiempo proteger ecosistemas sensibles.

### 5. Ubicación recomendada y justificación técnica

El análisis espacial que integra los factores de distancia, riesgo de inundación, accesibilidad e impacto ambiental, todos ponderados a través del método AHP, se traduce en el mapa de ubicación de un Centro Logístico Regional que aparece en las Figuras 7 y 8.

#### Figura 7

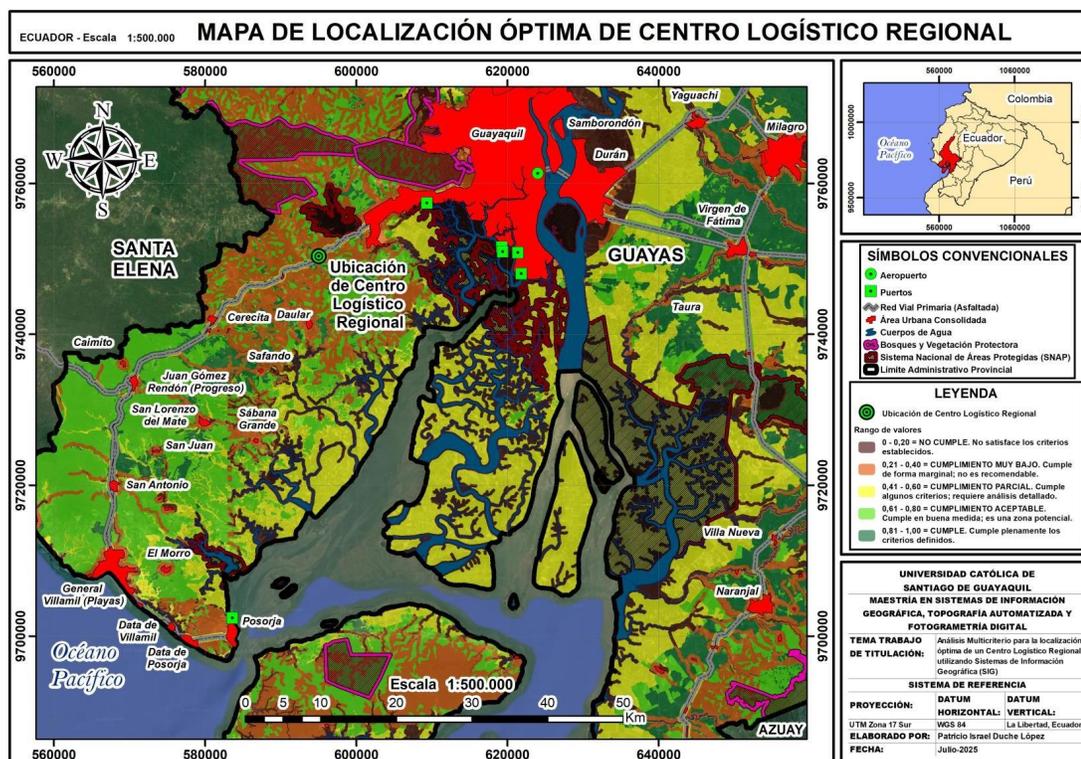
Mapa de localización óptima de Centro Logístico Regional.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Mapa de localización óptima de Centro Logístico Regional.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Estos mapas son el resultado final de la superposición ponderada de todos los criterios. Los rangos de valores normalizados (0-1) indican la aptitud del terreno, se evaluaron mediante 5 Clases con rangos uniformes descritos en la Tabla 11.

Tabla 11

Rangos de aptitud ó idoneidad

Clase	Rango de valores	Categoría	Interpretación
1	0 - 0,20	No cumple	No satisface los criterios establecidos
2	0,21 - 0,40	Cumplimiento muy bajo	Cumple de forma marginal; no es recomendable
3	0,41 - 0,60	Cumplimiento parcial	Cumple algunos criterios; requiere análisis detallado
4	0,61 - 0,80	Cumplimiento aceptable	Cumple en buena medida; es una zona potencial
5	0,81 - 1,00	Cumple	Cumple plenamente los criterios definidos

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La opción del lugar recibido la categoría Cumple, lo que señala que el análisis AHP-SIG y la evaluación espacial han determinado esta zona como la de mayor potencial. Este punto se sitúa a un costado de la Vía a la Costa (E40).

### **5.1. Justificación Técnica para la elección del sitio**

La selección de este emplazamiento para el Centro Logístico Regional se basa en su posición destacada dentro de la matriz de decisión multicriterio, apoyada en las características enumeradas y en el análisis espacial efectuado:

#### **5.1.1. Accesibilidad a corredores (Criterio: Accesibilidad - Peso: 16.1%)**

**Conexión Directa:** La ubicación sobre la Vía a la Costa (E40) proporciona una conexión directa y estratégica con el conector al Puerto de Posorja (E489). Esta proximidad a una vía estatal de primer orden asegura una excelente conectividad con la red vial provincial y nacional, optimizando los tiempos de tránsito y los costos logísticos, tal como lo establece el TULSMA (Anexo 6) que exige una distancia máxima de 500 metros a vías principales para actividades logísticas

**Sinergia Industrial:** La ubicación del puerto de Posorja a lo largo de su corredor logístico lo convierte en un nodo clave del sistema portuario bimodal. Esta singularidad resulta indispensable para un Centro Logístico Regional orientado al comercio exterior, ya que simplifica la gestión de la cadena de suministro, reduce costos de transporte y mejora la sincronización entre los terminales y los múltiples puntos de distribución o producción.

#### **5.1.2. Riesgo de Inundación (Criterio: Riesgo de Inundación - Peso: 27.7%)**

**Alta Resiliencia Climática:** El estudio espacial ha clasificado esta área como de baja o muy baja probabilidad de inundación, resultado que resulta crucial, considerando la larga historia de la provincia del Guayas con este tipo de fenómenos. Tan favorable una vez sea vigente playa criterios, hace viable mantener en operación ininterrumpida el Centro Logístico Regional, resguarda la inversión y protege tanto las mercancías como el personal.

**Nivel de Riesgo:** Según el último mapa de riesgo de inundación, esta zona queda catalogada dentro de las áreas que cumplen con un valor normalizado de uno; por tanto, no se encuentra en las zonas prioritarias de afectación.

### **5.1.3. Potencial Estratégico**

**Futuro del Comercio Exterior:** Su relevancia estratégica resulta evidente al observar las proyecciones del comercio exterior regional. La nueva vinculación con el puerto de aguas profundas de Posorja, junto a su Zona Especial de Desarrollo Económico, multiplica la capacidad del Centro Logístico Regional para absorber y despachar grandes volúmenes de carga, lo que a su vez refuerza la competitividad económica de toda la provincia.

En resumen, la ubicación seleccionada representa el balance óptimo entre la minimización de riesgos (especialmente inundaciones), el cumplimiento de distancias normativas, una excelente accesibilidad a corredores estratégicos para el comercio exterior y la minimización del impacto ambiental.

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1. Conclusiones**

- La implementación de una metodología eficaz que integra la técnica de Análisis Jerárquico Multicriterio (AHP) además del Análisis Espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) en este caso adaptado a QGIS ha resultado eficiente y transparente para poder dar una solución pertinente a la complejidad de la localización de un Centro Logístico Regional (CLR) en la Provincia del Guayas. El AHP ha proporcionado una ponderación los criterios de decisión de forma estructurada y lógica y el SIG ha facilitado el análisis espacial del territorio provincial.
- El análisis AHP mostró que los criterios de Distancia (a elementos sensibles y nodos de transporte), con un peso del 46.6%, seguido del Riesgo de Inundación con un peso del 27.7%, son los dos criterios de mayor peso en la decisión de localización del CLR Guayas, seguidos por la Accesibilidad (16.1%) y finalmente el Impacto Ambiental (9.6%). Esta jerarquía expresa las prioridades técnicas, ambientales y de riesgo de la provincia, en la que hay que destacar la vulnerabilidad a inundaciones que presenta.
- El análisis espacial realizado en QGIS, mediante la aplicación de restricciones y la superposición ponderada de factores, permitió

identificar y delimitar las áreas del territorio provincial con mayor aptitud para la instalación del CLR. Se diferenciaron una zona óptima, visible en el Mapa de Localización Óptima, que coincide con las clases de Cumplimiento aceptable y Cumple plenamente, representadas por las clases 4 y 5 de la Tabla 11. Esta localización sobre la vía a la Costa (E-40), próxima al puerto de Posorja (E-489), se argumenta por su accesibilidad sobresaliente, su resistencia esperada a inundaciones y su claro potencial estratégico para el comercio exterior.

- El trabajo realizado ha logrado elaborar mapas temáticos técnicos-distancia, riesgo de inundación, accesibilidad, impacto ambiental y el mapa de localización óptima que, de forma clara y precisa, ilustran la solución propuesta y las áreas con mayor idoneidad para la instalación del centro logístico.

## **6.2. Recomendaciones**

Se aconseja llevar a cabo estudios de prefactibilidad y de viabilidad-técnica, económica, social y ambiental-para la zona elegida como la mejor. Este proceso incluye:

- Se requiere un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) exhaustivo, ajustado a la normativa ecuatoriana, que identifique cada efecto del proyecto y formule acciones concretas para reducir los impactos que permanezcan después de su ejecución.
- Estudios geotécnicos y de ingeniería de detalle para el diseño de las instalaciones y la determinación de costos precisos de construcción y mitigación.
- Un análisis de la demanda logística específica que atenderá el Centro Logístico Regional para dimensionar adecuadamente su capacidad e infraestructura.
- El desarrollo del Centro Logístico Regional debe ir en concordancia con los planes de ordenamiento territorial correspondientes de los cantones y provincias implicadas. Es muy importante que la infraestructura viaria y los servicios básicos que puedan necesitarse sean proyectados y ejecutados antes de que empiece a operar el centro.

- Aunque el impacto ambiental resultó ser el criterio menos determinante, el estudio confirma que el riesgo ecológico en el área planteada necesita una gestión proactiva. Las acciones de mitigación señalan prioridad para cumplir con la normativa vigente y para que el proyecto permanezca sostenible en el tiempo.

## 7. Referencias

- Corporación Andina de Fomento. (2014). PERLOG. Perfil Logístico de América Latina. Banco de Desarrollo de América Latina.  
[https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1023/CAF\\_PERLOG%20E\\_CUADOR.pdf?sequence=64&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1023/CAF_PERLOG%20E_CUADOR.pdf?sequence=64&isAllowed=y)
- El Comercio. (2025). Inundaciones afectan a varias zonas de Guayas tras intensas lluvias. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/inundaciones-afectan-zonas-quayas-intensas-lluvias/>
- Gisandbeers. (2018). Cómo definir el tamaño de píxel más adecuado para un ráster. <https://www.gisandbeers.com/como-definir-el-tamano-de-pixel-mas-adecuado-para-un-raster/>
- Grupo FJ Logística Integral. (2025). Transporte integral y monitoreo en tiempo real. Seguridad y eficiencia para la pesca de camarón. <https://www.grupo-fj.com/logistica-ecuatoriana>
- Jiménez, J. 2002. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, Metodología y Aplicaciones. [https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP\(ve%20rpaginas11-16\).pdf](https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP(ve%20rpaginas11-16).pdf)
- LOOTUGS. 2016. Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión De Suelo. <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/Ley-Organica-de-Ordenamiento-Territorial-Uso-y-Gestion-de-Suelo1.pdf>
- López, S; Chung, P; Ramírez, M. (2021). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales. ResearchGate.  
[https://www.researchgate.net/publication/351877367\\_Proceso\\_Analitico\\_Jerarquico\\_AHP\\_como\\_metodo\\_multicriterio\\_para\\_la\\_localizacion\\_optima\\_de\\_estaciones\\_intermodales](https://www.researchgate.net/publication/351877367_Proceso_Analitico_Jerarquico_AHP_como_metodo_multicriterio_para_la_localizacion_optima_de_estaciones_intermodales)
- MIDUVI. (2018). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo. Correspondencias Jurídicas. [https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/LOOTUGS-Correspondencias-Juridicas\\_oficial\\_8M.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/LOOTUGS-Correspondencias-Juridicas_oficial_8M.pdf)
- Ministerio del Ambiente (2015). Acuerdo Ministerial Nro. 061, 4 de mayo de 2015. [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_acuerdo-ministerial-061.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_acuerdo-ministerial-061.pdf)

Ministerio del Ambiente. (2018). Código Orgánico del Ambiente.

[https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)

Nantes, E. (2019). El Método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones.

Repaso de la metodología y aplicaciones. Revistas de la Universidad Nacional de Córdoba.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/download/26474/28219/78112>

Prefectura del Guayas. (2021). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La

Provincia Del Guayas. <https://guayas.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/2021-09-13-PDOT-Guayas-v2-2021-Opt.pdf>

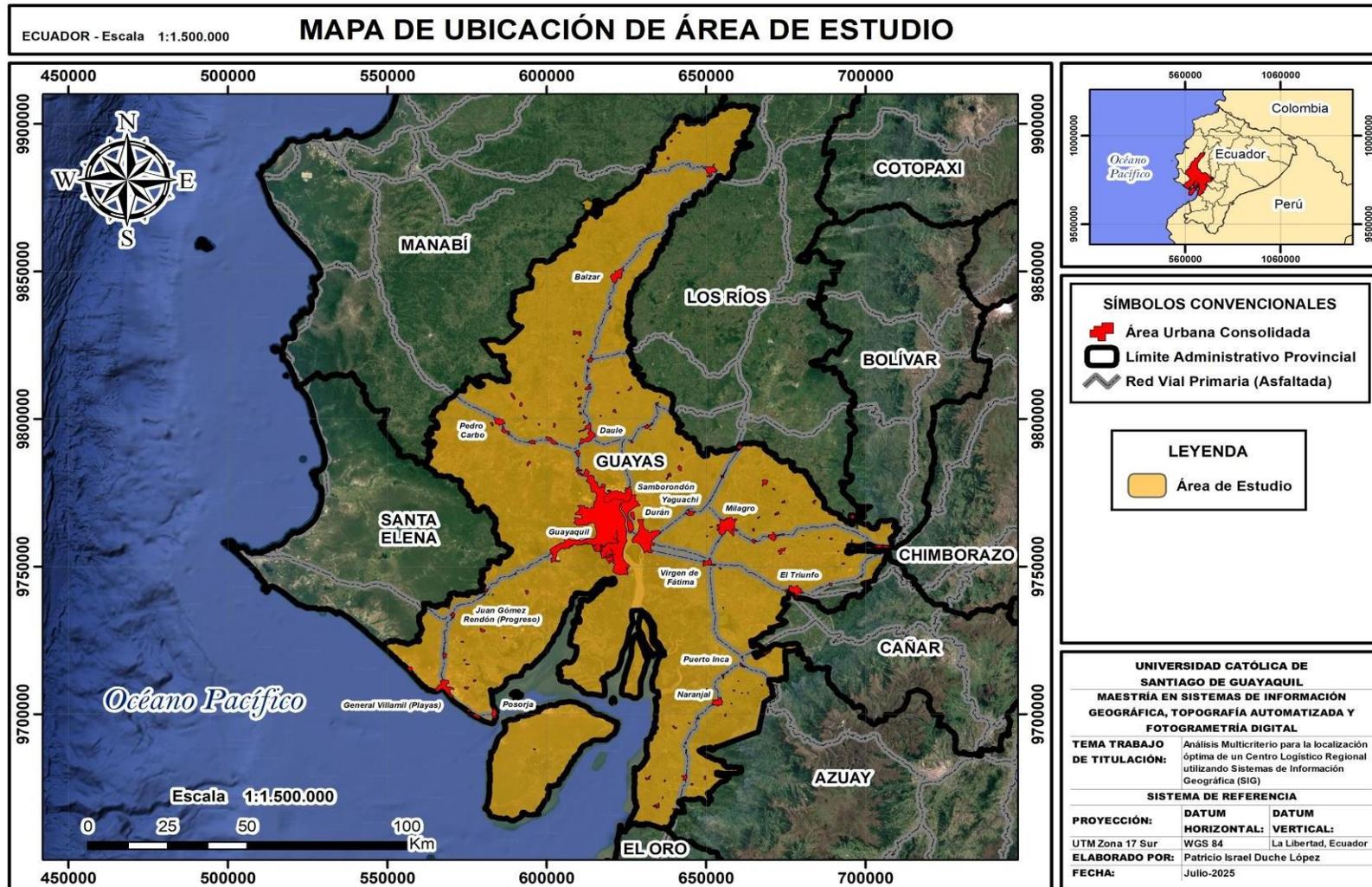
Prefectura del Guayas. (2024). Plan de Contingencia institucional ante el Fenómeno del Niño y la época lluviosa. <https://guayas.gob.ec/wp-content/uploads/2024/04/PLAN-CONTINGENCIA-INSTITUCIONAL-ENOS-Y-EPOCA-LLUVIOSA.pdf>

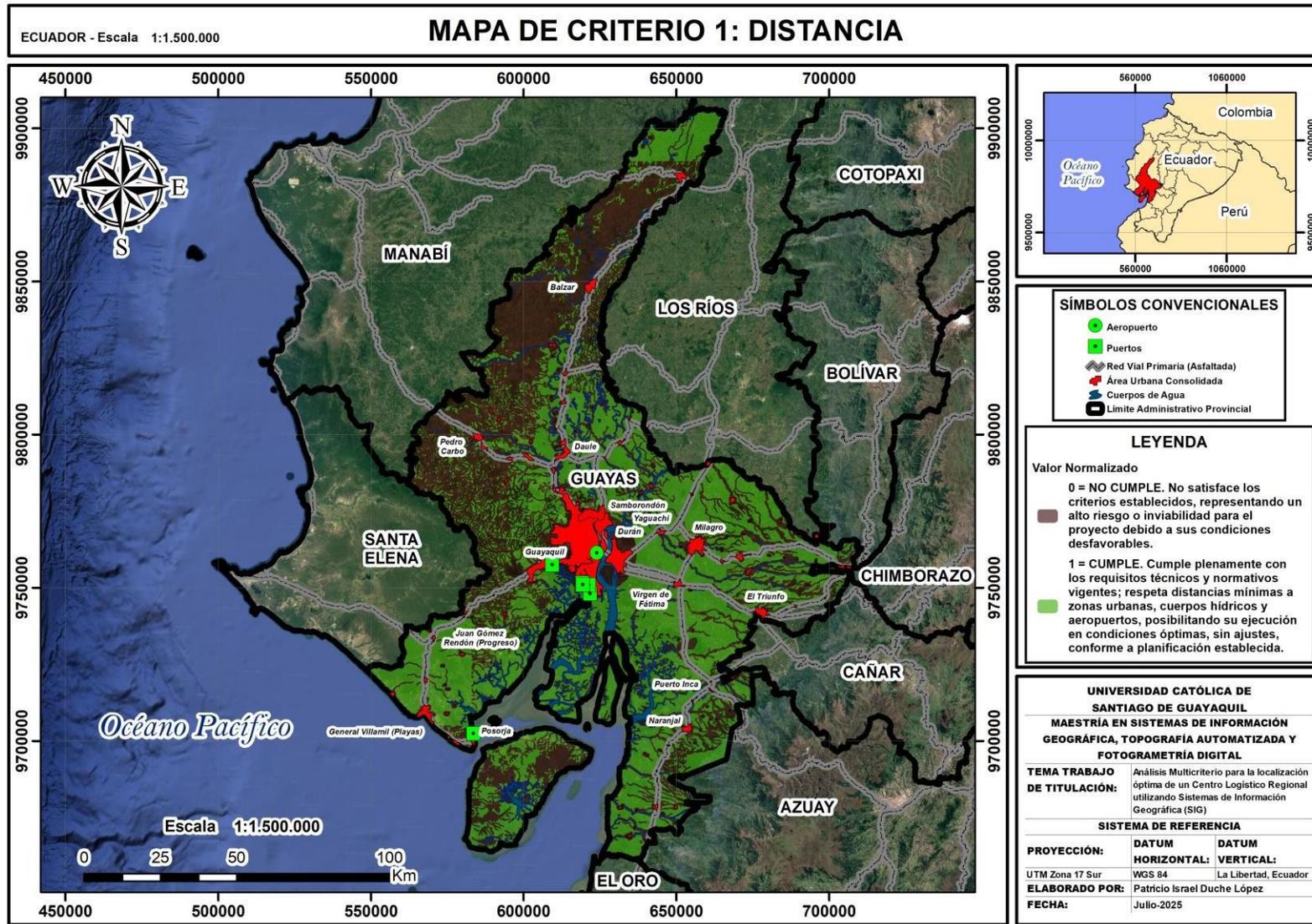
QuadMinds. (2025). 3 problemas logísticos en Ecuador y su posible solución.

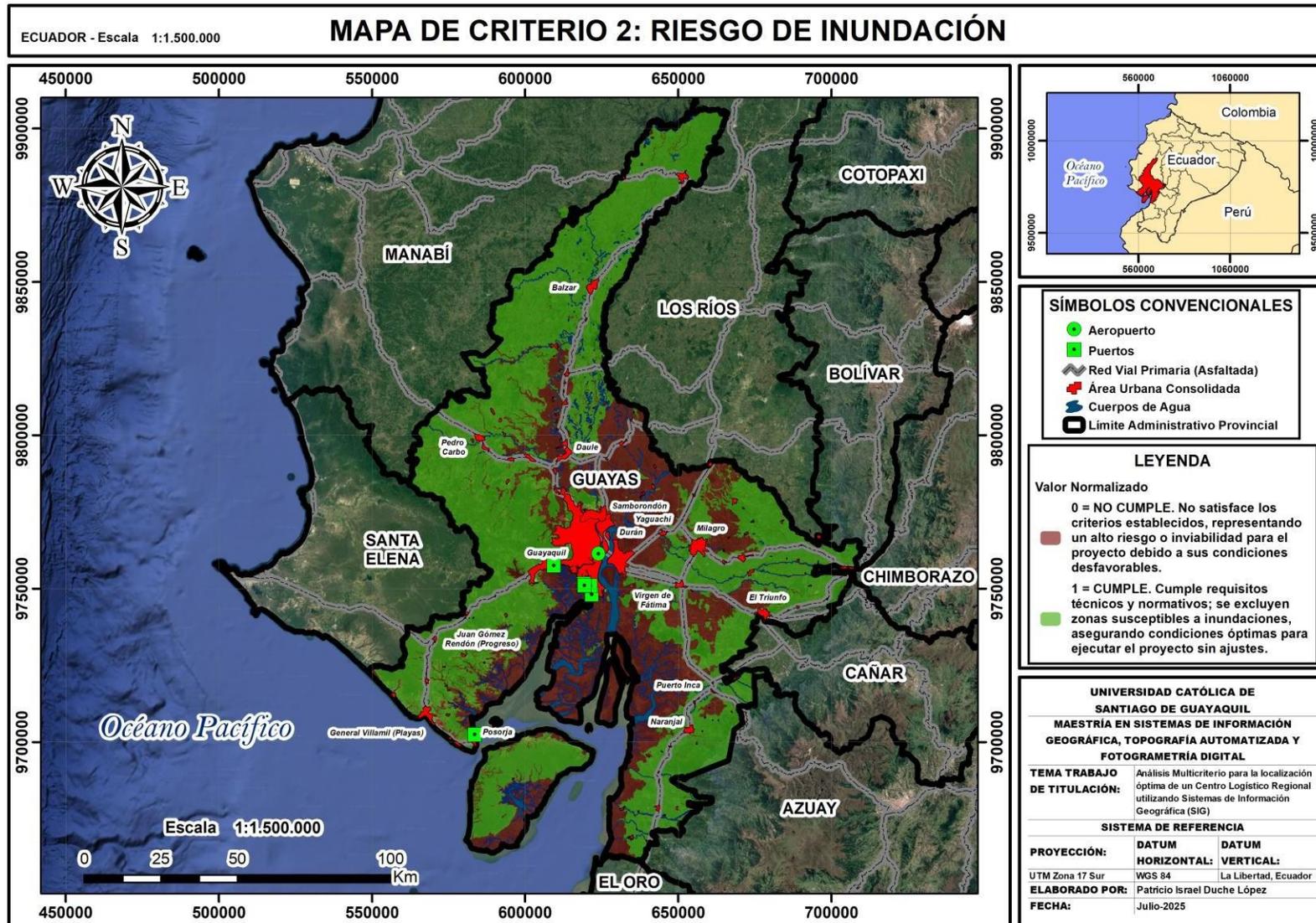
<https://www.quadminds.com/blog/problemas-logisticos-3/>

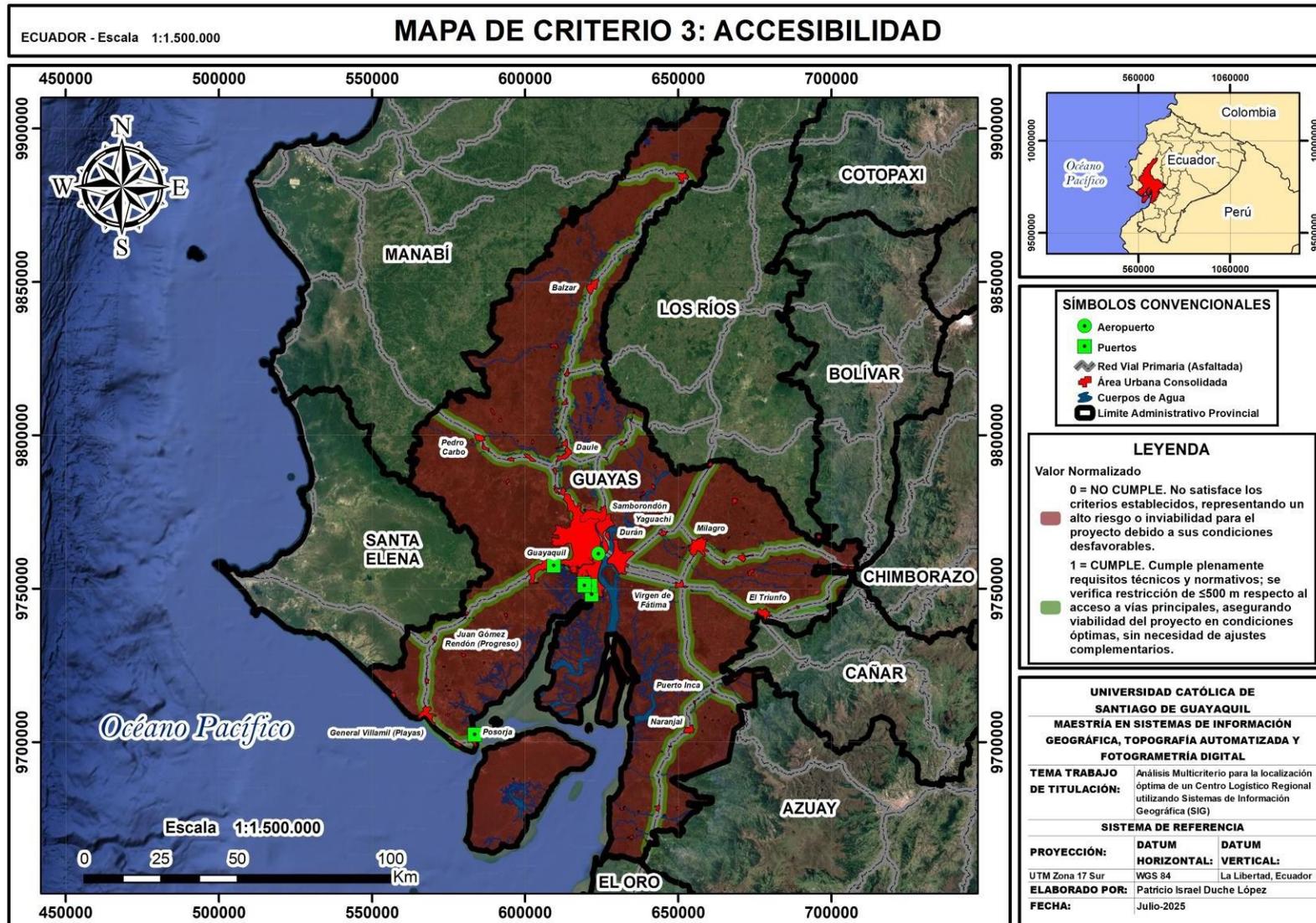
Wikipedia. (2023). Thomas L. Saaty. [https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas\\_L.\\_Saaty](https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_L._Saaty)

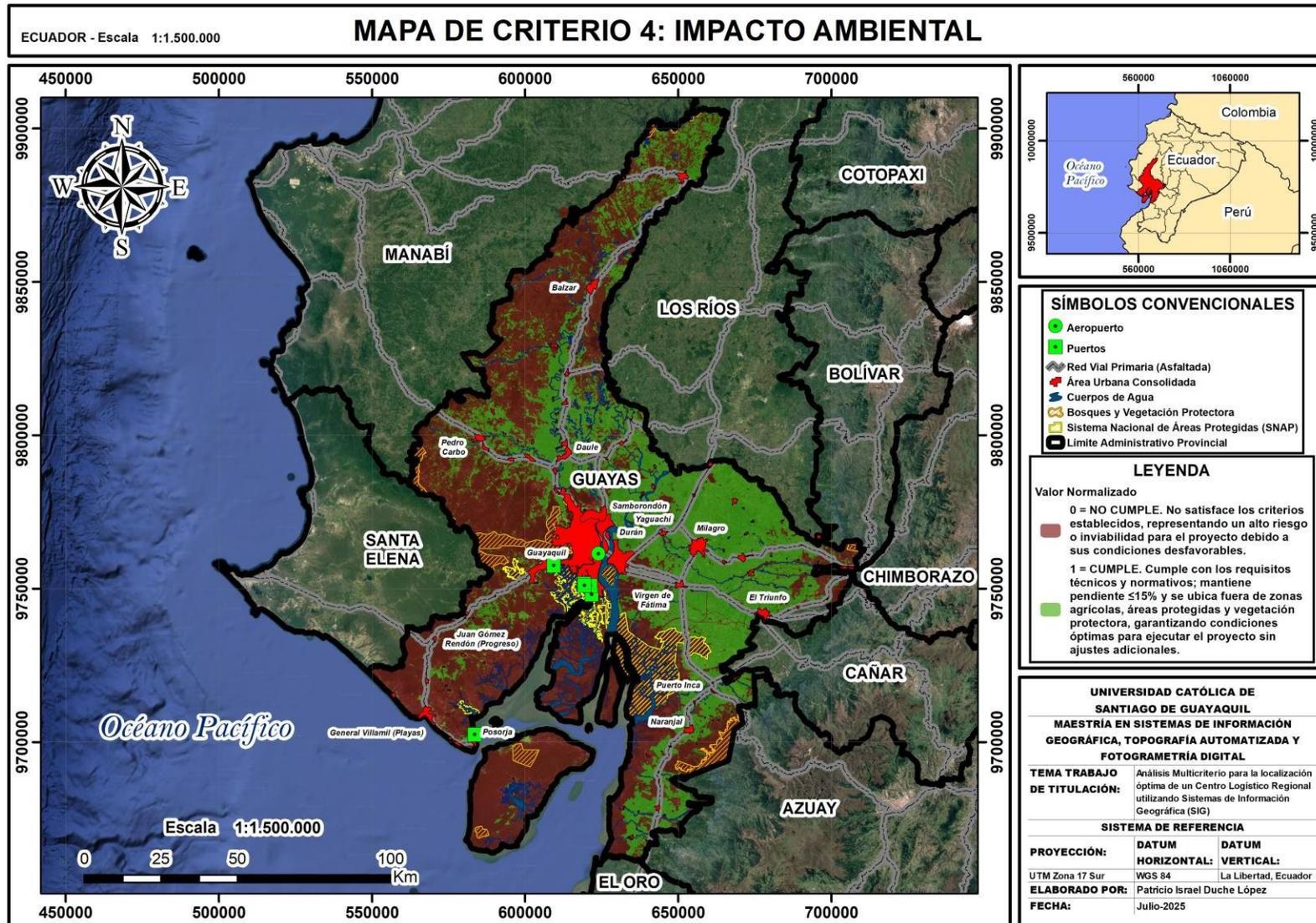
8. Anexos

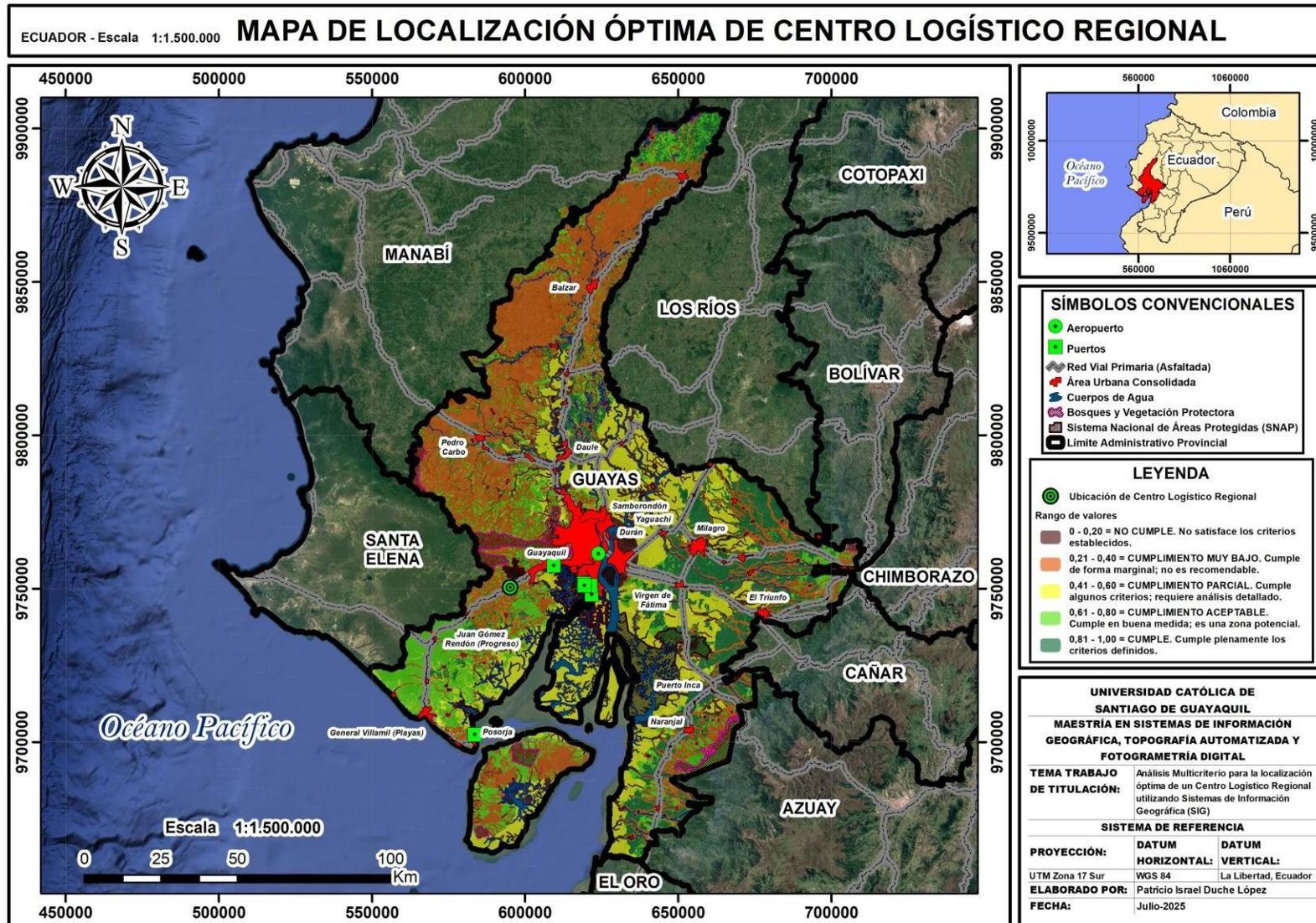


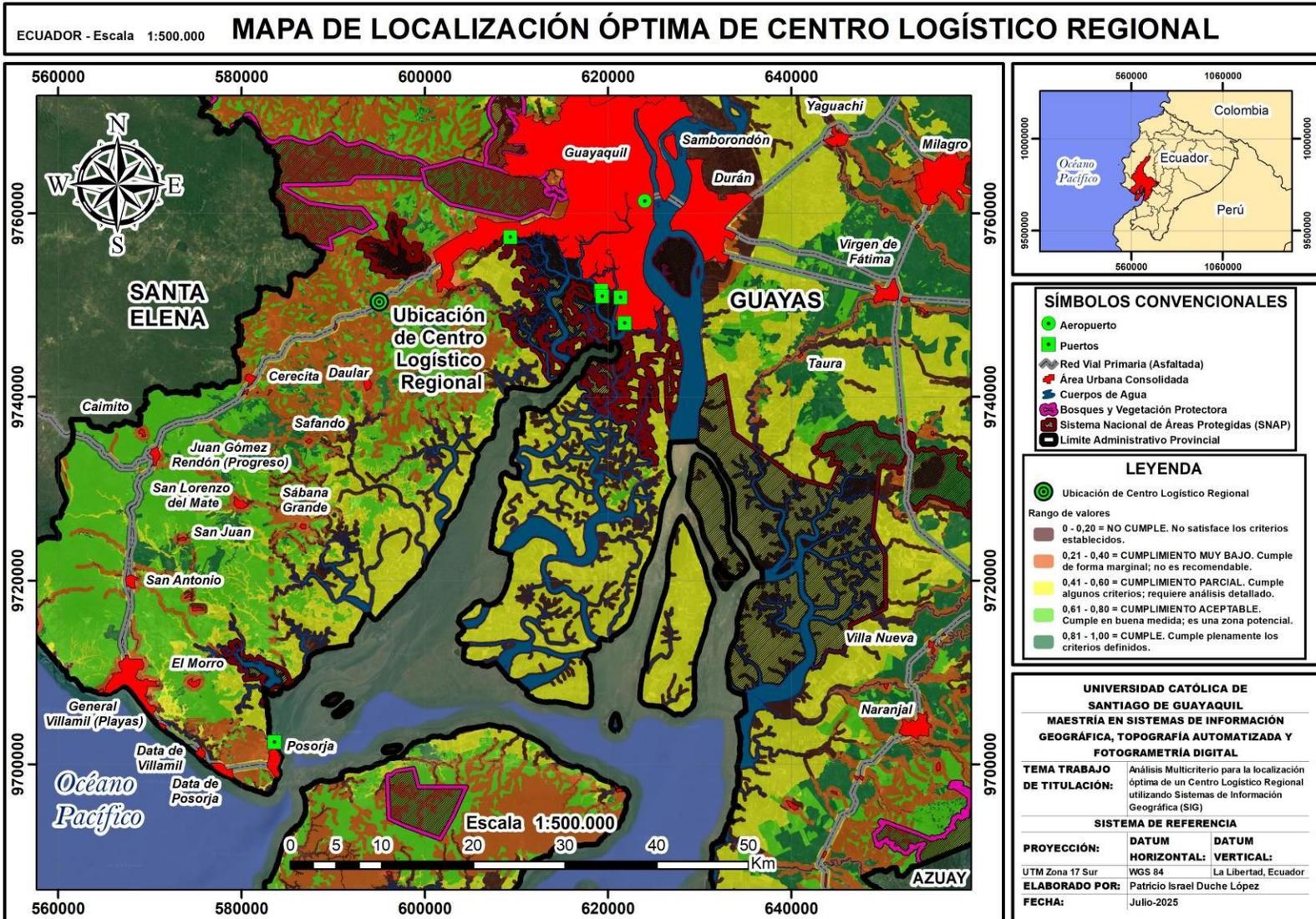












## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Patricio Israel Duche López**, con C.C: # **0201727914** autor(a) del trabajo de titulación: **Análisis Multicriterio para la localización óptima de un Centro Logístico Regional utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)** previo a la obtención del grado de **MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 26 de julio de 2025



Firmado electrónicamente por:  
**PATRICIO ISRAEL  
DUCHE LOPEZ**

Validar únicamente con FirmaEC

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Patricio Israel Duche López**

C.C: 0201727914



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Análisis Multicriterio para la localización óptima de un Centro Logístico Regional utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Patricio Israel Duche López		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mgs.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	Sistema de Posgrado		
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>	Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital		
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	Magister en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	26 de julio de 2025	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	31
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Sistemas de Información Geográfica (SIG), Análisis Multicriterio / Proceso Analítico Jerárquico (AHP)		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Logística y Cadena de Suministro, Ordenamiento Territorial y Planificación, Análisis Espacial, Gestión de Riesgos de Desastres, Topografía Automatizada y Fotogrametría		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):			
La provincia del Guayas actúa como un eje estratégico en la economía ecuatoriana, albergando actividades intensivas en agroindustria, pesca especialmente camarón y procesamiento de alimentos en general (Grupo FJ Logística Ecuatoriana, 2025). El presente trabajo examina las graves deficiencias en los centros logísticos de la provincia de Guayas; estos espacios logísticos se enfrentan a carreteras transitadas y difíciles, riesgos de inundaciones, problemas medioambientales y costes elevados de operación (Prefectura del Guayas, 2024). Estas condiciones suponen un obstáculo en la fluidez de la cadena de suministro a nivel provincial y regional y también repercute en la competitividad y el desarrollo sostenible.			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-3-2989327 / 0939858882	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:patricio.duche@cu.ucsg.edu.ec">patricio.duche@cu.ucsg.edu.ec</a> / <a href="mailto:israelduchelopez@gmail.com">israelduchelopez@gmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mgs.		
	<b>Teléfono:</b> +593-4-3804600		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:neptali.echeverria@cu.ucsg.edu.ec">neptali.echeverria@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			