



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior (Jaén)

ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA CATEGORIZACIÓN AUTOMÁTICA DE INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA

Alumno: Álvaro Barranco Vela

Tutores: Prof. Dr. Luis Martínez López

Prof. Dr. Manuel José Barranco García

Dpto: Informática

Septiembre, 2021



Universidad de Jaén

**Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática**

Dº. Luis Martínez López y Dº. Manuel José Barranco García, tutores del Trabajo Fin de Master titulado: “ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA CATEGORIZACIÓN AUTOMÁTICA DE INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA”, que presenta Álvaro Barranco Vela, autorizan su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre del 2021

El alumno

Los tutores

D. Álvaro Barranco Vela

Dº. Luis Martínez

Dº. Manuel José Barranco

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, por el apoyo que he recibido siempre y por la educación que me han dado. En especial a mi madre, Candy, que siempre me ha motivado a esforzarme, a dar lo mejor de mí y siempre me ha ayudado.

También a mi prometida, Emily, que siempre me ha animado y motivado, siempre ha estado a mi lado para ayudarme en lo que necesitara, en los buenos y malos momentos y también apoyándose durante el desarrollo de este proyecto.

Un agradecimiento especial también a mis suegros, Fidel y Toñi por la ayuda brindada, especialmente durante estos 2 años que me han acogido.

También a mis compañeros de carrera, en especial a Javier y Guillermo, que siempre echaban una mano y te ayudaban cuando estabas un poco perdido.

A los profesores con los que he tenido la suerte de compartir alguna asignatura, y me han enseñado mucho sobre mi profesión.

Otra mención especial a mi tutor, Luis, que además he tenido la suerte de tenerlo como profesor en un par de asignaturas, quien me ha ayudado a lo largo de la carrera y me ha guiado y ayudado en el desarrollo de este proyecto. Ha sido un placer aprender con él.

Por último, la mención más especial me gustaría que fuera para Manolo, mi padre y el otro tutor de este TFM, por haberme guiado a lo largo de la vida, y en especial en estos años de estudio, haberme apoyado siempre y ayudado y sobre todo por haber sido un referente por el cuál finalmente he encontrado mi profesión a la que me dedicaré toda mi vida.

ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Propósito	2
1.3. Objetivos y metodología	2
1.4. Estructura de la memoria	3
1.5. Planificación temporal.....	3
1.5.1. Diagrama de actividades	5
1.5.2. Diagrama de Gantt	5
1.6. Planificación de costes	7
1.6.1. Costes de desarrollo	7
1.6.1.1. Costes hardware.....	7
1.6.1.2. Costes software	8
1.6.1.3. Costes de personal	9
1.6.2. Otros costes.....	10
2. Técnicas multicriterio de ayuda a la decisión	13
2.1. Toma de decisión multicriterio	13
2.2. PROMETHEE	15
2.3. TOPSIS	17
2.4. AHP	18
2.4.1. AHP Sort	22
2.4.2. AHP Sort II	24
2.5. Técnica AHP Sort II para la categorización automática de información georreferenciada.....	26
2.5.1. Sistemas de información geográfica (SIG).....	26
2.5.2. Obtención de los datos	27
2.5.3. Aplicación del método al proyecto	29
3. Desarrollo de la aplicación.....	33
3.1. Método de desarrollo	33
3.1.1. Método tradicional.....	33
3.1.2. Desarrollo ágil.....	34
3.1.3. Elección del método	34

3.2.	Análisis.....	34
3.2.1.	Requisitos	35
3.2.1.1.	Requisitos funcionales.....	36
3.2.1.2.	Requisitos no funcionales	37
3.2.2.	Análisis de perfiles de usuarios	37
3.2.3.	Modelo de casos de uso.....	38
3.2.3.1.	Diagrama de casos de uso	39
3.2.3.2.	Narrativas de casos de uso	41
3.2.3.3.	Diagramas de secuencia del sistema.....	45
3.2.4.	Análisis de tecnologías	48
3.2.4.1.	Tecnología para el almacenamiento de datos	49
3.2.4.2.	Tecnología para la visualización de mapas	51
3.2.4.3.	Tecnología para el desarrollo (IDE)	53
3.2.5.	Análisis de la arquitectura	54
3.3.	Diseño.....	57
3.3.1.	Diagrama de clases.....	57
3.3.2.	Diseño de la interfaz (Story-board)	58
3.3.3.	Obtención de datos de expertos.....	60
3.4.	Implementación	62
3.4.1.	Esquema general de la aplicación	62
3.4.2.	Proceso de implementación.....	63
3.4.2.1.	Descripción	63
3.4.2.2.	Dificultades encontradas.....	64
3.5.	Pruebas.....	67
4.	Conclusiones y trabajos futuros	71
4.1.	Conclusiones.....	71
4.2.	Trabajos futuros	72
	Bibliografía.....	73
	ANEXO I. Manual de instalación.....	77
	ANEXO II. Manual de Usuario.....	79
	ANEXO III. Cuestionarios para recoger datos de expertos.....	81

Índice de ilustraciones

Ilustración 1- Diagrama de actividades	5
Ilustración 2- Diagrama de Gantt	6
Ilustración 3- Tipos de problemas de toma de decisión	14
Ilustración 4- Estructura de problema AHP	20
Ilustración 5- Escala Saaty	21
Ilustración 6- Perfiles límite y perfiles centrales	22
Ilustración 7- Interpolación en la función de prioridad	25
Ilustración 8- Portal estadístico de criminalidad	27
Ilustración 9- Ejemplo de datos del portal de criminalidad.....	28
Ilustración 10- Función de prioridad del criterio asesinatos consumados.....	30
Ilustración 11- Componentes de diagramas de casos de uso.....	40
Ilustración 12- Diagrama de casos de uso	41
Ilustración 13- Diagrama de secuencia: visualización del mapa.....	46
Ilustración 14- Diagrama de secuencia: Selección de datos.....	47
Ilustración 15- Diagrama de secuencia: desplazamiento del mapa	47
Ilustración 16- Diagrama de secuencia: Zoom en el mapa.....	48
Ilustración 17- Diagrama de secuencia: consulta de datos	48
Ilustración 18- Diagrama modelo-vista-controlador	56
Ilustración 19- Diagrama de clases.....	58
Ilustración 20- Story board.....	59
Ilustración 21- Cuestionario para el experto: definición de perfiles centrales	61
Ilustración 22- Cuestionario para el experto: comparación de criterios.....	61
Ilustración 23- Diagrama de las tecnologías utilizadas	62
Ilustración 24- Ejemplo del formateo de los datos iniciales.....	65

Índice de tablas

Tabla 1- Tareas y estimación temporal	4
Tabla 2- Costes de hardware	7
Tabla 3- Costes de software.....	8
Tabla 4- Costes de personal.....	9
Tabla 5- Salario medio de trabajadores	10
Tabla 6- Gasto total de personal	10
Tabla 7- Otros costes	10
Tabla 8- Coste total	11
Tabla 9- Pruebas de caja negra	69

1.Introducción

En este primer capítulo se presentan las bases de este trabajo de fin de master (TFM), en particular, la motivación que nos impulsa a realizarlo, así como una descripción del propósito y los objetivos del mismo. También se detallará la estructura de esta memoria compuesta por capítulos y anexos, y finalmente se incluyen los aspectos relacionados con la metodología y planificación del TFM.

1.1. Motivación

Una definición del proyecto, dando una pincelada general, sería “la implementación de modelos multi-criterio para problemas de clasificación aplicados a contextos georreferenciados”, es decir, dado un problema de clasificación en un contexto con datos georreferenciados, clasificar las distintas alternativas (que pueden ser georreferenciadas) atendiendo a los criterios seleccionados y representarlos en un mapa.

Las opciones de problemas a considerar eran muchas, puesto que cualquier tipo de dato de una zona georreferenciada se puede clasificar atendiendo a distintos criterios, barajándose así posibilidades como, por ejemplo, “zonas clasificadas por la peligrosidad del covid-19”, “zonas clasificadas por datos de seguridad vial”, etc. Tras barajar y estudiar las distintas posibilidades, el proyecto se ha basado en la clasificación de los niveles de seguridad de las distintas zonas geográficas de España, pudiendo diferenciar entre comunidades Autónomas, provincias y municipios con más de 30.000 habitantes.

¿Cuál es la necesidad de hacer esta clasificación de niveles de seguridad?

Habría diversas aplicaciones para este proyecto. Una posibilidad sería informar al ciudadano de los lugares en los que es más seguro vivir y en los que no, para que pueda tomar las medidas necesarias para su bienestar y su seguridad como implantación de cámaras de seguridad, alarmas, etc. Obviamente, está podría ser una buena aplicación, pero podría conllevar a otros problemas como la despoblación de las zonas

menos seguras y migraciones hacía zonas seguras, por lo que no sería la opción más apropiada.

En este caso la motivación principal del proyecto sería para departamentos públicos que se encargan de la seguridad, como pueden ser la policía, guardia civil, etc., que, a través de estos datos, podría gestionar, mejorar y dedicar un mayor esfuerzo en las zonas menos seguras del mapa.

1.2. Propósito

Como ya se ha introducido en el apartado anterior, el propósito de este proyecto es desarrollar un prototipo de aplicación que implemente un modelo multi-criterio para la clasificación de las diferentes zonas de España según su nivel de seguridad, para la mejora del nivel de seguridad de las zonas con una clasificación baja. El usuario podrá filtrar los datos según distintas clasificaciones políticas (municipios, provincias y comunidades autónomas) y ver los resultados de distintos años.

1.3. Objetivos y metodología

Los objetivos de este TFM, según el propósito planteado, son los siguientes:

- Búsqueda y revisión bibliográfica.
- Estudio y/o análisis de las plataformas de desarrollo del proyecto.
- Análisis de la propuesta planteada.
- Diseño e implementación de la aplicación de transformación de los datos.
- Diseño e implementación de la aplicación de categorización de las distintas zonas.
- Diseño e implementación de la aplicación gráfica para mostrar los resultados obtenidos por la aplicación de categorización.
- Pruebas de usabilidad, funcionalidad y software.
- Redacción de la memoria del proyecto.

1.4. Estructura de la memoria

La memoria de este trabajo se estructura, tal y como a continuación, se indica.

El primer Capítulo realiza una introducción general al presente trabajo, con una justificación del mismo, así como la definición del propósito y los objetivos que se persiguen. Así mismo, se incluye una planificación temporal del proyecto y una estimación de costes.

El Capítulo 2 aborda una visión general de las diferentes partes del proyecto, definiendo el análisis multicriterio (en este caso AHP Sort II), así como el estudio de un proyecto similar.

El Capítulo 3 está dedicado al proceso de desarrollo del software. Se hará en primer lugar un fugaz repaso a las diferentes etapas de la Ingeniería de Software, para seguidamente aplicarlas en el desarrollo de nuestro sistema.

Y por último el capítulo 4 contiene una conclusión final y trabajos futuros.

1.5. Planificación temporal

La planificación temporal se define como la etapa en la que se identifican las distintas tareas que se llevarán a cabo en el proyecto, asignación de tiempos estimados que se tardará en realizar estas distintas tareas, así como de la planificación de la secuencia de ejecución de forma que el tiempo de desarrollo del proyecto sea el menor posible.

Ante todo, hay que tener en cuenta que este reparto del tiempo es dinámica: al ser una estimación, hay una gran probabilidad de que una o varias de las tareas puedan alargarse, lo que podría suponer un aumento del tiempo total estimado para el proyecto.

A continuación, se muestra la tabla de las tareas principales y sus duraciones estimadas, así como de las dependencias entre las distintas actividades:

Id	Tarea	Tiempo estimado	Dependencias
A	Búsqueda bibliográfica	3 semanas	--
B	Análisis requisitos	2 semanas	A
C	Análisis de las tecnologías a utilizar	1 semana	A
D	Estudio de las diferentes tecnologías seleccionadas	2 semanas	C
E	Diseño de datos	3 semanas	B y D
F	Diseño del prototipo	1 semana	E
G	Implementación aplicación de tratado de datos iniciales	1 semanas	E
H	Recogida de los datos (experto)	2 semanas	G
I	Implementación de la aplicación de categorización	3 semanas	F
J	Implementación de la aplicación georreferenciada	2 semanas	F
K	Validación y pruebas	2 semana	H,I,J
L	Redacción de la memoria	6 semanas	K

Tabla 1- Tareas y estimación temporal

A continuación, se presentarán dos diagramas para una mejor comprensión de las tareas y su duración.

1.5.1. Diagrama de actividades

El diagrama de actividades es básicamente un método para analizar las tareas involucradas para completar un proyecto dado, el tiempo para completar cada tarea e identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total.

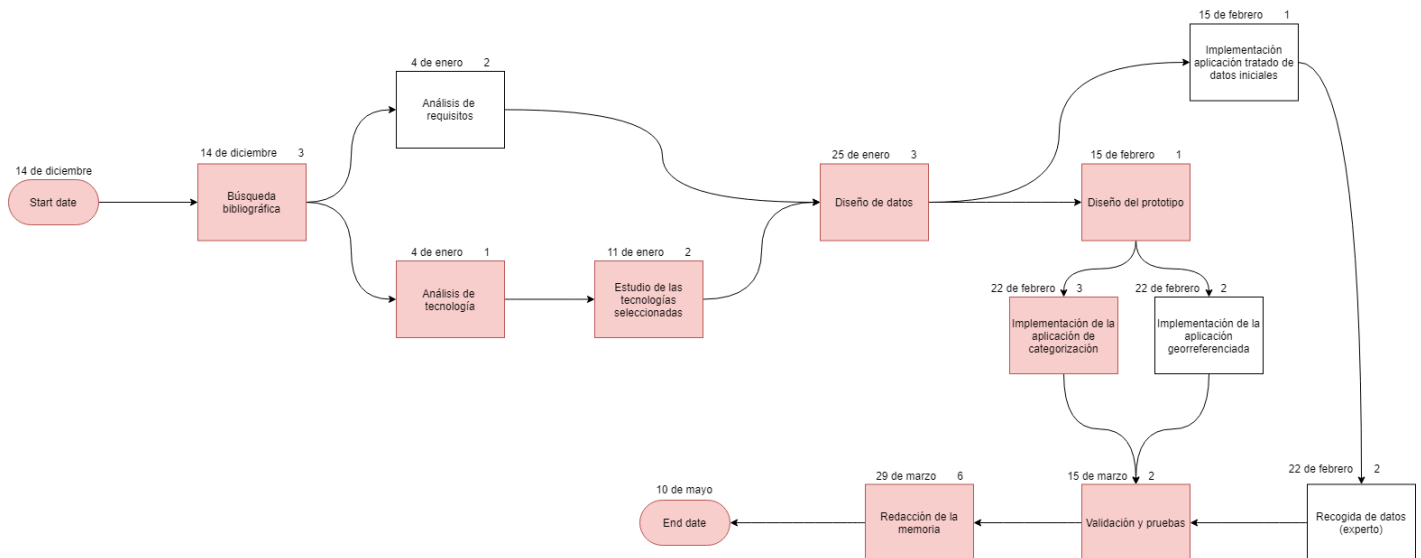


Ilustración 1- Diagrama de actividades

Como podemos ver en esta ilustración (ver Ilustración 1), las tareas marcadas con rojo conformarían el camino crítico, esto es, las tareas que si se alargaran en el tiempo aumentarían el tiempo total estimado del proyecto.

1.5.2. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

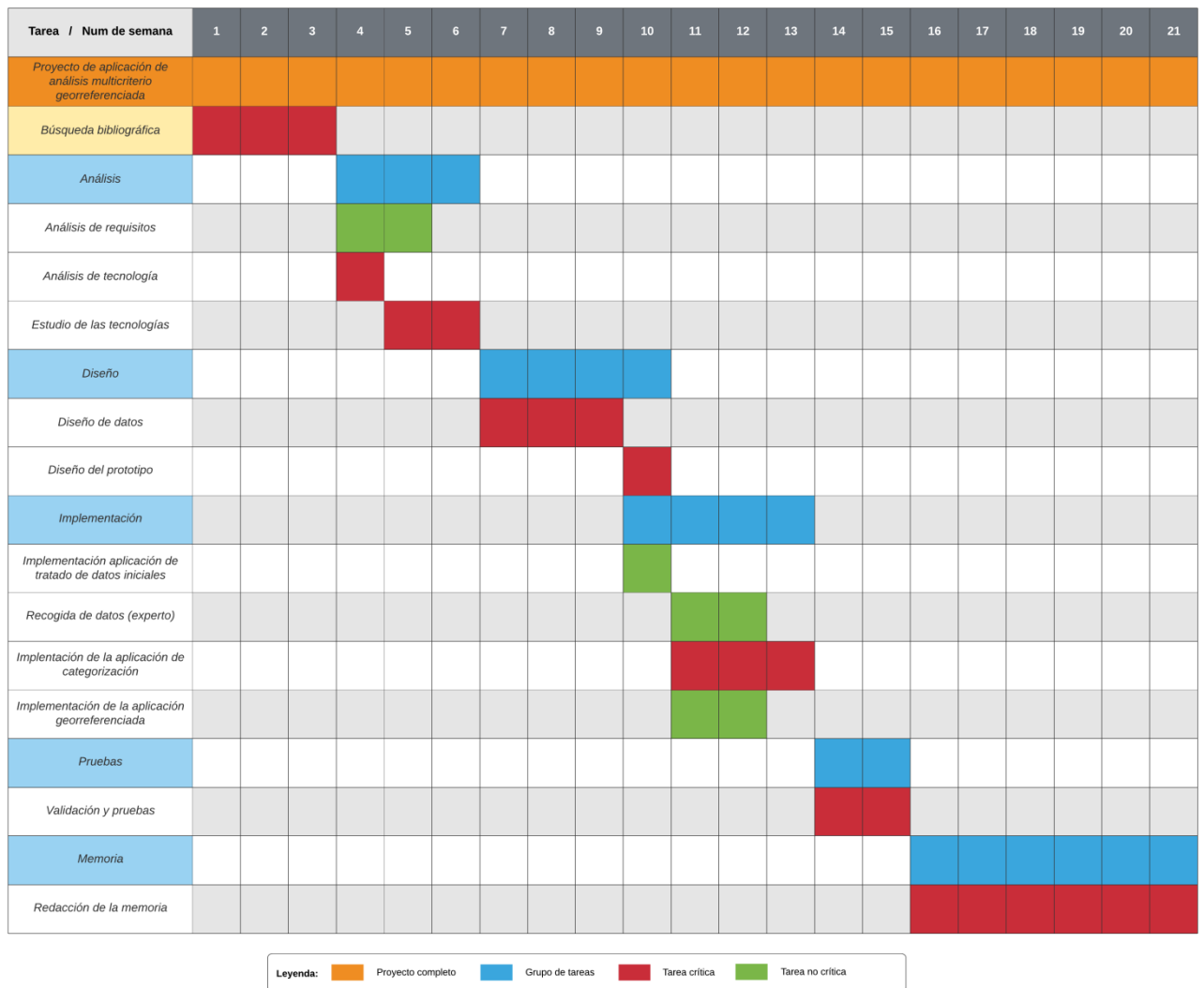


Ilustración 2- Diagrama de Gantt

En este diagrama (ver Ilustración 2) podemos observar la distribución de las tareas en el tiempo, a lo largo de las 21 semanas de duración, con las respectivas semanas de duración de cada tarea.

La leyenda de los diferentes colores es la siguiente:

Naranja: duración total del proyecto.

Azul: duración total del grupo de tareas.

Rojo: duración total de una tarea crítica.

Verde: duración total de una tarea no crítica.

1.6. Planificación de costes

Una vez determinada la duración de cada tarea para el desarrollo de la aplicación, estamos listos para hacer una estimación del coste del desarrollo del proyecto.

Dividiremos este análisis en dos partes:

- Costes de desarrollo: costes que son generados por la elaboración del software.
- Costes de implantación: engloban los costes como consecuencia de la instalación y puesta en marcha del sistema.

1.6.1. Costes de desarrollo

Los costes de desarrollo integran gastos derivados del estudio, implementación y desarrollo de la propia aplicación, en este caso pueden ser costes hardware, costes software, costes de personal y otros costes.

1.6.1.1. Costes hardware

En el caso de los costes hardware, se aplicará a todos los equipos y dispositivos que deban ser adquiridos para el correcto desarrollo de la implementación.

En este caso, al tener 2 aplicaciones, necesitaremos 2 ordenadores, uno para desarrollar cada aplicación.

Por tanto, los costes en hardware en la fase de desarrollo serian:

Concepto	Coste unitario	Cantidad	Periodo de uso	Coste total
Dell Inspiron 3793 Intel Core i7-1065G7 8GB RAM 512GB SSD MX230 17.3" [1]	959€	2	21 semanas	1918 €
			TOTAL	1918 €

Tabla 2- Costes de hardware

1.6.1.2. Costes software

En cuanto a los costes software, integran todos las aplicaciones y herramientas para el desarrollo de la aplicación.

Los costes serían los siguientes:

Concepto	Coste unitario	Cantidad	Periodo de uso	Coste total
Entorno de desarrollo Pycharm	0 €	--	--	0 €
Entorno de desarrollo Visual Studio 2019	0 €	--	--	0 €
Entorno de desarrollo QGIS	0 €	--	--	0 €
Navegador Google Chrome (Datos iniciales)	0 €	--	--	0 €
Microsoft Office 365 (generar formularios para el experto y memoria) [2]	69 €	1	8 semanas	69 €
Sistema operativo Windows 10 Home [3]	116,99 €	2	21 semanas	233,98 €
			TOTAL	302,98 €

Tabla 3- Costes de software

1.6.1.3. Costes de personal

Tarea	Personal	Tiempo estimado
Búsqueda bibliográfica	Jefe de proyecto	3 semanas
Análisis requisitos	Analista	2 semanas
Análisis de las tecnologías a utilizar	Analista	1 semana
Estudio de las diferentes tecnologías seleccionadas	Analista	2 semanas
Diseño de datos	Analista	3 semanas
Diseño del prototipo	Analista	1 semana
Implementación aplicación de tratado de datos iniciales	Programador	1 semanas
Recogida de los datos (experto)	Analista	2 semanas
Implementación de la aplicación de categorización	Programador	3 semanas
Implementación de la aplicación georreferenciada	Programador	2 semanas
Validación y pruebas	Programador y analista	2 semana
Redacción de la memoria	Jefe de proyecto	6 semanas

Tabla 4- Costes de personal

Los salarios de los distintos trabajadores son los siguientes:

Categoría	Salario anual	Salario semanal
Jefe de proyecto	38.530 € [4]	705 €
Analista	27.092 € [5]	496 €
Programador	20.102 € [6]	368 €

Tabla 5- Salario medio de trabajadores

Por lo tanto, el gasto total en personal sería el siguiente:

Categoría	Número de semanas	Total
Jefe de proyecto	9 semanas	6.345 €
Analista	13 semanas	6.448 €
Programador	8 semanas	2.944 €
	TOTAL	15.737 €

Tabla 6- Gasto total de personal

1.6.2. Otros costes

Concepto	Coste
Conexión ADSL durante 7 meses	40 * 21 = 840 €
Material de oficina	30 €
TOTAL	870 €

Tabla 7- Otros costes

Con todos estos gastos ya calculados podemos hacer un recuento del coste total estimado de la fase de desarrollo:

Categoría	Coste
Costes hardware	1918 €
Costes software	302,98 €
Costes de personal	15.737 €
Otros costes	870 €
TOTAL	18.827,98 €

Tabla 8- Coste total

2. Técnicas multicriterio de ayuda a la decisión

Tal y como se ha presentado en el capítulo introductorio, el propósito de este trabajo consiste en implementar un modelo multicriterio para la clasificación de las diferentes zonas de España según su nivel de seguridad. Es por esto que en este capítulo realizaremos un breve repaso de algunas de las técnicas multicriterio de ayuda a la decisión que más relevancia tienen en el estado del arte, destacando la técnica que se ha elegido para realizar la clasificación multicriterio que constituye el objetivo del presente proyecto.

La toma de decisiones es muy intuitiva cuando tratamos con un solo criterio, cuando solo necesitamos ordenar las alternativas por el mayor valor de preferencia. Sin embargo, cuando evaluamos diferentes alternativas con múltiples criterios aparecen nuevos problemas como el peso de cada criterio o los conflictos que pueden surgir entre los distintos criterios. Es por ello que se vuelve más complejo y necesitamos de métodos más sofisticados. [27]

2.1. Toma de decisión multicriterio

A diario nos enfrentamos con diferentes problemas de toma de decisión tanto en el ámbito profesional como en nuestra vida privada: el gerente de una empresa tiene que elegir los mejores proveedores para un determinado producto, un estudiante debe decidir que estudios realizar atendiendo a la salida profesional y sus gustos, un restaurante debe elegir el menú diario, etc.

Entre los diferentes tipos de problemas de toma de decisión, vamos a destacar los siguientes (ver Ilustración 3) [28]:

- Problema de elección. Dado un conjunto de alternativas, el objetivo es elegir la mejor opción.
- Problema de clasificación. Dado un conjunto de alternativas, el objetivo

es agruparlas en distintas clases atendiendo a comportamientos o características similares.

- Problemas de ordenación. Dado un conjunto de alternativas, el objetivo es ordenarlas de mejor alternativa a peor, atendiendo a determinadas características.

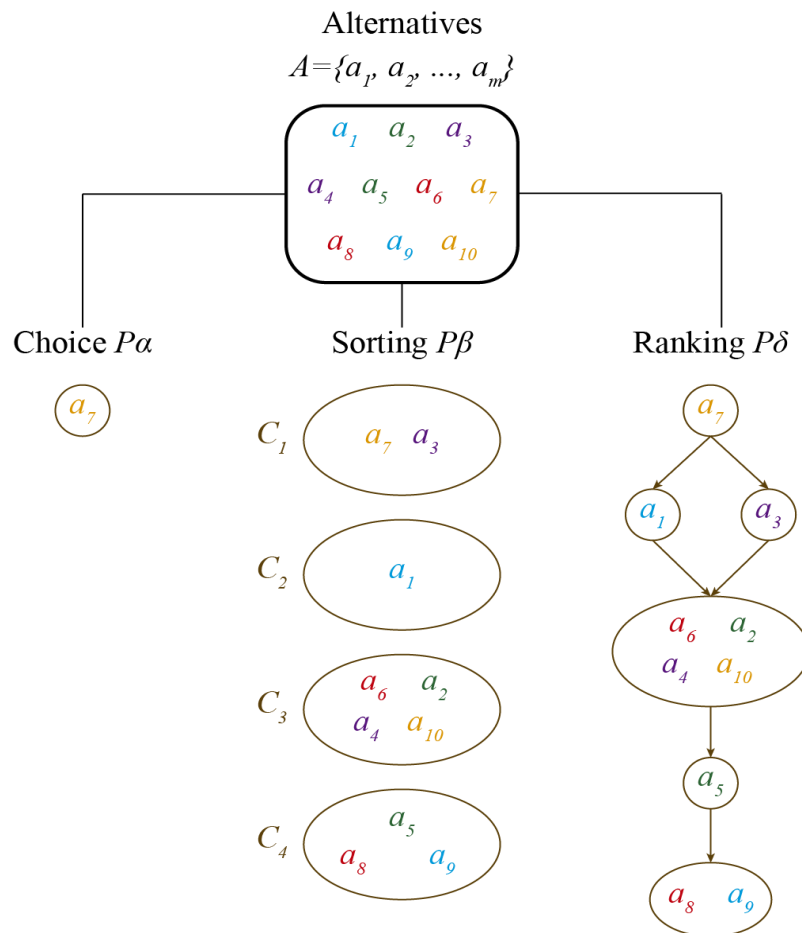


Ilustración 3- Tipos de problemas de toma de decisión

La toma de decisiones multicriterio es un instrumento para los problemas previamente mencionados cuando cada alternativa se ordena, clasifica, etc., atendiendo a una serie de atributos o criterios.

En cualquier proceso de toma de decisión multicriterio se siguen los siguientes pasos [27]:

- 1- Identificación del problema. Se determinan cuáles son los criterios y se define el problema.
- 2- Construcción de preferencias. Se recogen los datos referentes a las preferencias para abordar el problema.
- 3- Evaluación de alternativas. Se obtiene un conjunto de las posibles alternativas que se evaluarán atendiendo a los criterios definidos.
- 4- Obtención de resultados. Se seleccionará el método apropiado atendiendo al problema definido y se aplicará sobre los datos recogidos, para encontrar la mejor solución al mismo.

A continuación, vamos a revisar algunos de los métodos de TDMC más ampliamente utilizados en la literatura, que permiten realizar tanto la ordenación como la clasificación de un conjunto de alternativas atendiendo a varios criterios. Posteriormente, nos centraremos en la técnica elegida para el desarrollo de este proyecto, AHP, y en particular en su versión AHP Sort II, que permite realizar una clasificación de alternativas a partir de las comparaciones proporcionadas por los expertos mediante el cálculo de prioridades locales y globales de cada alternativa.

2.2. PROMETHEE

El método PROMETHEE fue desarrollado por J.P. Brans en 1982. Su nombre se debe a las siglas Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation. Este método se encuentra dentro del grupo de superación (outranking methods). Este tipo de métodos establece una preferencia entre las soluciones donde cada una de ellas muestra su grado de superación o dominación sobre un criterio. Se pueden utilizar para problemas con información incompleta o difusa. [24]

La versión inicial de este método se dividía en dos submétodos para problemas de ordenación: PROMETHEE I y II:

- PROMETHEE I obtiene un preorden parcial.

A partir de los flujos de superación positivos y negativos se obtienen dos preordenes de las alternativas, que usualmente no son iguales. A partir de la intersección de ambos se obtiene el ordenamiento parcial del PROMETHEE I. [27]

$$\left\{ \begin{array}{l} a P^I b \Leftrightarrow \begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ y } \phi^-(a) < \phi^-(b) \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ y } \phi^-(a) < \phi^-(b) \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ y } \phi^-(a) = \phi^-(b) \end{cases} \\ a I^I b \Leftrightarrow \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ y } \phi^-(a) = \phi^-(b) \\ a R^I b \Leftrightarrow \text{en cualquier otro caso.} \end{array} \right.$$

Las funciones Φ^+ y Φ^- son respectivamente el flujo de superación positivo o grado de dominancia en el que una alternativa supera a las demás y el flujo de superación negativo o grado de dominancia en el que una alternativa es superada por las demás. Por otra parte, (i) P^I (ii) I^I y (iii) R^I son relaciones de preferencia, indiferencia e incomparabilidad del método PROMETHEE I, que indican que (i) una alternativa a es preferida a otra b , (ii) dos alternativas a y b tienen igual preferencia y (iii) no se puede establecer una relación de preferencia entre a y b , es decir, resultan incomparables.

- PROMETHEE II obtiene un preorden total

Es bastante habitual que se desee un orden total, con todas las alternativas comparadas.

Es muy frecuente que el decisor desee obtener un ordenamiento completo de las alternativas, sin incomparabilidades. En tal caso un preorden completo es la estructura de preferencia más apropiada para alcanzar una decisión, y se fundamenta en el flujo de superación neto de cada alternativa.

Cada flujo de superación neto surge del balance entre los flujos de superación positivos y negativos; cuanto mayor sea el flujo neto mejor será la alternativa en cuestión. [27]

$$\begin{cases} a P^{\text{II}} b \Leftrightarrow \phi(a) > \phi(b) \\ a I^{\text{II}} b \Leftrightarrow \phi(a) = \phi(b) \end{cases}$$

Siendo Φ el flujo de superación neto obtenido como $\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$, P^{II} la relación de preferencia total de a sobre b y I^{II} la relación de indiferencia total entre ambas alternativas.

Ahora también se han desarrollado nuevos métodos como PROMETHEE V, PROMETHEE VI o PROMETHEE para la toma de decisiones colectiva. [24]

2.3. TOPSIS

Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) es un método de decisión de análisis multicriterio que fue desarrollado por Ching-Lai Hwang y Yoon en 1981.

Este método se basa en la idea de una alternativa *ideal* y una alternativa *no ideal*: una alternativa será deseable cuanto más cerca este de la alternativa ideal (se determina a partir de los mejores posibles valores del conjunto de alternativas) y más lejos este de la alternativa *no ideal* (se determina a partir de los peores valores posibles del conjunto de alternativas). [28]

El método se podría dividir en 7 pasos [25]:

- 1- Crear la matriz de evaluación de las alternativas para cada criterio.

$$X = (x_{ij}), \text{ para cada alternativa } i = 1, 2, \dots, m, \text{ y cada criterio } j = 1, 2, \dots, n$$

- 2- Normalizar la matriz:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

- 3- Calcular la matriz de decisión ponderada y normalizada

$$T_{ij} = (t_{ij}) \text{ para cada alternativa } i = 1, 2, \dots, m, \text{ y cada criterio } j = 1, 2, \dots, n$$

4- Determinar la alternativa *ideal* y la alternativa *no ideal*

$$A_w = \{ \langle \max(t_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m) \mid j \in J_- \rangle, \langle \min(t_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m) \mid j \in J_+ \rangle \} \equiv \{t_{wj} \mid j = 1, 2, \dots, n\},$$

$$A_b = \{ \langle \min(t_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m) \mid j \in J_- \rangle, \langle \max(t_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m) \mid j \in J_+ \rangle \} \equiv \{t_{bj} \mid j = 1, 2, \dots, n\},$$

donde A_w será el conjunto de los valores menos deseables (alternativa no ideal) y A_b el conjunto de valores más deseables (alternativa ideal). J_- está asociado a los criterios que representan un atributo indeseable mientras que J_+ está asociado con los criterios deseables.

5- Calcular la distancia de las alternativas con la alternativa *ideal* y *no ideal*

$$d_{iw} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_{wj})^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

$$d_{ib} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_{bj})^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

donde t_{wj} y t_{bj} serán los valores de la alternativa *no ideal* y de la alternativa *ideal* para el criterio j respectivamente.

6- Calcular la similitud con la alternativa *no ideal* que dará un valor entre 0 y 1, siendo 0 la peor condición y 1 la mejor condición:

$$s_{iw} = d_{iw} / (d_{iw} + d_{ib}), \quad 0 \leq s_{iw} \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

donde d_{iw} y d_{ib} serán la distancia de la alternativa i a la alternativa *no ideal* e *ideal* respectivamente.

7- Ordenar el ranking de acuerdo a los valores de s_{iw}

2.4. AHP

El proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process) es una técnica para tratar decisiones complejas. Consiste en dividir el problema en partes más “pequeñas” y comparables, para posteriormente procesarlas y obtener resultados. [26]

Fue desarrollada por Thomas L. Saaty en los años 70 y aún en la actualidad

sigue siendo estudiada.

En este TFM se utilizará una “evolución” del método AHP llamado AHP Sort II, por lo que se repasarán brevemente las sucesivas versiones de esta técnica.

La versión básica de la técnica AHP (Saaty, 1977) se utiliza para problemas en los que no se pueda construir una función de utilidad. Lo podríamos dividir en cuatro fases bien estructuradas:

- 1- Estructurar el problema y sus datos (ver Ilustración 4).
 - a. Construir el problema de toma de decisiones: está basado en el divide y vencerás. Se trata de partir el problema total en subproblemas a los que sí se les pueden asignar valores.
 - b. Generar las matrices de comparación tanto de los n criterios como de las m alternativas con respecto a cada criterio.

$$C = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

donde c_{ij} es la prioridad del criterio i sobre el criterio j .

$$A^c = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & a_{1m}^c \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}^c & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

donde a_{ij}^c es la prioridad de la alternativa i sobre la alternativa j para el criterio c .

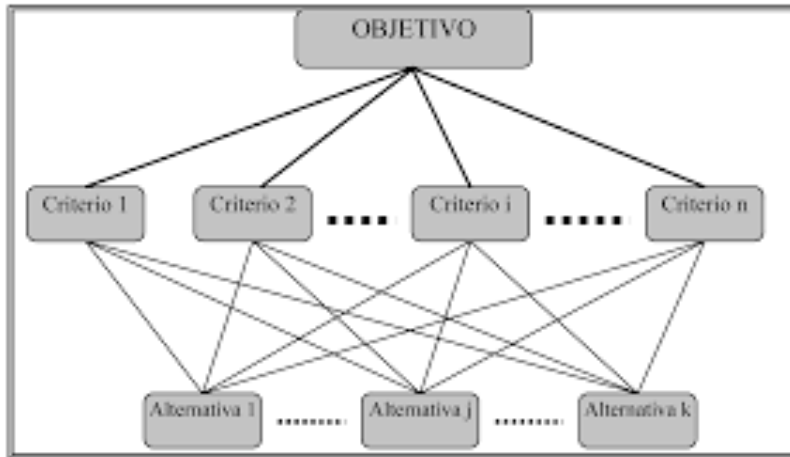


Ilustración 4- Estructura de problema AHP

2- Se calculan los pesos/prioridades en función de los datos obtenidos de la comparación por pares.

- a. Calcular los pesos de los criterios a partir de la matriz de comparación obtenida en el apartado 1b.

Para ello se utilizará el método de autovalores y autovectores [30].

$$Cw = \lambda w \quad (2.3)$$

donde C es la matriz de comparación de criterios, w el vector de pesos obtenido y λ el valor propio máximo (maximal eigenvalue).

Por ello, w y λ serían los valores que satisfacen la siguiente ecuación:

$$\begin{bmatrix} 1 & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

siendo λ el mayor valor posible que satisfaga la ecuación.

- b. Calcular la contribución que cada alternativa tiene al objetivo respecto a cada criterio (prioridades locales). También aplicamos para ello el método de autovalores.

$$A^c p = \lambda p \quad (2.5)$$

- c. Calcular la contribución que cada alternativa tiene al objetivo añadiendo a las prioridades locales el peso de los criterios, obteniendo así las prioridades globales.

$$p_k^* = \sum_{j=1}^m p_{kj} \cdot w_j \quad (2.6)$$

donde p_k^* es la prioridad global de la alternativa k , p_{kj} es la prioridad local de la alternativa k para el criterio j y w_j el peso del criterio j .

De este modo, tras conocer la prioridad global para cada alternativa, podemos establecer una relación de orden total en el conjunto de alternativas.

- 3- Verificar el grado de consistencia (que es común en todos los métodos de comparación por pares): con este paso podemos detectar posibles contradicciones como problemas en la definición del problema, falta de información... Para ello se utiliza el ratio de consistencia:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.7)$$

Donde CI es el índice de consistencia

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (2.8)$$

y RI (Random index) el valor correspondiente de la escala Saaty (ver Ilustración 5).

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Ilustración 5- Escala Saaty

- 4- Análisis sensitivo: El último paso del proceso de decisión es el análisis de sensibilidad en el que se realizan ensayos con pequeñas variaciones en los datos de entrada, principalmente en los pesos de los criterios, para observar el impacto en los datos de salida. Estos ligeros cambios podrían ocasionar diferencias importantes en los resultados, y en tal caso se podría sopesar que los expertos reconsideren sus opiniones, todo ello con vistas a conseguir un modelo más robusto y menos sensible a pequeños cambios en los datos de entrada. [28].

2.4.1. AHP Sort

Esta extensión surge ante la necesidad de algunos problemas de obtener una clasificación y no un ranking (como en el AHP básico). De esta forma podremos obtener una lista de alternativas divididas por clases que a su vez tendrán su propio orden, de más preferida a menos, en la propia clase. [26]

De forma resumida, las diferencias con respecto al método anterior son las siguientes:

- Además de todos los pasos mencionados para AHP básico, en el método AHP Sort se definirán, para cada uno de los criterios, los diferentes valores que caracterizarán cada clase, pudiendo ser tanto perfiles centrales como perfiles límite (ver Ilustración 6).

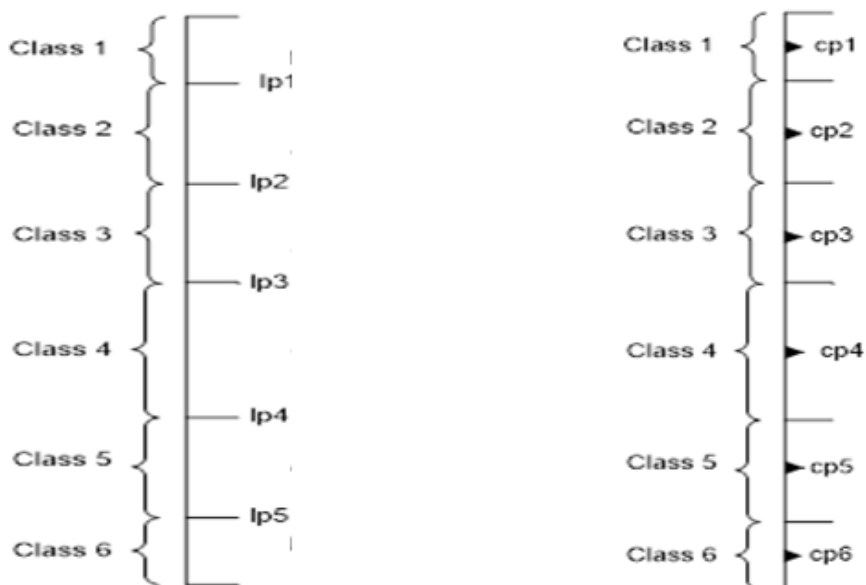


Ilustración 6- Perfiles límite y perfiles centrales

- 2- Al igual que obteníamos en AHP para las alternativas, en AHP Sort también se calcularán las prioridades globales de cada uno de los perfiles.

$$p_k^* = \sum_{j=1}^m p_{kj} \cdot w_j \quad (2.9)$$

$$lp_i^* \text{ or } cp_i^* = \sum_{j=1}^m p_{ij} \cdot w_j \quad (2.10)$$

En este caso no solo calcularemos el peso para cada alternativa k sino también para cada perfil central o límite i

- 3- Una vez calculadas todas las prioridades globales, se comparará cada prioridad global de cada alternativa con las prioridades globales de las clases, conociendo así a qué clase pertenece cada alternativa. Si se trata de perfiles centrales, los valores pertenecerán a la clase más cercana, y si son perfiles límite, los valores pertenecerán a la clase que lo contenga entre sus perfiles límite.

$$\begin{array}{ll} p_k \geq lp_1 & a_k C_1 \\ lp_2 \leq p_k < lp_1 & a_k C_2 \\ \dots & \\ p_k < lp_{n-1} & a_k C_n \end{array}$$

Si son perfiles límite se ira comprobando entre qué dos prioridades globales de los perfiles lp_n está la prioridad global de la alternativa k .

$$\begin{array}{ll} p_k \geq cp_1 & a_k C_1 \\ cp_2 \leq p_k < cp_1 \text{ AND } (cp_1 - p_k) < (cp_2 - p_k) & a_k C_1 \\ cp_2 \leq p_k < cp_1 \text{ AND } (cp_1 - p_k) = (cp_2 - p_k) & a_k C_1 \text{ optimistic vision} \\ cp_2 \leq p_k < cp_1 \text{ AND } (cp_1 - p_k) = (cp_2 - p_k) & a_k C_2 \text{ pessimistic vision} \\ cp_2 \leq p_k < cp_1 \text{ AND } (cp_1 - p_k) > (cp_2 - p_k) & a_k C_2 \\ \dots & \\ p_k < cp_n & a_k C_n \end{array}$$

En el caso de perfiles centrales, se comprobará qué prioridad global de los perfiles cp_n está más cercana a la prioridad global de la alternativa k . Si hay igual distancia podremos utilizar dos visiones:

- Visión optimista: elegiremos la clase superior.
- Visión optimista: elegiremos la clase inferior.

2.4.2. AHP Sort II

Está es una extensión del AHP Sort, que ayuda a automatizar el proceso y que sea mucho menos complicado para el experto. Imaginémonos que hubiera que clasificar cientos de alternativas. Utilizando el método AHP Sort habría que hacer una matriz de comparación de tamaño cientos de alternativas por cientos de alternativas; sería completamente inabarcable para el experto. Con AHP Sort II podremos generar un modelo que automatice el proceso, reduzca el tamaño de las matrices de comparación e incluso acepte nuevos valores. Los cambios son los siguientes [26]:

- 1- Por cada criterio, en lugar de generar matrices de comparación de alternativas (ver ecuación 2.2), generaremos matrices de comparación de puntos representativos, que incluirían los perfiles centrales y otros puntos distribuidos entre el máximo y el mínimo para cada criterio.

$$B^c = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & b_{1t}^c \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{t1}^c & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

donde b_{ij}^c es la prioridad del punto representativo o perfil central i sobre el j , con respecto al criterio c . Cabe destacar que $t \ll m$, siendo m el número de alternativas y t el número de puntos representativos más el número de perfiles centrales.

- 2- Una vez tengamos estas matrices, podremos calcular las prioridades locales para cada uno de estos puntos representativos, obteniendo los valores de prioridad de estos puntos representativos, tal y como se indica en el método AHP Sort.

- 3- Una vez calculadas estas prioridades locales, podemos coger cada alternativa, y mediante interpolación con los puntos representativos, calcular la prioridad local de dicha alternativa, para cada criterio.

$$p_{kj} = p_{oj} + \frac{p_{o+1j} - p_{oj}}{s_{o+1j} - s_{oj}} \cdot (g_j(a_k) - s_{oj}) \quad (2.12)$$

donde s_{oj} y s_{o+1j} son dos puntos representativos consecutivos del criterio j , p_{oj} y p_{o+1j} son sus respectivas prioridades locales y $g_j(a_k)$ es el valor de la alternativa a_k para el criterio j . (Ver ilustración 7).

- 4- Cuando tengamos las prioridades locales de cada alternativa, ya podremos calcular de forma correcta la prioridad global, de la misma forma que lo hacemos con el método AHP Sort.

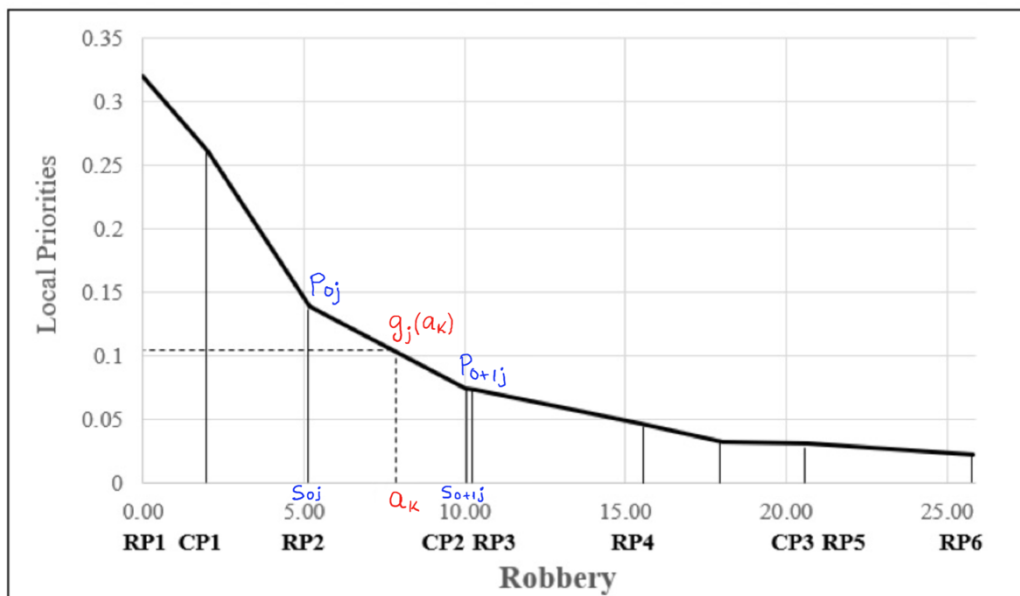


Ilustración 7- Interpolación en la función de prioridad

De esta forma conseguiremos un sistema más flexible, que acepte tanto nuevos valores como cambios en los valores actuales, haciéndolo todo más automático y sencillo para el experto.

2.5. Técnica AHP Sort II para la categorización automática de información georreferenciada

En el siguiente apartado, se explicará los pasos seguidos en nuestro proyecto en concreto, desde la obtención de los datos y, consultas al experto, hasta la utilización de estos datos en la técnica AHP Sort II. Previamente, vamos a introducir los sistemas de información geográfica que son herramientas necesarias para el tratamiento de datos georreferenciados puesto que en los objetivos de nuestro sistema se precisa la utilización de herramientas de presentación de los resultados mediante mapas.

2.5.1. Sistemas de información geográfica (SIG)

Podemos definir SIG como las técnicas o métodos de tratamiento de información geográfica que nos permite combinar datos geográficos (mapas, coordenadas...) y alfanuméricos (estadísticas, porcentajes...) para obtener información localizada en el espacio. [32]

Existen al menos cinco argumentos para la utilización de un SIG.

Estos motivos son [32]:

- Un SIG nos permite realizar comparaciones entre escalas y perspectivas emulando una cierta capacidad de representación de diferentes lugares al mismo tiempo.
- Un SIG nos permite diferenciar entre cambios cualitativos y cuantitativos; aportándonos una gran capacidad de cálculo.
- Un SIG nos permite gestionar un gran volumen de información a diferentes escalas y proyecciones.
- Un SIG integra espacialmente datos tabulares y geográficos junto a cálculos sobre variables (topología).
- Un SIG admite multiplicidad de aplicaciones y desarrollos; poniendo a nuestra disposición herramientas informáticas estandarizadas que pueden ir desde simples cajas de herramientas.

De hecho los SIG tienen múltiples ámbitos de utilización como pueden ser la administración pública (del que se trata este proyecto), carácter socioeconómico, campo medioambiental, etc.

2.5.2. Obtención de los datos

La información georreferenciada que se utiliza en este proyecto, como ya se ha mencionado con anterioridad, serán datos relativos a crímenes y problemas de seguridad asociados a una zona de España, dividiéndolo por Comunidades, provincias y municipios. Toda esta información se puede obtener de forma pública y gratuita a través del portal estadístico de criminalidad del gobierno de España: <https://estadisticasdecriminalidad.ses.mir.es/publico/portalestadistico/portal/balances.html> (ver Ilustración 8)

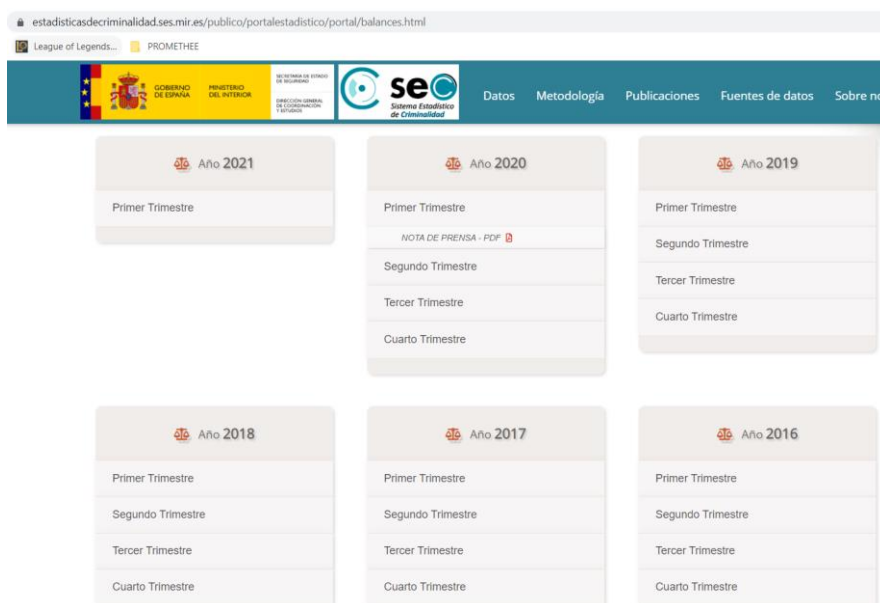


Ilustración 8- Portal estadístico de criminalidad

Como se puede comprobar, está estructurado por años, aunque los archivos originales tienen un formato bastante complejo para su utilización (ver Ilustración 9):

Enero-diciembre 2018,Enero-diciembre 2019,Variación % 2019/2018,					
TOTAL NACIONAL,					
1.-Homicidios dolosos y asesinatos consumados,289.0,332.0,14.9,					
2.-Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa,799.0,837.0,4.8,					
3.-Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria,18292.0,19974.0,9.2,					
4.-Secuestro,81.0,90.0,11.1,					
5.-Delitos contra la libertad e indemnidad sexual,13782.0,15338.0,11.3,					
5.1.-Agresión sexual con penetración,1700.0,1878.0,10.5,					
5.2.-Resto de delitos contra la libertad e indemnidad sexual,12082.0,13460.0,11.4,					
6.-Robos con violencia e intimidación,60295.0,66209.0,9.8,					
7.- Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones,150872.0,142780.0,-5.4,					
7.1.-Robos con fuerza en domicilios,107166.0,98520.0,-8.1,					
8.-Hurto,706072.0,700477.0,-0.8,					
9.-Sustracciones de vehículos,35897.0,35248.0,-1.8,					
10.-Tráfico de drogas,14133.0,16268.0,15.1,					
Resto de infracciones penales,1130606.0,1204306.0,6.5,					
TOTAL INFRACCIONES PENALES,2131118.0,2201859.0,3.3,					
ANDALUCÍA,					
1.-Homicidios dolosos y asesinatos consumados,72.0,82.0,13.9,					
2.-Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa,190.0,158.0,-16.8,					
3.-Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria,2931.0,3459.0,18.0,					
4.-Secuestro,26.0,31.0,19.2,					
5.-Delitos contra la libertad e indemnidad sexual,2339.0,2516.0,7.6,					
5.1.-Agresión sexual con penetración,198.0,261.0,31.8,					
5.2.-Resto de delitos contra la libertad e indemnidad sexual,2141.0,2255.0,5.3,					
6.-Robos con violencia e intimidación,7093.0,7344.0,3.5,					
7.- Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones,23157.0,22455.0,-3.0,					
7.1.-Robos con fuerza en domicilios,15779.0,15352.0,-2.7,					
8.-Hurto,93459.0,91398.0,-2.2,					
9.-Sustracciones de vehículos,6872.0,6543.0,-4.8,					
10.-Tráfico de drogas,3663.0,4297.0,17.3,					
Resto de infracciones penales,195039.0,201671.0,3.4,					

Ilustración 9- Ejemplo de datos del portal de criminalidad

Por ello, se desarrolló una sencilla aplicación de escritorio para procesar los archivos .csv de la web de criminalidad y dejarlos con un formato apropiado (se comentará en siguientes apartados).

Una vez se tenían todos los datos, criterios y máximos y mínimos llegó el turno del experto. Para la obtención de la información del experto, el proceso se dividió en tres pasos, de forma que fuera más sencillo para el experto:

- 1- Reunión de introducción: la primera parte fue una reunión introductoria con el experto, explicándole el proyecto y su alcance, distintos términos y conceptos que tenía que entender y una introducción a cuál sería su trabajo en el proyecto.

2- La segunda parte consistió en la obtención de perfiles centrales y la matriz de comparación de criterios. Para ello, se hizo uso de un documento Word donde el experto pudiera introducir la información de la forma más sencilla posible. (Se comentará en el apartado 3.3.3).

3- La tercera y última parte fue la comparación de los perfiles centrales y los puntos de referencia para el que también se hizo uso de un documento Word.

Con todos los pasos seguidos anteriormente, tendríamos todos los datos necesarios para el proyecto listos para ser utilizados.

2.5.3. Aplicación del método al proyecto

A continuación, se describen los pasos que se han seguido para la aplicación de la técnica AHP Sort II en nuestro proyecto.

1- Calcular los pesos de los criterios a partir de la matriz de comparación facilitada por el experto, mediante el cálculo de auto valores (ver ecuación 2.3).

$$Cw = \lambda w$$

donde C es la matriz de comparación de criterios, w el vector de pesos obtenido y λ el valor propio máximo (maximal eigenvalue).

2- Calcular la contribución que cada perfil de referencia y cada perfil central tiene sobre el objetivo respecto a cada criterio. Para ello aplicaremos el método de autovalores a la matriz de cada criterio con las comparaciones de los puntos representativos y perfiles centrales, obteniendo así las funciones de prioridad (ver Ilustración 10).

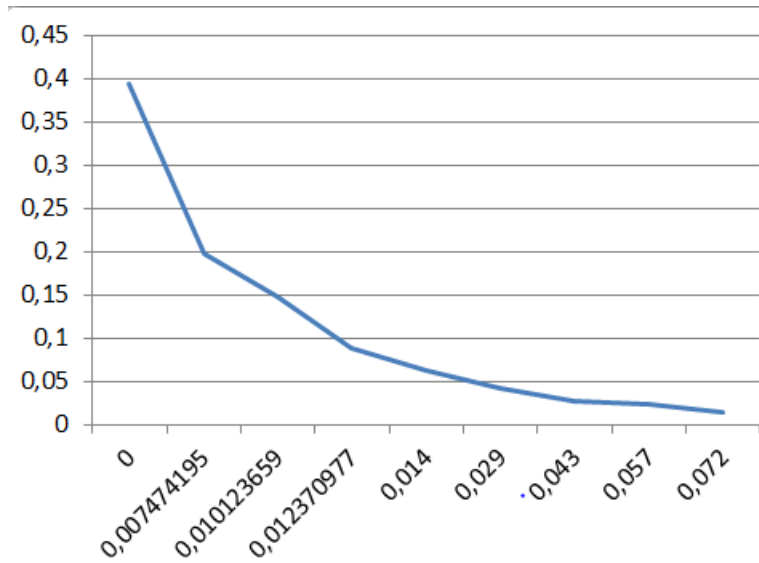


Ilustración 10- Función de prioridad del criterio asesinatos consumados

Como podemos ver, este sería un ejemplo de una función de prioridad de un criterio (representada en un gráfico), donde el eje de abscisas tendría cada uno de los puntos representativos y perfiles centrales y el eje de coordenadas su prioridad local.

- 3- Mediante la interpolación de las prioridades locales de los puntos representativos y centrales (las funciones de prioridad calculadas anteriormente), calcular las prioridades locales de cada una de las alternativas (prioridades locales para las alternativas) con la fórmula de la interpolación (ver ecuación 2.12):

$$p_{kj} = p_{oj} + \frac{p_{o+1j} - p_{oj}}{s_{o+1j} - s_{oj}} \cdot (g_j(a_k) - s_{oj})$$

- 4- Calcular la contribución que cada alternativa tiene al objetivo añadiendo a las prioridades locales el peso de los criterios, obteniendo así las prioridades globales (ver ecuación 2.6).

$$p_k^* = \sum_{j=1}^m p_{kj} \cdot w_j$$

- 5- Calcular de la misma forma las prioridades globales para los perfiles centrales de cada clase.

$$lp_i^* \text{ or } cp_i^* = \sum_{j=1}^m p_{ij} \cdot w_j$$

- 6- Una vez calculadas todas las prioridades globales, se comparará cada prioridad global de cada alternativa con las prioridades globales de las clases, conociendo así a que clase pertenece cada alternativa. Al tratarse de perfiles centrales, las alternativas pertenecerán al perfil central más cercano. Además, utilizaremos la visión pesimista para los valores que se encuentren a la misma distancia de dos clases:

$p_k \geq cp_1$	$a_k C_1$
$cp_2 \leq p_k < cp_1 \text{ AND } (cp_1 - p_k) < (cp_2 - p_k)$	$a_k C_1$
$cp_2 \leq p_k < cp_1 \text{ AND } (cp_1 - p_k) = (cp_2 - p_k)$	$a_k C_2$ pessimistic vision
$cp_2 \leq p_k < cp_1 \text{ AND } (cp_1 - p_k) > (cp_2 - p_k)$	$a_k C_2$
...	
$p_k < cp_n$	$a_k C_n$

Estos son los sucesivos pasos que seguirá nuestra aplicación para procesar los datos facilitados por el experto, aplicarles AHP Sort II y clasificarlos según la clase de seguridad a la que pertenezcan.

3. Desarrollo de la aplicación

En el presente capítulo se estudiarán los aspectos relativos al análisis funcional, diseño, implementación y pruebas de la aplicación. Así, entre otras cosas, se definirán los requisitos funcionales y no funcionales para el sistema, abordando la etapa de análisis con el modelo de casos de uso e incluyendo algunos diagramas de secuencia. En la etapa de diseño nos centraremos en presentar el diagrama de clases software y el diseño de la interfaz de usuario. Finalmente se describirá el proceso de implementación de la aplicación y las pruebas realizadas para la validación final del sistema.

3.1. Método de desarrollo

Una Metodología para el Desarrollo de un proyecto es un conjunto de actividades llevadas a cabo para desarrollar dicho proyecto [31]. Ahora se expondrán dos clases de métodos para el desarrollo de proyectos y se seleccionara la más idónea para el tipo de proyecto.

3.1.1. Método tradicional

En las metodologías tradicionales se impone una disciplina de trabajo sobre el proceso de desarrollo del software, con el fin de conseguir un software más eficiente. Para ello, se hace énfasis en la planificación total de todo el trabajo a realizar y una vez que está todo detallado, comienza el ciclo de desarrollo del producto software. Se centran especialmente en el control del proceso, mediante una rigurosa definición de roles, actividades, artefactos, herramientas y notaciones para el modelado y documentación detallada. Se debe considerar que, las metodologías tradicionales no se adaptan adecuadamente a los cambios, por lo que no son métodos adecuados cuando se trabaja en un entorno, donde los requisitos no pueden predecirse o bien pueden variar. [7]

Los sistemas predictivos que se emplean en una metodología tradicional son muy útiles para aquellos proyectos con un resultado conocido y unos requisitos bien

establecidos de inicio.

3.1.2. Desarrollo ágil

Los procesos ágiles son una buena elección cuando se trabaja con requisitos desconocidos o variables. Si no existen requisitos estables, no resulta muy probable que se pueda disponer desde un principio de un proceso totalmente planificado, que no vaya a variar ni en tiempo ni en dinero. En estas situaciones, un proceso adaptativo será mucho más efectivo que un proceso predictivo. Por otra parte, los procesos de desarrollo adaptativos también facilitan la generación rápida de prototipos y de versiones previas a la entrega final, lo cual agradará al cliente. [7]

3.1.3. Elección del método

La elección se basará principalmente en una cuestión: “incertidumbre”. En el caso de nuestro proyecto, tenemos bien definido el resultado por el conocimiento previo de las funcionalidades. Además, los requisitos ya están establecidos, por lo que la parte del diseño no será ningún problema. También cabe destacar que, por este motivo, la incertidumbre será mínima, razón por la cual no optaremos por una metodología ágil.

Por tanto, la mejor opción para nuestro proyecto es utilizar una metodología tradicional.

3.2. Análisis

La fase de análisis de un proyecto es aquella en la que se define el problema a solucionar, las diferentes capacidades que tendrá nuestra aplicación, así como también sus restricciones. Esta es una etapa clave del proyecto, puesto que es donde se dará forma a la aplicación para posteriormente codificarla.

En este apartado se detallará todo el proceso de análisis de la aplicación: tareas generales, usuarios, usos, etc.

3.2.1. Requisitos

La Ingeniería de requisitos o Ingeniería de requerimientos comprende todas las tareas relacionadas con la determinación de las necesidades o de las condiciones a satisfacer para un software nuevo o modificado, tomando en cuenta los diversos requisitos de las partes interesadas, que pueden entrar en conflicto entre ellos.

Según la IEEE un requisito es:

- 1- *Una condición o capacidad requerida por un usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo.*
- 2- *Una condición o capacidad que debe cumplir o poseer un sistema o componente de sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación, o cualquier otro documento impuesto formalmente.*
- 3- *Una representación documentada de una condición o capacidad de lo explicado en los puntos 1 o 2.*

Según el método de Pressman [31], el análisis de requisitos se divide en cinco etapas:

- 1- Reconocimiento del problema.
- 2- Evaluación y síntesis.
- 3- Modelización.
- 4- Especificación.
- 5- Revisión.

Existen dos tipos de requisitos o requerimientos:

- 1- Requisitos funcionales: Especifican los servicios o comportamientos que el sistema debe proporcionar al usuario.
- 2- Requisitos no funcionales: Especifican requisitos de calidad y restricciones para el sistema a la hora de realizar estos servicios o funciones.

A continuación, se especificarán los distintos requisitos, de ambos tipos, que tendrá nuestro sistema.

3.2.1.1. Requisitos funcionales

Como se acaba de mencionar, los requisitos funcionales son la especificación tanto de los servicios que el sistema debe dar al usuario, como de los comportamientos que debe seguir el programa cuando le llegue cualquier tipo de evento procedente de su entorno.

Además, estos requisitos, deben estar definidos de la manera más precisa posible, sin entrar en la implementación, para evitar que haya cualquier tipo de ambigüedad en las siguientes etapas del proyecto.

Los requisitos funcionales que debe cumplir la aplicación son los siguientes:

RF1 - Selección de fuente de datos: el usuario debe poder seleccionar la ruta donde se encuentran los distintos archivos con los datos (mapas, comparaciones, archivos de alternativas y criterios...).

RF2 - Selección del tipo de mapa: el usuario debe poder seleccionar el tipo de mapa que se quiere visualizar (en el caso de este proyecto, con las distintas divisiones políticas, es decir, por comunidad, provincia o población).

RF3 - Selección del año: el usuario debe poder seleccionar el año de los datos que se utilizarán para la generación del mapa.

RF4 - Visualización general o por criterio: el usuario debe poder seleccionar si desea visualizar el mapa con un análisis multicriterio o con un análisis a partir de un único criterio.

RF5 - Selección del criterio individual: si se visualiza el mapa por un único criterio, el usuario debe poder seleccionar el criterio con el que se realizarán los cálculos.

RF6 - Visualizar el mapa: una vez seleccionados las distintas opciones que tenemos, el usuario podrá generar y visualizar el mapa.

RF7 - Navegación por los datos y el mapa: el usuario debe poder navegar por el mapa, hacer zoom y visualizar la tabla de datos con la que se está generando el mapa.

3.2.1.2. Requisitos no funcionales

Este tipo de requisitos no hace referencia a ninguna funcionalidad, sino que solo especifica restricciones o aspectos de calidad para la aplicación, que el programador debe tener en cuenta a la hora de implementar los servicios.

Los requisitos no funcionales del sistema serían los siguientes:

RN1 - La aplicación debe ser accesible desde Windows, Linux y MacOS.

RN2 - El tiempo de respuesta de la aplicación debe ser aceptable.

RN3 - La interfaz de la aplicación debe ser sencilla e intuitiva para que una persona sin conocimientos de informática pueda utilizarla sin ningún problema.

3.2.2. Análisis de perfiles de usuarios

Una vez definidos los requisitos funcionales y no funcionales necesarios para el correcto desarrollo del proyecto, se analizarán los posibles usuarios de la aplicación, debido a que es importante tener presente las necesidades y características del usuario para que pueda utilizar la aplicación de forma satisfactoria.

Para conseguir la mejor solución debemos comprender las necesidades individuales de cada tipo de usuario.

El estudio de los perfiles de usuario consiste en determinar con detalle cuales son los usuarios potenciales de nuestra aplicación y sus características, para poder obtener una conclusión de usabilidad.

El perfil principal al que está orientado el proyecto como hemos mencionado en los primeros apartados sería a trabajadores de departamentos públicos:

Descripción general

Trabajadores de departamentos relacionados con la seguridad pública, como puede ser policía local y nacional, guardia civil, unidad de droga y crimen organizado...

Características del usuario

Este tipo de usuario abarca una gran diversidad de personas, debido a que el rango de las edades puede ser extenso: cualquier persona mayor de edad podría

encontrarse en este trabajo. Además, los niveles de manejo de un ordenador pueden también oscilar entre bajos o altos, aunque todos deben tener cierta experiencia utilizando algunos softwares sencillos como editores de texto.

El nivel de educación debería ser medianamente alto, pero el nivel de idioma también podría oscilar.

3.2.3. Modelo de casos de uso

En el siguiente apartado se hará un estudio de los diferentes casos de uso que tendrán ambas aplicaciones.

Para comenzar a definir el modelo de casos de uso, primeramente, hay que saber que es un caso de uso:

Un caso de uso es una técnica de modelado usada para describir lo que debería hacer un sistema nuevo o lo que hace un sistema que ya existe. Los casos de uso describen, bajo la forma de acciones y reacciones el comportamiento de un sistema desde el punto de vista de un usuario, permitiendo definir los límites del sistema y las relaciones entre el sistema y el entorno. [9]

Por lo tanto, en el modelado de casos de uso, se realizará un estudio de los diferentes comportamientos, los límites y las relaciones de nuestra aplicación con su contexto. En definitiva, se trata de una descripción de la aplicación desde la perspectiva de los usuarios, con vistas a satisfacer los requisitos previamente establecidos.

El modelado de casos de uso sirve para:

- Detallar las funcionalidades del sistema, dando lugar a un acuerdo entre cliente y programadores.
- Detallar lo que debería hacer el sistema, de manera que el modelo se use a lo largo del desarrollo.

- Proporcionar una base para la comprobación de estas funcionalidades mediante pruebas.
- Proporcionar la capacidad para rastrear requisitos funcionales en clases y operaciones reales del sistema, verificando los casos de uso afectados por cambios y extensiones al sistema. [9]

3.2.3.1. Diagrama de casos de uso

Un diagrama de casos de uso es un tipo de notación gráfica que representa la forma en que un usuario interactúa con el sistema, así como el tipo y orden en la que los elementos interactúan.

Los diagramas de casos de uso tienen los siguientes componentes:

- Caso de uso: se representa con un óvalo.
- Actor: pertenece al entorno e interactúa con el sistema. Puede ser humano u otro sistema. Se representa con un monigote.
- Relaciones: las relaciones entre los actores y casos de uso pueden ser las siguientes (ver Ilustración 11):
 - Asociación: este tipo de relación conecta un actor con un caso de uso. Su único significado es que el actor puede realizar esa operación con el sistema. Se representa mediante una línea continua.
 - Inclusión: este tipo relaciona un caso de uso con otro caso de uso. Esta relación se utiliza para no repetir un flujo de eventos, es decir, cuando un mismo procedimiento se repite en varios casos de uso. Esta relación indica que un comportamiento es reusado y se representa con una flecha discontinua y la palabra *include* encima.
 - Extensión: también se da entre casos de uso y se utiliza para que un caso de uso extienda el comportamiento de otro. Sirve para separar el

comportamiento obligatorio del opcional. Se representa con una flecha discontinua sobre la que pone *extends*.

- Generalización: la generalización entre casos de uso sigue el mismo patrón que la generalización entre clases: un caso de uso hijo hereda el comportamiento del caso de uso padre. Se utiliza cuando tenemos un caso de uso abstracto, caso de uso padre, cuyo comportamiento es proporcionado a sus hijos. Se representa mediante una flecha.

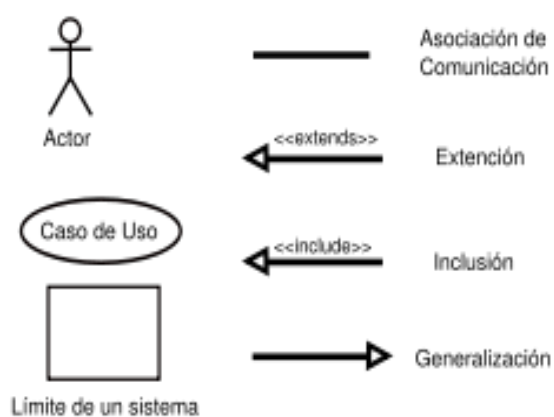


Ilustración 11- Componentes de diagramas de casos de uso

Una vez descrito lo que es un diagrama de casos, pasaremos a mostrar directamente el diagrama de casos de uso (ver Ilustración 12):

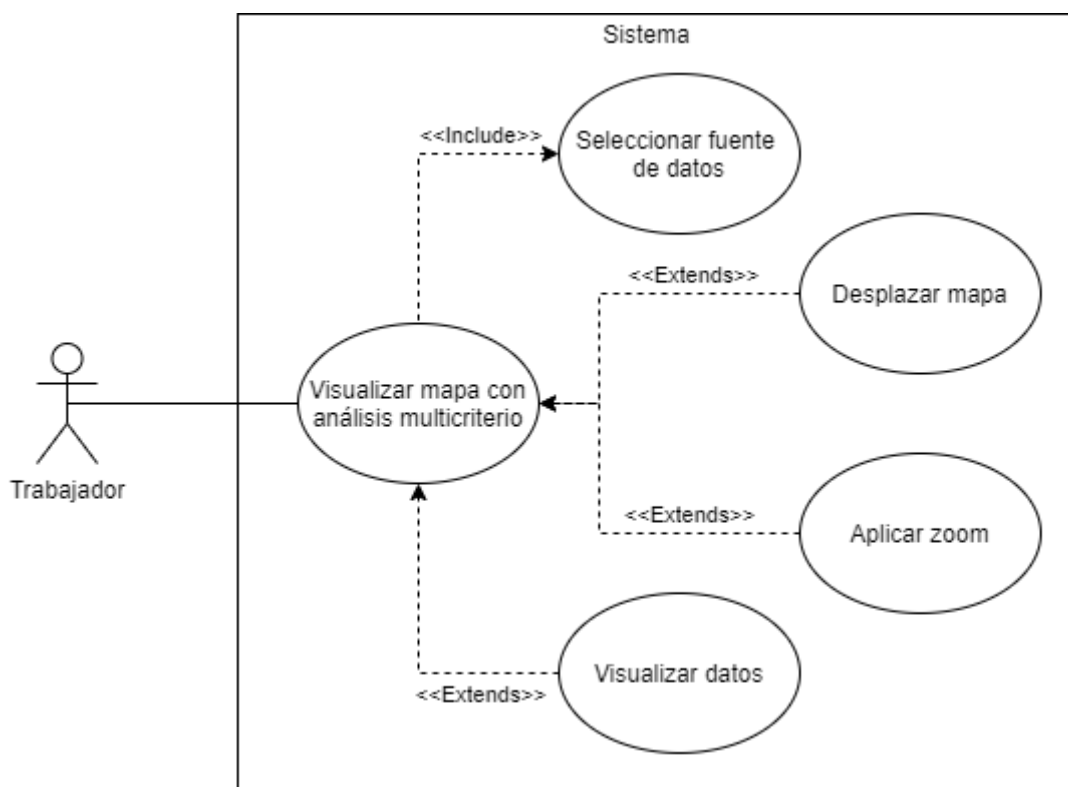


Ilustración 12- Diagrama de casos de uso

3.2.3.2. Narrativas de casos de uso

En el siguiente apartado presentaremos las narrativas de casos de uso:

1. Caso de uso: Visualización mapa con análisis multicriterio

- Actor principal: Trabajador
- Precondiciones: (ninguna)
- Postcondiciones: El mapa es visualizado de acuerdo con las selecciones realizadas por el trabajador.
- Escenario principal:
 1. El trabajador selecciona la fuente de datos (incluye caso de uso: Selección de la fuente de datos)
 2. El sistema obtiene los datos de años, tipos de mapas y criterios, de acuerdo a la selección.
 3. El trabajador selecciona el tipo de mapa: por comunidades, por provincias o por municipios.

4. El trabajador selecciona el año.
 5. El trabajador selecciona el tipo de análisis por defecto: Análisis general multicriterio.
 6. El trabajador pulsa en Visualizar el mapa.
 7. El sistema obtiene los datos pertinentes según la selección que haya hecho el usuario.
 8. El sistema aplica correctamente el método AHP Sort II a los datos recopilados.
 9. El sistema realiza la visualización del mapa.
- (Fin del caso de uso con éxito)

- Escenarios alternativos:

5a. El trabajador quiere realizar el análisis mediante un único criterio.

1. El trabajador selecciona el tipo de análisis mediante criterio único.
 2. El sistema habilita el menú con los diferentes criterios disponibles: homicidios dolosos y asesinatos consumados, homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa, delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria, secuestros, delitos sexuales, robos con violencia e intimidación, robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones, hurtos, sustracciones de vehículos y tráfico de drogas
 3. El trabajador selecciona el criterio deseado del menú.
- (Volver al paso 6 del Escenario Principal)

- Escenarios de excepción:

8a. Los archivos con los datos a analizar están incompletos o corruptos.

1. El sistema lanza un mensaje de excepción indicando que los datos están incompletos o corruptos.
 2. El sistema realiza la visualización del mapa, pero sin datos.
- (Fin del caso de uso sin éxito)

2. Caso de uso: Selección de la fuente de datos

- Actor principal: Trabajador
- Precondiciones: El trabajador ha iniciado la selección de la fuente de datos.
- Postcondiciones: La carpeta con archivos de datos válidos ha sido seleccionada.

- Escenario principal:
 1. El Trabajador navega por los directorios y selecciona una carpeta.
 2. El Sistema comprueba que la carpeta seleccionada es válida.
 3. El Sistema vuelve a la pantalla anterior.(Fin del caso de uso con éxito)

- Escenarios alternativos:
 - 2a. La carpeta seleccionada no contiene los archivos pertinentes
 1. El Sistema informa que la carpeta seleccionada no es válida.(Volver al paso 1 del Escenario principal)

3. Caso de uso: Desplazamiento del mapa

- Actor principal: Trabajador
- Precondiciones: El mapa ha sido visualizado (Extensión del caso de uso “Visualización del mapa” en el paso 8, cuando el Trabajador quiere visualizar otra parte del mapa)
- Postcondiciones: El área visualizada del mapa se desplaza para adaptarse a la requerida por el Trabajador.

- Escenario principal:
 1. El Trabajador desplaza el área de visualización.
 2. El sistema muestra la nueva área en pantalla.(Repetir desde el paso 1 hasta que el Trabajador visualice el área deseada)
(Fin del caso de uso con éxito)

4. Caso de uso: Aplicar zoom al mapa

- Actor principal: Trabajador
- Precondiciones: El mapa ha sido visualizado (Extensión del caso de uso “Visualización del mapa” en el paso 8, cuando el Trabajador quiere acercar o alejar la zona visualizada del mapa)
- Postcondiciones: El área visualizada del mapa queda ajustada al zoom requerido por el Trabajador.
- Escenario principal:
 1. El trabajador modifica el tamaño de visualización del mapa.
 2. El sistema muestra el mapa con el tamaño modificado por el trabajador.
(Repetir desde el paso 1 hasta que el Trabajador visualice el área con el zoom deseado)
(Fin del caso de uso con éxito)

5. Caso de uso: Consultar datos detallados

- Actor principal: Trabajador
- Precondiciones: El mapa ha sido visualizado (Extensión del caso de uso “Visualización del mapa” en el paso 8, cuando el Trabajador quiere consultar datos detallados)
- Postcondiciones: Se presenta al trabajador una tabla con los datos de forma detallada.
- Escenario principal:
 1. El Trabajador selecciona la opción de visualizar datos detallados.
 2. El Sistema muestra una tabla con los datos del mapa que corresponden al análisis realizado.
(Fin del caso de uso con éxito)

3.2.3.3. Diagramas de secuencia del sistema

Un diagrama de secuencia del sistema (o DSS) es un esquema que, dado un flujo de eventos de un caso de uso, muestra los eventos generados por parte del actor, sistema, Base de datos, etc. Resulta un excelente complemento al modelo de casos de uso para mostrar de forma gráfica las interacciones entre actores y sistema.

En este caso, el sistema se trata como una especie de caja negra, los diagramas solo recogen aquellos eventos que cruzan los límites entre el actor, el sistema y la BBDD.

Los elementos de nuestros DSS serán:

- Actor: representa al usuario humano que trabaja sobre la aplicación.
- Caja representando al sistema: es la aplicación, que proporciona una interfaz al usuario y conecta con BBDD.
- Caja representando a la BBDD: es el servidor, encargado de proveer la distinta información almacenada en la BBDD.

Por lo tanto, como acabamos de presentar, se realizará un diagrama de secuencia para cada uno de los casos de uso definidos anteriormente.

Caso de uso: Visualización del mapa (ver Ilustración 13)

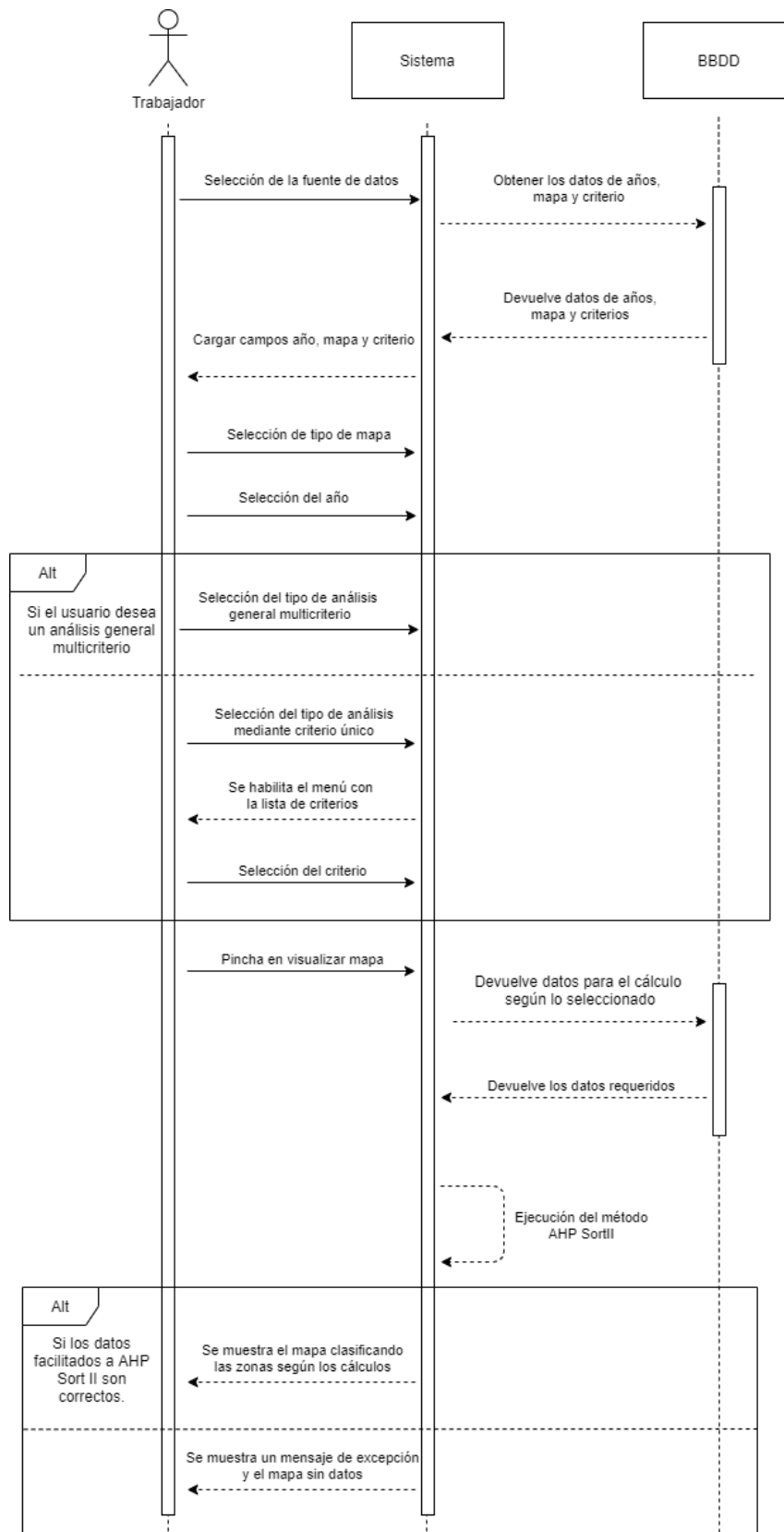


Ilustración 13- Diagrama de secuencia: visualización del mapa

Caso de uso: Selección de fuente de datos (ver Ilustración 14)

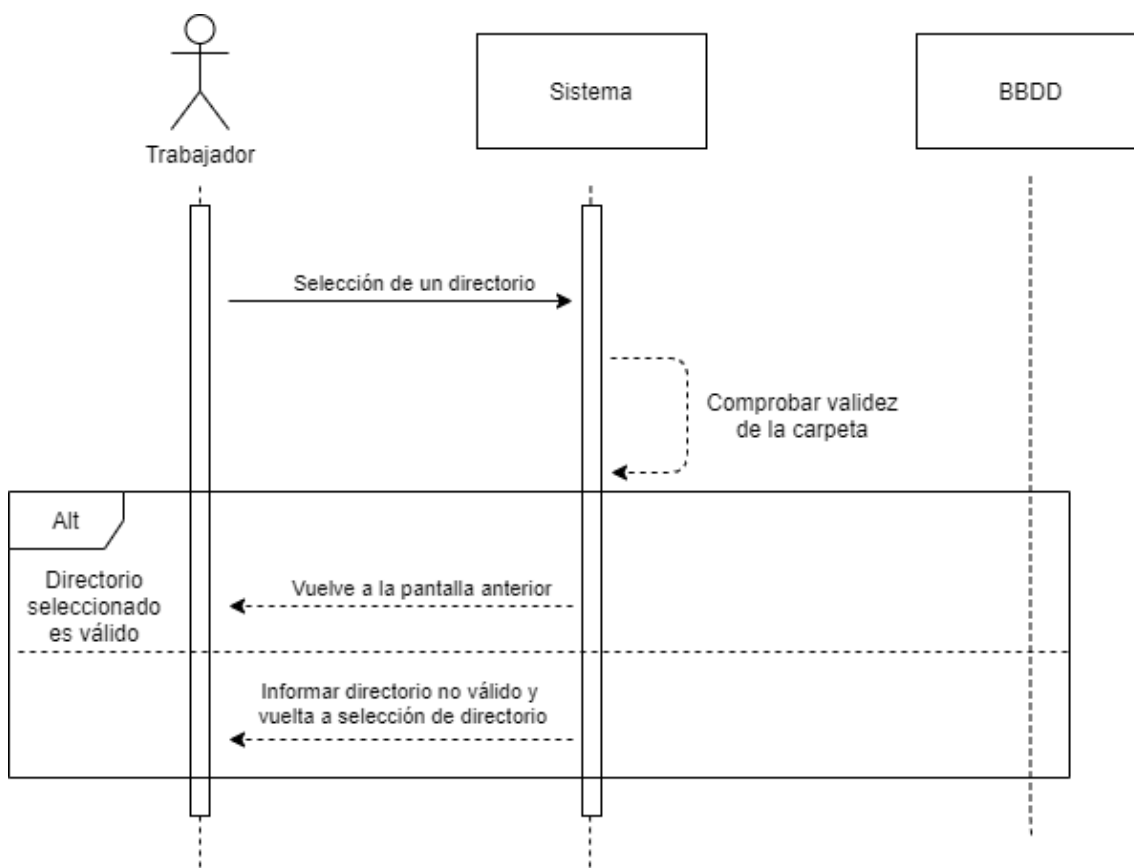


Ilustración 14- Diagrama de secuencia: Selección de datos

Caso de uso: Desplazamiento del mapa (ver Ilustración 15)

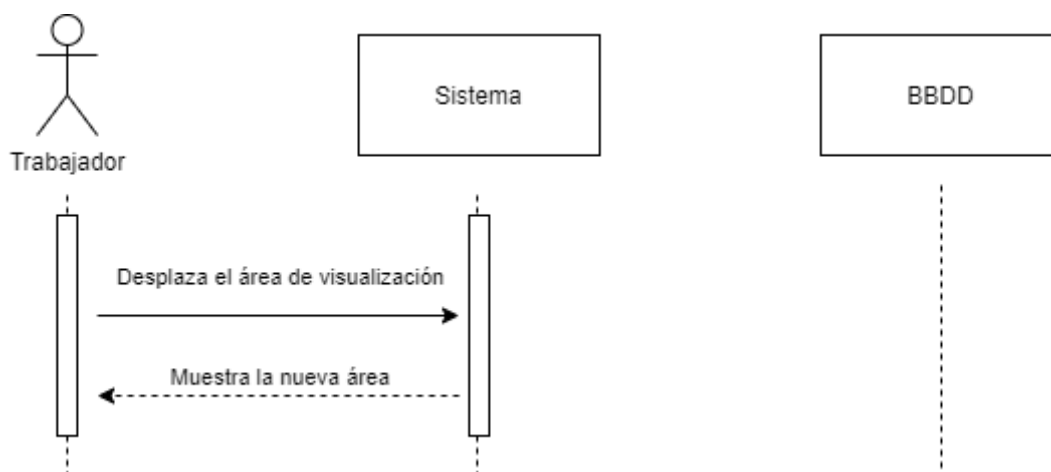
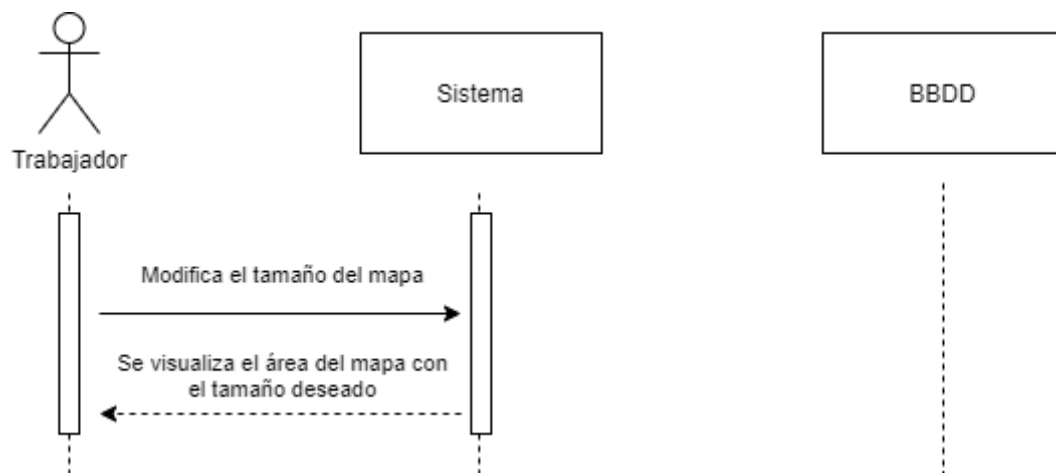
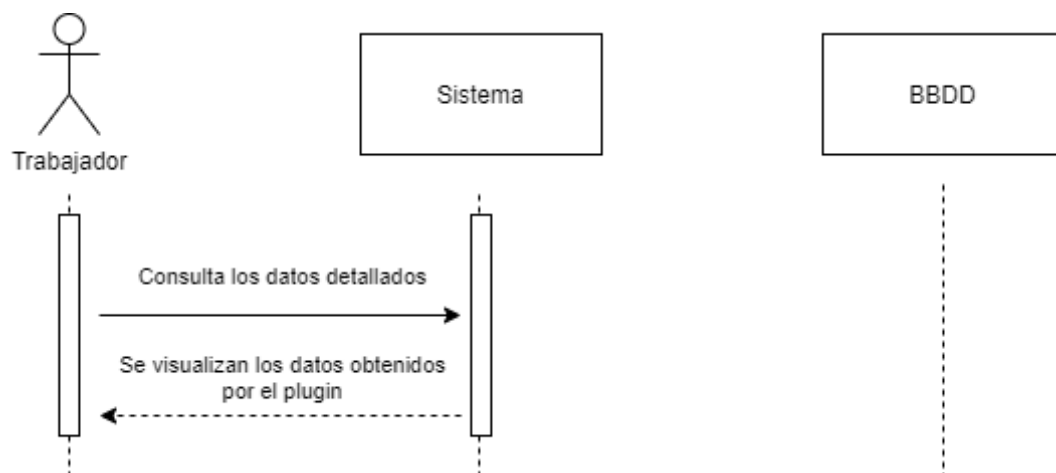


Ilustración 15- Diagrama de secuencia: desplazamiento del mapa

Caso de uso: Zoom en el mapa (ver Ilustración 16)*Ilustración 16- Diagrama de secuencia: Zoom en el mapa***Caso de uso: consultar datos detallados** (ver Ilustración 17)*Ilustración 17- Diagrama de secuencia: consulta de datos*

3.2.4. Análisis de tecnologías

En el siguiente apartado se comentarán las tecnologías utilizadas para el desarrollo del proyecto, requeridas para cubrir las siguientes necesidades:

- Almacenamiento de datos. Herramienta para la gestión de los datos utilizados y producidos por la aplicación.
- Visualización de mapas. Herramienta para la visualización en un mapa de los resultados que son presentados al usuario.

- IDE (Entorno de Desarrollo Integrado). Herramienta para el desarrollo del software de nuestra aplicación.

Así mismo, se indicarán en cada caso las razones para la elección de cada tecnología

3.2.4.1. Tecnología para el almacenamiento de datos

Comenzaremos, en este caso por estudiar el almacenamiento de los datos que utilizará nuestra aplicación. Consideramos dos alternativas: bases de datos relacionales y archivos CSV.

Bases de datos relacionales

Una base de datos relacional es un tipo de BBDD que almacena y permite acceder a datos relacionados entre sí. Están basadas en el modelo relacional, una forma de almacenar los datos en formato tabla. Cada fila (o tupla) es un registro con un identificador único llamado Primary key. Cada columna se corresponde a un atributo del dato y puede tener tanto valores nulos como cadenas, números, fechas, etc. [10]

Entre las ventajas podemos encontrar: [11]

- Acceso rápido a los datos, fácil modificación, borrado y adhesión de registros.
- Evitar datos duplicados, de forma que será sencillo añadir nuevos registros sin cometer errores de duplicación.
- Datos casi ilimitados”, puede albergar una gran cantidad de datos.
- Un fácil mantenimiento de los datos y de la misma BBDD

Entre sus desventajas podemos encontrar: [11]

- Pueden crecer mucho, lo que podría llevar a errores y tiempo de respuesta altos.
- Costo: es mucho más costoso, tanto su almacenamiento como su preparación, instalación, etc. que en otros sistemas, como pueden ser los

archivos de datos.

- Copias de seguridad: aunque es bastante sencillo realizar copias de seguridad en una BBDD, es mucho más sencillo un sistema de archivo de datos (copiar/pegar)

CSV

Las siglas CSV vienen del inglés "Comma Separated Values" que significa valores separados por comas. Es por tanto, cualquier archivo en el que los distintos datos están separados por comas, haciendo una especie de "tablas y columnas". Cada columna aparece separada por comas y cada fila tras un salto de línea.

Los archivos CSV facilitan el manejo de una gran cantidad de datos que tengan un formato de tipo tabla, sin necesidad de un gran coste.

Entre las ventajas podemos encontrar: [13]

- Muy sencillo e intuitivo, son solo datos separados por comas.
- Permite el almacenamiento de una gran cantidad de datos sin un gran coste, computacionalmente hablando.
- Es legible y analizable para el ser humano: con un simple vistazo puedes entenderlo.
- Es muy fácil de crear, modificar y leer también con cualquier lenguaje.
- No es necesaria la instalación de ningún software adicional, ya que con cualquier editor de texto podrás abrirlo y editarlo.

Entre las desventajas podemos encontrar: [13]

- Solo permite datos "brutos", cualquier tipo de dato complejo como imágenes será imposible de almacenar.
- La lectura es sencilla, la búsqueda y la modificación manualmente de registros no lo será tanto ni tan potente como en una BBDD.
- No hay ningún control de registros duplicados, descuadre en el número de columnas de cada registro, etc.

- Es mucho más inseguro que una BBDD.

Elección de la tecnología para almacenamiento de datos

Una vez comentada cada opción y vistas sus ventajas y desventajas se puede seleccionar la tecnología que más nos conviene.

Si miramos los datos que almacenaremos en la tecnología seleccionada, vemos que son datos que recibimos en formato .csv y que tendremos que procesar y guardar en la tecnología seleccionada a nivel de código; son datos que no serán modificados ni cambiarán con el tiempo (el número de incidencias en cada lugar no cambiará); los datos siempre tendrán una estructura de matriz, por lo tanto serán una tabla; los datos que devolvamos como resultados tendrán también un formato tipo tabla y serán una buena cantidad de datos, pero estarán bien divididos en tablas no demasiado grandes.

Con todo esto, se puede comprobar que la mejor elección es CSV, puesto que, recibiremos primeramente los datos en el mismo formato, la edición y el guardado únicamente se hará a nivel de código por lo que será sencillo, y el ser humano lo único que hará será leerlo, por lo que será también sencillo. Por último, todos los datos tendrán aspecto de tabla, que es justo lo que almacena csv. Además, son datos que una vez creados no cambiarán por lo que serán muy estáticos. También de esta forma nos quitaremos la instalación de diferentes softwares y el almacenamiento de una BBDD.

3.2.4.2. Tecnología para la visualización de mapas

De acuerdo a las necesidades planteadas en la etapa de análisis, se requiere disponer de la instrumentación adecuada para visualizar mapas y poder presentar los resultados a los usuarios. Las alternativas que se contemplan son MapInfo y QGIS.

MapInfo

MapInfo es un software GIS desarrollado por la compañía Pitney Bowes Software para crear, editar, visualizar y analizar los datos de clientes y negocios en relación con su ubicación. Es un software de pago y entre otras funcionalidades ofrece el acceso a datos mejorados, acceso completo a la BBDD PostgreSQL pudiendo

acceder, editar y guardar archivos PostGIS, siendo compatible también con otras tecnologías como Excel, Access y SQL Server 2008 Spatial, control de mapas dinámicos, entre otros. [14]

Entre sus beneficios podemos encontrar: [14]

- Gran ahorro de tiempo y clicks con la nueva interfaz.
- Promueve la eficiencia de costos a través de la optimización de acceso a datos.
- Soporta una gran variedad de formatos, como los comentados anteriormente.
- Proporciona un acceso más sencillo a las capacidades de solapamiento.

QGIS

QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU. Corre en múltiples sistemas operativos y ofrece una gran cantidad de funciones GIS, proporcionadas por complementos y funciones principales. [15]

Entre sus beneficios podemos encontrar: [15]

- Se pueden llevar a cabo combinaciones de múltiples tipos de datos, pudiendo trabajar con PostGIS, SQL Spatial, Oracle Spatial, etc.
- Aporta múltiples herramientas para composición de mapas y exploración de datos espaciales.
- Proporciona también herramientas para crear, administrar y editar los diferentes tipos de datos así como analizarlos.
- Al ser de código abierto, permite también extender su funcionalidad a través de complementos.
- Permite y facilita la creación de nuevos plugins en Python a través de su herramienta Qt Designer y archivos .py.

Elección de la tecnología para visualización de mapas

A partir de los datos presentados anteriormente, vamos a realizar la elección de la tecnología a utilizar en este proyecto.

En este caso se utilizará QGIS por múltiples razones:

- Es de código abierto, por lo que su obtención será gratuita.
- Se pueden añadir complementos que nos ayudarán a un mejor desarrollo del proyecto.
- La razón de más peso: creación de plugins con Python. Python es un lenguaje potente y medianamente intuitivo, que combinado con las herramientas que nos proporciona QGIS nos proporcionará un entorno donde desarrollar un plugin que se encargará de llevar a cabo toda la funcionalidad, haciendo que el usuario solo tenga que abrir QGIS y ejecutar el plugin que presentará una interfaz gráfica. El plugin se encargará del acceso a los datos, ejecución del método AHP y todo lo relativo a la administración de QGIS. Además la adición del plugin a QGIS también es muy sencilla, por lo que se adapta a la perfección a las necesidades de nuestro proyecto.

3.2.4.3. Tecnología para el desarrollo (IDE)

Otra importante decisión a tomar en esta etapa de análisis de las tecnologías, es la elección del IDE para realizar el desarrollo del software. Vamos a considerar Pycharm, Spider Python y Visual Studio Code, eligiendo la opción más apropiada para nuestro proyecto.

Pycharm

Pycharm es un IDE muy completo desarrollado por JetBrains. Tiene dos versiones: una gratuita, más básica y otra profesional. Es un IDE potente que grandes empresas como Twitter, Spotify o Ebay utilizan para sus desarrollos. La mayoría de las características están incluidas en la versión básica, incluyendo autocompletado, navegación intuitiva, una consola preparada exclusivamente para Python, entre otros. Además también es compatible con bibliotecas científicas como Numpy o Matplotlib.

[16]

Spider Python

Spider Python es un IDE opensource más orientado a proyectos científicos. Entre otras características incluye editores de varios lenguajes, consola, explorador de variables y de archivos, etc. Ofrece también un nivel muy avanzado en el ámbito de la edición, depuración y exploración de los datos. Además también facilita una forma interactiva de ejecución. Como es obvio, también es compatible con bibliotecas científicas. [17]

Visual Studio Code

Visual Code, desarrollado por Microsoft, es un potente IDE multilenguaje especializado principalmente en C, pero compatible con muchos otros lenguajes como Angular, PHP, etc. Tiene un potente autocompletado de variables y también integra un sistema de control de versiones. También tiene una depuración muy sencilla y una consola también compatible con Python. [18]

Elección de la tecnología para el desarrollo

En este caso, al no haber ninguna experiencia previa con Python, se debía seleccionar el IDE a partir de las características y capturas que se pudieran obtener a partir de la investigación. Primeramente, se descartó Visual Studio porque, aunque es un IDE muy potente, se supuso que sería mejor un IDE especializado en Python que uno multilenguaje. A partir de esto, y sabiendo que ambos IDEs para Python eran bastante potentes, se buscó la sencillez y el IDE más intuitivo. De esta forma se seleccionó para el desarrollo **Pycharm**, muy intuitivo, con una buena documentación y con una estructura similar a IDEs con los que sí se tenía experiencia, como Android Studio.

3.2.5. Análisis de la arquitectura

En este punto se va a definir la arquitectura que va a tener nuestro sistema. En este caso, podemos dividir la aplicación en dos partes: una sería la parte frontend, la parte que interactúa con el usuario y la parte backend, que tomará de una bbdd toda la información que necesite y la procesará, enviándola otra vez al frontend, por lo que

nuestra arquitectura será del tipo modelo-vista-controlador.

MVC o modelo-vista-controlador es un estilo de arquitectura software que divide los datos de la aplicación, la interfaz y la lógica de la aplicación en tres partes bien definidas.

Las partes serían las siguientes: [19]

- **Modelo:** contiene los datos que maneja la aplicación, su lógica, su persistencia a lo largo del tiempo...

Entre las responsabilidades del modelo podemos encontrar el acceso a la capa del almacenamiento de datos, definir las reglas de negocio, etc...

- **Vista:** la vista es la parte gráfica, la parte que se comunica con el usuario, muestra la información al usuario y ayuda a la interacción entre la aplicación y el usuario.

Entre las responsabilidades de la vista podemos encontrar recibir y mostrar los datos del modelo al usuario, contacta con el controlador cuando es necesario, etc.

- **Controlador:** es la parte que actúa como intermediaria entre el modelo y la vista, gestionando los eventos del usuario, el flujo de datos y las acciones previas al intercambio de los datos.

Entre sus responsabilidades podemos encontrar recibir los eventos de entrada y procesarlos, realizar acciones en función de esos eventos, ya sea realizando una petición al modelo, la vista o ambas, etc.

Un ejemplo de los pasos que seguiría un flujo básico serían los siguientes: [20]

1. El usuario realiza una petición.
2. El controlador captura la petición.
3. Hace la llamada al modelo correspondiente.
4. El modelo será el encargado de interactuar con la base de datos.
5. El controlador recibe la información y la envía a la vista.
6. La vista muestra la información.

A continuación, podemos ver un ejemplo de su funcionamiento (ver Ilustración 18):

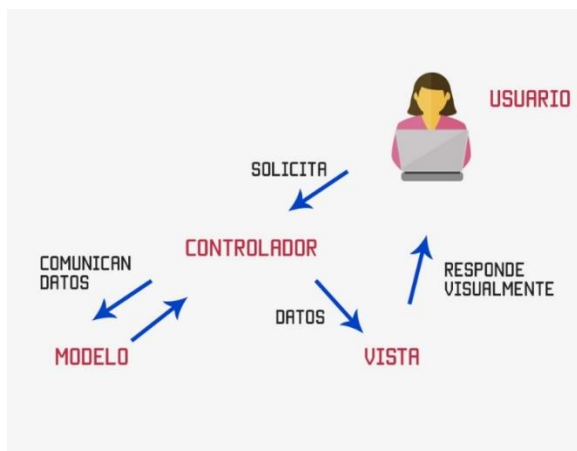


Ilustración 18- Diagrama modelo-vista-controlador

Entre sus ventajas podemos encontrar: [21]

- La implementación es modular.
- La vista siempre tendrá una información actualizada. El programador no tiene que preocuparse por la actualización de la vista puesto que de los datos ya se encarga el modelo.
- Al ser modular, cualquier modificación que se deba hacer sobre la aplicación, afectará únicamente a una de las partes, no a las 3.
- Las modificaciones de las vistas no afecta al modelo de datos puesto que únicamente se cambiará la forma de mostrarlo, no su tratamiento ni estructura.
- El MVC facilita tanto el mantenimiento como la extensión de las aplicaciones.

Entre sus desventajas podemos encontrar: [21]

- Para el desarrollo en MVC, es necesario un mayor costo al inicio del desarrollo. Debido a su estructura, será necesario que el programador cree más clases que en otras arquitecturas, aunque posteriormente ayudará a la extensibilidad y al mantenimiento.

- MVC requiere también un análisis previo, donde declarar las clases e interfaces que habrá, los mecanismos de eventos.
- MVC es un patrón orientado a objetos, por lo que los lenguajes que no siguen este paradigma es complejo aplicarlo.

3.3. Diseño

Una vez completada la etapa de análisis en las diferentes facetas del proyecto, pasaremos a la especificación de algunos artefactos que serán requeridos antes de iniciar la implementación del sistema.

3.3.1. Diagrama de clases

Como se comentará en posteriores apartados, la arquitectura utilizada para el desarrollo del proyecto será modelo-vista-controlador (MVC). Haciendo una breve introducción:

- **Modelo:** es la capa donde se tiene y maneja la distinta información.
- **Vista:** es la capa que muestra información e interactúa con el usuario.
- **Controladores:** contiene las herramientas necesarias para responder a peticiones que se solicitan en la aplicación. Es la capa intermediaria entre las vistas y los modelos.

Por ello, aquí se presenta el diagrama de clases que como se puede comprobar está estructurado con la arquitectura MVC, donde dividiremos cada una de las clases y módulos en modelo, vista y controlador (ver Ilustración 19):

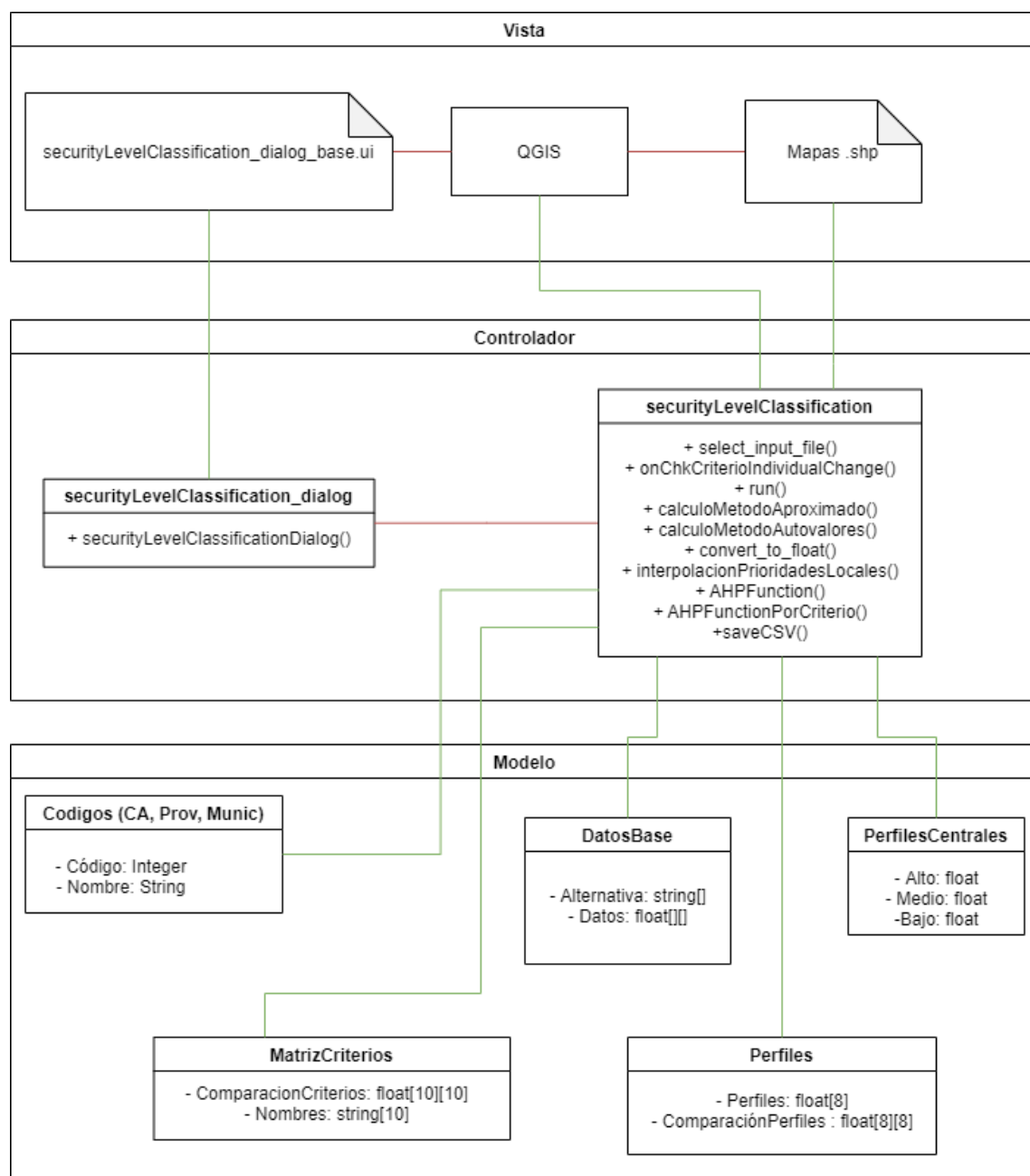


Ilustración 19- Diagrama de clases

3.3.2. Diseño de la interfaz (Story-board)

En este apartado comenzaremos con las dos pantallas que tendrá nuestra aplicación.

Las pantallas son el elemento con el que se va a relacionar el usuario, por lo que hay que tener mucho cuidado con su diseño, para que sea sencillo, fácil de usar y además cumpla las reglas de usabilidad.

Ahora se procederá a ir mostrando los bocetos de las distintas pantallas que tendrán ambas aplicaciones así como el storyboard o guion gráfico que son las distintas pantallas mostradas en secuencia con el objetivo de servir de guía para previsualizar el desarrollo de pantallas antes de comenzar a implementar la aplicación (ver Ilustración 20).

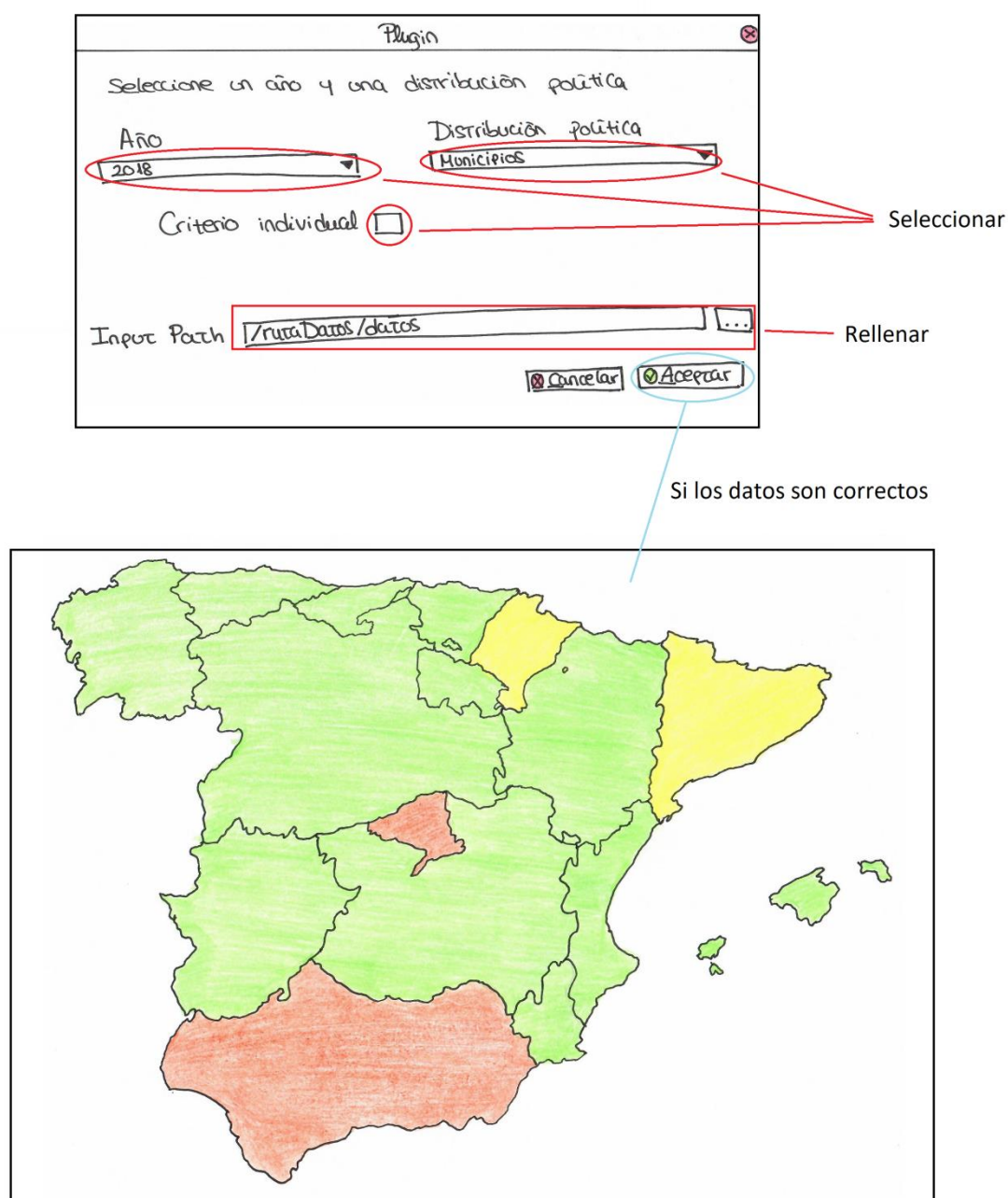


Ilustración 20- Story board

3.3.3. Obtención de datos de expertos

En este apartado se explicará a fondo los datos obtenidos del experto: su estructura, la forma de obtenerlos y la forma de procesarlos para su posterior utilización en la aplicación.

Como ya se comentó con anterioridad, el proceso con el experto se dividió en tres pasos para ayudar al experto a comprenderlo mejor y que el proceso no fuera demasiado “agresivo”, facilitándole así su trabajo.

La primera parte consistió en una reunión introductoria con el experto mediante videollamada, donde se le expuso una descripción general de las expectativas de la aplicación y algunos datos relevantes sobre el proyecto. Una vez introducido el proyecto, se le explico a fondo su rol dentro del proyecto, los pasos que seguiríamos, conceptos que debía entender para la realización de los cuestionarios y los datos que él tendría que preparar.

En la segunda parte ya se envió el primer cuestionario consistente en un .docx con tres partes básicas:

- La primera parte consistía en una breve introducción donde se mencionaban cada uno de los criterios, con una breve descripción y el rango de valores que podían tomar.
- La segunda parte se refería al cálculo de los perfiles centrales. Para ello se utilizó una sencilla tabla donde se informaba tanto del criterio como de su rango de valores, para que el experto únicamente rellenara los perfiles centrales correspondientes a los distintos niveles de seguridad, para cada uno de los criterios (ver Ilustración 21):

Criterios	Perfil central 1 (seguridad alta)	Perfil central 2 (seguridad moderada)	Perfil central 3 (seguridad baja)
Homicidios dolosos y asesinatos consumados [0 - 0,071713719]			
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa [0 - 0,188730434]			
...			

Ilustración 21- Cuestionario para el experto: definición de perfiles centrales

- La tercera parte estaría dedicada a la comparación de los criterios. Para ello se ha utilizado la escala doble 1-9, que representa cuantas veces es un criterio más importante que la clase en el lado opuesto, donde 1 representa igual importancia. Además, se añadió un pequeño resumen sobre la escala doble 1-9 para ayudar al experto a rellenar los distintos valores de forma correcta (ver Ilustración 22).

Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Delitos sexuales
Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con violencia e intimidación
...	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	...

Ilustración 22- Cuestionario para el experto: comparación de criterios

En la tercera y última parte, se envió al experto el último cuestionario que en este caso se divide en dos partes:

- La primera parte es muy similar al del anterior cuestionario: se comenta un poco cada criterio y su rango de valores y se vuelve a explicar el procedimiento de la escala 1-9 doble.
- En la segunda parte, utilizando también la escala 1-9 doble, está dedicada a la obtención de las comparaciones entre los puntos representativos y los perfiles centrales.

Con estos dos cuestionarios ya teníamos todos los datos necesarios por parte del experto. Para utilizarlos desde nuestra aplicación obviamente había que procesarlos: de esta forma, cada uno de los conjuntos de datos recogidos se fueron guardando en distintos ficheros .csv, obteniendo así un fichero .csv con la matriz de comparación de criterios y un fichero .csv para cada criterio conteniendo la matriz de comparación entre sus puntos representativos y sus perfiles centrales. (Los cuestionarios completos están incluidos en el ANEXO III).

3.4. Implementación

A partir de los artefactos obtenidos en las etapas previas del proyecto, se procede con la implementación del sistema. A continuación se destacan los aspectos más relevantes de la misma.

3.4.1. Esquema general de la aplicación

Como ya se comentó antes, la arquitectura que vamos a utilizar es la arquitectura modelo-vista-controlador.

A continuación, usando esta arquitectura, podemos ver el esquema general de tecnologías de nuestro sistema (ver Ilustración 23).

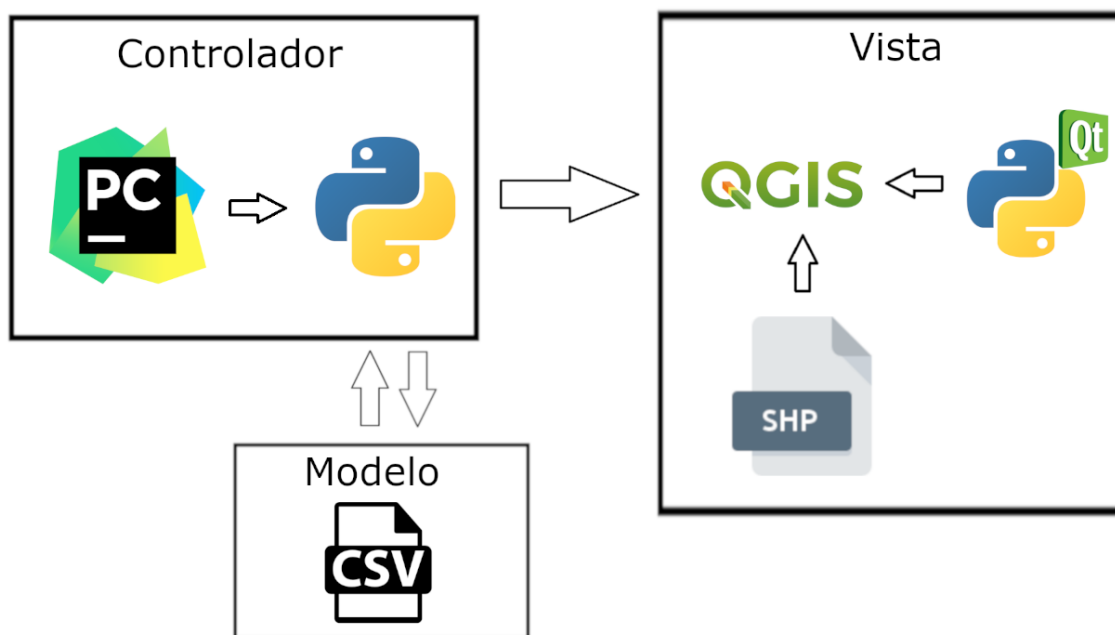


Ilustración 23- Diagrama de las tecnologías utilizadas

3.4.2. Proceso de implementación

Una vez que ya hemos seleccionado las distintas tecnologías que vamos a utilizar para la implementación, pasamos a la descripción del proceso de implementación.

3.4.2.1. Descripción

En el proceso de implementación se siguió el siguiente orden:

- 1.- Lecturas de ficheros .csv, matrices y bucles básicos en Python que serán necesarios para la implementación del método.
- 2.- Implementación del método AHP básico con lecturas de .csv en Python, realizando las pruebas pertinentes y comprobando su correcto funcionamiento.
- 3.- Implementación del método AHP Sort en Python, realizando también pruebas y comprobando su correcto funcionamiento.
- 4.- Implementación del método AHP Sort II en Python, realizando también pruebas y comprobando su correcto funcionamiento.
- 5.- Desarrollo de un plugin básico en Python para QGis, con carga y renderizado de mapas .shp y color en las distintas zonas básico, así como su importación a QGis.
- 6.- Desarrollo de una interfaz básica utilizando QtDesigner con cuadros de texto, spinners y botones.
- 7.- Desarrollo de la interfaz final con su funcionalidad con QtDesigner, realizando pruebas e importándolo como un plugin a QGis.
- 8.- Al plugin creado en el paso previo se le añade el código creado en el punto 4, adaptándolo de tal forma que coja la información pertinente de los campos rellenados en la interfaz.
- 9.- Por último, se le añadirá al código el renderizado de los mapas con la clasificación por colores, ya basados en los datos calculados por el método AHP Sort II.

3.4.2.2. Dificultades encontradas

En este apartado se describirán brevemente los distintos problemas que se han encontrado a la hora de desarrollar el proyecto.

Datos base complejos

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la estructura de los datos que facilitaba el portal de criminalidad era bastante compleja: no tenía un formato de tabla, con un número de columnas bien definido y traía demasiada información no necesaria para el proyecto. Por ello se decidió desarrollar otra aplicación auxiliar únicamente para el procesado de los datos (puesto que a mano era un trabajo demasiado extenso). Esta aplicación únicamente se encargaría de leer cada uno de los ficheros, coger la información que se vaya a utilizar desde nuestro plugin y guardarla en nuevos ficheros bien estructurados.

La aplicación de escritorio se desarrolló con C#, puesto que era un lenguaje con el que se tenía experiencia y adecuado para la lectura de ficheros, tratamiento de matrices y cadenas y guardado de ficheros.

La aplicación sigue los siguientes pasos para cada fichero .csv:

- 1- Lee el fichero .csv y toma únicamente los datos que le interesan (en este caso nombre de la alternativa y sus valores para cada criterio).
- 2- Normaliza los valores de cada alternativa para cada criterio: para ello, utiliza un fichero .csv descargado del portal nacional de estadística (<https://www.ine.es/>) con las poblaciones de cada año para cada comunidad, provincia o municipio y divide el valor del criterio entre la población.
- 3- Obtiene una lista de los máximos y mínimos para cada criterio tanto locales como globales (una vez que ha procesado todos los .csv)
- 4- Guarda los nuevos valores calculados en un .csv para su posterior procesamiento.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Autonomas	Homicidios y	Homicidios y	DelitosGraves	Secuestro	Delitos sexual	Robos con vic	Robos domici	Hurtos	Vehiculos	Drogas
2	andalucía	0,00584738	0,0247022	0,34964952	0,00179001	0,24630601	0,91505545	3,14231093	12,3804569	1,04477184	0,41432871
3	aragón	0,0061127	0,01146132	0,29799427	0	0,20936008	0,60974212	2,01872015	8,40802292	0,29952245	0,20630372
4	asturias (princ	0,0048311	0,01062843	0,31692046	0	0,14106825	0,35846796	1,89959032	7,01573008	0,38069104	0,12560872
5	balears (illes)	0,00358423	0,02508963	0,631721	0	0,46326206	1,21326274	3,81541561	26,149665	1,53853184	0,43279609
6	canarias	0,00948712	0,01707682	0,50186873	0,00189742	0,29647255	0,68117532	2,69339379	14,2909254	0,85241786	0,28319058
7	cantabria	0,00516978	0,00689305	0,42219905	0	0,14475396	0,36877795	2,86578378	8,58701178	0,35671512	0,10856547
8	castilla y león	0,00535905	0,00700799	0,26671602	0,00082447	0,15170247	0,29928259	2,37942024	8,6857908	0,27166284	0,13768648
9	castilla - la m	0,00590703	0,01673657	0,28206051	0,0009845	0,18262556	0,50505075	4,07830945	7,48223339	0,54393868	0,20969944
10	cataluña	0,00860263	0,01905813	0,48783522	0,00132348	0,29275407	2,72835678	4,16923091	22,9867533	1,17194273	0,30029792
11	comunitat val	0,00829706	0,01315388	0,37093932	0,00080947	0,27279117	1,09136703	4,89263502	14,959398	0,79287521	0,32216879
12	extremadura	0,00740796	0,01481591	0,34724794	0,00092599	0,14167716	0,25650048	2,16960516	6,70883028	0,31113416	0,1861249
13	galicia	0,00479999	0,00996921	0,31163012	0,00147692	0,16947657	0,39027611	2,25045683	7,50275353	0,29316862	0,13698433
14	madrid (comu	0,00599338	0,01321616	0,32640847	0,00107573	0,27292912	2,50707526	3,57912117	24,0240633	1,64664162	0,2471115
15	murcia (región	0,00952204	0,02108452	0,41080806	0	0,26593701	0,99165257	4,46719759	10,379705	0,87942851	0,19928272
16	navarra (comu	0,01243715	0,03264753	0,60320195	0,00155464	0,36067745	0,67160629	2,37549632	11,7717658	0,26273487	0,20832232
17	país vasco	0,00227878	0,0164072	0,47808772	0,0041018	0,22787785	0,81443542	3,54213325	12,7032784	0,41018012	0,15131089
18	rioja (la)	0	0,01902461	0,40585831	0	0,18073378	0,32975988	2,05782847	8,12667853	0,28219836	0,25366144
19	ciudad autón	0,01177038	0,08239268	0,68268223	0,01177038	0,29425958	1,54192022	1,16526795	9,53401052	2,54240281	2,67187702
20	ciudad autón	0	0,09289364	1,35856944	0	0,33673943	4,13376684	2,2758941	13,3999071	1,31212262	0,74314909
21											
22	Maximos	0,01243715	0,09289364	1,35856944	0,01177038	0,46326206	4,13376684	4,89263502	26,149665	2,54240281	2,67187702
23	Minimos	0	0,00689305	0,26671602	0	0,14106825	0,25650048	1,16526795	6,70883028	0,26273487	0,10856547

Ilustración 24- Ejemplo del formateo de los datos iniciales

De esta forma, se obtuvieron ficheros mucho más sencillos para que el plugin los procesara (ver Ilustración 24).

Método autovalores

Como se ha mencionado, para el cálculo de las prioridades locales de los perfiles y los pesos de los criterios, se utiliza el método de autovalores. El desarrollo de este método era complejo por lo que se optó por una solución más sencilla: utilizar una librería que tuviera implementado el método, por lo que se utilizó Numpy.

Numpy es una librería que se especializa en cálculos numéricos y análisis de un gran volumen de datos. Entre otras características, como los objetos arrays y múltiples funciones para el tratamiento de vectores y matrices, encontramos la función *linalg.eig(a)* que calcula y devuelve un array con los autovalores y otro con los autovectores de una matriz cuadrada (aunque en este caso solo utilizaremos los autovalores). [22]

Lectura y escritura de .csv

Obviamente, también se tenía la necesidad de una lectura y escritura de ficheros .csv desde el propio Python, para la correcta implementación de todas las

funcionalidades que se buscaban con la aplicación. Para ello también se hizo uso de otra librería que facilitara este proceso.

Pandas es una librería que se especializa en el manejo de los datos y en el análisis de sus estructuras. Entre otras funcionalidades permite crear nuevas estructuras basadas en arrays de Numpy pero con nuevas funcionalidades, acceder a datos mediante índices de filas y columnas, trabajar con conjuntos de datos y, la que interesa para este proyecto, leer y escribir fácilmente ficheros con formato .csv o Excel, entre otros. [23]

Fracciones como valores de entrada

Cuando se pasaron los datos de los formularios a un fichero .csv, obviamente se pasaron utilizando fracciones, puesto que son mucho más exactos que valores decimales, de esta forma si un criterio $c1$ era x veces mejor que un criterio $c2$, el criterio $c2$ sería $1/x$ veces mejor que el $c1$. Como es obvio, Python no acepta fracciones como valores numéricos por lo que se tuvieron que convertir.

De esta forma el procedimiento que se siguió fue:

- 1- Intentar convertir cada valor a float.
- 2- Si esta conversión fallaba y la cadena contenía un signo /, significaba que esta cadena era una fracción.
- 3- Sabiendo esto, la cadena se recortaba en dos partes, la anterior al signo / y la posterior.
- 4- Una vez se tenían estos dos valores, se calculaba su división convirtiéndola en un decimal, ya pudiendo guardarla como un número en Python.

Municipios no representados

Como ya se mencionó en apartados anteriores, el portal de criminalidad únicamente facilita los valores de criminalidad para los municipios de más de 30.000 habitantes, por lo que al visualizarlos, se quedaban demasiadas áreas del mapa sin clasificación. Para que todas las zonas tuvieran una clasificación, se decidió, cuando la opción fuera municipios, aplicar AHP Sort II tanto a las provincias como a los municipios, representando el mapa de las provincias debajo del mapa de los municipios.

De esta forma, los municipios de menos de 30.000 tendrán su representación, aunque sea el valor de la provincia a la que pertenecen.

3.5. Pruebas

En este apartado procederemos a hacer diferentes pruebas al software para comprobar su correcto funcionamiento y si está correctamente implementado. Nos centraremos en realizar la prueba de sistema, es decir, comprobar que el producto software desarrollado se ajusta a los requisitos funcionales y no funcionales establecidos en la etapa de análisis del proyecto.

Para ello realizaremos pruebas de caja negra, una técnica de prueba funcional que diseña los casos de prueba basados en la información procedente de la especificación de requisitos. Esta técnica no tiene en cuenta el código o los mecanismos internos del sistema sino los resultados producidos en respuesta a las interacciones del sistema con su entorno, distinguiéndose distintos casos de prueba atendiendo a cada requisito y a las diferentes condiciones de ejecución que se puedan dar [29]. Así pues, realizaremos un caso de prueba por cada uno de los posibles escenarios que se pueden presentar en la satisfacción o insatisfacción de cada uno de los requisitos.

El prefijo “RF” hace mención a los requisitos funcionales y el prefijo “RN” a los requisitos no funcionales.

Id	Nombre	Caso de prueba	Resultado
RF1	Selección de fuente de datos	• (RF1-CP1) El usuario selecciona una fuente de datos correcta y la aplicación la carga.	OK
		• (RF1-CP2) El usuario selecciona una fuente de datos incorrecta y la aplicación no la carga.	OK

RF2	Selección del tipo de mapa	(RF2-CP1) El usuario selecciona el tipo de mapa que desee visualizar y el sistema lo define como parámetro.	OK
RF3	Selección del año	(RF3-CP1) El usuario selecciona el año que desee visualizar y el sistema lo define como parámetro.	OK
RF4	Visualización general o por criterio	(RF4-CP1) El usuario selecciona la visualización por análisis multicriterio y el sistema lo define como parámetro. (RF4-CP2) El usuario selección la visualización por criterio individual y el sistema lo define como parámetro.	OK OK
RF5	Selección del criterio individual	(RF5-CP1) El usuario selecciona un criterio individual y el sistema lo define como parámetro.	OK
RF6	Visualizar el mapa	(RF6-CP1) El usuario pincha en visualizar el mapa con los parámetros seleccionados y el sistema muestra el mapa con la clasificación deseada.	OK
RF7	Navegación por los datos y el mapa	(RF7-CP1) El usuario navega por el mapa, arrastrando y haciendo zoom sobre el mapa. (RF7-CP2) El usuario visualiza la lista de los datos generados.	OK OK

RN1	La aplicación debe ser accesible desde cualquier ordenador.	(RN1-CP1) El usuario prueba la máquina virtual que contiene la aplicación con virtual box en Mac, Linux y Windows.	OK
RN2	El tiempo de respuesta de la aplicación debe ser aceptable.	(RN2-CP1) El usuario prueba la aplicación para los distintos parámetros obteniendo los datos pertinentes en un tiempo inferior a 20 segundos.	OK
RN3	Interfaz sencilla e intuitiva	(RN3-CP1) El usuario sin conocimientos previos de informática utiliza la aplicación y obtiene los datos requeridos sin necesidad de ayuda experta.	OK

Tabla 9- Pruebas de caja negra

4. Conclusiones y trabajos futuros

4.1. Conclusiones

El objetivo principal de este TFM ha sido la implementación de una aplicación SIG, accesible para un usuario sin conocimientos previos de informática, en la que se mostrará información georreferenciada en el mapa de España clasificando cada zona por niveles de seguridad, siendo estos calculados mediante métodos de análisis multicriterio.

En mi opinión se ha logrado el objetivo: se ha desarrollado una aplicación sencilla sobre QGIS, accesible para el usuario, donde pueda seleccionar su propia fuente de datos, seleccionar las distintas opciones que le interesen y visualizar, en un corto periodo de tiempo, los resultados visualmente, así como navegar por el mapa y por los datos obtenidos.

La elección de este proyecto se basa en dos pilares: SIG y AHP. Me pareció un proyecto muy interesante aplicar el método AHP a un tema que los ciudadanos españoles les preocupan según el centro de investigaciones sociológicas (CIS). Además también es muy interesante la representación de estos datos mediante los SIG: al representar los datos de forma visual y en algo tan sencillo como un mapa de España, casi todos los ciudadanos podrán entender los datos devueltos, a diferencia de si se mostrarán los datos calculados directamente de forma numérica.

Creo que mediante este proyecto, se podría intentar mejorar mucho más la seguridad del país, puesto que con un rápido vistazo, se puede observar no solo la seguridad general a nivel de comunidades, provincias y municipios sino también la seguridad basada en los distintos criterios que se han seleccionado, pudiendo así dividir y administrar los diferentes recursos de seguridad dependiendo de los problemas de cada zona. De esta forma, se podrían dedicar más recursos a zonas más inseguras y

destinar menos recursos a las zonas que no los necesitan.

Desde un punto de vista personal este proyecto era un reto para mí: no tenía conocimientos previos de la mayor parte de las tecnologías utilizadas de este proyecto: QGIS y Python. Este proyecto me ha ayudado a aprender nociones básicas sobre QGIS a nivel gráfico: importación de mapas, visualización de datos e importación de plugins, etc. Pero también me ha dado conocimientos tanto de la tecnología Python en general como de PyQGIS. Al principio tuve bastantes complicaciones debido a mis conocimientos nulos en estas tecnologías, pero la curva de aprendizaje ha sido medianamente pequeña, puesto que con un poco de investigación conseguí implementar lo deseado sin demasiadas complicaciones.

También tuve que utilizar c# para el procesado de datos. En este caso ya poseía ciertos conocimientos en esta tecnología, aunque es cierto que profundicé aún más en la lectura y escritura de ficheros .xls y .csv.

4.2. Trabajos futuros

Por último, cabe comentar las posibilidades que tiene este proyecto en el futuro:

- Obviamente la primera parte sería obtener los datos directamente del portal de criminalidad sin necesidad de descargarlos y seleccionar la ruta en la que se encuentran.
- Otro trabajo futuro sería conseguir los datos de absolutamente todos los municipios (no solo los de más de 40.000 habitantes) para que el mapa estuviera completo.
- Este proyecto también podría ser escalable a clasificación de otros países incluso a la clasificación de continentes o del mundo entero.
- Por último, lo más deseable sería una mejora del proyecto para hacerlo completamente genérico, ya que el proyecto está limitado a casos en los que haya una división por años y tipos de mapa, siendo solo válido para proyectos de estas características.

Bibliografía

- [1]- PC Dell PCComponentes: <https://www.pccomponentes.com/dell-inspiron-3793-intel-core-i7-1065g7-8gb-512gb-ssd-mx230-173> → consultado el 11/02/2021
- [2]- Microsoft Office 365: https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/p/microsoft-365-personal/CFQ7TTC0K5BF/007R?source=googleshopping&ef_id=Cj0KCQiAyJOBbHDCARIsAJG2h5d3amlIoTGK5AoX_Z75xZ87RtrQmAGKXImgI8_Y1LXwIH7wiziTd_saAlZLEALw_wcB%3aG%3as&OCID=AID2100140_SEM_Cj0KCQiAyJOBbHDCARIsAJG2h5d3amlIoTGK5AoX_Z75xZ87RtrQmAGKXImgI8_Y1LXwIH7wiziTd_saAlZLEALw_wcB%3aG%3as&lnkd=Google_O365SMB_&gclid=Cj0KCQiAyJOBbHDCARIsAJG2h5d3amlIoTGK5AoX_Z75xZ87RtrQmAGKXImgI8_Y1LXwIH7wiziTd_saAlZLEALw_wcB&activetab=pivot%3aoverviewtab → consultado el 11/02/2021
- [3]- Windows 10 Home PCComponentes: <https://www.pccomponentes.com/microsoft-windows-10-home-64bits-oem> → consultado el 11/02/2021
- [4]- Sueldo jefe de proyecto: <https://es.indeed.com/career/jefe-de-proyecto/salaries> → consultado el 11/02/2021
- [5]- Sueldo analista: <https://es.indeed.com/career/programador-junior/salaries> → consultado el 11/02/2021
- [6]- Sueldo programador:
<https://es.indeed.com/career/analista-programador/salaries?hl=es> → consultado el 11/02/2021
- [7]- Apuntes del 3º curso del Grado en Informática (año 2017) : Gestión y Control de Proyectos Informáticos
- [8]- Arquitectura cliente-servidor
https://www.ecured.cu/Arquitectura_Cliente_Servidor ->consultado 10/03/2021
- [9]-Modelo de casos de uso
https://www.ctr.unican.es/asignaturas/MC_OO/Doc/Casos_de_uso.pdf -> consultado el 24/03/2021

[10]-BBDD relacional

<https://www.oracle.com/es/database/what-is-a-relational-database/> -> consultado el 11/04/2021

[11]- BBDD

<https://tecnomagazine.net/ventajas-y-desventajas-base-de-datos/> -> consultado el 11/04/2021

[12]- CSV

<https://www.geeknetic.es/Archivo-CSV/que-es-y-para-que-sirve> ->consultado el 12/04/2021

[13]-CSV2

<https://mundoapps.net/que-es-csv-caracteristicas-usos-ventajas/> -> consultado el 12/04/2021

[14]- MapInfo

<http://www.geobis.com/es/mapinfo-gis-software/> ->consultado el 14/04/2021

[15]- QGIS

https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user_manual/preamble/features.html ->consultado 14/04/2021

[16]- Editor Pycharm

<https://www.jetbrains.com/es-es/pycharm/> -> consultado 21/04/2021

[17]- Editor Spyder Python

<https://www.jetbrains.com/es-es/pycharm/> -> consultado 21/04/2021

[18]- Visual Studio Code

<https://code.visualstudio.com/> -> consultado 23/04/2021

[19]- Arquitectura MVC

<https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html> -> consultado 23/04/2021

[20]- Modelo-vista-controlador

<https://victorroblesweb.es/2013/11/18/tutorial-mvc-en-php-nativo/> ->consultado 23/04/2021

[21]- MVC ventajas y desventajas

<http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/122> ->consultado 23/04/2021

[22]- Numpy
<https://numpy.org/> -> consultado 07/05/2021

[23]- Pandas
<https://pandas.pydata.org/> -> consultado 07/05/2021

[24]- Gabriela Fernández, Los Métodos Promethee: Una Metodología de Ayuda a la Toma de Decisiones Multicriterio Discreta. Revista Elec. de Comunic. y trabajos de ASEPUMA, Num. 1, 2002.

[25]- J. C. Osorio, J. L. García, D. F. Manotas, AHP Topsis para la selección de proveedores considerando el riesgo asociado a la calidad. ISSN 0798 1015, Revista Espacios, Vol. 39 (nº 16), 2018.

[26]- AHP

Apuntes del 4º curso del Grado en Informática (año 2018): Sistemas de ayuda a la decisión

[27]- Gwo-Hshiung Tzeng, Jih-Jeng Huang, Multiple Attribute Decision Making. Methods and applications, CRC Press, 2011.

[28]- Alessio Ishizaka, Philippe Nemery, Multi-Criteria Decision Analysis. Methods and Software, Wiley, 2013.

[29] Srinivas Nidhra, Jagruthi Dondeti, Black Box and White Box Testing Techniques – A Literature Review, International Journal of Embedded Systems and Applications (IJESA), Vol.2, No.2, 2012.

[30] Ximénez, M. Carmen., Rafael. San Martín. Fundamentos de las técnicas multivariantes . Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013.

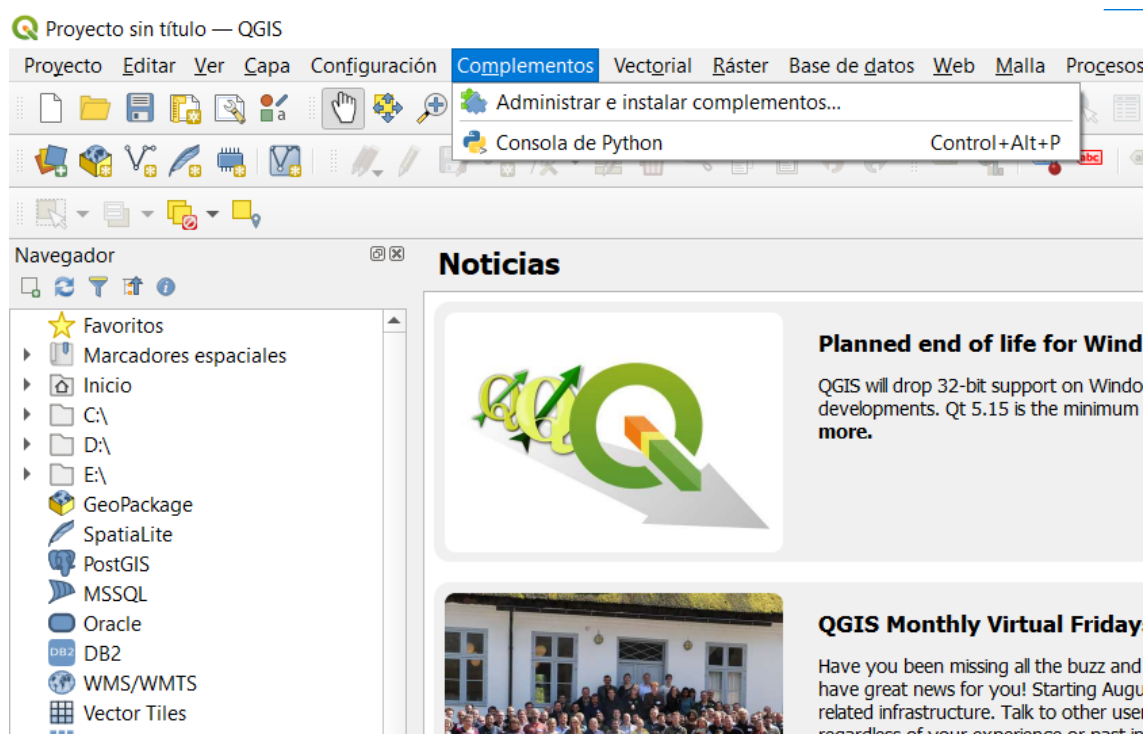
[31] Pressman, Roger S. Ingeniería del software un enfoque práctico . 7ª ed. México: McGraw-Hill, 2010.

[32]- Javier Domínguez Bravo, Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Editorial CIEMAT, 2000.

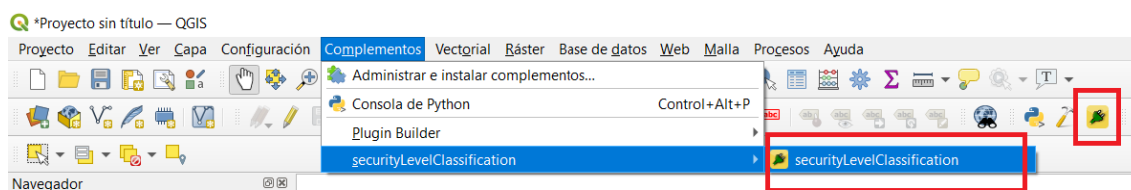
ANEXO I. Manual de instalación

Para utilizar el plugin tendremos 2 opciones:

- La utilización de la máquina virtual adjunta con la documentación del proyecto: lo único que habrá que hacer es importar la máquina virtual en la aplicación virtual box y tendremos todo listo para ejecutar QGIS y el plugin. La contraseña de la máquina virtual es 1234.
- La instalación del plugin en QGIS, que también es relativamente sencilla, solo hay que seguir los siguientes pasos:
 - 1- Instalar python en el pc. <https://www.python.org/downloads/>
 - 2- Instalar los complementos necesarios para la ejecución de la aplicación:
 - a. Instalar el complemento pandas. <https://pandas.pydata.org/>
 - b. Instalar numpy. <https://numpy.org/install/>
 - 3- Una vez hecho esto, lo único que quedará será importar el plugin. Para ello nos iremos a la opción de QGIS complementos > administrar e instalar complementos.



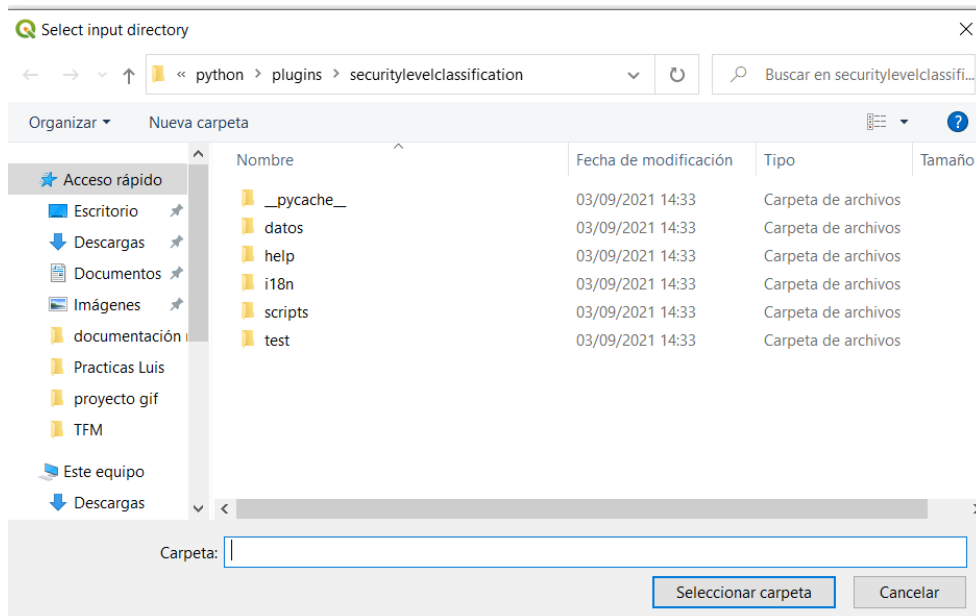
Y seleccionaremos la opción instalar a partir de .zip, seleccionando el archivo adjunto con la documentación. De esta forma, el plugin se habrá instalado y podremos acceder a él a partir de complementos > securityLevelClassification o desde el icono de la barra de herramientas.



ANEXO II. Manual de Usuario

El plugin es muy sencillo de usar también puesto que era uno de los requisitos. Aquí se presenta la pantalla principal del plugin:

Como se puede ver hay 4 campos que rellenar. El primero de todos ellos será el Input path. Para ello pulsaremos en el botón con los tres puntos y nos aparecerá la ventana para la selección del directorio de los datos.

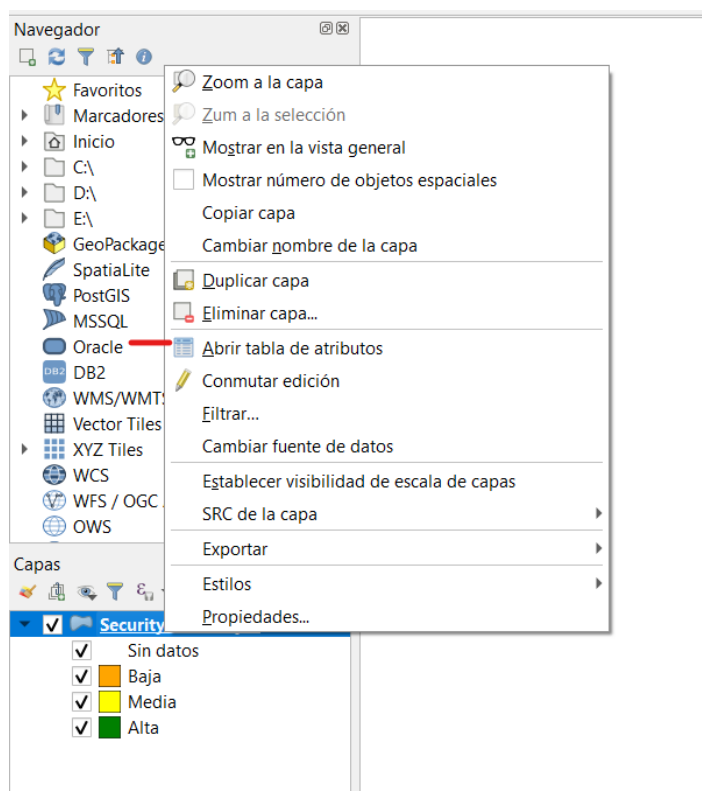


En el caso de utilizar los datos facilitados en el plugin, únicamente se deberá seleccionar la carpeta con el nombre “datos”. De esta forma, se rellenarán el resto de campos. Si no se selecciona una carpeta válida el resto de campos no se seleccionarán.

Una vez seleccionada la ruta únicamente habrá que seleccionar el resto de opciones que se deseen y pinchar en aceptar. De esta forma QGIS minimizará la ventana y procederá a la presentación de los datos.



Para visualizar los datos en la tabla, únicamente habrá que hacer click derecho sobre la capa del mapa (menú izquierdo) y pinchar en abrir tabla de atributos.



ANEXO III. Cuestionarios para recoger datos de expertos

Clasificación de criminalidad mediante AHPSort

CUESTIONARIO PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE CASO

Cálculo de los perfiles límite y puntos de referencia

Descripción de los criterios seleccionados:

- **Homicidios dolosos y asesinatos consumados**
[El rango de valores: 0 - 0,071713719 por cada 1000 habitantes].
- **Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa**
[El rango de valores: 0 - 0,188730434 por cada 1000 habitantes].
- **Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria**
[El rango de valores: 0 - 3,018477394 por cada 1000 habitantes].
- **Secuestros**
[El rango de valores: 0 - 0,059336617 por cada 1000 habitantes].
- **Delitos sexuales:** que incluyen delitos contra la libertad e indemnidad sexual y agresión sexual con penetración.
[El rango de valores: 0,028018268- 1,285626694 por cada 1000 habitantes].
- **Robos con violencia e intimidación**
[El rango de valores: 0 - 10,43211041 por cada 1000 habitantes].
- **Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones**
[El rango de valores: 0,700456698 - 16,47550852 por cada 1000 habitantes].
- **Hurtos**
[El rango de valores: 2,687386808 - 96,20891964 por cada 1000 habitantes].
- **Sustracciones de vehículos**
[El rango de valores: 0 - 4,520193811 por cada 1000 habitantes].
- **Tráfico de drogas**
[El rango de valores: 0 - 3,916469295 por cada 1000 habitantes].

1. Indica los perfiles centrales de cada uno de los criterios

Criterios	Perfil central 1 (seguridad alta)	Perfil central 2 (seguridad moderada)	Perfil central 3 (seguridad baja)
Homicidios dolosos y asesinatos consumados [0 - 0,071713719]	0,011474195	0,019123659	0,057370977
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa [0 - 0,188730434]	0,030523092	0,050871820	0,152615460
Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria [0 - 3,018477394]	0,552021903	0,920036505	2,760109515
Secuestros [0 - 0,059336617]	0,011629974	0,019383291	0,058149874
Delitos sexuales [0,028018268 - 1,285626694]	0,271534660	0,452557771	1,084515738
Robos con violencia e intimidación [0 - 10,43211041]	1,723232644	2,872054417	8,616163252
Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones [0,700456698 - 16,47550852]	3,187860179	5,313100825	13,939302224
Hurtos [2,687386808 - 96,20891964]	17,669247931	29,448752233	70,346256626
Sustracciones de vehículos [0 - 4,520193811]	0,748945533	1,248242557	3,744727653
Tráfico de drogas [0 - 3,916469295]	0,644699543	1,074499255	3,023497762

**** Perfil central es un centroide, que representa el valor alrededor del cual se define una clase. Esencialmente, podrían verse como ejemplos típicos de un elemento que pertenece a esa clase en particular.**

En este caso, tenemos 3 clases, representadas por 3 perfiles centrales (**alto**, **moderado** y **bajo**) que debe rellenar el encuestado para hacer la clasificación de seguridad.

La escala doble 1-9 representa cuantas veces es un criterio más importante que la clase en el lado opuesto, donde 1 representa igual importancia.

Redondea un valor por cada fila:

1 = Igual 3 = Moderado 5 = Bastante 7 = Mucho 9 = Extremadamente más
2, 4, 6, 8 son valores intermedios

2. Compara **todos los criterios**

Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 8 7 X 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa
Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria
Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 X 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Secuestros
Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 X 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Delitos sexuales
Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 X 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con violencia e intimidación
Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 X 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones
Homicidios dolosos y asesinatos consumados	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Hurtos
Homicidios dolosos y asesinatos consumados	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sustracciones de vehículos

Homicidios dolosos y asesinatos consumados	9 X 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Tráfico de drogas
--	--	-------------------

Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Secuestros
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa	9 8 7 X 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Delitos sexuales
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con violencia e intimidación
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Hurtos
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa	9 X 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sustracciones de vehículos
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Tráfico de drogas

Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X	Secuestros
Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	Delitos sexuales
Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con violencia e intimidación
Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria	9 8 7 6 5 4 3 X 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones
Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Hurtos
Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria	9 X 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sustracciones de vehículos

Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	Tráfico de drogas
--	--	-------------------

Secuestros	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	Delitos sexuales
Secuestros	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con violencia e intimidación
Secuestros	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones
Secuestros	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Hurtos
Secuestros	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sustracciones de vehículos
Secuestros	9 8 7 6 5 X 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Tráfico de drogas

Delitos sexuales	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con violencia e intimidación
Delitos sexuales	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones
Delitos sexuales	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Hurtos
Delitos sexuales	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sustracciones de vehículos
Delitos sexuales	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Tráfico de drogas

Robos con violencia e intimidación	9 8 7 6 5 4 3 X 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones
Robos con violencia e intimidación	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Hurtos
Robos con violencia e intimidación	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sustracciones de vehículos

Robos con violencia e intimidación	9 8 7 6 5 4 3 X 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Tráfico de drogas
------------------------------------	--	-------------------

Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Hurtos
Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sustracciones de vehículos
Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	Tráfico de drogas

Hurtos	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	Sustracciones de vehículos
Hurtos	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	Tráfico de drogas

Sustracciones de vehículos	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	Tráfico de drogas
----------------------------	--	-------------------

Clasificación de criminalidad mediante AHPSort

CUESTIONARIO PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE CASO

Cálculo de los perfiles límite y puntos de referencia

Descripción de los criterios seleccionados:

- **Homicidios dolosos y asesinatos consumados**
[El rango de valores: 0 - 0,071713719 por cada 1000 habitantes].
- **Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa**
[El rango de valores: 0 - 0,188730434 por cada 1000 habitantes].
- **Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria**
[El rango de valores: 0 - 3,018477394 por cada 1000 habitantes].
- **Secuestros**
[El rango de valores: 0 - 0,059336617 por cada 1000 habitantes].
- **Delitos sexuales:** que incluyen delitos contra la libertad e indemnidad sexual y agresión sexual con penetración.
[El rango de valores: 0,028018268- 1,285626694 por cada 1000 habitantes].
- **Robos con violencia e intimidación**
[El rango de valores: 0 - 10,43211041 por cada 1000 habitantes].
- **Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones**
[El rango de valores: 0,700456698 - 16,47550852 por cada 1000 habitantes].
- **Hurtos**
[El rango de valores: 2,687386808 - 96,20891964 por cada 1000 habitantes].
- **Sustracciones de vehículos**
[El rango de valores: 0 - 4,520193811 por cada 1000 habitantes].
- **Tráfico de drogas**
[El rango de valores: 0 - 3,916469295 por cada 1000 habitantes].

La escala doble 1-9 representa cuantas veces es un criterio más importante que la clase en el lado opuesto, donde 1 representa igual importancia.

Redondea un valor por cada fila:

1 = Igual 3 = Moderado 5 = Bastante 7 = Mucho 9 = Extremadamente más
2, 4, 6, 8 son valores intermedios

3. Compara los puntos de referencia de **Homicidios dolosos y asesinatos consumados** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0)	X	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,011474195)
RP2 (0,014)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,011474195)
RP3 (0,029)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	X	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,011474195)
RP4 (0,043)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad alta (0,011474195)
RP5 (0,057)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	X	8	9	seguridad alta (0,011474195)
RP6 (0,072)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad alta (0,011474195)

RP1 (0)	9	8	X	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,019123659)
RP2 (0,014)	9	8	7	6	5	4	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,019123659)
RP3 (0,029)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,019123659)
RP4 (0,043)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad moderada (0,019123659)
RP5 (0,057)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	X	9	seguridad moderada (0,019123659)
RP6 (0,072)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad moderada (0,019123659)

RP1 (0)	X	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,057370977)
RP2 (0,014)	9	X	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,057370977)
RP3 (0,029)	9	8	7	6	X	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,057370977)
RP4 (0,043)	9	8	7	6	5	X	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,057370977)
RP5 (0,057)	9	8	7	6	5	4	3	2	X	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,057370977)
RP6 (0,072)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	X	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,057370977)

seguridad baja (0,057370977)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,019123659)
seguridad baja (0,057370977)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	X	8	9	seguridad alta (0,011474195)
seguridad moderada (0,019123659)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad alta (0,011474195)

4. Compara los puntos de referencia de **Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0)	9	8	7	6	5	4	3	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,030523092)
RP2 (0,038)	9	8	7	6	5	4	3	2	X	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,030523092)
RP3 (0,076)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	X	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,030523092)
RP4 (0,113)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad alta (0,030523092)
RP5 (0,151)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	X	9	seguridad alta (0,030523092)
RP6 (0,189)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad alta (0,030523092)

RP1 (0)	9	8	X	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,050871820)
RP2 (0,038)	9	8	7	X	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,050871820)
RP3 (0,076)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,050871820)
RP4 (0,113)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad moderada (0,050871820)
RP5 (0,151)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	X	8	9	seguridad moderada (0,050871820)
RP6 (0,189)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad moderada (0,050871820)

RP1 (0)	X	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,152615460)
RP2 (0,038)	9	8	7	X	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,152615460)
RP3 (0,076)	9	8	7	6	X	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,152615460)
RP4 (0,113)	9	8	7	6	5	4	3	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,152615460)
RP5 (0,151)	9	8	7	6	5	4	3	2	X	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,152615460)
RP6 (0,189)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,152615460)

seguridad baja (0,152615460)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (0,050871820)
seguridad baja (0,152615460)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad alta (0,030523092)
seguridad moderada (0,050871820)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,030523092)

5. Compara los puntos de referencia de **Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0)	9 8 7 6 X 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,552021903)
RP2 (0,604)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 X 3 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,552021903)
RP3 (1,207)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,552021903)
RP4 (1,811)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 X 6 7 8 9	seguridad alta (0,552021903)
RP5 (2,415)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 X 8 9	seguridad alta (0,552021903)
RP6 (3,019)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 X	seguridad alta (0,552021903)

RP1 (0)	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (0,920036505)
RP2 (0,604)	9 8 7 6 X 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (0,920036505)
RP3 (1,207)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 X 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (0,920036505)
RP4 (1,811)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 X 6 7 8 9	seguridad moderada (0,920036505)
RP5 (2,415)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad moderada (0,920036505)
RP6 (3,019)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	seguridad moderada (0,920036505)

RP1 (0)	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (2,760109515)
RP2 (0,604)	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (2,760109515)
RP3 (1,207)	9 8 7 6 5 X 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (2,760109515)
RP4 (1,811)	9 8 7 6 5 4 X 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (2,760109515)

RP5 (2,415)	9	8	7	6	5	4	3	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (2,760109515)
RP6 (3,019)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (2,760109515)

seguridad baja (2,760109515)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	X	6	7	8	9	seguridad moderada (0,920036505)
seguridad baja (2,760109515)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	X	9	seguridad alta (0,552021903)
seguridad moderada (0,920036505)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	X	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,552021903)

6. Compara los puntos de referencia de **Secuestros** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0)	9	8	7	6	X	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,011629974)
RP2 (0,012)	9	8	7	6	5	4	3	2	X	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,011629974)
RP3 (0,024)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,011629974)
RP4 (0,036)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	X	6	7	8	9	seguridad alta (0,011629974)
RP5 (0,048)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	X	8	9	seguridad alta (0,011629974)
RP6 (0,060)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad alta (0,011629974)

RP1 (0)	9	8	7	X	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,019383291)
RP2 (0,012)	9	8	7	6	5	X	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,019383291)
RP3 (0,024)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,019383291)
RP4 (0,036)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	X	5	6	7	8	9	seguridad moderada (0,019383291)
RP5 (0,048)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	X	8	9	seguridad moderada (0,019383291)
RP6 (0,060)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad moderada (0,019383291)

RP1 (0)	X	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,058149874)
RP2 (0,012)	9	X	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,058149874)
RP3 (0,024)	9	8	X	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (0,058149874)

RP4 (0,036)	9 8 7 X 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (0,058149874)
RP5 (0,048)	9 8 7 6 5 X 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (0,058149874)
RP6 (0,060)	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (0,058149874)

seguridad baja (0,058149874)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 X 6 7 8 9	seguridad moderada (0,019383291)
seguridad baja (0,058149874)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	seguridad alta (0,011629974)
seguridad moderada (0,019383291)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,011629974)

7. Compara los puntos de referencia de **Delitos sexuales** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0,028)	9 8 7 6 X 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,271534660)
RP2 (0,280)	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,271534660)
RP3 (0,531)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,271534660)
RP4 (0,783)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,271534660)
RP5 (1,034)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 X 8 9	seguridad alta (0,271534660)
RP6 (1,286)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	seguridad alta (0,271534660)

RP1 (0,028)	9 8 7 X 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (0,452557771)
RP2 (0,280)	9 8 7 6 5 4 X 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (0,452557771)
RP3 (0,531)	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (0,452557771)
RP4 (0,783)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (0,452557771)
RP5 (1,034)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad moderada (0,452557771)
RP6 (1,286)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	seguridad moderada (0,452557771)

RP1 (0,028)	9	X	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (1,084515738)
RP2 (0,280)	9	8	X	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (1,084515738)
RP3 (0,531)	9	8	7	6	X	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (1,084515738)
RP4 (0,783)	9	8	7	6	5	4	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (1,084515738)
RP5 (1,034)	9	8	7	6	5	4	3	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (1,084515738)
RP6 (1,286)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (1,084515738)

seguridad baja (1,084515738)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	X	6	7	8	9	seguridad moderada (0,452557771)
seguridad baja (1,084515738)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	X	9	seguridad alta (0,271534660)
seguridad moderada (0,452557771)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad alta (0,271534660)

8. Compara los puntos de referencia de **Robos con violencia e intimidación** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0)	9	8	7	6	X	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (1,723232644)
RP2 (2,087)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (1,723232644)
RP3 (4,173)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (1,723232644)
RP4 (6,260)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	X	6	7	8	9	seguridad alta (1,723232644)
RP5 (8,346)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	X	8	9	seguridad alta (1,723232644)
RP6 (10,433)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad alta (1,723232644)

RP1 (0)	9	X	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (2,872054417)
RP2 (2,087)	9	8	7	6	5	4	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (2,872054417)
RP3 (4,173)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (2,872054417)
RP4 (6,260)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	X	6	7	8	9	seguridad moderada (2,872054417)

RP5 (8,346)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	X	8	9	seguridad moderada (2,872054417)
RP6 (10,433)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	X	9	seguridad moderada (2,872054417)

RP1 (0)	X	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (8,616163252)
RP2 (2,087)	9	8	7	X	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (8,616163252)
RP3 (4,173)	9	8	7	6	5	X	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (8,616163252)
RP4 (6,260)	9	8	7	6	5	4	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (8,616163252)
RP5 (8,346)	9	8	7	6	5	4	3	2	X	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (8,616163252)
RP6 (10,433)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (8,616163252)

seguridad baja (8,616163252)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	X	5	6	7	8	9	seguridad moderada (2,872054417)
seguridad baja (8,616163252)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad alta (1,723232644)
seguridad moderada (2,872054417)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (1,723232644)

9. Compara los puntos de referencia de **Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0,700)	9	8	7	6	X	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (3,187860179)
RP2 (3,855)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (3,187860179)
RP3 (7,010)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	X	6	7	8	9	seguridad alta (3,187860179)
RP4 (10,166)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad alta (3,187860179)
RP5 (13,321)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	X	9	seguridad alta (3,187860179)
RP6 (16,476)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad alta (3,187860179)

RP1 (0,700)	9	8	X	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (5,313100825)
RP2 (3,855)	9	8	7	6	5	4	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (5,313100825)

RP3 (7,010)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 X 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (5,313100825)
RP4 (10,166)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad moderada (5,313100825)
RP5 (13,321)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 X 6 7 8 9	seguridad moderada (5,313100825)
RP6 (16,476)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad moderada (5,313100825)

RP1 (0,700)	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (13,939302224)
RP2 (3,855)	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (13,939302224)
RP3 (7,010)	9 8 7 6 5 X 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (13,939302224)
RP4 (10,166)	9 8 7 6 5 4 3 X 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (13,939302224)
RP5 (13,321)	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (13,939302224)
RP6 (16,476)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (13,939302224)

seguridad baja (13,939302224)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 X 6 7 8 9	seguridad moderada (5,313100825)
seguridad baja (13,939302224)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	seguridad alta (3,187860179)
seguridad moderada (5,313100825)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad alta (3,187860179)

10. Compara los puntos de referencia de **Hurtos** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (2,687)	9 8 7 6 X 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (17,669247931)
RP2 (21,391)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 X 3 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (17,669247931)
RP3 (40,096)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad alta (17,669247931)
RP4 (58,800)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad alta (17,669247931)
RP5 (77,505)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	seguridad alta (17,669247931)
RP6 (96,209)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 X	seguridad alta (17,669247931)
RP1 (2,687)	9 8 X 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (29,448752233)

RP2 (21,391)	9 8 7 6 5 4 3 X 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (29,448752233)
RP3 (40,096)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (29,448752233)
RP4 (58,800)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad moderada (29,448752233)
RP5 (77,505)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad moderada (29,448752233)
RP6 (96,209)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 X 8 9	seguridad moderada (29,448752233)

RP1 (2,687)	X 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (70,346256626)
RP2 (21,391)	9 8 7 X 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (70,346256626)
RP3 (40,096)	9 8 7 6 5 X 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (70,346256626)
RP4 (58,800)	9 8 7 6 5 4 3 X 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (70,346256626)
RP5 (77,505)	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (70,346256626)
RP6 (96,209)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (70,346256626)

seguridad baja (70,346256626)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad moderada (29,448752233)
seguridad baja (70,346256626)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	seguridad alta (17,669247931)
seguridad moderada (29,448752233)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (17,669247931)

11. Compara los puntos de referencia de **Sustracciones de vehículos** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0)	9 8 7 6 5 4 X 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,748945533)
RP2 (0,904)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,748945533)
RP3 (1,808)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 X 6 7 8 9	seguridad alta (0,748945533)
RP4 (2,713)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 X 8 9	seguridad alta (0,748945533)

RP5 (3,617)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	X	9	seguridad alta (0,748945533)
RP6 (4,521)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	X	seguridad alta (0,748945533)

RP1 (0)	9	8	7	6	X	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (1,248242557)
RP2 (0,904)	9	8	7	6	5	4	3	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (1,248242557)
RP3 (1,808)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (1,248242557)
RP4 (2,713)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	X	5	6	7	8	9	seguridad moderada (1,248242557)
RP5 (3,617)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	X	7	8	9	seguridad moderada (1,248242557)
RP6 (4,521)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	X	8	9	seguridad moderada (1,248242557)

RP1 (0)	9	X	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (3,744727653)
RP2 (0,904)	9	8	7	X	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (3,744727653)
RP3 (1,808)	9	8	7	6	5	X	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (3,744727653)
RP4 (2,713)	9	8	7	6	5	4	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (3,744727653)
RP5 (3,617)	9	8	7	6	5	4	3	2	X	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (3,744727653)
RP6 (4,521)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad baja (3,744727653)

seguridad baja (3,744727653)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	X	4	5	6	7	8	9	seguridad moderada (1,248242557)
seguridad baja (3,744727653)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	X	6	7	8	9	seguridad alta (0,748945533)
seguridad moderada (1,248242557)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,748945533)

12. Compara los puntos de referencia de **Tráfico de drogas** con los perfiles centrales del punto 1

RP1 (0)	9	8	7	6	5	4	X	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,644699543)
RP2 (0,783)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	X	3	4	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,644699543)
RP3 (1,567)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	X	5	6	7	8	9	seguridad alta (0,644699543)

RP4 (2,350)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad alta (0,644699543)
RP5 (3,134)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 X 8 9	seguridad alta (0,644699543)
RP6 (3,917)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 X 9	seguridad alta (0,644699543)

RP1 (0)	9 8 7 X 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (1,074499255)
RP2 (0,783)	9 8 7 6 5 4 3 X 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (1,074499255)
RP3 (1,567)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (1,074499255)
RP4 (2,350)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad moderada (1,074499255)
RP5 (3,134)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 X 6 7 8 9	seguridad moderada (1,074499255)
RP6 (3,917)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad moderada (1,074499255)

RP1 (0)	9 X 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (3,023497762)
RP2 (0,783)	9 8 7 6 X 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (3,023497762)
RP3 (1,567)	9 8 7 6 5 X 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (3,023497762)
RP4 (2,350)	9 8 7 6 5 4 X 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (3,023497762)
RP5 (3,134)	9 8 7 6 5 4 3 2 X 2 3 4 5 6 7 8 9	seguridad baja (3,023497762)
RP6 (3,917)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 X 5 6 7 8 9	seguridad baja (3,023497762)

seguridad baja (3,023497762)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 X 4 5 6 7 8 9	seguridad moderada (1,074499255)
seguridad baja (3,023497762)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 X 7 8 9	seguridad alta (0,644699543)
seguridad moderada (1,074499255)	9 8 7 6 5 4 3 2 1 X 3 4 5 6 7 8 9	seguridad alta (0,644699543)