

Plan de Estudios

Posgrado Integrado en Ciencias de Información Geoespacial

Vigente a partir del 1° septiembre 2022

Centro de Investigación en Ciencias de
Información Geoespacial, A.C.

CentroGeo

Índice

1	Introducción	6
2	Justificación	7
3	Objetivos	9
3.1	Objetivo general	9
3.2	Objetivos específicos	9
4	Perspectiva interdisciplinaria	9
5	Orientaciones terminales	16
5.1	Observación de la Tierra	16
5.1.1	Introducción	16
5.1.2	Justificación	17
5.1.3	Objetivo general	18
5.1.4	Objetivos específicos	18
5.2	Geointeligencia Computacional	19
5.2.1	Introducción	19
5.2.2	Justificación	20
5.2.3	Objetivo general	21
5.2.4	Objetivos específicos	22
5.3	Estudios Territoriales	22
5.3.1	Introducción	22
5.3.2	Justificación	23
5.3.3	Objetivo general	24
5.3.4	Objetivos específicos	24

6 Perfil de ingreso	25
6.0.1 Perfil de ingreso para la orientación en Geointeligencia Computacional	25
6.0.2 Perfil de ingreso para la orientación en Observación de la Tierra	26
6.0.3 Perfil de ingreso para la orientación en Estudios Territoriales	26
7 Requisitos de ingreso	26
7.1 Requisitos generales	26
7.2 Requisitos específicos para la Maestría	27
7.3 Requisitos específicos para el Doctorado	27
7.4 Características de la propuesta de investigación	28
8 Perfil de egreso	29
8.1 Competencias	29
8.2 Capacidades	30
8.2.1 Conocimientos	30
8.2.1.2 Orientación en Geointeligencia Computacional	30
8.2.1.3 Orientación en Estudios Territoriales	31
8.2.1.4 Orientación en Observación de la Tierra	31
8.2.2 Habilidades	31
8.2.2.2 Orientación en Geointeligencia Computacional	32
8.2.2.3 Orientación en Estudios Territoriales	32
8.2.2.4 Orientación en Observación de la Tierra	32
8.3 Actitudes	33
9 Régimen de trabajo académico	33
10 Estructura y mapa curricular	35

10.1 Mapa curricular	36
10.2 Núcleo Básico y Tronco Común	38
10.3 Materias optativas	40
10.4 Periodos	40
10.5 Seminarios de Investigación y Seminarios de Tesis	41
10.6 Doctorado	42
10.6.1 Supervisión de los estudiantes	43
10.6.2 Examen de candidatura	43
11 Articulación Maestría-Doctorado	44
12 Movilidad	46
13 Productividad Académica	46
14 Actualización del Plan de Estudios	47
15 Duración de los estudios	47
16 Requisitos de permanencia	48
17 Requisitos para obtener el grado de Maestría	49
18 Requisitos para obtener el grado de Doctorado	50
19 Características de la tesis de Maestría	51
20 Características de la tesis de Doctorado	51
21 Características del examen de grado de Maestría	52
21.1 Examen de grado (defensa del trabajo de tesis)	52
22 Características del examen de grado de Doctorado	53
22.1 Examen de grado (defensa del trabajo de tesis)	53
23 Referencias	55

24 Apéndice I: Materias del Núcleo Básico	57
25 Apéndice II: Ejemplos de Materias Optativas	62

El presente documento describe el Plan de Estudios del Posgrado Integrado en Ciencias de Información Geoespacial. El plan de estudios comprende los programas de Maestría y Doctorado. Las distinciones entre las trayectorias académicas para ambos programas se hacen en las secciones correspondientes a: Perfil y requisitos de ingreso (6); Perfil de egreso (8); Régimen de trabajo académico (9); Estructura y mapa curricular (10); Requisitos para obtener el grado (18) y Características de la tesis de grado (20).

1 Introducción

A partir de la segunda mitad del siglo XX, con el surgimiento de la cartografía automatizada y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), comenzó un proceso de adopción generalizada de herramientas para la gestión computarizada de información geográfica. En un principio, los usuarios pertenecían a los ámbitos militar y gubernamental, pero paulatinamente las tecnologías fueron permeando otras áreas de la sociedad. Esta adopción fue generando nuevos retos en términos del desarrollo tecnológico y de las conceptualizaciones necesarias para traducir los conceptos geográficos al terreno digital. Es de esta forma como surgen, hacia principios de la década de 1990, las Ciencias de Información Geográfica, que buscaban el desarrollo de un marco analítico y de conocimiento encaminado a entender el proceso completo de desarrollo y adopción de las nuevas tecnologías para el manejo de información geográfica y su integración en diferentes esferas de la sociedad (Goodchild 1992; Mark 2003).

Actualmente vivimos un cambio cualitativo en la forma en la que se produce, analiza y usa la información con referencia geográfica. El acelerado desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las innovaciones tecnológicas como los sensores satelitales de alta resolución, los vehículos aéreos no tripulados (drones) y movimientos como el Internet de las Cosas, están contribuyendo a un incremento en la cantidad de información disponible (Batty 2012; Miller y Goodchild 2014; Singleton y Arribas-Bel 2021; Yuan 2015). Por otro lado, el desarrollo de tecnologías como el cómputo en la nube, ofrecen nuevas capacidades de almacenamiento, procesamiento y análisis (Liu, Padmanabhan y Wang 2015). Además, la adopción de la información geográfica ha trascendido los dominios de aplicación tradicionales como la gestión de recursos naturales, la gestión del territorio, y la de los ámbitos académicos tradicionales como la Geografía, la Percepción Remota y las mismas Ciencias de Información Geoespacial; ahora se pueden ver claros ejemplos del uso de este

tipo de información en emprendimientos privados y en el corpus de diversas disciplinas académicas como las Ciencias Sociales y las Ciencias de la Computación.

Por otro lado, la sociedad actual enfrenta nuevos retos que demandan un nuevo tipo de compromiso en el desarrollo científico y tecnológico, asociado a cuestiones de relevancia nacional e internacional, como lo son por ejemplo los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces) en México. Así, cuestiones como el cambio ambiental global, la sustentabilidad, la seguridad ciudadana o la desigualdad económica, no pueden ser abordados y entendidos desde las disciplinas académicas tradicionales que tienden a compartimentalizar el conocimiento, sino que estos requieren paradigmas interdisciplinarios y transdisciplinarios que permitan atacar los problemas desde diferentes perspectivas teóricas y metodológicas, para la construcción de conocimiento relevante y situado en los diferentes escenarios sociales y geográficos.

Es en este contexto que se enmarca el posgrado en Ciencias de Información Geoespacial (CIG) del Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial A. C. (CentroGeo). La situación actual llama a un planteamiento novedoso sobre la formación de profesionales altamente capacitados en todos los aspectos del uso de información geoespacial, desde su recolección y procesamiento, hasta su análisis e inclusión en procesos más amplios de construcción de conocimiento, de toma de decisiones o de agregación de valor. Por lo tanto, en la presente propuesta de posgrado se busca formar estudiantes que sean capaces de abordar problemas del territorio desde una perspectiva teórica, traducir los conceptos relevantes en una representación digital y plantear soluciones a partir de desarrollos tecnológicos novedosos.

2 Justificación

Los retos de la sociedad contemporánea requieren la construcción de conocimientos científicos desde paradigmas interdisciplinarios con investigadores capaces de abordar problemáticas sociales complejas, traducirlas en problemas de investigación y proponer soluciones innovadoras que expandan las fronteras del conocimiento.

El cambio ambiental global, el desarrollo de sociedades seguras e incluyentes o la desigualdad social, entre otros, son ejemplos de problemas que demandan la generación de conocimiento

científico sustentado en paradigmas que trasciendan las fronteras disciplinares y aborden estas problemáticas con marcos teóricos y metodológicos diversos. En este sentido, se requiere formar investigadores capaces de integrarse a estos grupos de trabajo interdisciplinarios, que aporten, además de marcos teóricos y metodologías, herramientas útiles para articular las diferentes perspectivas disciplinares que convergen en el estudio de una problemática compleja.

En este tipo de problemáticas contemporáneas existen dos características comunes: a) se observa una fuerte componente geoespacial, y b) pueden estudiarse desde la relación entre el ser humano y su entorno. Su carácter multiparadigmático, su enfoque basado en el espacio geográfico y el desarrollo computacional, hacen de las Ciencias de Información Geoespacial una de las mejores situadas para integrar las diferentes perspectivas que convergen en la investigación de problemáticas complejas con una expresión territorial (Blaschke y Merschdorf 2014).

Partiendo de las consideraciones anteriores, en CentroGeo se plantea un Posgrado en Ciencias de Información Geoespacial como una respuesta a los retos que enfrentamos como sociedad. La propuesta de este posgrado parte del modelo de gestión científica del Centro, que toma como punto de partida las demandas de conocimiento de la sociedad y busca, a través de la articulación de grupos de trabajo interdisciplinarios, desarrollar conocimiento que, por un lado sea un avance en el estado del arte en las diferentes disciplinas que convergen en la institución, y que al mismo tiempo, pueda ser adoptado en la co-producción de soluciones para diversas problemáticas sociales. En consecuencia, el Posgrado en Ciencias de Información Geoespacial es una salida natural del trabajo de investigación del Centro, ya que éste busca formar investigadores capaces de, partiendo de bases conceptuales, metodológicas y técnicas sólidas, incorporarse a grupos de investigación inter y transdisciplinarios, y aportar perspectivas innovadoras que aprovechen el espacio geográfico como medio integrador y los más modernos desarrollos computacionales para la construcción de conocimiento de frontera.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Formar recursos humanos en Ciencias de Información Geoespacial, capaces de realizar, a través de diversos enfoques, investigación básica y aplicada en los temas fundamentales de las CIG y en disciplinas afines, aplicando metodologías, herramientas y tecnologías de las CIG para investigar fenómenos y problemáticas derivadas de dinámicas territoriales, desde una perspectiva interdisciplinaria.

3.2 Objetivos específicos

1. Formar recursos humanos capaces de realizar investigación básica y aplicada en las Ciencias de Información Geoespacial;
2. Formar recursos humanos capaces de aplicar marcos teóricos y metodológicos interdisciplinarios para abordar problemáticas territoriales o espaciales.
3. Formar recursos humanos capaces de aplicar y/o desarrollar tecnologías que permitan hacer una interfaz entre las aplicaciones y los conceptos de CIG.

4 Perspectiva interdisciplinaria

El Posgrado Integrado en Ciencias de Información Geoespacial se basa en una perspectiva interdisciplinaria del conocimiento y de la construcción del mismo. Esta perspectiva articula las agendas de investigación del CentroGeo (Figura 1) en torno a un modelo educativo que permite, a través de los ejes conceptuales y las orientaciones terminales, admitir estudiantes con perfiles muy variados para favorecer la convergencia de diferentes disciplinas, y que al mismo tiempo brinda la oportunidad de profundizar y avanzar en el estado del arte en las agendas del Centro.

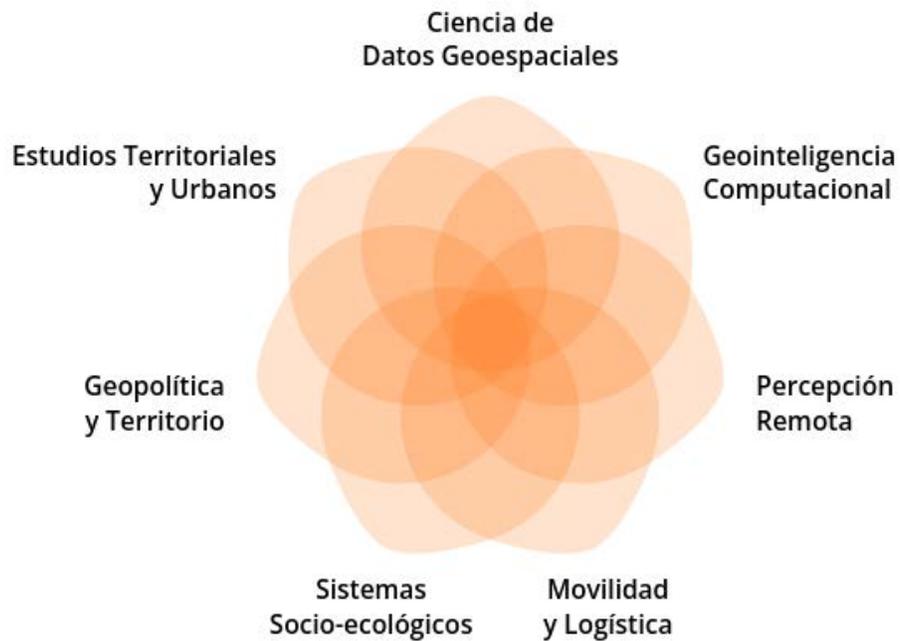


Figura 1. Agendas de Investigación del CentroGeo

Desde el Posgrado en Ciencias de Información Geoespacial, entendemos como interdisciplina al intercambio y cooperación entre disciplinas, teniendo como eje en este caso las CIG (Frodeman 2017). Partiendo de este punto de vista, en el posgrado se contemplan tres grados de interdisciplinariedad:

- grado de aplicación: métodos técnicos transferidos para encontrar soluciones;
- grado epistemológico: transferencia de razonamientos lógicos de una disciplina para reflexionar sobre otra;
- grado de concepción de nuevas disciplinas: transferencia, adopción e incorporación de métodos.

A través de la interdisciplina se busca articular explícitamente las agendas de investigación en la formación de los estudiantes de manera que sean capaces de plantear preguntas, problemáticas y soluciones donde converjan diferentes planos de reflexión, enfoques

metodológicos y tecnologías que respondan a la complejidad del territorio y el espacio. Para cumplir con este objetivo, el posgrado se organiza conceptualmente en torno a tres componentes complementarias:

- **Ciencias de Información Geoespacial.** Este componente es una evolución de las Ciencias de Información Geográfica que reconoce explícitamente que la forma de aproximarse teóricamente al entendimiento de los patrones, relaciones y procesos en el espacio, ya no proviene únicamente de la Geografía, sino que debe incorporar una diversidad de disciplinas como la economía, la política y el urbanismo, entre otras.
- **Tecnologías Geoespaciales.** Aquí se enmarcan todos los desarrollos tecnológicos que, aunque no hayan sido desarrollados con una visión geoespacial, puedan ser aprovechados para la construcción de soluciones novedosas en términos de la adquisición, procesamiento, análisis o representación de información geoespacial.
- **Marcos teóricos y metodológicos.** En este componente se ofrece a los estudiantes distintas orientaciones teórico-metodológicas para abordar y entender los diferentes problemas planteados desde la sociedad.

Además, para que los estudiantes alcancen la profundidad requerida en sus estudios y posicionen sus investigaciones en la frontera del conocimiento, el posgrado plantea tres orientaciones terminales (Figura 2): Geointeligencia Computacional, Estudios Territoriales y Observación de la Tierra.

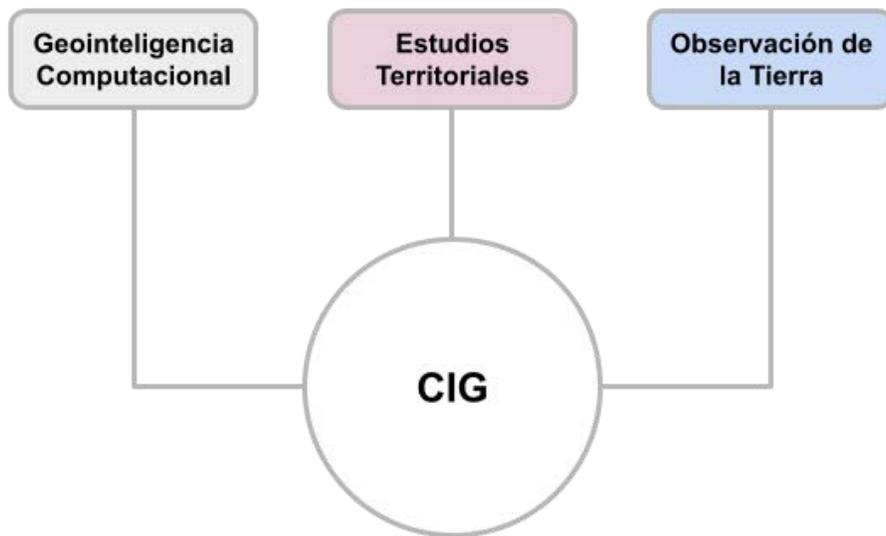


Figura 2. Orientaciones terminales

Conceptualmente, cada una de las orientaciones del posgrado está integrada por agendas que son el núcleo de cada orientación y agendas auxiliares o dominios de aplicación. En la Figura 3 se observa que, por ejemplo, las agendas núcleo para la orientación de Geointeligencia Computacional, son Geointeligencia Computacional y Ciencia de Datos Geográficos, estas dos representan la base teórica y metodológica de dicha orientación; mientras que las agendas de Movilidad y Logística, Percepción Remota, Sistemas Socioecológicos y Estudios Territoriales y Urbanos, proveen los diferentes dominios de aplicación del conocimiento producido desde las agendas del núcleo. De esta forma, las orientaciones del posgrado conservan la perspectiva interdisciplinaria, y reconocen que, además de contar con perfiles de ingreso diversos, para avanzar en el estado del arte de las CIG, es necesario crear condiciones que favorezcan la profundidad de los estudios. En resumen, dado el carácter interdisciplinario del posgrado, la organización en orientaciones sirve para poner énfasis en el núcleo del conocimiento adquirido y generado; sin embargo, idealmente todos los estudiantes deberán conocer al menos algún aspecto del resto de las agendas del Centro u orientaciones del posgrado, asegurando así la formación interdisciplinaria.

Con este fin, cada orientación contempla perfiles de ingreso y egreso diferenciados (estos perfiles se especifican en la Sección *Orientaciones Terminales*), de esta forma es posible construir un balance adecuado entre la amplitud de las investigaciones y la profundidad de

las mismas, garantizando que, dentro de cada orientación, los estudiantes tengan los conocimientos previos necesarios para llevar a cabo investigaciones relevantes y que estén ubicadas de forma clara en la frontera del conocimiento.

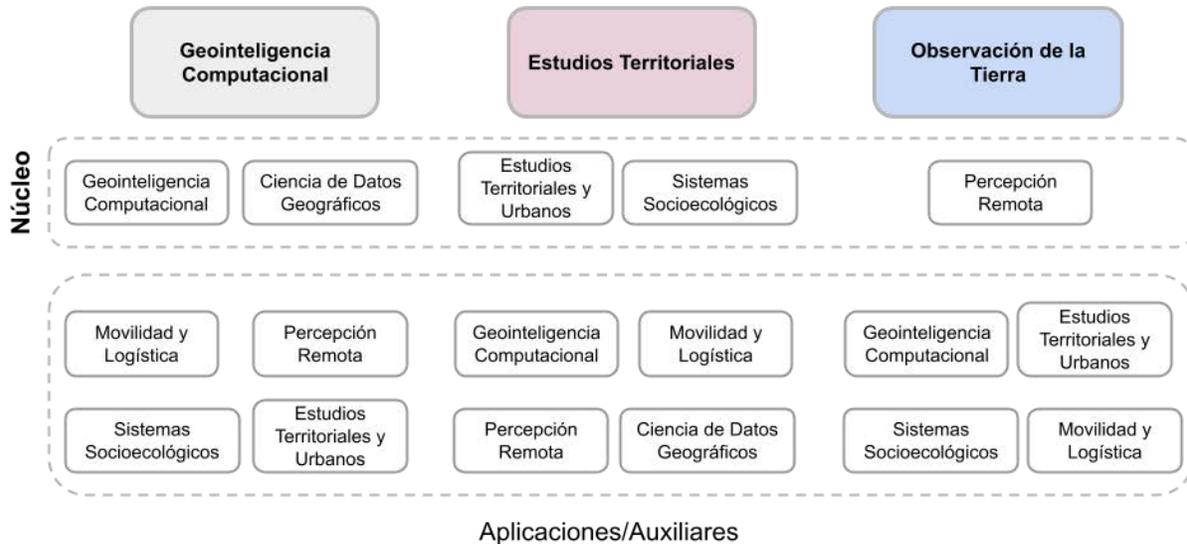


Figura 3. Relación entre las agendas de investigación y las orientaciones del posgrado. Cada orientación comprende un conjunto de agendas que conforman el núcleo de la orientación y se complementa con agendas que funcionan como auxiliares o presentan dominios de aplicación.

Para llevar a la práctica la propuesta interdisciplinaria del posgrado, la formación de los estudiantes plantea un Núcleo Básico y un Tronco Común de cursos afines a las orientaciones, que sienta la base transversal a los tres ejes fundamentales del posgrado (Figura 4), y un conjunto de cursos optativos, organizados en torno a los mismos ejes y orientaciones, que permiten a los estudiantes profundizar en los conocimientos necesarios para su investigación (los detalles están expuestos en la Sección *Estructura y Mapa Curricular*). En la Figura 5 se muestran diferentes trayectorias académicas (ejemplificados con puntos rojos) como función del peso que cada estudiante escoja a lo largo de cada uno de los ejes conceptuales del posgrado.

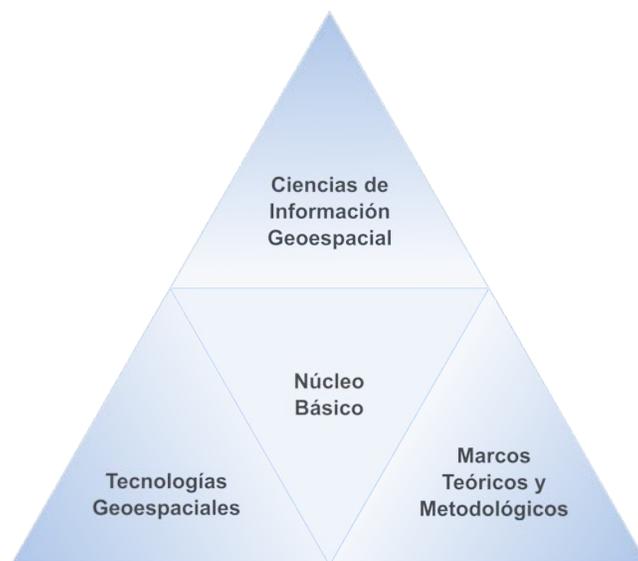


Figura 4. Articulación de los ejes del posgrado en torno al núcleo básico

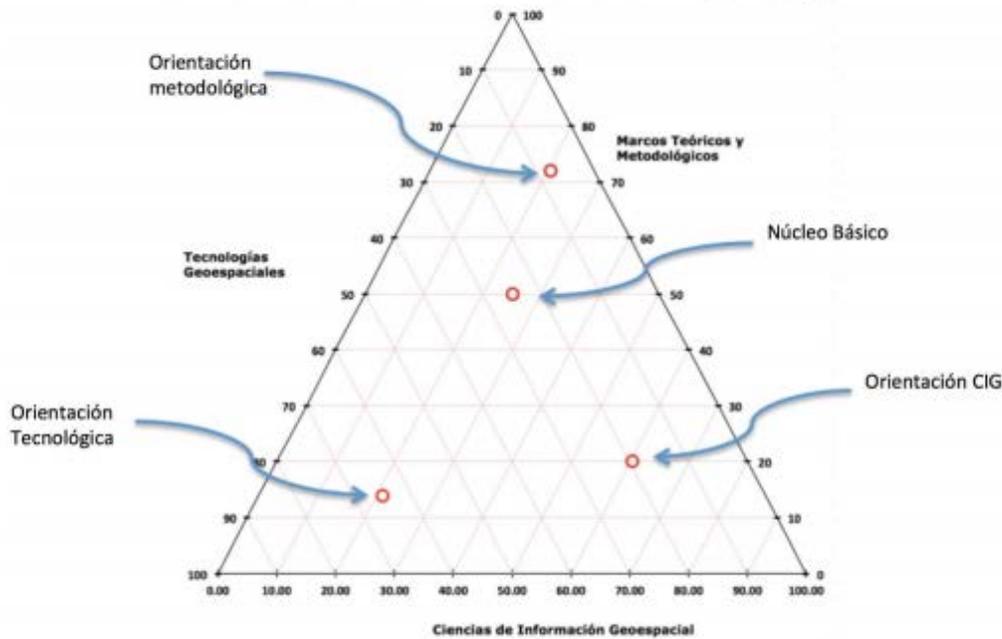


Figura 5. Ejemplos de diferentes trayectorias que pueden seguir los estudiantes del posgrado

De esta forma, la perspectiva interdisciplinaria del posgrado busca, por un lado, garantizar a través de los ejes conceptuales, el Núcleo Básico y Tronco Común de cursos, que todos los egresados del posgrado sean expuestos a los fundamentos de las CIG y dinámicas colaborativas con colegas de muy diversos antecedentes académicos, mientras que, por otro lado, a través de las orientaciones terminales, el posgrado busca que las investigaciones alcancen el nivel de profundidad necesario para avanzar en la frontera del conocimiento. En la siguiente sección se describen con mayor detalle cada una de estas orientaciones terminales y se especifican los perfiles de ingreso y egreso de cada una.

5 Orientaciones terminales

El Posgrado en Ciencias de Información Geoespacial ofrece a los estudiantes tres orientaciones terminales en función de su perfil de ingreso y de sus intereses de investigación. Estas orientaciones terminales responden a las agendas de investigación del Centro y buscan que nuestros egresados, además de contar con conocimientos generales en CIG, cuenten también con un nivel mayor de profundidad en alguna de ellas. Es importante mencionar que cada una de las orientaciones terminales responde a la misma organización conceptual del posgrado en general y conserva la perspectiva interdisciplinaria que se planteó anteriormente. A continuación se describen cada una de las orientaciones terminales.

5.1 Observación de la Tierra

5.1.1 Introducción

La Observación de la Tierra tiene como pilar la percepción remota (PR) o teledetección, ciencia cuyo marco analítico se asocia al registro de información de la superficie terrestre sin entrar en contacto material con ésta, a través de las regiones del visible, infrarrojo y microondas, por medio de instrumentos como escáneres y cámaras localizadas en plataformas móviles (avión o satélite) y el análisis de la información adquirida por medio de técnicas de fotointerpretación, interpretación de imágenes y procesamiento de las mismas (Jensen 2006). Las técnicas involucran una gran cantidad de ambientes: medición de campos de fuerza, radiación electromagnética, energía acústica utilizando cámaras, láser, receptores de radio, sistemas de radar, sonar, sensores térmicos, entre otros.

Diversos autores plantean una serie de aplicaciones de la PR, sin embargo son muy extensas, debido a esto, la Global Earth Observation System Of Systems (GEOSS), identifica una serie de áreas de beneficio social, reconocido claramente por la sociedad, que puede derivarse de un coordinado sistema de observación global (Liang, Li, y Wang 2012). Las áreas identificadas son Desastres, Salud, Energía, Clima, Agricultura, Ecosistemas, Biodiversidad y Agua. Una revisión reciente demuestra la utilidad de la observación de la tierra y las tecnologías geoespaciales para describir patrones y procesos espaciales teleacoplados (spillover systems) a través de flujos distantes de información, energía, personas, organismo,

bienes y materia para una diversidad de problemáticas asociadas a la sostenibilidad global, el fortalecimiento de la planificación del uso de suelo, la gobernanza en diferentes tipos de tenencia de la tierra y la formulación de acuerdos ambientales multilaterales (Liu et al. 2018).

Una vertiente en el cambio de paradigma dentro de la observación de la tierra, es el uso de análisis de series de tiempo con sensores remotos de múltiples resoluciones espaciales y temporales es cada vez más común, particularmente desde la llegada de los datos Landsat disponibles gratuitamente. El análisis de series de tiempo está proporcionando nueva información sobre el momento de los cambios del paisaje, además de mejorar la calidad y precisión de la información que se deriva de la PR. En particular, se están monitoreando cambios más sutiles en la salud y condición de los ecosistemas y relacionados con la dinámica del uso de la tierra (Woodcock et al. 2020). El resultado es un cambio de paradigma que se aleja de la detección de cambios, por lo general utilizando dos puntos en el tiempo, al monitoreo o un intento de rastrear el cambio continuamente en el tiempo. Esta tendencia tiene muchos beneficios, incluida la transición a un monitoreo casi en tiempo real. Las tendencias futuras anticipadas incluyen un mayor uso de múltiples sensores en las actividades de monitoreo, un mayor enfoque en la precisión temporal de los resultados, aplicaciones en áreas más grandes y uso operativo del análisis de series de tiempo (Dong et al. 2019).

5.1.2 Justificación

El crecimiento exponencial de las actividades humanas ha propiciado una desestabilización en procesos biofísicos críticos para la sostenibilidad de la vida. Lo anterior provoca una serie de cambios ambientales irreversibles que impactan en el bienestar humano. Esto ha detonado una discusión global en torno a la necesidad de generar información clave para la comprensión de la dinámica de procesos biofísicos (terrestres, marítimos y atmosféricos) y territoriales (Rounsevell et al. 2021).

El avance de tecnologías para la recolección y análisis de datos de la atmósfera y la superficie de la tierra ha tenido un importante crecimiento en las últimas décadas permitiendo el acceso a una gran cantidad de información y facilitando en gran medida las evaluaciones a diferentes escalas en cuanto a lo que se refiere el medio ambiente (clima, biodiversidad, productividad, usos de suelo, entre otros). Por lo que la observación de la tierra y las tecnologías geoespaciales surgen como un marco de trabajo clave para el monitoreo y evaluación de las

dinámicas socioecológicas en múltiples escalas espacio-temporales. Si bien, tradicionalmente se han empleado para documentar los cambios en las coberturas terrestres y procesos biofísicos, están surgiendo nuevas áreas de aplicación para entender la tierra mediante la integración de múltiples fuentes de información, como es el caso de datos de ciencias sociales (cartografía participativa), tecnologías móviles (apps de celulares) y redes sociales (Twitter), así como el impacto de un mayor acceso a series de tiempo y nuevos paradigmas de aplicación, como es la investigación transformativa como medio de soporte de incidencia (Dong et al. 2019).

La orientación de Observación de la Tierra tiene un papel relevante al abordar problemas asociados prioridades nacionales, con ejecución local hasta regional, así mismo es previsible un incremento en la demanda de recursos humanos con una formación sólida en modelación de información de la superficie terrestre. Por otro lado, esta orientación pretende la formación de capital humano altamente capacitado que pueda contribuir al desarrollo y aplicación de la percepción remota, así como tener una influencia en el estado del arte de investigaciones latinoamericanas y de otras regiones del mundo.

5.1.3 Objetivo general

Formar recursos humanos en Observación por la Tierra, con conocimientos y habilidades prácticas específicas sobre el desarrollo de proyectos para el monitoreo integral de procesos socioambientales; a través del refuerzo de habilidades para el diseño o manejo de información proveniente, tanto de sensores a bordo de plataformas terrestres, aéreas, y espaciales, como de actores locales o sujetos sociales; y mediante la aportación de información sobre las tendencias tecnológicas y metodológicas sobre la observación de los procesos terrestres.

5.1.4 Objetivos específicos

- Formar recursos humanos capaces de realizar investigación básica en Observación de la Tierra;
- Formar recursos humanos capaces de aplicar marcos analíticos y metodológicos interdisciplinarios y transdisciplinarios para abordar problemáticas relacionadas con las dinámicas socioecológicas.

- Formar recursos humanos capaces de analizar información proveniente de diversas plataformas que permitan hacer una interfaz entre las aplicaciones y los marcos analíticos de observación de la tierra.

5.2 Geointeligencia Computacional

5.2.1 Introducción

La inteligencia artificial (IA) es un área de conocimiento de las ciencias computacionales que ha ido tomando relevancia en diferentes campos, siendo uno de ellos las ciencias de información geoespacial. Debido a su utilización en el soporte para la solución de problemas de diversos tipos como los de clasificación, predicción, estimación, reconocimiento de patrones, o toma de decisiones, entre otros. Dada la cantidad, complejidad y naturaleza diversa de la información geoespacial actualmente disponible, las técnicas de inteligencia artificial se han vuelto indispensables para su procesamiento, análisis y entendimiento.

La Geointeligencia es el campo de conocimiento que se encarga de obtener, procesar y presentar información en un contexto espacio-temporal para describir, explicar y predecir escenarios de interés con el fin de promover que los procesos de toma de decisión estén sustentados en el método científico. Adicionalmente, y debido a la gran cantidad de información disponible, se ha hecho indispensable utilizar herramientas de las Ciencias Computacionales (CC), particularmente el área de IA, estadística y matemáticas, dando lugar a la Geointeligencia Computacional (GC), la cual busca ampliar y fortalecer las capacidades de adquisición, análisis y visualización de datos geoespaciales para incorporarlos en procesos de descubrimiento de conocimiento.

Entre sus procesos fundamentales figuran la extracción, transmisión, almacenamiento, análisis y visualización de dichos datos para generar información y conocimiento que apoyen los procesos de toma de decisiones o al entendimiento de diversos fenómenos.

El proceso de extracción engloba todas aquellas técnicas relacionadas con la búsqueda de datos (estructurados y no-estructurados), documentos electrónicos, colecciones documentales, metadatos, etc. y tiene por objetivo realizar la recuperación en formatos diversos como textos, imágenes, sonido o datos de otras características, de manera pertinente y relevante. La transmisión contempla los diferentes canales de comunicación tanto

alámbricos como inalámbricos incluyendo el uso de antenas de radiofrecuencia y enlaces satelitales, que garanticen que los datos viajen de manera segura y rápida de un punto a otro en una red. El almacenamiento de la información incluye todas aquellas tecnologías que permitan el manejo y la persistencia de grandes cantidades de datos, así como la distribución de los mismos (escalabilidad). El análisis de la información se refiere a la generación de conocimiento a partir de los datos empleados. En décadas recientes, constituye el hito más importante de la IA, ya que se ha comprobado que estos algoritmos han permitido transitar del volumen de datos hacia la inferencia. Algunas de las disciplinas más influyentes en procesos de análisis de la información son: procesamiento de lenguaje natural, visión artificial, redes neuronales, aprendizaje computacional, reconocimiento de patrones, sistemas expertos, sistemas de soporte a la decisión, por mencionar solo algunos. La visualización de información involucra el desarrollo de aplicaciones para mostrar, de forma adecuada, información que contenga los resultados del análisis de la misma en diferentes formatos y que ayude a la toma de decisiones. De tal manera que la visualización científica de datos puede ser en forma de gráfica, imágenes o mapas que representen la realidad y muestre su comportamiento, muchas veces en tiempo real.

Es importante señalar que los resultados académicos de esta orientación pueden incidir en uno o más de los procesos anteriormente mencionados. Es decir, en esta orientación, los problemas de interés pueden abordarse desde la adquisición, procesamiento, análisis, representación y visualización de datos geoespaciales, imágenes, datos adquiridos por sensores remotos, entre otros; así como los algoritmos y métodos matemáticos y computacionales aplicables a la solución de estos problemas. Por mencionar algunas áreas involucradas están el aprendizaje computacional, la visión artificial, el control inteligente y automático, la ciencia de datos.

5.2.2 Justificación

La diversificación de fuentes de información tales como sensores, aplicaciones móviles, redes sociales, satélites y drones, ha generado una tendencia en cuanto al aumento en la cantidad de datos accesibles a nivel mundial, la cual se estima que alcanzará los 44 zettabytes (1021 bytes) para finales de la segunda década del siglo XXI (Simon 1996). Según lo reportado en (Suda 2018), dicho crecimiento está revolucionando el mercado laboral, ampliando la

necesidad de expertos en computación y análisis de datos. Aunado a ello, muchos especialistas coinciden en que la visión estratégica en cuanto al futuro de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) está directamente vinculado al análisis automático de grandes volúmenes de datos (conocido como Big Data) en donde la componente geográfica actúe como un eje fundamental (Pike y Crooks 2018). El término “Inteligencia Geoespacial” fue acuñado en el año 2003, en la coyuntura de seguridad nacional por el congreso de los Estados Unidos a través de la Agencia de Inteligencia Geoespacial y la definió como “La explotación y análisis de imágenes e información geoespacial para describir, evaluar y visualizar características físicas y actividades referenciadas geográficamente en la tierra” (Alderton 2014).

Para el posgrado en CIG, la orientación de Geointeligencia Computacional resulta vital para el entendimiento de fenómenos complejos, pues contempla tanto el contexto como la visualización de datos geoespaciales, facilitando el descubrimiento de conocimiento y su aplicación en procesos de toma de decisiones, convirtiendo así conceptualmente dicho conocimiento en inteligencia y, al considerar el componente geográfico como un eje fundamental, en Geointeligencia. Es tan vasto el campo de acción de la GC, que incluye aplicaciones prácticas que van desde epidemiología (Cerde L y Valdivia C 2007), y seguridad nacional (Beck 2003), hasta las más innovadoras como el análisis de redes sociales (Tellez et al. 2017) o aplicaciones de Inteligencia Artificial (Conklin 2018).

Esta orientación impactará en la formación de talento humano con capacidades de investigación y desarrollo tecnológico en ciencias de información geoespacial e inteligencia artificial, con un enfoque interdisciplinario para abordar problemas nacionales prioritarios.

5.2.3 Objetivo general

Formar capital humano de alto nivel en el área de Geointeligencia Computacional con la capacidad de llevar a cabo tareas de investigación básica y aplicada basadas en la aplicación o generación de algoritmos, técnicas o metodologías de las Ciencias Computacionales e ingeniería enfocados a la extracción de conocimiento a partir de datos geoespaciales, su interpretación y su aplicación en procesos de toma de decisiones, potenciando la investigación interdisciplinaria en los estudiantes.interfase

5.2.4 Objetivos específicos

- Formar maestros con habilidades multidisciplinarias capaces de abordar y proponer soluciones a problemas complejos mediante el uso del método científico y la aplicación de conocimiento a las diversas líneas de investigación de la orientación.
- Formar maestros capaces de identificar y afrontar problemas de la sociedad considerando el componente territorial como eje fundamental en los procesos de toma de decisiones que conlleven al planteamiento de soluciones que minimicen impactos y maximicen beneficios.
- Formar maestros capaces de generar o aplicar conocimiento matemático y estadístico para la construcción de modelos o heurísticas que permitan la aproximación de soluciones computacionales a problemas de la sociedad.
- Formar maestros con habilidades en Ciencias Computacionales e IA para la aplicación o creación de nuevos algoritmos, técnicas o metodologías que resulten en herramientas de soporte para la toma de decisiones.
- Fomentar el desarrollo académico y profesional de las investigadoras e investigadores del Centro, mediante la dirección de tesis de posgrado, publicación de material científico en colaboración con alumnos y otros investigadores/as, principalmente.
- Proponer diversas alternativas de localización de la oferta educativa del Centro, ya que este posgrado se impartirá en tres sedes a nivel nacional, propiciando así una mayor descentralización de los posgrados en México.

5.3 Estudios Territoriales

5.3.1 Introducción

Muchos de los principales problemas que enfrenta actualmente nuestra sociedad se pueden abordar desde la relación entre el ser humano y su entorno o, de forma general, desde la relación entre un fenómeno específico y el contexto geográfico en el que sucede. Problemas como el cambio climático, la inseguridad o los riesgos asociados con pandemias como el COVID-19, pueden ser aproximados mediante un enfoque geográfico para articular conocimientos generados desde diferentes disciplinas.

El espacio y el territorio permiten estudiar este tipo de problemas desde una perspectiva sistémica; es decir, considerando las diferentes interacciones entre sociedad y entorno, a múltiples escalas y temporalidades, y sumando diferentes metodologías. El entendimiento espacial y territorial de estas problemáticas, ya sea como medio natural o campo de acción de lo económico y lo político, permite una mejor aproximación a su naturaleza y permite formular propuestas de solución integrales que eventualmente respondan a las necesidades de la sociedad bajo una perspectiva de sostenibilidad y justicia social.

En la orientación de Estudios Territoriales, no sólo se integran diferentes disciplinas sino que se busca activamente que la sociedad y sus diferentes actores estén incluidos en el proceso de investigación, ya sea como colaboradores, participantes, beneficiarios o usuarios, lo que permite plantear soluciones innovadoras y creativas guiadas por sus necesidades y retroalimentación.

La integración de conocimientos propuesta por esta orientación parte de las Ciencias de Información Geoespacial que articulan, a través del espacio geográfico y la tecnología, el conocimiento sobre problemas específicos y desarrollan aproximaciones interdisciplinarias novedosas no sólo en términos técnicos sino también teóricos. En este sentido, la orientación de Estudios Territoriales se localiza en la interfaz entre los dominios de aplicación y la investigación básica, planteando problemas de investigación desde las aplicaciones y desarrollando aproximaciones innovadoras desde las CIG.

5.3.2 Justificación

El territorio es la categoría fundamental de diversas corrientes del pensamiento geográfico. En las últimas décadas, este concepto ha permeado hacia otras áreas de las ciencias sociales que buscan explicar la complejidad de los diversos fenómenos ocurridos en el espacio. Esto ha generado la necesidad de crear opciones académicas donde se concentren estos enfoques teóricos y metodológicos y puedan ser analizados y procesados mediante herramientas geoespaciales.

En este sentido, la orientación de Estudios Territoriales se enfoca en la comprensión de los procesos sociales desde las CIG, con una perspectiva interdisciplinaria y con un enfoque territorial, es decir, bajo la concepción de que el territorio se configura a partir de las relaciones entre los seres humanos y las que existen entre estos y el resto de los componentes biofísicos del planeta (Morales y Jiménez, 2018).

En esta orientación se abordan métodos para la investigación que enfatizan la relación entre sociedad y naturaleza desde un abordaje de CIG. El énfasis de la orientación de Estudios Territoriales está en la comprensión de los fenómenos sociales que aborda, no en el desarrollo tecnológico. Sin embargo, al estar inscrita dentro de las CIG, se espera que los estudiantes puedan plantear soluciones a partir del uso de técnicas y tecnologías avanzadas para recopilar, generar modelos, analizar y visualizar la información geoespacial concerniente al fenómeno de estudio.

5.3.3 Objetivo general

Formar estudiantes capaces de abordar problemáticas territoriales complejas y socialmente relevantes a partir de las tecnologías geoespaciales y el estudio del espacio geográfico como elementos articuladores de diferentes perspectivas en el proceso de investigación interdisciplinaria.

5.3.4 Objetivos específicos

1. Formar recursos humanos capaces de aplicar marcos teóricos y metodológicos interdisciplinarios para abordar problemáticas territoriales o espaciales desde las Ciencias de la Información Geoespacial.
2. Formar recursos humanos capaces de aplicar y/o desarrollar tecnologías que permitan hacer una interfaz entre las aplicaciones, los conceptos de CIG y las dinámicas territoriales socialmente relevantes.

6 Perfil de ingreso

El carácter interdisciplinario de las CIG permite la convergencia de múltiples perfiles académicos; sin embargo, como se mencionó anteriormente, para que las investigaciones que los estudiantes realicen se ubiquen en la frontera del conocimiento, también es necesario que los estudiantes cuenten con marcos analíticos y habilidades específicas que les permitan profundizar en las diferentes áreas de conocimiento del posgrado.

Considerando que las CIG vinculan no sólo diferentes disciplinas científicas sino también a diferentes actores sociales, existe también un carácter transdisciplinario en el posgrado en el que los estudiantes podrán contribuir al entendimiento y/o resolución de algunos de los mayores desafíos contemporáneos de nuestra sociedad a partir de la integración de distintos marcos disciplinarios y epistémicos que consideren diferentes corpus de conocimientos y saberes especiales.

En términos generales, el posgrado busca estudiantes que cumplan con las siguientes características:

- Disposición para trabajar en equipos interdisciplinarios.
- Claridad en sus conocimientos, ideas, objetivos y en los factores que lo motivan a ingresar al posgrado en Ciencias de Información Geoespacial.
- Disponibilidad de tiempo completo.
- Capacidad de emprender y desarrollar trabajos de investigación.

Adicionalmente a estas características generales, cada orientación cuenta con un perfil específico en términos de los antecedentes académicos de los estudiantes.

6.0.1 Perfil de ingreso para la orientación en Geointeligencia Computacional

Los aspirantes a ingresar al programa deberán ser egresados de carreras como Ingeniería electrónica, mecatrónica, Computación, Matemáticas, Informática, Estadística, Actuaría, Física o campos de conocimiento afines, tener conocimientos previos de programación de computadoras.

6.0.2 Perfil de ingreso para la orientación en Observación de la Tierra

Formación profesional en los campos de Física, Matemáticas, Ingenierías, Geografía, Biología, Ciencias de la tierra, Ciencias de la computación y disciplinas afines. Estudiantes provenientes de otras disciplinas también podrán ser considerados a juicio del Comité de Posgrado.

6.0.3 Perfil de ingreso para la orientación en Estudios Territoriales

En esta orientación se buscan estudiantes egresados de carreras relacionadas con las ciencias naturales, las ciencias de la tierra y la agronomía, así como con las ciencias sociales tales como antropología, sociología, geografía humana y el desarrollo rural. Estudiantes interesados en utilizar o partir desde perspectivas de pluralismo epistémico y metodológico que consideren las subjetividades, percepciones y conocimientos locales.

7 Requisitos de ingreso

En adición al perfil de ingreso, los aspirantes deberán cumplir con los siguientes requisitos, estipulados en el Reglamento de Posgrado:

7.1 Requisitos generales

Los siguientes requisitos aplican para los aspirantes a los dos niveles del posgrado: Maestría y Doctorado.

- 1.** Cumplir con el promedio general mínimo en el grado inmediato anterior de 8.0 / 10 o su equivalente;
- 2.** Presentar el examen de auscultación, los resultados del mismo son insumo en la evaluación que realiza el Subcomité de Admisión;
- 3.** Presentar dos cartas de recomendación de personal académico y/o profesional, en las que se manifieste la capacidad del solicitante para desarrollar estudios de posgrado. Las cartas deben ser emitidas con fecha comprendida en los seis meses anteriores a la solicitud de admisión;

4. Presentar una carta donde exponga los motivos por los que desea ingresar al Posgrado en Ciencias de Información Geoespacial, las expectativas que en este sentido tiene y la forma en que intenta incorporar esta experiencia en su proyecto de vida profesional;
5. Presentar currículum vitae en extenso;
6. Firmar la carta compromiso de dedicación de tiempo completo;
7. Someterse al proceso de admisión designado por el Comité de Posgrado;
8. Los aspirantes a ingresar directamente al Doctorado, deberán contar con grado de Maestría en una de las áreas afines a la opción terminal que buscan; y
9. En caso de ser extranjero, y una vez aceptado en el programa, deberá contar con la autorización migratoria correspondiente para proceder a su inscripción.

7.2 Requisitos específicos para la Maestría

1. Presentar el título de licenciatura o en su caso, la documentación que acredite haber concluido los créditos o las materias de la licenciatura y la evidencia de estar en proceso de obtener el título.
2. Presentar una propuesta de investigación. El alumno no estará obligado a desarrollar esta propuesta como trabajo de tesis, se trata de un insumo para evaluar la capacidad del estudiante para realizar un formulación del problema, la pertinencia y consistencia del acercamiento metodológico al problema a investigar, la actualidad de la bibliografía propuesta en el protocolo y la coincidencia del tema de investigación con las líneas o agendas de investigación del CentroGeo.
3. Acreditar el dominio del idioma inglés con por lo menos 425 puntos en el TOEFL o su equivalente (la antigüedad del comprobante no debe ser mayor a dos años).

7.3 Requisitos específicos para el Doctorado

Los requisitos que se muestran a continuación aplican para aquellos estudiantes que deseen ingresar de forma directa al Doctorado contando con grado de Maestría diferente al de este programa. Aquellos estudiantes que deseen hacer el doctorado contando únicamente con

licenciatura, deberán someterse a los requisitos de admisión de la Maestría y después solicitar su pase al Doctorado en los términos establecidos en la Sección *Articulación Maestría-Doctorado* del presente Plan de Estudios.

1. Acreditar el grado de Maestría en una de las disciplinas afines a la orientación que se busca.
2. Presentar una propuesta de investigación que, de acuerdo con el subcomité de admisión, contenga los méritos académicos necesarios para ser base de un proyecto de doctorado. En la evaluación de esta propuesta de investigación se dará mayor peso a la existencia de una pregunta clara y el enfoque para responderla, así como a la originalidad y trascendencia de la propuesta con énfasis en la contribución a la literatura existente y al marco de conocimiento de las CIG.
3. Contar con el aval de un investigador(a) del CentroGeo, con nivel de doctorado, para fungir como su Director(a) de Tesis.
4. Acreditar el dominio del idioma inglés con por lo menos 500 puntos en el TOEFL o su equivalente (la antigüedad del comprobante no debe ser mayor a dos años).
5. Se dará preferencia a los aspirantes que cuenten con alguna publicación académica arbitrada (artículo científico, capítulo de libro o memorias de congreso).

7.4 Características de la propuesta de investigación

La estructura de la propuesta de investigación estará conformada por dos grandes secciones:

- a) Introducción integrada por los antecedentes, justificación y planteamiento del problema, y
- b) Diseño de la investigación conformada por los objetivos, hipótesis o sistemas de preguntas que orientan la investigación, marco teórico, metodología, propuesta de estructura capitular y referencias. La extensión máxima de la propuesta de investigación será de 15 cuartillas, con letra Arial No. 11, con interlineado sencillo. Tanto las citas como la bibliografía seguirán el formato Harvard, con tabulación francesa e interlineado simple.

8 Perfil de egreso

Al concluir sus estudios de Maestría o Doctorado, el egresado habrá adquirido las bases teóricas, conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes, necesarias para desempeñarse profesionalmente y/o dedicarse a la investigación en el campo de las Ciencias de Información Geoespacial, independientemente de la orientación terminal que haya seleccionado. Los egresados del Doctorado, además, habrán demostrado la capacidad para contribuir al estado del arte de la disciplina.

8.1 Competencias

La siguiente lista enumera las competencias de los egresados del presente Programa de Posgrado. Las competencias se entienden como la combinación de conocimientos y habilidades con las características personales y habilidades socioemocionales que facilitan la interacción en grupos de trabajo. Estas competencias son resultado del trabajo académico interdisciplinario y, por lo tanto, son transversales a las Orientaciones Terminales.

- Identificar problemáticas con expresión territorial, abordarlas desde un enfoque interdisciplinario y seleccionar el marco teórico y metodológico adecuado para, desde una perspectiva de Ciencias de Información Geoespacial, proponer las soluciones tecnológicas pertinentes.
- Gestionar conocimiento experto e integrar el trabajo de especialistas de diferentes áreas en un marco interdisciplinario.
- Adquirir nuevo conocimiento de forma autodidacta para mantenerse actualizado y en la frontera del conocimiento dentro de su campo de especialidad.
- Fungir como líder o responsable de proyectos multidisciplinarios en donde la gestión e integración de información y la coordinación de tareas grupales sea de vital importancia para la suma de esfuerzos.

8.2 Capacidades

Las capacidades constituyen los recursos con los que cuentan los egresados para desarrollarse de forma competente en sus actividades profesionales. Podemos entender a las capacidades como la convergencia de conocimientos, habilidades y actitudes que utilizan los egresados para enfrentar problemáticas dentro de su ámbito de desarrollo.

8.2.1 Conocimientos

Los conocimientos se refieren a las teorías, conceptos y procedimientos acumulados a lo largo del desarrollo de una disciplina, en este caso, las Ciencias de Información Geoespacial. La estructura del posgrado aporta a los egresados dos conjuntos de conocimientos: los generales, ofrecidos en el tronco común y los específicos de cada Orientación Terminal. Estos dos conjuntos se complementan para formar egresados con bases sólidas en Ciencias de Información Geoespacial y la profundidad necesaria, a través de cada orientación, para desarrollar investigaciones en la frontera del conocimiento. En términos de los conocimientos generales, todos los egresados cuentan con los siguientes conocimientos:

- De los marcos teóricos y metodológicos de las Ciencias de Información Geoespacial, así como del manejo avanzado de sus principales tecnologías.
- De los elementos fundamentales que constituyen una posición teórica y de la relación entre esta y los alcances y limitaciones de un proceso de investigación.
- De diferentes aproximaciones teóricas y metodológicas para el estudio de problemas con expresión territorial.
- De marcos conceptuales para la integración de conocimiento experto en grupos de trabajo interdisciplinarios.

Además de los conocimientos generales anteriormente señalados, los egresados de cada orientación tendrán, al concluir sus estudios, los siguientes conocimientos.

8.2.1.2 Orientación en Geointeligencia Computacional

- Teorías y metodologías relacionadas con las líneas de investigación de Geointeligencia Computacional.

- Teoría de Aprendizaje Automático e Inteligencia Artificial
- Teorías y metodologías de Ciencias de la Computación aplicadas a la extracción, análisis y representación de información geoespacial.

8.2.1.3 Orientación en Estudios Territoriales

- Identificar y abordar problemas territoriales complejos desde un enfoque interdisciplinario, que proponga soluciones estructuradas en las Ciencias de Información Geoespacial.
- Marcos Conceptuales que permitan la integración de conocimientos enfocados al territorio.
- Técnicas analíticas y marcos teóricos para el análisis territorial.

8.2.1.4 Orientación en Observación de la Tierra

- Marcos teóricos y metodológicos para la extracción y análisis de información proveniente de fuentes remotas.
- Desarrollo de modelos de procesos terrestres.

8.2.2 Habilidades

Las habilidades se refieren a la pericia o al talento que tienen los egresados para realizar tareas específicas. Complementan los conocimientos adquiridos a través del manejo competente de técnicas y metodologías que les permiten enfrentar diferentes situaciones y abordar problemáticas en su desarrollo profesional. Una vez más, la estructura del Programa permite dotar a los egresados de dos conjuntos complementarios de habilidades: las generales, comunes a todas las Orientaciones Terminales; y las específicas de cada orientación. Al terminar sus estudios, los egresados contarán con las siguientes habilidades generales:

- Gestión de información geoespacial: adquisición, procesamiento análisis y representación.
- Manejo de tecnologías y Sistemas de Información Geográfica.
- Formación de recursos humanos en los niveles de licenciatura, especialidad, maestría y diplomados.
- Comunicación efectiva: escrita, gráfica y oral.

Adicionalmente a estas habilidades comunes a las orientaciones, en cada orientación se formará a los egresados para adquirir las siguientes habilidades complementarias de acuerdo a su formación.

8.2.2.2 Orientación en Geointeligencia Computacional

- Proficiencia en la programación de modelos de Aprendizaje Computacional.
- Capacidad matemática para entender diferentes desarrollos en las áreas de Inteligencia Artificial y Aprendizaje Computacional.
- Visualización de información geoespacial orientada a la toma de decisiones.
- Diseño e implementación de modelos computacionales basados en técnicas de Inteligencia Artificial para la descripción de fenómenos con descriptores espacio-temporales.

8.2.2.3 Orientación en Estudios Territoriales

- Metodologías de análisis cualitativo para el estudio de problemas territoriales.
- Técnicas de análisis estadístico espacial para el análisis de diferentes tipos de datos geoespaciales.
- Implementación de metodologías mixtas que pueden incluir trabajo de campo y gabinete.

8.2.2.4 Orientación en Observación de la Tierra

- Familiaridad con diferentes recursos de Percepción Remota (PR).
- Implementación en diferentes entornos computacionales de modelos para extracción de información a partir de recursos de PR.

- Técnicas de análisis de cambio.
- Modelaje de procesos terrestres.

8.3 Actitudes

Las actitudes se refieren a la disposición o tendencia para actuar frente a situaciones específicas. Representan las formas habituales de pensar, sentir y comportarse de acuerdo a un sistema de valores configurado, en este caso, a lo largo de la formación en el Programa. Las actitudes de nuestros egresados se forman a través de la ética de trabajo y, principalmente a través de la perspectiva interdisciplinaria de la formación.

- Realizar investigación desde una perspectiva de compromiso social.
- Capacidad de liderar grupos de trabajo.
- Capacidad de trabajar en equipo.
- Compromiso con un cambio sustentable, incluyente, democrático, plural y equilibrado.

Además de lo mencionado anteriormente, los egresados del Doctorado tendrán la capacidad de conducir investigaciones y desarrollar conocimiento situado en el estado del arte de cada una de las Orientaciones Terminales. Todos los egresados contarán con la experiencia de preparar y someter a la revisión por pares los resultados de sus investigaciones, además tendrán, a través de seminarios y congresos, la experiencia de comunicar oralmente sus trabajos.

9 Régimen de trabajo académico

El régimen de trabajo académico del posgrado se basa en un sistema tutorial que tiene como fin la conducción académica para la formación de los alumnos de manera personalizada. El órgano principal de este sistema es el Comité de Posgrado, que es responsable de designar a los Directores de Tesis, los que a su vez se encargan de que:

- El plan individual de actividades académicas del alumno se diseñe y realice en el tiempo previsto por el Programa.
- El alumno(a) sea guiado en la realización de ese plan, y que sus avances, logros y desempeño sean evaluados periódicamente.
- Se le oriente y asesore en el planteamiento y desarrollo del proyecto de investigación para la obtención del grado.

En el caso de los alumnos que ingresen al Doctorado, el acompañamiento se complementará con el nombramiento de un Comité Supervisor que soportará el trabajo del Director(a) de Tesis.

El Director(a) de Tesis es designado por el Comité de Posgrado, tomando en cuenta la anuencia del investigador y observando los requisitos establecidos en el Artículo 42 del Reglamento de Posgrado, a saber:

1. Que ambas partes, investigador y alumno, estén de acuerdo;
2. Ser designado como tal por el Comité;
3. Ser investigador de tiempo completo adscrito al Centro, tener una cátedra de CONACYT asignada al Centro, o tener una adscripción diferente en el Centro, siempre y cuando se demuestre adecuada producción académica;
4. Contar con grado igual o superior al que se dirige, y;
5. Tener una producción académica o profesional reciente, demostrada por obra publicada de alta calidad, por obra académica o profesional reconocida, o por resultados que demuestren experiencia profesional de carácter innovador, y que dicha producción académica corresponda a los temas de investigación propuestos por los aspirantes respaldados.

El Director(a) de Tesis es también la persona directamente responsable de la supervisión académica del estudiante, por lo que debe mantener un intercambio permanente con el mismo. Sus obligaciones y atribuciones se sujetan a lo establecido en el Artículo 43 del Reglamento de Posgrado.

En caso de que el trabajo de investigación del estudiante lo requiera, el Comité de Posgrado podrá designar, a solicitud expresa del Director(a) de Tesis, un Codirector de Tesis que puede estar adscrito a una institución externa, debiendo cumplir con los mismos requisitos académicos que el Director(a).

El Director(a) de Tesis deberá sostener reuniones periódicas con el alumno (a), en la cual revisarán los avances presentados por el estudiante y harán las recomendaciones que consideren pertinentes para continuar desarrollando el trabajo de investigación. De manera cuatrimestral el alumno entregará a la Coordinación de Posgrado un informe escrito sobre sus avances, avalado por su Director y conforme a lo establecido en el Artículo 58 del Reglamento de Posgrado. En el caso de los alumnos de Doctorado, este aval deberá acompañarse de la retroalimentación otorgada por el Comité Supervisor.

Un alumno y/o su Director de Tesis puede(n) solicitar al Comité de Posgrado el cambio de Director de Tesis, conforme a lo estipulado en el Reglamento de Posgrado, Artículo 44.

10 Estructura y mapa curricular

Esta sección cubre la estructura tanto para el programa de Maestría como para el de Doctorado. En términos generales, el programa integrado contempla la formación de los estudiantes a través de las materias del programa de maestría y complementa la formación de los estudiantes de doctorado a través de los seminarios de investigación y el trabajo de tesis, que difiere en cuanto a sus alcances y profundidad de una tesis de maestría.

El Plan de Estudios del Posgrado Integrado en Ciencias de Información Geoespacial contempla tres componentes: el Núcleo Básico, que comprende la formación fundamental para todos los estudiantes, este núcleo básico abarca materias del tronco común a todas las orientaciones terminales y materias específicas por orientación; las materias optativas, que permiten a cada estudiante enfocarse en sus propios temas de investigación, estas podrán ser exclusivas para cada orientación y además habrá materias transversales a las orientaciones; y el trabajo de tesis, estructurado en torno a seminarios de investigación y de tesis.

Para cumplir con los requisitos de graduación, todos los estudiantes deberán cumplir con los créditos requeridos en cada uno de los tres componentes.

- Todos los alumnos deberán cursar y acreditar el Núcleo Básico y cubrir los créditos optativos correspondientes a su Orientación.
- Cubrir, al menos, 22.5 créditos de materias optativas. Todos los estudiantes deberán cursar al menos una optativa transversal a las orientaciones, el resto de los créditos podrá ser cubierto por materias de su orientación terminal. En caso de que alguna(s) materia(s) sea cursada en una institución distinta, el tutor del alumno en conjunto con el Coordinador Académico del programa y con la autorización del Comité de Posgrado, decidirán la equivalencia en créditos para su revalidación.
- Cubrir los periodos de Seminario de Investigación (4 en el caso de Maestría y 10 para el Doctorado).
- Cubrir los periodos de Seminario de Tesis (4 en el caso de Maestría y 10 para el Doctorado).
- Presentar y defender una Tesis, las características de este trabajo se especifican en la Sección *Características de la Tesis de Grado*.

En el caso de los estudiantes de Doctorado que ingresen con grado de Maestría de otro programa, deberán cubrir al menos una tercera parte de los créditos por cursos (ver Tabla 1) y el total de los créditos por seminarios.

ORIENTACIÓN	TOTAL DE CRÉDITOS	MÍNIMO PARA DOCTORADO
Estudios Territoriales	29.96	9.98
Geointeligencia Computacional	30.9	10.3
Observación de la Tierra	30.9	10.3

Tabla 1. Número de Crédito totales por Orientación

10.1 Mapa curricular

La Figura 6 muestra un panorama general del mapa curricular. Los dos primeros períodos cuatrimestrales constituyen el Núcleo Básico de la formación del posgrado. Este núcleo básico está conformado por materias transversales a todas las orientaciones (Introducción a CIG, Sistemas de Información Geográfica, Metodología de la Investigación y Análisis Espacial) y materias que dependen de cada orientación (indicadas con códigos de colores en la Figura 6). La idea es que el núcleo básico cumpla la función de dotar a todos los estudiantes de una

formación común a través de las materias transversales y al mismo tiempo favorecer que, en las materias de cada orientación, desarrollen los conocimientos básicos que les permitirán profundizar en sus investigaciones. A partir del tercer periodo los estudiantes tomarán materias optativas, dentro de las cuales, por lo menos una de ellas deberá ser transversal a las orientaciones, esto con el objetivo de promover el trabajo interdisciplinario. El resto de las materias optativas estará definido al interior de cada orientación.

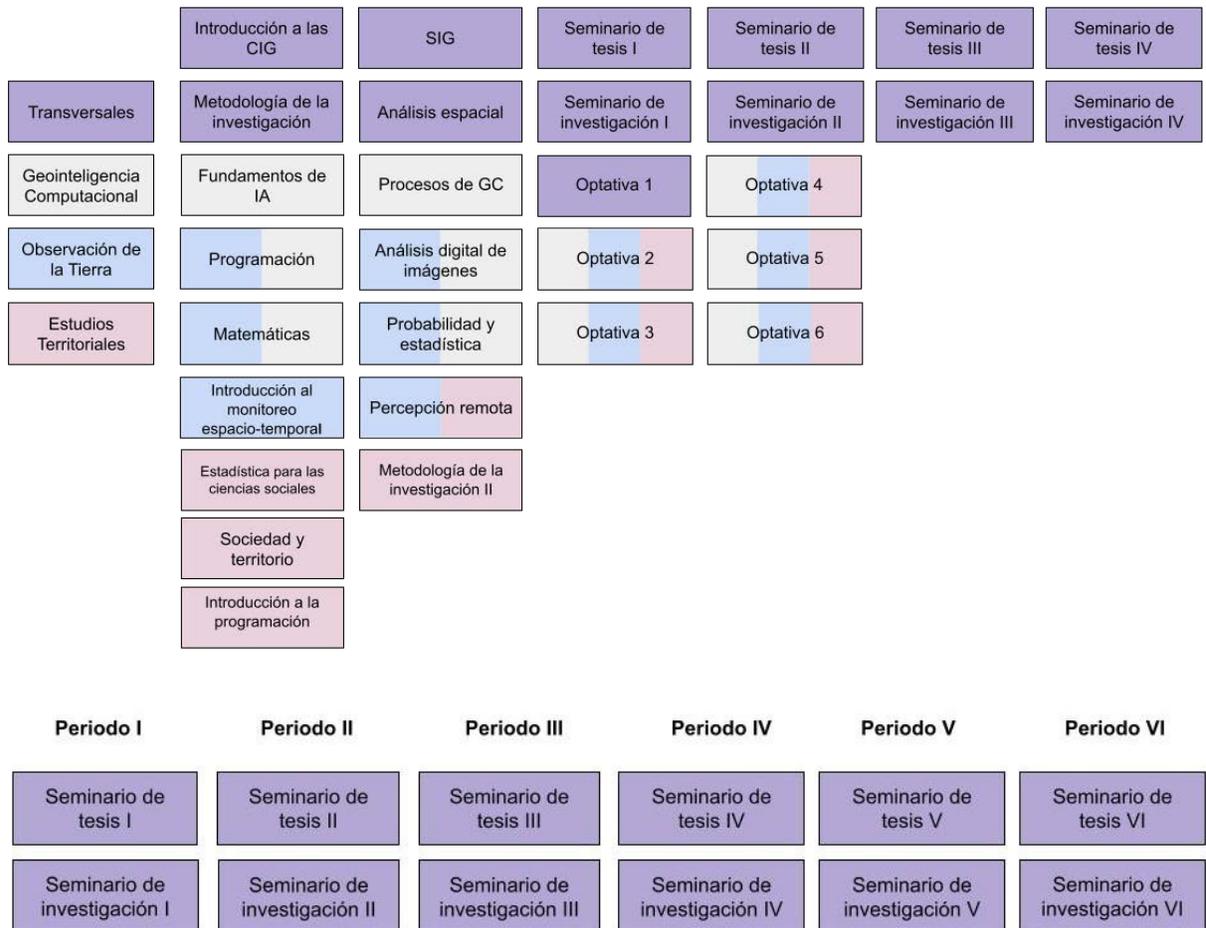


Figura 6. Mapa curricular, los colores muestran la organización de las materias en términos de las orientaciones terminales. La figura superior muestra el mapa para la Maestría, mientras que en la parte inferior se muestran los seminarios para los estudiantes de Doctorado a partir de su segundo año.

10.2 Núcleo Básico y Tronco Común

El Núcleo Básico incorpora, a través del Tronco Común, los conocimientos fundamentales que todos los estudiantes deberán adquirir antes de continuar su formación especializada en cada orientación, ya sea realizando investigación básica o trabajando sobre la aplicación de conceptos, técnicas y herramientas de CIG en diferentes ámbitos o dominios. Este Tronco Común es introductorio a las CIG, al desarrollo de aplicaciones y a los marcos teóricos y metodológicos básicos de las perspectivas disciplinarias que ofrece el posgrado. El Núcleo Básico se complementa con materias específicas para cada orientación que permiten a los estudiantes, desde el inicio del programa, profundizar en los conocimientos y habilidades necesarias para realizar investigaciones de frontera en cada orientación. En la Figura 7 se muestran las materias del Núcleo Básico y el Tronco Común, así como su organización en torno a los componentes conceptuales del posgrado. En esta figura se puede observar, por ejemplo, como cada uno de los enfoques contempla materias transversales y únicas de cada orientación terminal. En el Apéndice I se podrá encontrar las descripciones de cada una de las materias del Núcleo Básico.

CIENCIAS DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL	TECNOLOGÍAS GEOESPACIALES	MARCOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS
<p>Introducción a las CIG</p> <p>Transversal a las orientaciones</p> <p>Horas 30 / Créditos 1.87</p>	<p>Sistemas de Información Geográfica (SIG)</p> <p>Transversal a las orientaciones</p> <p>Horas 75 / Créditos 4.68</p>	<p>Metodología de la investigación</p> <p>Transversal a las orientaciones</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>
<p>Procesos de Geointeligencia Computacional</p> <p>Orientación: Geointeligencia</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>	<p>Programación</p> <p>Orientaciones: Geointeligencia y Observación de la Tierra</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>	<p>Matemáticas</p> <p>Orientaciones: Geointeligencia y Observación de la Tierra</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>
<p>Percepción Remota</p> <p>Orientaciones: Geointeligencia y Observación de la Tierra</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>	<p>Introducción a la Programación</p> <p>Orientación: Estudios Territoriales</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>	<p>Estadísticas para las Ciencias Sociales</p> <p>Orientación: Estudios Territoriales</p> <p>Horas 75 / Créditos 4.68</p>
<p>Introducción al monitoreo espacio-temporal</p> <p>Orientación: Observación de la Tierra</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>	<p>Análisis Digital de Imágenes</p> <p>Orientaciones: Geointeligencia y Observación de la Tierra</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>	<p>Análisis Espacial</p> <p>Transversal a las orientaciones</p> <p>Horas 75 / Créditos 4.68</p>
	<p>Fundamentos de IA</p> <p>Orientación: Geointeligencia</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>	<p>Sociedad y territorio</p> <p>Orientación: Estudios Territoriales</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>
		<p>Metodología de la investigación II</p> <p>Orientación: Estudios Territoriales</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>
		<p>Probabilidad y estadística</p> <p>Orientaciones: Geointeligencia y Observación de la Tierra</p> <p>Horas 45 / Créditos 2.81</p>

Figura 7. Organización del Núcleo Básico y del Tronco Común en torno a los ejes conceptuales y orientaciones terminales del Posgrado.

10.3 Materias optativas

Tras la formación básica, se propone una currícula flexible. Las materias que se ofrecen a continuación son optativas y están organizadas en función de los mismos componentes conceptuales del núcleo básico y pueden ser específicas de cada orientación (es decir, restringidas sólo a estudiantes de una orientación terminal) o transversales a las orientaciones (abiertas a todos los estudiantes). El propósito de esta estructura curricular es que el estudiante, en conjunto con su Director(a) de Tesis, puedan organizar una trayectoria académica de acuerdo con el proyecto de investigación que se realizará.

Las materias optativas responden a dos criterios complementarios: por un lado, permiten a los alumnos profundizar en temas específicos y, por otro, permiten a los investigadores del Centro aportar al posgrado desde sus distintas disciplinas y líneas de investigación.

La oferta de materias optativas es variable y se ajustará en todo momento a los intereses de investigadores y estudiantes. De igual forma, en el Apéndice II se describen algunas materias optativas de ejemplo, ya que como se mencionó, éstas serán flexibles de acuerdo al período y en relación de los temas de investigación desarrollados por los estudiantes y profesores.

10.4 Periodos

En el caso de la Maestría, el programa está organizado en seis periodos, tres por cada año, con una duración de cuatro meses (15 semanas de clase) cada uno. Los primeros dos periodos están dedicados exclusivamente al Núcleo Básico, los tercer y cuarto periodos están destinados a las materias optativas y los dos últimos periodos comprenden únicamente corresponden a los seminarios de investigación y tesis. En la Figura 6 se presentan las materias que corresponden a cada periodo.

Los cursos para el programa de Doctorado siguen la misma organización en periodos que los de la Maestría. Al terminar los cursos que deben cumplir, los seminarios de los estudiantes de Doctorado también están organizados en periodos cuatrimestrales.

10.5 Seminarios de Investigación y Seminarios de Tesis

A través de los Seminarios de Investigación y de Tesis el posgrado busca que los estudiantes terminen sus trabajos de investigación en tiempo y forma. Los Seminarios de Investigación son cursados en conjunto por todos los estudiantes y tienen por objetivo que, al terminar el segundo de ellos, los estudiantes tengan ya definidas y, en la medida de lo posible, redactadas, tanto las preguntas de investigación como el marco teórico y la revisión de la literatura. Estos seminarios son conducidos por investigadores del Centro con la opción de ser asistidos por estudiantes de Doctorado y se evalúan como el resto de las materias. La evaluación de estos seminarios se realiza en función de los avances de los estudiantes en sus respectivos proyectos de investigación.

Los Seminarios de Tesis se realizan entre los Directores de tesis y los estudiantes. Estos seminarios están encaminados a verificar y colaborar en el avance de los estudiantes en las etapas finales de sus trabajos. El objetivo es revisar periódicamente los avances de los estudiantes y resolver las dudas y problemas técnicos que surgen de forma natural durante la elaboración del proyecto de investigación. Los Seminarios de Tesis se califican a través de los reportes de avance de los estudiantes, teniendo únicamente la calificación de Acreditado o No Acreditado.

A partir del período III y hasta el periodo VI, los alumnos deberán cursar las asignaturas de Seminario de Investigación. Este bloque de asignaturas tiene como objetivo ser la puerta de entrada a los procesos de investigación que se desarrollan en CentroGeo. A través de estos seminarios el alumno deberá adquirir las habilidades necesarias para el quehacer científico y servir de guía para el desarrollo de su tesis. Se busca que, al concluir el primer seminario el alumno tenga un conocimiento amplio de las líneas de investigación del Centro, lo cual le permita identificar problemáticas de prioridad nacional candidatas a ser investigadas desde las CIG. De la misma manera, este primer seminario debe ofrecer un acercamiento a los pasos del método científico y las técnicas de redacción de material científico. El segundo seminario de investigación tiene como objetivo que al término del mismo tenga las habilidades para identificar fuentes de información y consultas que cuenten con la seriedad y veracidad acordes a una investigación científica, así como habilidades para elaborar el planteamiento de la hipótesis y pregunta de investigación, objetivos, alcances, limitaciones que permitan establecer el contexto del estudio. El tercer seminario deberá formar las capacidades

suficientes para realizar la revisión de la literatura y la elaboración de un marco teórico que sustente un estudio de carácter científico, así como una propuesta de metodología para la fase experimental o de desarrollo. En el caso de la Maestría, el cuarto seminario de investigación tiene como objetivo que el alumno realice la redacción completa de su trabajo de tesis con el propósito de presentarla al término del mismo. Para los estudiantes de Doctorado, este cuarto seminario debe prepararlos para la presentación de su examen de candidatura.

Los Seminarios de Investigación son conducidos por investigadores del Centro, con la ayuda de estudiantes de doctorado y se evalúan tomando en cuenta los avances de cada estudiante.

Por otra parte, los Seminarios de Tesis ofrecen un acompañamiento al alumno por parte de su director de Tesis. El alumno con asesoría de su director deberá establecer un plan de trabajo enfocado a realizar actividades de investigación con el propósito de que aporten a su tema de estudios y a su documento de tesis.

La evaluación de estos seminarios correrá a cargo del Director(a) de Tesis, quien con base en los avances presentados por el alumno en cuanto a su plan de trabajo, asignará la calificación Acreditado o No Acreditado.

10.6 Doctorado

Aquellos estudiantes que ingresen al doctorado directamente, contando con un grado de Maestría diferente al de este programa deberán cursar al menos una tercera parte del total de créditos de materias de la maestría (sin contar los Seminarios de Investigación y Tesis). Para seleccionar las materias que cursarán, los estudiantes deberán presentar, en conjunto con su director(a) de tesis una propuesta con las materias del núcleo básico que deberán tomar. Esta propuesta deberá tener en cuenta, por un lado la formación previa del estudiante y, por otro lado, las necesidades del proyecto de investigación. Esta propuesta será colegiada con el Coordinador Académico del programa y será sometida para su aprobación al Comité de Posgrado.

De la misma forma, en el tercer y cuarto periodos, los estudiantes de Doctorado en conjunto con sus directores de tesis, deberán proponer las materias optativas que cursarán para complementar su formación y desarrollar sus trabajos de investigación.

10.6.1 Supervisión de los estudiantes

Para asegurar el desempeño de los estudiantes de Doctorado, durante el primer periodo de sus estudios se nombrará un Comité Supervisor que acompañará a los estudiantes a lo largo de su doctorado. El comité deberá reunirse de forma periódica con el estudiante (por lo menos una vez por periodo) para supervisar los avances y hacer recomendaciones y retroalimentación sobre el trabajo de investigación. El Comité Supervisor será nombrado por el Comité de Posgrado a propuesta del (la) director(a) de tesis y deberá contar con al menos dos miembros adicionales al (la) director(a) de tesis. En cualquier momento se podrán agregar miembros al Comité Supervisor.

10.6.2 Examen de candidatura

De conformidad con lo establecido en el Reglamento de Posgrado, los estudiantes del programa contarán con un plazo máximo de 18 meses para presentar y aprobar un Examen de Candidatura que consiste en el desarrollo de un Protocolo de Investigación que deberán presentar por escrito y defender ante un jurado designado ex profeso para el examen. El jurado estará integrado por:

- El Director(a) de Tesis del estudiante.
- El Comité Supervisor.
- Al menos un investigador con Doctorado y experiencia en el tema a evaluar, externo al Comité Supervisor. El revisor externo será aprobado por el Comité de Posgrado a propuesta del Comité Supervisor.
- Un representante de la Coordinación de Posgrado quien actuará únicamente como observador del proceso para garantizar que éste sea conducido dentro de las normas establecidas por el Posgrado.

Como resultado del Examen de Candidatura el estudiante deberá recibir las sugerencias sobre su protocolo, si es necesario realizar ajustes tanto en los objetivos, como en los alcances y limitaciones. Una vez recibido los comentarios, el estudiante deberá corregir su documento y a petición del Comité Supervisor, deberá presentarlos nuevamente o solo enviarlos en su documento del protocolo actualizado. Finalmente, el Comité Supervisor deberá dar su aprobación final de la candidatura.

El Protocolo de Investigación que sustenten los estudiantes de doctorado deberá demostrar que:

1. el estudiante tiene un conocimiento amplio de la literatura relevante en su área de investigación;
2. tiene la capacidad de posicionar su propuesta en términos de dicha literatura;
3. es capaz de formular un objetivo general de investigación de forma clara y sustentado en su conocimiento del tema;
4. puede formular hipótesis de investigación fundamentadas en el conocimiento actual de su tema;
5. presenta un programa de actividades con alcances acotados pero suficientes para contribuir al estado del arte.

11 Articulación Maestría-Doctorado

Los alumnos que, teniendo título de licenciatura, quieran ingresar al Doctorado, tendrán que inscribirse inicialmente a la maestría en CIG. Antes de concluir el IV periodo de la Maestría, los estudiantes que así lo deseen podrán presentar al Coordinador Académico del Doctorado una carta de intención de ingreso al doctorado, contando con el aval de un investigador(a) del centro que, en caso de ser admitido, fungirá como Director(a) de Tesis. Los estudiantes deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. haber cumplido con todos los créditos del programa de maestría en CIG con un promedio mínimo de 9.0;
2. acreditar el dominio del idioma Inglés con un mínimo de 500 puntos en el TOEFL o equivalente. Este requisito deberá quedar cubierto, a más tardar, al término del quinto periodo.

Los estudiantes que, habiendo solicitado su pase al Doctorado, cumplan con dichos requisitos, deberán defender, antes de concluir el V periodo, una propuesta de investigación a realizar durante el Doctorado. Esta propuesta será defendida ante un jurado constituido por al menos

tres investigadores con grado de Doctorado. La defensa de la propuesta de investigación puede tener los siguientes resultados:

- **Aprobada con Grado de Maestría.** El estudiante recibe el grado de Maestría y es admitido al DCIG. En este caso, el trabajo no sólo tiene el mérito necesario para servir como una propuesta de una investigación de nivel doctoral, sino que además presenta resultados ya obtenidos y un planteamiento que claramente muestra la contribución al estado del arte de la propuesta doctoral.
- **Aprobada para ingreso al Doctorado.** El jurado estima que la propuesta tiene el mérito académico necesario para ingresar al DCIG, sin embargo, la presentación de resultados y la exposición sobre la contribución final de la investigación doctoral no son suficientes para otorgar el grado de Maestría. Los estudiantes admitidos de esta forma obtendrán el grado de Maestría al defender exitosamente el examen de candidatura.
- **No Aprobado.** El jurado considera que la propuesta no contiene el mérito académico necesario para ingresar al DCIG. En este caso se recomienda al estudiante preparar una Tesis de Maestría que podrá defender en los términos del presente Plan de Estudios.

Las propuestas de investigación deberán incluir:

1. análisis del estado del arte del tema de investigación;
2. posicionamiento de la propuesta en el contexto del estado del arte;
3. relevancia de la propuesta.

Los proyectos de investigación que los alumnos del posgrado desarrollarán para obtener el grado doctorado en CIG podrán estar orientados a investigación básica en CIG o bien, podrán orientarse al uso de las metodologías y tecnologías de las CIG para desarrollar proyectos de aplicación. Los proyectos se diseñarán de acuerdo a los intereses del alumno y de preferencia, en función de los proyectos de investigación que realiza el Centro.

12 Movilidad

La formación del posgrado contempla mecanismos de movilidad y de intercambio académicos para los estudiantes estableciendo convenios institucionales de movilidad nacionales e internacionales, asistencia a seminarios externos nacionales e internacionales y promoción de estancias cortas en instituciones nacionales e internacionales. Las becas mixtas CONACyT y los apoyos institucionales son factores que la apoyan. La Coordinación de Posgrado y el Coordinador Académico fomentan la movilidad, así como la participación de los alumnos en congresos y la publicación en revistas especializadas de sus trabajos de tesis.

Es importante mencionar que, al tratarse de un programa multisede, es deseable que los estudiantes realicen estancias de investigación en una sede diferente a la que ingresaron originalmente. De esta forma, los estudiantes pueden ser expuestos a una mayor variedad de temas de investigación y aproximaciones teórico-metodológicas, lo que favorece la perspectiva interdisciplinaria del posgrado.

13 Productividad Académica

En el caso de los estudiantes de Maestría, es deseable y será facilitado por la Coordinación de Posgrado, que los estudiantes presenten sus trabajos de investigación en congresos nacionales o internacionales. La duración de los estudios de Maestría dificulta la publicación de resultados en revistas arbitradas, sin embargo la Coordinación de Posgrado buscará en todo momento favorecer que, una vez terminados sus estudios, los estudiantes que así lo deseen, sometan sus investigaciones a revistas arbitradas en sus áreas de investigación.

Para los estudiantes de Doctorado, la publicación en revistas arbitradas forma parte de los requisitos para la obtención del grado, además la Coordinación de Posgrado buscará que presenten sus avances de investigación en congresos nacionales o internacionales.

14 Actualización del Plan de Estudios

El Artículo 36 del Reglamento de Posgrado establece las normas y lineamientos para la revisión de los Planes de Estudio que a la letra establece: "La revisión y en su caso, actualización de los Planes de Estudios, se realizará periódicamente, por lo menos cada dos años, con base en el Plan de Mejoras y será conducida por la Coordinadora o Coordinador Académico en turno. La Coordinadora o Coordinador Académico deberá apoyarse en las profesoras y profesores del programa, para elaborar una propuesta de recomendaciones para mejoras; en su caso, podrá complementar esta propuesta de recomendaciones, tomando en consideración las opiniones de las alumnas y alumnos, exalumnas y exalumnos de cada programa académico. La propuesta de recomendaciones deberá ser sometida al Comité para su aprobación e implementación en el siguiente año lectivo".

15 Duración de los estudios

Para ser considerado un alumno regular, todos los requisitos para obtener el grado de Maestría deberán ser concluidos en dos años y medio. El plazo máximo para obtener el grado será de cuatro años, contados a partir de la fecha de inscripción del alumno en la maestría, de conformidad con los lineamientos establecidos en el Reglamento de Posgrado, Artículo 50.

Para el caso de los alumnos de Doctorado, el plazo mínimo para concluir sus estudios será de tres años y el máximo, para ser considerados alumnos regulares, de cuatro años. El plazo máximo para obtener el grado de Doctorado será de ocho años.

Todos los alumnos del programa deberán ser de tiempo completo. El carácter de tiempo completo considera un mínimo de 40 horas a la semana de dedicación y no realizar una actividad laboral, con o sin remuneración, que le ocupe más de ocho horas por semana; en su caso, la actividad que realice deberá estar relacionada con su trabajo académico en el Centro.

16 Requisitos de permanencia

De conformidad con lo establecido en los Artículos 54 a 68 del Reglamento de Posgrado, para continuar matriculado en los programas de Posgrado el alumno deberá mantener el promedio general mínimo de 8.0.

Los alumnos que no aprueben una asignatura tienen derecho a la aplicación de una evaluación extraordinaria. Este derecho será limitado a un total de dos asignaturas curriculares del programa. Aquellos alumnos que no aprueben el total de las materias en un periodo serán dados de baja del programa, salvo casos de fuerza mayor que serán sometidos a consideración del Comité de Posgrado.

Es requisito para los alumnos entregar un informe cuatrimestral de avances, conforme a su plan individual de actividades. En el caso de los estudiantes de Maestría, el informe deberá estar avalado por el Director de Tesis, mientras que para los estudiantes de Doctorado deberá incluir además, el visto bueno de su Comité Supervisor. El informe deberá incluir la siguiente información:

1. la lista de actividades realizadas durante el periodo;
2. las calificaciones obtenidas en los seminarios, cursos o materias cursadas durante el cuatrimestre;
3. un reporte de avances del proyecto de tesis;
4. lista de actividades propuestas para el siguiente periodo, si fuera el caso; y
5. visto bueno del Director(a) de Tesis (y del Comité Supervisor para los estudiantes de Doctorado).

El Director(a) de Tesis y el Coordinador Académico podrán recomendar al Comité de Posgrado que un alumno curse y apruebe asignaturas adicionales, en el CentroGeo o en otras Instituciones de Educación Superior. En caso de que el Comité de Posgrado acuerde alguna recomendación, el alumno deberá cursar y aprobar dichas asignaturas como requisito de permanencia; dichas actividades se registrarán en su historial académico sin valor en créditos.

Será requisito para la reinscripción que el alumno haya realizado satisfactoriamente las actividades de su plan individual de actividades académicas en el plazo señalado y cuente con una evaluación semestral favorable. En casos excepcionales, el Comité de Posgrado determinará bajo qué condiciones puede un alumno continuar en el programa cuando su promedio sea inferior a ocho o reciba una evaluación desfavorable, esto conforme a lo que se establece en los Artículos 56 al 60 del Reglamento de Posgrado .

17 Requisitos para obtener el grado de Maestría

Para obtener el grado de Maestría es obligatorio cumplir con los siguientes requisitos generales:

1. cumplir con los créditos establecidos en el Plan de Estudios;
2. contar con una tesis que haya sido dictaminada favorablemente por cada uno de los sinodales;
3. cumplir con los demás requisitos y plazos establecidos en el Plan de Estudios correspondiente; y
4. aprobar el examen de grado.

El nombramiento del jurado para los exámenes de grado lo realizará el Comité de Posgrado a solicitud del Director(a) de Tesis. Para ser sinodal en un examen de Maestría se deben cumplir los siguientes requisitos:

1. tener grado de Maestría;
2. contar con experiencia en el campo de la tesis a examinar.

En el caso de haber cursado asignaturas en otras Instituciones de Educación Superior, se sujetará a las siguientes condiciones:

1. ningún curso de licenciatura podrá acreditarse para cubrir las materias requeridas por el programa de Maestría;

2. las materias cursadas deberán contar con la aprobación del Director(a) de Tesis y del Coordinador Académico. En ningún caso podrán superar el 50% del total de créditos de las materias optativas.

En el caso de los estudiantes que accedan al Doctorado a través de la Maestría, podrán obtener el grado de Maestría cumpliendo con los requisitos estipulados en la Sección *Articulación Maestría-Doctorado*

18 Requisitos para obtener el grado de Doctorado

Para obtener el grado de Doctorado es obligatorio cumplir con los siguientes requisitos generales:

1. cumplir con los créditos establecidos en el Plan de Estudios;
2. contar con una tesis que haya sido dictaminada favorablemente por cada uno de los sinodales;
3. cumplir con los demás requisitos y plazos establecidos en el Plan de Estudios correspondiente;
4. aprobar el examen de grado; y
5. contar con un artículo científico aceptado para su publicación en una revista que garantice un riguroso arbitraje y que se encuentre en índices como JCR, Scimago, Scopus o CONACyT

El nombramiento del jurado para los exámenes de grado lo realizará el Comité de Posgrado a solicitud del Director(a) de Tesis. Para ser sinodal en un examen de Doctorado se deben cumplir los siguientes requisitos:

1. tener grado de Doctorado;
2. contar con experiencia en el campo de la tesis a examinar.

Para los exámenes de Doctorado se requiere un sinodal externo a la institución.

En el caso de haber cursado asignaturas en otras Instituciones de Educación Superior, se sujetará a las siguientes condiciones:

1. ningún curso de licenciatura podrá acreditarse para cubrir las materias requeridas por el programa de Maestría;
2. las materias cursadas deberán contar con la aprobación del Director(a) de Tesis y del Coordinador Académico. En ningún caso podrán superar el 50% del total de créditos de las materias optativas.

19 Características de la tesis de Maestría

El estudiante de Maestría deberá elaborar una tesis y sustentarla para estar en posibilidad de obtener el grado académico de Maestro en Ciencias de Información Geoespacial. Ésta deberá corresponder a un proyecto de investigación, de desarrollo tecnológico, de interés profesional o de innovación tecnológica, acorde con las líneas de generación y aplicación del conocimiento del programa.

El documento de la tesis de Maestría deberá estar correctamente redactado en español o en inglés y contener un resumen escrito. El Comité de Posgrado ha definido un conjunto de sugerencias para la presentación de tesis de grado, que incluye aspectos formales y de contenido, y que se proporcionan y difunden con oportunidad a los alumnos del programa y a los Directores de Tesis. En caso de que la tesis sea escrita en inglés, el estudiante deberá presentar además un resumen en extenso en español.

20 Características de la tesis de Doctorado

El candidato a doctorado deberá elaborar una tesis y sustentarla para estar en posibilidad de obtener el grado académico de Doctor en Ciencias de Información Geoespacial. Ésta deberá

presentar una contribución original al conocimiento acorde con las líneas de generación y aplicación del conocimiento del programa.

El documento de la tesis de doctorado deberá estar correctamente redactado en español o en inglés y contener un resumen escrito en español. El Comité de Posgrado ha definido un conjunto de sugerencias para la presentación de tesis de grado, que incluye aspectos formales y de contenido, y que se proporcionan y difunden con oportunidad a los alumnos del programa y a los Directores de Tesis. En caso de que la tesis sea escrita en inglés, el estudiante deberá presentar además un resumen en extenso en español.

21 Características del examen de grado de Maestría

Los trámites y el proceso de preparación para defender una tesis de maestría deberán iniciarse en el momento en que el trabajo de tesis haya sido concluido y aprobado por su Director(a) de Tesis.

El Examen de Grado se realizará por un jurado integrado por: El director y/o los directores y uno o dos jurados externos para el caso de la Maestría, con un mínimo de tres integrantes.

21.1 Examen de grado (defensa del trabajo de tesis)

El candidato deberá hacer un recuento oral de la investigación en la cual se basa su tesis y defenderla. El candidato deberá estar preparado para responder preguntas tanto en el campo de su investigación como en campos relacionados.

De conformidad con lo establecido en el Reglamento de Posgrado, Artículo 77, para obtener el grado de Maestro, el jurado podrá emitir su veredicto a partir del cual la tesis podrá ser:

1. aprobada por unanimidad;
2. aprobada por mayoría. La tesis quedará sujeta a revisiones menores señaladas por el Jurado;
3. no aprobada;

4. aprobada con mención honorífica. Cuando, a juicio del jurado, el sustentante haya hecho una tesis y réplica oral de excepcional calidad.

Para recibir una mención honorífica, el estudiante debe además, cumplir con los siguientes requisitos:

1. ser alumno regular;
2. haber obtenido un promedio mínimo de 9.0 sobre 10;
3. no haber recibido ninguna calificación inferior a 8.0 en ningún curso o seminario;
4. haber cubierto sus estudios en los tiempos que marca el respectivo plan de estudios; y
5. que la decisión del sínodo sea unánime.

El Comité otorgará el grado al alumno con base al acta de examen de candidatura firmada por los sinodales y la documentación de su historial académico en el programa.

22 Características del examen de grado de Doctorado

Los trámites y el proceso de preparación para defender una tesis de doctorado deberá iniciarse en el momento en que el trabajo de tesis haya sido concluido y aprobado por su Director(a) de Tesis y por el Comité Supervisor.

El Examen de Grado se realizará por un jurado integrado por: El director y/o los directores y el Comité Supervisor y un lector externo a la institución.

22.1 Examen de grado (defensa del trabajo de tesis)

El candidato deberá hacer un recuento oral de la investigación en la cual se basa su tesis y defenderla. El candidato deberá estar preparado para responder preguntas tanto en el campo de su investigación como en campos de conocimiento relacionados, así como demostrar la originalidad de su contribución al conocimiento. Además, para demostrar su contribución al conocimiento, el estudiante deberá contar con un artículo de revista aceptado para su publicación indexado en el Journal Citation Report (JCR), Scimago, Scopus o Conacyt. De

conformidad con lo establecido en el Reglamento de Posgrado, Artículo 77, para obtener el grado de Doctorado, el jurado podrá emitir su veredicto a partir del cual la tesis podrá ser:

1. aprobada por unanimidad;
2. aprobada por mayoría. La tesis quedará sujeta a revisiones menores señaladas por el Jurado;
3. no aprobada;
4. aprobada con mención honorífica. Cuando, a juicio del jurado, el sustentante haya hecho una tesis y réplica oral de excepcional calidad.

Para recibir una mención honorífica, el estudiante debe además, cumplir con los siguientes requisitos:

1. ser alumno regular;
2. haber obtenido un promedio mínimo de 9.0 sobre 10;
3. no haber recibido ninguna calificación inferior a 8.0 en ningún curso o seminario;
4. haber cubierto sus estudios en los tiempos que marca el respectivo plan de estudios;
5. que la decisión sea unánime;
6. contar con la recomendación del director(a) de tesis.

23 Referencias

- Alderton, Matt. 2014. "The Defining Decade of GEOINT". *Trajectory Magazine*. Recuperado el 7 de diciembre de 2021 (<https://trajectorymagazine.com/the-defining-decade-of-geoint/>).
- Batty, Michael. 2012. "Smart Cities, Big Data". *Environment and Planning B: Planning and Design* 39(2):191–93. doi: 10.1068/b3902ed.
- Beck, Richard A. 2003. "Remote Sensing and GIS as Counterterrorism Tools in the Afghanistan War: A Case Study of the Zhawar Kili Region". *The Professional Geographer* 55(2):170–79. doi: 10.1111/0033-0124.5502005.
- Blaschke, Thomas, y Helena Merschdorf. 2014. "Geographic information science as a multidisciplinary and multiparadigmatic field". *Cartography and Geographic Information Science* 41(3):196–213. doi: 10.1080/15230406.2014.905755.
- Cerda L, Jaime, y Gonzalo Valdivia C. 2007. "John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna". *Revista chilena de infectología* 24(4):331–34. doi: 10.4067/S0716-10182007000400014.
- Conklin, Ben. 2018. "How Artificial Intelligence Is Transforming GEOINT -". *GCN*. Recuperado el 7 de diciembre de 2021 (<https://gcn.com/articles/2018/04/18/ai-transform-geoint.aspx>).
- Dong, Jinwei, Graciela Metternicht, Patrick Hostert, Rasmus Fensholt, y Rinku Roy Chowdhury. 2019. "Remote Sensing and Geospatial Technologies in Support of a Normative Land System Science: Status and Prospects". *Current Opinion in Environmental Sustainability* 38:44–52. doi: 10.1016/j.cosust.2019.05.003.
- Frodeman, Robert. 2017. *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Oxford University Press.
- Goodchild, Michael F. 1992. "Geographical information science". *International Journal of Geographical Information Systems* 6(1):31–45. doi: 10.1080/02693799208901893.
- Jensen, John. 2006. *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. 2nd edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Liang, Shunlin, Xiaowen Li, y Jindi Wang, eds. 2012. *Advanced Remote Sensing: Terrestrial Information Extraction and Applications*. 1st edition. Amsterdam ; Boston: Academic Press.
- Liu, Jianguo, Yue Dou, Mateus Batistella, Edward Challies, Thomas Connor, Cecilie Friis, James DA Millington, Esther Parish, Chelsie L. Romulo, Ramon Felipe Bicudo Silva, Heather Triezenberg, Hongbo Yang, Zhiqiang Zhao, Karl S. Zimmerer, Falk Huettmann, Michael L. Treglia, Zeenatul Basher, Min Gon Chung, Anna Herzberger, Andrea Lenschow, Altaaf Mechiche-Alami, Jens Newig, James Roche, y Jing Sun. 2018. "Spillover Systems in a

- Telecoupled Anthropocene: Typology, Methods, and Governance for Global Sustainability”. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 33:58–69. DOI: 10.1016/j.cosust.2018.04.009.
- Liu, Yan, Anand Padmanabhan, y Shaowen Wang. 2015. “CyberGIS Gateway for Enabling Data-Rich Geospatial Research and Education”. *Concurrency and Computation: Practice and Experience* 27(2):395–407. doi: 10.1002/cpe.3256.
- Mark, David M. 2003. “Geographic information science: Defining the field”. *Foundations of geographic information science* 1:3–18.
- Miller, Harvey J., y Michael F. Goodchild. 2014. “Data-Driven Geography”. *GeoJournal* 80(4):449–61. doi: 10.1007/s10708-014-9602-6.
- Pike, T., y Andrew Crooks. 2018. “Future GEOINT: Data Science Will Not Be Enough”. *Trajectory Magazine*. Recuperado el 7 de diciembre de 2021 (<https://trajectorymagazine.com/future-geoint-data-science-will-not-enough/>).
- Rounsevell, Mark D. A., Almut Arneith, Calum Brown, William W. L. Cheung, Olivier Gimenez, Ian Holman, Paul Leadley, Criscely Luján, Stéphanie Mahevas, Isabelle Maréchaux, Raphaël Pélissier, Peter H. Verburg, Ghislain Vieilledent, Brendan A. Wintle, y Yunne-Jai Shin. 2021. “Identifying Uncertainties in Scenarios and Models of Socio-Ecological Systems in Support of Decision-Making”. *One Earth* 4(7):967–85. doi: 10.1016/j.oneear.2021.06.003.
- Simon, Herbert A. 1996. *The Sciences of the Artificial - 3rd Edition*. 3rd edition. Cambridge, Mass: The MIT Press.
- Singleton, Alex, y Daniel Arribas-Bel. 2021. “Geographic Data Science”. *Geographical Analysis* 53(1):61–75. doi: <https://doi.org/10.1111/gean.12194>.
- Suda, Brian. 2018. *2017 Data Science Salary Survey*. O’Reilly Media, Inc.
- Tellez, Eric S., Sabino Miranda-Jiménez, Mario Graff, Daniela Moctezuma, Oscar S. Siordia, y Elio A. Villaseñor. 2017. “A Case Study of Spanish Text Transformations for Twitter Sentiment Analysis”. *Expert Systems with Applications* 81:457–71. doi: 10.1016/j.eswa.2017.03.071.
- Woodcock, Curtis E., Thomas R. Loveland, Martin Herold, y Marvin E. Bauer. 2020. “Transitioning from Change Detection to Monitoring with Remote Sensing: A Paradigm Shift”. *Remote Sensing of Environment* 238:111558. doi: 10.1016/j.rse.2019.111558.
- Yuan, May. 2015. “Frontiers of GIScience: Evolution, State-of-Art, and Future Pathways”. doi: 10.13140/2.1.1041.5682.

24 Apéndice I: Materias del Núcleo Básico

Nombre	Objetivo	Orientación
Introducción a las Ciencias de Información Geoespacial	Este es un curso introductorio que busca ofrecer un panorama general de la historia, el desarrollo y la actualidad de las CIG. Está pensado como un conjunto de pláticas, por diversos investigadores, que aborden los temas más relevantes y presenten las líneas de investigación y los proyectos institucionales del CentroGeo.	Tronco común
Metodología de la Investigación	Los alumnos de este posgrado provienen de diferentes antecedentes académicos, con diferentes tradiciones sobre la propuesta y redacción de documentos académicos, en este sentido es necesario contar con una materia que permita homogeneizar los conocimientos de los estudiantes de forma que las propuestas de investigación puedan ser consistentes a lo largo de los proyectos de tesis de los estudiantes. El objetivo de este curso es ofrecer a los estudiantes un panorama general de la metodología para proponer, redactar y sustentar un proyecto de investigación.	Tronco común
Análisis Espacial	Si bien el posgrado propone una diversidad de formas de aproximarse al espacio, también se reconoce la	Tronco común

Nombre	Objetivo	Orientación
	<p>importancia del Análisis Espacial, como escuela de pensamiento en geografía, como uno de los pilares que sustentan conceptualmente a las CIG. En este sentido, en esta materia se expondrá a los alumnos conceptos, métodos y técnicas fundamentales derivadas de esta escuela de pensamiento.</p>	
<p>Sistemas de Información Geográfica</p>	<p>Los SIG son uno de los pilares originales de las CIG. Esta materia introducirá a los alumnos a los conceptos, técnicas, tecnologías y metodologías detrás del flujo de procesamiento de datos geoespaciales, desde su adquisición hasta su análisis y representación para la construcción de información útil para la toma de decisiones.</p>	<p>Tronco común</p>
<p>Introducción a la programación</p>	<p>En la actualidad, dada la diversidad de herramientas tecnológicas, técnicas de análisis y fuentes de datos, es cada vez más frecuente que las aplicaciones desarrolladas desde las CIG requieran de la integración, a través de lenguajes de programación, de una variedad de herramientas tecnológicas. Es por ello que todos los alumnos deberán de tener conocimientos básicos sobre programación que les permitan, como mínimo, interactuar de forma constructiva</p>	<p>Estudios Territoriales</p>

Nombre	Objetivo	Orientación
	con profesionales del área de computación y colaborar en la creación de desarrollos a la medida para problemáticas específicas.	
Percepción Remota	La información producida en el ámbito de la percepción remota es uno de los recursos más valiosos en la época actual. En este curso se ofrecerá a los estudiantes un panorama general de la disciplina que les permita conocer los recursos disponibles, sus alcances y sus limitaciones, así como una introducción a las técnicas de extracción de información.	Geointeligencia Computacional
Análisis Digital de Imágenes	El objetivo del curso es dotar al estudiante de los conceptos básicos de procesamiento de imágenes de percepción remota, cómo están compuestas, el tipo de transformaciones, su interpretación, tanto en aspectos teóricos como prácticos.	Observación de la Tierra
Análisis Digital de Imágenes	El objetivo del curso es dotar al estudiante de los conceptos de procesamiento digital de imágenes, qué es una imagen y cómo transformarla para extraer información útil a partir de ellas. Se verán fundamentos tanto teóricos como aplicados.	Geointeligencia Computacional
Procesos de Geointeligencia Computacional	Dar a conocer al alumno las actividades propias de la GeoInteligencia Computacional y las disciplinas que la	Geointeligencia Computacional

Nombre	Objetivo	Orientación
	<p>integran, así como su campo de acción y su importancia en los procesos de investigación.</p>	
<p>Matemáticas</p>	<p>Brindar a los estudiantes los conocimientos necesarios para la aplicación de técnicas avanzadas de percepción remota, por ejemplo, álgebra lineal, transformaciones espectrales y métodos estadísticos de clasificación.</p>	<p>Observación de la Tierra</p>
<p>Matemáticas</p>	<p>Brindar al alumno los fundamentos de teoría de la probabilidad y las herramientas estadísticas para la comprensión y resolución de problemas en diversas áreas de la física, ingeniería y computación.</p>	<p>Geointeligencia Computacional</p>
<p>Estadísticas para las Ciencias Sociales</p>	<p>El manejo de técnicas estadísticas es fundamental en el proceso de organización, análisis, interpretación y descripción de las variables que explican los fenómenos socio-territoriales. Al presentarse estas variables sobre el territorio, es posibles correlacionarlas en función de su distribución espacial y de su evolución a través del tiempo.</p> <p>En este curso se abordarán los conceptos básicos para realizar análisis estadísticos y geoestadísticos de campos recopilados en campo o, a través de sensores remotos.</p>	<p>Estudios Territoriales</p>

Nombre	Objetivo	Orientación
Programación	Reforzar en el alumno los conceptos y técnicas de programación que le permitan desarrollar aplicaciones para la obtención, procesamiento y almacenamiento de datos y visualización de información con especial atención en el componente geoespacial.	Geointeligencia Computacional
Programación	Brindar a los estudiantes las nociones fundamentales de programación que servirán de base para la automatización de los procesos de análisis de imágenes.	Observación de la Tierra

25 Apéndice II: Ejemplos de Materias Optativas

Nombre	Objetivo	Orientación
Procesamiento de Lenguaje Natural	Conocer las técnicas informáticas necesarias para que, a partir de algoritmos computacionales, la computadora analice, entienda y derive significado a partir del lenguaje humano y lo traduzca en información estructurada.	Geointeligencia Computacional
Aplicaciones de Inteligencia Artificial	Ofrecer al alumno fundamentos teórico-prácticos de los temas de la Inteligencia Artificial con mayor aplicación en el análisis y clasificación de datos.	Geointeligencia Computacional
Sistemas de Soporte a la Decisión	Aplicar métodos, herramientas computacionales y modelos de análisis de datos para el diseño de sistemas que apoyen a los procesos de toma de decisiones.	Geointeligencia Computacional
Visión por Computadora	Conocer y aplicar los métodos que permitan el desarrollo de soluciones computacionales para el análisis de imágenes con el propósito de identificar objetos, acciones, o eventos de interés en ellas.	Geointeligencia Computacional

Nombre	Objetivo	Orientación
Búsqueda y recuperación de información	Entender los retos de buscar en grandes colecciones de datos multimedia no estructurados y conocer las mejores propuestas para generar un motor de búsqueda eficiente.	Geointeligencia Computacional
Degradación Ambiental: conceptos y herramientas para su análisis	Presentar las bases conceptuales y metodológicas relacionadas con la degradación ambiental y los métodos de planeación a partir de diversas aproximaciones y herramientas de estudio, incluyendo el uso de tecnologías geoespaciales.	Estudios Territoriales
Procesamiento de Imágenes Satelitales Radar-Ópticas	Presentar los fundamentos matemáticos y prácticos para analizar datos del sensor radar y del sensor óptico. Se abordan una variedad de temas que se encuentran a la vanguardia en investigación matemática, procesamiento de señales y procesamiento computacional en imágenes. El curso proporciona al estudiante una visión general sobre temas de investigación empleando los datos que aportan los satélites Sentinel-1A (radar) y Sentinel-2A (multiespectral).	Observación de la Tierra
Introducción al análisis Socio-Ambiental	Ofrecer un marco de conocimiento que acerque al alumno a la comprensión multidisciplinaria de las dinámicas territoriales y la gobernanza, en distintos niveles y su impacto social.	Estudios Territoriales

Nombre	Objetivo	Orientación
Fundamentos de la Geoinformática	El estudio de los temas vistos en el curso le permitirá al alumno: Contar con el conocimiento básico del uso práctico de diferentes herramientas tecnológicas y el papel que juegan en las diferentes etapas del proceso de generación de soluciones tecnológicas en las ciencias de información geoespacial.	Transversal
SIG en la gestión y políticas públicas	Brindar herramientas básicas sobre la construcción y el pensamiento de la gestión y políticas públicas a estudiantes de las Ciencias de Información Geoespacial. En este curso se revisarán los conceptos fundamentales de política pública, así como un breve repaso sobre las principales corrientes de pensamiento y cómo contribuye el uso de la información geográfica para la hechura de políticas públicas en cada una de sus etapas. Así mismo, se analizarán casos prácticos y se elaborará un proyecto final aplicado y relacionado con temas de interés de los alumnos (formato: policy paper).	Transversal