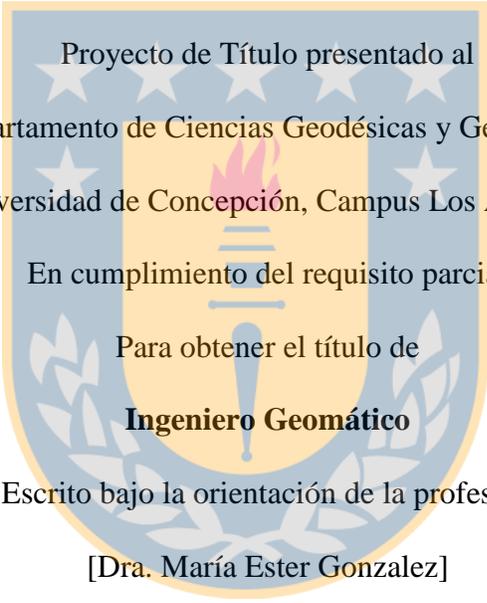


**EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DEL GEOPORTAL DE LA IDE DE  
CHILE A TRAVÉS DE TÉCNICAS DE *EYE-TRACKING***

Diego Diaz Rebolledo

The logo of the University of Concepcion is a shield-shaped emblem. It features a central yellow field with a blue and red torch. The shield is surrounded by a blue border with white stars and a laurel wreath at the bottom. The text is overlaid on this logo.

Proyecto de Título presentado al  
Departamento de Ciencias Geodésicas y Geomática  
Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles

En cumplimiento del requisito parcial

Para obtener el título de

**Ingeniero Geomático**

Escrito bajo la orientación de la profesora

[Dra. María Ester Gonzalez]

Aprobado por la comisión

[Dr. Guido Staub]

[Msc. Gustavo Godoy]

Los Ángeles

[Julio, 2017]

## RESUMEN

El diseño que presentan los geoportales de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) no siempre tiene la capacidad de responder a las necesidades de todos los perfiles de usuario (desde profesionales hasta usuarios ocasionales de la Información Geográfica, pasando por los de perfil medio) lo que en cierto modo limita considerablemente su uso. Este problema radica, en general, en la falta de usabilidad que presentan los geoportales entendiendo por usabilidad como "...la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico" (ISO 9241-11:1998). En este contexto, se ha realizado la evaluación de la usabilidad del geoportal de la IDE de Chile utilizando técnicas de *eye-tracking* considerando un perfil de usuario específico y la tecnología a utilizar (sensor de seguimiento ocular y software de análisis). Se ha diseñado una prueba de usabilidad a partir de la metodología basada en tareas tomando en cuenta tres funciones/operaciones básicas que deben estar disponibles en un geoportal IDE: buscar/localizar, descargar y visualizar. Para la prueba basada en tareas se ha utilizado un sensor de seguimiento ocular, que se complementó con la aplicación de dos cuestionarios. Se realizó una prueba piloto de validación de la prueba y posteriormente se aplicó la misma a un total de once usuarios. Finalmente, a partir de los resultados aportados por la tecnología de *eye-tracking*, se han identificado los problemas de usabilidad que se presentan en las tres funciones/operaciones básicas disponibles en el geoportal de la IDE de Chile.

## DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas que han hecho este proceso posible, a todas las personas que entregan todo de sí, a aquellos que no bajan los brazos a pesar de las peores circunstancias, a todos los que sortean la geografía del destino para dejar una huella en el tiempo.



*“... lento pero viene  
el futuro se acerca  
despacio  
pero viene*

*ya se va acercando  
nunca tiene prisa  
viene con proyectos  
y bolsas de semillas...*

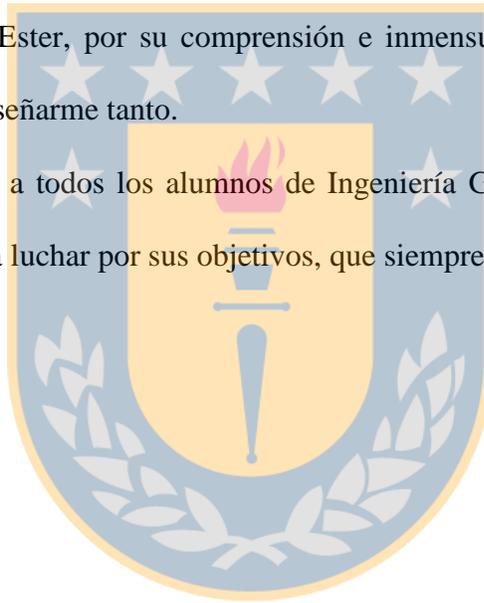
*...ya casi está llegando  
con su mejor noticia  
con puños con ojeras  
con noches y con días...”*

*Mario Benedetti*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los que directa o indirectamente influyeron en la realización de este proyecto e influyen en mí día a día. A Ninoska por ser mi pilar fundamental, mi compañera, mi amor y consejera. A Noelia, Paula y Pedro, mis hermanos, por estar siempre conmigo, por su apoyo y ayuda en el logro de mis objetivos. A mis padres por su tiempo y comprensión. A mis amigos que ayudaron en animarme en días grises. A mi profesora guía, María Ester, por su comprensión e inmensurable calidad de persona y docente, gracias por enseñarme tanto.

Por último, agradezco a todos los alumnos de Ingeniería Geomática, que no bajen los brazos, que se atrevan a luchar por sus objetivos, que siempre se puede mejorar.



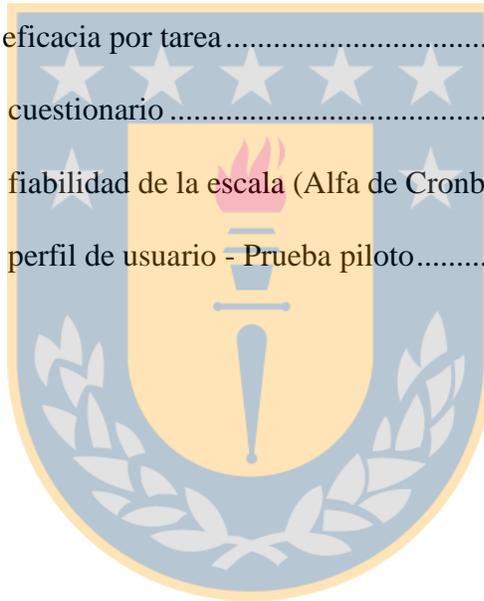
# Índice de Contenidos

RESUMEN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
Índice de Contenidos.....	v
Lista de Tablas .....	vii
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones.....	x
Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivos generales.....	2
1.2.2. Objetivos específicos .....	2
1.3. Metodología .....	2
Capítulo II: Marco Teórico.....	4
2.1. Introducción .....	4
2.2. Geoportal IDE .....	4
2.3. Definición de usabilidad.....	9
2.3.1. Metodologías y técnicas para evaluar la usabilidad.....	11
2.3.2. Técnica Eye-Tracking.....	14
2.4. Técnicas de <i>eye-tracking</i> e información geográfica.....	23
Capítulo III: Prueba de usabilidad .....	28
3.1. Introducción .....	28
3.2. Contexto de aplicación: Geoportal IDE de Chile.....	28
3.3. Selección del perfil usuario.....	30
3.4. Tecnologías .....	31
3.4.1. Sensor.....	31
3.4.2. Software .....	33
3.5. Definición de la prueba de usabilidad .....	33

3.5.1.	Definición de tareas .....	33
3.5.2.	Diseño de cuestionarios .....	36
3.6.	Prueba piloto: validación de tareas y cuestionarios. ....	36
3.7.	Aplicación de la prueba de usabilidad.....	38
Capítulo IV:	Presentación y Análisis de los resultados .....	39
4.1.	Perfil de los participantes: caracterización.....	39
4.2.	Resultados .....	40
4.2.1.	Medida de eficacia de las tareas.....	40
4.2.2.	Medida de eficiencia de las tareas .....	41
4.2.3.	Resultado de aplicación del cuestionario.....	53
Capítulo V:	Conclusiones .....	56
6.	Referencias.....	60
7.	Anexos .....	67
7.1.	OGAMA.....	67
7.2.	<i>CamStudio</i> .....	69
7.3.	Diseño de la prueba con OGAMA .....	69
7.4.	Diapositivas de prueba de Usabilidad .....	74
7.5.	Cuestionario de perfil de usuario. ....	78
7.6.	Cuestionario de satisfacción.....	79
7.7.	Procedimientos de conexión <i>sensor-ordenador</i> .....	80
7.8.	Resultados de perfil de usuario – Prueba piloto.....	84
7.9.	Resultados de prueba <i>eye tracking</i> .....	85
7.10.	Tabla resumen de resultados.....	118
7.11.	Registro fotográfico de prueba <i>eye tracking</i> .....	119

## Lista de Tablas

Tabla 1.- Métodos y técnicas .....	11
Tabla 2.- Métodos y técnicas para evaluar la usabilidad .....	13
Tabla 3.- Tipos de dispositivos eye-tracking .....	17
Tabla 4.- Especificaciones Técnicas de ET1000 .....	32
Tabla 5.- Resultado de cuestionario de perfil de usuario.....	39
Tabla 6.- Porcentaje de eficacia por tarea.....	41
Tabla 7.- Resultados de cuestionario .....	53
Tabla 8.- Estadístico de fiabilidad de la escala (Alfa de Cronbach).....	55
Tabla 9.- Resultados de perfil de usuario - Prueba piloto.....	84



## Lista de Figuras

Figura 1.- Estructura de la usabilidad. ....	10
Figura 2. Mobile eye-tracking.....	16
Figura 3. Remote eye-tracking.....	16
Figura 4.- Cálculo de foco de mirada de usuario. ....	18
Figura 5.- Eye Tribe ET1000 .....	18
Figura 6.- Representación de recorrido de las fijaciones .....	19
Figura 7.- Heatmaps.....	20
Figura 8.- Estudio de relieve con dispositivo eye-tracking remoto .....	24
Figura 9.- Estudio con mapas interactivos en móviles .....	27
Figura 10.- Vista del Geoportal IDE Chile. <a href="http://www.ide.cl">www.ide.cl</a> .....	29
Figura 11.- Componentes sensor eye-tribe .....	33
Figura 12.- Zona valida de función buscar/localizar (en naranja) .....	34
Figura 13.- Zona valida de función descargar (en naranja) .....	35
Figura 14.- Zona valida de función Visualizar (en naranja) .....	35
Figura 15.- Duración de tareas por usuario.....	42
Figura 16.- Mapa de calor - Tarea 1 .....	43
Figura 17.- Mapa de calor - Tarea 2 .....	44
Figura 18.- Mapa de calor - Tarea 3 .....	44
Figura 19.- Número de fijaciones por usuario .....	46
Figura 20.- Fijaciones - Tarea 1 .....	47
Figura 21.- Fijaciones - Tarea 2.....	47

Figura 22.- Fijaciones - Tarea 3.....	48
Figura 23.- Dispersión de las fijaciones – Tarea 1.....	49
Figura 24.- Dispersión de las fijaciones - Tarea 2 .....	51
Figura 25.- Dispersión de las fijaciones - Tarea 3 .....	52
Figura 26.- Vista del módulo de análisis (en rojo).....	67
Figura 27.-Vista del Módulo de grabación (en rojo) .....	68
Figura 28.- Creación de un experimento.....	70
Figura 29.- Configuración de experimento.....	70
Figura 30.- Creación de diapositivas de instrucciones.....	71
Figura 31.- Creación de botones para diapositivas (en rojo) .....	72
Figura 32.- Browser Slide.....	73
Figura 33.- Conexión sensor a ordenador.....	80
Figura 34.- Posicionar sensor.....	81
Figura 35.- Configuración de módulo de grabación (en rojo) .....	82
Figura 36.- Casos de seguimiento para calibración .....	82
Figura 37.- Proceso de calibración.....	83
Figura 38.- Usuario realizando tareas de prueba de usabilidad .....	119
Figura 39.- Usuario leyendo instrucciones de pruebas .....	119
Figura 40.- Usuario con sensor .....	119

## Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones

IG	Información Geográfica
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
IPGH	Instituto Panamericano de Geografía e Historia
SUS	<i>System Usability Scale</i>
PCCR	<i>Pupil Center Corneal Reflection</i>
AOI	<i>Area Of Interest</i>
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
INSPIRE	<i>Infrastructure for Spatial Information in Europe</i>
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
OGAMA	<i>OpenGazeAndMouseAnalyzer</i>



# Capítulo 1: Introducción

## 1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, la difusión, uso y acceso a la información geográfica (IG) se ha generalizado y ha tomado un papel fundamental en muchos sentidos para la comunidad en general. Esto ha permitido el acceso de la IG a distintos tipos de usuarios a través del desarrollo de aplicaciones y tecnologías que permiten al usuario visualizar la IG. Una de estas tecnologías es la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) que es un conjunto de herramientas o sistema informático integrado que tiene por finalidad poner a disposición la IG de instituciones oficiales a los usuarios sin distinción a través de un “escaparate” denominado geoportal (Bernabé & González, 2014). Sin embargo, el diseño que presentan los geoportales IDE no siempre tiene la capacidad de responder a las necesidades de todos los perfiles de usuario (desde profesionales hasta usuarios ocasionales de IG, pasando por los de perfil medio) lo que en cierto modo limita considerablemente su uso. Este problema radica, en general, en la falta de usabilidad que presentan los geoportales (Tait, 2004) entendiendo por usabilidad como “...la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico” (ISO 9241-11:1998). En este contexto, se realizó la evaluación de la usabilidad del Geoportal de la IDE de Chile utilizando técnicas de *eye-tracking* que comprende “...proceso de seguimiento del movimiento del ojo y determinar dónde está mirando el usuario” (Singh & Singh, 2012). En este proceso se entregan resultados a partir de la teoría ojo-mente la cual permite

analizar una relación entre la métrica del movimiento de ojos, identificar área de interés, problemas de búsqueda, etc.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivos generales

- Evaluar la usabilidad geoportal de la IDE de Chile a través técnica *eye-tracking*.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Diseñar una prueba de usabilidad con técnicas de *eye-tracking* adaptada al contexto del geoportal de la IDE de Chile, utilizando como referencia las metodologías de usabilidad basada en tareas.
- Aplicar la prueba de usabilidad con técnicas de *eye-tracking* a un perfil de usuario específico.
- Analizar y evaluar los resultados.

## 1.3. Metodología

La secuencia metodológica comprende las siguientes fases asociadas a los objetivos específicos planteados:

Fase 1: Diseño

- 1.1. Definición de la prueba de usabilidad utilizando como referencia las metodologías de usabilidad de diseño centrado en el usuario y basada en tareas.

1.2. Utilización del software libre *Ogama*<sup>1</sup> para desarrollar la prueba de usabilidad en forma conjunta con los softwares específicos del dispositivo de seguimiento ocular *Eye Tribe*<sup>2</sup>.

1.3. Desarrollo y validación de la prueba de usabilidad en el geoportal de la IDE de Chile de mapas a través de una prueba piloto.

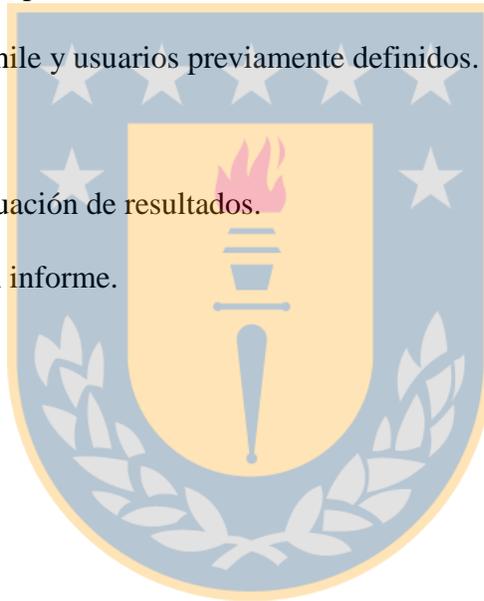
#### Fase 2: Aplicación

2.1. Aplicación de la prueba de usabilidad utilizando técnicas de *eye-tracking* al geoportal de la IDE de Chile y usuarios previamente definidos.

#### Fase 3: Resultados

3.1. Análisis y evaluación de resultados.

3.2. Realización del informe.



---

<sup>1</sup> Software Ogama <http://www.ogama.net/>

<sup>2</sup> Software Eye Tribe <https://theeyetribe.com/products/>

## Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1. Introducción

En este capítulo, en primer lugar, se presenta la definición general de Geoportal. A continuación, se define Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) para contextualizar las características particulares de Geoportal IDE y las funciones/operaciones básicas que deben estar disponibles en el mismo: buscar/localizar, descargar, visualizar y procesar.

En segundo lugar, se define usabilidad y se describen los parámetros que permiten medir la misma: eficacia, eficiencia y satisfacción. Para continuar, se describen brevemente las metodologías y técnicas más utilizadas para evaluar la usabilidad. Se incluye un apartado para la técnica de *eye-tracking*, objeto de interés en el marco de este proyecto, detallando su funcionamiento, diferentes sensores, métricas y resultados.

Para finalizar el capítulo, se presenta la relación entre la técnica *eye tracking* y la Información Geográfica (IG), realizando una breve revisión considerando las primeras aproximaciones y usos en distintos ámbitos de la IG y la cartografía, hasta investigaciones actuales y futuras.

### 2.2. Geoportal IDE

Según Tait (2005) un geoportal es un sitio web que presenta un punto de entrada al contenido geográfico o, simplemente, un sitio donde este contenido puede ser descubierto. Es una puerta de interacción entre el usuario y la IG teniendo similitud con un escaparate de una tienda. El objetivo es despertar el interés e incentivarlos a que exploren libremente el contenido para sus propios fines (Manrique y Manso, 2012). Básicamente es un sitio web que permite encontrar IG y tener acceso a servicios

asociados como visualizar y analizar la información. Sin embargo, difieren en sus propósitos ya que comparten información diferente entre sí. Además, no comparten los mismos conceptos de estructura, diseño e interacción, por ende, difieren también en su uso y facilidad de uso. (Herold, Henzen & Bernard, 2016).

Según Tellez (2009) el geoportal posee diferentes módulos los cuales componen la estructura básica del mismo. A continuación, se describen brevemente cada uno de estos módulos:

1) Área de presentación: La mayoría de los geoportales poseen una parte de presentación de sí mismos. Es importante que los usuarios (sin importar su nivel de conocimiento del tema) puedan ingresar y averiguar fácilmente los siguientes aspectos:

- Conocer el ámbito científico o dominio específico del geoportal.
- Presentar palabras claves en las páginas y glosarios para usuarios de niveles de conocimiento bajo, esto conlleva una gran responsabilidad pues logran comprender los conjuntos de datos y servicios del geoportal.
- La organización encargada de la gestión y legitimidad, ya sea una autoridad nacional, local o sociedad privada.
- El alcance geográfico del geoportal.

2) Área de búsqueda: Respecto a este módulo existen dos aproximaciones: geoportales que poseen muchos links de acceso a otros geoportales y otros a búsqueda locales en catálogo de metadatos. La interfaz del área de búsqueda depende del nivel de los usuarios y sus requerimientos. Algunos geoportales

proporcionan servicios (incluyendo otros catálogos) mientras que otros proponen conjuntos de datos.

3) Área de “visualizar/entender/trabajar con mis conjuntos de datos seleccionados”.

Corresponde al mapa que visualiza el usuario. Se pueden diferenciar aproximaciones respecto a eso:

- Un mapa de cliente específico por cada capa propuesta por el geportal.
- Un mapa de cliente con una lista de las capas disponibles.
- Un mapa de cliente como un enlace en el catálogo, una vista preliminar del conjunto de datos.
- Una completa integración entre el catálogo y el mapa del cliente.

Las opciones disponibles se pueden resumir en: localizar un punto preciso o dirección, la visualización e impresión de los datos en el punto o localidad, visualizar leyendas, ver explicaciones de texto en el papel, ver representaciones gráficas de los datos e imprimir el mapa.

Para usuarios no profesionales es de crucial importancia ver explicaciones sobre la leyenda, así como el uso de glosarios vinculados al conjunto de datos. Para uso de profesionales algunos módulos como el cambio de simbología, la restricción de datos (por ejemplo, para encontrar áreas precisas), consultar los conjuntos de datos para obtener otros y combinar datos para construir un nuevo mapa (nuevo conjunto de datos) puede ser beneficioso.

4) Área de descargas.

Puede ser encontrada en el área de búsqueda o en el área de visualización. La opción ofrece la posibilidad de descargar el conjunto de datos completo e imágenes en distintos formatos.

Las características de geoportal presentadas previamente, también se aplican al geoportal de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Sin embargo, es importante considerar las especificidades que presentan estas infraestructuras por lo cual resulta necesario definir la misma para luego asociarla a geoportal, y así llegar finalmente a una definición de geoportal IDE.

En el geoportal de la IDE de Chile<sup>3</sup> se define como “un sistema compuesto por políticas, normas jurídicas y técnicas; especificaciones y estándares, tecnologías, instituciones y recursos humanos destinados a facilitar y optimizar la generación, el acceso, el uso, el intercambio e integración y la disponibilidad de la información, productos y servicios geoespaciales”.

Según Capdevilla (2004), la IDE corresponde a una infraestructura que pretende catalogar y poner al alcance del público en general toda la IG que es desconocida o no tiene canales adecuados para darse a conocer.

Existe una diversidad de definiciones de IDE, pero todas se orientan a permitir compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable (Bernabé y González, 2014). Considerando que la estandarización es un proceso inherente a la interoperabilidad, en el contexto de las IDE es necesario disponer

---

<sup>3</sup> IDE Chile <http://www.ide.cl/acerca-de/que-es-una-ide.html>

del marco normativo que aporta la Organización Internacional de Estandarización (ISO)<sup>4</sup> a través del Comité Técnico (ISO TC/211)<sup>5</sup> encargado de la estandarización de la IG, normas que se agrupan en la familia ISO 19100. Por otra parte, se encuentran las especificaciones del *Open Geospatial Consortium (OGC)*<sup>6</sup> que garantizan la interoperabilidad de contenidos y servicios, y son la base de los servicios de la IDE para asegurar la interoperabilidad con neutralidad tecnológica (Erba et al, 2012).

Un geoportal IDE se define según Manrique y Manso (2012) como un sitio web con acceso a servicios interoperables de IG que cubren las necesidades básicas de los usuarios potenciales ya sean ocasionales y expertos pasando por los de perfil medio. Se accede a estos servicios a través de las siguientes funciones/operaciones básicas que deberían estar disponibles en un geoportal IDE:

- Localización: Se define como la búsqueda de los conjuntos de datos espaciales y servicios relacionados a partir de metadatos que describen los recursos.
- Visualización: Corresponde a la navegación sobre la IG permitiendo mostrar, acercarse, alejarse, moverse, superponer conjuntos de datos, etc.
- Descarga: Obtención de una copia parcial o completa de un conjunto de datos espaciales.
- Procesamiento: Realización de algún tipo de tratamiento y/o transformación sobre los datos.

---

<sup>4</sup>ISO <https://www.iso.org/home.html>

<sup>5</sup>ISO/TC 211 <http://www.isotc211.org/>

<sup>6</sup>OGC <http://www.opengeospatial.org/>

### 2.3. Definición de usabilidad

La usabilidad se define como “...un atributo de calidad que mide lo fáciles que las interfaces de usuario son de usar.” (Nielsen, 2012)

Según la Norma ISO 9241-11:1998<sup>7</sup> se entiende por usabilidad “el grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos concretos con eficacia, eficiencia y satisfacción, en un determinado contexto de utilización”.

A continuación, se define brevemente los tres parámetros de la usabilidad:

- Eficacia: “Precisión y grado de consecución con que los usuarios logran objetivos establecidos” [ISO 9241-11: 1998 3.2].
- Eficiencia: “Relación entre los recursos empleados y la precisión y grado de consecución con que los usuarios logran objetivos establecidos.” [ISO 9241-11: 1998 3.3].
- Satisfacción: “Ausencia de incomodidad y existencia de actitudes positivas hacia la utilización del producto.” [ISO 9241-11: 1998 3.4].

La norma ISO 9241-11:1998, además indica que los parámetros previamente detallados (eficacia, eficiencia y satisfacción) constituyen una estructura con los componentes de la usabilidad y se establecen relaciones entre los mismos (Figura 1).

---

<sup>7</sup> ISO. (2017). ISO 9241-11:1998(en). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>

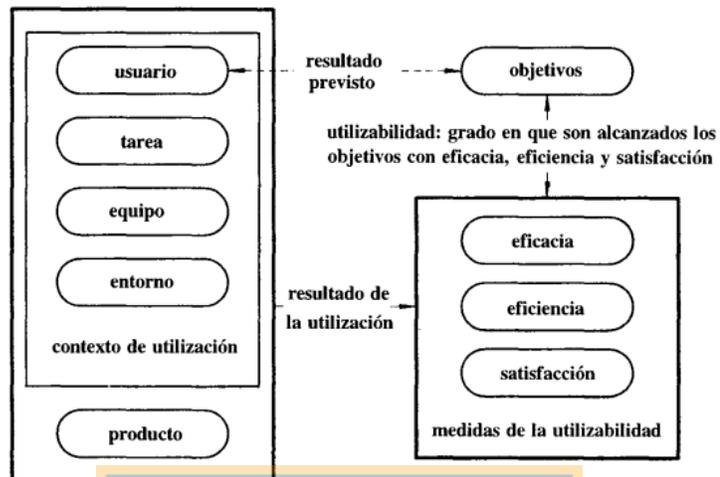


Figura 1.- Estructura de la usabilidad.

Fuente: UNE-EN ISO 9241-11: 1998

A continuación, se define cada uno de los componentes de la estructura de la usabilidad (Figura 1) que se complementan con la descripción de los parámetros previamente realizada.

- Usuario: persona que interacciona con el producto [ISO 9241-11: 1998. 3.7]
- Objetivo: meta o resultado a conseguir [ISO 9241-11: 1998. 3.8]
- Tarea: actividades necesarias para lograr un objetivo [ISO 9241-11: 1998. 3.9]
- Producto: parte del equipamiento (equipo, programas y documentos) cuya utilidad debe ser especificada o evaluada [ISO 9241-11: 1998. 3.10]
- Equipo: son todos los materiales, programas, documentos asociados especificados [ISO 9241-11: 1998. 5.3.3]
- Entorno: incluye el medio físico, técnico, ambiental social y cultural. [ISO 9241-11: 1998. 5.3.4]

### 2.3.1. Metodologías y técnicas para evaluar la usabilidad

Existe una diversidad de metodologías y técnicas para evaluar la usabilidad de productos y aplicaciones en general. Según Perurena y Moráguez (2013) se pueden distinguir tres categorías en base a su método que agrupan distintas técnicas (Tabla 1)

Tabla 1.- Métodos y técnicas

Métodos de Inspección	Métodos de Indagación	Test
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Heurísticas</li> <li>▪ Recorrido Cognitivo (<i>cognitive walkthrough</i>)</li> <li>▪ Recorrido de usabilidad plural</li> <li>▪ Inspección de estándares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Observación de campo</li> <li>▪ Grupo de discusión dirigido (<i>Focus Group</i>)</li> <li>▪ Entrevista</li> <li>▪ Cuestionario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pensando en voz alta (<i>thinking aloud</i>)</li> <li>▪ Ordenación de tarjetas (<i>card sorting</i>)</li> </ul>

Elaboración propia a partir de Perurena y Moráguez, 2013

#### 1) Método de inspección.

Emplean el trabajo de expertos, ya sean evaluadores de usabilidad o asesores con experiencia en el diseño persona-computador. Estos inspeccionan la interfaz que es ofrecida al usuario en base a su usabilidad y accesibilidad. Dentro de este método se destacan los siguientes:

- Heurística: Desarrollado por Jacobs Nielsen<sup>8</sup>, el objetivo es encontrar problemas en la interfaz de usuario para remediarlos en el proceso de diseño. Se realiza en base a la conformidad respecto a una serie de reglas determinadas por varios evaluadores expertos. Es el método más utilizado y conocido en la evaluación de usabilidad.

<sup>8</sup> Nielsen Norman Group <https://www.nngroup.com/topic/heuristic-evaluation/>

- Recorrido cognitivo (*cognitive walkthrough*): Técnica que evalúa la facilidad de aprendizaje a través de prototipos de sistema. Se utiliza en etapas tempranas del desarrollo reduciendo tiempo y costo debido a la nula intervención del usuario.

## 2) Métodos de indagación

Método basado en resultados a observaciones y preguntas formuladas, consultadas directamente a usuarios utilizando del sistema en condiciones reales. Algunas de estas técnicas son:

- Observación de campo: Técnica que captura toda actividad relacionada a la tarea y su contexto, como también entender los diferentes modelos mentales que tiene el usuario.
- Grupo de discusión dirigido (*Focus Group*): Captura de datos mediante la participación de seis a nueve usuarios para discutir aspectos del sistema. Recoge capturas de reacciones espontáneas e ideas de los usuarios que evolucionan en el proceso dinámico del grupo.

## 3) Test

Método en el que los evaluadores utilizan resultados en base al trabajo en tareas del sistema o prototipo realizado por usuarios representativos.

- Pensando en voz alta (*thinking aloud*): Se solicita a los usuarios que expresen sus pensamientos, sentimientos y opiniones respecto al sistema en voz alta. Es eficaz para la captura de aspectos relacionados con las actividades cognitivas de los usuarios potenciales.
- Ordenación de tarjetas (*card sorting*): Es una técnica realizada por el arquitecto de información en la que se toma en cuenta las aportaciones de los usuarios para

decidir la estructura que debe llevar la interfaz. Ayuda en la toma de decisiones para la organización de categorías centrada en el usuario.

En el sitio web [www.usabilitynet.org](http://www.usabilitynet.org) se presenta una tabla detallada con los distintos métodos y técnicas susceptibles de ser utilizados para evaluar la usabilidad (Tabla 2).

Tabla 2.- Métodos y técnicas para evaluar la usabilidad

Selección de los métodos más apropiados dependiendo de una de las tres condiciones					
Tiempo y recursos limitados		Acceso no directo de los usuarios		Habilidades y conocimientos limitados	
Planeamiento y viabilidad	Requisitos	Diseño	Implementación	Test y mediciones	Post implementación
Comenzando	Encuesta a usuarios	Guías de diseño	Guía de estilos	Evaluación diagnóstica	Test de implementación
Reunión de partes interesadas	Entrevistas	Prototipo en papel	Prototipo rápido	Test de desempeño	Evaluación subjetiva
Análisis de contexto	Investigación contextual	Evaluación heurística		Evaluación subjetiva	Encuesta a usuarios
ISO 13407	Observación de usuarios	Diseño paralelo		Evaluación heurística	Evaluación remota
Planeamiento	Contexto	Cuadro de historias		Técnica de incidencia crítica	
Análisis de competidores	Grupo de focos	Prototipo de evaluación		Satisfacción	
	<i>Brainstorm</i>	Mago de Oz			
	Evaluación de sistema existente	Patrones de diseño de interfaz			
	<i>Card Sorting</i>				
	Diagrama de afinidades				
	Escenarios de uso				
	Análisis de tareas				
	Reunión de requisitos				

Traducción propia a partir de <http://www.usabilitynet.org/tools/methods.htm>  
(Recuperado el 05 de abril de 2017)

Una metodología de amplia difusión y que se generalmente se complementa con algunas de las metodologías y técnicas previamente mencionadas, es la metodología basada en tareas. Se solicita a los participantes una serie de tareas a realizar sobre la aplicación, sitio web, etc. objeto de estudio, y posteriormente se identifican y analizan los errores que se han cometido, el tiempo empleado y su satisfacción al finalizar las tareas (Hassan y Ortega, 2009).

En el contexto de la evaluación de la usabilidad de geoportales IDE, se encuentran algunos estudios donde se aplican algunas de las metodologías previamente descritas con algunas adaptaciones específicas. Destacándose el trabajo realizado en el marco del proyecto Geo Test de la *National Land Survey of Sweden- University of Gävle* y descrito en el artículo “*Geoportal Usability Evaluation*” (He et al., 2012), que se corresponde con la metodología basada en tareas. Mientras que en el ámbito latinoamericano la referencia lo constituye el Proyecto “Usabilidad de Geoportales IDE” realizado en el año 2015 en el marco del Programa de Asistencia Técnica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)<sup>9</sup>, proyecto en el que también se ha utilizado la metodología basada en tareas y se ha complementado con una adaptación del cuestionario *System Usability Scale* (SUS) de Brooke (1996) de amplia difusión y utilización en pruebas de usabilidad.

### **2.3.2. Técnica Eye-Tracking.**

El concepto de *eye-tracking* se refiere al “...conjunto de tecnologías que permiten monitorizar y registrar la forma en la que una persona mira una determinada escena o imagen, en concreto en qué áreas fija su atención, durante cuánto tiempo y qué orden sigue en su exploración visual” (Hassan y Herrero, 2007).

---

<sup>9</sup><http://comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/PAT2015.htm>

El estudio del movimiento ocular tiene ya bastantes años, tiene más de un siglo de historia. Su primera aplicación en el diseño ergonómico data de los años 50 (Fitts, Jones & Milton; 1950; citado por Hassan y Herrero, 2007), pero no fue hasta la década del 70 cuando la técnica comenzó a ser más conocida por estudios de lectura de documentos y un gran crecimiento en aplicaciones como psiquiatría, marketing y publicidad. El uso de esta técnica para diagnosticar los problemas de interfaz de usuarios, ha registrado un gran crecimiento y popularidad en los últimos 20 años (Dawson, 2014).

La técnica de *eye-tracking* implica la grabación de la posición del ojo (punto de mirada) y el movimiento en una pantalla en 2D o en entornos 3D basado en el seguimiento óptico de reflexiones de la córnea para la evaluación de la atención visual<sup>10</sup>. Los movimientos oculares permiten el rastreo de la atención visual que se asocia directamente con el punto de vista del espectador (Goldberg & Kotval, 1999). Existen varios tipos de modelos de mediciones que pueden utilizar, pero basta con modelar el movimiento mediante dos conceptos claves, uno de ellos es la fijación y el otro son los movimientos sacádicos. El primer concepto hace referencia al momento en el que la mirada permanece fija sobre un objeto en particular, mientras que los movimientos sacádicos son aquellos movimientos que se realizan entre fijaciones, los cuales son bastante rápidos de 30-120 m/s (Jacob, 1995) durante los cuales la visión queda prácticamente suprimida, aunque no seamos conscientes de ello.

En cuanto a los dispositivos de *eye-tracking*, se han ido desarrollando diferentes tecnologías considerando la precisión, comodidad y diseño de los mismos. Existen dos tipos de dispositivos: *mobile eye-tracking* y *remote eye-tracking* (Goldberg &

---

<sup>10</sup> *iMotions. Eye Tracking: The Ultimate Pocket Guide.* (2016). <https://imotions.com/blog/eye-tracking/>

Wichansky, 2003; Kiefer, Giannopoulos, Raubal & Duchowski, 2017). A continuación, se describen estos dos grupos de dispositivos:

- *Mobile eye-tracking*: Se ubica en la cabeza del usuario y también se lo conoce como *head-mounted eye tracker* (Figura 2).
- *Remote eye-tracking*: Registra los movimientos oculares desde distancia, también conocidos como *table-mounted* (Figura 3) y tiene la ventaja de ser menos intrusiva (Goldberg & Wichansky, 2003), además de generar más comodidad al usuario (Hassan & Herrero, 2007)



Figura 2. *Mobile eye-tracking*  
Fuente: <http://.goo.gl/y2QuGb>  
(Recuperado el 10 de mayo de 2017)

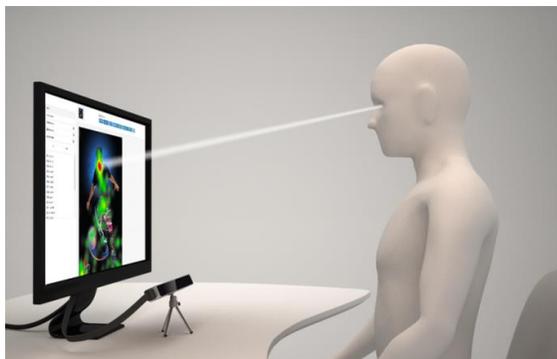


Figura 3. *Remote eye-tracking*  
Fuente: <https://goo.gl/bQksgT>.  
(Recuperado el 10 de mayo de 2017)

La última categoría es la más moderna y por ende la más utilizada en la actualidad, básicamente se enlaza el monitor con el dispositivo que hace rebotar infrarrojos de tipo LED sobre la cara del usuario posicionándose usualmente debajo del monitor (Moya, 2016).

A continuación, se presenta una tabla con las principales diferencias entre los dos tipos de dispositivos de *eye-tracking*.

Tabla 3.- Tipos de dispositivos *eye-tracking*

<i>Table-mounted eye tracker</i>	<i>Head-mounted eye tracker</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registran los movimientos oculares a distancia.</li> <li>▪ Montado bajo o cerca del monitor.</li> <li>▪ El usuario es sentado frente al dispositivo.</li> <li>▪ Recomendado para las observaciones de cualquier material de estímulo basado en pantallas en entornos de laboratorio, tales como imágenes, vídeos y páginas web, estímulos fuera de línea (revistas, libros, etc.), y otros ajustes pequeños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de actividad ocular a corta distancia.</li> <li>▪ Montado gafas ligeras.</li> <li>▪ El usuario es capaz de caminar libremente.</li> <li>▪ Recomendado para las observaciones de objetos y ejecución de tareas en la vida real o entornos virtuales (estudios de usabilidad, pruebas de productos, etc.)</li> </ul>

Nota: Elaboración propia a partir de *Eye Tracking: The Ultimate Pocket Guide*, 2016<sup>11</sup>

La mayoría de los dispositivos de seguimiento ocular utilizan la tecnología de infrarrojo cercano en conjunto con una cámara de alta resolución u otro sensor óptico. El trabajo realizado por el software consiste en identificar el reflejo de la córnea con el centro de la pupila (Figura 4) y realizar un cálculo trigonométrico hacia donde mira el usuario identificando la intersección de la vista y el plano generado por el monitor. (Batista, 2004; Nielsen & Pernice, 2009). El cálculo del foco de la mirada del usuario se realiza con la comparación de la posición de la luz infrarroja cercana (reflejada en el ojo) y la

<sup>11</sup> <https://imotions.com/blog/eye-tracking/>

posición de la pupila (Dawson, 2014) conocida como *Pupil Center Corneal Reflection* (PCCR). Esta técnica es la más utilizada en la actualidad por los sensores de seguimiento ocular que encuentran disponibles en el mercado. Para aplicar esta técnica, el sensor posee una luz infrarroja y una cámara de vídeo. Cuando está activado, el dispositivo ilumina al usuario con dos proyecciones de rayos infrarrojos que generan un reflejo en las córneas de los ojos, concretamente en la fóvea, que es una pequeña zona de la retina donde registramos la visión más nítida. El dispositivo utilizado en este proyecto posee estas características, como se puede apreciar en la Figura 5.



Figura 4.- Cálculo de foco de mirada de usuario.

Fuente: <https://goo.gl/C17H0Q>  
(Recuperado el 10 de mayo de 2017)

La posición de la reflexión de la luz infrarroja en el ojo (el punto blanco en el centro), respecto a la pupila (el círculo negro) se utiliza para calcular la dirección de la mirada del usuario.



Figura 5.- Eye Tribe ET1000

Fuente: <http://www.uta.fi/sis/tauchi/virg/laboratory.html>  
(Recuperado el 10 de mayo de 2017)

Después de realizar la grabación de la mirada del usuario utilizando el sensor de seguimiento ocular y el software asociado, el mismo calcula una serie de métricas sobre el comportamiento visual que se ofrecen a través de animaciones, representaciones y bases de datos para su análisis. A continuación, se resumen los dos resultados más conocidos en cuanto a representaciones visuales se refiere:

### 1) Representaciones de recorridos de las fijaciones

Indican el recorrido de la mirada a través de las fijaciones, es decir, el lugar donde la mirada del usuario se detuvo. En la Figura 6, se muestra un ejemplo, los números indican el orden cronológico de las fijaciones, y el tamaño del círculo indica cuánto tiempo duró la fijación - cuanto mayor sea el círculo, más tiempo se quedó el ojo en un lugar específico. Además, se puede obtener información sobre los elementos sobresalientes (elementos que se destacan en términos de brillo, tono, saturación, etc.) en la pantalla o el medio ambiente que han llamado la atención.<sup>12</sup>



Figura 6.- Representación de recorrido de las fijaciones

Fuente: <https://goo.gl/ARy71r>

(Recuperado el 10 de mayo de 2017)

<sup>12</sup> <https://imotions.com/blog/eye-tracking/>

## 2) *Heatmaps* o mapas de calor

Señalan gráficamente las zonas donde hay una mayor frecuencia de fijaciones, representando así las zonas donde el usuario presta una mayor atención (Figura 7). Tiene la ventaja de ser una representación que aporta información de forma rápida, y resulta muy ilustrativa para los evaluadores. Además, es una buena opción para visualizar qué elementos del estímulo fueron capaces de llamar la atención. Las zonas rojas indican un elevado número de puntos de fijación de la mirada, es decir, indican zonas de más interés; mientras que las zonas amarillas y verdes indican zonas de menor atención e interés.

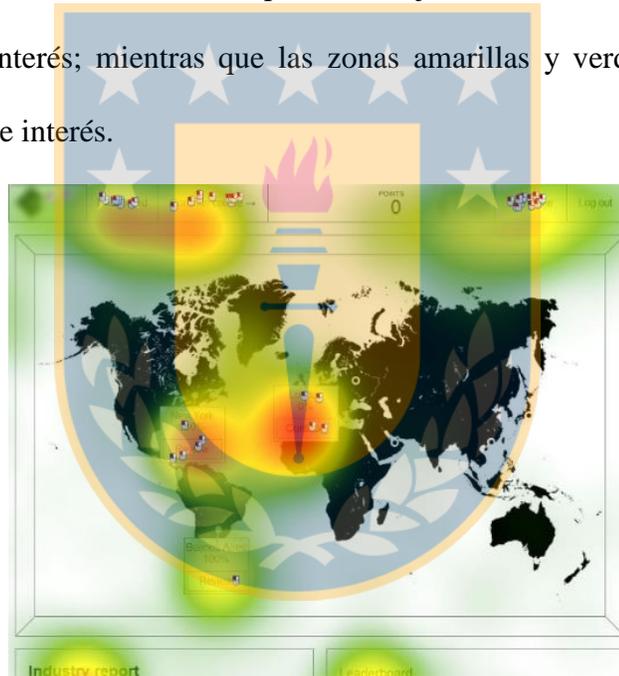


Figura 7.- *Heatmaps*.

Recuperado <https://goo.gl/NyUzJK>

(Recuperado el 10 de mayo de 2017)

Según Arrazola y Marcos (2014), estas son las métricas más utilizadas en estudios que utilizan técnicas de *eye-tracking*:

- *Time to first fixation* (TFF): tiempo que tarda el usuario en fijar su mirada por vez primera en una determinada zona de la pantalla objeto de estudio (llamada AOI, del inglés *area of interest*).

- *Fixations before* (FB): número de fijaciones de la vista que ha habido desde que se ha presentado el estímulo en la pantalla hasta que el usuario ha llegado al AOI objeto de estudio.
- *First fixation duration* (FFD): duración de la primera fijación ocular en el AOI objeto de estudio.
- *Fixation duration* (FD): duración de cada una de las fijaciones en el AOI objeto de estudio.
- *Total fixation duration* (TFD): tiempo total que el usuario ha dedicado a mirar el AOI objeto de estudio.
- *Fixation count* (FC): número de fijaciones oculares en un AOI determinado.
- *Visit duration* (VD): tiempo que duran las miradas en el AOI objeto de estudio cada vez que un usuario dirige a ella su atención.
- *Total visit duration* (TVD): tiempo total que el usuario ha estado mirando el AOI objeto de estudio a lo largo de la sesión de grabación.
- *Visit count* (VC): número de veces que la mirada se ha dirigido al AOI objeto de estudio.
- *Percentage fixated* (% Fix): porcentaje de usuarios que ha mirado el AOI objeto de estudio.
- *Percentage clicked* (% Click): porcentaje de usuarios que ha clicado el AOI objeto de estudio.
- *Time from first fixation to next mouse click* (TFFC): tiempo que pasa desde que una persona mira por primera vez el AOI objeto de estudio hasta que clicca en ella.

- *Time to first mouse click* (TFC): indica el tiempo que pasa desde que una persona es expuesta a un estímulo hasta que hace el primer clic.
- *Mouse click count* (MCC): número total de clics que ha recibido el AOI objeto de estudio.

En general, las métricas que permiten obtener información sobre la eficiencia y la eficacia del objeto de estudio son las siguientes:

- Número total de fijaciones: mayor número de fijaciones indica una menor eficiencia de la búsqueda, lo que puede indicar un problema en el esquema organizativo de la interfaz.
- Número de fijaciones sobre un área de interés: mayor número de fijaciones indica mayor importancia para el usuario.
- Duración de la mirada fija sobre un área de interés: mayor duración indica mayor dificultad para interpretar el contenido del área.
- Densidad espacial de las fijaciones: Las fijaciones se concentran en una zona más pequeña indican mayor eficiencia en la búsqueda visual, mientras que si son más dispersas sugieren que la búsqueda está resultando menos eficiente.
- Tiempo transcurrido hasta la primera fijación: menos tiempo transcurra hasta que el usuario se fije por primera vez en un área de interés, mayor será la capacidad de las propiedades gráficas del área para atraer la atención visual.

Estas métricas facilitan potencialmente la interpretación de la exploración visual, pero el usuario puede estar realizando una navegación visual sin poner atención ni concentración en el área de interés. Para solucionar esta problemática se hace uso del método “*think-aloud*” el cual tiene por objetivo que el usuario describa en voz alta lo que está llevando a

cabo. Este método posee otro inconveniente, estar comentando puede alterar de una u otra forma la realización de la inspección visual, para ello se hace uso del método “*think-aloud retrospectivo*” el cual consiste en que el usuario realice una descripción de su actuar al terminar la evaluación con la técnica *eye-tracking*. Los métodos por si solos entregan resultados, pero la combinación de ellos permite mejores resultados para análisis, ya que cada uno aporta información para la interpretación de los datos.

#### **2.4. Técnicas de *eye-tracking* e información geográfica**

Existe una numerosa cantidad de autores que utilizan técnicas de *eye-tracking* en sus investigaciones en el ámbito de las ciencias geográficas y cartografía, siendo la usabilidad de mapas el nexo común de estos estudios. No sólo se abordan cuestiones semánticas y de comunicabilidad, sino que además interfaces de usuario que implican sistemas información geográfica actuales como los geoportales Web (Moya, 2016).

La técnica de *eye-tracking* al entregar resultados sobre donde está observando el usuario, la transforma en una interesante técnica para las investigaciones relacionadas con el espacio cognitivo y ciencias de la información geográfica, cartografía y campos relacionados. (Kiefer et al, 2017). En el ámbito de las ciencias geográficas el uso de la metodología de la técnica se ha incrementado a partir del año 2010 (Opach y Nossun, 2011).

En la cartografía y geovisualizaciones se ha tenido interés en los principios cognitivos desde hace mucho tiempo en la creación, lectura y comprensión de mapas (MacEachren, 1995; Montello, 2002), además, cómo diseñar un geovisualizador que sea cognitivamente adecuado para un usuario o grupo particular de usuarios en un contexto dado (Slocum., 2001; Fabrikant & Lobben, 2009). Considerando que los mapas son un medio visual, la

técnica *eye-tracking* es apropiada por los cartógrafos en el proceso de diseño de mapas. Más recientemente se ha sugerido que además se utilice como técnica empírica tanto en la investigación cartográfica como en la práctica. La gran cantidad de investigaciones sobre la técnica y la IG demuestran que el *eye-tracking* ha tenido un gran aumento. Por ejemplo, en el estudio del relieve como se muestra en la Figura 8.



Figura 8.- Estudio de relieve con dispositivo *eye-tracking* remoto  
Fuente: Kiefer et al., 2017

Según Kiefer et al. (2017) y Moya (2016) en cartografía, la técnica de *eye-tracking* se aplica a tres tipos de mapas: mapas estáticos, animados e interactivos. A continuación, se presenta un breve resumen de la aplicación a los tres tipos de mapas mencionados:

#### 1) Mapas estáticos

El primer tipo de aplicación de la técnica en cartografía consiste en el desarrollo del diseño de mapas estáticos, donde los estímulos se crean modificando una variable de diseño cartográfico de forma sistemática o cambiando el diseño completo del mapa.

Los datos obtenidos de la aplicación de la técnica se utilizan como medida agregadas que se interpretan como un indicador de estados cognitivos, por ejemplo, la duración de las fijaciones indica una carga cognitiva.

Existe una gran cantidad de estudios enfocados a este tipo de mapas, como la comparación de la posición de etiquetas, la influencia de la distancia de color y el tamaño de fuente en la legibilidad del mapa, la correcta visualización de cambios de elevación en mapas y la comparación de visualizaciones en 2D y 3D.

En la actualidad las aplicaciones de esta técnica a mapas estáticos se realizan utilizando exclusivamente monitores digitales. Por ejemplo, un estudio realizado por Incoult et. al. (2015) comparó un mapa digital y otro en papel, y el resultado fue que las mayores fijaciones por segundo fueron encontradas en la versión digital, pero la distribución de la mirada fue similar.

## 2) Mapas animados

En el caso de mapas animados se debe considerar que puede haber algunos elementos sirven para llamar la atención y mientras que otros transmitan información de fenómenos espaciotemporales. Por lo tanto, los estudios en mapas animados tienen principalmente dos propósitos:

- Determinar como la animación necesita ser diseñada para atraer la atención.
- Investigar como el espectador entiende las animaciones.

Opach y Nossun (2011) realizaron un estudio con 10 participantes sobre dos mapas, uno con animaciones semiestáticas y otro con animaciones complejas. En base a ese estudio, reflexionaron acerca de la conveniencia de las tecnologías *eye-tracking* como metodología para evaluar mapas animados como estímulo. Concluyeron que la técnica es válida como herramienta, pero recomendaron limitar la complejidad del estímulo para facilitar el análisis.

### 3) Mapas interactivos

Un mayor desafío en la evaluación con *eye-tracking* es realizar el estudio con mapas interactivos incluyendo los mapas web. Según Ooms et al. (2015), la extensión visible de un mapa interactivo es dinámica, basada en la entrada por parte del usuario. Además, generalmente se pretende registrar todas las interacciones y sincronizarlas con los datos de la técnica. El tema central de investigación, generalmente, es la interacción del usuario y la atención visual, como la similitud espaciotemporal de la trayectoria del *mouse* y las miradas (Çöltekin et al., 2014) y la influencia de la exploración en los movimientos oculares (Ooms et al., 2016)

Existen diversos trabajos que utilizando la técnica de *eye-tracking* proponen metodologías para pruebas de usabilidad en mapas interactivos, siendo este ámbito muy prometedor para los diseñadores de mapas e interfaces tanto en práctica como en investigación.

En el contexto de los geoportales el mapa interactivo se encuentra disponible en el visualizador de mapas y recientes estudios dejan en evidencia las potencialidades que ofrece esta técnica para disponer de información que contribuya a generar recomendaciones de mejora en las interfaces gráfica (Kellenberger et al., 2016)

Resulta necesario destacar que los avances tecnológicos permiten el seguimiento en tiempo real para iniciar un diálogo de interacción de un sistema informático con una interfaz de escritorio o móviles. Los dispositivos *mobile eye trackers* abren una perspectiva diferente, ya que pueden ser utilizados fuera de un laboratorio de investigación. Los resultados de estos dispositivos permiten un tipo de análisis que incluyen una posición específica y la exploración visual del entorno, como lo realizado en

el trabajo de Ohm, Müller & Ludwig (2017) titulado “*Evaluating indoor pedestrian navigation interfaces using mobile eye tracking*” donde se evalúa la usabilidad de sistemas de navegación peatonal o el estudio de realizado por Giannopoulos et al. (2012) donde se realizó la interacción de un dispositivo móvil con la mirada del usuario mientras interactuaba con un mapa, se alinearon las coordenadas de la pantalla con las coordenadas geoespaciales que el usuario observaba. (Figura 9)

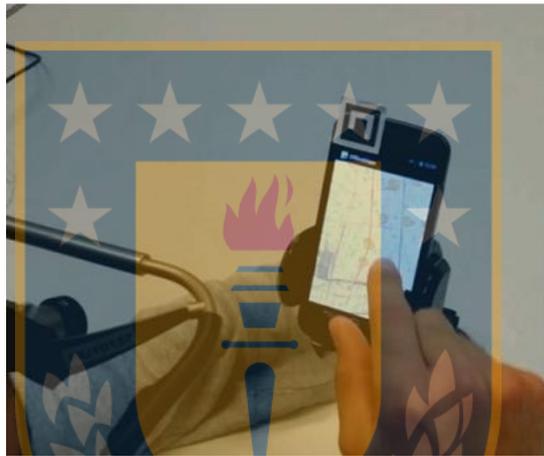


Figura 9.- Estudio con mapas interactivos en móviles  
Fuente: Kiefer et al., 2017

El futuro considerando las técnicas de *eye-tracking* para investigación espacial se basa en las mejoras en la precisión, frecuencia, fiabilidad, facilidad de uso y movilidad de los dispositivos, ya que se han abierto nuevas oportunidades para ciencia cognitiva, geociencias y cartografía, así como la interacción hombre-ordenador. Considerando que el desarrollo en el campo está impulsado por el avance tecnológico, Kiefer et al. (2017) indica que se ha comenzado a explotar el potencial de la técnica y que existe una tendencia continua entre la realidad virtual (VR) y el *eye tracking*, aunque la validez de los estudios de atención visual no se ha explotado aún.

## Capítulo III: Prueba de usabilidad

### 3.1. Introducción

En el presente capítulo se presenta, en primer lugar, el contexto de aplicación: el geoportal de la IDE de Chile. A continuación, se selecciona y caracteriza el perfil de usuario en base al cual se desarrollará la prueba de usabilidad. Para continuar, se presenta la tecnología: el sensor *eye tracking* y los *softwares* de análisis y obtención de resultados.

En segundo lugar, se presenta el diseño de la prueba de usabilidad centrada en la metodología basada en tareas y los cuestionarios que complementarán la misma. A continuación, se presentan los resultados de la prueba piloto que se aplicó con el fin de validar la prueba previamente diseñada. Para finalizar el capítulo se describe la aplicación de la prueba de usabilidad.

### 3.2. Contexto de aplicación: Geoportal IDE de Chile

El objeto de evaluación de este proyecto corresponde al Geoportal IDE Chile ([www.ide.cl](http://www.ide.cl)), que tiene sus orígenes en el Decreto 28 que se promulgó en el 10 de marzo de 2006.

En el marco del Decreto 28 se crea el Sistema Nacional de Coordinación de información Territorial, identificada mediante la sigla “SNIT” el cual tiene como objetivo la completa gestión de la información territorial en Chile, la elaboración de propuestas y las sugerencias necesarias para su modernización. En el artículo 4 de dicho Decreto se menciona que “las instituciones públicas deberán publicar las características de la información territorial que manejan, mantienen, construyen y gestionan, en o a través de los medios que el Sistema disponga para ello (portal web del sistema, catálogo web de

metadatos, u otros).” Además, se menciona que este sistema debe “...garantizar a todos los ciudadanos la posibilidad de conocer la información territorial pública que existe en los organismos de la Administración del Estado...” (Decreto 28, 2006). En este contexto se crea la Infraestructuras de Datos Espaciales de Chile (IDE-Chile), esta iniciativa gubernamental es liderada por el Ministerio de Bienes Nacionales. Los objetivos y ejes estratégicos de la IDE-Chile se detallan en el documento de la Política Nacional de Información Geoespacial (2014). La IDE-Chile pone a disposición de las instituciones públicas y privadas, y de la ciudadanía en general datos e información geográfica a través de su Geoportal IDE [www.ide.cl](http://www.ide.cl) (Figura 10).

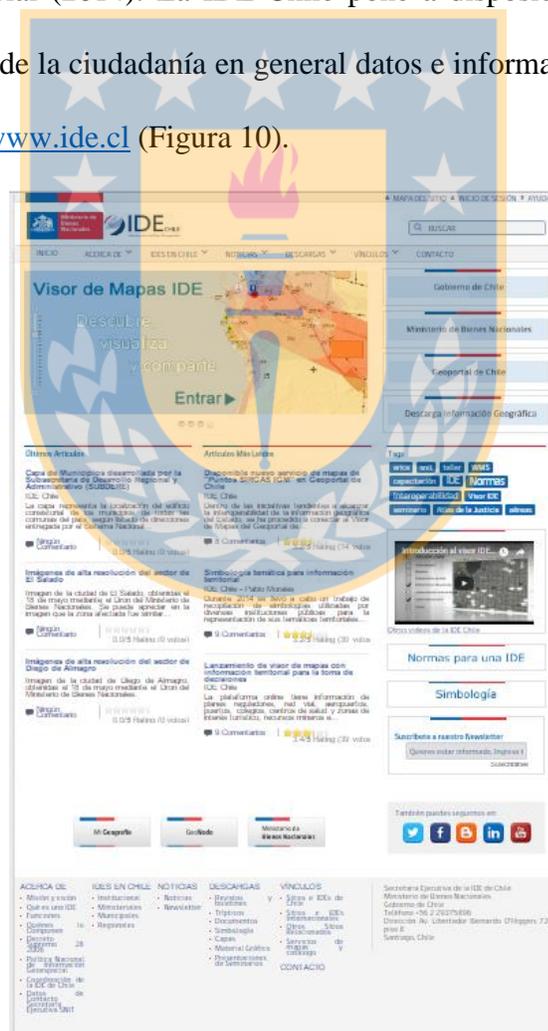


Figura 10.- Vista del Geoportal IDE Chile. [www.ide.cl](http://www.ide.cl)  
Recuperado el 1 de Junio de 2017

Los avances en las IDE en Chile van en aumento, desde la creación del SNIT, se ha producido un continuo desarrollo de geoportales a distintos niveles: institucional<sup>13</sup>, ministerial<sup>14</sup>, municipal<sup>15</sup> y regional<sup>16</sup>.

En la sección 2.2.1 se presentó la definición de geoportales IDE y además se incluyeron los servicios y funciones/operaciones mínimas que deben estar disponibles dentro del mismo según Manrique & Manso (2012). En el marco de este proyecto de título se evalúa la usabilidad del Geoportal IDE de Chile, previamente presentado, y se considera tres de sus cuatro operaciones básicas: buscar/localizar, descargar y visualizar. La cuarta función, procesamiento, no se considera porque se realiza dentro del visor/visualizador de mapas IDE que no se ha considerado como objeto de estudio en el marco de este proyecto.

### 3.3. Selección del perfil usuario

Para el perfil de usuario se tomaron en consideración las siguientes definiciones de usuario y perfil de usuario presentes en la ISO 9241-11:1998 e ISO 9241-151: 2008 respectivamente:

- Usuario: Persona que interacciona con el producto. [ISO 924111:1998. 3.7]
- Perfil; perfil de usuario: Es el conjunto de atributos utilizados por el sistema que son exclusivos de un determinado usuario/grupos de usuarios. [ISO 9241-151:2008. 3.19]

Junto con las definiciones previamente detalladas se considera los tres perfiles de los geoportales definidos por Kormakova (2007):

---

<sup>13</sup> Iniciativas IDE Institucionales <http://www.ide.cl/ides-en-chile/institucional.html>

<sup>14</sup> Iniciativas IDE Ministeriales <http://www.ide.cl/ides-en-chile/ministeriales.html>

<sup>15</sup> Iniciativas IDE Municipales <http://www.ide.cl/ides-en-chile/municipales.html>

<sup>16</sup> Iniciativas IDE Regionales <http://www.ide.cl/ides-en-chile/regionales.html>

- Usuarios de perfil alto que gestionan datos, analizan y proporcionan los resultados de su trabajo a otros usuarios
- Usuarios de perfil medio con necesidades de información geográfica alcanzables con cierta facilidad
- Usuarios ocasionales (turistas, estudiantes, etc.) que necesitan funcionalidades básicas como visualizar una capa de datos, cambiar de escala, ejecutar consultas simples, imprimir o guardar la imagen.

En base a estas definiciones, para la realización de la prueba de usabilidad se ha seleccionado un perfil de usuarios alto y el muestreo realizado corresponde a uno de tipo incidental, seleccionando la muestra por conveniencia sobre la base de un grupo de sujetos que respondían a una característica particular: ser alumno de Ingeniería Geomática de cursos superiores (específicamente sobre 5º semestre).

*“Se dice que una muestra es incidental cuando el investigador la forma con los elementos de la población que están más a su alcance. Siendo este el único criterio para la selección de su muestra, la representatividad de la misma es prácticamente desconocida, no puede saberse en qué medida esta muestra es representativa de la población.”* (Bayardo, 1993).

### **3.4. Tecnologías**

#### **3.4.1. Sensor**

El dispositivo a utilizar es un sensor del tipo remoto desarrollado por la empresa danesa *The Eye Tribe*<sup>17</sup>. El sensor no requiere de una fuente de alimentación independiente,

---

<sup>17</sup> <http://www.theeyetribe.com>

utiliza una conexión USB 3.0 y puede ser utilizado en *Microsoft Windows 7* o posterior y OS X.<sup>18</sup> Posee dos componentes principales, una cámara y un LED infrarrojo de alta resolución<sup>19</sup> (Figura 11). Comparte un funcionamiento y aporta resultados sobre la mayoría de los parámetros indicados en la sección 2.2.3. A continuación se presenta una tabla resumen con las características principales del sensor.

Tabla 4.- Especificaciones Técnicas de ET1000

Tasa de muestreo	30 Hz y el modo de 60 Hz
Exactitud	0,5 ° (promedio)
Resolución espacial	0,1 ° (RMS)
Estado latente	<20 ms a 60 Hz
Calibración	5, 9, 12 puntos
Rango de operación	45 cm - 75 cm
área de seguimiento	40 cm × 30 cm a 65 cm de distancia
Los tamaños de pantalla	Hasta 24 pulgadas
API / SDK	C ++, C # y Java incluidos
Salida de datos	Datos binoculares
Dimensiones	20 x 1.9 x 1.9 cm
Peso	70 g
Conexión	USB 3.0 SuperSpeed

Elaboración propia a partir de <https://theeyetribe.com/products/>

<sup>18</sup> <https://theeyetribe.com/products/>

<sup>19</sup> <http://newtechworld.net/senseeye-a-technology-to-control-your-tablet-using-your-eye/>



Figura 11.- Componentes sensor eye-tribe  
Recuperado de <https://goo.gl/pzTZMo>

### 3.4.2. Software

Para el desarrollo de la prueba de usabilidad se utilizaron dos *softwares*:

- OGAMA (*OpenGazeAndMouseAnalyzer*)<sup>20</sup>: para obtener los datos del sensor y para el análisis de los mismos (Anexo 7.1)
- *CamStudio*<sup>21</sup>: permite la grabación de pantalla para *screencasts* para registrar los movimientos del ratón y todas las acciones realizadas por el usuario en la pantalla (Anexo 7.2)

## 3.5. Definición de la prueba de usabilidad

### 3.5.1. Definición de tareas

La prueba para evaluar la usabilidad del Geoportal de la IDE de Chile se desarrolló utilizando la metodología basada en tareas, que se definieron a partir de las tres funciones/operaciones básicas disponibles en un geoportal IDE: buscar/localizar, descargar y visualizar. No se consideró la función procesar, porque la misma se realiza dentro del visualizador de mapas y en el marco de este trabajo solo se considera el

<sup>20</sup> OGAMA <http://www.ogama.net/>

<sup>21</sup> CamStudio <http://camstudio.org/>

geoportal, es decir, la primera página que de acceso a la IDE con sus funciones y servicios.

Previo a la definición de las tareas se realizó una revisión del geoportal de la IDE de Chile. En primer lugar, se identificaron las funciones/operaciones básicas, considerando: a) localización exacta (“coordenadas X-Y), ¿dónde está la función?; b) posibles recorridos para encontrar la función, ¿cómo puedo encontrarlas; c) la opción de acceso a la función es única o se encuentra más de una. A partir de esta revisión se obtuvieron los siguientes resultados considerando la descripción asociada a cada función:

- **Función buscar/localizar:** Permite la búsqueda y localización a través de un catálogo de datos y servicios de la información geográfica.

Esta función está disponible en el geoportal una vez y se accede a la misma a través de *banner* (Figura 12)



Figura 12.- Zona valida de función buscar/localizar (en naranja)

- **Función descargar:** Permite descargar una copia parcial o completa de un conjunto de datos geográficos.

Esta función está disponible en el geoportal tres veces y se accede a través del *banner* (1), la barra de navegación (2) y una etiqueta con hipervínculo (3)(Figura 13)



Figura 13.- Zona válida de función descargar (en naranja)

- **Función visualización:** Permite visualizar cartografía, imágenes y servicios de diferentes fuentes de forma interoperable e interactiva. En los geoportales se presenta a través de su visor/visualizador de mapas.

Esta función está disponible en el geoportal una vez y se accede a la misma a través de *banner* (Figura 14).



Figura 14.- Zona válida de función Visualizar (en naranja)

Considerando los resultados de la revisión realizada en el geoportal de la IDE de Chile, se procedió a realizar los procedimientos e instrucciones de la prueba de usabilidad basada en tres tareas, para cada una de las funciones que previamente se describieron. La prueba se diseñó en el *software* OGAMA utilizando el módulo de diseño de diapositivas (*Slideshow Design Module*), se diseñaron dos tipos de diapositivas: instrucciones y navegación web (Anexo 7.3). En el Anexo 7.4. se presentan todas las instrucciones y tareas que conforman la prueba de usabilidad.

### **3.5.2. Diseño de cuestionarios**

- Cuestionario 1

El objetivo de este cuestionario es obtener información general del usuario, su nivel de conocimiento sobre IG, conocimiento de las funcionalidades básicas disponibles en una IDE y si ha utilizado en particular la IDE Chile (Anexo 7.5)

- Cuestionario 2

El objetivo de este cuestionario es obtener más información sobre las tres tareas realizadas por los usuarios, obteniendo una opinión de los mismos que permitan emitir conclusiones sobre de parámetros de la usabilidad: eficiencia, eficacia (Anexo 7.6) que se complementarán con los resultados de la prueba realizada con el sensor de seguimiento ocular.

### **3.6. Prueba piloto: validación de tareas y cuestionarios.**

Se realizó una prueba piloto con el objetivo de validar tanto la prueba de usabilidad basada en tareas como los cuestionarios que la complementan.

La prueba piloto se realizó en el Laboratorio de Fotogrametría perteneciente al departamento de Ciencias Geodésicas y Geomática del Campus Los Ángeles de la Universidad de Concepción. Participaron 5 usuarios, todos ellos pertenecientes a la carrera Ingeniería Geomática cumpliendo el requisito de perfil de usuario expuesto en apartado 3.3.

Al iniciar la prueba se entregó el cuestionario 1 (Anexo 7.5). Luego se desarrolló la prueba diseñada con el *software* OGAMA y utilizando el sensor *Eye-Tribe* realizando el correspondiente proceso de calibración del mismo. A su término se procedió a hacer entrega del cuestionario 2 (Anexo 7.6).

Una vez terminada la prueba, se procedió a recopilar los datos obtenidos para la evaluación de usabilidad. A continuación, se detallan los principales resultados y conclusiones obtenidos en la prueba piloto:

a. Sobre el software y hardware utilizado:

- Los datos son debidamente almacenados y confiables.
- Se obtuvo un 100% de efectividad en el almacenamiento de datos.
- El espacio físico cumple con características propicias para llevar a cabo la prueba.
- El *software* arroja resultados que permiten su análisis sin problemas.
- El *hardware* utilizado soporta las condiciones de trabajo.

b. Sobre los cuestionarios:

- Cuestionario 1: recoge la información necesaria para obtener otras características del perfil de usuario. Se valida el cuestionario y no se realizarán modificaciones.

- Cuestionario 2: permite comparar resultados de todos los usuarios sometidos a la prueba y la opinión que expresan al responder el cuestionario. Se valida el cuestionario y se elimina la última afirmación.

En el Anexo 7.8 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de los dos cuestionarios previamente mencionados.

- Al término de la prueba piloto se realizó un intercambio con los participantes para que aportarán observaciones, comentarios y sugerencias tanto de las tareas como de los cuestionarios.

Considerando los resultados de la prueba piloto, se realizan ajustes en el cuestionario 2 y se procede a preparar la prueba de usabilidad para aplicar a un mayor número de usuarios.

### **3.7. Aplicación de la prueba de usabilidad**

La aplicación de la prueba se desarrollo en el Laboratorio de Geomática perteneciente al departamento de Ciencias Geodésicas y Geomática del Campus Los Ángeles de la Universidad de Concepción.

Se solicitó la participación de estudiantes que cumplan con las especificaciones estipuladas en la selección del perfil de usuario expuesto en el apartado 3.3. La prueba se desarrolló en forma individual, cada usuario realizó las tareas utilizando el sensor ocular y después completo los cuestionarios que complementan la prueba de usabilidad. Los procedimientos se detallan en el Anexo 7.7. Además, se realizó un registro fotográfico (Anexo 7.11)

## Capítulo IV: Presentación y Análisis de los resultados

### 4.1. Perfil de los participantes: caracterización

Participaron en la prueba de usabilidad 11 estudiantes. Este número se encuentra dentro de los rangos de aceptación para realizar la prueba. Según la investigación de Albert & Tullis (2013) es recomendable mantener tamaños pequeños en las muestras de pruebas de usabilidad, de cinco a diez participantes. Este número de participantes, permite obtener una medida de la evaluación de usabilidad bastante segura y conclusiones de cómo el usuario percibió el sistema o producto.

La aplicación del cuestionario 1, permitió obtener la siguiente información sobre los participantes en la prueba de usabilidad del geoportal de la IDE de Chile (Tabla 5)

Tabla 5.- Resultado de cuestionario de perfil de usuario

Media de Edad [Años]	22.8	
Sexo [%]	Femenino	9.09
	Masculino	90.9
Media de Semestre [Semestre]	8	
Aplicaciones/fuentes para buscar, descargar, visualizar [%]	Google Earth	100
	Google Maps	81.8
	OpenStreetMap	54.5
	SIG por Internet	18.2
	Geoportales IDE	54.5
	Otros	9.09
Indicar si ha utilizado IDE Chile [%]	Si	72.7
	No	27.3
Indicar funciones utilizadas [%]	Buscar/Localizar	27.3
	Descargar	36.4
	Visualizar	72.7
	Otros	0

En base a los resultados se destaca lo siguiente:

- Un mayor número de usuarios de sexo masculino.
- La media de semestres cursados es de 8° semestre, cumpliendo ampliamente la condición del perfil de usuario.
- Todos los usuarios han utilizado distintos *softwares* relacionados con IG, siendo *Google Earth* y *Google Maps* las más utilizados.
- Un 72.7% de los usuarios conocen el geoportal de IDE Chile, siendo la función de visualización la más utilizada.

## 4.2. Resultados

En la presente sección se expondrán los resultados obtenidos por la prueba de usabilidad, comenzando por indicar si las tareas se han realizado de forma correcta o incorrecta, que indica el porcentaje de eficacia. Luego se mostrarán las duraciones de las tareas, de estos resultados se puede deducir el nivel de eficiencia en la búsqueda de funciones dentro del geoportal. Estos resultados se complementan con *heatmaps* que indica la zona con más atención tomada por los usuarios y el número de fijaciones, así como la dispersión de las mismas.

### 4.2.1. Medida de eficacia de las tareas

Analizados los datos de resultados por cada usuario se determinó el porcentaje de eficacia de la prueba por cada tarea, es decir, si logro el objetivo identificando la función/operación solicitada (Tabla 6). Un resultado “Correcto” corresponde a que el usuario marco en el geoportal la zona correcta en la que se encuentra la función solicitada, el resultado “Incorrecto” corresponde a que el usuario marcó una zona

equivoca, mientras que el resultado “No encontrada” corresponde a que el usuario finalizó la prueba sin encontrar la función solicitada.

Tabla 6.- Porcentaje de eficacia por tarea

Tareas	Función	Correcto	Incorrecto	No encontrada
Tarea 1	Buscar/ localizar	9.09%	90.91%	0.00%
Tarea 2	Descargar	100.00%	0.00%	0.00%
Tarea 3	Visualizar	36.36%	27.27%	36.36%

En base a los resultados presentados se destaca lo siguiente:

- La tarea 1 (*Identificar la función: buscar/localizar*) posee un porcentaje muy bajo de logros.
- La tarea 2 (*Identificar la función: descargar*) fue lograda por la totalidad de los usuarios.
- Si bien, la tarea 3 (*Identificar la función: visualizar*) fue encontrada por algunos usuarios (27.27%), hubo otros que seleccionaron una zona que no cumplía con tal función. Un importante porcentaje de usuarios (36.36%) no fueron capaces de encontrar la función, por ende, decidieron finalizar la prueba.

#### 4.2.2. Medida de eficiencia de las tareas

##### 1) Duración de las tareas

La duración de la tarea representa la cantidad de tiempo en segundos que el usuario utilizó en realizar cada tarea de la prueba (Figura 15)

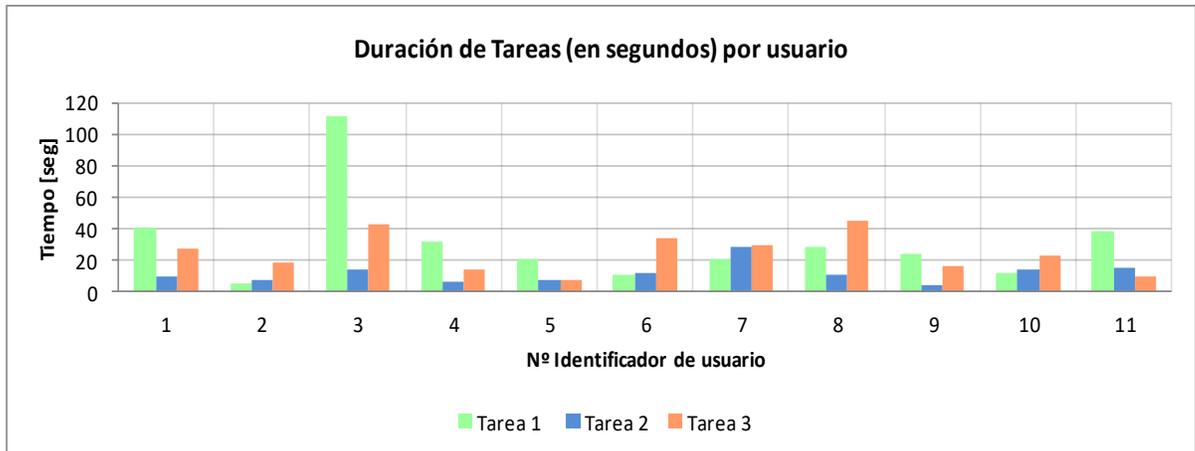


Figura 15.- Duración de tareas por usuario

Respecto a los resultados expuestos en la Figura 15 se destaca:

- El usuario 3 utilizó una gran cantidad de tiempo para encontrar la función de búsqueda en el geoportal. A pesar de llevar una mayor cantidad de tiempo el usuario marcó la opción en la búsqueda del sitio web y no en el catálogo.
- El usuario 5 utilizó la menor cantidad de tiempo en realizar las 3 pruebas.
- La tarea 1 (*Identificar la función: buscar/localizar*) posee un tiempo mayor que la tarea 2 (*Identificar la función: descargar*). Se observa en los videos de registro de cada tarea, que los usuarios presentaron dudas al marcar la opción correcta.
- La tarea 2 (*Identificar la función: descargar*) se realizó en menor tiempo que las demás tareas, además los usuarios acertaron en la respuesta.
- La tarea 3 (*Identificar la función: visualizar*) se realiza con un tiempo que oscila entre los 5 y 40 segundos aproximadamente, esta función se encuentra solamente una vez en el geoportal, específicamente en el *banner* dinámico. Por lo tanto, o la función se encuentra visible justo cuando acceden, esperan que aparezca cuando va pasando el banner o pasan el *banner* utilizando los “botones” (si logran verlos).

Resulta necesario destacar que esta función solo fue identificada correctamente por solo el 36.36% de los usuarios que participaron en la prueba.

## 2) Mapas de calor

Los mapas de calor, como se afirma en el apartado 2.3.2 corresponden a una representación gráfica de las zonas con mayor atención captada por el usuario. A continuación, se presentan cada *heatmaps* por tarea con los datos de todos los usuarios.

Los resultados presentados muestran las zonas donde los usuarios prestaron una mayor atención, el gradiente de colores indica con colores cálidos (rojos y amarillos) los puntos o zonas de mayor atención u observación prolongada, mientras que los colores fríos (verdes y azules) indican un menor grado de atención.



Figura 16.- Mapa de calor - Tarea 1

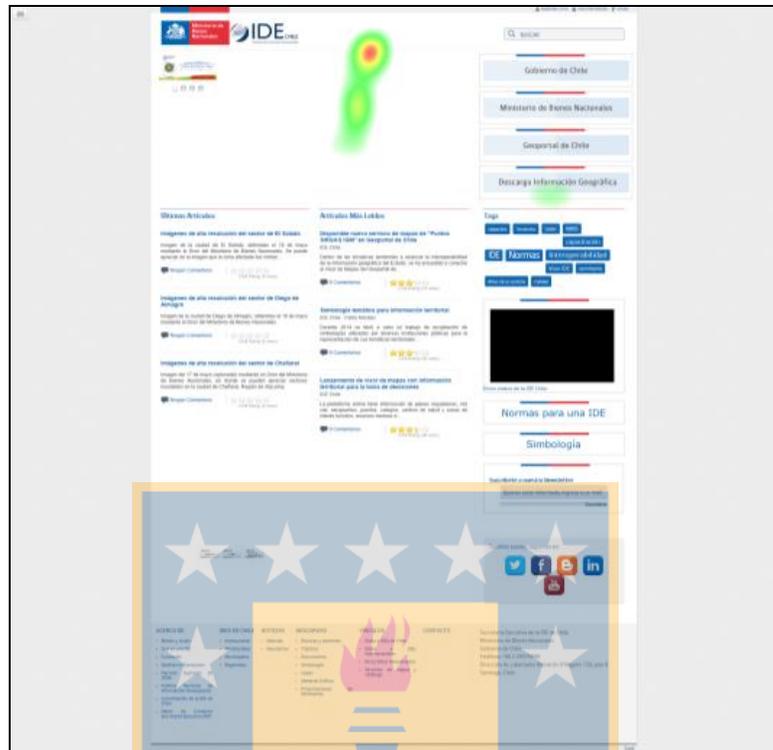


Figura 17.- Mapa de calor - Tarea 2

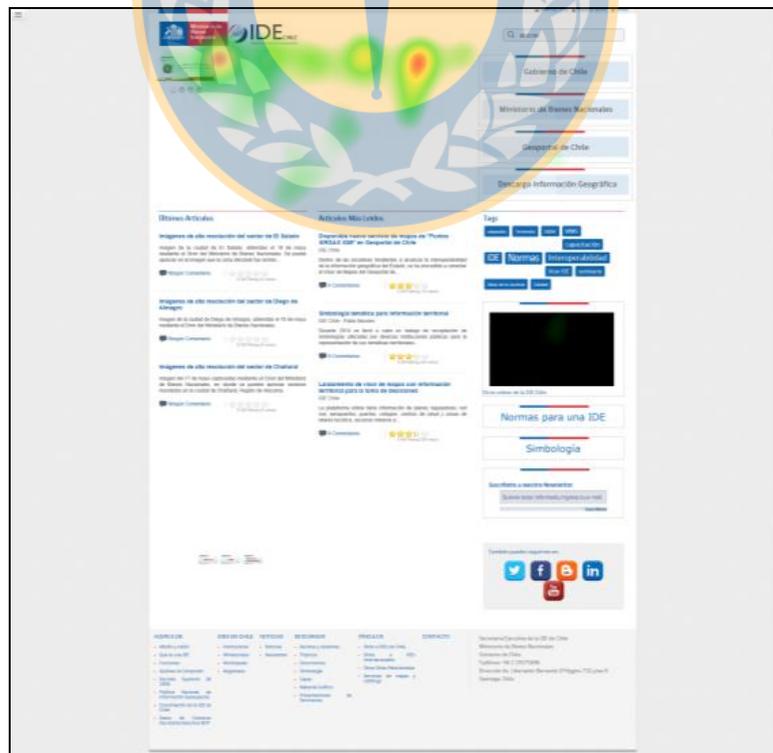


Figura 18.- Mapa de calor - Tarea 3

- En la tarea 1 (*Identificar la función: buscar/localizar*) se aprecia una zona de mayor atención en la parte superior, que se corresponde con la opción de “Buscar” en todo el sitio web, siendo esta una respuesta incorrecta.
- En la tarea 2 (*Identificar la función: descargar*) se aprecia que los usuarios se enfocaron en la barra desplegable de la opción descargas, donde leyeron las opciones y marcaron la función solicitada de forma correcta.
- En la tarea 3 (*Identificar la función: visualizar*) se observa varias zonas de mayor atención. Se destacan dos zonas de mayor atención (indicadas por el color rojo), una se corresponde con al *banner* mientras que la otra se encuentra en la los desplegables de la barra de navegación. Esto se corresponde con la mayor dispersión que presentan las fijaciones, y el mayor número de usuarios que no lograron identificar la función con éxito.

### 3) Número de fijaciones

El número de fijaciones corresponde a un conteo de las veces que el usuario fijó la mirada en un punto, esta observación en conjunto con la duración de la prueba permite llevar un análisis de eficiencia de la prueba.

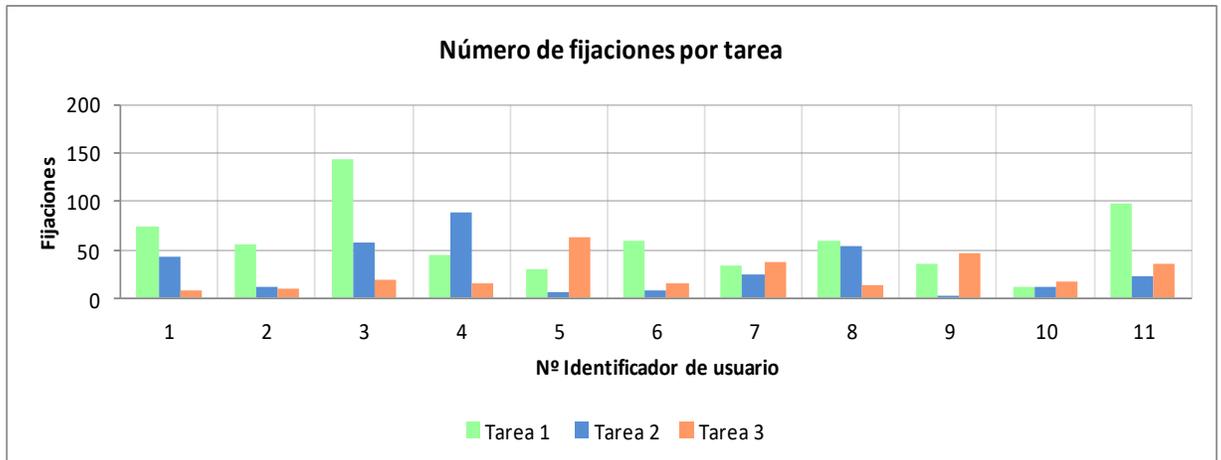


Figura 19.- Número de fijaciones por usuario

De los resultados de la Figura 19 se destaca que:

- En la tarea 1 (*Identificar la función: buscar/localizar*) se registró un mayor número de fijaciones.
- La tarea 2 (*Identificar la función: descargar*) presenta un bajo número de fijaciones, pero también una menor duración, por lo tanto, indica una mayor eficiencia.
- La tarea 3 (*Identificar la función: visualizar*) posee un bajo número de fijaciones, a su vez una considerable duración en la tarea, por ende, se deduce que el usuario buscó la función, sin encontrar esta de manera rápida, además esta función presenta un 36,36% de usuarios que dieron por finalizada la tarea sin identificar la función.

A continuación, se presentan los resultados de fijación por cada tarea, cada usuario ha sido representado por un diferente color (Figura 20, Figura 21, Figura 22).

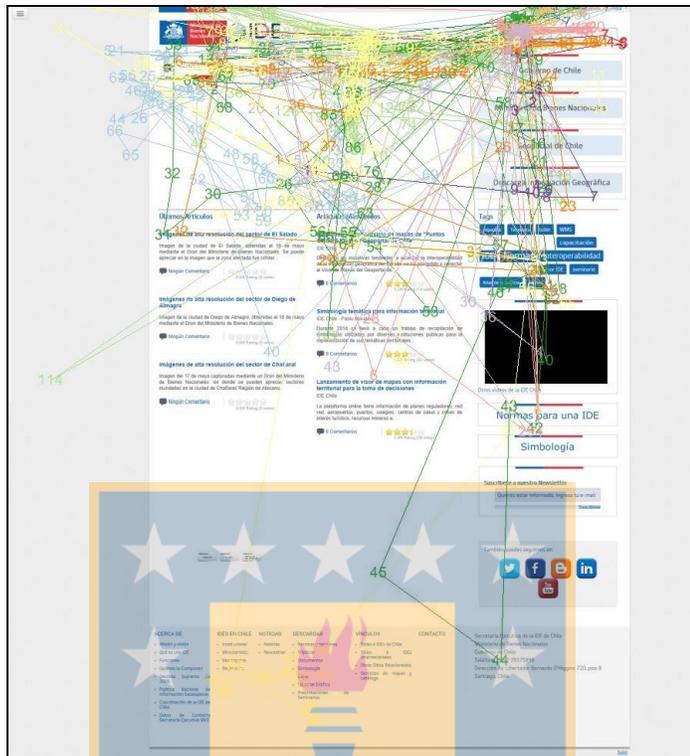


Figura 20.- Fijaciones - Tarea 1

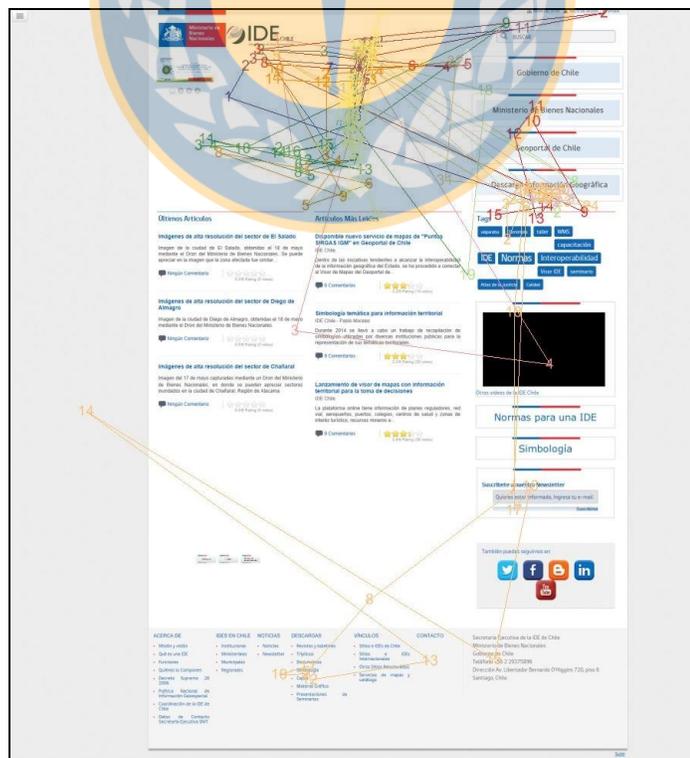


Figura 21.- Fijaciones - Tarea 2

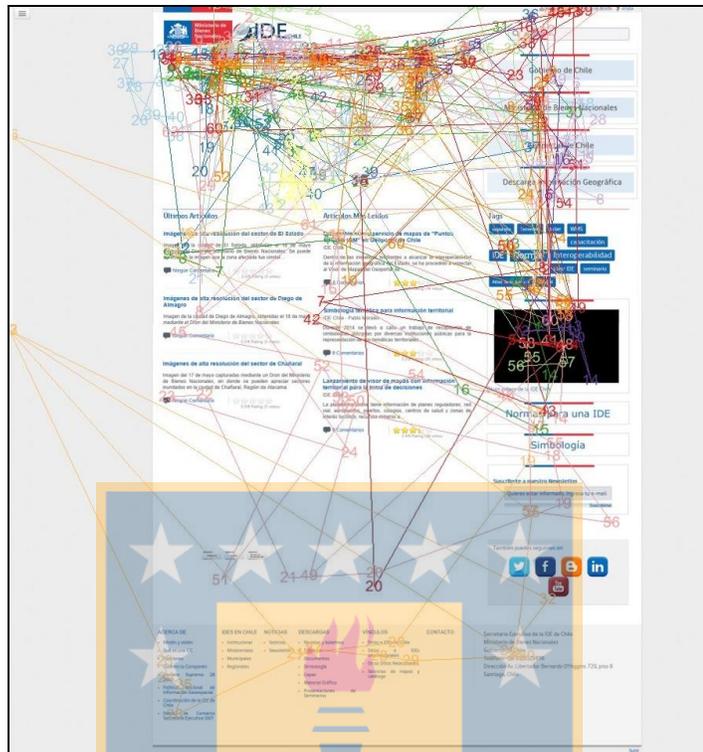


Figura 22.- Fijaciones - Tarea 3

A partir de la observación de las rutas de fijaciones se destaca lo siguiente:

- En la tarea 1 (*Identificar la función: buscar/localizar*) se aprecia que los usuarios buscaron la función en la zona superior del geoportal, encontrando en ese sector una opción de búsqueda que ellos creían correcta, pero no lo era.
- En tarea 1 un usuario utilizó *scroll*, lo que indica que busco la función en zonas más alejadas de la opción correcta.
- Las fijaciones en la tarea 2 (*Identificar la función: descargar*) el número de fijaciones y las rutas de las mismas son menores en comparación con la tarea 1 y 3, debido a que la prueba se desarrolló en menor tiempo.
- En la tarea 3 (*Identificar la función: visualizar*) se aprecian fijaciones que abarcan casi la totalidad del geoportal. Hay que destacar que solo un 36,6% de los usuarios encontraron la función visualizar con éxito.

Las fijaciones de la mirada de los usuarios se registran en una base de datos a través de dos coordenadas (X-Y) como se aprecia en la Figura 11, estas coordenadas fueron importadas del *software* OGAMA y se realizaron gráficos de dispersión, que complementan la Figura 20, Figura 21 y Figura 22. Estos gráficos que permiten confirmar de una forma más directa los principales resultados obtenidos en cuanto dispersión de las fijaciones.

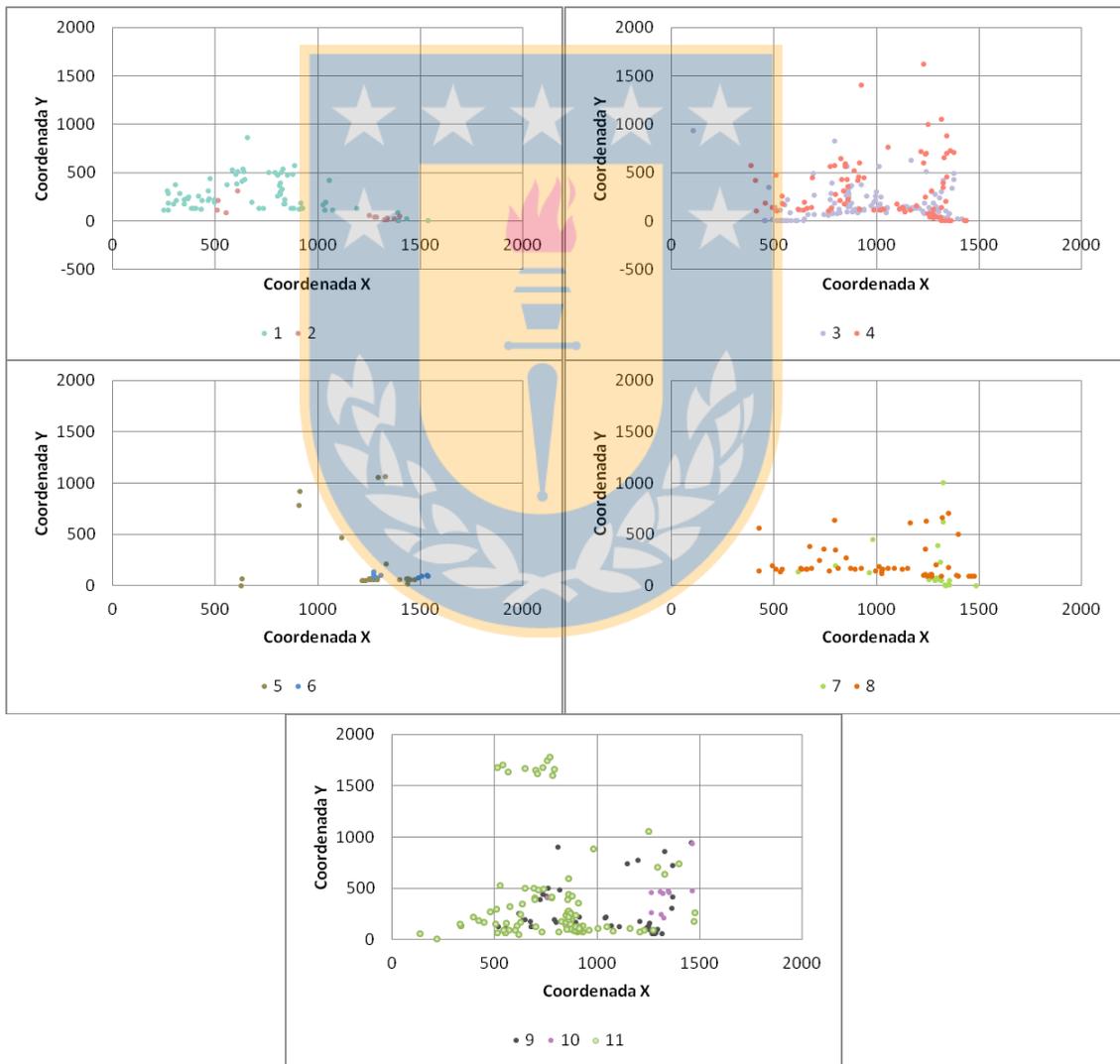
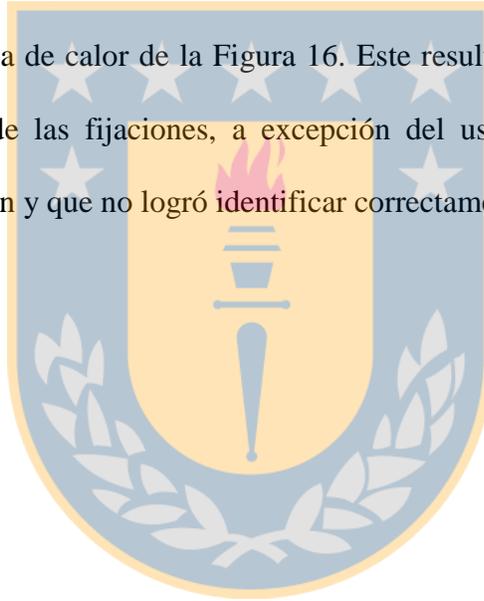


Figura 23.- Dispersión de las fijaciones – Tarea 1

- En la tarea 1 (*Identificar la función: buscar/localizar*) se aprecia como el usuario 4 y 11 centraron su mirada en una zona específica, aunque además poseen fijaciones fuera de este espacio, de lo que indica que estos usuarios hicieron uso de *scroll*, buscando la opción en zonas más alejadas. En el caso del usuario 4, marcó una respuesta equívoca, mientras que el usuario 11 marcó una opción incorrecta (encerró la función descarga en lugar de búsqueda).
- Todos los usuarios presentan una tendencia en una zona específica, como puede verse en el mapa de calor de la Figura 16. Este resultado se complementa con la concentración de las fijaciones, a excepción del usuario 11 que presenta una mayor dispersión y que no logró identificar correctamente la función.



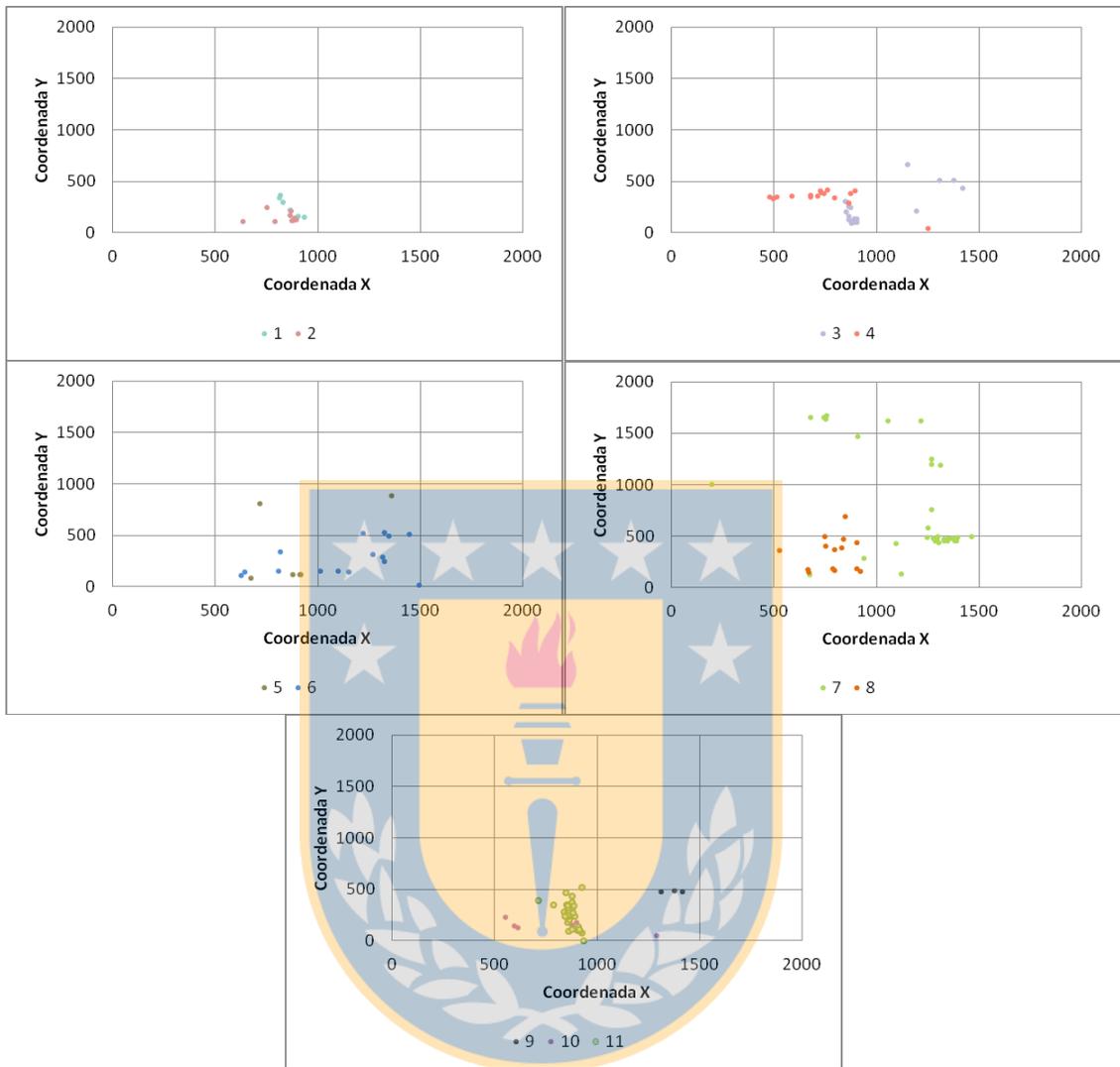


Figura 24.- Dispersión de las fijaciones - Tarea 2

- Con respecto a la tarea 2 (*Identificar la función: descargar*) en la Figura 24 se aprecia un menor número de fijaciones, lo que demuestra que el usuario encontró la función de una manera rápida sin tener una gran dispersión de puntos, exceptuando al usuario 7, quien hizo uso del *scroll* pero encontró la función al término de la tarea.

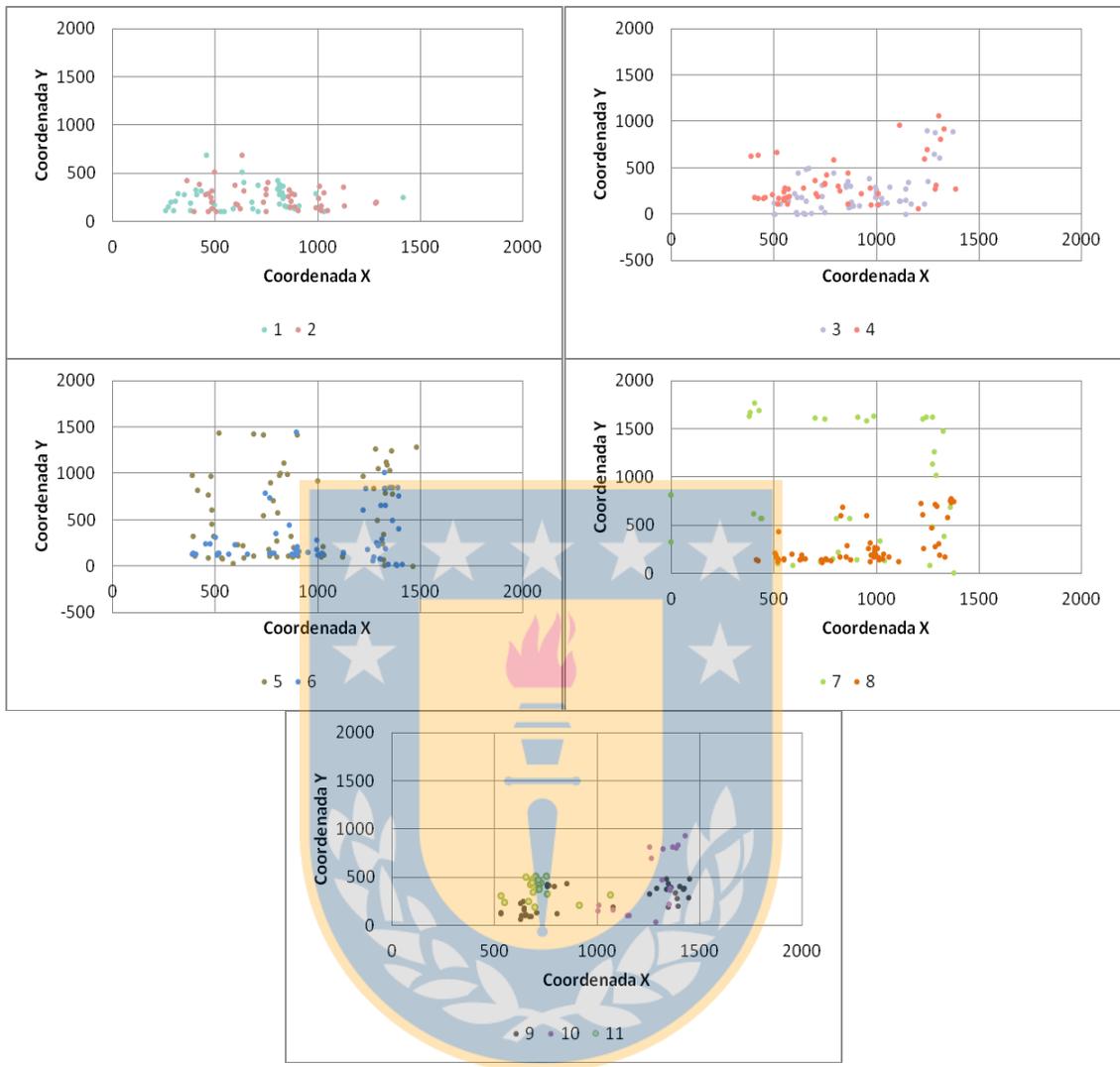


Figura 25.- Dispersión de las fijaciones - Tarea 3

- La tarea 3 (*Identificar la función: visualizar*) presenta una mayor dispersión de coordenadas, por ende, se infiere que, los usuarios buscaron por todo el geoportal la función solicitada. El simple hecho que la opción de visualización se encuentre solamente en el banner dinámico genera confusión en los usuarios, haciendo que estos pierdan tiempo buscando, tengan un menor número de fijaciones, mayor número de sacadas y una gran dispersión de coordenadas.

### 4.2.3. Resultado de aplicación del cuestionario

Se presenta a continuación los resultados del cuestionario que se aplicó para complementar la prueba basada en tareas (Tabla 7)

Tabla 7.- Resultados de cuestionario

Nº	Afirmación	Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Indeciso	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	La <b>función buscar/localizar</b> es fácil de encontrar.	0,0	36,4%	9,1%	27,3%	27,3%
2	La <b>función buscar/localizar</b> se encuentra rápidamente.	0,0	27,3%	18,2%	18,2%	36,4%
3	La <b>función descargar</b> es fácil de encontrar.	0,0	9,1%	18,2%	36,4%	36,4%
4	La <b>función descargar</b> se encuentra rápidamente.	0,0	9,1%	9,1%	45,5%	36,4%
5	La <b>función visualizar</b> es fácil de encontrar.	18,2%	27,3%	27,3%	27,3%	0,0%
6	La <b>función visualizar</b> se encuentra rápidamente.	18,2%	36,4%	18,2%	27,3%	0,0%
7	El Geoportal IDE de Chile es fácil de usar.	0,0	18,2%	27,3%	54,5%	0,0%

De los resultados del cuestionario se destaca lo siguiente:

- Respecto a la afirmación 1 y 2 relacionada con función de búsqueda, el mayor porcentaje de usuarios afirma que están parcialmente en desacuerdo. También se registran porcentajes altos en las opciones parcial y totalmente de acuerdo. Esto resulta llamativo, considerando que solo un usuario realizó la tarea 1 con éxito. Por lo que hace suponer que los usuarios consideran que identificaron correctamente la función buscar/localizar.

- La afirmación 3 y 4 relacionada con la función de descarga tiene una buena apreciación por parte de los usuarios, los cuales acertaron en un 100%. Esto se refleja en que la mayoría esta parcial o totalmente de acuerdo.
- En la afirmación 5 y 6 relacionada con la función de visualización, se observan diferentes percepciones por parte de los usuarios. Considerando que fue la función que la mayoría de los usuarios no encontraron, registra un 18,2% que está totalmente en desacuerdo que sea fácil y rápido encontrar la función. Mientras que ningún usuario manifestó estar totalmente de acuerdo.
- La 7ª afirmación registre un mayor porcentaje de usuarios que están parcialmente de acuerdo.

Por último, se presenta la validación del cuestionario utilizando un coeficiente consistencia interna, considerando que la información se basa en una única aplicación de la encuesta. Considerando que se ha utilizado una escala de actitudes de tipo *Likert*, para analizar la misma se ha utilizado el *Alfa de Cronbach*, y para su interpretación correcta, se consideran los criterios seguidos por Morales et al. (2003), que se puede aceptar como válidos coeficientes por encima de 0,6. Otros autores como George y Mallery (2003) sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes *de Alfa de Cronbach*:

- Coeficiente alfa >.9 es excelente
- Coeficiente alfa >.8 es bueno
- Coeficiente alfa >.7 es aceptable
- Coeficiente alfa >.6 es cuestionable
- Coeficiente alfa >.5 es pobre

- Coeficiente alfa  $<.5$  es inaceptable

Para obtener el *Alfa de Cronbach* se ha utilizado el software estadístico PSSP<sup>22</sup>.

Tabla 8.- Estadístico de fiabilidad de la escala (*Alfa de Cronbach*)

Resumen del proceso de casos		
Casos	N	%
Válido	11	100.00
Excluido	0	.00
Total	11	100.00
Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	N de elementos	
.73	7	

El coeficiente de consistencia interna *Alfa de Cronbach* de la escala utilizada en el cuestionario resulta válida, ha dado un valor de 0,73 que es considerado dentro de un rango aceptable según los autores Morales et al. (2003) y George & Mallery (2003).

<sup>22</sup> PSPP <https://www.gnu.org/software/pspp/>

## Capítulo V: Conclusiones

Respeto a los objetivos propuestos y metodología expuesta en el comienzo del presente proyecto se concluye que:

- Se cumplió el objetivo general y sus correspondientes objetivos específicos, completando así el proyecto.
- Se desarrolló el diseño de la prueba satisfactoriamente, en base a la metodología de usabilidad basada en tareas.
- Los *softwares* de análisis (OGAMA y *CamStudio*) en conjunto con el sensor de seguimiento ocular fueron debidamente utilizados.
- Se desarrolló una prueba piloto, la cual tuvo una validación esperada, cambiando pequeños detalles en la prueba definitiva.
- Se desarrolló la prueba definitiva con la participación de la cantidad de usuarios correcta y respondiendo al perfil de usuario seleccionado.
- La captura de datos fue correcta, aunque, con ciertas limitantes que serán detalladas más adelante.

Respecto al desarrollo de la prueba de usabilidad:

- Durante la etapa de diseño es de gran importancia usar textos cortos y claros, para que el usuario capte las instrucciones de una mejor forma.
- No se debe abusar de colores fuertes, imágenes y logotipos que afecten la atención a las instrucciones dadas.
- Definir teclas/botones fáciles de utilizar para que el usuario no haga movimientos bruscos de cabeza, estos movimientos pueden hacer perder la calibración del sensor de seguimiento ocular y generar pérdida de datos.

- El espacio físico para llevar la prueba no debe tener contaminación acústica o visual, el usuario debe centrarse sólo en la prueba de usabilidad.

Respecto a los resultados de la prueba se desarrolló una tabla resumen en el Anexo 7.10 de la cual se concluye que:

Tarea 1 (*Identificar la función: buscar/localizar*)

- Sólo un usuario logró responder correctamente la tarea, situación completamente preocupante, ya que es una funcionalidad básica muy importante que debe ser fácil de encontrar en un geoportal IDE.
- De los 11 usuarios que participaron en la prueba, 10 marcaron la opción buscar del sitio web y no el catálogo.
- La búsqueda en el catálogo está presente sólo una vez y es dentro del *banner* dinámico el cual posee 4 diapositivas con un tiempo de 5 segundos por cada una, lo que implica que el usuario deba esperar el paso de ellas hasta encontrar la función.
- La opción dentro del *banner* contiene un texto bastante extenso el cual no es leído. El único usuario que acertó en la respuesta, solamente se centran en el título.
- Las fijaciones presentan una mayor concentración en la parte superior del geoportal, al igual que la zona de atención que da como resultado el mapa de calor. Sin embargo, esto sería un indicativo de mayor eficiencia si la identificación de la función hubiera sido la correcta.

### Tarea 2 (*Identificar la función: descargar*)

- El 100% de los usuarios identificó correctamente la tarea.
- La función se presenta 3 veces dentro del geoportal, que, aunque sea redundante es bien captada por los usuarios.
- Las fijaciones presentan tres zonas de concentración asociadas a las tres opciones a las que se puede acceder a la función de descarga. Esto también se corresponde con los resultados que aporta el mapa de calor. La dispersión de las fijaciones resulta menor, lo cual indica una mayor eficiencia que se corresponde con el éxito obtenido por todos los usuarios encontrando la función a partir de una de las tres alternativas que ofrece el geoportal.

### Tarea 3 (*Identificar la función: visualizar*)

- La tarea fue correctamente realizada el mismo porcentaje de usuarios que no pudieron encontrar la función (36.36%), mientras que el 27.2% de los usuarios marcó una opción incorrecta.
- Al igual que la función de búsqueda se presenta sólo una vez dentro del *banner* dinámico, por ende, requiere que el usuario espere a que la opción aparezca justo en el momento de la decisión de las opciones que parecen en el *banner*.
- Solamente un usuario hizo uso del cambio de las diapositivas del *banner* dinámico, de lo que se infiere que pocos conocen esa opción.
- Las fijaciones presentan una gran dispersión abarcando todas las zonas del geoportal, esto revela una menor eficiencia en la identificación de la función solicitada. Claramente se observa un problema en la presentación de esta función para que el usuario la pueda identificar de forma eficaz y eficiente. Esto se

confirma con los resultados finales de éxito, donde solo cuatro usuarios encontraron la función.

Para finalizar se concluye que:

- En base a los resultados obtenidos de las medidas de eficacia y eficiencia a partir de los datos aportados por el sensor de seguimiento ocular y el *software* asociado al mismo, se concluye que el geoportal de la IDE de Chile presenta problemas para que los usuarios expertos encuentren las funciones básicas. Por lo tanto, resulta necesario realizar una revisión del diseño del geoportal si se espera que el mismo tenga un mayor uso.
- El uso de un *banner* dinámicos en el geoportal IDE poseen un aporte estético, pero no responde correctamente a la captación de información de los usuarios, ya que pocos encontraron la función dentro de él.
- Se considera que en este trabajo no se obtuvieron suficientes resultados que permitan aportar información sobre la medida de satisfacción. Se requiere la aplicación de otras técnicas y metodologías específicas dado la subjetividad que caracteriza esta medida.
- La técnica de *eye tracking* utilizada en este trabajo aportó una diversidad de parámetros que permiten obtener información sobre las medidas de eficacia y eficiencia, además de la posibilidad de realizar múltiples análisis superponiendo datos y mapas de resultados.

## 6. Referencias

- Albert, W., & Tullis, T. (2013). *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Newnes.
- Arrazola, V., & Marcos, M. (2014). *Fotografía de prensa y redes sociales: la técnica de Eye Tracking*. *Ámbitos*, (27)
- Batista, J.P. (2004). A real-time driver visual attention monitoring system. En J.S.M. e. al. (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag
- Bayardo, M. G. M. (1987). *Introducción a la metodología de la investigación educativa*. Editorial Progreso.
- Bayardo, M. G. M. (1993). *Introducción a la metodología de la investigación educativa*. DF, México: Progreso.
- Beltré, H. (2008). *Aplicación de la usabilidad al proceso de desarrollo de páginas web* (Tesis de máster). Universidad politécnica de Madrid, España.
- Bernabé, M.A. y López, C.M. (2012). *Fundamento de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid: UPM Press.
- Blascheck, T., Kurzhals, K., Raschke, M., Burch, M., Weiskopf, D. & Ertl, T. (2014). State-of- the-art of visualization for eye tracking data. In R. Borgo, R. Maciejewski, & I. Viola (Eds.), *Eurographics Conference on Visualization (EuroVis)*. The Eurographics Association.
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
- Capdevila, J. (2004). Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Definición y desarrollo actual en España. *Scripta Nova*, 8(170)

- Çöltekin, A., Demsar, U., Brychtová, A. & Vandrol, J. (2014). Eye-hand coordination during visual search on geographic displays. In P. Kiefer, I. Giannopoulos, and M. Raubal, & A. Krüger (Eds.), *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Workshop on Eye Tracking for Spatial Research (ET4S2014)* (pp.12-16). Vienna, Austria: CEUR, retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-1241/>
- Davies, C., Fabrikant, S. I., & Hegarty, M. (2015). Towards empirically verified cartographic displays. In R. R. Hoffman, P. A. Hancock, M. W. Scerbo, R. Parasuraman, & J. L. Szalma (Eds.), *Cambridge Handbook of applied perception research* (pp.711–729). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Dawson, N. (2014). Eye Tracking: What Is It For And When To Use It. Usability Geek. Recuperado el 15 de Mayo de 2017. En <http://usabilitygeek.com/what-is-eye-tracking-when-to-use-it/>
- Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE) <http://goo.gl/pr54Qd>
- Erba, D., Duarte, A., & Stiefel, M. (2012). Interoperabilidad y estandarización de la Información Geográfica. En Bernabé, M.A. & López, C.M. (Ed.). *Fundamento de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 229-237).Madrid, España: UPM Press.
- Fabrikant, S. I. & Lobben, A. (2009). Introduction: Cognitive issues in geographic information visualization. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 44(3), 139–143.

- George, D. & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4<sup>th</sup> ed.)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Giannopoulos, I., Kiefer, P. & Raubal, M. (2012). GeoGazemarks: Providing gaze history for the orientation on small display maps. In *Proceedings of the 14<sup>th</sup> ACM International Conference on Multimodal Interaction* (pp.165–172). New York, NY: ACM.
- Gobierno de Chile (2006) Decreto 28. Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial. Recuperado de [http://www.ide.cl/documentos/DTO-28\\_02-SEP-2006.pdf](http://www.ide.cl/documentos/DTO-28_02-SEP-2006.pdf)
- Gobierno de Chile (2014) Política Nacional de Información Geoespacial. Santiago: IDE Chile. Recuperado de <http://www.ide.cl/images/Snit/Politica-Nacional-de-Informacion-Geoespacial.pdf>
- Goldberg, J. & Kotval, X.. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 631-645.
- Goldberg, J.H. & Wichansky, A.M. (2003). Eye tracking in usability evaluation: A Practitioner's Guide. En: Hyona, J., Radach, R., Duebel, H (Eds.). *The mind's eye: cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 573-605). Boston, North-Holland / Elsevier.
- Hassan, Y. & Herrero, V. (2007). Eye-Tracking en Interacción Persona-Ordenador. *No solo Usabilidad*. Recuperado de <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/eye-tracking.htm>
- Hassan, Y.& Ortega, S. (2009). Informe APEI sobre usabilidad. *No solo Usabilidad*. Recuperado de <http://www.nosolousabilidad.com/manual/index.htm>

- HE, X., Persson, H. & Östman, A. (2012). Geoportal Usability Evaluation. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*.100. 88-106.
- Herold, F., Henzen, C., & Bernard, L. (2005). Using Usability Test Results to create Usability Patterns for Geoportals.*AGILE*.
- Jacob, R. (1995). Eye Tracking in Advanced Interface Design. *Virtual Environments and Advanced Interface Design* , 258-288.
- Jacob, R., & Karn, K. (2003). Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Ready to Deliver the Promises. *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* , 573-605.
- Kellenberger, B., Iosifescu Enescu, I., Nicola, R., Iosifescu Enescu, C. M., Panchaud, N. H., Walt, R., Hotea, M., Piguet A. & Hurni, L. (2016). *The wheel of design: assessing and refining the usability of geoportals*. *International Journal of Cartography*, 2(1), 95-112.
- Kiefer, P., Giannopoulos, I., Raubal, M. & Duchowski, A. (2017). Eye tracking for spatial research: Cognition, computation, challenges. *Spatial Cognition & Computation*. 17. 1-19. 10.1080/13875868.2016.1254634.
- Komarkova J., Novak M., Bilkova R., Visek O., Valenta Z. (2007) Usability of GeoWeb Sites: Case Study of Czech Regional Authorities Web Sites. In: Abramowicz W. (eds) *Business Information Systems*. BIS 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4439. Springer, Berlin, Heidelberg
- Komarkova, J., et al. (2007) “Usability of GeoWeb sites: case study of Czech regional authorities web sites”. En *International Conference on Business Information Systems*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 411-423.

- MacEachren, A. M.(1995). *How maps work: representation, visualization, and design*.  
New York, NY: Guilford Press.
- Manrique, M.T. & Manso-Callejo, M.A. (2012). Los Geoportales. Perspectiva desde la Usabilidad. En Bernabé, M.A. & López, C.M. (Eds.), *Fundamento de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp.397). Madrid: UPM Press.
- Montello, D. R. (2002). Cognitive map-design research in the twentieth century: Theoretical and empirical approaches. *Cartography and Geographic Information Science*, 29(3), 283–304.
- Morales Vallejo, P., Urosa Sanz, B. y Blanco Blanco, A. (2003). Construcción de escalas de actitudes de tipo Likert. Editorial LA MURALLA, Madrid, España. ISBN: 84-7133-737-1
- Moya, J. (2016). Contribución a la mejora de la expresión gráfica de las cartas aeronáuticas. *Tesis doctoral* . Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Nielsen (2012). Nielsen Norman Group. Recuperado el 13 de Marzo de 2017 de <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- Nielsen, J. & Pernice, K. (2009). *Eye tracking Web Usability* (Primera ed.). Berkeley, CA.: New Riders Publishing. ISBN 978-0321498366.
- Ohm, C., Müller, M. & Ludwing B. (2017) Evaluating indoor pedestrian navigation interfaces using mobile eye tracking, *Spatial Cognition & Computation*.
- Ooms, K., Çöltekin, A., De Maeyer, P., Dupont, L., Fabrikant, S., Incoul, A., Vander Haegen, L. (2015). Combining user logging with eye tracking for interactive and dynamic applications. *Behavior Research Methods*, 47(4),977–993.

- Ooms, K., Dupont, L., & Lapon, L. (2016). Mixing methods and triangulating results to study the influence of panning on map users' attentive behaviour. *The Cartographic Journal*, 1–18.
- Ooms, K., Fabrikant, S., Çöltekin, A., & De Maeyer, P. (2014). *Eye tracking with geographic coordinates: methodology to evaluate interactive cartographic products*. Paper presented at the 8<sup>th</sup> International Conference on Geographic Information Science, proceedings (extended abstracts). Vienna.
- Østensen O. (2001). *The Expanding Agenda of Geographic Information Systems*. Boletín de la ISO de Julio de 2001
- Perurena, L. y Moránguez M. (2013). Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. 24(12), 176-194.
- Política Nacional de Información Geoespacial en Chile (2014) <http://www.ide.cl/images/Snit/Politica-Nacional-de-Informacion-Geoespacial.pdf>
- Poole, A. & Ball, L. (2004). Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future Prospects. *Encyclopedia of Human Computer Interaction*. Pennsylvania: *Idea Group*. Reference. 11.0 Update (4.<sup>a</sup> ed.). Boston: Allyn & Bacon
- Santo, R. (2004) Satisfação do Usuário e sua Importância para o Projeto de Interfaces. In *Anais do 3º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade, Design de Interfaces e Interação Humano-Computador*. Rio de Janeiro: PUC-Rio.

Slocum, T. A., Blok, C., Jiang, B., Koussoulakou, A., Montello, D. R., Fuhrmann, S., & Hedley, N.R. (2001). Cognitive and usability issues in geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science*, 28(1), 61–75.

Tait, M.G. (2005). Implementing geoportals: applications of distributed GIS. *Computers, Environment and Urban System*. 29 (1), 33-47

Tait, Michael G. (2004) Implementing geoportals: applications of distributed GIS. Internet Solutions, ESRI, 380 New York Street, Redlands, California 92373 USA

Tellez-Arenas, A. (2009) “Best Practice Report on Geoportals”. ECP-2007-GEO-317001, OneGeology-Europe, 2009.



## 7. Anexos

### 7.1. OGAMA

OGAMA es un software libre netamente diseñado para el análisis de movimientos oculares y de ratón en ciertos diseños de diapositivas. Dentro de sus principales características está el pre-procesamiento y filtro de datos de mirada y ratón, la creación de *heatmaps*, definición de áreas de interés (AOI), etc. Posee la ventaja de exportación de datos para ser utilizados en software estadísticos y ser compatible con una gran gama de sensores comerciales.

Posee diferentes módulos, los cuales se definen en dos grupos:

- Módulos de análisis: presenta módulos de reproducción de datos registrados durante el experimento (Módulo de *Replay*), definición de áreas de interés (Modulo AIO), cálculo y representación de fijaciones (Módulo de fijaciones), cálculo de distribuciones gaussianas de los datos y su representación (Módulo de Mapas de atención), además presenta módulos estadísticos, de base de datos y de lugares más destacados.

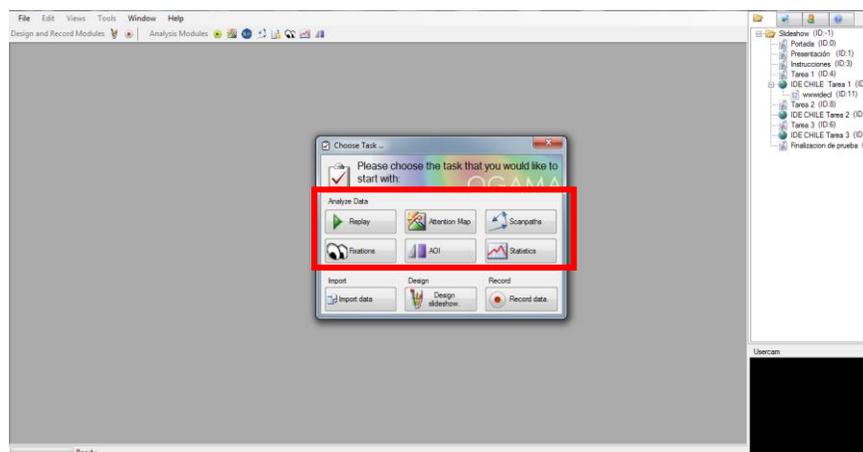


Figura 26.- Vista del módulo de análisis (en rojo)

- Módulos de grabación: Primeramente, un módulo para la creación de diapositivas, a través de herramientas para diseñar presentaciones con cinco diferentes tipos: instrucciones, imágenes, elementos grafios, animaciones en flash y diapositivas en blanco. Finalmente, un módulo de grabación donde se permite la selección de diferentes sensores y la grabación de la prueba.

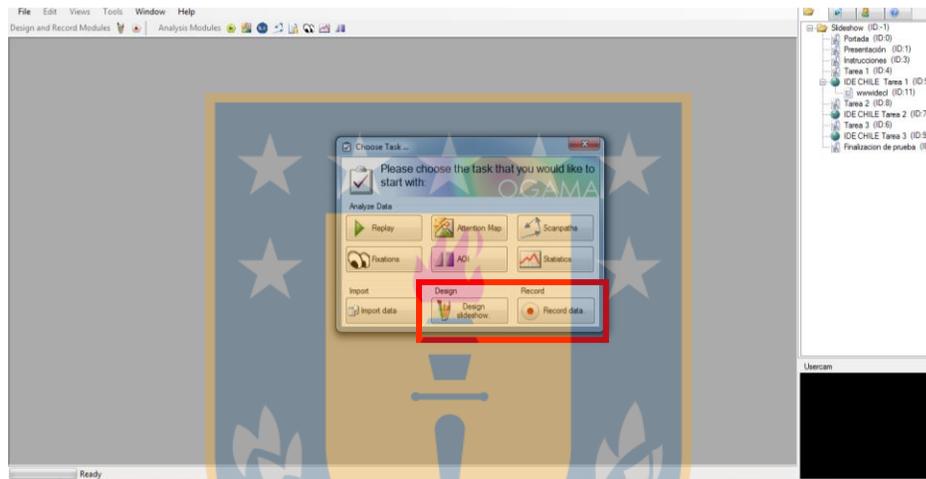


Figura 27.-Vista del Módulo de grabación (en rojo)

Este software libre puede ser descargado desde la sección de descargas de su sitio web

<http://www.ogama.net/node/3>

## 7.2. CamStudio

En consideración a que el geoportal posee un “*casual banner*” (banner dinámico) y a las limitantes del sensor, no es posible la captura de éste por el software de análisis, por esta razón se determinó que se debía realizar una copia digital de la pantalla del ordenador al realizar la prueba por cada usuario, con el fin de captura hasta el más mínimo detalle de sus acciones. Estos programas de grabación de pantalla son llamados *screencasts* los cuales crean un vídeo en el que quedan registrados la pantalla del ordenador, y opcionalmente audio, con los movimientos del ratón y las acciones realizadas por el usuario.

*CamStudio*<sup>23</sup> es un software libre desarrollado inicialmente por *RenderSoft* capaz de registrar la actividad de pantalla y audios del ordenador y exportarlo en formato \*.AVI (un estándar en la industria).

## 7.3. Diseño de la prueba con OGAMA

El diseño de la prueba se realizó con el software *OGAMA*, se utilizó el módulo diseño de dispositivas (*Design Slideshow*) posterior a la creación de un nuevo experimento y la asignación de un nombre para el archivo (Figura 28) en *File > New Experiment...*

---

<sup>23</sup> <http://camstudio.org/>

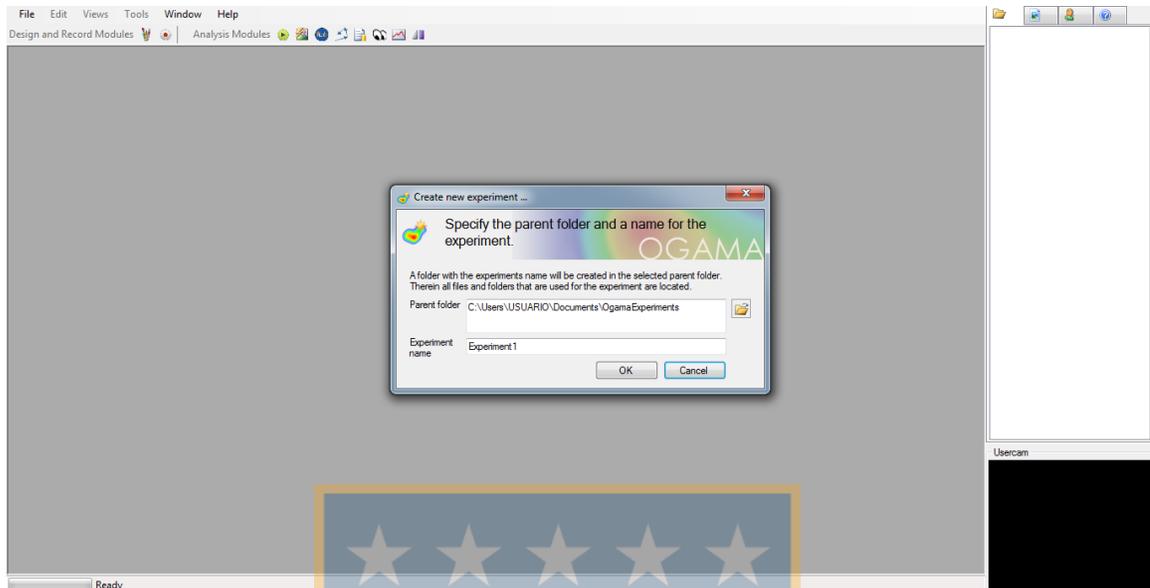


Figura 28.- Creación de un experimento

Al crear el experimento se desplegarán opciones de configuración del mismo, ingresando el tamaño de resolución del monitor donde se tomará la prueba.

En Windows 7: Click derecho en escritorio > Resolución de pantalla > Resolución

En Windows 10: Click derecho en escritorio > Pantalla > Configuración de pantalla > Resolución

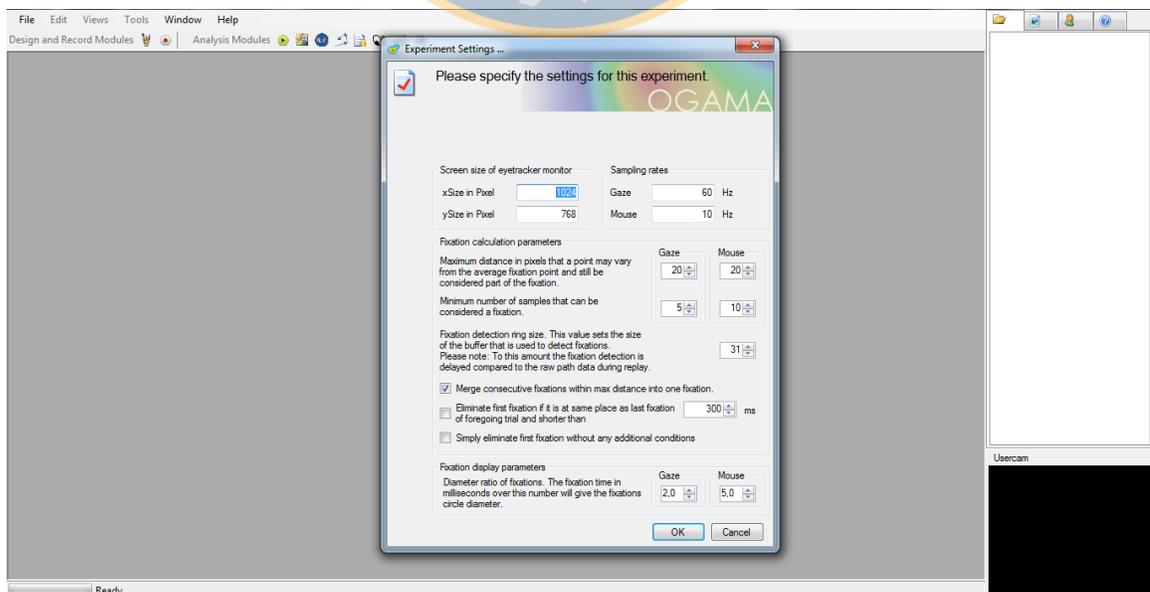


Figura 29.- Configuración de experimento

Luego de la creación del archivo del experimento y su posterior configuración, se procede al diseño de las diapositivas, con las instrucciones y tareas que deben realizar los usuarios, utilizando el módulo de diseño de diapositivas (*Slideshow Design Module*). con A continuación, se detallarán los dos tipos de diapositivas diseñadas y su contenido.

- Diapositivas de instrucciones

Para la realización de diapositivas de instrucciones se utilizaron *Rich Text Instruction* (Figura 30) las cuales poseen la ventaja de agregar un mayor número de opciones a las diapositivas en comparación a una *Instruction Slide*. Se agregaron textos explicativos con las indicaciones y procedimientos a realizar para cada tarea, y se utilizaron botones *Target* (Figura 31) para dar paso a la siguiente diapositiva.

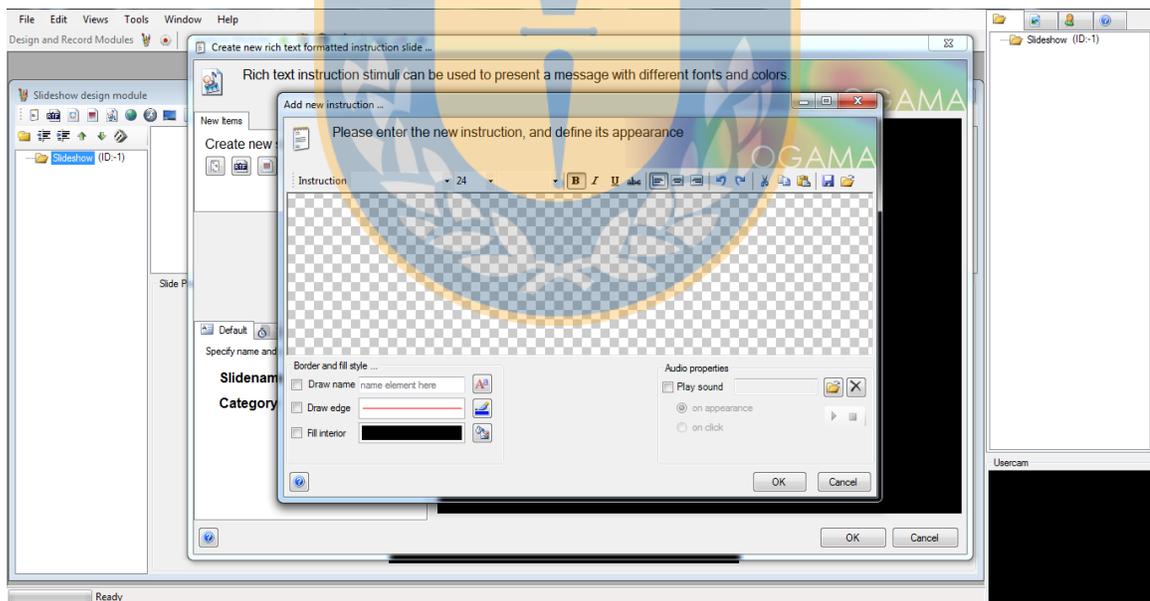


Figura 30.- Creación de diapositivas de instrucciones

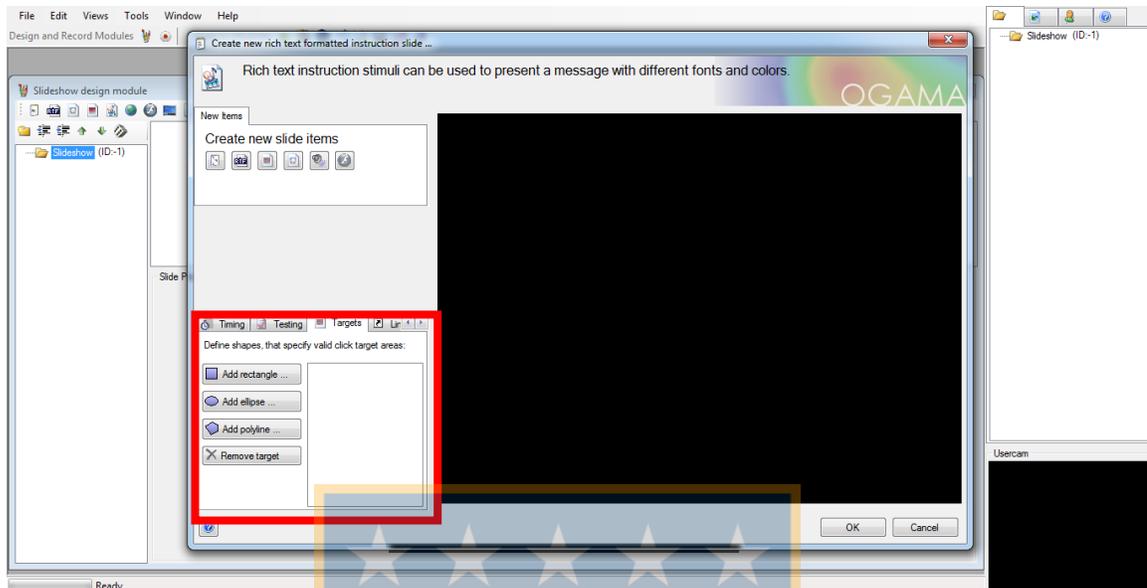


Figura 31.- Creación de botones para diapositivas (en rojo)

Las diapositivas de instrucciones tienen como función informar al usuario de la forma más clara posible, para esto se adaptaron las instrucciones a frases cortas, fáciles de entender, concisas y sin redundancia.

Dentro de esta prueba de usabilidad se presentan al usuario cinco diapositivas de instrucciones, específicamente diapositiva 2, 3, 4, 6 y 8 presentes en Anexo 7.4.

En las diapositivas de instrucciones para tareas se procedió a resaltar la función que se solicita en el contexto indicado, además se agregó una breve descripción de la misma y se finalizó con clara indicación de instrucciones para llevar a cabo la captura de datos. Además, se puso especial énfasis en el aspecto de visualización de las diapositivas para que el usuario no distraiga su atención y permanezca atento a las instrucciones dadas.

- Diapositivas de navegación web

Las tareas se desarrollaron dentro del módulo de diseño *browser slide* (Figura 32) donde se permite cargar una URL (en este caso, <http://www.ide.cl>). Posee la

opción de terminar la prueba con tiempo o al presionar una tecla, al limitar la prueba con un tiempo determinado por el coordinador limita además al usuario a terminar la prueba rápidamente alterando sus acciones y decisiones, por ende, se determinó que la prueba se finalizaría con la barra espaciadora, opción fácil de entender y a la vez rápida de encontrar. El software ofrece la herramienta *Browse Depth* la cual condiciona el número máximo de navegaciones (enlaces clickeados) que el usuario puede realizar, en esta oportunidad no se requiere que el usuario abra paginas emergentes ni enlaces, por ende, se determino que la opción quedara en cero, de esta manera se desactiva la navegación de enlaces, permitiendo al usuario estar siempre en el sitio web y señale la función sin problemas. Una vez que el usuario encuentra la función se solicitó que realizara círculos a la misma siendo capturado por el software de análisis.

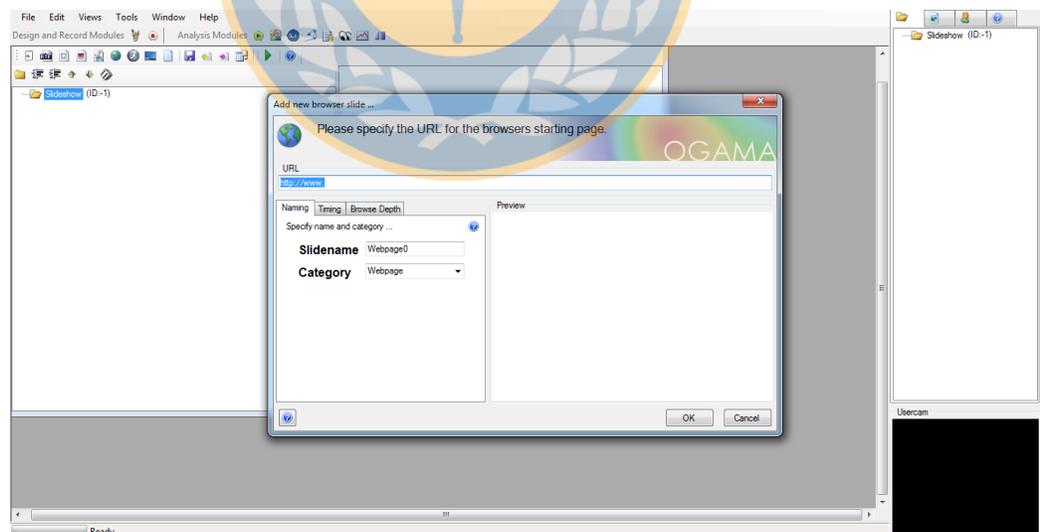


Figura 32.- *Browser Slide*

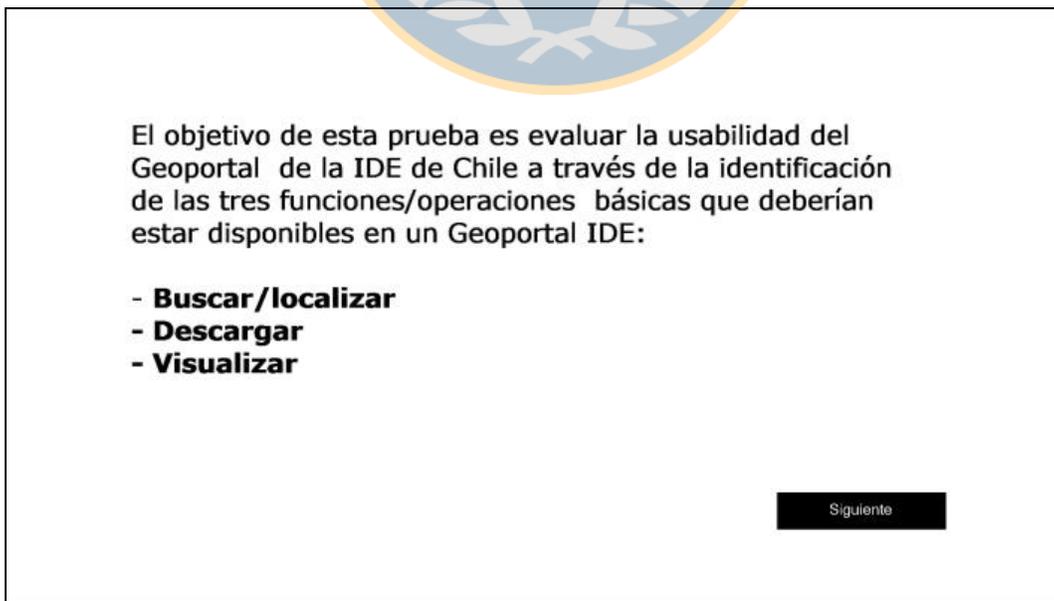
## 7.4. Diapositivas de prueba de Usabilidad

La estructura de la prueba es la siguiente:

### 1) Portada



### 2) Presentación



### 3) Instrucciones

**Leer con atención** las siguientes instrucciones y si tiene alguna duda consulte con el coordinador de la prueba de usabilidad:

- Leer con atención las indicaciones de la tarea a realizar
- Pulsar sobre el botón **INICIO** para comenzar la tarea
- Pulsar sobre la **BARRA ESPACIADORA** para finalizar la tarea .

**Observaciones:**

- En el caso que la función solicitada no se encuentre disponible o no sea posible localizarla, pulsar la **BARRA ESPACIADORA** para pasar a la siguiente tarea
- Para realizar las tareas que conforman la prueba de usabilidad no se han asignado tiempo máximos ni mínimos, cada usuario las realizará en el tiempo que necesite.

Siguiente

### 4) Tarea 1

#### TAREA 1

Identificar la función: **Buscar/localizar datos y servicios**

Esta función permite la búsqueda y localización a través de un catálogo de datos y servicios de la información geográfica

**Instrucciones:**

- Pulsar el botón de **INICIO** para acceder al Geoportal IDE de Chile.
- Identificar la función: **Buscar/localizar datos y servicios**
- Señalar con el mouse la función HACIENDO CÍRCULOS sobre la misma.
- Presionar la **BARRA ESPACIADORA** para finalizar la tarea.

INICIO

5) IDE CHILE Tarea 1

Esta diapositiva muestra la pagina de IDE Chile, véase Figura 10

6) Tarea 2

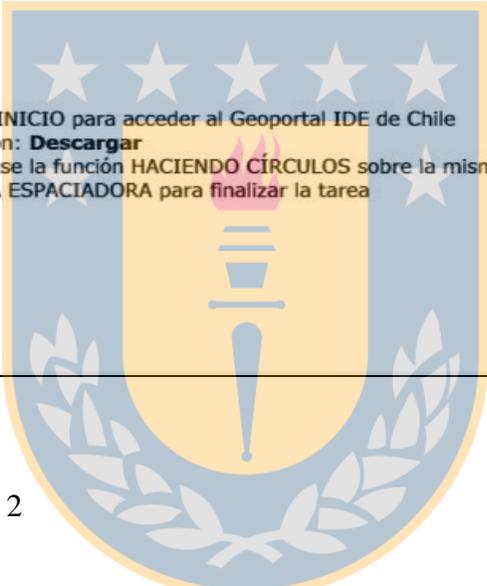
**Tarea 2**

**Identificar la función: Descargar**

Esta función permite descargar una copia parcial o completa de un conjunto de datos geográficos.

**Instrucciones:**

- Pulsar el botón de **INICIO** para acceder al Geoportal IDE de Chile
- Identificar la función: **Descargar**
- Señalar con el mouse la función **HACIENDO CÍRCULOS** sobre la misma.
- Presionar la **BARRA ESPACIADORA** para finalizar la tarea



**INICIO**

7) IDE Chile Tarea 2

Esta diapositiva muestra la pagina de IDE Chile, véase Figura 10.

8) Tarea 3

### Tarea 3

#### Identificar la función: **Visualizar**

Esta función permite visualizar cartografía, imágenes y servicios de diferentes fuentes de forma interoperable e interactiva. En los geoportales se presenta a través del visualizador/visor de mapas.

#### Instrucciones:

- Pulsar el botón de INICIO para acceder al Geoportal IDE de Chile
- Identificar la función: **Visualizar**
- Señalar con el mouse la función HACIENDO CÍRCULOS sobre la misma.
- Presionar la BARRA ESPACIADORA para finalizar la tarea

INICIO

#### 9) IDE Chile Tarea 3

Esta diapositiva muestra la página de IDE Chile, véase Figura 10.

#### 10) Finalización de la prueba

Gracias por su colaboración

TERMINAR PRUEBA



### 7.5. Cuestionario de perfil de usuario.

1- Código de usuario.....

2- Edad: .....

3- Sexo:

Femenino	<input type="checkbox"/>
Masculino	<input type="checkbox"/>

4- Indicar el semestre está cursando actualmente de la carrera de Ingeniería Geomática: .....

5- Indicar que aplicaciones o fuentes de información utiliza para buscar, descargar o visualizar información geográfica (puede indicar más de una opción)

Google Earth	<input type="checkbox"/>
Google Maps	<input type="checkbox"/>
OpenStreetMap	<input type="checkbox"/>
SIG por Internet	<input type="checkbox"/>
Geoportales IDE	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>

Si seleccionó la opción "Otros" indicar cuáles:

.....

6- Indicar si ha utilizado el Geoportal de la Infraestructuras de Datos Espaciales de Chile [www.ide.cl](http://www.ide.cl)

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

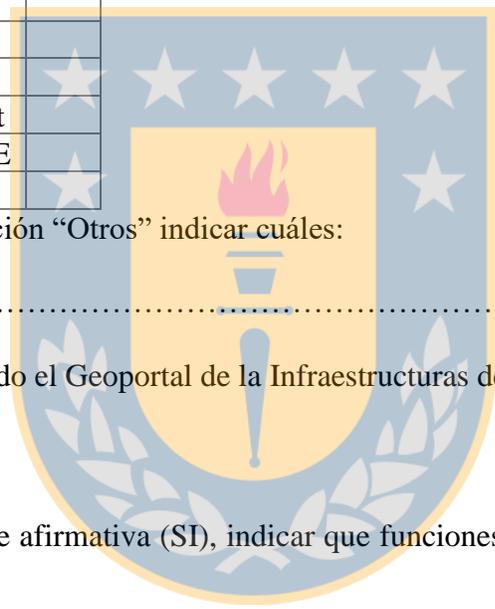
Si su respuesta fue afirmativa (SI), indicar que funciones ha utilizado del Geoportal

IDE

Buscar/localizar	<input type="checkbox"/>
Descargar	<input type="checkbox"/>
Visualizar	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>

Si seleccionó la opción "Otros" indicar cuáles:

.....



## 7.6. Cuestionario de satisfacción

Código de usuario.....

Asignar una puntuación a las siguientes afirmaciones en una escala de 1-5

Puntuaciones Afirmaciones	1 Totalmente en desacuerdo	2 Parcialmente en desacuerdo	3 Indeciso No sabe	4 Parcialmente de acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
La <b>función buscar/localizar</b> es fácil de encontrar.					
La <b>función buscar/localizar</b> se encuentra rápidamente.					
La <b>función descargar</b> es fácil de encontrar.					
La <b>función descargar</b> se encuentra rápidamente.					
La <b>función visualizar</b> es fácil de encontrar.					
La <b>función visualizar</b> se encuentra rápidamente.					
El Geoportal IDE de Chile es fácil de usar.					

## 7.7. Procedimientos de conexión sensor-ordenador

A continuación, se presenta una revisión paso a paso de la configuración para llevar a cabo la realización de la prueba:

- Configuración de sensor a ordenador<sup>24</sup>

### Paso 1: Conectar sensor al ordenador

Retirar cuidadosamente el sensor y accesorios. Asegurar el trípode al sensor firmemente para que este no sufra caídas ni movimientos al realizar la prueba. Insertar cable USB 3.0 al sensor y ordenados, posterior a la instalación de drivers proporcionados por el desarrollador.



Figura 33.- Conexión sensor a ordenador  
Recuperado de <https://goo.gl/mFc7Ax>

### Paso 2: Posicionar el sensor bajo el monitor

Montar el sensor sobre una superficie plana horizontal bajo el monitor. Considerar que el monitor no debe exceder las 24". Tomar en consideración que este no debe moverse en ningún momento.

---

<sup>24</sup> <https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/theeyetribe.com/theeyetribe.com/dev/start/index.html>

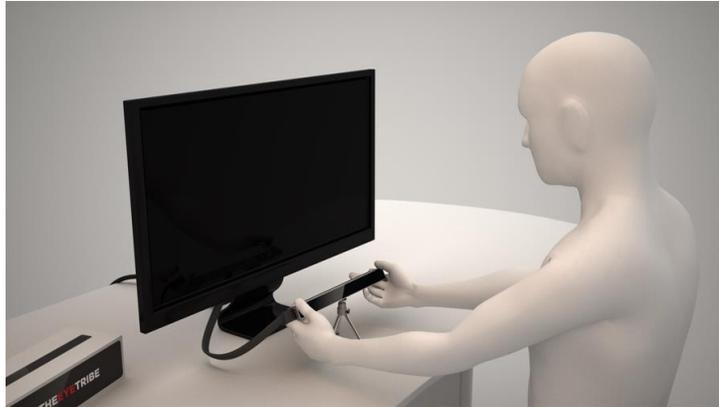


Figura 34.- Posicionar sensor

Recuperado de <https://goo.gl/qhbPIY>

Paso 3: Iniciar servidor

Iniciar la aplicación *EyeTribe Server*. No cerrar la aplicación para operar con ella.

Paso 4: Posicionarse correctamente

Sentarse frente al monitor a una distancia de 45-75 cm. Inclinar el sensor apuntando a la cara del usuario.

- Comenzar la prueba

Paso 4: Cargar prueba

Abrir el software de análisis OGAMA y seleccionar la prueba previamente guardada.

Abrir módulo de grabación y conectar el sensor al software. Posteriormente ingresar parámetros de usuario.

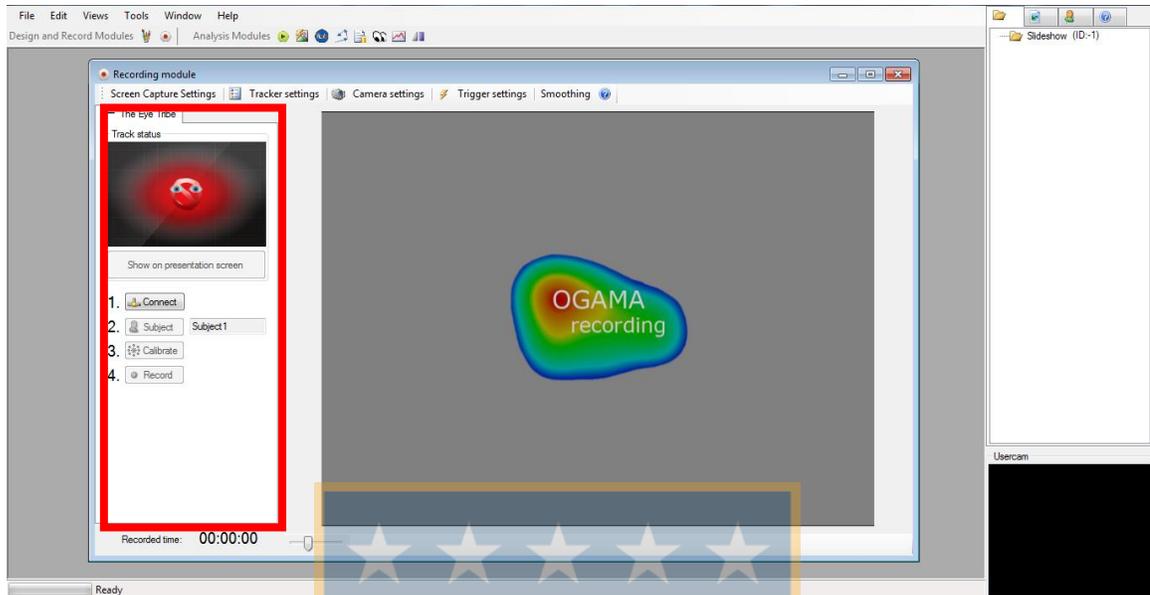


Figura 35.- Configuración de módulo de grabación (en rojo)

### Paso 5: Calibración

Una vez conectado el sensor al software e ingresados los parámetros del usuario se da paso a la calibración. Existen cuatro casos de seguimiento de calibración (Figura 36), de los cuales en el primer caso de ellos se puede comenzar a calibrar.

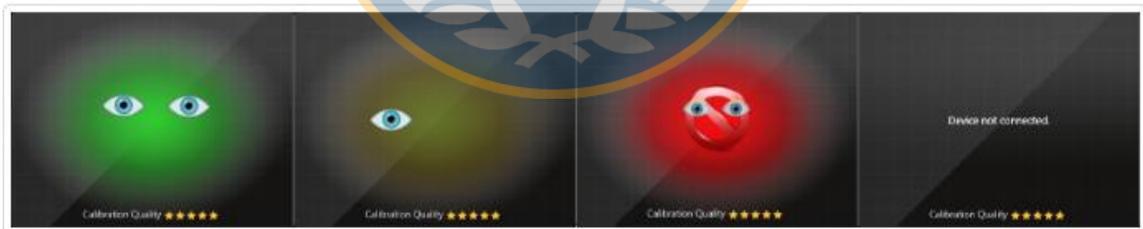


Figura 36.- Casos de seguimiento para calibración

Recuperado de <https://goo.gl/x2jBeM>

El usuario debe sin mover su cabeza seguir los círculos puestos en pantalla (Figura 37) finalizando esto se da paso al inicio de la prueba.

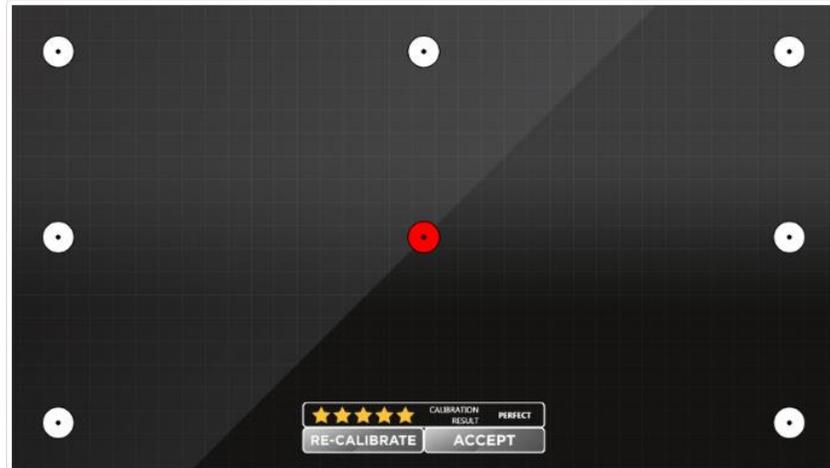


Figura 37.- Proceso de calibración  
Recuperado de <https://goo.gl/jMguq3>

Paso 6: Finalización de la prueba

Una vez terminada la prueba de usabilidad se guardan los datos en la base de datos, listos para ser analizados.



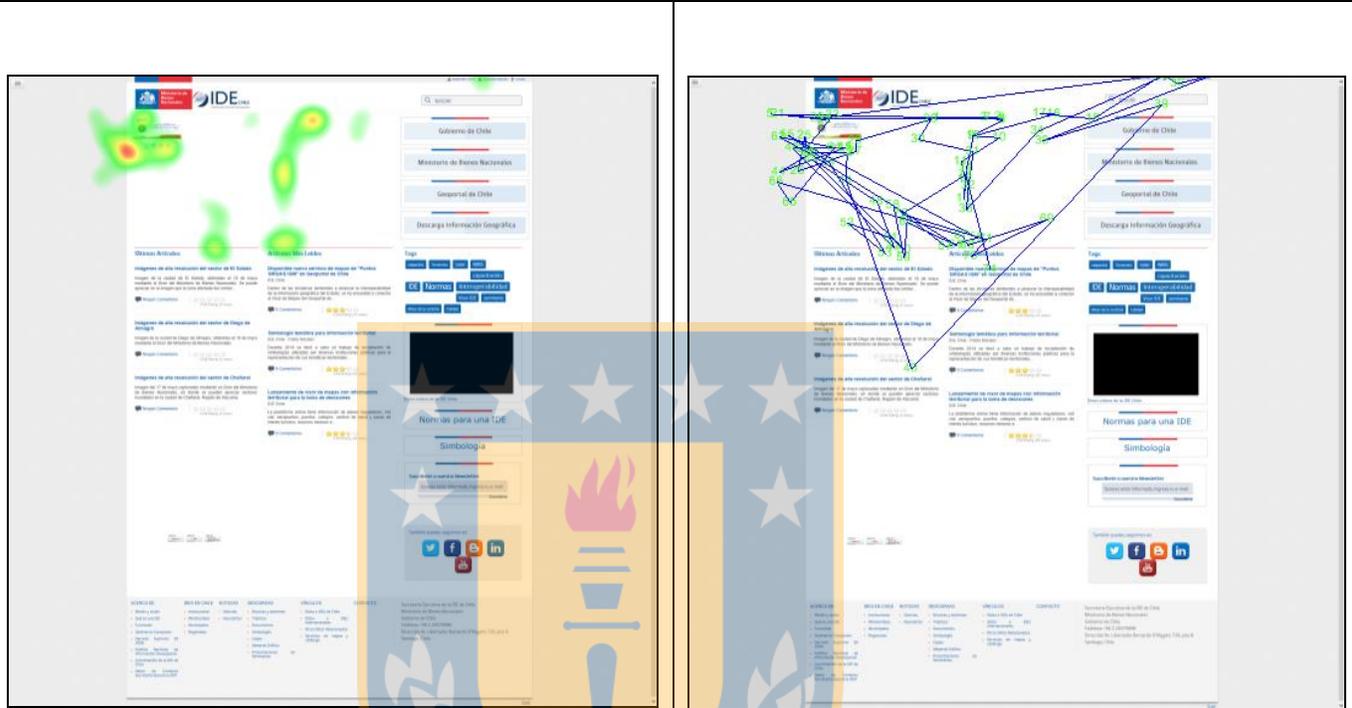
## 7.8. Resultados de perfil de usuario – Prueba piloto

Tabla 9.- Resultados de perfil de usuario - Prueba piloto

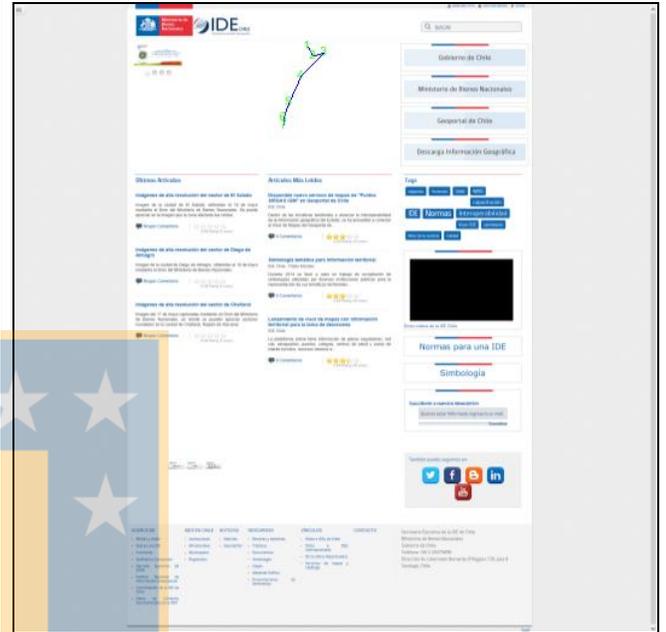
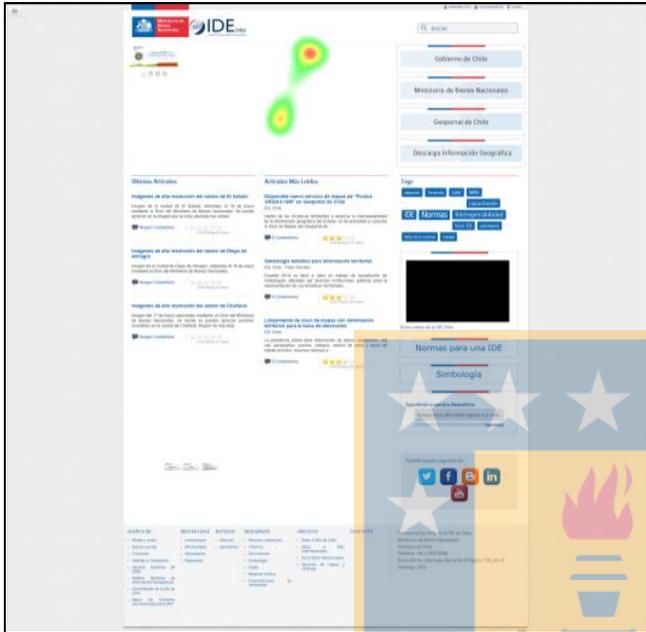
Encuesta de Perfil de Usuario		
Media de Edad [Años]	23.2	
Sexo [%]	Femenino	0
	Masculino	100
Media de Semestre [Semestre]	9	
Aplicaciones/fuentes para buscar, descargar, visualizar [%]	Google Earth	100
	Google Maps	100
	OpenStreetMap	80
	SIG por Internet	20
	Geoportales IDE	80
	Otros	0
Indicar si ha utilizado IDE Chile [%]	Si	100
	No	0
Indicar funciones utilizadas [%]	Buscar/Localizar	40
	Descargar	80
	Visualizar	100
	Otros	0

## 7.9. Resultados de prueba eye tracking

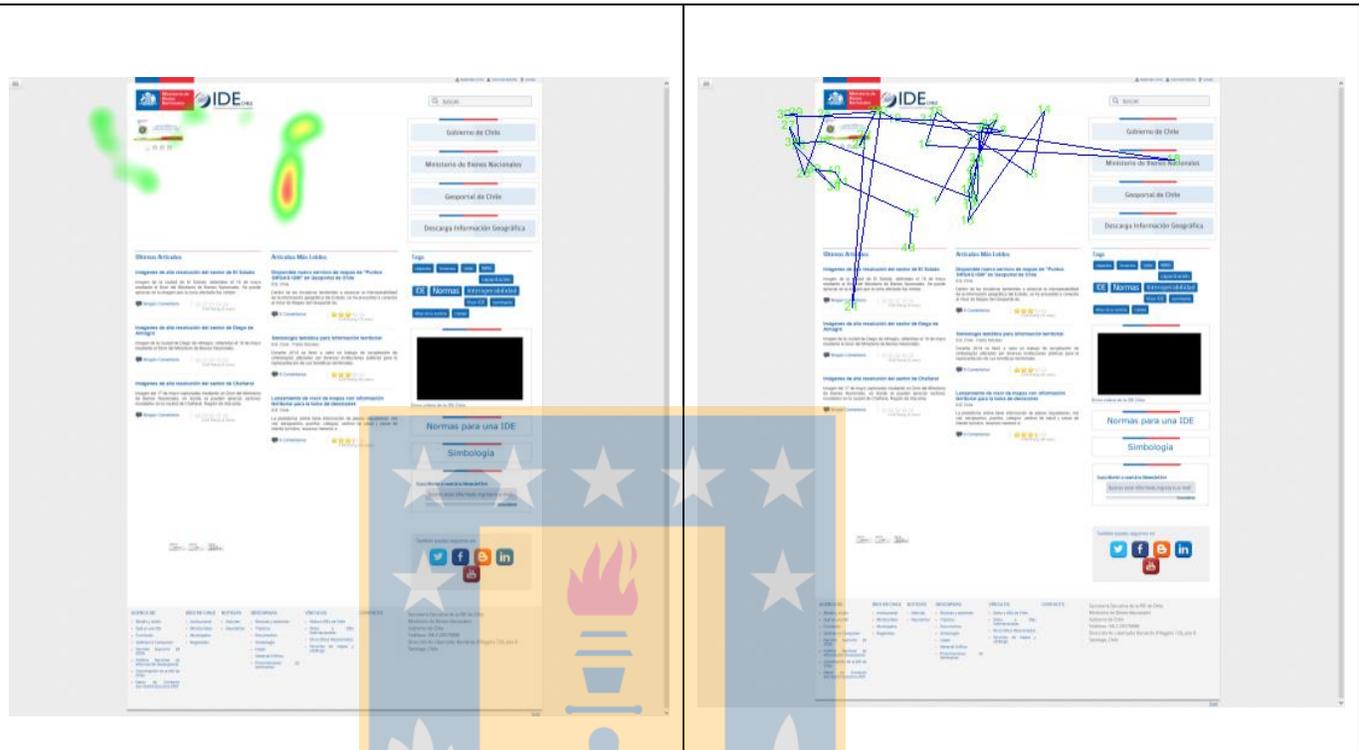
Usuario A03 N°1 - Tarea 1



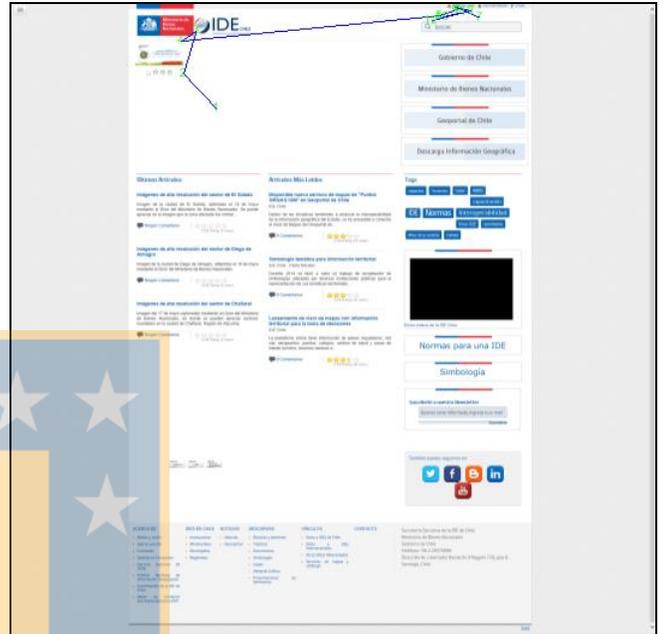
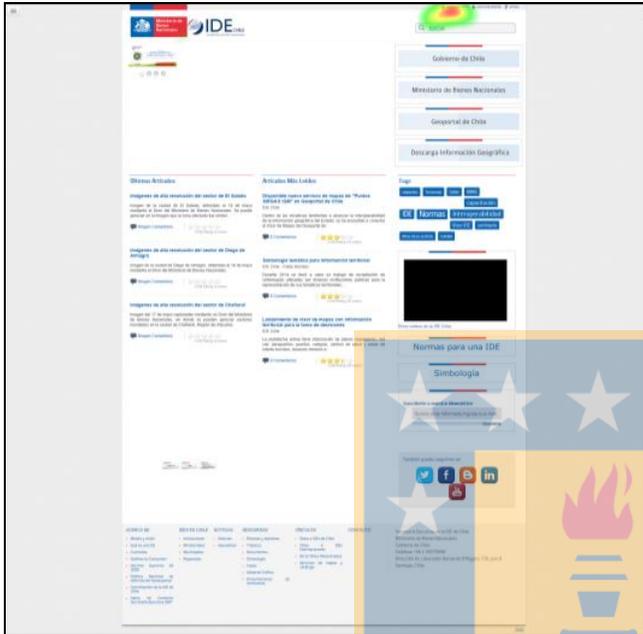
Usuario A03 N°1 - Tarea 2



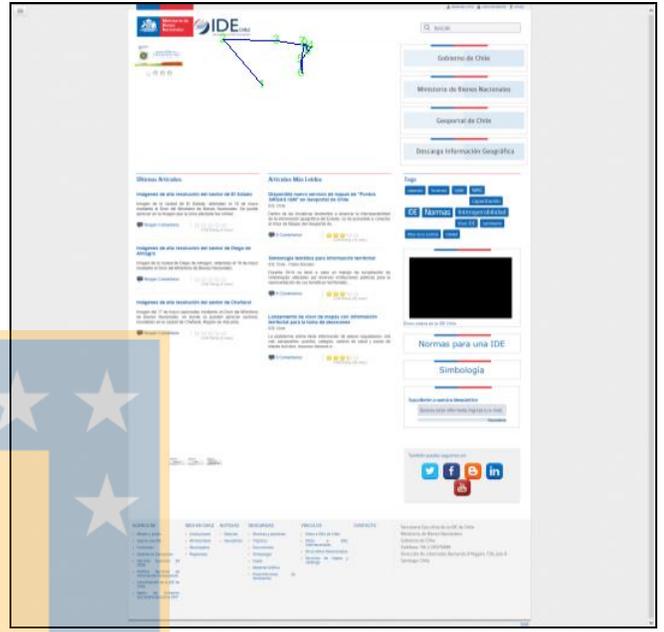
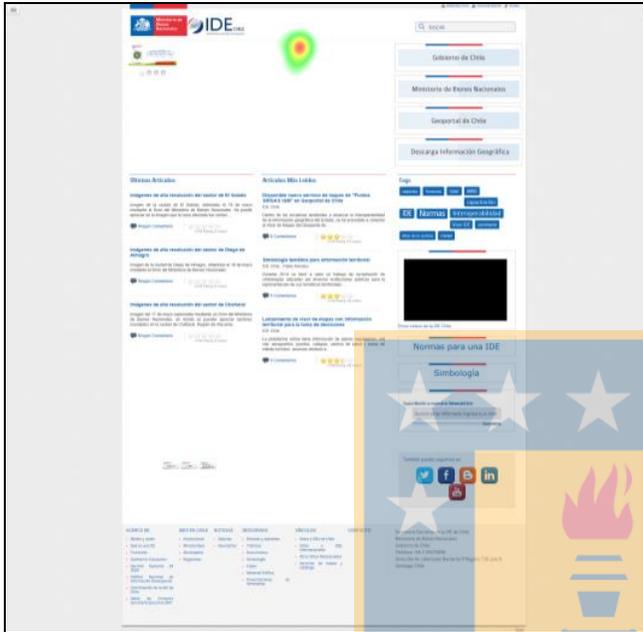
Usuario A03 N°1 - Tarea 3

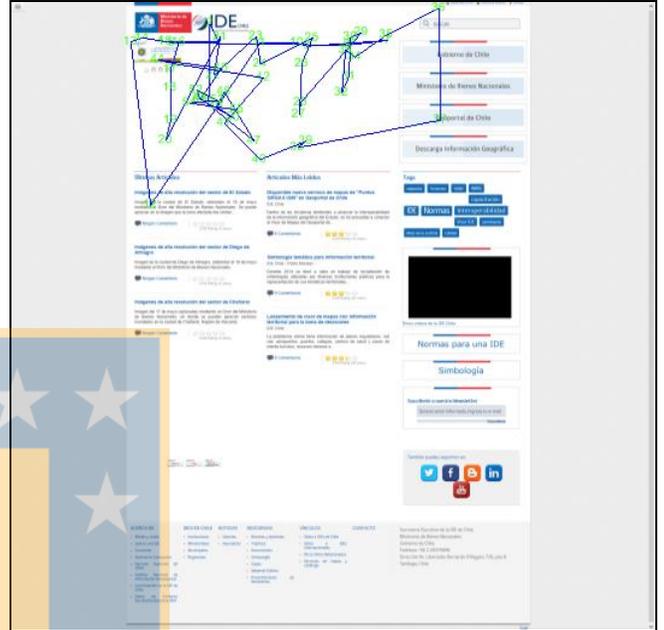
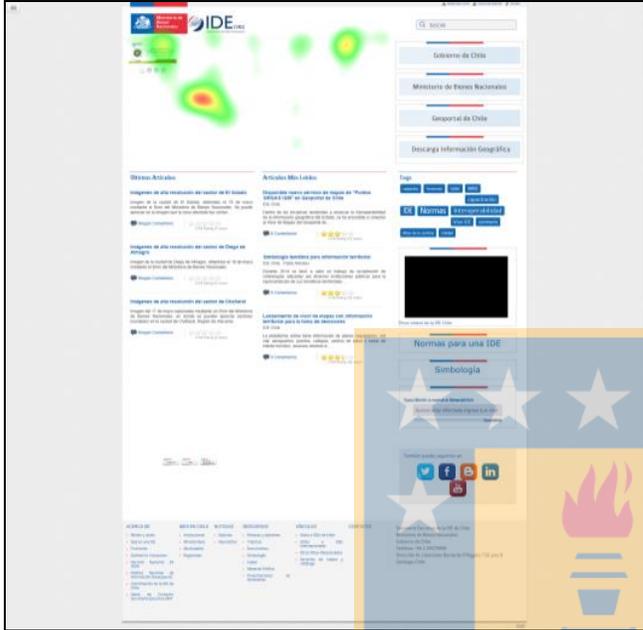


# Usuario A04 N°2 - Tarea 1

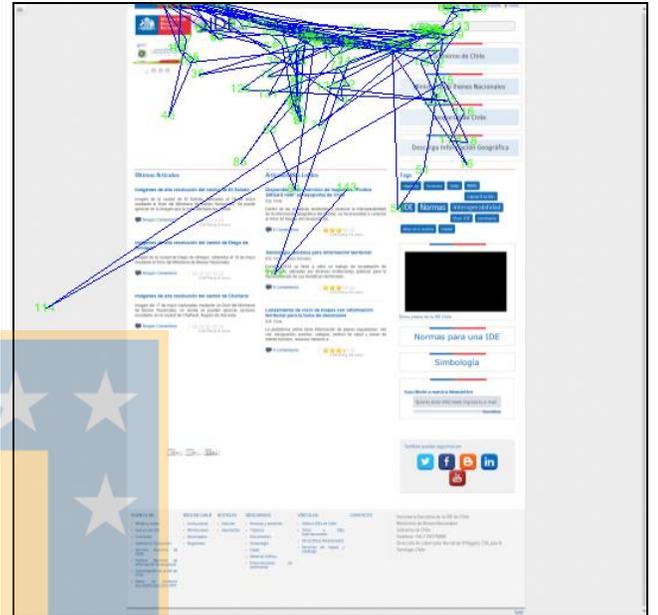
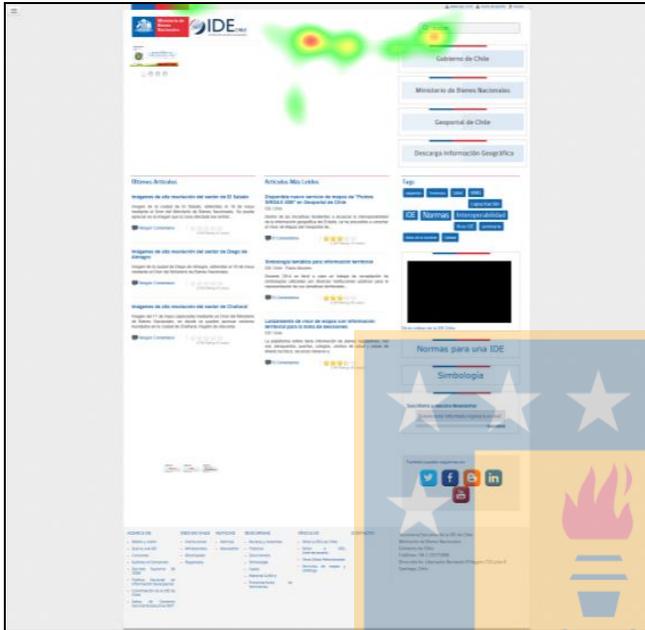


# Usuario A04 N°2 - Tarea 2

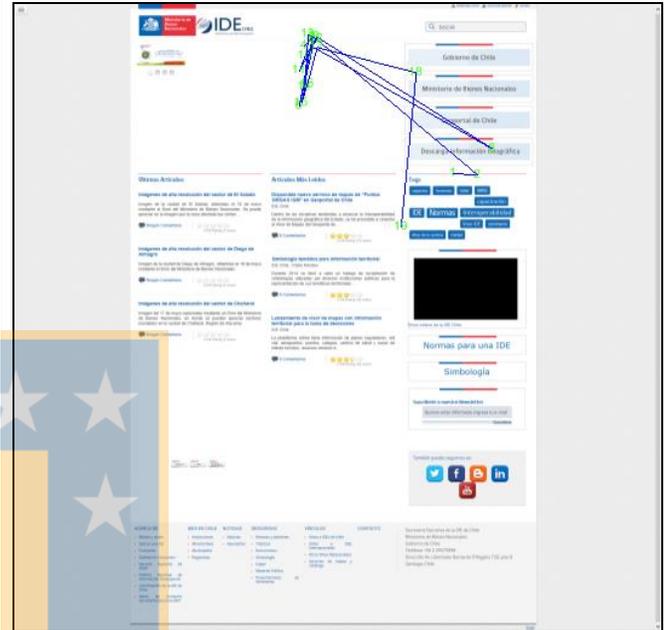
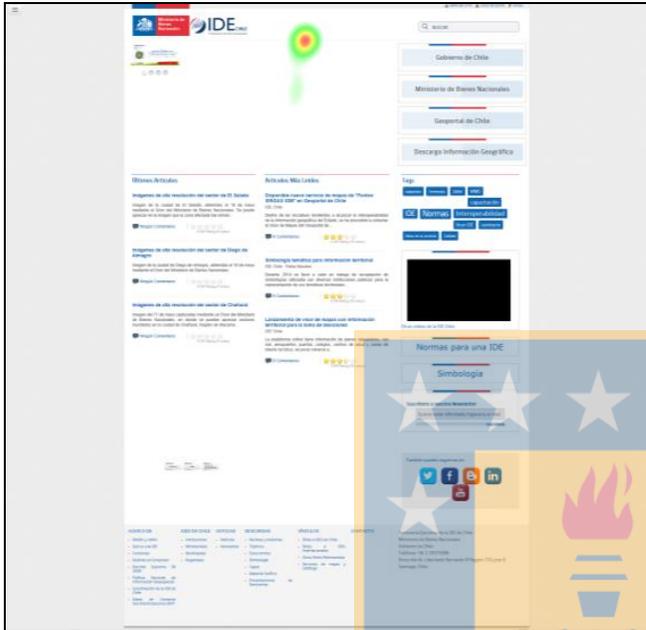




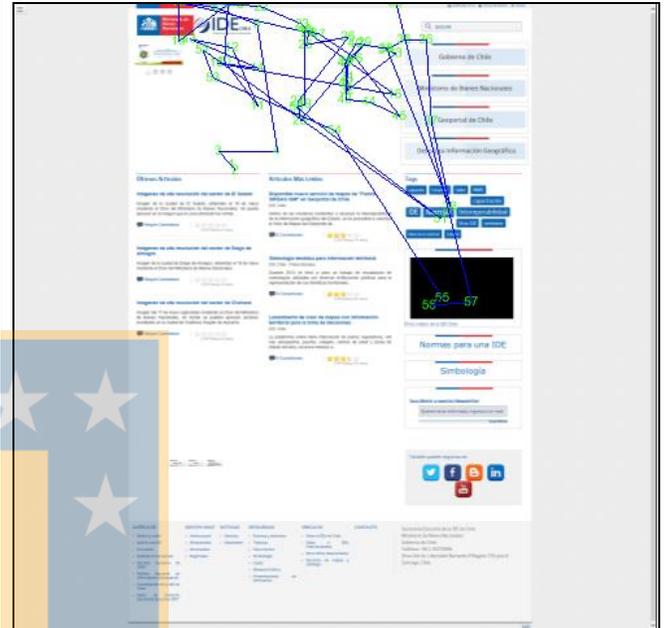
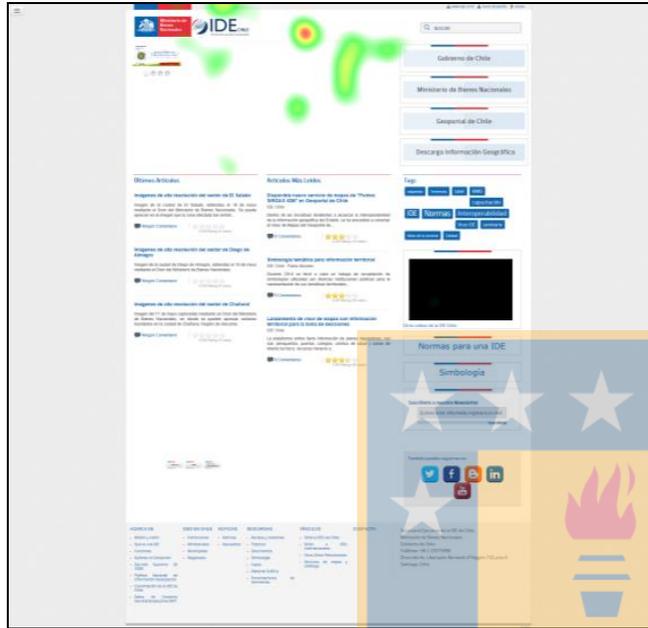
# Usuario A05 N°3 - Tarea 1



# Usuario A05 N°3 - Tarea 2

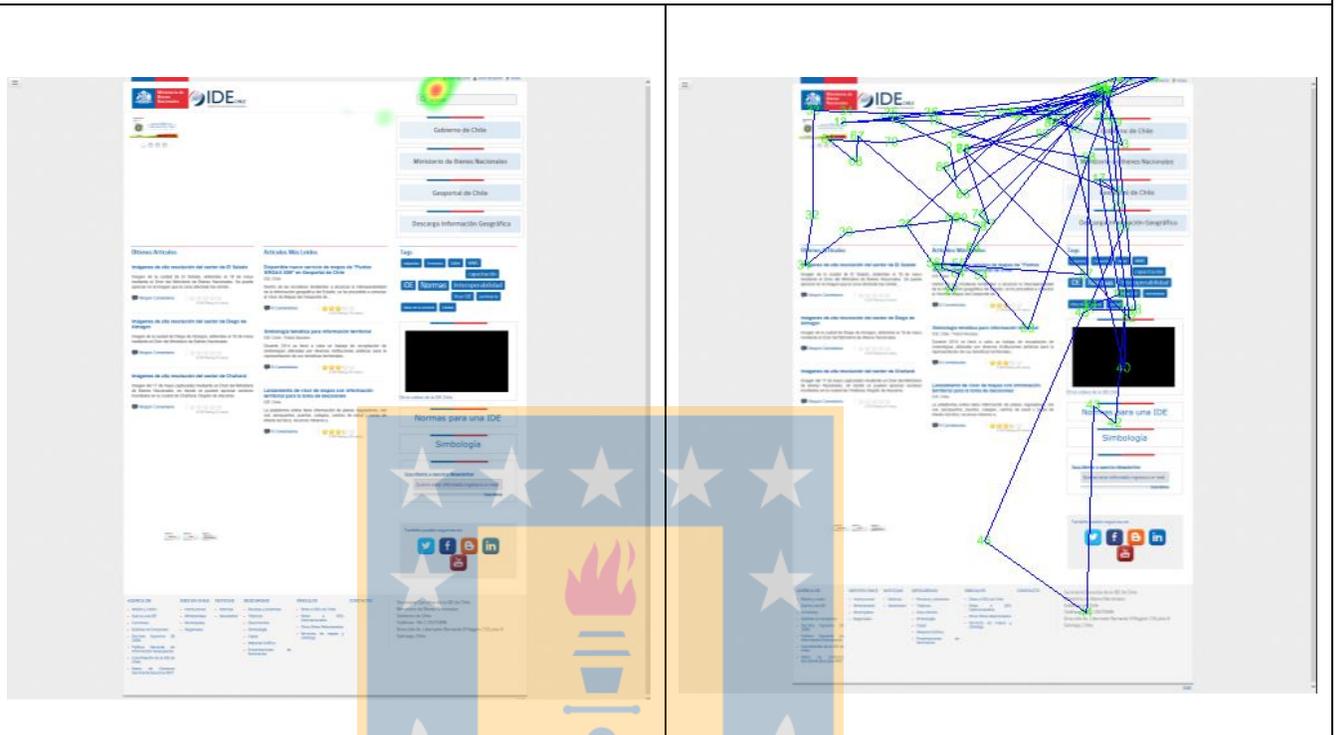


Usuario A05 N°3 - Tarea 3

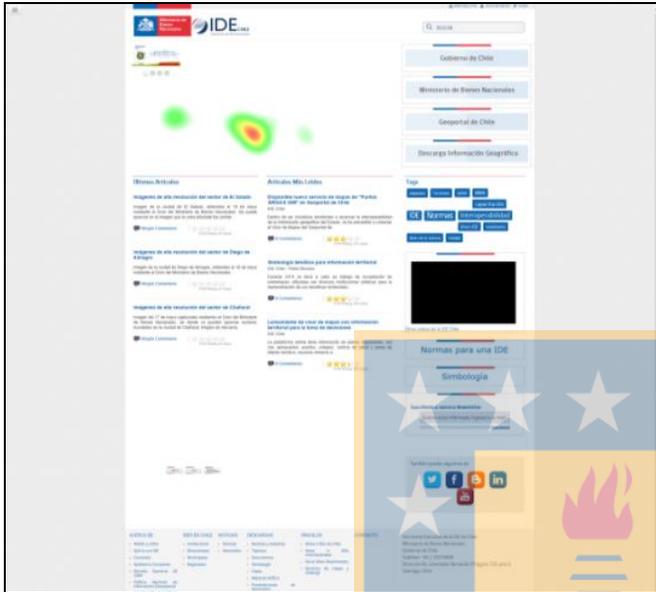


Función no encontrada por el usuario.

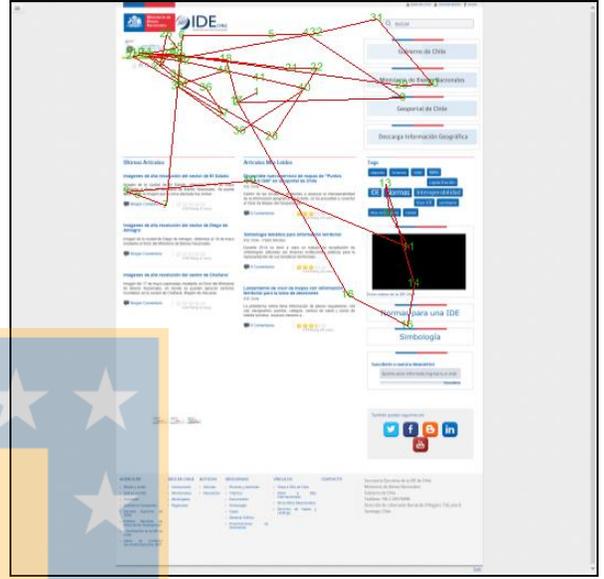
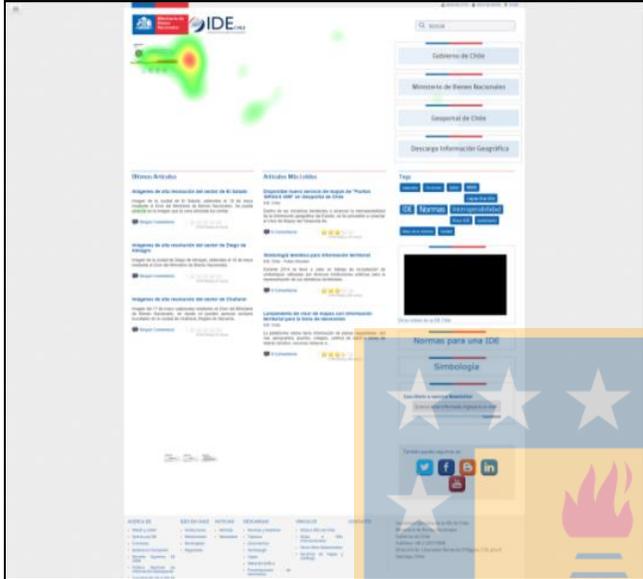
# Usuario B03 N°4 - Tarea 1



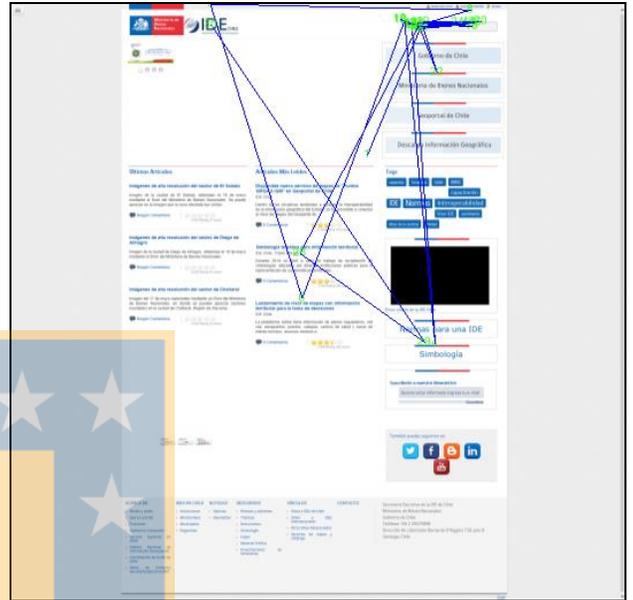
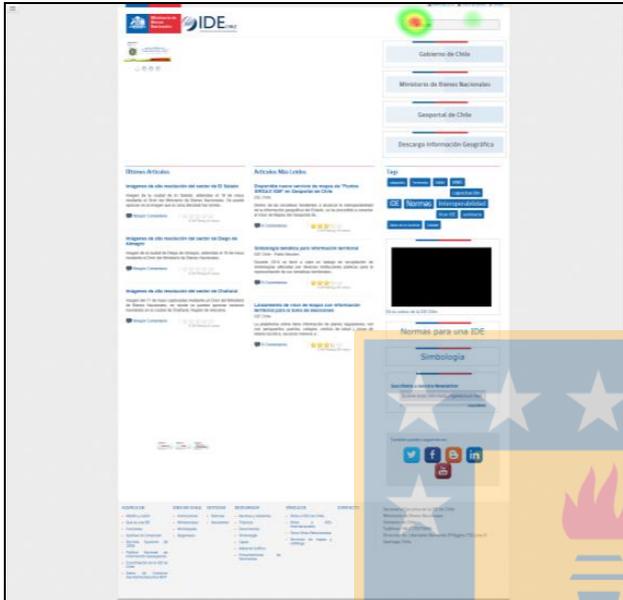
Usuario B03 N°4 - Tarea 2



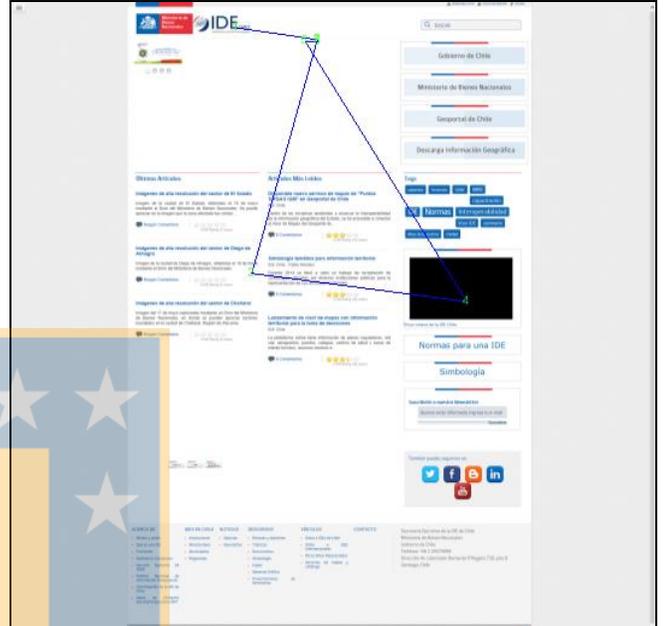
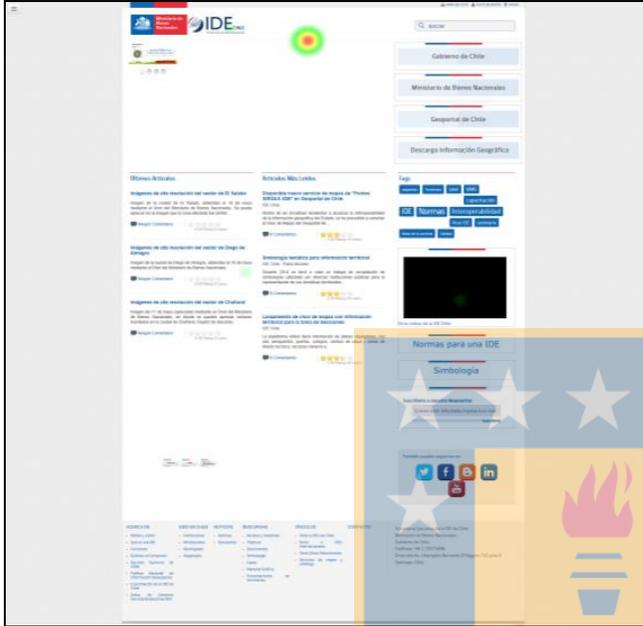
Usuario B03 N°4 - Tarea 3



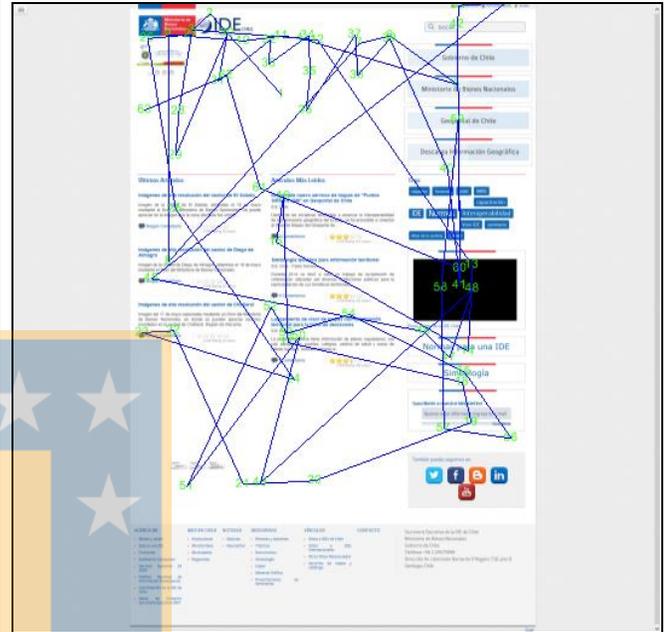
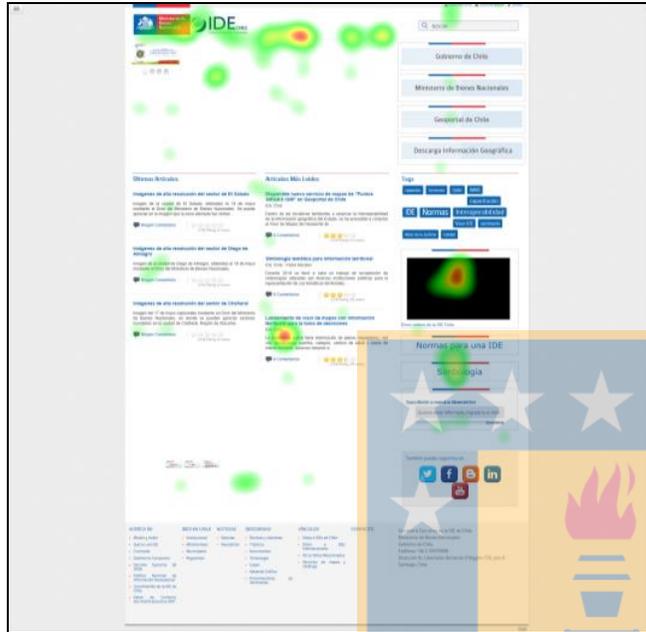
# Usuario B04 N°5 - Tarea 1



# Usuario B04 N°5 - Tarea 2

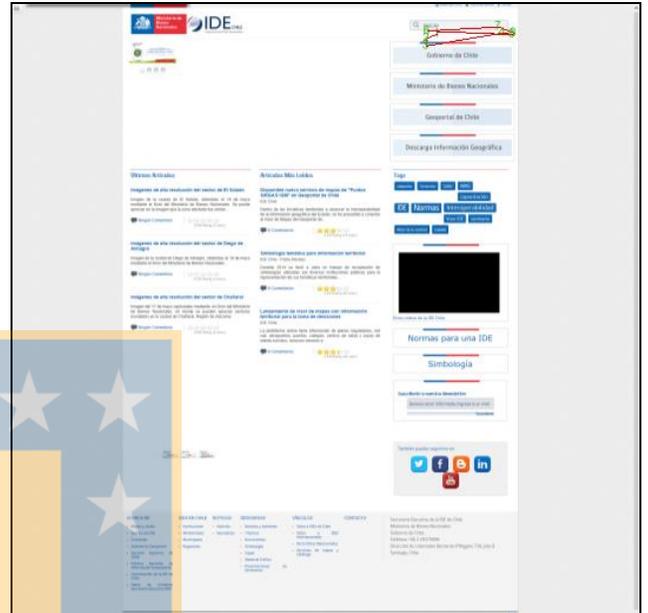
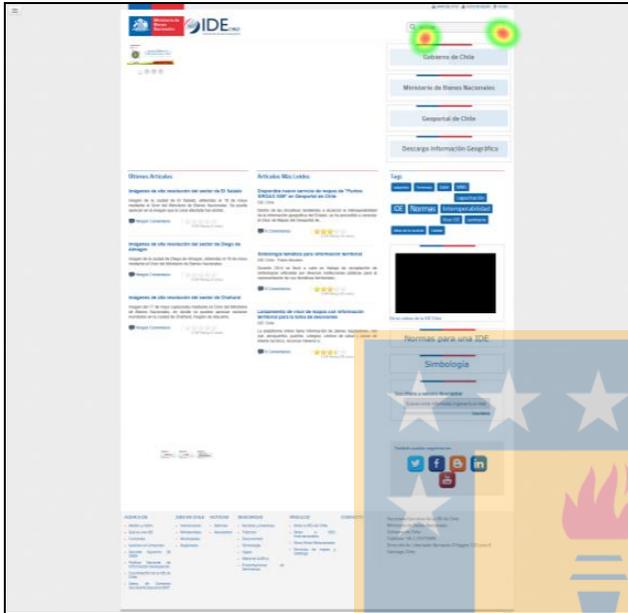


Usuario B04 N°5 - Tarea 3

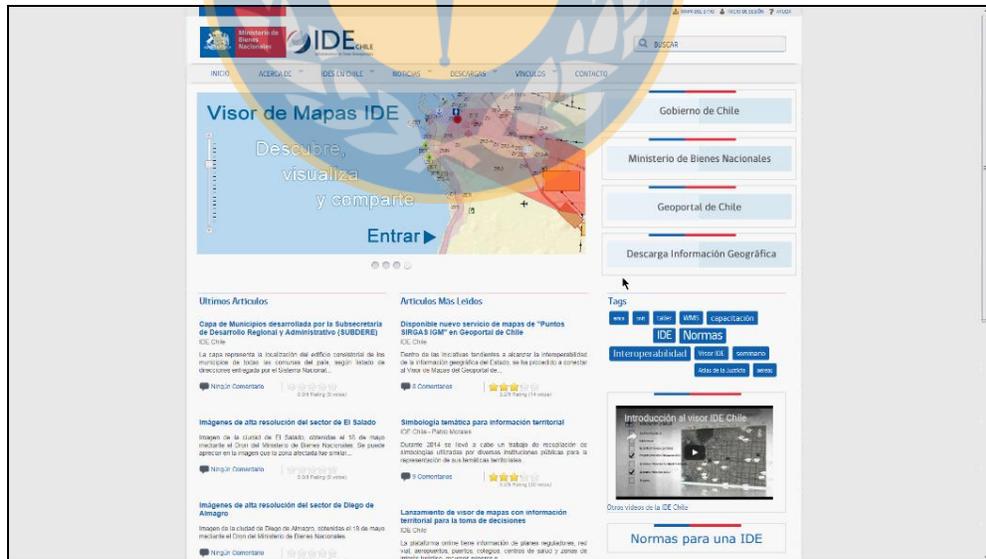
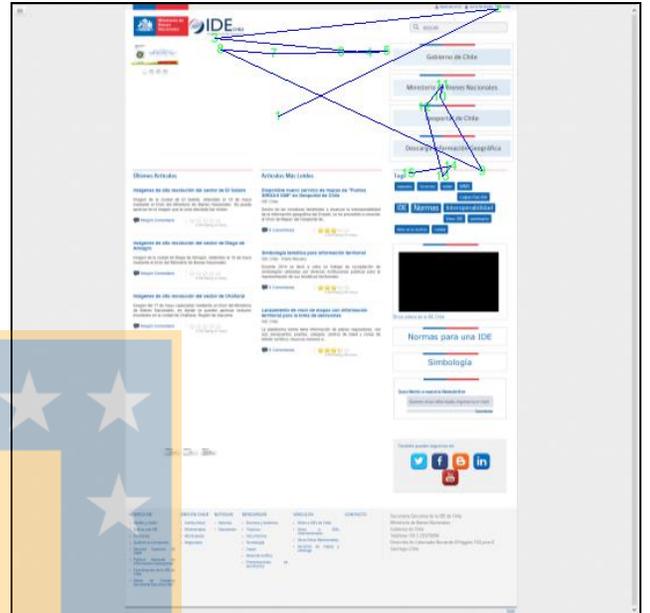
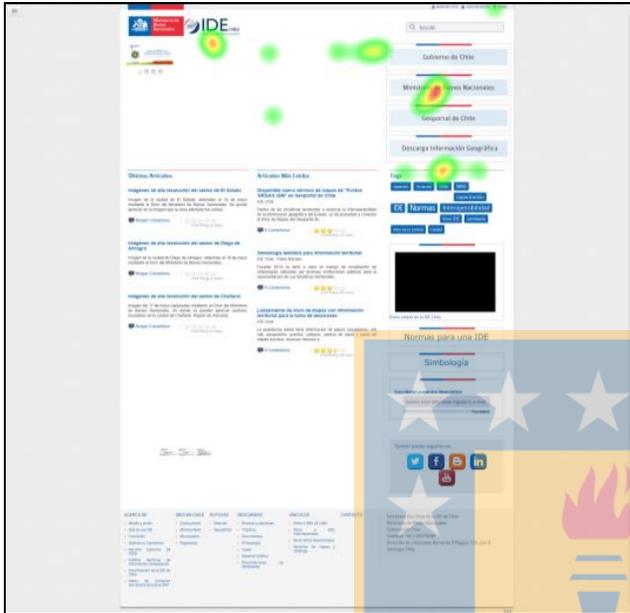


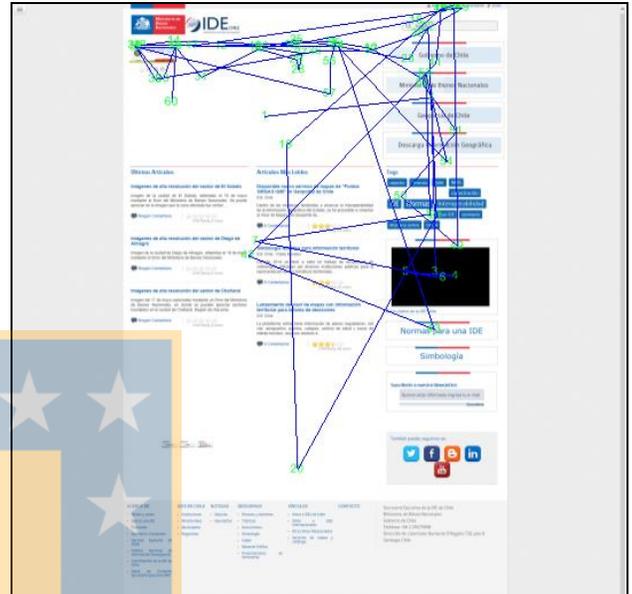
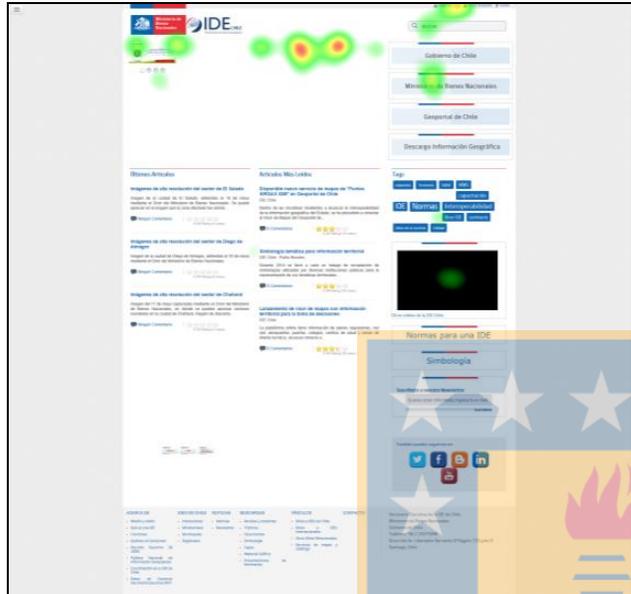
Función no encontrada por el usuario

# Usuario B05 N°6 - Tarea 1



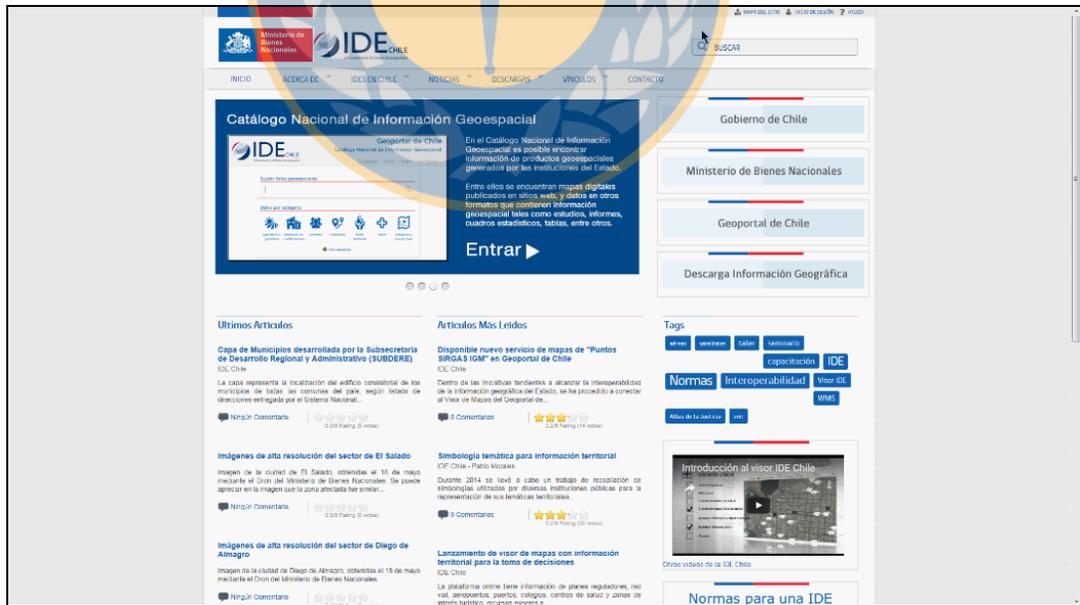
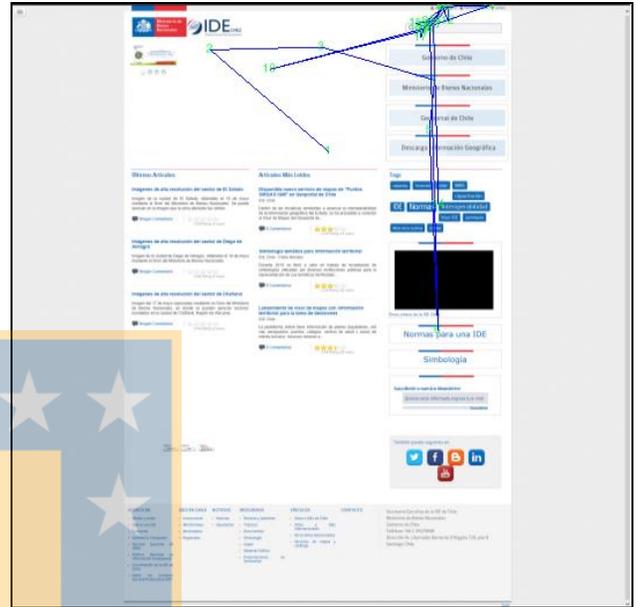
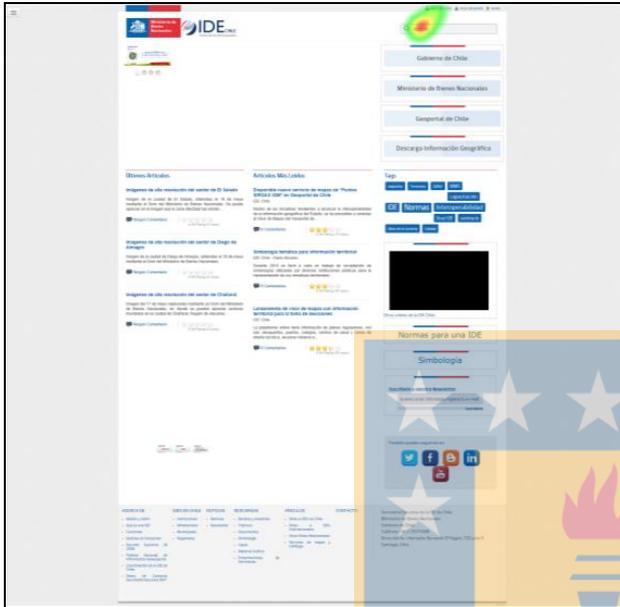
# Usuario B05 N°6 - Tarea 2

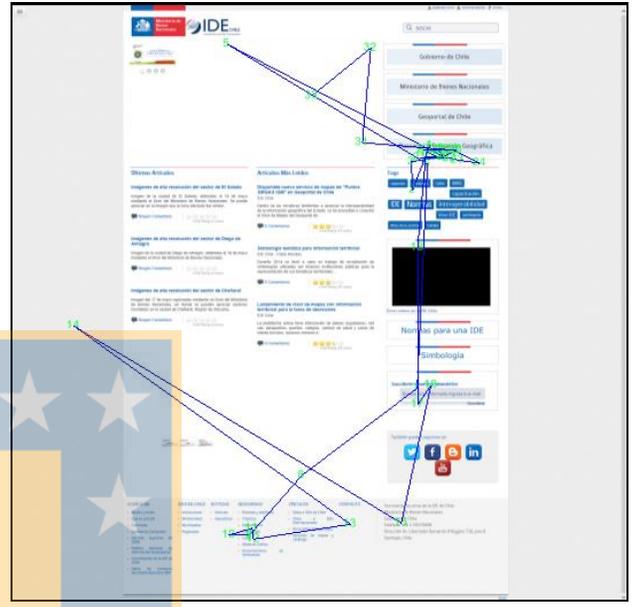
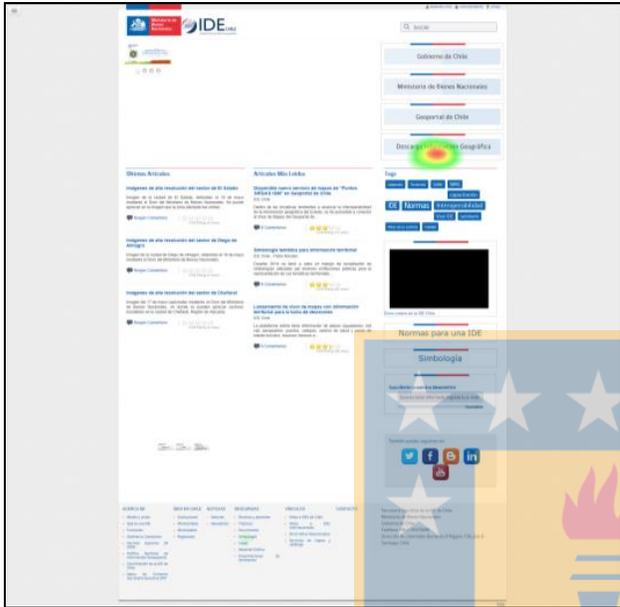




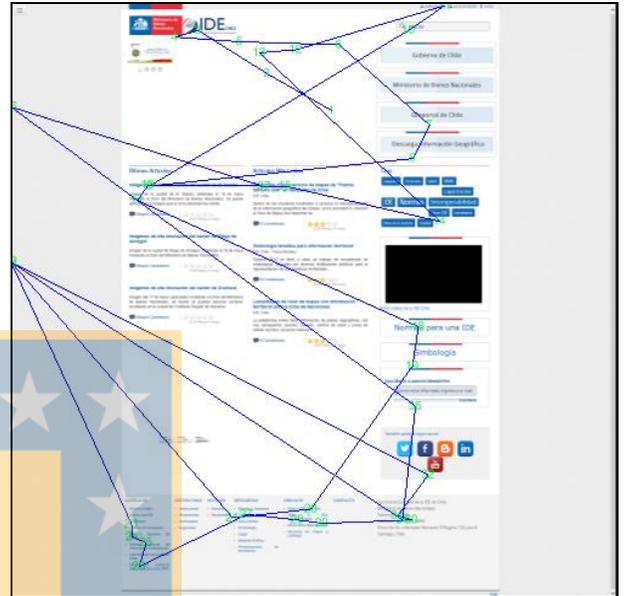
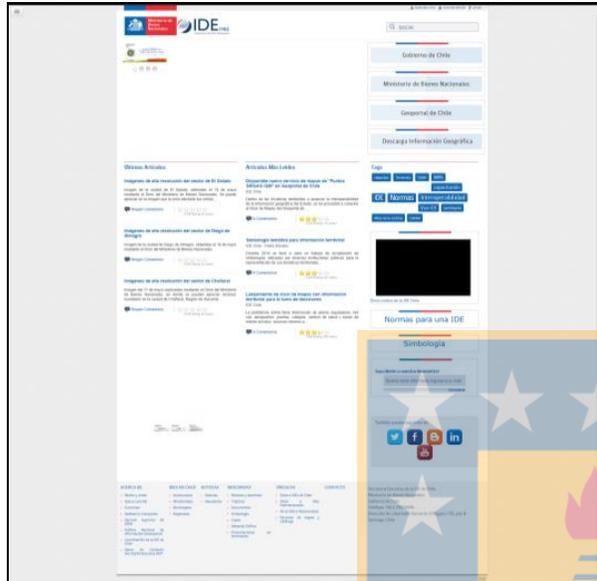
Función no encontrada por el usuario

# Usuario B07 N°7 - Tarea 1



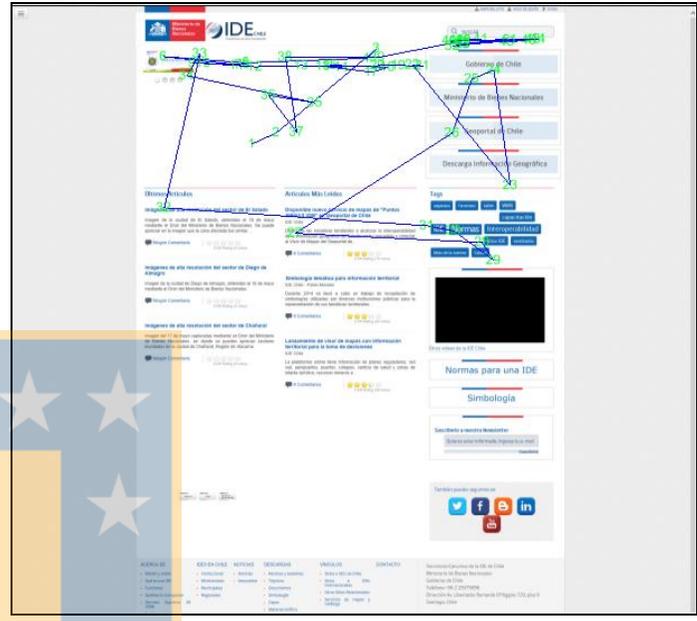
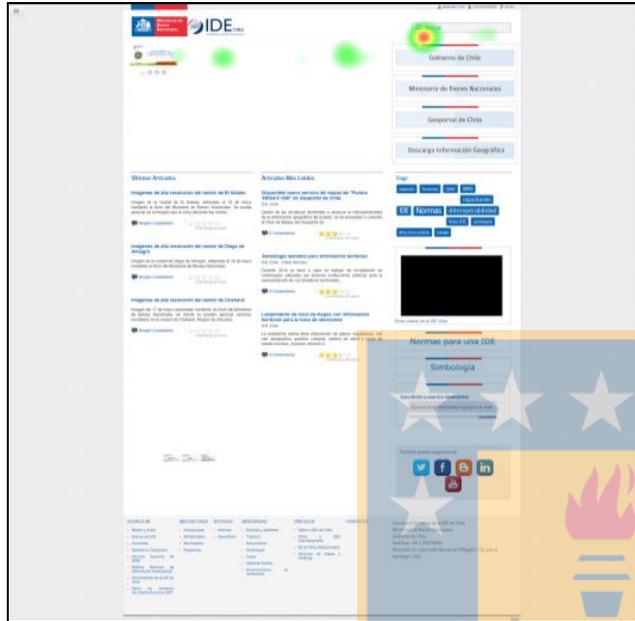


Usuario B07 N°7 - Tarea 3

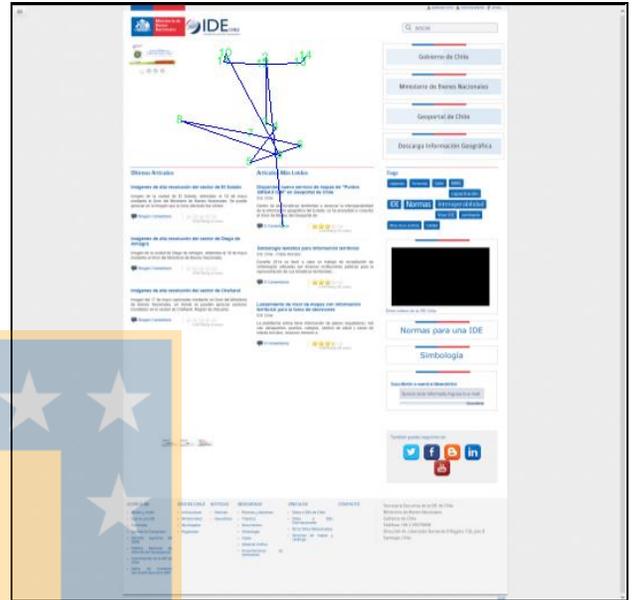
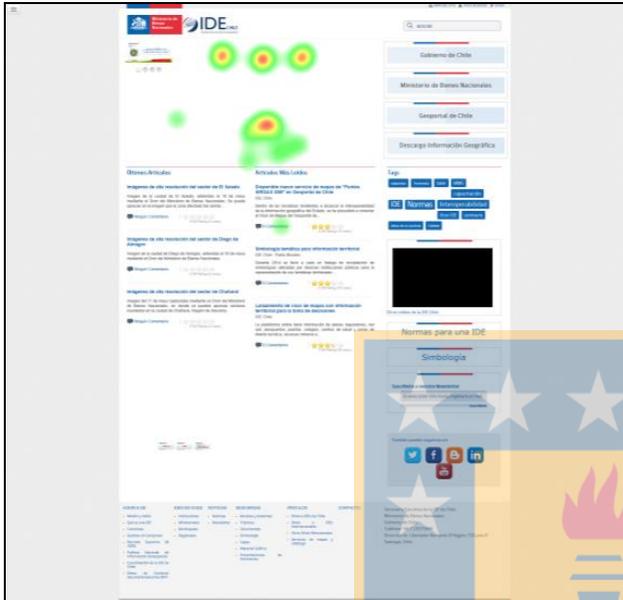


Función no encontrada por el usuario

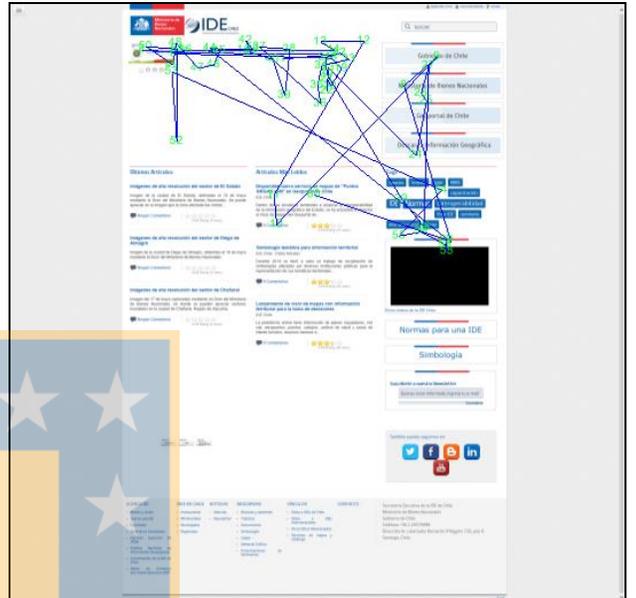
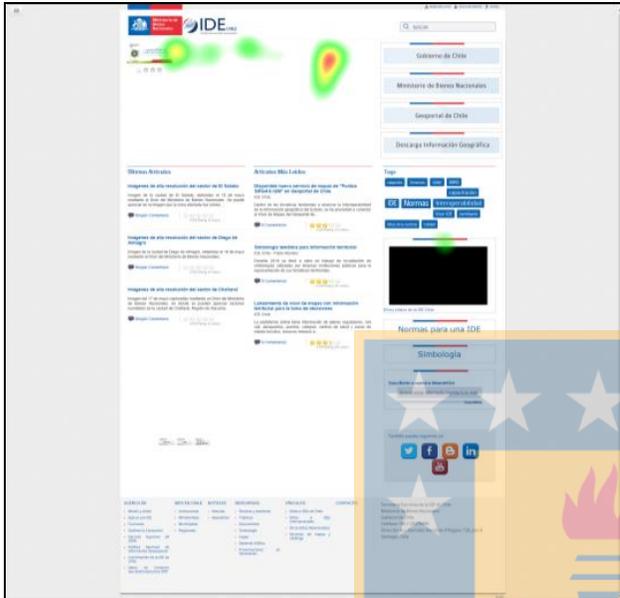
# Usuario B08 N°8 - Tarea 1



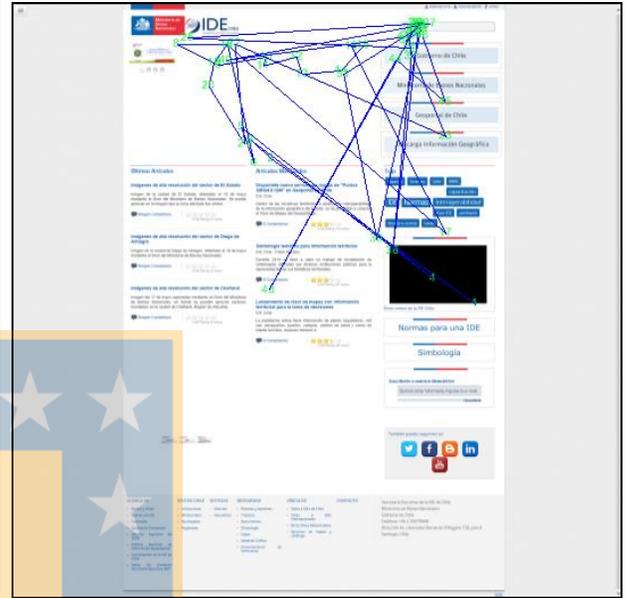
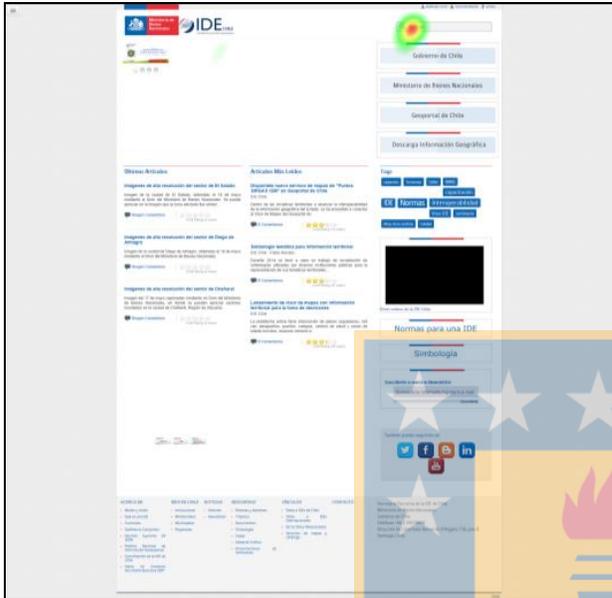
# Usuario B08 N°8 - Tarea 2



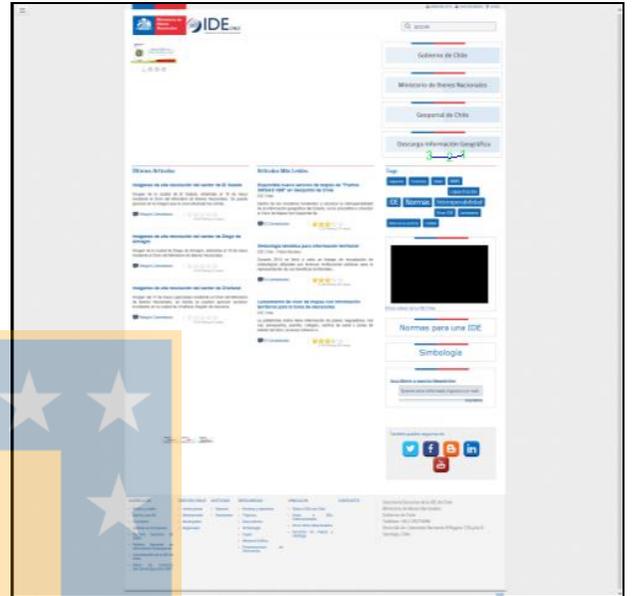
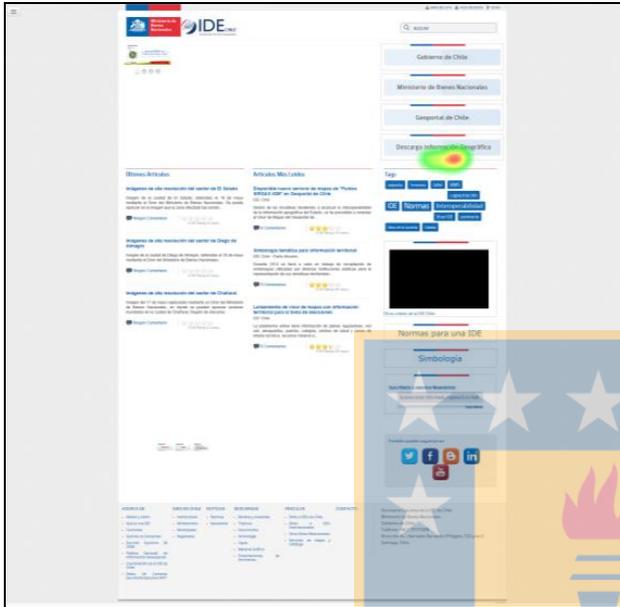
# Usuario B08 N°8 - Tarea 3

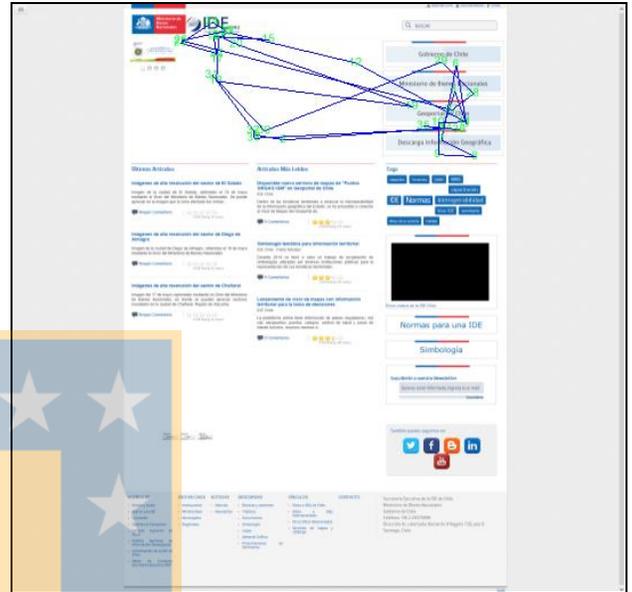
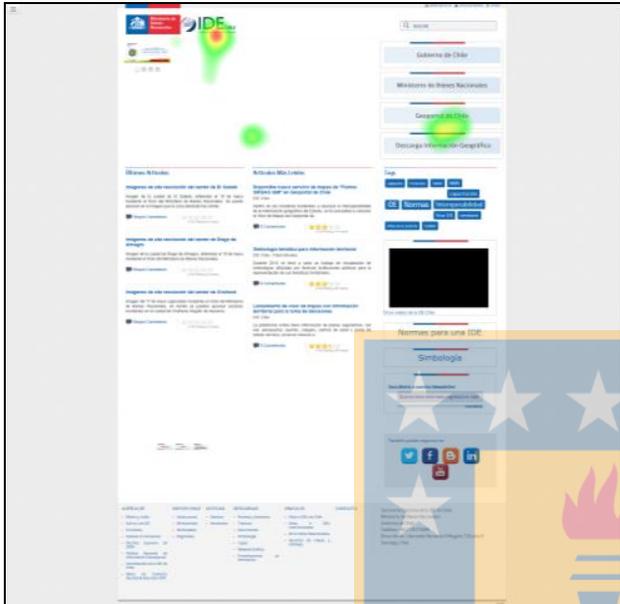


# Usuario B10 N°9 - Tarea 1

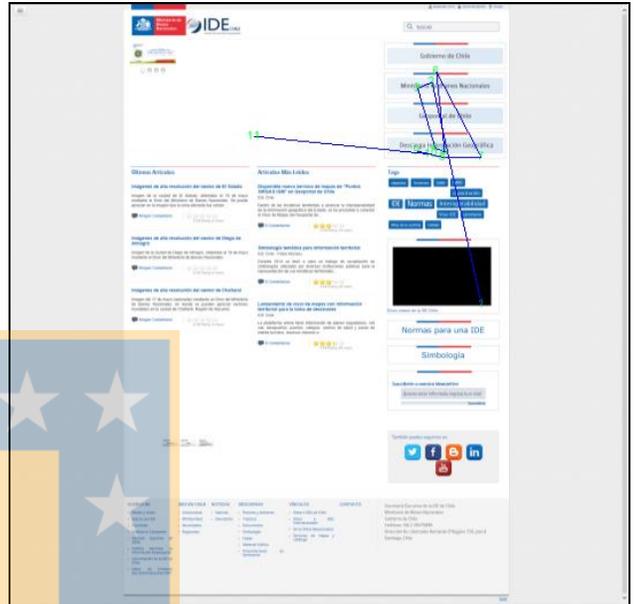
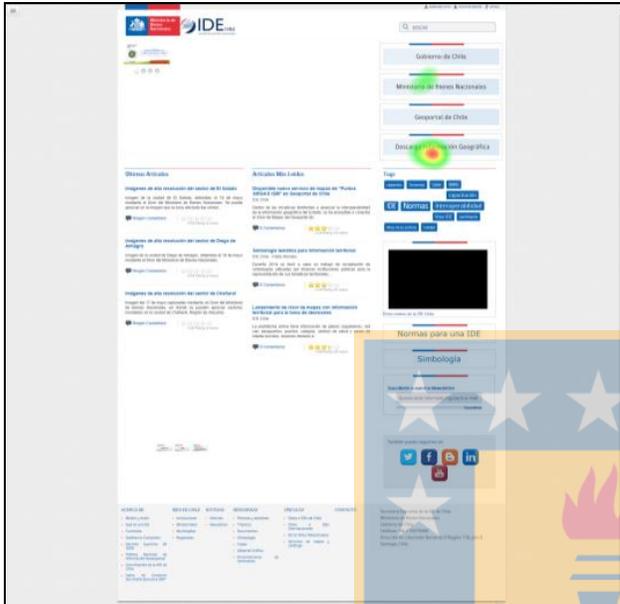


Usuario B10 N°9 - Tarea 2

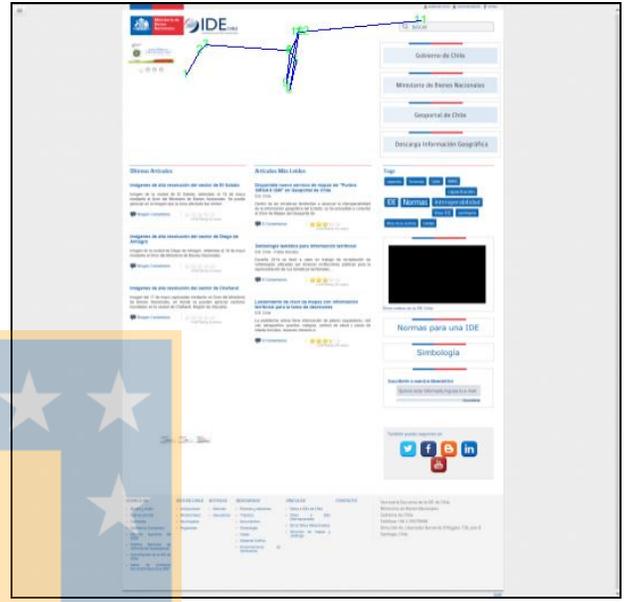
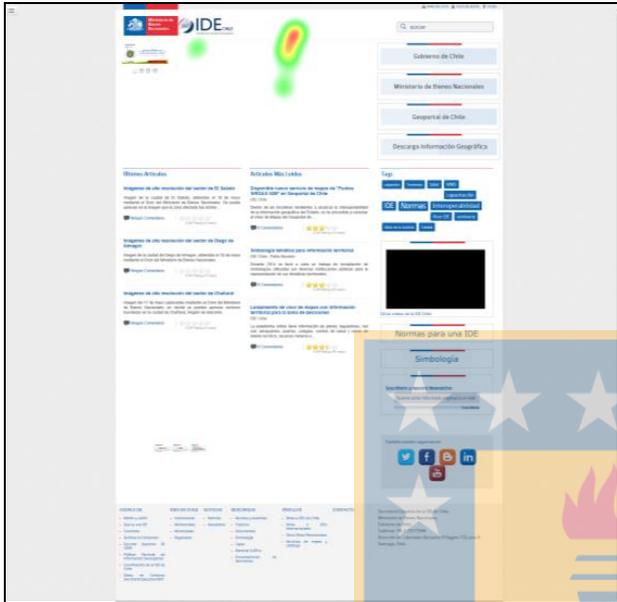




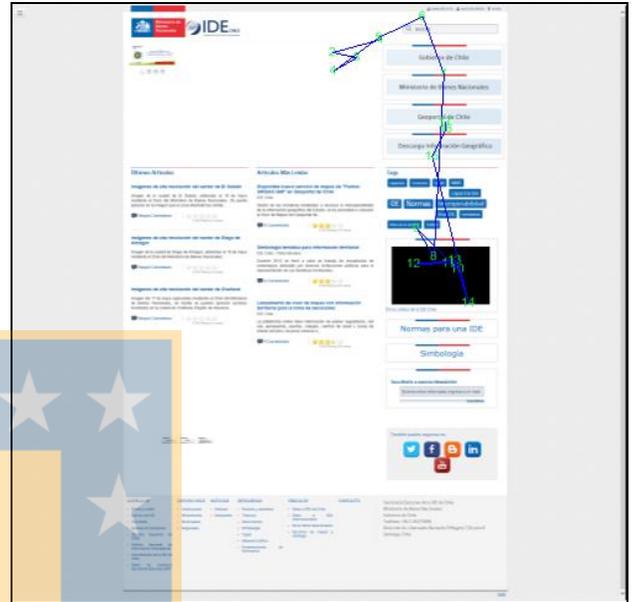
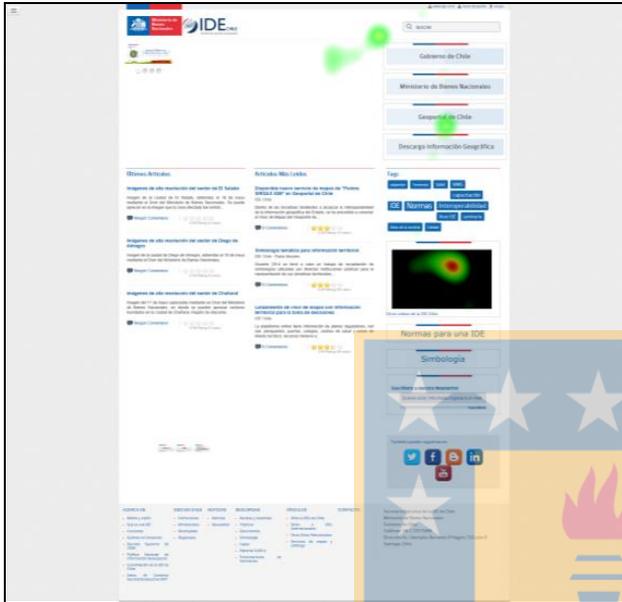
# Usuario B11 N° 10 - Tarea 1



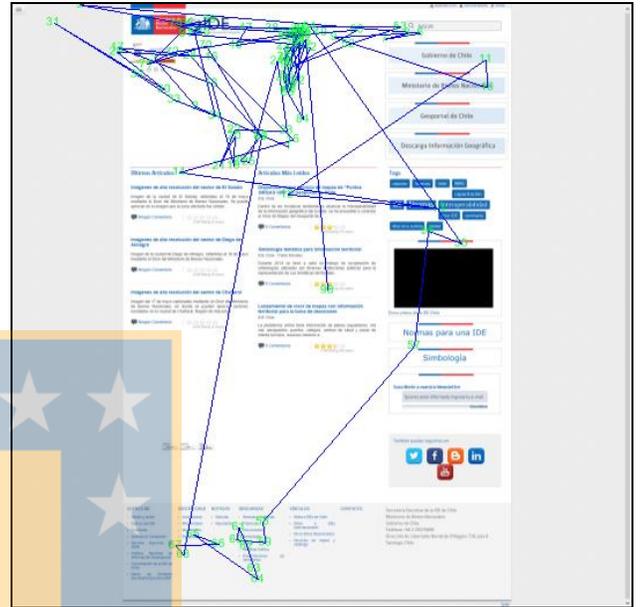
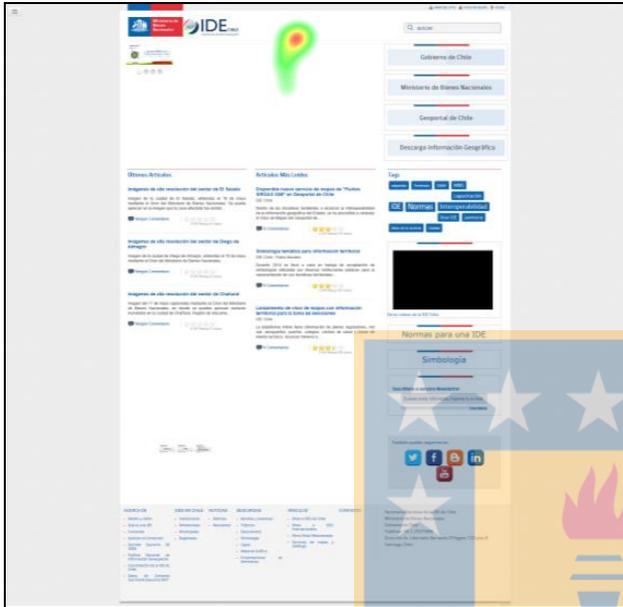
# Usuario B11 N°10 - Tarea 2



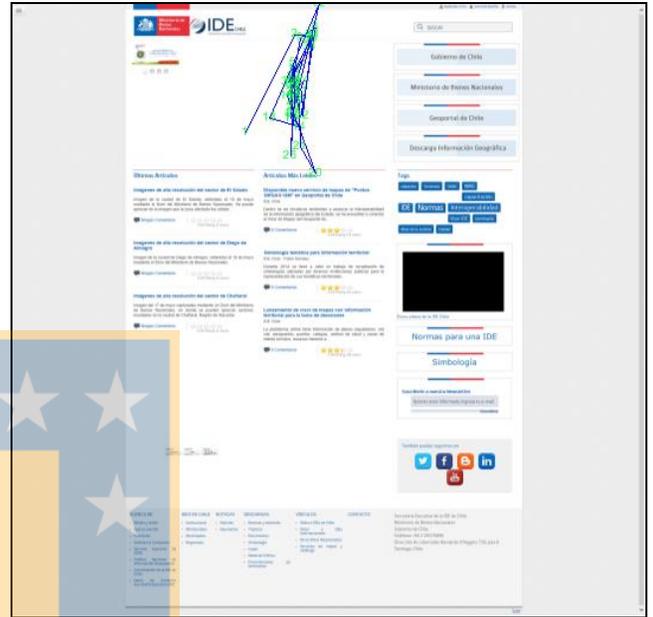
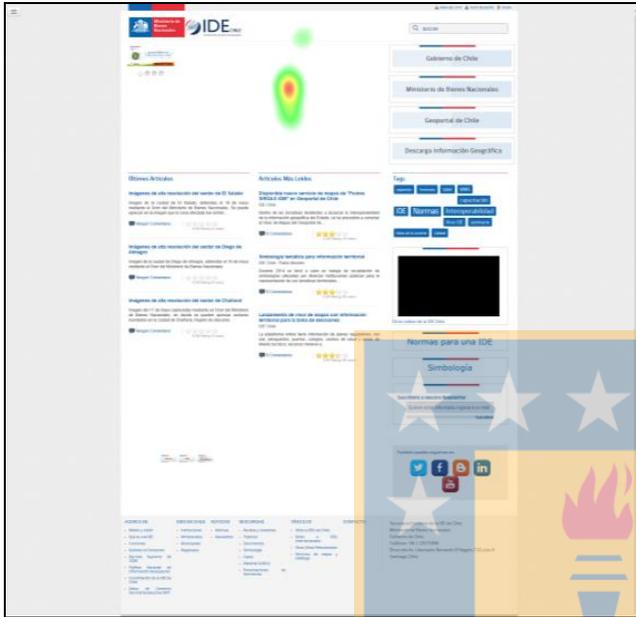
# Usuario B11 N°10 - Tarea 3



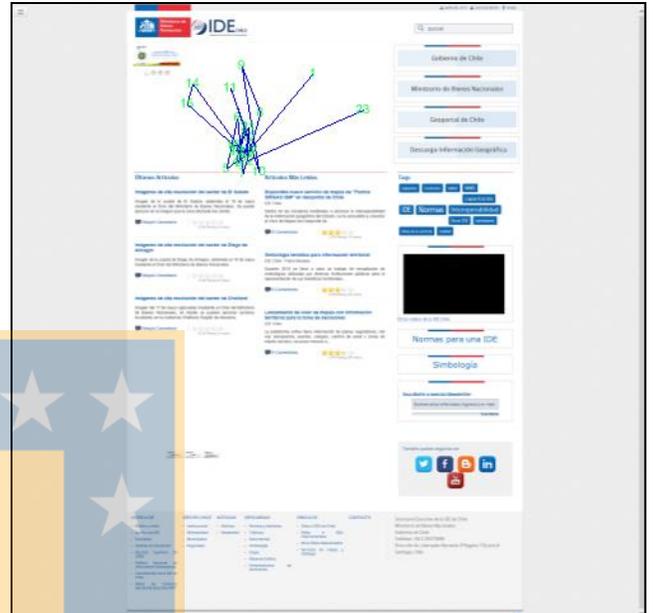
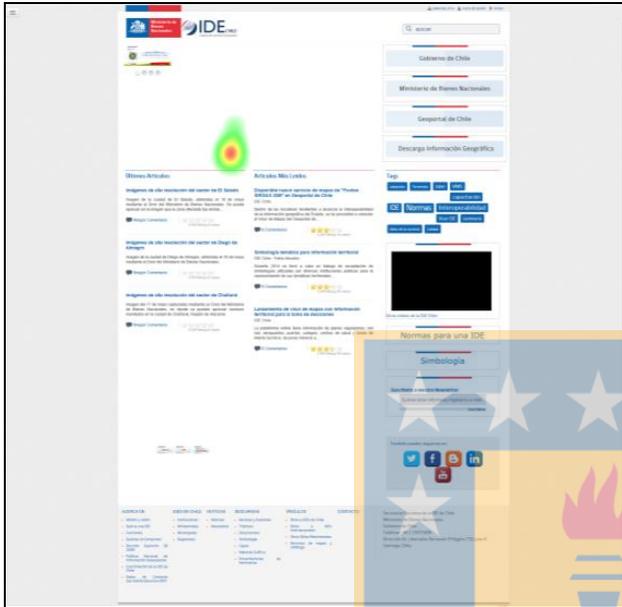
# Usuario B14 N° 11- Tarea 1



# Usuario B14 N° 11- Tarea 2



Usuario B14 N°11 - Tarea 3



## 7.10. Tabla resumen de resultados

Nº Identificador del usuario	Tareas	Eficacia de la prueba			Tiempo [seg]	Fijaciones [conteo]	Respuesta cuestionario de usabilidad		
		Correcta	Incorrecta	No Encontrada			La función es fácil de encontrar*/**	La función se encuentra rápidamente*/**	El geoportal es fácil de usar**
1	1	X			41	74	2	2	2
	2	X			9	43	5	4	
	3	X			27	7	2	2	
2	1		X		5	55	5	5	4
	2	X			7	12	4	4	
	3	X			18	9	1	1	
3	1		X		111	143	2	2	2
	2	X			14	58	5	5	
	3			X	43	19	2	2	
4	1		X		32	45	4	4	4
	2	X			6	88	3	4	
	3	X			14	16	4	4	
5	1		X		21	30	5	5	4
	2	X			7	6	5	5	
	3			X	7	63	2	2	
6	1		X		11	60	2	2	3
	2	X			11	8	3	3	
	3			X	33	15	4	4	
7	1		X		21	33	5	5	4
	2	X			28	24	4	4	
	3			X	29	37	3	3	
8	1		X		28	60	2	3	3
	2	X			11	53	2	2	
	3		X		45	14	1	1	
9	1		X		24	36	3	3	4
	2	X			4	3	4	5	
	3		X		16	46	3	2	
10	1		X		11	12	4	5	4
	2	X			14	11	5	5	
	3		X		23	17	3	3	
11	1		X		38	98	4	4	3
	2	X			15	23	4	4	
	3	X			10	36	4	4	

\* Referente a la función de cada tarea (Tarea 1: Buscar/localizar, Tarea 2: Descargar, Tarea 3: Visualizar)

\*\* Aplica escala (Totalmente en desacuerdo=1, Parcialmente en desacuerdo=2, Indeciso=3, Parcialmente de acuerdo=4, Totalmente de acuerdo=5)

## 7.11. Registro fotográfico de prueba *eye tracking*



Figura 38.- Usuario realizando tareas de prueba de usabilidad



Figura 39.- Usuario leyendo instrucciones de pruebas



Figura 40.- Usuario con sensor