

2012

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA  
INGENIERÍA DE COMPUTADORES



TRABAJO FIN DE GRADO

*Diseño e implementación de un sistema de visualización en mapa de los valores de un conjunto de sensores*



**Autor:** Marta Aguirre Crespo  
**Tutor:** Alejandro Calderón Mateos

Leganés, Junio 2012



## Agradecimientos

A mis padres por el apoyo y ánimo transmitido, sin los cuales habría sucumbido al estrés.

A mi tutor Alejandro por su guía y consejos tan acertados.

A mis compañeros José, Estefanía, Miguel y Beatriz por su paciencia y opiniones. En especial a Estefanía por su ayuda con el *Photoshop*.

## Resumen

Este documento tiene como objetivo definir un sistema que permita visualizar un conjunto de datos mediante geoposicionamiento. Para ello, se analizarán las soluciones existentes, sus pros y contras, y se decidirá qué herramienta es la más adecuada para dicha función (o se desarrollará uno adecuado).

Por último, se detallarán las fases de análisis, diseño, implementación e implantación del ciclo de vida del software.

## Abstract

This document defines a system that will display a dataset using geopositioning. To do this, we will analyze the existing solutions, their pros and cons, and we will decide which one is the best suited for that role (or we will built the appropriated one).

Finally, we'll detail the stages of the analysis, design, implementation, and deployment of the software life cycle.

## Índice general

1	Introducción.....	1
1.1	Motivación.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Estructura del documento .....	2
1.4	Definiciones.....	3
1.5	Acrónimos .....	3
2	Estado del arte.....	5
2.1	Estudio previo.....	5
2.1.1	GPS.....	5
2.1.2	Redes de sensores inalámbricas .....	6
2.1.3	Cámaras de vigilancia IP .....	7
2.1.4	Almacenamiento de datos .....	9
2.1.5	Servidor web .....	10
2.1.6	Comparativa con otras soluciones .....	11
2.2	Tecnologías usadas .....	14
2.2.1	Javascript .....	14
2.2.2	HTML5 .....	14
2.2.3	Hojas de estilos CSS3.....	15
2.2.4	Google Fusion Tables .....	16
2.2.5	Google Maps.....	16
2.2.6	Google Charts .....	17
2.2.7	Google App Engine .....	18
2.3	Marco regulador .....	20
3	Fases de desarrollo.....	21
3.1	Análisis .....	21
3.1.1	Requisitos de usuario.....	21
3.1.2	Requisitos software .....	29
3.1.3	Análisis y validación de requisitos.....	53
3.2	Diseño .....	57
3.2.1	Arquitectura del sistema.....	57

3.2.2	Datasource.....	59
3.2.3	Interfaz.....	61
3.3	Implementación.....	66
3.3.1	Datasource.....	66
3.3.2	Sistema de visualización .....	68
3.4	Implantación .....	77
3.5	Pruebas.....	80
3.5.1	Predicción meteorológica.....	80
3.5.2	Mapas de calor .....	82
3.5.3	Gráficos.....	86
4	Planificación y presupuesto .....	90
4.1	Planificación .....	90
4.2	Presupuesto.....	93
4.2.1	Cálculo de costes .....	93
4.2.2	Resumen del presupuesto.....	95
4.2.3	Periodo de validez .....	96
4.2.4	Condiciones de la garantía .....	96
5	Conclusiones y trabajos futuros .....	97
5.1	Conclusiones .....	97
5.2	Trabajos futuros .....	99
5.2.1	Almacenamiento de datos.....	99
5.2.2	Aplicación web.....	100
5.2.3	Aplicaciones en otros entornos.....	100
6	Anexo I: Manual de administrador.....	101
6.1	Añadir datos. ....	101
6.2	Eliminar datos .....	105
6.2.1	Columnas .....	105
6.2.2	Filas.....	106
6.2.3	Todo el contenido.....	106
6.3	Modificar datos.....	107
7	Anexo II: Definición de las zonas del mapa.....	108
	Referencias.....	117

## Índice de tablas

Tabla 1. Definiciones .....	3
Tabla 2. Acrónimos.....	4
Tabla 3. Comparativa SGBD .....	10
Tabla 4. Comparativa servidores web .....	10
Tabla 5. Comparativa proyectos .....	13
Tabla 6. RUC-01 .....	22
Tabla 7. RUC-02 .....	23
Tabla 8. RUC-03 .....	23
Tabla 9. RUC-04 .....	23
Tabla 10. RUC-05 .....	24
Tabla 11. RUC-06 .....	24
Tabla 12. RUC-07 .....	24
Tabla 13. RUC-08 .....	25
Tabla 14. RUC-09 .....	25
Tabla 15. RUC-10 .....	25
Tabla 16. RUR-01 .....	25
Tabla 17. RUR-02 .....	26
Tabla 18. RUR-03 .....	26
Tabla 19. RUR-04 .....	26
Tabla 20. RUR-05 .....	26
Tabla 21. RUR-06 .....	27
Tabla 22. RUR-07 .....	27
Tabla 23. RUR-08 .....	27
Tabla 24. RUR-09 .....	27
Tabla 25. RUR-10 .....	28
Tabla 26. RUR-11 .....	28
Tabla 27. RUR-12 .....	28
Tabla 28. RUC-13 .....	28
Tabla 29. RUC-14 .....	29
Tabla 30. CU-01 .....	31
Tabla 31. CU-02 .....	31
Tabla 32. CU-03 .....	32
Tabla 33. CU-04 .....	32
Tabla 34. CU-05 .....	33
Tabla 35. CU-06 .....	33
Tabla 36. CU-07 .....	34
Tabla 37. CU-08 .....	34
Tabla 38. CU-09 .....	35
Tabla 39. CU-10 .....	35
Tabla 40. CU-11 .....	35

Tabla 41. CU-12 .....	36
Tabla 42. CU-13 .....	36
Tabla 43. CU-14 .....	36
Tabla 44. CU-15 .....	37
Tabla 45. CU-16 .....	37
Tabla 46. CU-17 .....	38
Tabla 47. CU-18 .....	38
Tabla 48. CU-19 .....	39
Tabla 49. RSF-01 .....	41
Tabla 50. RSF-02 .....	41
Tabla 51. RSF-03 .....	41
Tabla 52. RSF-04 .....	42
Tabla 53. RSF-05 .....	42
Tabla 54. RSF-06 .....	42
Tabla 55. RSF-07 .....	43
Tabla 56. RSF-08 .....	43
Tabla 57. RSF-09 .....	43
Tabla 58. RSF-10 .....	43
Tabla 59. RSF-11 .....	44
Tabla 60. RSF-12 .....	44
Tabla 61. RSF-13 .....	44
Tabla 62. RSF-14 .....	45
Tabla 63. RSF-15 .....	45
Tabla 64. RSF-16 .....	45
Tabla 65. RSF-17 .....	46
Tabla 66. RSF-18 .....	46
Tabla 67. RSF-19 .....	46
Tabla 68. RSF-20 .....	47
Tabla 69. RSF-20 .....	47
Tabla 70. RSF-22 .....	47
Tabla 71. RSF-23 .....	48
Tabla 72. RSF-24 .....	48
Tabla 73. RSF-25 .....	48
Tabla 74. RSR-01 .....	49
Tabla 75. RSR-02 .....	49
Tabla 76. RSR-03 .....	49
Tabla 77. RSI-01 .....	50
Tabla 78. RSO-01 .....	50
Tabla 79. RSO-02 .....	51
Tabla 80. RSDoc-01 .....	51
Tabla 81. RSDoc-02 .....	51
Tabla 82. RSS-01 .....	52



Tabla 83. RSM-01 .....	52
Tabla 84. RSD-01.....	52
Tabla 85. Trazabilidad CU vs. RUC .....	53
Tabla 86. Trazabilidad RS vs. RU .....	55
Tabla 87. Resumen de personal .....	93
Tabla 88. Equipos.....	94
Tabla 89. Software.....	94
Tabla 90. Material fungible .....	95
Tabla 91. Costes indirectos .....	95
Tabla 92. Resumen .....	95
Tabla 93. Presupuesto.....	96
Tabla 94. Coordenadas KML.....	116

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Satélites GPS.....	5
Ilustración 2. Topología de red de sensores.....	6
Ilustración 3. Esquema de un sistema PoE y fuente auxiliar .....	9
Ilustración 4. Librería Gheat.....	12
Ilustración 5. Casos de uso del rol usuario .....	30
Ilustración 6. Casos de uso del rol administrador.....	31
Ilustración 7. Diseño arquitectónico .....	57
Ilustración 8. Tablas.....	59
Ilustración 9. Plantilla base.....	61
Ilustración 10. Interfaz del módulo de predicción meteorológica.....	62
Ilustración 11. Interfaz módulo de mapas de calor .....	63
Ilustración 12. Interfaz módulo de gráficos: timeline .....	64
Ilustración 13. Interfaz módulo de gráficos: tabla .....	64
Ilustración 14. Interfaz módulo de gráficos: comparativa.....	65
Ilustración 15. Interfaz módulo de contacto .....	65
Ilustración 16. SQL Select .....	66
Ilustración 17. Polígonos en KML.....	67
Ilustración 18. Tabla para generar gráficos.....	67
Ilustración 19. Tabla para generar mapas de calor y gráfico tipo tabla .....	68
Ilustración 20. Etiquetas del <i>&lt;head&gt;</i> del mapa de predicción.....	69
Ilustración 21. Etiquetas del <i>&lt;head&gt;</i> del mapa de calor .....	69
Ilustración 22. Etiquetas y estilos de los diferentes mapas.....	69
Ilustración 23. Función de inicialización del mapa de predicción.....	70
Ilustración 24. Función de inicialización del mapa de calor .....	71
Ilustración 25. Función de personalización de la ventana de información.....	72
Ilustración 26. Función <i>initialize</i> .....	73
Ilustración 27. Función <i>showMap</i> .....	74
Ilustración 28. Carga de librerías y estilos para generación de gráficos.....	75
Ilustración 29. Listas desplegadas y gráficos.....	75
Ilustración 30. Función <i>drawTable</i> .....	76
Ilustración 31. Crear aplicaciones GAE .....	77
Ilustración 32. Aplicaciones GAE .....	77
Ilustración 33. Dashboard aplicación GAE.....	78
Ilustración 34, Plugin <i>GAE</i> .....	78
Ilustración 35. Deploy .....	79
Ilustración 36. Opciones del deploy .....	79
Ilustración 37. Carga inicial del mapa de predicción .....	80
Ilustración 38. Modificación del zoom.....	81
Ilustración 39. Desplazamiento por el mapa.....	82
Ilustración 40. Mapas seleccionados correctamente .....	84

Ilustración 41. Gráficas correctas.....	84
Ilustración 42. Datos correctos.....	85
Ilustración 43. Reproducción del vídeo .....	85
Ilustración 44. Gráfico y datos de invierno .....	86
Ilustración 45. Gráfico y datos de primavera.....	86
Ilustración 46. Gráfico y datos de verano .....	87
Ilustración 47. Gráfico y datos de otoño .....	87
Ilustración 48. Filtrar resultados .....	88
Ilustración 49. Ordenar resultados.....	88
Ilustración 50. Display de la temperatura de la columna.....	89
Ilustración 51. Cronograma planificación .....	90
Ilustración 52. Planificación Gantt.....	92
Ilustración 53. Modelo relacional mejorado .....	99
Ilustración 54. Acceso a <i>Google Docs</i> .....	101
Ilustración 55. Tablas.....	101
Ilustración 56. Añadir datos .....	102
Ilustración 57. Importar filas .....	102
Ilustración 58. Importar fichero .....	103
Ilustración 59. Seleccionar fichero.....	103
Ilustración 60. Seleccionar carácter separador .....	104
Ilustración 61. Seleccionar columnas.....	104
Ilustración 62. Editar columnas .....	105
Ilustración 63. Eliminar columnas .....	105
Ilustración 64. Eliminar filas .....	106
Ilustración 65. Eliminar todas las filas I.....	106
Ilustración 66. Eliminar todas las filas II .....	107
Ilustración 67. Editar columnas I.....	107
Ilustración 68. Editar columnas II.....	107

## 1 Introducción

El proyecto desarrollado en el presente documento (*Weather APIs*) trata de proporcionar una nueva herramienta de visualización: dado un conjunto de datos obtenidos de una red de sensores, se pretende construir un sistema de visualización que sitúe dicha información sobre un mapa.

El objetivo es facilitar al usuario una herramienta accesible en todo momento y que le permita observar los valores recogidos de una forma simple y cómoda. Para ello, se almacenarían en una base de datos los valores recogidos por la red de sensores, donde cada nodo se encuentra estratégicamente situado en diferentes puntos geográficos y se representaría, en la aplicación, los datos recogidos por los mismos de una manera gráfica que ayude a la rápida comprensión por parte del usuario.

### 1.1 Motivación

Hoy en día, cada vez son más las herramientas que utilizan el geoposicionamiento para mostrar datos, ya sea dónde se encuentran tus amigos o la ruta óptima para llegar a un lugar. Además, se encuentran para todo tipo de dispositivos, desde ordenadores hasta tablets, pasando por los smartphones. Todas estas aplicaciones, han probado su valía y, por ello, los usuarios hacen uso de ellas.

Sin embargo, ninguna permite visualizar otro tipo de información, salvo la específica para la aplicación. De esta forma, si por ejemplo, el dueño de un viñedo decide instalar una red de sensores para controlar las cosechas, debería implementar él mismo el sistema que gestionase dicha red. Así pues, es necesario diseñar una aplicación que permita al usuario final visualizar y gestionar los valores recogidos, evitándole utilizar una aplicación diferente para cada tipo de datos que desee controlar.

La principal motivación, como se menciona en el párrafo anterior, es implementar un sistema de visualización que integre geolocalización con los principales servicios que se deben ofrecer en la gestión de redes de sensores. Además, con este nuevo aporte, se consigue que los usuarios que visiten la página obtengan un mayor bagaje cultural, geográficamente hablando.

Por otro lado, con este proyecto se pretende promover herramientas gratuitas, eficaces y escalables como forma de ofrecer servicios al público.

## 1.2 Objetivos

El objetivo primordial es ofrecer una solución al problema de representar gráficamente la información obtenida de un conjunto de sensores, de forma que se pueda realizar un análisis fácilmente, sin perder tiempo consultando tablas de gran volumen. De esta premisa se derivan los siguientes objetivos:

- Analizar las alternativas de geoposicionamiento en el mercado actual.
- Proporcionar una herramienta que sea accesible a todo el mundo y que permita un mantenimiento sencillo sin necesidad de instalación alguna.
- Diseñar y desarrollar un sistema de visualización que muestre datos de sensores en tiempo real, geoposicionando la información.
- Promover herramientas gratuitas y estables para abaratar costes.

## 1.3 Estructura del documento

En este apartado se explica brevemente la jerarquía seguida, así como el contenido tratado en cada sección:

- Capítulo 1: trata de dar una visión general del proyecto realizado y la motivación y objetivos por los cuales se ha llevado a cabo.
- Capítulo 2: analiza la situación actual de los sistemas de geolocalización, de las redes de sensores y de las cámaras de vigilancia IP en el mercado, las alternativas existentes para desarrollar aplicaciones accesibles en todo momento y lugar y las herramientas utilizadas.
- Capítulo 3: se describen las características principales del sistema, así como lo necesario para su correcta implementación e implantación.
- Capítulo 4: muestra la planificación seguida y el presupuesto derivado de la misma.
- Capítulo 5: conclusiones obtenidas del desarrollo del sistema e interesantes mejoras a tratar en un futuro.
- Anexos: incluyen un manual para la gestión de los datos y la definición de las zonas del mapa mediante KML.

## 1.4 Definiciones

Término	Definición
Crawler	Programa diseñado para explorar páginas web de manera automática
Iframe	Etiqueta de HTML que permite embeber un documento en el actual.
Tooltip	Elemento gráfico de la interfaz de usuario

Tabla 1. Definiciones

## 1.5 Acrónimos

Acrónimo	Significado
2D	2 Dimensiones
3D	3 Dimensiones
API	Application Programming Interface
ASP.NET	Active Server Pages
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
CGI	Common Gateway Interface
CSS	Cascading Style Sheets
CU	Caso de Uso
DOM	Document Object Model
FastCGI	Fast Common Gateway Interface
GAE	Google App Engine
GPL	General Public License
GPS	Global Positioning System
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
JDO	Java Data Objects
JPA	Java Persistence API
KML	Keyhole Markup Language

Acrónimo	Significado
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
MMS	Multimedia Messaging System
RSD	Requisito de Software de Daño
RSDoc	Requisito de Software de Documentación
RSF	Requisito de Software Funcional
RSI	Requisito de Software de Interfaz
RSM	Requisito de Software de Mantenimiento
RSO	Requisito de Software de Operación
RSR	Requisito de Software de Rendimiento
RSS	Requisito de Software de Seguridad
RUC	Requisito de Usuario de Capacidad
RUR	Requisito de Usuario de Restricción
SCGI	Simple Common Gateway Interface
SGBD	Sistema Gestor de Base de Datos
SQL	Structured Query Language
SSI	Server Side Includes
SVG	Scalable Vector Graphics
TLS/SSL	Secure Sockets Layer
URL	Uniform Resource Protocol
uWSGI	Web Server Gateway Interface written in C
W3C	World Wide Web Consortium
XML	eXtensible Markup Language
XMPP	eXtensible Messaging and Presence Protocol

Tabla 2. Acrónimos

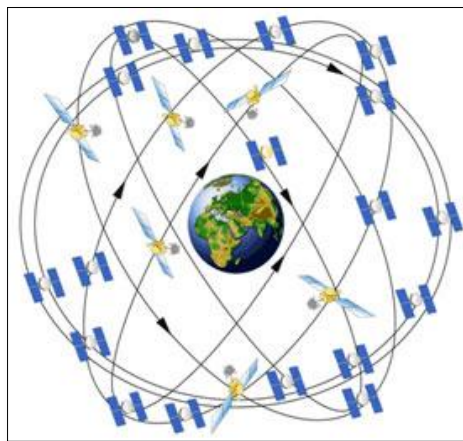
## 2 Estado del arte

A continuación se realizará un análisis previo sobre las tecnologías implicadas, así como un estudio de viabilidad del sistema, explicando posteriormente las herramientas utilizadas para este proyecto.

### 2.1 Estudio previo

#### 2.1.1 GPS

Un sistema de posicionamiento global (GPS) es aquél que ofrece servicios PNS (Posicionamiento, Navegación y Sincronización) [1]. Consta de tres segmentos: espacial, de control y de usuarios. El primero está formado por una constelación de satélites, mostrada en la imagen de más adelante, que transmiten señales de radio a los usuarios. Las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos los mantienen con el fin de garantizar la disponibilidad de al menos veinticuatro satélites GPS el 95% del tiempo.



**Ilustración 1. Satélites GPS**  
*Obtenida de la referencia [1]*

El segmento de control rastrea los satélites, monitoriza sus transmisiones, analiza los datos y envía órdenes. Finalmente, el segmento de usuarios se caracteriza por tener multitud de aplicaciones, siendo las más importantes: aviación, marina, carreteras y autopistas, medio ambiente, espacial y agricultura. Cabe destacar que esta última, normalmente, se combina con el uso de redes inalámbricas de sensores para el seguimiento del estado de las cosechas.

Respecto a las herramientas que ofrecen geoposicionamiento de manera gratuita y ubicua, *Google Maps* es la más famosa en la actualidad y la que más alternativas ofrece para la representación de valores, como pueden ser los recogidos por una red de sensores. Es por ello que se utilizará para el desarrollo del proyecto.



### 2.1.2 Redes de sensores inalámbricas

Una red de sensores inalámbrica consiste en un conjunto de dispositivos autónomos, o nodos, que utilizan sensores para monitorizar condiciones físicas y ambientales [2]. Los nodos se comunican con un gateway central, el cual proporciona una conexión al entorno cableado donde se analizan los datos. Para incrementar la distancia y la fiabilidad en este tipo de redes, se suelen usar routers entre los nodos finales y el gateway, tal y como se puede observar en la imagen.

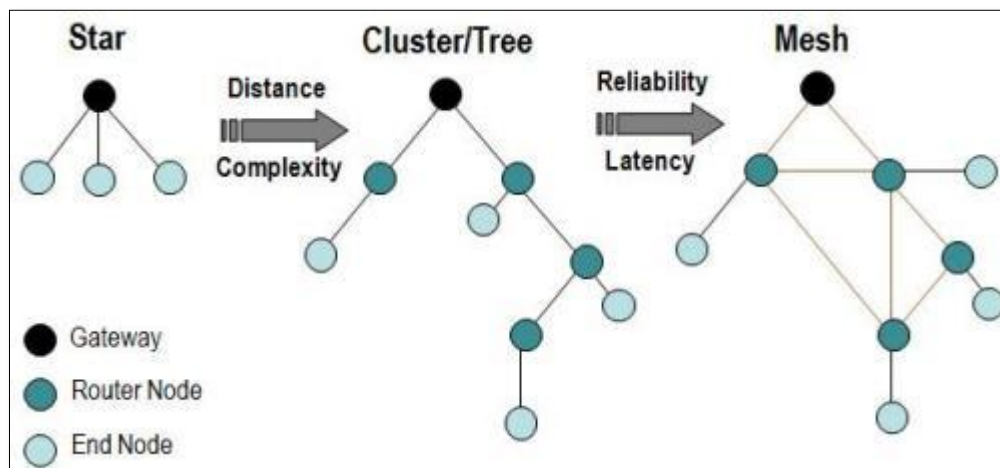


Ilustración 2. Topología de red de sensores  
Obtenida de la referencia [2]

Este tipo de sistemas inalámbricos es ideal para tareas de monitorización medio ambientales, en las que se requiere una solución a largo plazo para obtener medidas climáticas, entre otras. Además, los sensores permiten reducir el consumo de energía, así como mejorar la administración de recursos, convirtiéndolos en la tecnología de menor coste.

La mayoría de estas redes siguen el estándar *Zigbee/IEEE 802.15.4* [3], específico para redes inalámbricas de bajo consumo y velocidad. El protocolo *IEEE 802.15.4* define las capas de Control de Acceso Medio y Física. ZigBee se encarga de garantizar la seguridad y fiabilidad en topologías de red en malla e interoperabilidad con otros dispositivos y estándares.

Respecto a la situación del mercado, en los últimos años han surgido diversas compañías cuya función no es exclusivamente fabricar sensores, sino también el software específico que permita controlarlos y procesar los datos recogidos generando informes y gráficos. De esta forma, podría parecer que el presente proyecto no tiene utilidad alguna. Sin embargo, como se explica más adelante en el apartado 2.1.6, ofrecen servicios cuyo coste supera con creces al de *Weather APIs*, por lo que dicho sistema sigue teniendo ventajas.

### 2.1.3 Cámaras de vigilancia IP

Estas cámaras combinan las ventajas de los CCTV y de las redes de comunicación IP. Su principal función es facilitar la supervisión local y/o remota de audio e imágenes, así como el tratamiento digital de las mismas.

La mayoría de sus componentes físicos se pueden encontrar en una red Ethernet convencional: enrutadores, *hubs*, conmutadores, terminales y cableado de fibra óptica o par trenzado. Por otra parte, “se pueden montar sobre una infraestructura inalámbrica parcial o totalmente. Además, las redes de vigilancia IP complejas, donde existe un gran tráfico de datos y funciones, suelen ser redes Ethernet totalmente conmutadas, es decir, redes full dúplex donde se evita el riesgo de colisión y se puede transmitir simultáneamente en dos sentidos” [4].

Ciertas cámaras disponen de almacenamiento local para las grabaciones en una tarjeta SD, lo que permite que la cámara grabe de forma autónoma en continuo o por detección de movimiento [5].

Las redes que conforman este tipo de cámaras suelen integrarse con un servidor web, cuya función es controlar y dirigir el acceso a las grabaciones realizadas. Puede adoptar diferentes niveles de seguridad, según el firewall configurado.

Las principales ventajas de estas cámaras son [4]:

- **Transmisión y almacenamiento digital de imágenes:**
  - Mayor calidad, gracias a la digitalización realizada.
    - Posibilidad de alta definición.
  - Fiabilidad y mayor control de la información.
    - Protección de la información mediante algoritmos de cifrado como WEP. Sin embargo éste método no es seguro, ya que hace años se demostró que podía romperse mediante ataques de clave relacionada.
    - Adaptación dinámica a diferentes estándares de compresión y streaming, según las capacidades de cada sistema.
  - Vigilancia mediante algoritmos de reconocimiento e inteligencia artificial.
    - Percepción de movimiento. El terminal decide cuándo mandar información útil, de manera que sólo se filma cuando hay actividad, ahorrando memoria y tiempo.
    - Escáneres progresivos (para objetos en movimiento).
    - Algoritmos de súper-resolución.
  - Menores requisitos de espacio en grandes redes.

- **Vinculación a otras redes:**
  - Posibilidad de implementación sobre redes locales preexistentes.
  - Conversión de sistemas analógicos a digitales mediante decodificadores.
  - Posibilidad de centralizar e integrar todos los sistemas o gestionar remotamente la red de seguridad.
  - Notificación y alarmas.
    - Vía MMS, correo o web.
    - Conexión directa a las centrales de seguridad públicas o privadas.
  - Mayor interactividad con el entorno.
    - La doble vía de audio permite registrar el sonido ambiental y megafonía.
    - Posibilidad de usar otros periféricos asociados a la red, no sólo cámaras.
    - Respuesta rápida ante sucesos e interacción en tiempo real.
  - Facilidad de integración con sistemas de seguridad, controles de acceso a instalaciones o edificios, tele-asistencia, puntos de venta, control de tráfico y vigilancia de personal y procesos en empresa.
- **Gran autonomía:**
  - Cámaras y periféricos “inteligentes”.
  - Alimentación directa sobre la red Ethernet (Power over Ethernet, PoE).
  - Terminales que actúan como puntos de acceso de Wi-Fi.
- **Capacidad de ampliación y fácil mantenimiento**, gracias a los protocolos IP abiertos.

A pesar de las múltiples ventajas, las cámaras de vigilancia IP presentan varios inconvenientes: su precio, poca oferta y fabricantes escasos, altos requerimientos de ancho de banda (una cámara de CCTV con resolución de 640x480 píxeles y 10 fps en MJPEG requiere un ancho de banda de 3 Mbit/s), falta de formación específica de los integradores, etc.

La siguiente ilustración, sacada de la referencia [4], nos muestra el esquema de un sistema que se alimentase a través de la red Ethernet y que contase con una fuente auxiliar de energía. Los dispositivos que lo componen serían inmunes a ataques sobre el sistema eléctrico.

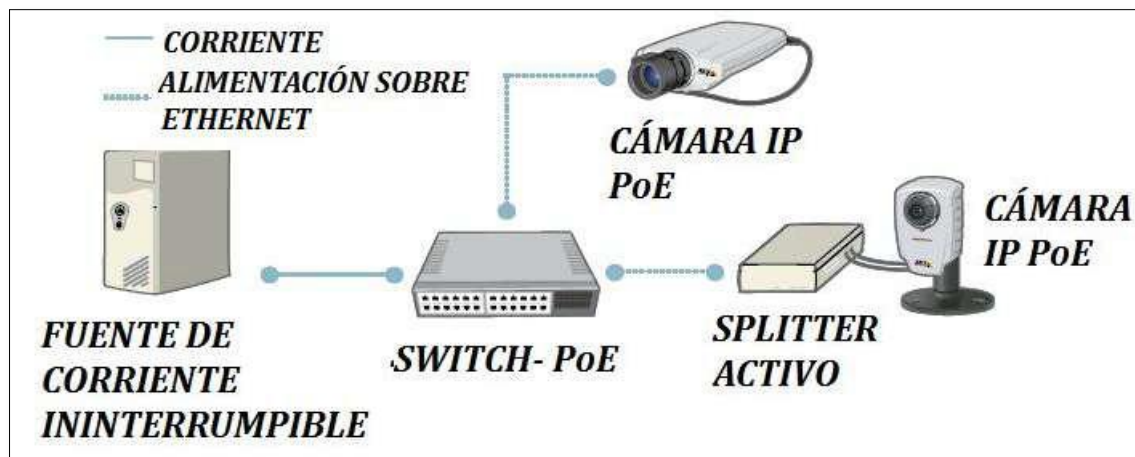


Ilustración 3. Esquema de un sistema PoE y fuente auxiliar  
Obtenida de la referencia [4]

#### 2.1.4 Almacenamiento de datos

Como bien se sabe, el almacenamiento de la información siempre ocupa un lugar importante en toda aplicación y dado que *SQL* es el lenguaje de bases de datos por excelencia, a continuación se analizarán algunas alternativas de *SQL* para guardar los datos recogidos por los sensores.

La primera opción es *MySQL* [6], que cuenta con *GPL*, lo que la convierte en una solución gratuita, a menos que se utilice en un proyecto privado. Se caracteriza por seguir un modelo relacional y ser multihilo. Además, permite el uso de disparadores, claves ajenas, vistas actualizables, etc.

Otros sistemas gestores de bases de datos son los desarrollados por Oracle [7] y Microsoft [8]. En comparación con *MySQL*, son mejores ya que ofrecen las mismas funcionalidades y son estables y escalables. Sin embargo, presentan un grave inconveniente: el coste de las licencias. Debido a que éste es un proyecto para una pequeña empresa, el presupuesto es limitado (tal y como se ve en el apartado 4.2) y no podemos elegir ninguna de sus herramientas.

Por último, nos encontramos con el API de *SQL* de Google, el cual permite realizar consultas en *Google Spreadsheets* y *Fusion Tables* [9]. Esta última es una herramienta orientada a la creación de tablas con diversos tipos de datos: número, texto y coordenadas de latitud y longitud. Destaca por ser innovadora, añadir autenticación y poder combinarse con el resto de utilidades de Google como *Google Maps* y *Charts*.

Otro aspecto a tener en cuenta es la seguridad de los datos. Google ofrece distintos niveles de acceso: privado, cualquiera que tenga el enlace y público. Dado que toda la información de carácter sensible debe ser protegida, de acuerdo con la Ley Orgánica de Protección de Datos, la mejor alternativa sería declarar las tablas como privadas y utilizar los métodos de autenticación de Google mediante JavaScript. Así pues, nos aseguraremos de que sólo el cliente puede visualizar los datos correspondientes a su red inalámbrica de sensores.

La tabla siguiente muestra una comparativa de las soluciones mencionadas anteriormente.

Lenguaje de programación	Oracle	Microsoft SQL Server 2012	MySQL	SQL API + Fusion Tables
Desarrollador				
Licencia	Privada	Microsoft EULA	GPL o uso comercial	Limitada
Coste de Licencia	3500€	400€	Gratuita	Gratuita
Sistema operativo	Multiplataforma	Windows	Multiplataforma	N/A
Instalación necesaria	Sí	Sí	Sí	No

Tabla 3. Comparativa SGBD

Debido a la necesidad de reducir costes e integrar geoposicionamiento en la aplicación, elegiremos la combinación *Google Fusion Tables* y SQL para el almacenamiento de la información.

### 2.1.5 Servidor web

Lo primero que necesitamos investigar para poder desplegar la aplicación es el servidor que queremos y que más se ajusta a las necesidades del cliente. Por ello, en la tabla se muestra una comparativa de los principales servidores web que existen en el mercado.





Servidor web	Apache	IIS	Cherokee	App Engine
Desarrollador	Apache Software Foundation 			
Licencia	Apache License 2.0	Software propietario	GNU	Apache License 2.0
Coste de licencia	Gratuita	450€	Gratuita	Gratuita
Sistema operativo	Multiplataforma	Microsoft Windows	Multiplataforma	N/A

Tabla 4. Comparativa servidores web

Tanto *Apache* como *IIS* y *Cherokee* son soluciones que ejecutan la aplicación en el lado del cliente. *Google App Engine* ejecuta el código HTML y lo envía al cliente mediante el protocolo HTTP.

Respecto a las características de cada uno:

- *Apache* [10] es el servidor más veterano del mercado, ya que hizo aparición en los inicios de la era de Internet. Es desarrollado y mantenido por una comunidad abierta. Además, está disponible para los sistemas operativos principales, lo que lo convierte en un gran competidor.
- La segunda opción gratuita que encontramos es *Cherokee* [11]. Es rápido, flexible y más fácil de configurar que Apache. Soporta la mayoría de tecnologías web, tales como FastCGI, SCGI, PHP, uWSGI, SSI, CGI, LDAP, TLS/SSL, HTTP proxying, etc.
- *IIS* de Microsoft [12] permite desplegar aplicaciones en ASP.NET y PHP. Es modular, escalable e integra una plataforma multimedia, facilitando la entrega de variedad de contenidos a los clientes. Sin embargo, la licencia no es gratuita, por lo que se descartará del proceso de selección.
- Por último, otra alternativa gratuita (dependiendo de la cantidad de datos intercambiados) y que ejecuta aplicaciones en el lado del servidor es *Google App Engine*. Se puede programar en Java, Python o Go [13]. La principal ventaja de este servidor es que el cliente no debe preocuparse del mantenimiento físico de la máquina. Además, es escalable y permite utilizar servicios como Task Queue, XMPP y Cloud SQL.

Dado que el cliente ha especificado que la aplicación debe ser accesible las veinticuatro horas del día y quiere evitar a toda costa gastos de mantenimiento, la solución de Google es la que mejor se adapta a sus requerimientos.

### 2.1.6 Comparativa con otras soluciones

Recordemos que el objetivo primordial del proyecto es implementar un sistema de visualización que represente datos recogidos por una red de sensores sobre un mapa. Así pues, una primera aproximación a la representación gráfica de la información sería crear mapas de calor según la temperatura medida y poder obtener informes de los datos anteriores.

Una vez analizados los diferentes medios de posicionamiento, es necesario realizar un estudio comparando las soluciones existentes con la que se quiere desarrollar. De esta forma, se podrá elegir la que más se adapte a las necesidades del cliente (especificadas en el apartado 3.1). Pero antes, es necesario recordar en qué consiste un mapa de calor.

Un mapa de calor permite representar información gráficamente, donde a cada valor, o rango de valores, se asigna un color. En este caso, la temperatura medida por los sensores se mostrará sobre una base cartográfica por medio de una escala de colores. Este tema será profundizado en el apartado de implementación 3.3. Sin embargo, primero se deben analizar las distintas alternativas de representación de mapas de calor.

En primer lugar encontramos la librería *GHeat* [14] cuya funcionalidad es crear mapas de calor, como el de la imagen, según la configuración elegida por el usuario. La principal ventaja de esta librería es la poca carga extra que supone al servidor, ya que renderiza exclusivamente las zonas del mapa que se solicitan ver.



**Ilustración 4. Librería GHeat**  
Obtenida de la referencia [14]

Otras librerías similares a la anterior son *Heat Map API* [13], *heatmap.js* [16] y *OpenHeatMap* [17], las cuales permiten añadir zonas de calor a un mapa, ya sea de *Google Maps*, como en los dos primeros casos, o a uno propio, como hace la última. Dado que todas tienen la misma funcionalidad, sólo se seleccionará *GHeat* para la comparación.

Respecto a la predicción del tiempo, solamente los sitios web dedicados a ello ofrecen servicios adecuados, por lo que añadiremos los siguientes portales a la comparativa: *weather.com* [18] y *aemet.es* [19]. Ambos permiten obtener informes y predicción en tiempo real. Además, el primero muestra mapas de calor según la temperatura. Sin embargo, ninguno de ellos ubica los datos sobre un mapa que permita interacción con el usuario.

Por último, para la generación de informes, destacan dos herramientas: *Sayme* y *Google Charts*. La primera integra un software capaz de procesar los datos de los sensores en tiempo real y mostrar informes en consonancia. Sin embargo, el inconveniente principal es el coste por los servicios ofrecidos. La segunda no sólo supone una solución gratuita, sino que además, el API de SQL de Google anteriormente presentado, facilita la creación de gráficos con datos en tiempo real, generando informes completos y vistosos que admiten interacción por parte del usuario.

En la siguiente tabla se comparan las características de los distintos sistemas con las del que se desarrollará. Recordemos que el sistema de visualización utilizará las herramientas de Google (*Maps, Fusion Tables, Charts y App Engine*) para la representación de información.

Características	Weather APIs	GHeat	weather.com	aemet.es	Sayme
Mapa de calor	✓	✓	✓	✗	✗
Predicción meteorológica	✓	✗	✓	✓	✗
Informes	✓	✗	✓	✓	✓
Gráficas	✓	✗	✗	✓	✓
Geoposicionamiento	✓	✓	✓	✓	✗
Tiempo real	✓/✗	✗	✓	✓	✓
Interacción de mapas	✓	✓	✗	✗	✗
No sobrecarga el servidor	✓	✓	✗	✗	✓
Vídeo de la zona	✓	✗	✗	✗	✗

Tabla 5. Comparativa proyectos

Como se puede observar, el sistema a desarrollar tiene más ventajas que el resto. Además, la predicción meteorológica se obtiene en tiempo real. Pese a que los mapas de calor los conforman datos estáticos, el acceso a éstos se realiza de forma dinámica mediante consultas, por lo que la aplicación completa estaría preparada para integrarla con una red de sensores y poder obtener la información en tiempo real. Así pues, *Weather APIs* sigue liderando la lista.



## 2.2 Tecnologías usadas

A continuación se exponen brevemente las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto. En el apartado 3.3 se ahondará en cada una, incluyendo capturas de pantalla y código de la implementación.

### 2.2.1 Javascript

JavaScript [21] es un lenguaje de secuencias de comandos diseñado para añadir interactividad en las páginas HTML. Puede integrarse tanto en un archivo externo de extensión *\*.js* como en el propio HTML, utilizando la etiqueta `<script>`.

```
<script type="text/javascript"><!--//codigo JavaScript--></script>
```

Los principales objetivos de este lenguaje son:

- Facilitar a los diseñadores web una herramienta de programación: debido a su simplicidad, JavaScript puede ser utilizado por todo aquél que diseñe una página HTML.
- Añadir respuestas a un evento: permite definir código a ejecutar cuando sucede algo, por ejemplo, cuando el usuario hace click en algún elemento.
- Manipulación de elementos HTML: mediante este lenguaje se puede modificar el contenido de los elementos HTML.
- Validar información, como fechas, direcciones de correo electrónico, etc.
- Detectar el navegador del usuario y, en función del tipo, cargar una página diseñada específicamente para dicho navegador.
- Crear cookies: este lenguaje ayuda a las tareas de almacenamiento y recuperación de información sobre el dispositivo del usuario.

### 2.2.2 HTML5

Es el nuevo estándar de HTML [22] fue creado por el *W3C* y el *Web Hypertext Application Technology Working Group*. Establece algunas reglas como: reducir la necesidad de plugins externos, basar las nuevas características en HTML, CSS, DOM y JavaScript y mejorar el manejo de errores, añadir nuevas etiquetas para reemplazar los scripts.

Destaca por su deseo de ser independiente del dispositivo, es decir, que cualquier terminal sea capaz de mostrar la página web, sin importar si es un ordenador, un smartphone o una tablet.

Un documento HTML debe contar al menos con una declaración *DOCTYPE* y las etiquetas *<html>*, *<head>*, *<title>* y *<body>*, tal y como se muestra en el ejemplo siguiente:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <title>Title of the document</title>
  </head>
  <body>
    The content of the document.....
  </body>
</html>
```

Algunas de las nuevas características mencionadas anteriormente son:

- Nuevos controles de formulario como calendario, fecha, hora, email, URL, búsqueda.
- La etiqueta *<canvas>* para dibujos en 2D.
- Soporte para almacenamiento local
- Etiquetas de *<audio>* y *<video>* para la reproducción de medios.
- Nuevos elementos para contenido específico: *<article>*, *<footer>*, *<header>*, *<nav>*, *<section>*.

Debido a las novedades que supone el estándar, no todos los navegadores soportan las distintas funcionalidades. Pasarán varios años hasta que se integren al completo.

### 2.2.3 Hojas de estilos CSS3

Las hojas de estilos [23] definen cómo se muestran los elementos de un documento HTML. Su uso, hoy en día, consiste en incluir la información de estilos en un archivo aparte (\*.css) con el objetivo de reducir el tamaño del HTML y separar la estructura de la página del formato de presentación.

Respecto a CSS3 cabe destacar que es modular: la especificación antigua se ha dividido en secciones más pequeñas y se han añadido nuevas (selectores, modelo de caja, fondos y bordes, efectos del texto, transformaciones 2D/3D, animaciones, diseño de múltiples columnas e interfaz de usuario).

Por último, es necesario recordar que esta tecnología aún se encuentra en desarrollo por el W3C, por lo que no todas las características están disponibles en los navegadores.

#### 2.2.4 Google Fusion Tables

*Fusion Tables* [9] es una aplicación web de visualización de datos que permite a usuarios de todo el mundo generar gráficos o mapas a partir de ellos. Otras funcionalidades a destacar son su capacidad de combinar tablas para crear nuevas, crear una imagen/gráfico y mandarla o insertarla en un sitio web, definir permisos de forma que diferentes usuarios accedan sólo a partes de la tabla (vistas), etc.

La principal ventaja de esta herramienta es que los datos se almacenan online, por lo que no debemos preocuparnos de instalar software específico de una base de datos.

También es importante el aspecto de la seguridad. Puesto que los datos residen en los propios servidores de Google, se puede garantizar al cliente que los tres pilares fundamentales de la seguridad (confidencialidad, integridad y disponibilidad) se cumplen.

Esta herramienta nos facilita la creación de mapas y gráficas, por lo que se convierte en la mejor opción para el almacenamiento de la información recogida por los sensores.

Mediante el API de SQL que proporciona Google, se pueden realizar consultas del estilo *SELECT \* FROM id\_table WHERE condición*, pudiendo recuperar los datos que nos interesan con el objetivo de construir la gráfica o mapa. Para que este último se muestre correctamente, es necesario incluir una columna en la tabla que indique la localización de la información de cada entrada (coordenadas latitud y longitud). Este aspecto quedará más claro en el apartado 3.3 cuando se muestren capturas de la aplicación.

#### 2.2.5 Google Maps

*Google Maps* [24] es un servicio que proporciona información de negocios locales y una potente tecnología cartográfica fácil de utilizar. Sus principales características son:

- Encontrar la localización de un negocio y su información de contacto, todo ello integrado en el mapa.
- Hacer click y arrastrar los mapas para ver secciones adyacentes al instante, sin tener que esperar para la carga de las nuevas áreas.

- Ver de forma panorámica imágenes tomadas por los satélites o hacer zoom.
- Vista del terreno o del mapa en 3D mediante el plugin de *Google Earth*.
- Street View.

Por otro lado, existe una API desarrollada por Google que facilita la integración y personalización de mapas en los sitios web. Estos procedimientos bien documentados, junto con código JavaScript en nuestra web, permiten obtener la información de los mapas de los servidores de Google y utilizarla y/o modificarla a voluntad. Por ejemplo, se puede eliminar el *tooltip* de la ventana de información y sustituirlo por uno diseñado por el desarrollador.

Un requisito indispensable para poder utilizar los mapas es acceder a la ubicación de un archivo JavaScript que carga los símbolos y definiciones necesarias para usar la última versión del API (v.3). Esto se consigue mediante el siguiente comando:

```
<script type="text/javascript"
src="https://maps.google.com/maps/api/js?sensor=set_to_true_or_false">
```

Hay que tener en cuenta que el parámetro *sensor* indica si la aplicación utiliza un sensor para determinar la ubicación del usuario. Se debe definir este valor en *true* o *false* de forma explícita.

### 2.2.6 Google Charts

*Google Charts* [25] es una muy buena alternativa frente al problema que representa visualizar información de manera gráfica sin necesidad de plugins. Al utilizar herramientas cliente y servidor, rellenar la gráfica se convierte en una tarea muy sencilla. Un gráfico depende de tres grandes bloques: librerías, objetos *DataTable* y *datasources*.

Las librerías de gráficos se muestran como clases de JavaScript y proporcionan múltiples alternativas para elegir. Normalmente, el estilo cargado por defecto suele ser el mejor para la mayoría de situaciones. Sin embargo, es posible personalizar el gráfico para que coincida con el estilo de la página en la que aparecerá. Los gráficos son altamente interactivos y revelan eventos, los cuales pueden conectarse para crear paneles de control u otras soluciones. Además se renderizan utilizando la tecnología HTML5/SVG por lo que son compatibles con cualquier navegador y plataforma, permitiendo portabilidad desde dispositivos iOS hasta Android.

*Google Charts* suele utilizar jQuery para el manejo de los gráficos. Esta librería escrita en JavaScript [26] simplifica los eventos, animaciones e interacciones Ajax para agilizar la carga de la página. Es compatible con CSS3 y la mayoría de navegadores lo soporta.

Los objetos *DataTable* suelen rellenarse utilizando la clase JavaScript *google.visualization.DataTable*. Ésta contiene métodos que ordenan, modifican y filtran la información. Además, se puede crear un objeto *DataTable* con los datos obtenidos de la propia base de datos o de un proveedor que soporte el protocolo *Chart Tools Datasource*.

Un *datasource* es un servicio web que implementa el protocolo anterior y permite realizar consultas. Como respuesta devuelve un objeto *DataTable*, a partir del cual se puede dibujar el gráfico. *Google Fusion Tables* se considera un *datasource* y, gracias al API de SQL, la información es mostrada en tiempo real.

Finalmente, *Google Charts* es un servicio gratuito que garantiza compatibilidad durante tres años.

### 2.2.7 Google App Engine

*Google App Engine* permite ejecutar aplicaciones web en la infraestructura de Google [13]. Estas aplicaciones son fáciles de crear, de mantener y de ampliar al ir aumentando el tráfico y las necesidades de almacenamiento de datos. No se necesita ningún servidor: basta con subir la aplicación para que los usuarios puedan empezar a utilizarla.

Se puede proporcionar a la aplicación un dominio propio (como, por ejemplo, <http://weatherapis.com/>), a través de *Google Apps*, o asignándole un nombre que esté disponible en el dominio *appspot.com* (<https://weatherapis.appspot.com>). Además, se pueden asignar diferentes métodos de acceso, desde público hasta sólo determinados usuarios.

Otra de las ventajas de esta tecnología es que se puede empezar a utilizar de forma gratuita. Todas las aplicaciones pueden utilizar hasta 500 MB de almacenamiento y suficiente CPU y ancho de banda como para permitir un servicio eficaz de alrededor de cinco millones de visitas a la página al mes, sin coste alguno. Si por alguna razón se habilita la facturación, se incrementan los límites gratuitos y sólo se paga por aquellos recursos superan los del nivel gratuito.

Las principales funciones de *App Engine* incluyen:

- Servidor web dinámico, totalmente compatible con las tecnologías web más comunes.
- Almacenamiento permanente con funciones de consulta, clasificación y transacciones.
- Escalado automático y distribución de carga.
- API para autenticar usuarios y enviar correo electrónico a través de *Google Accounts*.
- Un completo entorno de desarrollo local que simula *Google App Engine* en el equipo.

- Colas de tareas que realizan trabajos fuera del ámbito de una solicitud web.
- Tareas programadas para activar eventos en momentos determinados y en intervalos regulares.

Por otro lado, las aplicaciones se ejecutan en un entorno seguro que proporciona acceso limitado al sistema operativo subyacente. Estas limitaciones permiten a *App Engine* distribuir solicitudes web de la aplicación en varios servidores e iniciarlos y detenerlos según las demandas del tráfico. La zona de pruebas aísla la aplicación en su propio entorno seguro de confianza, totalmente independiente del hardware, del sistema operativo y de la ubicación física del servidor web.

Respecto a los lenguajes de programación, *App Engine* admite varios. Gracias al entorno de tiempo de ejecución Java de este servicio, se pueden crear aplicaciones a través de tecnologías Java estándar, que incluyen Java Virtual Machine, servlets o cualquier otro lenguaje que utilice un intérprete o compilador basado en JVM como, por ejemplo, JavaScript o Ruby. *App Engine* también ofrece un entorno de tiempo de ejecución Python dedicado, que incluye un rápido intérprete Python y su biblioteca estándar. Los entornos de tiempo de ejecución Java y Python se generan para garantizar que la aplicación se ejecute de forma rápida, segura y sin interferencias de otras aplicaciones en el sistema.

Otro aspecto importante es que *App Engine* proporciona un potente servicio de almacenamiento de datos distribuido que incluye un motor de búsqueda y transacciones.

El almacén de datos de *App Engine* no es como una base de datos relacional tradicional. Los objetos de datos, o *entidades*, disponen de un tipo y un conjunto de propiedades. Las consultas pueden recuperar entidades de un tipo determinado filtradas y ordenadas según los valores de las propiedades (*StringProperty*, *IntegerProperty*, *DateTimeProperty*, *ListProperty*, *BlobProperty*, etc.).

Las entidades del almacén de datos carecen de esquema. El código de la aplicación es el encargado de proporcionar y aplicar la estructura de las entidades. Las interfaces JDO/JPA Java y la interfaz del almacén de datos Python incluyen características para aplicar y respetar la estructura de tu aplicación. También es posible acceder al almacén de datos de forma directa para definir el esquema.

Finalmente, cabe destacar que el almacén de datos es de consistencia fuerte y utiliza el control de concurrencia optimista. Una entidad se actualizará si se intenta realizar una transacción un número determinado de veces y otros procesos están intentando actualizar la misma entidad al mismo tiempo.

### 2.3 Marco regulador

El cliente ha especificado su deseo de mantener la privacidad de los datos recogidos por los sensores, por lo que la ley aplicable al sistema a implementar es la *Ley 15/1999 Orgánica de Protección de datos de carácter personal* y el real decreto asociado *RD 1720/2007*.

La *Ley 15/1999* “tiene por objeto garantizar y proteger, en lo que concierne al tratamiento de los datos personales, las libertades personales, las libertades públicas y los derechos fundamentales de las personas físicas, y especialmente de su honor e intimidad personal” [30].

Esta ley representa una restricción y deberá ser reflejada en los requisitos de restricción de la etapa de análisis. Además, se ha de tener en cuenta a la hora de la implementación, ya que se debe proteger la forma de acceder a los datos de *Google Fusion Tables*. Para ello, se utilizará el identificador de la tabla cifrado, impidiendo que cualquier persona no autorizada pueda acceder a ella.

### 3 Fases de desarrollo

En los siguientes apartados se explicará todo lo relacionado con las diferentes etapas del ciclo de vida del software.

#### 3.1 Análisis

El objetivo de esta fase es definir todos los requisitos (usuario y software) y validarlos (matrices de trazabilidad). Así, se puede decir que el sistema será consistente y, sólo entonces, se podrá comenzar a diseñar la aplicación.

##### 3.1.1 Requisitos de usuario

El objetivo de esta tarea es definir los requisitos de usuario, determinando los de capacidad y restricción.

A continuación se presentarán los campos con los que cuenta cada uno de los requisitos, así como una breve descripción de la información que contendrán los mismos.

- **Identificador.** Deberá referenciar de forma unívoca cada uno de los requisitos. Se utilizará el acrónimo *RUC* (Requisito de Usuario de Capacidad) o *RUR* (Requisito de Usuario de Restricción), según corresponda, seguido de un número de identificación.
- **Título.** Breve descripción del requisito.
- **Descripción.** Descripción concisa y sin ambigüedades del objetivo del requisito. Debe ser coherente e identificar todas las actividades que abarca.
- **Prioridad.** Determina la importancia de realizar un requisito respecto a los demás. En este punto encontraremos el siguiente rango de prioridades:
  - *Alta.* Los requisitos con prioridad alta deberán anteponerse a los demás debido a su importancia en el proyecto.
  - *Media.* Los requisitos con prioridad media deberán cumplirse siempre. Su importancia no es tanta como en el caso anterior, pero su no cumplimiento podría provocar una deficiencia en la calidad del producto.
  - *Baja.* Los requisitos con prioridad baja serán los últimos en ejecutarse, ya que no son de vital importancia.



- **Estabilidad.** La estabilidad nos describe la posibilidad de que un requisito sea modificado a lo largo del proyecto. Se tendrán diferentes niveles de estabilidad:
  - *Alta.* El requisito no será modificado durante el proyecto.
  - *Media.* El requisito puede ser modificado durante el desarrollo debido a cambios en el proyecto.
  - *Baja.* El requisito puede ser modificado con asiduidad a lo largo del proceso.
- **Necesidad.** La necesidad del requisito nos permitirá saber su utilidad, así como su influencia a lo largo del proyecto. Existen varios niveles de necesidad:
  - *Esencial.* El requisito debe ser cumplido de forma obligatoria.
  - *Deseable.* El requisito no es obligatorio, pero su cumplimiento aportaría calidad al proyecto.
  - *Opcional.* El requisito es de carácter opcional, es decir, puede no ser cumplido.

### 3.1.1.1 Requisitos de capacidad

Los requisitos de capacidad son los siguientes:

Identificador	RUC-01
Título	Predicción meteorológica
Descripción	El usuario deberá poder consultar la predicción meteorológica sobre un mapa.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 6. RUC-01

Identificador	RUC-02
Título	Mapas de calor
Descripción	El usuario deberá poder analizar las temperaturas medias recogidas por los sensores durante el último año mediante selección de mapas de calor.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 7. RUC-02

Identificador	RUC-03
Título	Ventana de información
Descripción	El usuario deberá poder consultar información específica de cada zona del mapa de calor en una ventana con la siguiente información: temperatura, principales poblaciones que abarca, vídeo de la zona y línea temporal de temperaturas.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 8. RUC-03

Identificador	RUC-04
Título	Código de colores
Descripción	El usuario deberá poder distinguir las temperaturas de una zona mediante un código de colores.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 9. RUC-04

Identificador	RUC-05
Título	Informes
Descripción	El sistema de visualización deberá permitir al usuario la generación dinámica de informes: línea temporal, comparativa de temperaturas y tabla de datos.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 10. RUC-05

Identificador	RUC-06
Título	Añadir, modificar y/o eliminar datos
Descripción	Sólo el administrador del sistema deberá poder modificar los datos de los sensores. Los usuarios no registrados deberán poder ver la información. En ningún caso tendrán permiso para añadir, modificar y o eliminar información.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 11. RUC-06

Identificador	RUC-07
Título	Contacto
Descripción	El sistema de visualización deberá reflejar la información de contacto de los administradores en una sección llamada <i>Contacto</i> .
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 12. RUC-07

Identificador	RUC-08
Título	Cambio de idioma
Descripción	El usuario deberá poder cambiar el idioma de la aplicación web siempre que quiera.
Prioridad	Media
Estabilidad	Media
Necesidad	Deseable

Tabla 13. RUC-08

Identificador	RUC-09
Título	Mapas
Descripción	El usuario deberá poder interactuar con todos los mapas.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 14. RUC-09

Identificador	RUC-10
Título	Copias de seguridad
Descripción	El administrador deberá poder realizar copias de seguridad de los datos.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 15. RUC-10

### 3.1.1.2 Requisitos de restricción

Los requisitos de restricción son los siguientes:

Identificador	RUR-01
Título	Compatibilidad
Descripción	El sistema de visualización deberá ser compatible con los principales navegadores existentes: Mozilla Firefox (versión 12 o superior) y Google Chrome (versión 19 o superior).
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 16. RUR-01

Identificador	RUR-02
Título	Idioma
Descripción	El idioma principal será Castellano, permitiendo cambiarlo a Inglés.
Prioridad	Media
Estabilidad	Media
Necesidad	Deseable

Tabla 17. RUR-02

Identificador	RUR-03
Título	Privacidad de datos personales
Descripción	Se deberá seguir la Ley Orgánica 15/1999 para la protección de los datos de usuario.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 18. RUR-03

Identificador	RUR-04
Título	Seguridad de datos personales
Descripción	Se utilizarán los niveles de seguridad de datos personales recogida en el RD 1720/2007.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 19. RUR-04

Identificador	RUR-05
Título	Concurrencia
Descripción	El sistema deberá proporcionar servicio como mínimo a cien usuarios conectados simultáneamente.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 20. RUR-05

<b>Identificador</b>	<b>RUR-06</b>
<b>Título</b>	Tiempo de respuesta
<b>Descripción</b>	El tiempo de respuesta del sistema de visualización no deberá ser superior a tres segundos.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Media
<b>Necesidad</b>	Esencial

Tabla 21. RUR-06

<b>Identificador</b>	<b>RUR-07</b>
<b>Título</b>	Copias de Seguridad
<b>Descripción</b>	El administrador deberá realizar copias de seguridad de los datos almacenados cada quince días.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial

Tabla 22. RUR-07

<b>Identificador</b>	<b>RUR-08</b>
<b>Título</b>	Flexibilidad
<b>Descripción</b>	El sistema deberá permitir la modificación de funcionalidades para mejoras de la tecnología, así como la incorporación de nuevas funcionalidades.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial

Tabla 23. RUR-08

<b>Identificador</b>	<b>RUR-09</b>
<b>Título</b>	Mantenimiento
<b>Descripción</b>	El sistema deberá favorecer un fácil mantenimiento y reparación de funcionalidades.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial

Tabla 24. RUR-09

Identificador	RUR-10
Título	Interfaz
Descripción	El sistema deberá tener una interfaz agradable a la vista. Para ello se utilizarán tonos azules y blancos.
Prioridad	Media
Estabilidad	Media
Necesidad	Deseable

Tabla 25. RUR-10

Identificador	RUR-11
Título	Tipografía
Descripción	La documentación deberá utilizar una tipografía sencilla en colores negros y blancos, para facilitar la lectura.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Media
Necesidad	Esencial

Tabla 26. RUR-11

Identificador	RUR-12
Título	Cuenta de Google
Descripción	El administrador deberá tener una cuenta de Google para poder modificar los datos de la aplicación.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 27. RUR-12

Identificador	RUR-13
Título	Instalación
Descripción	El usuario deberá poder acceder a la aplicación sin necesidad de instalación alguna.
Prioridad	Alta
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 28. RUC-13

<b>Identificador</b>	<b>RUR-14</b>
<b>Título</b>	Google Fusion Tables
<b>Descripción</b>	La aplicación web deberá comunicarse con <i>Google Fusion Tables</i> para obtener los datos de los sensores.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Necesidad</b>	Esencial

Tabla 29. RUC-14

### 3.1.2 Requisitos software

En este apartado primero se tratarán los diferentes casos de uso obtenidos de los requisitos anteriores. Después, se obtendrán los requisitos de software y posteriormente se validarán, con un estudio de trazabilidad.

#### 3.1.2.1 Casos de uso

Un caso de uso describe una interacción típica entre un usuario (actores) y un sistema, es decir, describe qué hace un sistema, pero no especifica cómo lo hace. Estos casos de uso son especialmente interesantes para el cliente, ya que tiene una visión de cómo se va a comportar el sistema y no entra en detalles de cómo se implementa ese comportamiento.

Este análisis consistirá en dos partes. Primero tendremos una descripción gráfica, también denominada diagrama de casos de uso. La segunda parte será una descripción textual de cada caso de uso de manera independiente. A continuación definiremos los diferentes campos de los que se compondrán los casos de uso.

- **Identificador:** identifica de manera unívoca a un caso de uso. Tendrá una nomenclatura determinada que será: CU-XX, donde XX será un número comprendido entre 0 y 9, siendo el primero 01 y se irá incrementando con cada caso de uso en una unidad.
- **Nombre:** será una breve descripción del objeto del caso de uso.
- **Actores:** serán los diferentes roles de los participantes en los casos de uso. Queda constatar que el administrador del sistema también puede adoptar el rol de usuario.
- **Objetivo:** estará compuesto por una breve explicación del caso de uso.
- **Precondiciones:** condiciones que se han de cumplir para poder ejecutar el caso de uso.
- **Postcondiciones:** condiciones que se darán después de la ejecución del caso de uso.



- **Escenario básico:** ejecución del caso de uso en el orden correcto.
- **Escenario alternativo:** ejecución del caso de uso con condiciones de error o cambio de decisión (ejecución) distintos al básico.

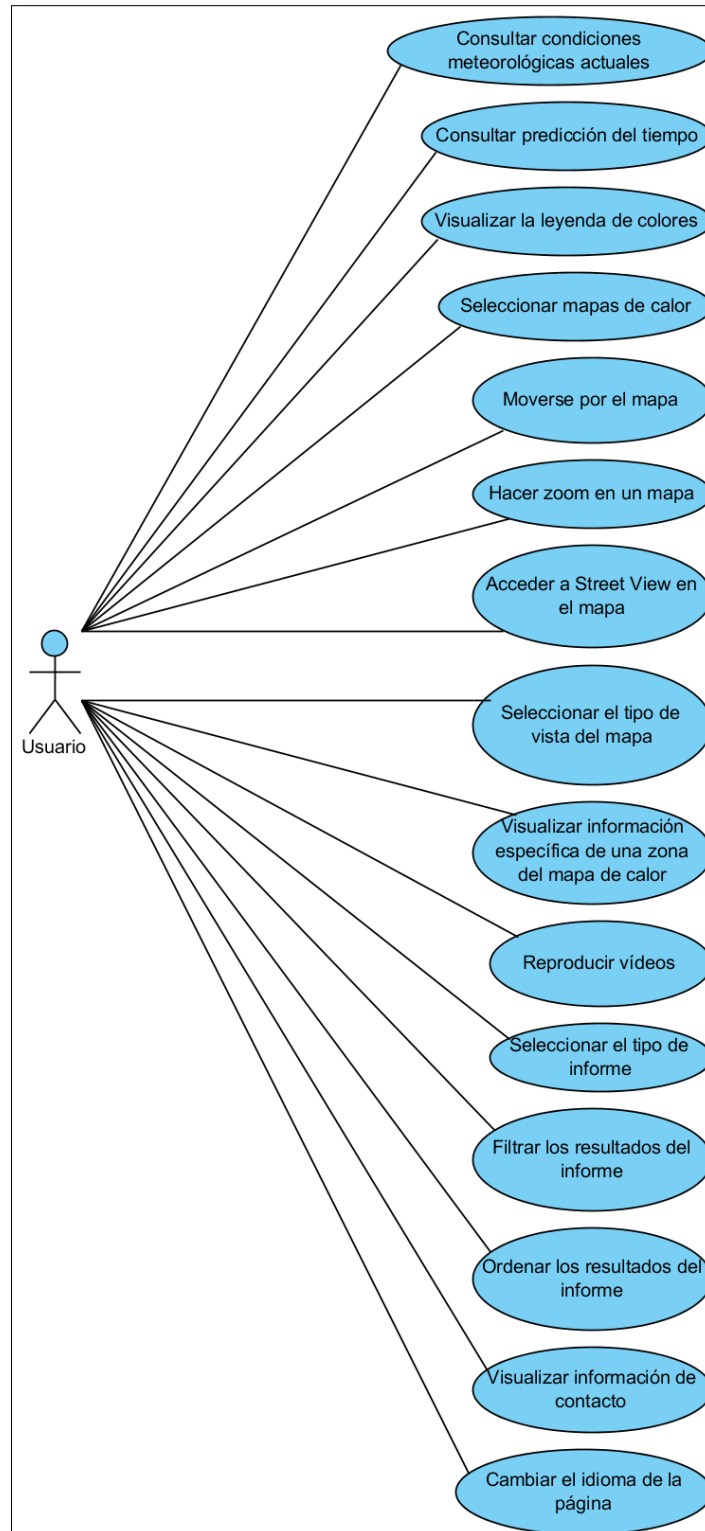


Ilustración 5. Casos de uso del rol usuario  
*Captura propia de la autora*

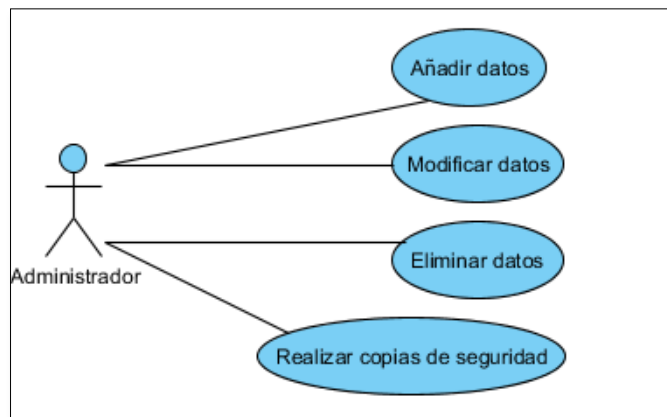


Ilustración 6. Casos de uso del rol administrador  
 Captura propia de la autora

La descripción textual de los casos de uso anteriores es la siguiente:

Identificador	CU-01	Nombre	Consultar condiciones actuales
Actores	Usuario		
Objetivo	Visualizar las condiciones meteorológicas actuales.		
Precondiciones	N/A		
Postcondiciones	Se mostrarán las condiciones climáticas.		
Escenario básico	1. Acceder a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a>		
Escenario alternativo	2. Hacer click en algún icono del tiempo. 3. Pinchar en el enlace <i>Por horas</i> .		

Tabla 30. CU-01

Identificador	CU-02	Nombre	Consultar predicción del tiempo
Actores	Usuario		
Objetivo	Ver la predicción de los próximos días.		
Precondiciones	Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a>		
Postcondiciones	Se mostrará la predicción del tiempo.		
Escenario básico	1. Hacer click en algún icono del tiempo.		
Escenario alternativo	2. Pinchar en el enlace <i>A 10 días</i> .		

Tabla 31. CU-02

Identificador	CU-03	Nombre	Seleccionar mapa de calor
Actores		Usuario	
Objetivo		Elegir el mapa de calor a mostrar	
Precondiciones		1. Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a> 2. Seleccionar la opción <i>Mapas</i> del menú.	
Postcondiciones		Se mostrará el mapa seleccionado.	
Escenario básico		1. Mover el deslizador situado encima del mapa.	
Escenario alternativo		2. Refrescar la página. 3. Mover el deslizador situado encima del mapa.	

Tabla 32. CU-03

Identificador	CU-04	Nombre	Visualizar información zona
Actores		Usuario	
Objetivo		Ver información específica de cada zona del mapa de calor.	
Precondiciones		1. Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a> 2. Seleccionar la opción <i>Mapas</i> del menú.	
Postcondiciones		Se abrirá una ventana de información.	
Escenario básico		1. Pinchar sobre alguna de las zonas del mapa de calor.	
Escenario alternativo		N/A	

Tabla 33. CU-04

Identificador	CU-05	Nombre	Reproducir vídeos
Actores		Usuario	
Objetivo		Visualizar vídeos recogidos por las cámaras de vigilancia de la red de sensores.	
Precondiciones		1. Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a> 2. Seleccionar la opción <i>Mapas</i> del menú.	
Postcondiciones		El vídeo comenzará a reproducirse.	
Escenario básico		1. Pinchar sobre alguna de las zonas del mapa de calor. 2. Seleccionar la pestaña <i>Data</i> de la ventana de información. 3. Pulsar sobre el vídeo.	
Escenario alternativo		N/A	

Tabla 34. CU-05

Identificador	CU-06	Nombre	Visualizar leyenda de colores
Actores		Usuario	
Objetivo		Visualizar código de colores de temperatura	
Precondiciones		Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a>	
Postcondiciones		Se mostrará la leyenda de colores.	
Escenario básico		1. Seleccionar la opción <i>Mapas</i> del menú.	
Escenario alternativo		N/A	

Tabla 35. CU-06

Identificador	CU-07	Nombre	Seleccionar tipo de informe
Actores		Usuario	
Objetivo		Elegir el tipo de informe o gráfico que queremos generar.	
Precondiciones		Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a>	
Postcondiciones		Se mostrará un gráfico u otra lista desplegable.	
Escenario básico		1. Seleccionar la opción <i>Informes</i> del menú. 2. Desplegar la lista. 3. Elegir la opción deseada.	
Escenario alternativo		4. En caso de haber elegido <i>Línea temporal</i> , desplegar lista. 5. Seleccionar una estación.	

Tabla 36. CU-07

Identificador	CU-08	Nombre	Filtrar resultados informe
Actores		Usuario	
Objetivo		Elegir la información que nos interesa de todos los datos disponibles.	
Precondiciones		1. Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a> 2. Seleccionar la opción <i>Informes</i> del menú.	
Postcondiciones		Se mostrarán los datos filtrados.	
Escenario básico		1. Elegir la opción <i>Tabla</i> de la lista desplegable. 2. Seleccionar la estación de la que queramos obtener los datos.	
Escenario alternativo		N/A	

Tabla 37. CU-08

Identificador	CU-09	Nombre	Ordenar resultados informe
Actores		Usuario	
Objetivo		Ordenar los resultados del informe <i>Tabla</i> .	
Precondiciones		1. Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a> 2. Seleccionar la opción <i>Informes</i> del menú. 3. Elegir la opción <i>Tabla</i> de la lista desplegable.	
Postcondiciones		Se ordenarán las entradas de la tabla.	
Escenario básico		1. Pinchar sobre el nombre de una columna.	
Escenario alternativo		0. Filtrar resultados. 1. Pinchar sobre el nombre de una columna.	

Tabla 38. CU-09

Identificador	CU-10	Nombre	Visualizar información contacto
Actores		Usuario	
Objetivo		Ver la información de contacto de los administradores de la aplicación web.	
Precondiciones		Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a>	
Postcondiciones		Se mostrará la información de contacto.	
Escenario básico		1. Seleccionar la opción <i>Contacto</i> del menú.	
Escenario alternativo		N/A	

Tabla 39. CU-10

Identificador	CU-11	Nombre	Cambiar idioma
Actores		Usuario	
Objetivo		Poder visualizar la aplicación en un idioma diferente.	
Precondiciones		Haber accedido a la dirección en la que se aloja el sistema de visualización: <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a>	
Postcondiciones		Se mostrará la página en el nuevo idioma.	
Escenario básico		1. Pulsar sobre el idioma, mostrado en la esquina superior de la página.	
Escenario alternativo		N/A	

Tabla 40. CU-11

Identificador	CU-12	Nombre	Moveirse por el mapa
Actores		Usuario	
Objetivo		Desplazarse por el mapa.	
Precondiciones		Haber accedido a alguna de las páginas en las que se encuentran los mapas.	
Postcondiciones		Se mostrará la nueva zona del mapa.	
Escenario básico		1. Hacer click sobre el mapa y arrastrarlo.	
Escenario alternativo		1b. Utilizar las flechas de navegación situadas en la esquina superior izquierda del mapa. 1c. En modo <i>Street View</i> pinchar sobre alguna de las flechas centrales.	

Tabla 41. CU-12

Identificador	CU-13	Nombre	Hacer zoom en mapa
Actores		Usuario	
Objetivo		Ampliar o reducir el zoom en un mapa.	
Precondiciones		Haber accedido a alguna de las páginas en las que se encuentran los mapas.	
Postcondiciones		Se ampliará o reducirá la zona abarcada en el mapa.	
Escenario básico		1. Pulsar el botón + o – del lateral izquierdo del mapa, según la acción que se quiera ejecutar.	
Escenario alternativo		1b. Mover el deslizador del lateral izquierdo del mapa. 1c. Mover la rueda del ratón sobre el mapa.	

Tabla 42. CU-13

Identificador	CU-14	Nombre	Acceder a Street View en mapa
Actores		Usuario	
Objetivo		Recorrer las calles de una zona.	
Precondiciones		Haber accedido a alguna de las páginas en las que se encuentran los mapas.	
Postcondiciones		Se mostrarán imágenes que compondrán las calles de una zona y se podrá recorrerlas.	
Escenario básico		1. Hacer zoom en el mapa hasta entrar en modo <i>Street View</i> .	
Escenario alternativo		1b. Seleccionar el muñeco situado en el lateral izquierdo del mapa y desplazarlo hasta la zona de interés.	

Tabla 43. CU-14

Identificador	CU-15	Nombre	Seleccionar tipo de vista en mapa
Actores		Usuario	
Objetivo		Cambiar el tipo de mapa mostrado.	
Precondiciones		Haber accedido a alguna de las páginas en las que se encuentran los mapas.	
Postcondiciones		Se cambiará la base del mapa	
Escenario básico		1. Pinchar sobre alguna de las opciones <i>Mapa</i> o <i>Satélite</i> situadas en la esquina superior derecha del mapa.	
Escenario alternativo		2. Seleccionar la opción propia de cada vista: <i>Relieve</i> o <i>Etiquetas</i> .	

Tabla 44. CU-15

Identificador	CU-16	Nombre	Añadir datos
Actores		Administrador	
Objetivo		Añadir datos en las tablas.	
Precondiciones		1. Tener cuenta de Google. 2. Haberse autenticado en Google Docs.	
Postcondiciones		Los datos serán insertados en la tabla.	
Escenario básico		1. Abrir la tabla en la que se deseen insertar los datos. 2. Seleccionar <i>Edit-&gt; Add *</i> . 3. Rellenar los nuevos datos. 4. Pulsar <i>Save</i> .	
Escenario alternativo		1b. Crear una tabla nueva. 2. Seleccionar <i>Edit-&gt; Add *</i> . 3. Rellenar los nuevos datos. 4. Pulsar <i>Save</i> .	
		2b. Seleccionar <i>File-&gt; Import more rows</i> . 3b. Seleccionar el archivo a importar. 4b. Pulsar <i>Next</i> . 5. Seleccionar las columnas a importar. 6. Pulsar <i>Finish</i> .	
		4c. Pulsar <i>Cancel</i> .	

Tabla 45. CU-16



Identificador	CU-17	Nombre	Modificar datos
Actores		Administrador	
Objetivo		Modificar datos de las tablas.	
Precondiciones		1. Tener cuenta de Google. 2. Haberse autenticado en <i>Google Docs</i> .	
Postcondiciones		Los datos de la tabla serán modificados.	
Escenario básico		1. Abrir la tabla en la que se deseen modificar los datos. 2. Modificar los datos de las filas.	
Escenario alternativo		2b. Seleccionar <i>Edit-&gt; Modify columns</i> . 3. Modificar los valores de las columnas.	

Tabla 46. CU-17


Identificador	CU-18	Nombre	Eliminar datos
Actores		Administrador	
Objetivo		Eliminar datos de las tablas.	
Precondiciones		1. Tener cuenta de Google. 2. Haberse autenticado en <i>Google Docs</i> .	
Postcondiciones		Los datos de la tabla serán eliminados.	
Escenario básico		1. Abrir la tabla en la que se deseen modificar los datos. 2. Pulsar sobre el botón de la papelera  , situado a la derecha de cada fila.	
Escenario alternativo		2b. Seleccionar <i>File-&gt; Delete all rows</i> .	

Tabla 47. CU-18

Identificador	CU-19	Nombre	Realizar copias de seguridad
Actores		Administrador	
Objetivo		Realizar copias locales con el objetivo de no perder información.	
Precondiciones		1. Tener cuenta de Google. 2. Haberse autenticado en <i>Google Docs</i> .	
Postcondiciones		El administrador tendrá una copia de los datos de la tabla.	
Escenario básico		1. Abrir la tabla en la que se deseen modificar los datos. 2. Seleccionar <i>File-&gt;Download</i> .	
Escenario alternativo		2b. Seleccionar <i>Edit-&gt;Modify table info</i> . 3. Asegurarse de que la opción <i>Allow download</i> está marcada. 4. Seleccionar <i>File-&gt;Download</i> .	

Tabla 48. CU-19

### 3.1.2.2 Requisitos

Los requisitos software se componen de los siguientes tipos:

- **Funcionales:** definen el propósito del software y se derivan de los casos de uso, que derivan de los requisitos de capacidad del usuario.
- De **rendimiento:** especifican valores numéricos para variables de rendimiento, como por ejemplo tasas de transferencia, frecuencia, capacidad y velocidad de proceso.
- De **interfaz:** detallan hardware y/o software con el que el sistema o componentes del sistema deben interactuar o comunicarse.
- De **operación:** indican cómo va a realizar el sistema las tareas para las que ha sido construido, garantizando los niveles de servicio requeridos.
- De **documentación:** declaran los requisitos específicos del proyecto para la documentación, además de los contenidos en los estándares.
- De **seguridad:** especifican los requisitos para asegurar el sistema contra amenazas de confidencialidad, la integridad y la disponibilidad.
- De **mantenimiento:** detallan la facilidad que tendrá el software para reparar los defectos o adaptarlo a nuevos requisitos.
- De **daño:** estos especifican cualquier requisito para reducir la posibilidad del daño que puede surgir del fracaso del software.

A continuación se presentarán los campos con los que cuenta cada uno de los requisitos, así como una breve descripción de la información que contendrán los mismos.

- **Identificador.** Deberá referenciar de forma unívoca cada uno de los requisitos.
- **Título.** Breve descripción del requisito.
- **Descripción.** Descripción concisa y sin ambigüedades del objetivo del requisito. Debe ser coherente e identificar todas las actividades que abarca.
- **Prioridad.** Determina la importancia de realizar un requisito respecto a los demás. En este punto encontraremos el siguiente rango de prioridades:
  - *Alta.* Los requisitos con prioridad alta deberán anteponerse a los demás debido a su importancia en el proyecto.
  - *Media.* Los requisitos con prioridad media deberán cumplirse siempre. Su importancia no es tanta como en el caso anterior, pero su no cumplimiento podría provocar una deficiencia en la calidad del producto.
  - *Baja.* Los requisitos con prioridad baja serán los últimos en ejecutarse, ya que no son de vital importancia.
- **Fuente.** Define el origen del requisito. Por ejemplo, una especificación del cliente o del propio grupo de desarrollo.
- **Estabilidad.** La estabilidad nos describe la posibilidad de que un requisito sea modificado a lo largo del proyecto. Se tendrán diferentes niveles de estabilidad:
  - *Alta.* El requisito no será modificado durante el proyecto.
  - *Media.* El requisito puede ser modificado durante el desarrollo debido a cambios en el proyecto.
  - *Baja.* El requisito puede ser modificado con asiduidad a lo largo del proceso.
- **Necesidad.** La necesidad del requisito nos permitirá saber su utilidad, así como su influencia a lo largo del proyecto. Existen varios niveles de necesidad:
  - *Esencial.* El requisito debe ser cumplido de forma obligatoria.
  - *Deseable.* El requisito no es obligatorio, pero su cumplimiento aportaría calidad al proyecto.
  - *Opcional.* El requisito es de carácter opcional, es decir, puede no ser cumplido.

### Funcionales

Los requisitos funcionales definen el propósito del software y se derivan de los casos de uso, que derivan de los requisitos de capacidad del usuario.

Identificador	RSF-01
Título	Icono y temperatura
Descripción	En cada ciudad del mapa se debe mostrar un icono de la condición climatológica (soleado, nublado, etc.) y la temperatura.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-01
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 49. RSF-01

Identificador	RSF-02
Título	Predicción meteorológica
Descripción	Cuando un usuario haga click en un icono del mapa, se abrirá una ventana con información extra de las condiciones meteorológicas actuales y la predicción de los próximos cuatro días.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-01
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 50. RSF-02

Identificador	RSF-03
Título	Lugar mapas de calor
Descripción	Los mapas de calor deberán situarse encima de un mapa de <i>Google Maps</i> .
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-02
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 51. RSF-03

Identificador	RSF-04
Título	Deslizador mapas de calor
Descripción	El usuario deberá poder elegir el mapa de calor a mostrar mediante un deslizador horizontal situado encima del mapa.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-02
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 52. RSF-04

Identificador	RSF-05
Título	Estructura mapas de calor
Descripción	Cada mapa de calor estará compuesto por una serie de polígonos que simulen la zona de la que los sensores han recogido datos.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-02
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 53. RSF-05

Identificador	RSF-06
Título	Ventana de información
Descripción	Cuando un usuario haga click sobre un polígono del mapa de calor, se deberá abrir una ventana de información en la que se muestre: la temperatura en grados centígrados, las principales poblaciones que abarca el polígono, un vídeo de la cámara de vigilancia IP y una gráfica que simule una línea temporal de las temperaturas.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-03
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 54. RSF-06

Identificador	RSF-07
Título	Vídeo cámara de vigilancia IP
Descripción	El vídeo deberá ser reproducido cuando el usuario pinche sobre él.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-03
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 55. RSF-07

Identificador	RSF-08
Título	Colores mapa de calor
Descripción	Cada polígono del mapa de calor deberá estar pintado en un color, según la temperatura alcanzada en la zona.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-04
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 56. RSF-08

Identificador	RSF-09
Título	Leyenda
Descripción	El usuario deberá poder identificar las temperaturas representadas por los colores mediante una leyenda.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-04
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 57. RSF-09

Identificador	RSF-10
Título	Seleccionar informe
Descripción	El usuario deberá poder elegir el tipo de informe mediante una lista desplegable de tres opciones: línea temporal, comparativa de temperaturas y tabla.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-05
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 58. RSF-10

Identificador	RSF-11
Título	Línea temporal
Descripción	El usuario deberá poder elegir la estación del año a partir de la cual desee generar el informe. Dicha selección se realizará mediante una lista desplegable con cuatro opciones ( <i>invierno, primavera, verano y otoño</i> ).
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-05
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 59. RSF-11

Identificador	RSF-12
Título	Comparativa de temperaturas
Descripción	El informe comparará las temperaturas medidas durante una semana significativa de cada estación.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-05
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 60. RSF-12

Identificador	RSF-13
Título	Tabla
Descripción	La tabla deberá mostrar solamente los datos relevantes almacenados en <i>Google Fusion Tables</i> .
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-05
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 61. RSF-13

Identificador	RSF-14
Título	Filtrar resultados informe tipo tabla
Descripción	El usuario deberá poder filtrar los datos de la tabla según la estación a la que correspondan. El método utilizado para el filtro será una lista desplegable con cinco opciones ( <i>invierno, primavera, verano, otoño o todas</i> ).
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-05
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 62. RSF-14

Identificador	RSF-15
Título	Ordenar resultados informe tipo tabla
Descripción	El usuario deberá poder ordenar los datos de la tabla haciendo click sobre las columnas. El orden aplicado será ascendente o descendente, según el número de clicks.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-05
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 63. RSF-15

Identificador	RSF-16
Título	Añadir, modificar y/o eliminar datos
Descripción	Estas tareas las llevará a cabo el administrador del sistema a través de la interfaz proporcionada por <i>Google Fusion Tables</i> .
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-06
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 64. RSF-16



Identificador	RSF-17
Título	Información
Descripción	La sección <i>Contacto</i> contará con un breve resumen de las funcionalidades del sistema de visualización, así como con el email y el teléfono de los administradores.
Prioridad	Media
Fuente	RUC-07
Estabilidad	Media
Necesidad	Deseable

Tabla 65. RSF-17

Identificador	RSF-18
Título	Cambio de idioma
Descripción	El usuario deberá poder cambiar el idioma de la página mediante un enlace que lo redireccione a la versión española o inglesa, según proceda.
Prioridad	Media
Fuente	RUC-08
Estabilidad	Media
Necesidad	Deseable

Tabla 66. RSF-18

Identificador	RSF-19
Título	Desplazarse por el mapa
Descripción	El mapa utilizado deberá ser dinámico y permitir al usuario moverlo para visualizar diferentes zonas. Se deberán incorporar fechas de navegación dentro del mapa.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-09
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 67. RSF-19

Identificador	RSF-20
Título	Hacer zoom en el mapa
Descripción	El usuario deberá poder ampliar y reducir el mapa, bien con un deslizador o con la rueda del propio ratón.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-09
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 68. RSF-20

Identificador	RSF-21
Título	Acceder a <i>Street View</i>
Descripción	El usuario deberá poder acceder a <i>Street View</i> desplazando un elemento de marcado sobre una zona.
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-09
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 69. RSF-20

Identificador	RSF-22
Título	Cambiar la vista del mapa
Descripción	Se deberá permitir al usuario cambiar la vista del mapa en cualquier momento mediante un menú en el mapa con las opciones siguientes: <i>mapa</i> y <i>satélite</i> .
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-09
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 70. RSF-22

Identificador	RSF-23
Título	Periodo copias de seguridad
Descripción	El administrador deberá realizar copias de seguridad de los datos almacenados cada quince días accediendo a las tablas correspondientes de <i>Google Fusion Tables</i> .
Prioridad	Alta
Fuente	RUC-10, RUR-07
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 71. RSF-23

Identificador	RSF-24
Título	Diseño interfaz
Descripción	El diseño básico de la interfaz deberá ser el siguiente: degradado de azul para el fondo y color blanco para el texto.
Prioridad	Media
Fuente	RUR-10
Estabilidad	Media
Necesidad	Deseable

Tabla 72. RSF-24

Identificador	RSF-25
Título	Cuenta de Google
Descripción	El administrador deberá registrar y crear una cuenta en Google para poder acceder a <i>Google Docs</i> y modificar los datos pertinentes de la aplicación.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-12
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 73. RSF-25

### Rendimiento

Los requisitos de rendimiento especifican valores numéricos para variables de rendimiento, como por ejemplo tasas de transferencia, frecuencia, capacidad y velocidad de proceso.

Identificador	RSR-01
Título	Concurrencia
Descripción	El sistema deberá proporcionar servicio como mínimo a cien usuarios conectados simultáneamente, lo cual se conseguirá con el uso de <i>Google App Engine</i> .
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-05
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 74. RSR-01

Identificador	RSR-02
Título	Tiempo de respuesta
Descripción	El tiempo de respuesta del sistema de visualización no deberá ser superior a tres segundos, para conexiones inferiores a 3 Mbps.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-06
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 75. RSR-02

Identificador	RSR-03
Título	Disponibilidad
Descripción	El sistema de visualización deberá estar disponible las veinticuatro horas del día, todos los días del año, con un margen de error de tres días con fallos por año.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-05
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 76. RSR-03

### Interfaz

Los requisitos de interfaz detallan hardware y/o software con el que el sistema o componentes del sistema deben interactuar o comunicarse.

Identificador	RSI-01
Título	Sentencias SQL
Descripción	La aplicación web deberá comunicarse con <i>Google Fusion Tables</i> mediante sentencias SQL para obtener los datos de los sensores.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-14
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 77. RSI-01

### Operación

Los requisitos de operación indican cómo va a realizar el sistema las tareas para las que ha sido construido, garantizando los niveles de servicio requeridos.

Identificador	RSO-01
Título	Acceso al sistema de visualización
Descripción	El sistema de visualización deberá ser accesible desde la dirección URL <a href="https://weatherapis.appspot.com/">https://weatherapis.appspot.com/</a> . El sitio web deberá ser accedido por los siguientes navegadores: Mozilla Firefox (versión 12 o superior) y Google Chrome (versión 19 o superior).
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-01
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 78. RSO-01

Identificador	RSO-02
Título	Instalación
Descripción	El usuario deberá poder acceder a la aplicación sin necesidad de instalación alguna, para ello se utilizarán las tecnologías de Google.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-13
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 79. RSO-02

### Documentación

Los requisitos de documentación declaran los requisitos específicos del proyecto para la documentación, además de los contenidos en los estándares.

Identificador	RSDoc-01
Título	Tipografía
Descripción	El sistema deberá utilizar una tipografía sencilla en colores negros y blancos para facilitar la lectura, tanto en la página como en la documentación.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-11
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 80. RSDoc-01

Identificador	RSDoc-02
Título	Idioma
Descripción	Toda la documentación generada deberá estar redactada en Castellano.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-02
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 81. RSDoc-02

### Seguridad

Los requisitos de seguridad especifican aquéllos necesarios para asegurar el sistema contra amenazas de confidencialidad, la integridad y la disponibilidad.

Identificador	RSS-01
Título	Acceso de los usuarios a los datos
Descripción	Los usuarios sólo podrán acceder a los datos que les correspondan según su rol.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-03, RUR-04
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 82. RSS-01

### Mantenimiento

Los requisitos de mantenimiento detallan la facilidad que tendrá el software para reparar los defectos o adaptarlo a nuevos requisitos.

Identificador	RSM-01
Título	Diseño modular
Descripción	El sistema de visualización deberá ser diseñado de forma modular, para facilitar así el mantenimiento del sistema.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-08, RUR-09
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 83. RSM-01

### Daño

Los requisitos de daño especifican cualquier necesidad para reducir la posibilidad del daño que puede surgir del fracaso del software.

Identificador	RSD-01
Título	Control de versiones
Descripción	Si una versión del software falla, debe poder volverse a un punto anterior del software, que funcione de forma correcta.
Prioridad	Alta
Fuente	RUR-09
Estabilidad	Alta
Necesidad	Esencial

Tabla 84. RSD-01

### 3.1.3 Análisis y validación de requisitos

A continuación se realizará un análisis de los requisitos definidos, de modo que podamos observar si son consistentes entre sí. En este punto, se analizará la consistencia entre requisitos de usuario y casos de uso, además de la consistencia entre requisitos de usuario y requisitos de software. Para realizar este análisis se utilizarán matrices de trazabilidad.

En la primera, todos los casos de uso deberán estar trazados con algún requisito de capacidad y viceversa. Para su uso, se han tomados los identificadores de los requisitos de usuario de capacidad y se han colocado en la fila superior de la tabla. Del mismo modo, se han tomado los identificadores de los casos de uso y se han colocado en la columna izquierda. Cuando un caso de uso esté relacionado con un requisito de capacidad o viceversa, se colocará una marca en la celda de intersección.

	RUC-01	RUC-02	RUC-03	RUC-04	RUC-05	RUC-06	RUC-07	RUC-08	RUC-09	RUC-10
CU-01	X									
CU-02	X									
CU-03		X								
CU-04			X							
CU-05			X							
CU-06				X						
CU-07					X					
CU-08					X					
CU-09					X					
CU-10							X			
CU-11								X		
CU-12									X	
CU-13									X	
CU-14									X	
CU-15									X	
CU-16						X				
CU-17						X				
CU-18						X				
CU-19										X

Tabla 85. Trazabilidad CU vs. RUC



En la siguiente matriz de trazabilidad, se podrá observar la relación entre los requisitos de usuario y los requisitos de software. En ella, todos los RU deberán relacionarse con algún RS, de igual forma que todos los requisitos de software funcionales (RSF) deberán estar trazados con algún RU. Por su parte, aquellos requisitos de software que no sean funcionales, no tendrán por qué estar trazados con ningún RU, aunque podrían estarlo.

Para el uso de esta tabla, se han tomado los identificadores de los requisitos de usuario (tanto de capacidad como de restricción) y se han colocado en la fila superior de la tabla. Del mismo modo, se han tomado los identificadores de todos los requisitos de software (tanto funcionales, como no funcionales) y se han colocado en la columna izquierda de la tabla. Cuando un RU esté relacionado con un RS o viceversa, se procederá a incluir una marca en la celda de intersección.

	RUC-01	RUC-02	RUC-03	RUC-04	RUC-05	RUC-06	RUC-07	RUC-08	RUC-09	RUC-10	RUR-01	RUR-02	RUR-03	RUR-04	RUR-05	RUR-06	RUR-07	RUR-08	RUR-09	RUR-10	RUR-11	RUR-12	RUR-13	RUR-14
RSF-01	X																							
RSF-02	X																							
RSF-03		X																						
RSF-04		X																						
RSF-05		X																						
RSF-06			X																					
RSF-07			X																					
RSF-08				X																				
RSF-09				X																				
RSF-10					X																			
RSF-11					X																			
RSF-12					X																			
RSF-13					X																			
RSF-14					X																			
RSF-15					X																			
RSF-16						X																		
RSF-17							X																	
RSF-18								X																
RSF-19									X															
RSF-20									X															
RSF-21									X															
RSF-22									X															
RSF-23										X							X							
RSF-24																			X					
RSF-25																						X		
RSR-01															X									
RSR-02																X								
RSR-03															X									
RSI-01																								X
RSO-01										X														
RSO-02																							X	
RSDoc-01																					X			
RSDoc-02											X													
RSS-01												X	X											
RSM-01																		X	X					
RSD-01																			X					

Tabla 86. Trazabilidad RS vs. RU

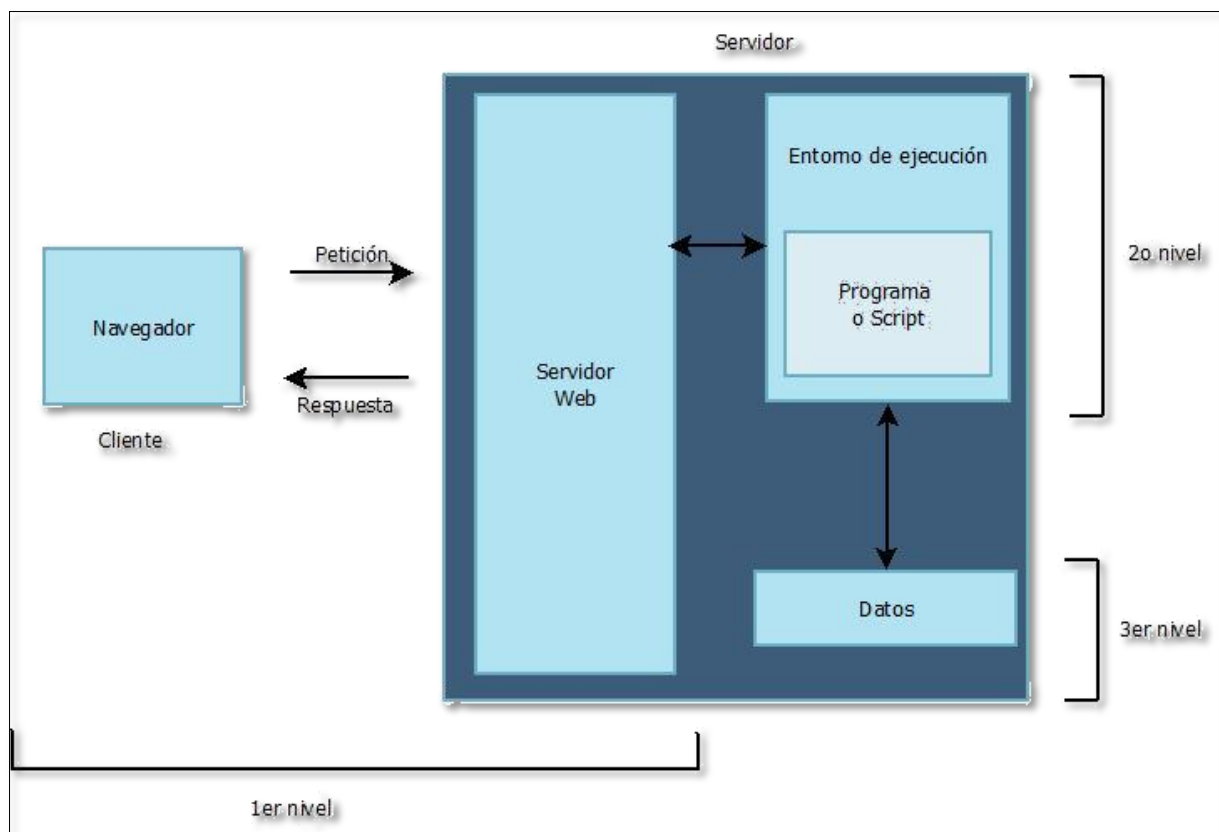
Como se ha podido observar en ambas matrices de trazabilidad, el análisis de la consistencia de requisitos ha resultado satisfactorio. De este modo, podemos ver cómo todas las funcionalidades del sistema están contempladas en los requisitos. Además, se ha comprobado que existe total relación entre requisitos de usuario, requisitos de software y casos de uso. Por todo ello, se puede concluir que el sistema es consistente.

### 3.2 Diseño

Primero analizaremos la arquitectura del sistema, viendo los niveles que lo componen. Después, se ahondará en las tablas en donde se almacenan los datos. Finalmente, dado que el sistema de visualización debe ser accesible desde cualquier lugar, se ha decidido implementar una aplicación web, por lo que en esta sección se explicará el diseño de las interfaces.

#### 3.2.1 Arquitectura del sistema

Para facilitar y organizar el diseño, es necesario realizar una división del sistema en módulos. En este caso, al tratarse de una aplicación web, lo más lógico es definir tres niveles en la arquitectura (clientes, servidor y gestor de datos).



**Ilustración 7. Diseño arquitectónico**  
Obtenida de la referencia [29]

Como se aprecia en la imagen anterior, el primer nivel será el correspondiente a los clientes y no contiene lógica de aplicación. Ésta se encuentra en el segundo nivel, que se corresponde con el entorno de ejecución. Por último, en el tercer nivel se sitúan los datos.

### 3.2.1.1 Datasource

Para gestionar los datos, dispondremos de un servidor comunicado con *Google Fusion Tables*, donde estarán las tablas correspondientes a los módulos del sistema de visualización. Así pues, será necesario incluir interfaces que permitan al cliente trabajar con los datos almacenados. De esta manera, cada módulo deberá contener una interfaz con las funciones necesarias para el tratamiento y recuperación de información.

Un aspecto a tener en cuenta a la hora de diseñar el gestor de datos, es el número de accesos simultáneos que se producirán. Generalmente, en este tipo de arquitecturas, suelen producirse un gran número de peticiones al mismo tiempo. Además, las consultas a los datos suelen tener una duración considerable. Por tanto, para evitar colapsos del sistema, se deberá garantizar que los accesos se realizan sobre una única tabla.

### 3.2.1.2 Servidor web

En el segundo nivel se encuentra el servidor web, que contendrá la lógica de la aplicación. Actúa como intermediario entre los clientes y el gestor de datos.

En este punto, es necesario que cada módulo del sistema proporcione parte de la lógica de aplicación: cada uno deberá implementar las funcionalidades correspondientes para el uso, por parte de los usuarios, y para que pueda comunicarse con el resto de módulos.

### 3.2.1.3 Clientes

Puesto que toda la lógica de aplicación se encuentra en el servidor, el usuario podrá utilizar un modelo de cliente ligero, ya que sólo debe contener el software correspondiente a la invocación de la funcionalidad del servidor y la visualización del resultado de la ejecución. Por tanto, este software será un navegador, ya que se utiliza el protocolo HTTP.

### 3.2.1.4 Comunicaciones

Por otro lado, es necesario definir las comunicaciones entre las tres capas existentes. El cliente debe poder comunicarse con el servidor y éste, a su vez, con el gestor de datos.

- **Cliente-Servidor:** esta comunicación se realizará a través de Internet y, por lo tanto, dependerá en cierto modo, de la conexión que el usuario tenga a Internet, pudiendo ésta ser desde un módem hasta una conexión ADSL de alta velocidad.

- **Servidor-Datasource:** la conexión entre el servidor de aplicaciones y el gestor de datos se realizará mediante SQL API de Google. Así pues, habrá que tener en cuenta las limitaciones que conlleva su uso.

### 3.2.2 Datasource

*Google Fusion Tables* es una herramienta que permite crear tablas de datos, similares a las de *Microsoft Excel*, pero con funcionalidades muy distintas. Como se mencionó en el apartado 2.2.4, este almacén de datos facilita la personalización de los mapas ofrecidos por *Google Maps*.

El principal objetivo del sistema a implementar es ofrecer una interfaz para poder visualizar en un mapa de calor las mediciones obtenidas por una red de sensores inalámbrica. De esta forma, se puede deducir que los principales datos a tener en cuenta serán: la medición de cada sensor, la fecha en la que se realizó la medición y la zona examinada. Sin embargo, no es suficiente para poder representar la información en un mapa.

Al analizar la red, se observa que hay un total de quince sensores, ubicados en diferentes lugares de la Comunidad de Madrid. La primera conclusión que podemos obtener tras este estudio es que se deberán diferenciar al menos quince zonas diferentes en el mapa. Para ello, se necesitará establecer un conjunto de coordenadas (latitud y longitud) que definan cada área, de manera que se pueda asignar una temperatura a cada zona.

Asimismo, también se deberá poder generar gráficas que permitan comparar antiguas mediciones. Por lo tanto, se diseñarán dos tablas: una con los datos necesarios para la personalización del mapa y otra para la obtención de gráficas, tal y como se muestra en la ilustración.

**Mapa** (Timestamp, Id sensor, Location, Temperatura, Region\*)

**Informe** (Timestamp, Temperatura, Lluvia, Comentario\_temperatura\*)

**Ilustración 8. Tablas**  
*Captura propia de la autora*

### 3.2.2.1 Tabla 'Mapa'

Almacena la información necesaria para la creación de los mapas de calor, los cuales permiten ver de manera gráfica, mediante un código de colores, la temperatura medida en una zona.

- *Timestamp*: sello que indica el instante de tiempo en el que se realizó la medición. Es de tipo *entero* y no puede tomar valores nulos.
- *Id\_sensor*: identifica de forma unívoca a cada sensor y, junto con el *timestamp*, diferencia cada medición realizada por un sensor. Es de tipo *entero* y no puede tomar valores nulos.
- *Location*: establece el área representada por un sensor. Contiene el KML (Keyhole Markup Language) con todas las coordenadas que definen una zona. No puede tomar valores nulos, ya que con este campo permite definir el mapa de calor. Cada punto estará separado mediante un espacio y especificará los siguientes valores:
  - *Longitud*: es de tipo *decimal* y no puede tomar valores nulos.
  - *Latitud*: es de tipo *decimal* y no puede tomar valores nulos.
  - *Altura*: esta componente es utilizada para definir la altura de los elementos. Es observable exclusivamente con el plugin de *Google Earth*, por lo que siempre tomará el valor cero.
- *Temperatura*: especificada en grados Celsius. Es de tipo *entero* y no puede tomar valores nulos.
- *Region*: *string* que indica las principales zonas que abarca el área estudiada. Puede tomar valores nulos.

En el apartado 3.3 explicaremos en qué consisten los datos almacenados en formato KML.

### 3.2.2.2 Tabla 'Informe'

Almacena la información necesaria para la creación de los gráficos, los cuales permiten analizar los datos obtenidos por la red de sensores de manera cómoda y sencilla.

- *Timestamp*: sello que indica el instante de tiempo en el que se realizó la medición. Es de tipo *date* y no puede tomar valores nulos.
- *Temperatura*: especificada en grados Celsius. Es de tipo *entero* y no puede tomar valores nulos.

- *Lluvia*: indica la cantidad de agua caída desde la última medición. Es de tipo *decimal*, con la restricción de que sólo puede tener un decimal. Además, no puede tomar valores nulos.
- *Comentario\_temperatura*: *string* que indica si la temperatura constituye un máximo o un mínimo. Puede tomar valores nulos.

### 3.2.3 Interfaz

La aplicación se ha dividido en cuatro módulos: predicción meteorológica, mapas de calor, informes y contacto, y por cada uno de ellos se ha diseñado una interfaz en tonos azules y blancos, tal y como especificaba el requisito de restricción RUR-10. Además, se ha tenido en cuenta la petición de incorporar un segundo idioma a la web, por lo que habrá dos interfaces por módulo, aunque en este apartado sólo se mostrarán las del idioma por defecto.

El primer paso en el diseño de las interfaces fue definir una plantilla que sirviese de base, con el fin de agilizar la implementación del sistema. La imagen muestra dicha plantilla.



**Ilustración 9. Plantilla base**  
*Captura propia de la autora*

Como se puede ver, la interfaz consta de:

- Una cabecera con el título del proyecto y el menú con las diferentes secciones.
- Un cuerpo en el que se insertará el contenido.
- Un pie de página o *footer* en el que se especifica el año de realización del proyecto.



Después, se comenzó con la inserción de los mapas en la web. Se pensó que sería adecuado introducir cada sección, de forma que se explicase al usuario los que debía hacer. Debajo del texto se incluía el mapa.

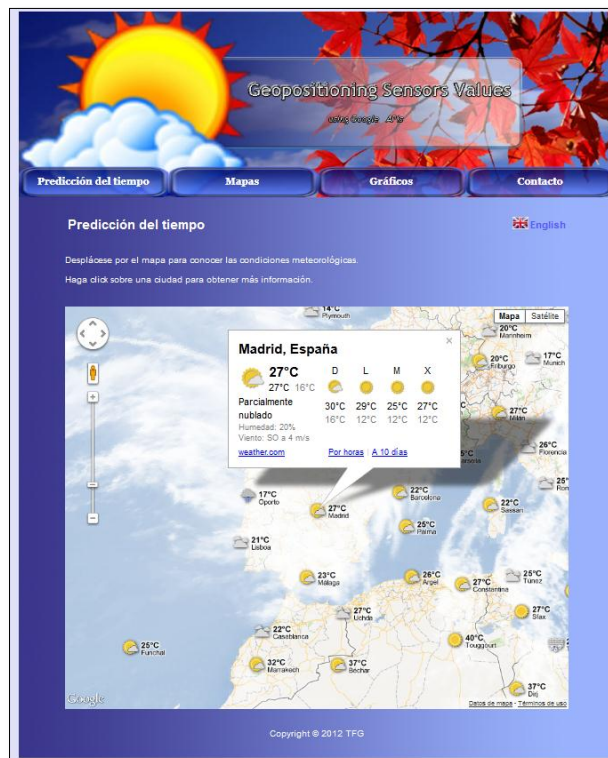
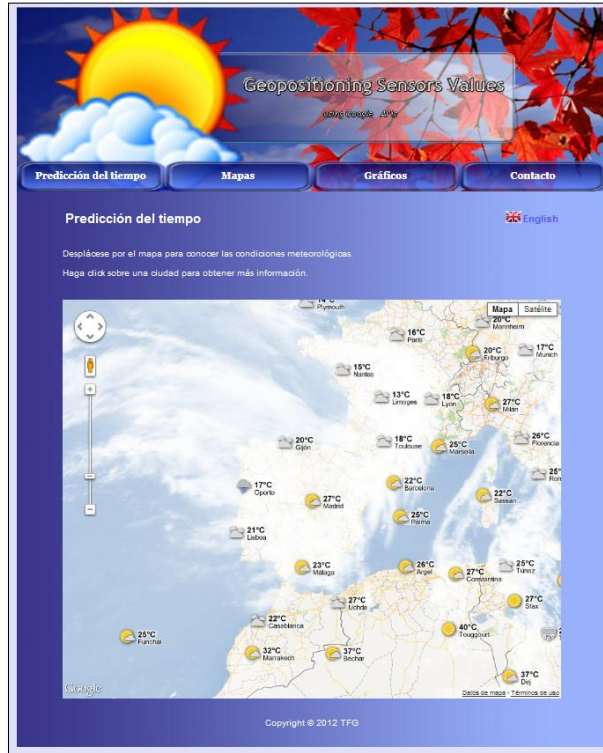


Ilustración 10. Interfaz del módulo de predicción meteorológica  
Captura propia de la autora

El módulo de mapas de calor, está compuesto por una introducción, el mapa seleccionado por el deslizador y una leyenda. Además, se ha configurado una ventana de información extra en la que el contenido se divide en dos pestañas.

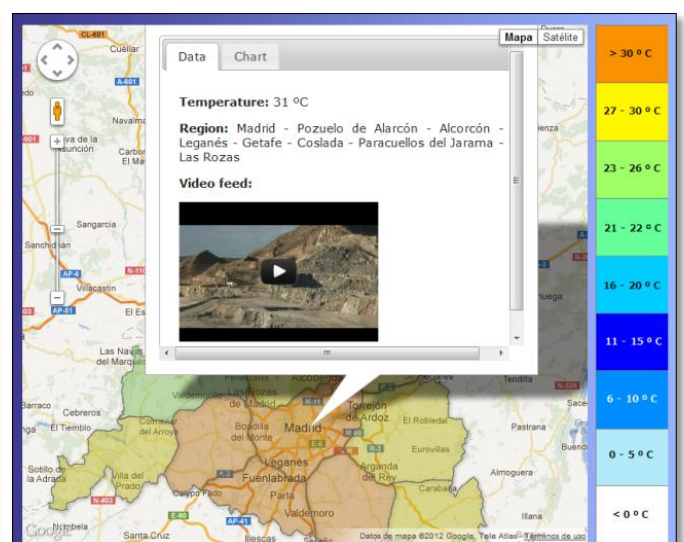
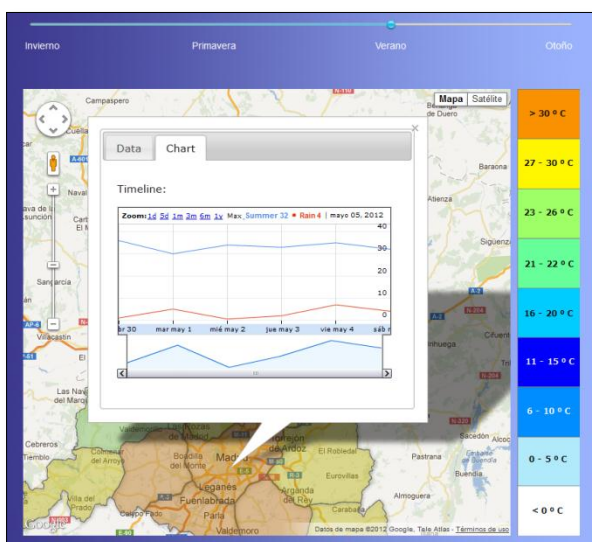
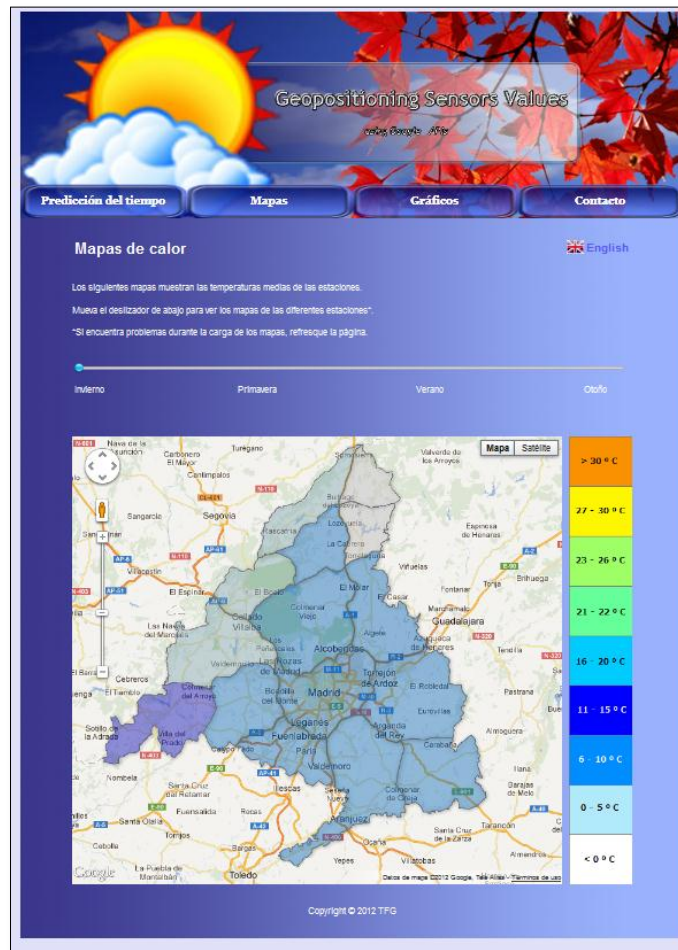


Ilustración 11. Interfaz módulo de mapas de calor  
Captura propia de la autora

Respecto al módulo de gráficos, alberga tres tipos de informes tal y como se puede ver en las imágenes siguientes. La primera muestra dos listas desplegables en las que hay diferentes opciones para que el usuario decida la que más convenga. Por último, se muestra el gráfico, generado mediante una consulta a la tabla correspondiente, el cual incluye comentarios indicando el máximo y mínimo de la semana.

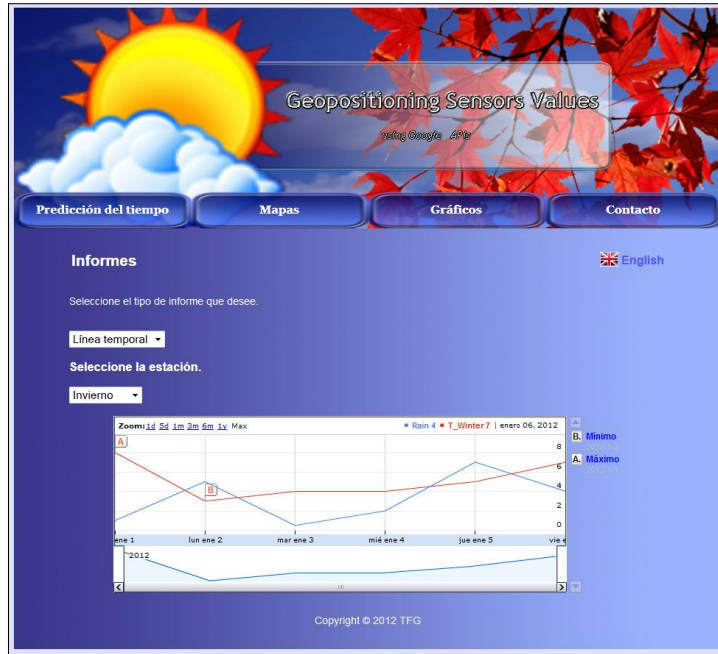


Ilustración 12. Interfaz módulo de gráficos: timeline

*Captura propia de la autora*

La segunda opción consiste en una tabla en la cual se pueden ordenar y filtrar los datos obtenidos de *Fusion Tables*.

Informes English

Seleccione el tipo de informe que desee.

Tabla

Pruebe a ordenar y filtrar los resultados.

Estación: Primavera

	Temperature	Region	Area
1	19	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalagamella	1
2	13	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias - Colmenar del Arroyo	2
3	19	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - Navalcarnero	3
4	19	Parla - Fuenlabrada - Móstoles - Arroyomolinos - Valdemoro	4
5	20	San Martín de la Vega - Aranjuez - Ciempozuelos - Villacañeros	5
6	18	Perales de Tajuña - Colmenar de Oreja - Fuentidueña de Tajo - Brea de Tajo	6
7	20	Torrejón de Ardoz - San Fernando de Henares - Alcalá de Henares - Arganda del Rey - Nuevo Baztán	7
8	19	Madrid - Pozuelo de Alarcón - Alcorcón - Leganés - Getafe - Coslada - Paracuellos del Jarama - Las Rozas	8
9	17	Colmenar Viejo - Tres Cantos - Alcobendas - El Molar - Torrelodeón	9
10	15	Cercedilla - Collado Villalba - Becerril de la Sierra	10
11	18	Algete - Valdetorres de Jarama - Meco - Valdeavero - Torremocha de Jarama	11
12	15	Miraflores de la Sierra - Guadalupe de la Sierra - Garganta de los Montes - Soto del Real	12
13	12	Berzosa del Lozoya - Patones - El Berrueco	13
14	13	Montejo de la Sierra - Prádena del Rincón - Buitrago del Lozoya	14
15	14	Rascafría - Lozoya - Braojos	15

Ilustración 13. Interfaz módulo de gráficos: tabla

*Captura propia de la autora*

La última de las opciones nos permite comparar los datos tomados a lo largo de una semana de las diferentes estaciones del año.

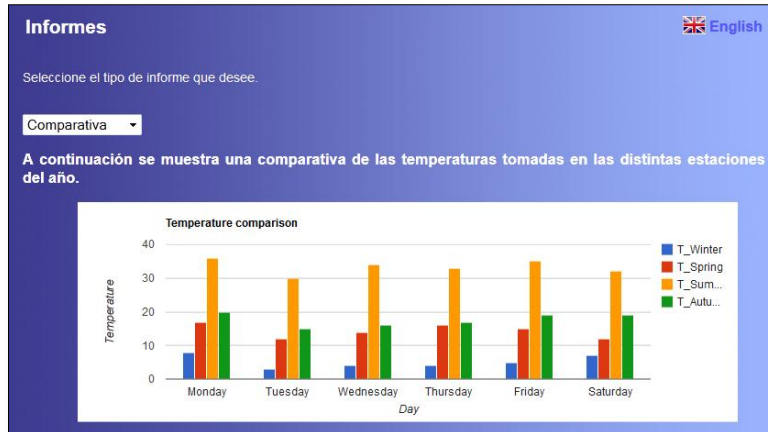


Ilustración 14. Interfaz módulo de gráficos: comparativa  
Captura propia de la autora

Finalmente, la interfaz del módulo de contacto incluirá un breve resumen de las funcionalidades del sitio web, así como la dirección de correo electrónico y el teléfono de contacto de los administradores.



Ilustración 15. Interfaz módulo de contacto  
Captura propia de la autora

### 3.3 Implementación

En este apartado se explicará cómo se ha implementado el proyecto en lo relativo al almacén de datos y a la aplicación web.

#### 3.3.1 Datasource

Si se consulta el API de *Google Fusion Tables* [9] se ve que las tablas de datos se pueden crear, modificar, acceder y eliminar mediante JavaScript y comandos SQL insertados en una URL. Sin embargo, en la aplicación web sólo se hará uso de los correspondientes a acceso de datos ya que, como se ha dicho anteriormente, sólo el administrador debe poder crear, modificar y eliminar información.

Las consultas son necesarias para obtener la salida de datos en el sistema de visualización y siguen la estructura a continuación definida:

```
SELECT <column_spec> {, <column_spec>}*  
FROM <table_id>  
  
{ WHERE <filter_condition> | <spatial_condition> { AND <filter_condition> }* }  
  
{ GROUP BY <column_name> {, <column_name>}* }  
  
{ ORDER BY <column_spec> { ASC | DESC } | <spatial_relationship> }  
  
{ OFFSET <number> }  
  
{ LIMIT <number> }
```

Ilustración 16. SQL Select  
Obtenida de la referencia [9]

Esta sentencia requiere al menos especificar las columnas (<column\_spec>) y el identificador de la tabla de la que se obtienen los datos. En la última versión de *Fusion Tables* <table\_id> está cifrado y es recomendable utilizarlo así, ya que se protege la información sensible. El resto de los campos son opcionales y permiten definir filtros, ordenar los datos, omitir un cierto número de filas de la tabla y limitar el número de filas devueltas.

A pesar de todas las posibilidades que nos ofrece el esquema, las consultas implementadas para obtener la información son bastante simples y no utilizan ninguna de las últimas cuatro opciones, debido a que el diseño ha sido realizado para facilitar la implementación.

En la siguiente sección se mostrarán imágenes de las consultas realizadas.

Respecto a la información almacenada en cada tabla, cabe destacar el formato de la columna *Location*. Examinando el API se encuentran tres posibles formas de indicar la localización:

- Una dirección, una ciudad, un país o cualquier descripción entendida por *Google Maps*.
- Coordenadas de latitud y longitud, utilizando grados decimales y separando los números con un espacio.
- KML: permite almacenar coordenadas de puntos, líneas y polígonos en una tabla.

Obviamente, se ha decidido utilizar la tercera alternativa, ya que da más posibilidades a la hora de crear mapas de calor. Para especificar un polígono en KML, se deben incluir las siguientes etiquetas:

```
<Polygon>
<outerBoundaryIs>
<coordinates> lng,lat[,alt] lng,lat[,alt] ... </coordinates>
</outerBoundaryIs>
</Polygon>
```

Ilustración 17. Polígonos en KML  
Obtenida de la referencia [9]

De esta forma, se han tenido que crear las zonas del mapa una a una y coordenada a coordenada. Una vez delimitadas las áreas, se subía el archivo con el KML (.csv) a *Fusion Tables*. Se puede consultar el Anexo II: Definición de las zonas del mapa para ver cómo quedó el contenido de la localización. Pese a ser muy laborioso e incluso tedioso, los resultados obtenidos merecen la pena, como se puede observar en <https://weatherapis.appspot.com/maps.html>.

Respecto al resto de los datos, se demuestra que se siguieron las especificaciones del diseño mostrando algunas capturas de las tablas finales.

Summer ▾	T_Summer ▾	Text ▾	Rain ▾
1/7/2011	36	Máximo	1
2/7/2011	30	Mínimo	5
3/7/2011	34		0.5
4/7/2011	33		2
5/7/2011	35		7
6/7/2011	32		4

Ilustración 18. Tabla para generar gráficos  
Captura propia de la autora

En la segunda tabla se han omitido filas por motivos de espacio, ya que en total son ciento cinco entradas.

Area ▼	Temperature ▼	Day ▼	Location ▼	Region ▼
1	19	1	kml...	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalag...
1	5	2	kml...	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalag...
1	25	3	kml...	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalag...
1	17	4	kml...	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalag...
1	21	7	kml...	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalag...
2	13	1	kml...	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias ...
2	11	2	kml...	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias ...
2	27	3	kml...	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias ...
2	10	4	kml...	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias ...
2	12	5	kml...	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias ...
2	13	6	kml...	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias ...
2	14	7	kml...	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias ...
3	19	1	kml...	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - N...
3	8	2	kml...	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - N...
3	31	3	kml...	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - N...
3	16	4	kml...	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - N...
3	18	5	kml...	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - N...
3	19	6	kml...	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - N...
3	21	7	kml...	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - N...
4	19	1	kml...	Parla - Fuenlabrada - Móstoles - Arroyomolinos - V...
4	6	2	kml...	Parla - Fuenlabrada - Móstoles - Arroyomolinos - V...
4	35	3	kml...	Parla - Fuenlabrada - Móstoles - Arroyomolinos - V...

**Ilustración 19. Tabla para generar mapas de calor y gráfico tipo tabla**  
*Captura propia de la autora*

### 3.3.2 Sistema de visualización

Ahora se detallará cómo se insertan mapas con el API de *Google Maps* (versión 3) y cómo se consigue dibujar gráficos con el API de *Google Charts*.

#### 3.3.2.1 Inserción de mapas

El primer paso para poder insertar mapas en la web es cargar el API de Google Maps. Así pues, será necesario incluir ciertas etiquetas en el `<head>` del archivo HTML, dependiendo de si lo que queremos es cargar el mapa de predicción meteorológica o el de calor.

En el primer caso, habrá que establecer algunas características mediante la etiqueta `<meta>`. Ésta especifica que el usuario no será capaz de modificar el tamaño del mapa. Después se procede a la carga del API y de la librería *Weather* de Google para ofrecer predicción meteorológica. En la imagen se muestra lo anterior.

```
<meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-scalable=no" >
<script type="text/javascript"
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?sensor=false&libraries=weather">
</script>
```

Ilustración 20. Etiquetas del <head> del mapa de predicción  
Captura propia de la autora

Si lo que se desea es insertar el mapa de calor, basta con cargar el API y las librerías jQuery y jQueryUI [27]. Esta última se utiliza para personalizar la ventana de información del mapa.

```
<script src="http://www.google.com/jsapi"></script>
<script type="text/javascript">
  google.load('maps', '3.4', {other_params:'sensor=false'});
  google.load('jquery', '1.6.0');
  google.load("jqueryui", "1.8.12");
</script>
```

Ilustración 21. Etiquetas del <head> del mapa de calor  
Captura propia de la autora

A continuación se inserta un <div> para que el mapa aparezca en pantalla. Estará en la parte de la página donde se quiera que aparezca el mapa y hará referencia a la hoja de estilo CSS para seleccionar las características del mapa a mostrar:

```
<div class="mapIndex" id="map"></div>
```

```
<div class="map" id="winter"></div>
<div class="map" id="spring"></div>
<div class="map" id="summer"></div>
<div class="map" id="autumn"></div>
```

```
div.map{
  color: #000000;
  height: 650px;
  width: 710px;
}

div.mapIndex{
  color: #000000;
  height: 650px;
  width: 810px;
}
```

Ilustración 22. Etiquetas y estilos de los diferentes mapas  
Captura propia de la autora

Lo siguiente es introducir el código de Google para cargar el mapa en la aplicación y posicionarlo en la zona deseada, este código será introducido en un fichero a parte del tipo \*.js.



```
function initialize() {  
  
    var madrid = new google.maps.LatLng(40.51345114483491,-3.7272491119802);  
  
    var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {  
        center: madrid,  
        zoom: 5,  
        mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP  
    });  
  
    var weatherLayer = new google.maps.weather.WeatherLayer({  
        temperatureUnits: google.maps.weather.TemperatureUnit.CELSIUS  
    });  
    weatherLayer.setMap(map);  
  
    var cloudLayer = new google.maps.weather.CloudLayer();  
    cloudLayer.setMap(map);  
}
```

Ilustración 23. Función de inicialización del mapa de predicción  
*Captura propia de la autora*

Como se puede ver, se establece cuál será el centro del mapa, el nivel de zoom y el tipo de mapa que se cargará por defecto. Después, se especifica que la librería *Weather* utilice como unidad de temperatura grados Celsius. Por último, se cargan las librerías *Weather* (proporciona los datos meteorológicos) y *Cloud* (inserta los iconos del tiempo).

Por otro lado, el mapa de calor requiere algo más de código (imagen de la página siguiente). Después de haber inicializado el mapa, se crea una nueva capa de *Fusion Tables* de forma que el esqueleto del mapa definido en la tabla se cargue.

A continuación se realiza la consulta donde se establece que se recuperen sólo los datos correspondientes a la estación seleccionada mediante el deslizador. Una vez obtenida la información, deshabilitamos la ventana de información que viene por defecto y coloreamos los polígonos del mapa según la temperatura.

Finalmente, llamamos a la función *infoWindow*, la cual se encargará de construir la ventana de información.

```
function spring() {
  var madrid = new google.maps.LatLng(40.51345114483491,-3.7272491119802);
  map = new google.maps.Map(document.getElementById('spring'), {
    center: madrid,
    zoom: 9,
    mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
  });

  layer = new google.maps.FusionTablesLayer({
    query: {
      select: 'Location',
      from: '1R063yDjsaG6LbxvItfROXM1-Oftixm8IvvpSgHc',
      where: 'Day=1'
    },
    map: map,
    suppressInfoWindows: true,
    styles: [{
      polygonOptions: {
        fillOpacity: 0.3
      }
    }, {
      where: 'Temperature <= 10',
      polygonOptions: {
        fillColor: "#008DFF"
      }
    }, {
      where: 'Temperature > 10 AND Temperature <= 14',
      polygonOptions: {
        fillColor: "#0000FF"
      }
    }, {
      where: 'Temperature > 14 AND Temperature <= 18',
      polygonOptions: {
        fillColor: "#00CCFF"
      }
    }, {
      where: 'Temperature > 18 AND Temperature <= 22',
      polygonOptions: {
        fillColor: "#66FF99"
      }
    }
  ]
});

  chart = '<iframe width="400" height="250" scrolling="no" frameborder="no" src="
  infoWindow(layer, map, chart);
}
```

Ilustración 24. Función de inicialización del mapa de calor  
Captura propia de la autora

La función *infoWindow* recibe tres parámetros: la capa de *Fusion Tables* personalizada, el identificador del *<div>* del mapa y el gráfico a insertar en la ventana.

Una vez creada la ventana de información es necesario asociar un evento al mapa para que permanezca a la escucha de clicks del usuario. Dicho evento se encargará de abrir una ventana e insertar la información en ella. Como se puede observar, en la ventana sólo se puede insertar HTML.

```
function infoWindow(layer, map, chart) {
    var infowindow = new google.maps.InfoWindow();

    google.maps.event.addListener(layer, 'click', function(e) {
        //Asignamos el contenido de la tabla de Fusion Tables a las diferentes pestañas
        var content = [
            '<div class="tabs" style="width:450px; height:400px;">',
            '<ul>',
            '  <li><a href="#tab-1"><span>Data</span></a></li>',
            '  <li><a href="#tab-2"><span>Chart</span></a></li>',
            '</ul>',
            '<div id="tab-1">',
            '  <p><b>Temperature: </b>' + e.row['Temperature'].value + ' &ordm;C </p>',
            '  <p><b>Region: </b>' + e.row['Region'].value + ' </p>',
            '  <p><b>Video feed: </b></p>',
            '  <p><iframe width="250" height="175" src="http://www.youtube.com/embed/gKpt:'
            '</div>',
            '<div id="tab-2">',
            '  <p><b>Timeline: </b></p>',
            '  <p>' + chart + '</p>',
            '</div>',
            '</div>'
        ].join('');

        infowindow.setContent(content);
        infowindow.setPosition(e.latLng);
        infowindow.open(map);
        if (firefox) {
            $(".tabs").tabs({ selected: 1 });
        }
        else {
            $(".tabs").tabs({ selected: 0 });
        }
    });
}
```

**Ilustración 25. Función de personalización de la ventana de información**  
*Captura propia de la autora*

La ventana de información consta de dos pestañas: la primera muestra la temperatura de la zona, las principales áreas que abarca y un vídeo que simula la grabación de una cámara de vigilancia IP; la segunda muestra la gráfica asociada a la estación elegida. En este caso, la gráfica es un *iframe* que contiene la consulta a *Fusion Tables*.

Por último, por problemas de compatibilidad, se establece una pestaña seleccionada por defecto según el navegador utilizado.

Respecto al deslizador mencionado anteriormente, permite elegir al usuario el mapa de la estación del año que desee mostrar. Este elemento es una de las nuevas características de HTML5 y sólo lo soporta el navegador de Google. Por ello, ha sido necesario crear una función que compruebe el navegador y cargue un deslizador personalizado en el caso de Mozilla Firefox.

En el caso de Firefox se utiliza la librería *Modernizr* [28]. Ésta se encarga de comprobar si el navegador utilizado soporta el deslizador de HTML5. En caso negativo, carga los estilos y scripts necesarios para poder mostrar un deslizador personalizado.

Una vez que la página ha cargado, entra en acción el evento *onDomReady*, el cual se encarga de mostrar el deslizador.

```
//En función del navegador, se desplazan las etiquetas del slider y se carga uno por defecto
if(/Firefox[\/\s](\d+\.\d+)/.test(navigator.userAgent)){
    firefox = true;
    document.getElementById('tabla0').style.display = 'none';
    document.getElementById('tabla1').style.display = 'block';
    //Se cargan las directivas de Modernizr
    Modernizr.load([
        //Comprobamos si el navegador puede mostrar el slider
        test: Modernizr.inputtypes.range,
        //Si no, se cargan los estilos y scripts
        nope: [
            'http://www.frequency-decoder.com/demo/fd-slider/css/fd-slider.mhtml.min.css',
            'http://www.frequency-decoder.com/demo/fd-slider/js/fd-slider.js'
        ],
        callback: function(id, testResult) {
            //Una vez cargado el slider, se lanza el evento onDomReady
            if("fdSlider" in window && typeof (fdSlider.onDomReady) != "undefined") {
                try { fdSlider.onDomReady(); } catch(err) {};
            };
        }
    ]);
}
else{
    firefox = false;
    document.getElementById('tabla0').style.display = 'block';
    document.getElementById('tabla1').style.display = 'none';
}
```

Ilustración 26. Función *initialize*  
Captura propia de la autora

Debido a que en cada navegador los deslizadores tienen tamaños diferentes ha sido necesario crear leyendas distintas para cada uno y mostrar la correspondiente. Los *display* del código de arriba se encargan de ello.

Finalmente, puesto que el usuario elige un mapa de forma exclusiva, es necesario ocultar los restantes. En este caso también recurrimos al *display*, como se ve en la imagen de la página siguiente.

```
//Se ocultan o muestran los mapas en función del valor del slider
function showMap(newValue){
  if(newValue == 1){
    value = 'Winter';
    document.getElementById('winter').style.display = 'block';
    document.getElementById('spring').style.display = 'none';
    document.getElementById('summer').style.display = 'none';
    document.getElementById('autumn').style.display = 'none';

  }else if(newValue == 2){
    value = 'Spring';
    document.getElementById('winter').style.display = 'none';
    document.getElementById('spring').style.display = 'block';
    document.getElementById('summer').style.display = 'none';
    document.getElementById('autumn').style.display = 'none';

  }else if(newValue == 3){
    value = 'Summer';
    document.getElementById('winter').style.display = 'none';
    document.getElementById('spring').style.display = 'none';
    document.getElementById('summer').style.display = 'block';
    document.getElementById('autumn').style.display = 'none';

  }else if(newValue == 4){
    value = 'Autumn';
    document.getElementById('winter').style.display = 'none';
    document.getElementById('spring').style.display = 'none';
    document.getElementById('summer').style.display = 'none';
    document.getElementById('autumn').style.display = 'block';

  }
}
```

Ilustración 27. Función *showMap*  
Captura propia de la autora

### 3.3.2.2 Inserción de gráficos

Al consultar el API de *Google Charts* [25] vemos la amplia variedad de gráficos que ofrecen. Sin embargo, tras múltiples pruebas con distintos gráficos se ha optado por utilizar la línea temporal, la tabla de información y el gráfico de columnas.

Lo primero que se debe hacer es cargar las librerías correspondientes y definir llamadas para dibujarlos una vez empiece a ejecutarse la página. Todo ello se realizará mediante JavaScript. Además, es necesario cargar jQuery y los estilos utilizados por Google para generar los gráficos. En la imagen siguiente se muestra todo lo explicado.

```

<script type="text/javascript" src="http://jqueryjs.googlecode.com/files/jquery-1.2.6.min.js"></script>
<link href="/apis/fusiontables/docs/samples/style/default.css" rel="stylesheet" type="text/css">
<script type="text/javascript" src="http://www.google.com/jsapi"></script>
<script type="text/javascript">
  google.load('visualization', '1', {'packages':['annotatedtimeline']});
  google.setOnLoadCallback(drawTimeline);

  google.load('visualization', '1', { packages: ['table'] });
  google.setOnLoadCallback(drawTable);

  google.load('visualization', '1', {packages: ['corechart']});
  google.setOnLoadCallback(drawGeneralChart);
</script>

```

Ilustración 28. Carga de librerías y estilos para generación de gráficos  
Captura propia de la autora

Al igual que se hizo con los mapas, es necesario reservar un espacio para los gráficos. De esta forma habrá tres `<div>`, uno para cada tipo. Asimismo, se integrarán listas desplegables con el objetivo de facilitar al usuario la elección del gráfico a generar.

Según la Ilustración 29, se han determinado diferentes funciones que respondan a los cambios en los menús desplegables. Se encuentran en un fichero aparte de extensión `*.js`.

```

<p>Seleccione el tipo de informe que desee.</p>
<br>
<select onchange="showDiv(this.value)">
  <option selected value="0"></option>
  <option value="1">Línea temporal</option>
  <option value="2">Tabla</option>
  <option value="3">Comparativa</option>
</select>

<div id="option1">
  <h3>Seleccione la estación.</h3>
  <select onchange="drawTimeline(this.value)">
    <option selected></option>
    <option value="1">Invierno</option>
    <option value="2">Primavera</option>
    <option value="3">Verano</option>
    <option value="4">Otoño</option>
  </select>
  <br><br>
  <div class="chart" id="timeline"></div>
</div>

<div id="option2">
  <div>
    <h3>Pruebe a ordenar y filtrar los resultados.</h3>
    <label>Estación:</label>
    <select id="day" onchange="drawTable();">
      <option selected value="0">Todas</option>
      <option value="1">Primavera</option>
      <option value="2">Invierno</option>
      <option value="3">Verano</option>
      <option value="4">Otoño</option>
    </select>
    <br><br>
    <div class="option2" id="visualization"></div>
  </div>
</div>

<div id="option3">
  <h3>A continuación se muestra una comparativa de</h3>
  <div class="columnChart" id="chart"></div>
</div>

```

Ilustración 29. Listas desplegables y gráficos  
Captura propia de la autora

Puesto que la forma de proceder en el archivo JavaScript es similar para los tres tipos de gráficos, sólo se explicará la generación de la tabla.

En primer lugar se prepara la consulta a *Fusion Tables*, filtrando los resultados mediante una condición: que pertenezcan a alguna de las cuatro estaciones del año. Después, se codifica, se añade a una URL y se manda.

```
function drawTable() {
  var query = "SELECT 'Temperature' as Temperature, " +
    "'Region' as Region, 'Area' as Area " +
    'FROM 1RO63yDjsaG6LbxvItfR0XM1-Oftixm8IvvpsgHc';
  var day = document.getElementById('day').value;
  if (day!=0) {
    query += " WHERE 'Day' = '" + day + "'";
  }else if(day == 0){
    query += " WHERE 'Day' > '" + day + "' AND 'Day' < '5'";
  }
  var queryText = encodeURIComponent(query);
  var gvizQuery = new google.visualization.Query(
    'http://www.google.com/fusiontables/gvizdata?tq=' + queryText);

  gvizQuery.send(function(response) {
    var table = new google.visualization.Table(
      document.getElementById('visualization'));
    table.draw(response.getDataTable(), {
      showRowNumber: true
    });
  });
}
```

Ilustración 30. Función drawTable  
Captura propia de la autora

Cuando se recibe la respuesta, creamos un gráfico de tipo tabla y lo asignamos al <div> correspondiente. También se especifica que se muestre el número de fila, para facilitar el análisis de la información al usuario. Puesto que *Fusion Tables* devuelve las consultas en un objeto *DataTable* no es necesario transformar los resultados.

### 3.4 Implantación

La fase de implantación de este proyecto ha sido muy breve, ya que *Google App Engine* ofrece multitud de alternativas para subir el código. Una que ha llamado el interés por sus posibilidades es el plugin existente para *Eclipse* [13], mostrado en la captura de abajo.

El siguiente paso es crear una aplicación en la cuenta de *GAE*. Para ello, se debe acceder a la siguiente dirección y autenticarse (<https://appengine.google.com/>). A continuación nos saldrá una pantalla con todas las aplicaciones creadas. Si no se tiene ninguna, pulsaremos en *Create Application* y se elegirá un identificador único para la aplicación. También se puede especificar un título y la restricción de accesos. En este caso, se permitirá que todos aquellos con una cuenta de Google puedan acceder.

**Create an Application**

You have 7 applications remaining.

**Application Identifier:**  
 .appspot.com

All Google account names and certain offensive or trademarked names may not be used as Application Identifiers. You can map this application to your own domain later. [Learn more](#)

**Application Title:**

Displayed when users access your application.

**Authentication Options (Advanced):** [Learn more](#)  
 Google App Engine provides an API for authenticating your users, including Google Accounts, Google Apps, and OpenID. If you choose to use this feature for some parts of your site, you'll need to specify now what type of users can sign in to your application:

- Open to all Google Accounts users (default)**  
 If your application uses authentication, anyone with a valid Google Account may sign in.
- Restricted to the following Google Apps domain:**  
  
 e.g. foo.com  
 If your application uses authentication, only members of this Google Apps domain may sign in. If your organization uses Google Apps, use this option to create an application (e.g. an HR tracking tool) that is only accessible to accounts on your Google Apps domain. This option cannot be changed once it has been set.
- (Experimental) Open to all users with an OpenID Provider**  
 If your application uses authentication, anyone who has an account with an OpenID Provider may sign in.

**Ilustración 31. Crear aplicaciones GAE**  
 Captura propia de la autora

Una vez creada, será accesible desde el menú, tal y como se muestra en la ilustración.

Applications Overview

https://appengine.google.com

@gmail.com | My Account | Help | Sign out

**My Applications**

« Prev 20 1-3 of 3 Next 20 »

Application	Title	Billing Administrator	Storage Scheme	Current Version
			High Replication	1
			High Replication	1
<a href="#">weatherapis</a>	Weather APIs		High Replication	1

You have 7 applications remaining. « Prev 20 1-3 of 3 Next 20 »

© 2008 Google | [Terms of Service](#) | [Privacy Policy](#) | [Blog](#) | [Discussion Forums](#) | [Project](#) | [Docs](#)

**Ilustración 32. Aplicaciones GAE**  
 Captura propia de la autora



Cada aplicación tiene su propia interfaz de control. En la página principal se puede observar el tráfico consumido, las peticiones recibidas, etc. Además, existe una sección que permite ver el contenido del almacén de datos, lo cual resulta muy útil.

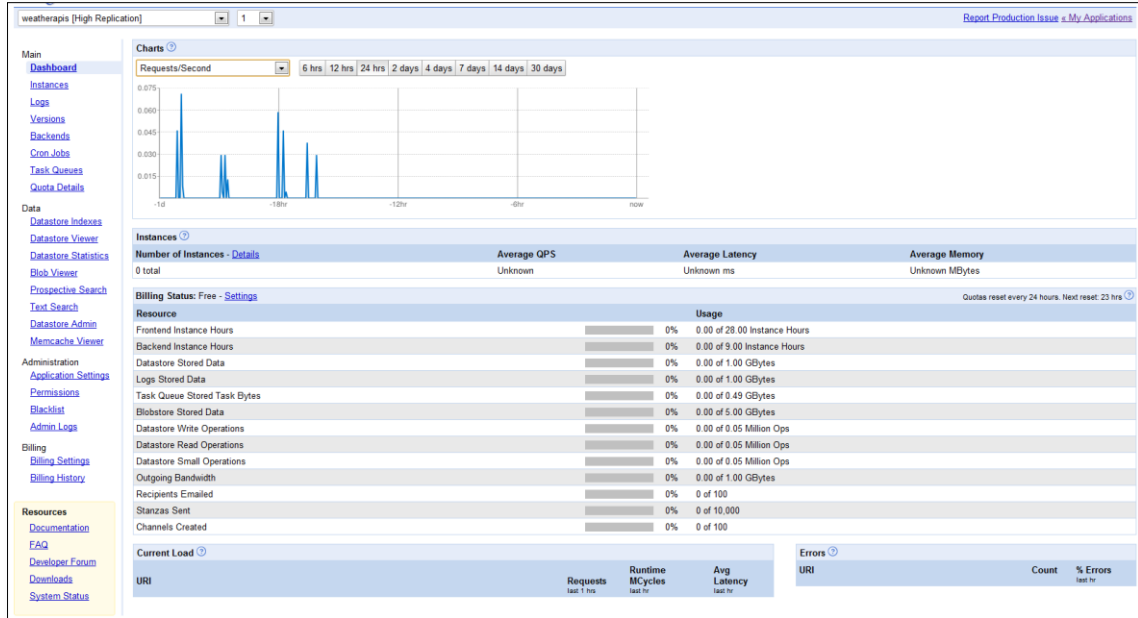


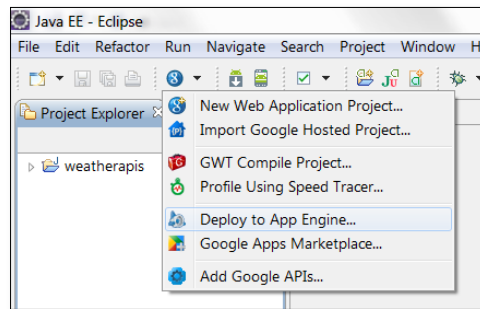
Ilustración 33. Dashboard aplicación GAE  
Captura propia de la autora

Una vez se tiene instalado el plugin de *Eclipse*, debemos autenticarnos en la cuenta creada de *App Engine*. Si todo sale bien, nuestra cuenta aparecerá en la esquina inferior izquierda de la ventana. Después, basta con crear el proyecto y copiar la estructura de la aplicación en él.



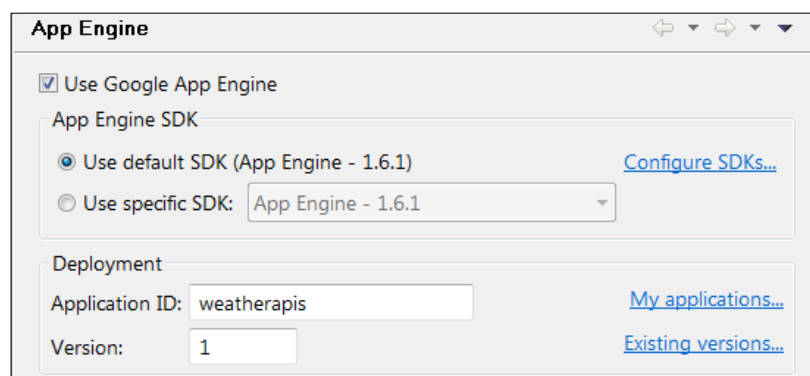
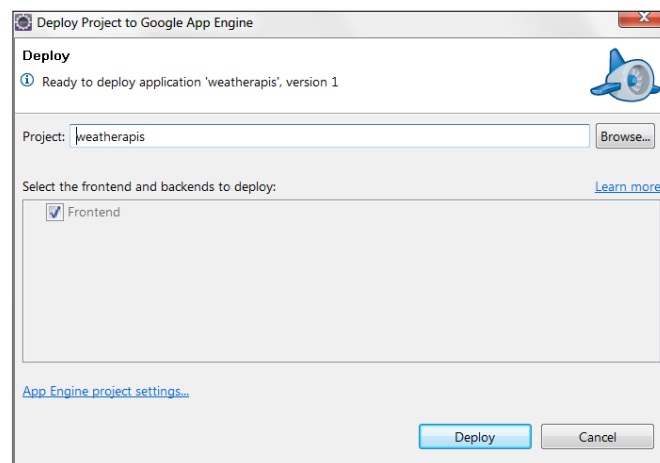
Ilustración 34, Plugin GAE  
Captura propia de la autora

Finalmente, pulsaremos sobre el icono del plugin y elegiremos la opción *Deploy to App Engine* para subir el proyecto.



**Ilustración 35. Deploy**  
*Captura propia de la autora*

En la ventana que se abra, se deberá elegir el proyecto a subir y especificar el identificador de la aplicación en las opciones (*App Engine project settings*). Ahora se debe pulsar *OK* y *Deploy*. Si todo va bien, nos saldrá un mensaje en la consola diciendo que la aplicación ha sido subida con éxito. A partir de este momento, se podrá acceder a ella en la dirección <https://weatherapis.appspot.com>.



**Ilustración 36. Opciones del deploy**  
*Captura propia de la autora*

### 3.5 Pruebas

Esta fase se realizó junto con la implementación, de forma que se pudiesen añadir nuevas funcionalidades una vez asegurado el funcionamiento de los aspectos básicos.

A continuación, se mostrarán breves descripciones de las pruebas realizadas, así como capturas de pantalla que demuestren el éxito de la etapa final de implementación.

#### 3.5.1 Predicción meteorológica

Una vez se consiguió mostrar el mapa con las librerías *Weather* y *Cloud* cargadas, se probó que siguiesen funcionando aún cambiando los parámetros del mapa, como el zoom (dentro de los límites establecidos por *Google Maps*), o el desplazamiento por diferentes zonas. Las siguientes capturas representan la carga inicial del mapa, la modificación del zoom y el desplazamiento por el mapa, respectivamente.

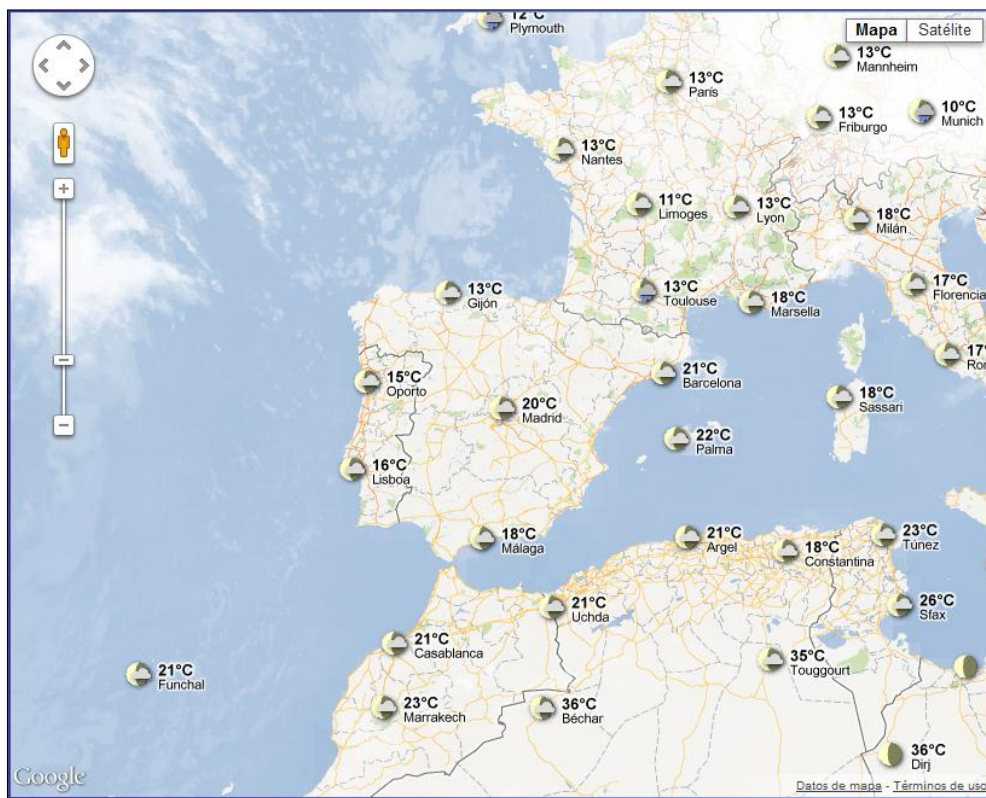


Ilustración 37. Carga inicial del mapa de predicción  
*Captura propia de la autora*

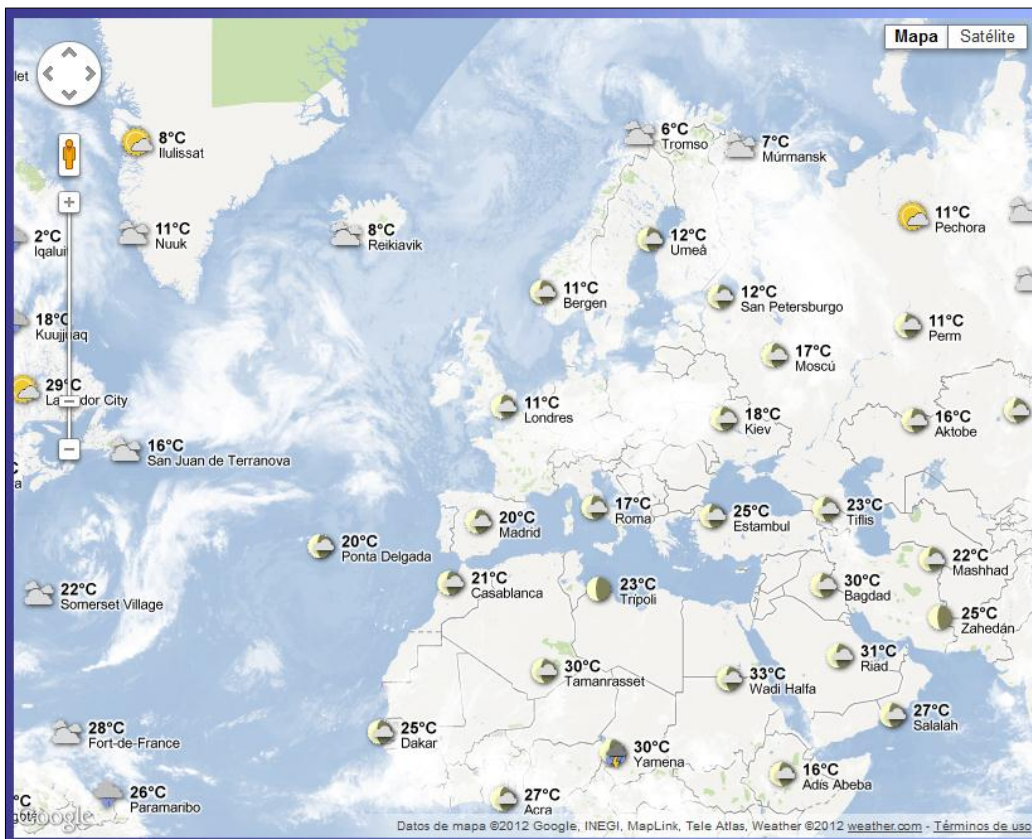
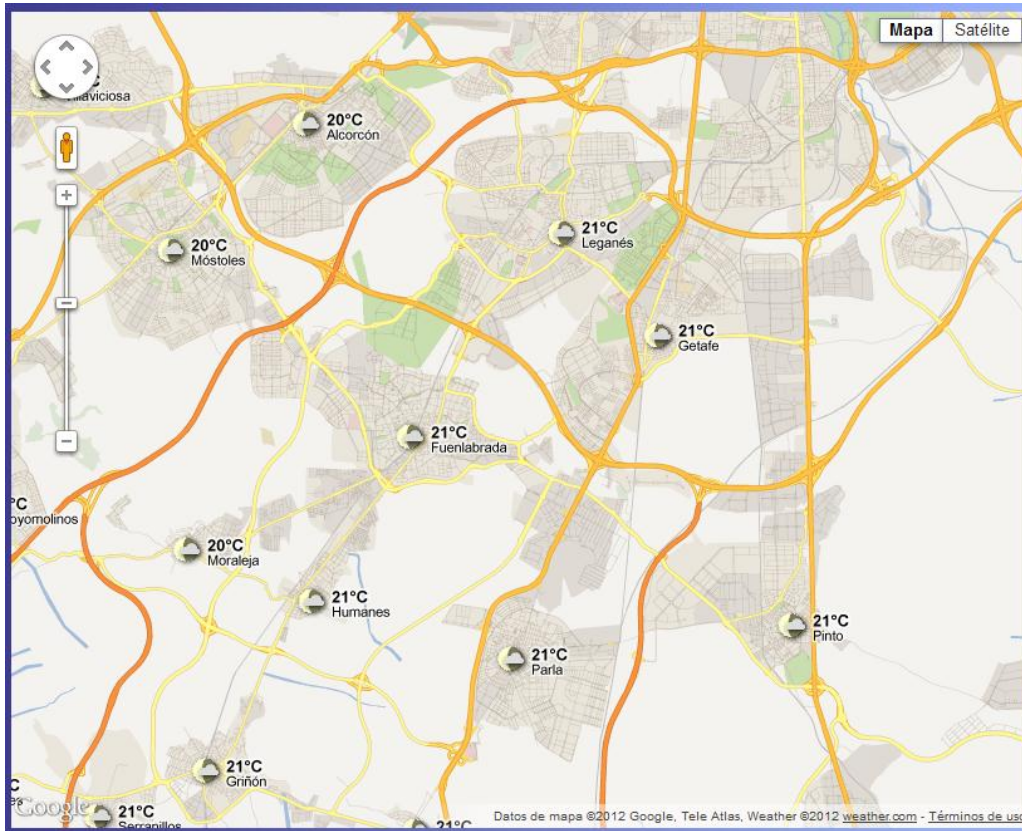


Ilustración 38. Modificación del zoom  
Captura propia de la autora

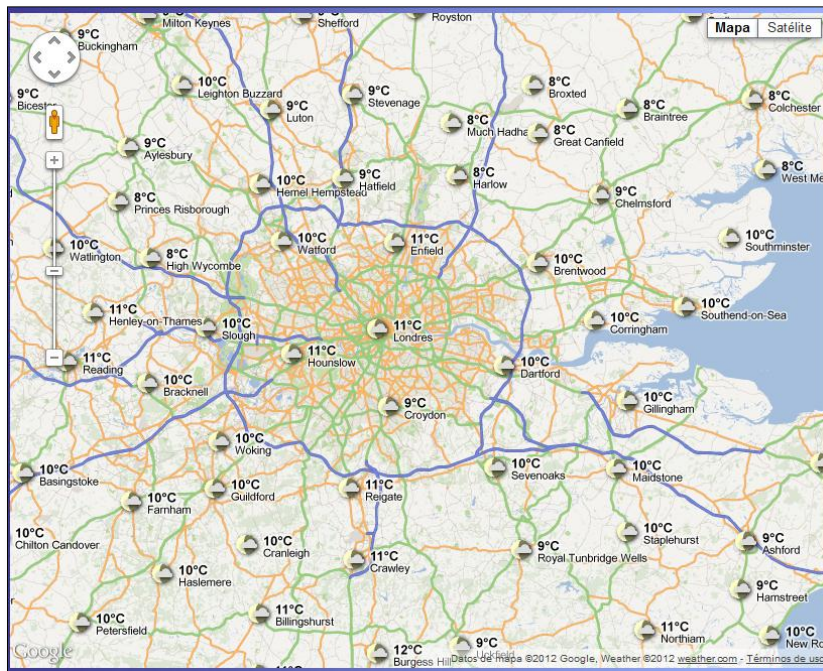
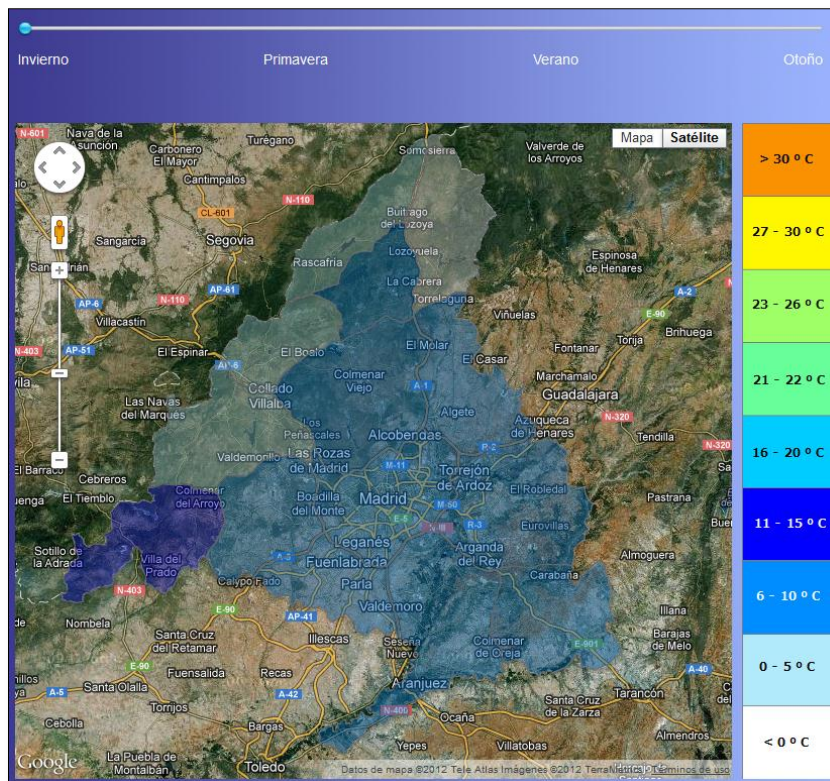
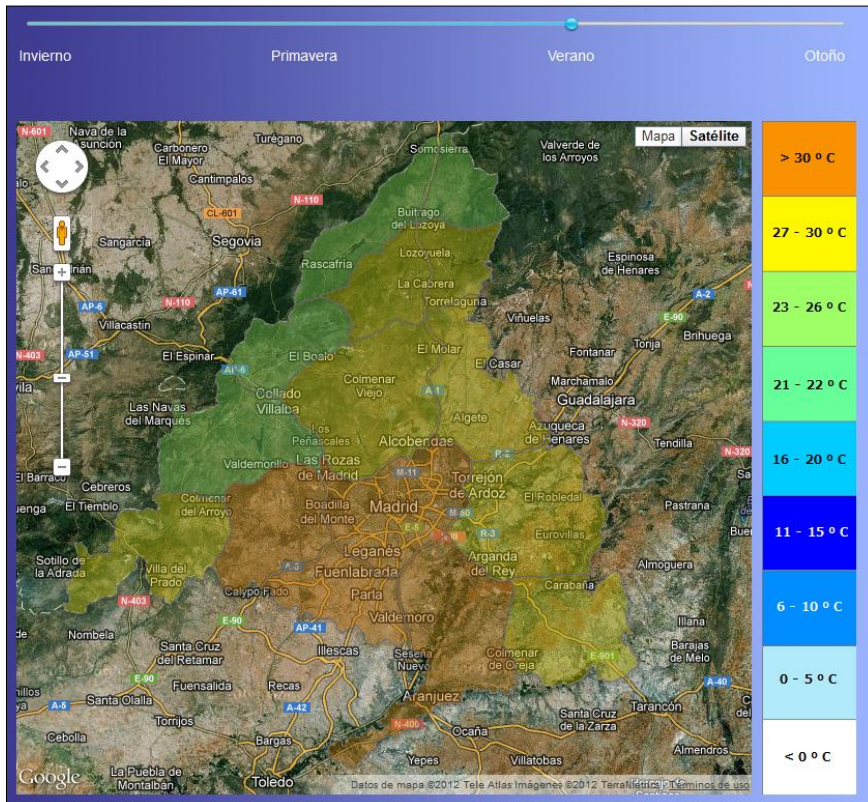
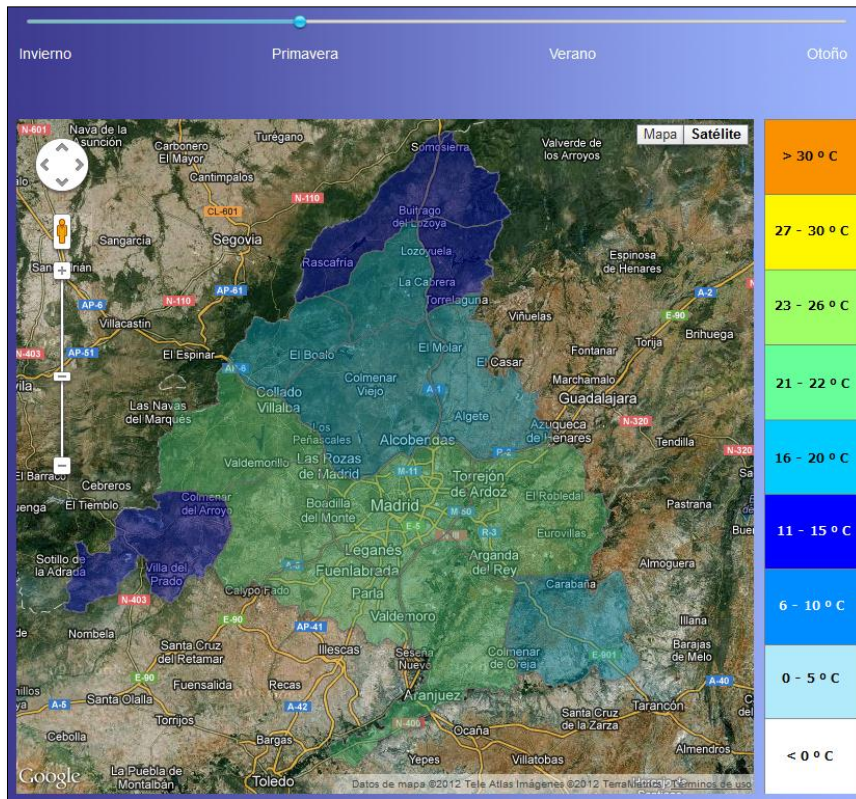


Ilustración 39. Desplazamiento por el mapa  
 Captura propia de la autora

### 3.5.2 Mapas de calor

Lo primero que se ha comprobado en este módulo es que el deslizador se mueve correctamente y que muestra el mapa correcto.





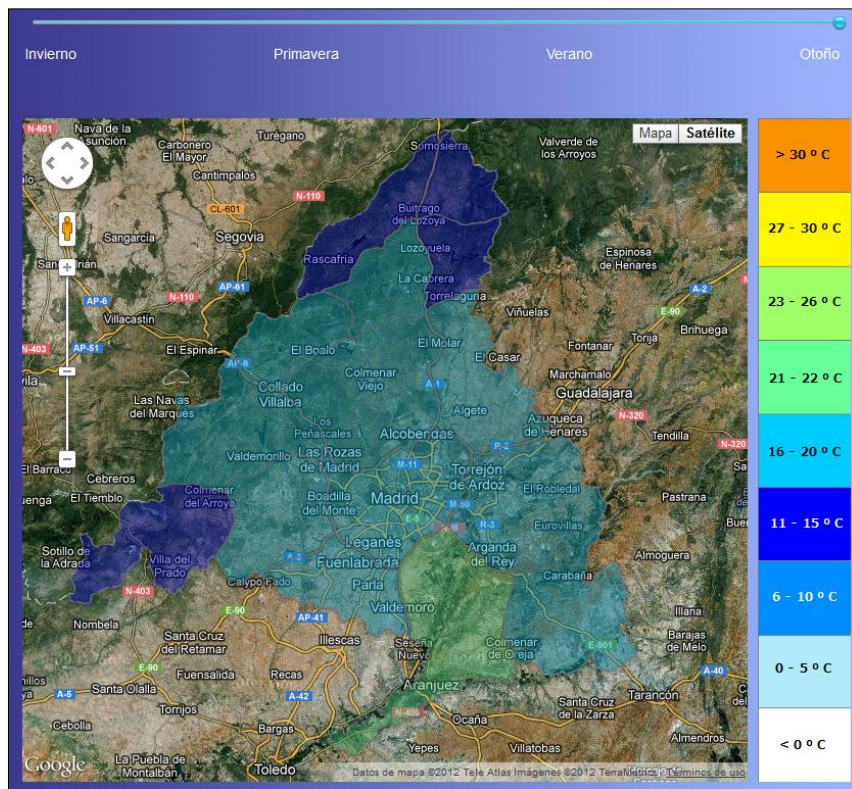
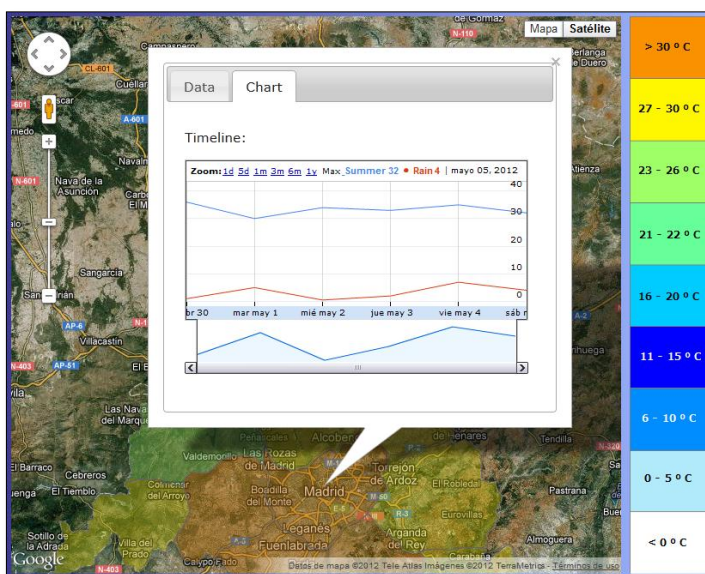


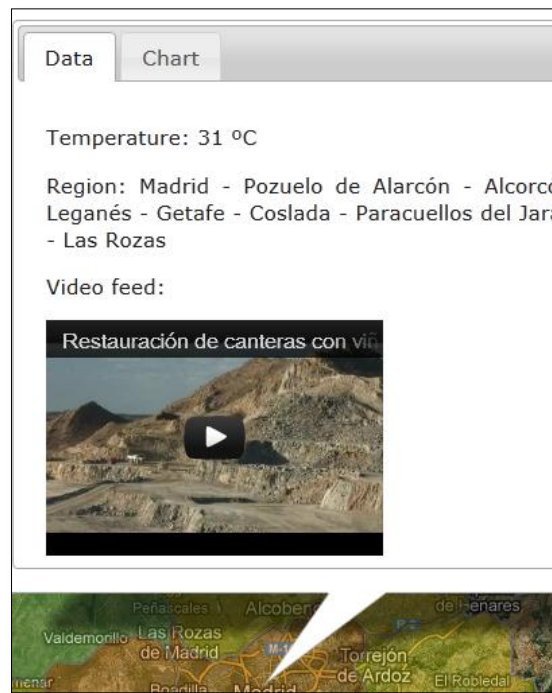
Ilustración 40. Mapas seleccionados correctamente  
Captura propia de la autora

Después, se comprobó en cada mapa que las ventanas se abrían al pinchar sobre una zona y que la información mostrada era correcta, comparándola con la existente en las tablas. Puesto que las pruebas eran iguales en todos los mapas y la información era correcta, se muestra solamente la prueba relativa al mapa de verano.



Summer ▾	T_Summer ▾
1/7/2011	36
2/7/2011	30
3/7/2011	34
4/7/2011	33
5/7/2011	35
6/7/2011	32

Ilustración 41. Gráficas correctas  
Captura propia de la autora



8	31	3	kml...	Madrid - Pozuelo de Alarcón - Alcorcón - Leganés - ...
---	----	---	--------	--

**Ilustración 42. Datos correctos**  
*Captura propia de la autora*

Finalmente, se probó a reproducir el vídeo que simula las cámaras de vigilancia IP.



**Ilustración 43. Reproducción del vídeo**  
*Captura propia de la autora*



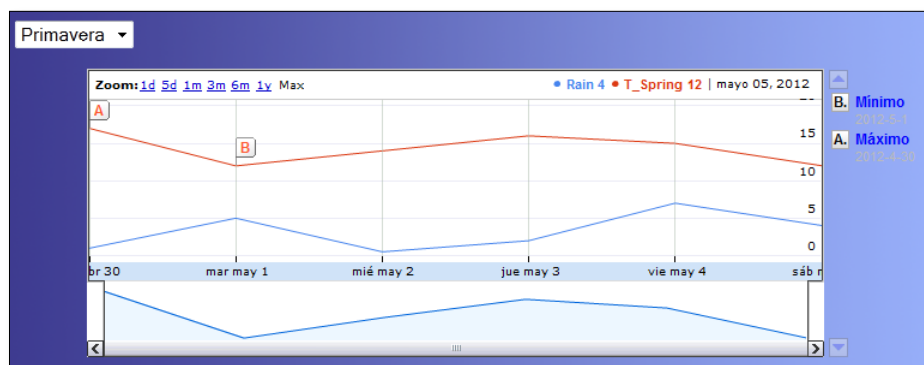
### 3.5.3 Gráficos

En esta sección se ha comprobado que todos los datos mostrados en cada gráfica sean los correspondientes a las tablas de *Google Fusion Tables*. Primero se mostrará una captura del gráfico y debajo los datos de la tabla que se consultan.



Winter ▾	T_Winter ▾
1/1/2012	8
2/1/2012	3
3/1/2012	4
4/1/2012	4
5/1/2012	5
6/1/2012	7

Ilustración 44. Gráfico y datos de invierno  
Captura propia de la autora



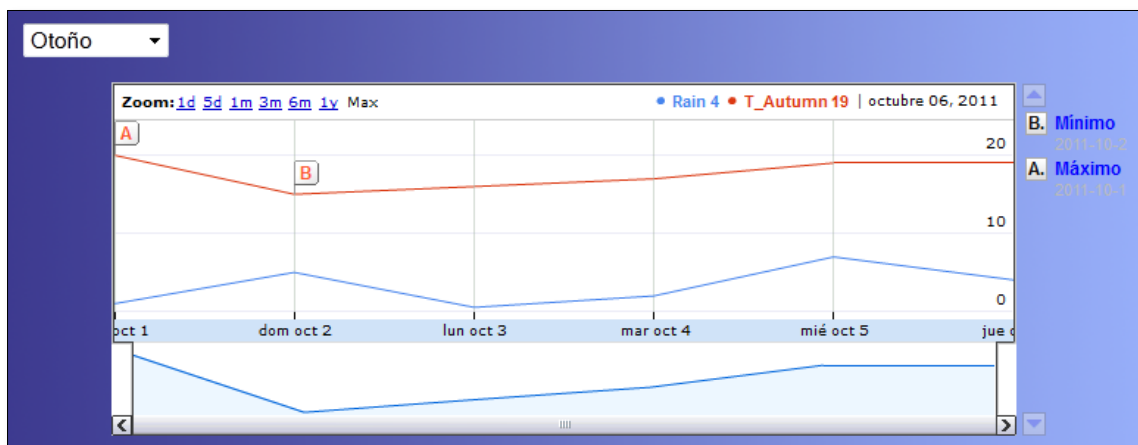
Spring ▾	T_Spring ▾
30/4/12	17
1/5/12	12
2/5/12	14
3/5/12	16
4/5/12	15
5/5/12	12

Ilustración 45. Gráfico y datos de primavera  
Captura propia de la autora



Summer ▾	T_Summer ▾
1/7/2011	36
2/7/2011	30
3/7/2011	34
4/7/2011	33
5/7/2011	35
6/7/2011	32

Ilustración 46. Gráfico y datos de verano  
Captura propia de la autora



Autumn ▾	T_Autumn ▾
1/10/2011	20
2/10/2011	15
3/10/2011	16
4/10/2011	17
5/10/2011	19
6/10/2011	19

Ilustración 47. Gráfico y datos de otoño  
Captura propia de la autora

Respecto a los gráficos de tipo tabla y la comparativa, las pruebas que se han realizado están relacionadas con la funcionalidad: en el primer tipo, se ha demostrado que se pueden filtrar y ordenar los resultados; en el segundo, se ha verificado que se muestre la temperatura de una columna cuando el ratón está situado encima de ella.

Tabla

Pruebe a ordenar y filtrar los resultados.

Estación:

	Temperature	Region	Area
1	5	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalagamella	1
2	11	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias - Colmenar del Arroyo	2
3	8	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - Navalcarnero	3
4	6	Parla - Fuenlabrada - Móstoles - Arroyomolinos - Valdemoro	4
5	10	San Martín de la Vega - Aranjuez - Ciempozuelos - Villaconejos	5
6	6	Perales de Tajuña - Colmenar de Oreja - Fuentidueña de Tajo - Brea de Tajo	6
7	8	Torrejón de Ardoz - San Fernando de Henares - Alcalá de Henares - Arganda del Rey - Nuevo Baztán	7
8	10	Madrid - Pozuelo de Alarcón - Alcorcón - Leganés - Getafe - Coslada - Paracuellos del Jarama - Las Rozas	8
9	7	Colmenar Viejo - Tres Cantos - Alcobendas - El Molar - Torrelodones	9
10	3	Cercedilla - Collado Villalba - Becerril de la Sierra	10
11	6	Algete - Valdetorres de Jarama - Meco - Valdeaver - Torremocha de Jarama	11
12	7	Miraflores de la Sierra - Guadalix de la Sierra - Garganta de los Montes - Soto del Real	12
13	-1	Berzosa del Lozoya - Patones - El Berrueco	13
14	0	Montejo de la Sierra - Prádena del Rincón - Buitrago del Lozoya	14
15	3	Rascafría - Lozoya - Braojos	15

Ilustración 48. Filtrar resultados  
Captura propia de la autora

Tabla

Pruebe a ordenar y filtrar los resultados.

Estación:

	Temperature	Region	Area
1	25	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalagamella	1
2	25	Rascafría - Lozoya - Braojos	15
3	26	Cercedilla - Collado Villalba - Becerril de la Sierra	10
4	26	Montejo de la Sierra - Prádena del Rincón - Buitrago del Lozoya	14
5	27	Pelayos de la Presa - San Martín de Valdeiglesias - Colmenar del Arroyo	2
6	27	Miraflores de la Sierra - Guadalix de la Sierra - Garganta de los Montes - Soto del Real	12
7	28	Colmenar Viejo - Tres Cantos - Alcobendas - El Molar - Torrelodones	9
8	28	Berzosa del Lozoya - Patones - El Berrueco	13
9	29	Algete - Valdetorres de Jarama - Meco - Valdeaver - Torremocha de Jarama	11
10	30	Perales de Tajuña - Colmenar de Oreja - Fuentidueña de Tajo - Brea de Tajo	6
11	30	Torrejón de Ardoz - San Fernando de Henares - Alcalá de Henares - Arganda del Rey - Nuevo Baztán	7
12	31	Villaviciosa de Odón - Villanueva de la Cañada - Navalcarnero	3
13	31	Madrid - Pozuelo de Alarcón - Alcorcón - Leganés - Getafe - Coslada - Paracuellos del Jarama - Las Rozas	8
14	35	Parla - Fuenlabrada - Móstoles - Arroyomolinos - Valdemoro	4
15	36	San Martín de la Vega - Aranjuez - Ciempozuelos - Villaconejos	5

Ilustración 49. Ordenar resultados  
Captura propia de la autora

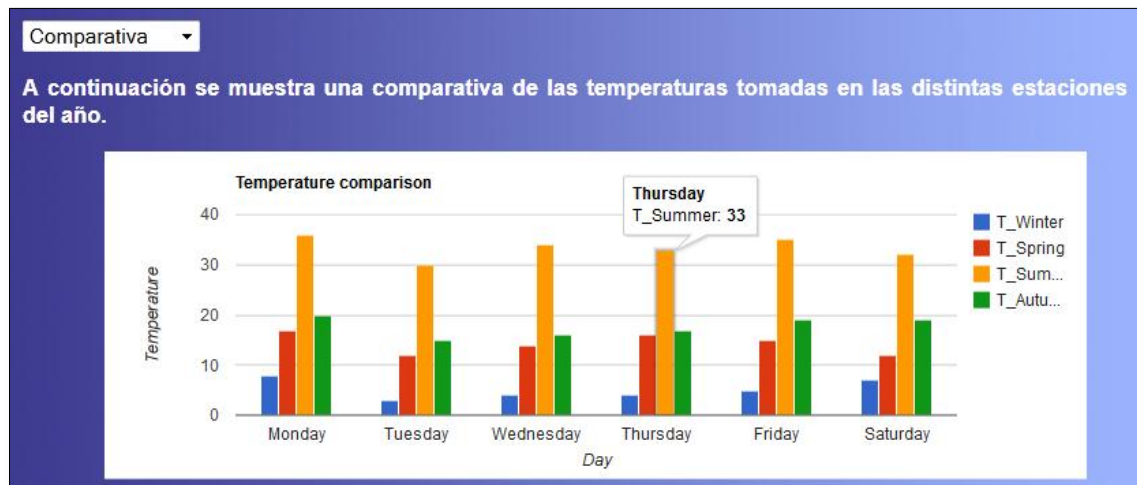


Ilustración 50. Display de la temperatura de la columna  
*Captura propia de la autora*

## 4 Planificación y presupuesto

En los siguientes apartados se explicará la planificación seguida y el presupuesto del sistema desarrollado. Por último, se incluirá el periodo de validez de la oferta y las garantías de ésta.

### 4.1 Planificación

A lo largo del proyecto se han seguido diferentes etapas, las cuales tenían una duración prevista. Sin embargo, por motivos de exámenes y prácticas se produjeron varios retrasos en el desarrollo del sistema. El cronograma siguiente mostraría la planificación seguida una vez producidas las desviaciones. No se han tenido en cuenta los fines de semana.

	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1	Inicio del proyecto	0 days?	1/02/12 8:00	1/02/12 8:00	
2	Estudio de viabilidad	7 days?	1/02/12 8:00	9/02/12 17:00	1
3	Documentación inicial	15 days?	10/02/12 8:00	1/03/12 17:00	2
4	<b>☐ Análisis</b>	5 days?	<b>2/03/12 8:00</b>	<b>8/03/12 17:00</b>	
5	Requisitos de usuario	1 day?	2/03/12 8:00	2/03/12 17:00	3
6	Casos de uso	1 day?	5/03/12 8:00	5/03/12 17:00	5
7	Requisitos software	3 days?	6/03/12 8:00	8/03/12 17:00	6
8	Consistencia del sistema	0 days?	8/03/12 17:00	8/03/12 17:00	7
9	<b>☐ Diseño</b>	9 days?	<b>9/03/12 8:00</b>	<b>21/03/12 17:00</b>	
10	Identificación de subsistemas	2 days?	9/03/12 8:00	12/03/12 17:00	8
11	Elaboración del modelo de datos	2 days?	13/03/12 8:00	14/03/12 17:00	10
12	Definición de interfaces de usuario	5 days?	15/03/12 8:00	21/03/12 17:00	11
13	<b>☐ Implementación</b>	47 days?	<b>22/03/12 8:00</b>	<b>25/05/12 17:00</b>	
14	<b>☐ Almacén de datos</b>	10 days?	<b>22/03/12 8:00</b>	<b>4/04/12 17:00</b>	
15	Definición KML	10 days?	22/03/12 8:00	4/04/12 17:00	10
16	<b>☐ Aplicación web</b>	37 days?	<b>5/04/12 8:00</b>	<b>25/05/12 17:00</b>	
17	Inserción de mapas	21 days?	5/04/12 8:00	3/05/12 17:00	15
18	Inserción de gráficos	16 days?	4/05/12 8:00	25/05/12 17:00	17
19	Implantación	1 day?	28/05/12 8:00	28/05/12 17:00	18
20	Pruebas	37 days?	6/04/12 7:00	28/05/12 17:00	15
21	<b>☐ Documentación del proyecto</b>	34 days?	<b>26/04/12 8:00</b>	<b>12/06/12 17:00</b>	
22	Introducción	34 days?	26/04/12 8:00	12/06/12 17:00	
23	<b>☐ Estado del arte</b>	17 days?	<b>27/04/12 8:00</b>	<b>21/05/12 17:00</b>	
24	Estudio previo	12 days?	27/04/12 8:00	14/05/12 17:00	3
25	Tecnologías usadas	4 days?	15/05/12 8:00	18/05/12 17:00	24
26	Marco regulador	1 day?	21/05/12 8:00	21/05/12 17:00	25
27	<b>☐ Fases de desarrollo</b>	10 days?	<b>22/05/12 8:00</b>	<b>4/06/12 17:00</b>	
28	Análisis	4 days?	22/05/12 8:00	25/05/12 17:00	26
29	Diseño	3 days?	28/05/12 8:00	30/05/12 17:00	28
30	Implementación	2 days?	31/05/12 8:00	1/06/12 17:00	29
31	Implantación	1 day?	4/06/12 8:00	4/06/12 17:00	30
32	Pruebas	1 day?	4/06/12 8:00	4/06/12 17:00	
33	Planificación y presupuesto	3 days?	5/06/12 8:00	7/06/12 17:00	32
34	Conclusiones y trabajos futuros	1 day?	8/06/12 8:00	8/06/12 17:00	33
35	Anexos	1 day?	11/06/12 8:00	11/06/12 17:00	34
36	Fin del proyecto	0 days?	12/06/12 7:00	12/06/12 8:00	35

Ilustración 51. Cronograma planificación  
Captura propia de la autora

Otro método de planificación es el diagrama de Gantt, una popular herramienta gráfica utilizada para mostrar el tiempo previsto de esfuerzo para realizar un trabajo. A pesar de que, en principio, el diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades, la posición de cada tarea a lo largo del tiempo hace que se puedan identificar dichas relaciones e independencias.

En la siguiente página se muestra el diagrama de Gantt asociado al cronograma anterior. Se debe tener en cuenta que cada día de trabajo corresponde a tres horas reales, excepto en las fases de:

- Documentación inicial, que corresponde a una hora de trabajo.
- Documentación del proyecto, que corresponde a una hora de trabajo durante los primeros veintiséis días y a diez horas diarias durante el resto de tiempo.

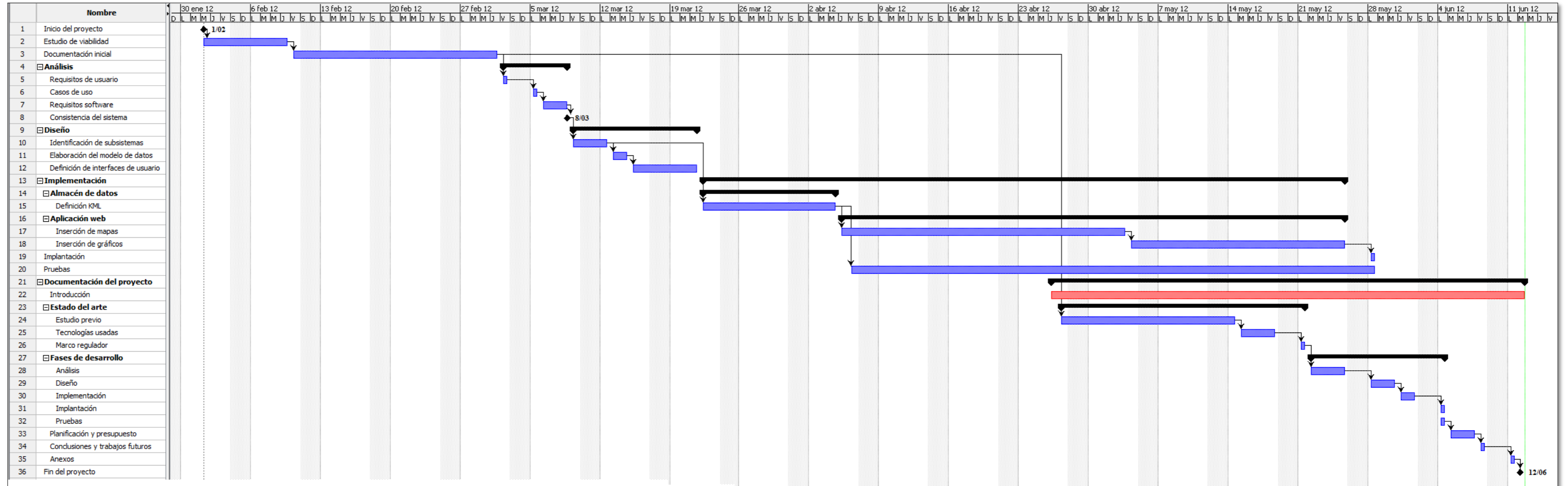


Ilustración 52. Planificación Gantt  
 Captura propia de la autora

## 4.2 Presupuesto

El propósito de este apartado es reflejar los gastos producidos a lo largo del desarrollo del proyecto. Como conclusión, se incluirán las diferentes formas de pago, condiciones de la garantía y el periodo de validez de la oferta.

### 4.2.1 Cálculo de costes

En las siguientes secciones se desglosarán los costes del proyecto. Finalmente, se mostrará un resumen y el coste final de la oferta.

#### 4.2.1.1 Resumen de personal

Los miembros del equipo que asumirán el control son los siguientes:

Cargo	Coste por hora	Horas empleadas*	Total
<b>Analista</b>	20 €	36	720 €
<b>Diseñador</b>	18 €	27	486 €
<b>Desarrollador</b>	17 €	144	2.448 €
<b>Responsable documentación</b>	15 €	121	1.815 €
<b>TOTAL</b>			<b>5.469 €</b>

Tabla 87. Resumen de personal

\* Desglose de horas:

- El analista se encargó de realizar el estudio de viabilidad y el análisis, para lo cual invirtió doce días (12\*3 horas diarias).
- El diseñador asumió el mando en la etapa de diseño, la cual duró nueve días (9\*3 horas diarias).
- El desarrollador acometió la fase de implementación, implantación y pruebas (48\*3 horas diarias).
- Finalmente, el responsable de la documentación trabajó durante las etapas de documentación inicial y documentación del proyecto, las cuales duraron quince y setenta y dos días respectivamente (15\*1 hora diaria + (26\*1 hora diaria + 8\*10 horas diarias)).



#### 4.2.1.2 Equipos

En este apartado se especifican los dispositivos necesarios para el desarrollo del proyecto, y sus respectivos precios.

Nombre	Precio unitario	Uds.	Nº meses	Periodo depreciación	% uso	Coste imputable*
<b>Portátil</b>	499,00 €	1	4.5	60	0,4	14,97 €
<b>Impresora</b>	95,00 €	1	4.5	60	0.1	0,72 €
<b>TOTAL</b>						<b>15,69 €</b>

Tabla 88. Equipos

\*Fórmula de cálculo de la amortización:

$$\frac{A}{B} * C * D$$

A = nº de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado

B = periodo de depreciación (60 meses)

C = coste del equipo (sin IVA)

D = porcentaje del uso que se dedica al proyecto sobre 1.

#### 4.2.1.3 Software

A continuación se muestra el software que será necesario para desarrollar el proyecto, junto con el coste asociado a las licencias de los mismos (en caso de existir).

Concepto	Licencias	Coste/licencia	Coste
<b>Microsoft Windows 7 Ultimate</b>	1	100,00 €	100,00 €
<b>Microsoft Office 2010 Profesional Plus</b>	1	180,00 €	180,00 €
<b>OpenProject</b>	1	0,00 €	0,00 €
<b>Visual Paradigm</b>	1	0,00 €	0,00 €
<b>Google Docs</b>	1	0,00 €	0,00 €
<b>Dropbox</b>	1	0,00 €	0,00 €
<b>Google App Engine</b>	1	0,00 €	0,00 €
<b>Notepad++</b>	1	0,00 €	0,00 €
<b>Eclipse</b>	1	0,00 €	0,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>280,00 €</b>

Tabla 89. Software

#### 4.2.1.4 Material fungible

En la siguiente tabla se muestran los bienes fungibles necesarios para completar el proyecto.

Concepto	Cantidad	Coste unitario	Total
<b>Discos vírgenes (CD/DVD)</b>	5	0,30 €	1,50 €
<b>Material de escritorio (bolígrafos, papel A4, cartuchos de tinta, etc.)</b>	1	99,00 €	99,00 €
<b>Memorias USB</b>	1	4,29 €	4,29 €
<b>TOTAL</b>			<b>104,79 €</b>

Tabla 90. Material fungible

#### 4.2.1.5 Costes indirectos

Los costes indirectos vienen dados por el consumo eléctrico.

Concepto	Coste
<b>Electricidad</b>	195,73 €
<b>TOTAL</b>	<b>195,73 €</b>

Tabla 91. Costes indirectos

#### 4.2.2 Resumen del presupuesto

A continuación mostramos una síntesis de todos los apartados anteriores.

Concepto	Coste total
<b>Personal</b>	5.469 €
<b>Equipos</b>	15,69 €
<b>Software</b>	280,00 €
<b>Material fungible</b>	104,79 €
<b>Costes indirectos</b>	195,73 €
<b>TOTAL</b>	<b>6.065,21 €</b>

Tabla 92. Resumen

Finalmente, añadimos el factor de riesgo (5%), el beneficio (20%) y el IVA (18%).

Concepto	Cantidad
<b>Coste total</b>	6.065,21 €
<b>Riesgo (5%)</b>	303,26 €
<b>Beneficio (10%)</b>	606,52 €
<b>Total sin IVA</b>	<b>6.975,00 €</b>
<b>IVA (18%)</b>	1.255,50 €
<b>TOTAL</b>	<b>8.230,50€</b>

Tabla 93. Presupuesto

#### 4.2.3 Periodo de validez

La oferta anteriormente presentada tendrá un periodo de validez de un año partir del 15 de junio de 2012.

#### 4.2.4 Condiciones de la garantía

Al firmar el contrato, el cliente está conforme con las garantías ofrecidas:

- Se garantiza por un año a partir de la fecha de entrega del proyecto, el funcionamiento del mismo contra cualquier defecto en su implementación (fallos de memoria, ralentización de los equipos, etc).
- Durante el periodo de garantía habrá un responsable encargado de solucionar los posibles errores que se puedan producir.
- Se incluye la reparación del producto sin cargo alguno para el cliente.
- El producto será entregado al cliente en los plazos pactados con el mismo, salvo causa de fuerza mayor.
- Cuando dicha garantía finalice, ésta podrá ser prorrogada por el cliente previo acuerdo económico para continuar el mantenimiento y la reparación de errores en el sistema.
- Debido a los avances tecnológicos, el cliente poseerá la opción de contratar los servicios del desarrollador para incluir mejoras o adaptaciones en el sistema.

Esta garantía no será válida bajo las siguientes condiciones:

- Cuando esta póliza manifestara claros signos de haber sido alterada en los datos originales consignados a ella.
- Cuando el uso, cuidado y operación del sistema no haya sido de acuerdo a las instrucciones dadas.
- Cuando el código fuente de la aplicación haya sido modificado sin supervisión alguna por parte del desarrollador.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

En este último apartado se comentarán las conclusiones sacadas del desarrollo del proyecto e interesantes trabajos futuros que mejorarían considerablemente el sistema de visualización.

### 5.1 Conclusiones

El proyecto comenzó con la idea de realizar un mapa de calor que reflejase las temperaturas medidas por una red de sensores. Primeramente, se pensó en realizar un *crawler* para obtener datos de manera automática, pero dada la limitación de tiempo no se pudo seguir esa línea.

Analizando las alternativas de representación cartográfica, *Google Maps* es la que mejor se adecuaba a las restricciones expuestas, debido a sus continuas actualizaciones, al mantenimiento del API y a su carácter gratuito. Además, en su última versión arreglaron problemas de compatibilidad del contenido de las ventanas de información, por lo que se podían introducir gráficas de *Google Charts* en el mapa.

Así pues, el proyecto siguió una dinámica espiral en la que se iban añadiendo funcionalidades según se cumplían los objetivos. Un ejemplo de esto es la capa de predicción de tiempo ofrecida por Google y sacada recientemente. Era fácil de utilizar y además la información proporcionada se actualizaba en tiempo real, por lo que terminó convirtiéndose en un módulo importante del sistema.

Uno de los principales problemas que se encontraron durante la implementación, fue la escasa compatibilidad de los nuevos elementos de HTML5. Esto obligó a investigar en busca de alguna solución que permitiese detectar si el navegador soportaba dicha característica y, en caso negativo, cargar estilos que permitiesen definirlo.

Respecto a la documentación, es la primera vez que se realizaba un proyecto de este calibre, por lo que al principio costó adaptarse. Sin embargo, una vez finalizado y observando la rúbrica, se puede decir que el sistema implementado está bien documentado, puesto que:

- Se ha seguido una estructura precisa, con el objetivo de facilitar la lectura.
  - El índice creado sigue un esquema lógico que guía al lector a través de las distintas fases del proyecto, otorgándole una visión clara de lo expuesto.
- Se ha procurado buscar información de fuentes solventes, que otorguen calidad al documento.

- Tal y como se puede ver en la bibliografía, se ha recurrido a sitios específicos que ofrezcan información verídica sin contaminar (Gobierno de Estados Unidos, Google Developers, charlas y trabajos de investigación de otras universidades, etc.).
- Se ha cuidado el lenguaje y la referenciación de las ilustraciones.
  - En cada imagen se indica el lugar del cual se ha sacado.
- Se ha realizado un estudio de viabilidad con las alternativas más representativas del mercado actual.
  - En el estado del arte se pueden encontrar diferentes comparativas de las opciones explicadas, así como la elección de la solución que mejor se ajusta a las restricciones del cliente.
- La solución diseñada e implementada cumple con los requisitos propuestos por el cliente.
  - Durante las fases de diseño e implementación se consultaban constantemente los requisitos del análisis, para asegurarse de que lo desarrollado seguía las especificaciones del cliente y satisfacía sus necesidades.
- Se incluye un presupuesto detallado del proyecto, así como el periodo de validez de la oferta y sus garantías.
  - Justo después de la planificación, se realizó un desglose de los costes del proyecto (personal, equipos, software, material fungible e indirectos) y se establecieron los términos de la garantía y la fecha a partir de la cual no sería válida la oferta

Además de lo anterior, cabe destacar que en este proyecto se han podido aplicar conocimientos adquiridos durante la carrera (relativos a la programación, usabilidad de interfaces, bases de datos y documentación de trabajos).

Finalmente, remarcar el valor añadido que ha supuesto realizar aportaciones propias, como el deslizador para dar sensación de continuidad temporal en los mapas de calor, o el vídeo simulando una cámara de vigilancia IP, y aprender la dinámica y multitud de funcionalidades de las herramientas de Google, utilizándolas para un proyecto serio.

## 5.2 Trabajos futuros

A medida que se desarrollaba el sistema, se pensó en diferentes funcionalidades que, por falta de tiempo, no se pudieron implementar. A continuación se expondrán brevemente para resaltar la calidad que podría llegar a tener el sistema de visualización desarrollado.

### 5.2.1 Almacenamiento de datos

Pese a que la actual configuración de las tablas de datos cumple con los objetivos propuestos al inicio, puede ser un inconveniente si la aplicación comienza a ser utilizada por más de una empresa. Por ello, aunque *Google Fusion Tables* no es considerada una base de datos en sí, se propone un modelo relacional para ayudar a entender la posible nueva estructura.

En caso de que nuevas empresas solicitasen utilizar el sistema desarrollado para visualizar sus datos, habría que realizar un pequeño reajuste en las tablas para dar cabida a los nuevos usuarios. Así pues, sería necesario crear una tabla *Usuario* que almacenase su cuenta de *Gmail* (*User*) y contraseña (*Password*), para que la aplicación gestione la autenticación ante Google y pueda realizar consultas a las tablas que tengan acceso. De esta forma, habrá que crear una tabla que almacene la correspondencia de usuarios y tablas (*Tablas*).

Finalmente, las antiguas tablas *Mapa e Informe* se remodelarían para que existiese relación entre ellas y fuese más eficaz el acceso a los datos.

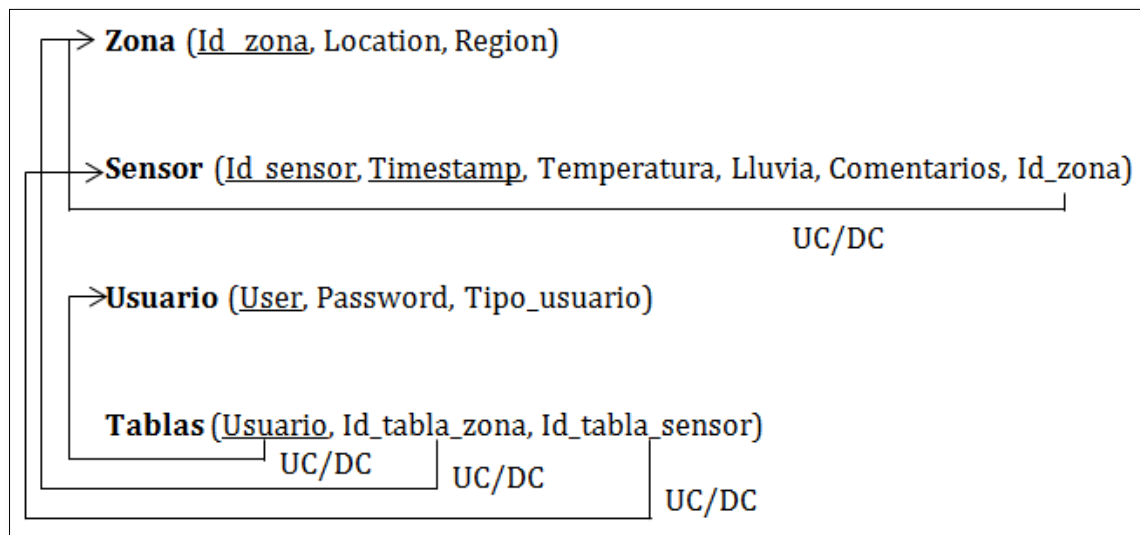


Ilustración 53. Modelo relacional mejorado  
Captura propia de la autora

Una segunda opción como almacén de datos sería hacer uso del *Datastore* de *Google App Engine*. No sería una base de datos relacional, pero permitiría obtener la información de manera más eficiente y se seguiría cumpliendo con el requisito de restricción que especificaba el deseo del cliente de evitar instalaciones.

### 5.2.2 Aplicación web

Una funcionalidad que mejoraría bastante la aplicación sería la incorporación de una interfaz exclusiva de administradores que permitiese la inclusión y modificación de los datos, bien sea en *Google Fusion Tables* o en el *Datastore* de *GAE*, evitando tener que iniciar sesión en *Google Docs*.

Debido al corto periodo asignado para el proyecto, no se ha podido incluir, aunque se tuvo en mente casi desde el principio.

### 5.2.3 Aplicaciones en otros entornos

Después de haber implementado las mejoras anteriores, se podría adaptar la interfaz de la aplicación para dispositivos móviles, de manera que fuese accesible a todo el mundo en cualquier lugar.

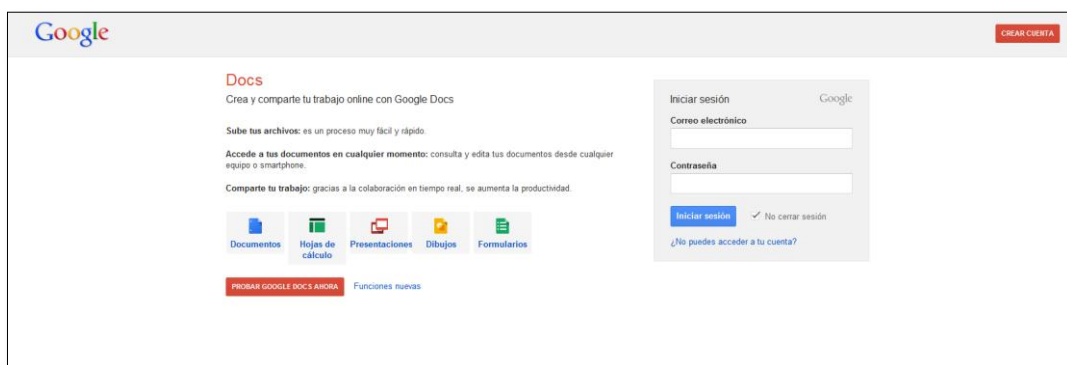
Otra opción sería crear una aplicación específica para Android ICS que facilitase al cliente la consulta de los valores de los sensores a través de su smartphone.

## 6 Anexo I: Manual de administrador

Compruebe que tiene una cuenta de Google creada y que utiliza Google Chrome o Mozilla Firefox como navegador. Se recomienda actualizar a las últimas versiones. Después, comience la lectura del manual.

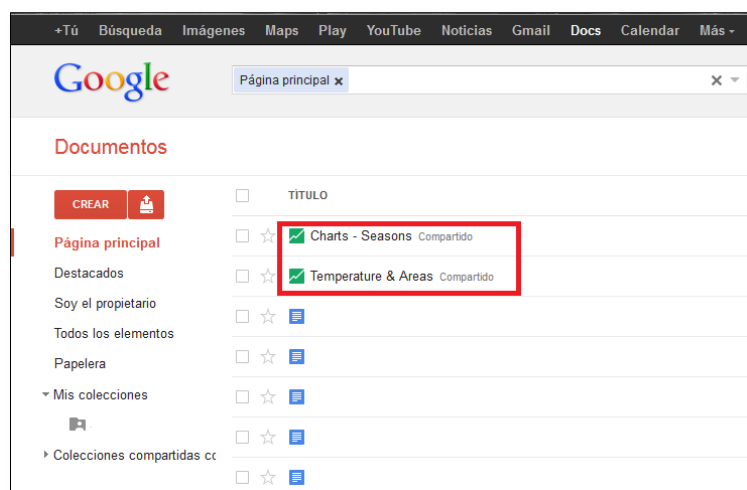
### 6.1 Añadir datos.

1. Acceda a *Google Docs* utilizando su cuenta de correo.



**Ilustración 54. Acceso a Google Docs**  
*Captura propia de la autora*

2. Busque las tablas con los datos de los sensores. Si no las encuentra, solicite permiso al autor del manual.



**Ilustración 55. Tablas**  
*Captura propia de la autora*



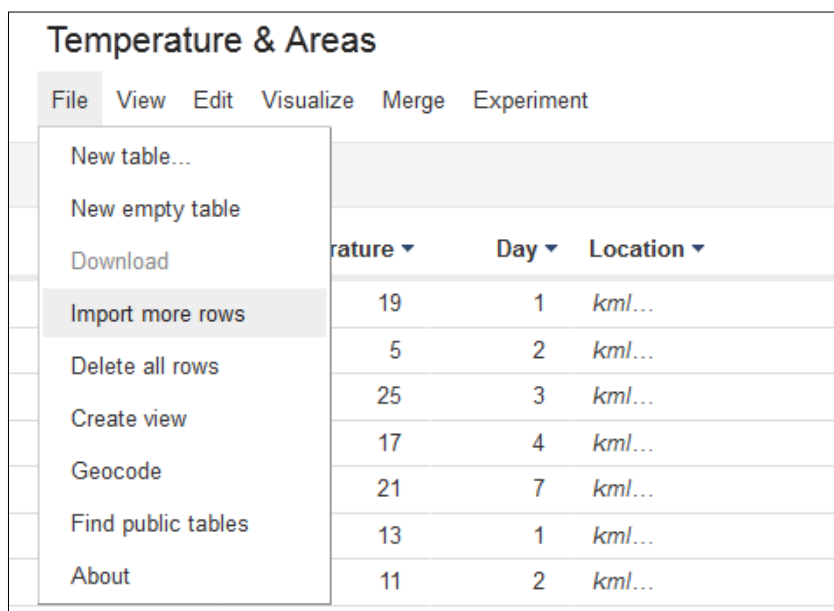
3. Una vez haya conseguido visualizarlas, puede añadir datos de varias formas:

3a. Directamente en la tabla, haciendo click en una celda y escribiendo el valor.

Spring ▾	T_Spring ▾
30/4/12	17
1/5/12	12
2/5/12	Insertar valor...
3/5/12	16
4/5/12	15
5/5/12	12

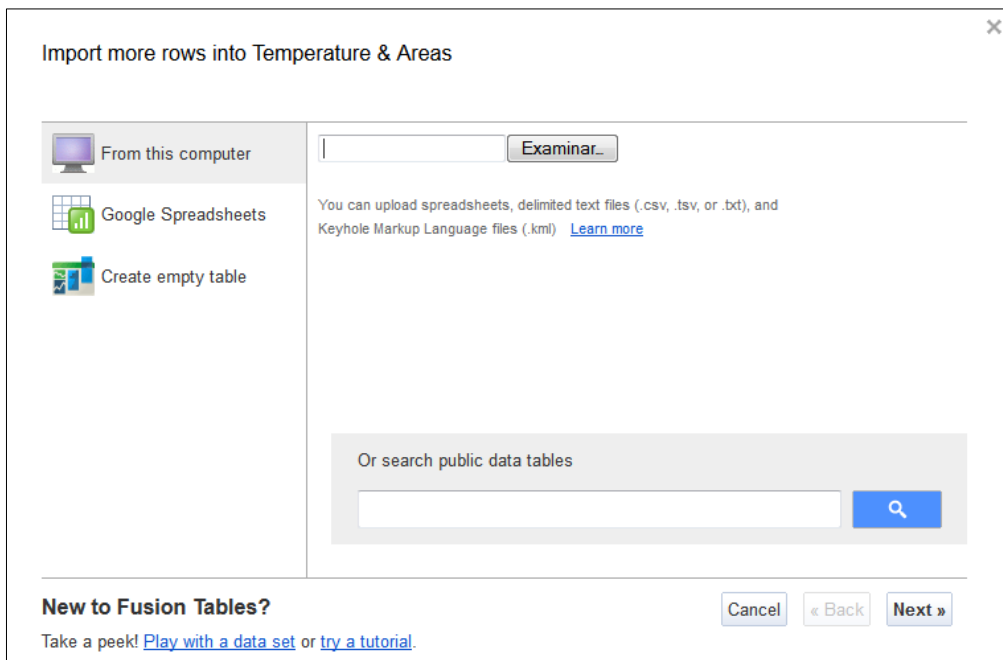
**Ilustración 56. Añadir datos**  
*Captura propia de la autora*

3b. Subiendo un fichero de Excel en *File->Import more rows*.



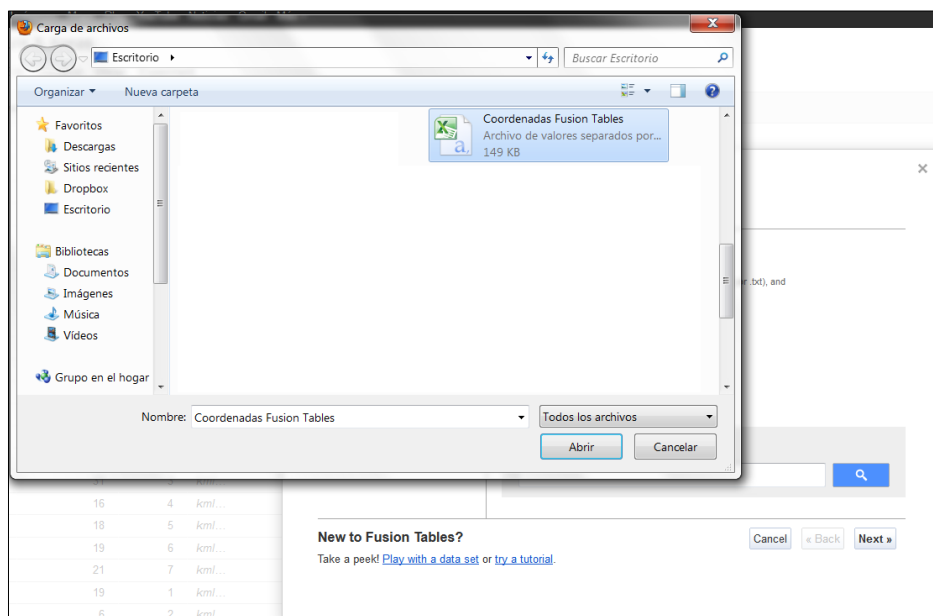
**Ilustración 57. Importar filas**  
*Captura propia de la autora*

4b. Saldrá una ventana como esta.



**Ilustración 58. Importar fichero**  
*Captura propia de la autora*

5b. Seleccione el fichero de extensión \*.csv que desea importar. Pulse primero en *Abrir*.



**Ilustración 59. Seleccionar fichero**  
*Captura propia de la autora*

6b. Seleccione el carácter separador utilizado en el archivo. Pulse *Next*.

Import more rows into Temperature & Areas

From this computer

Separator character  Comma  Tab  Colon  Other

Character encoding

You can upload spreadsheets, delimited text files (.csv, .tsv, or .txt), and Keyhole Markup Language files (.kml) [Learn more](#)

Or search public data tables

**New to Fusion Tables?**

Take a peek! [Play with a data set](#) or [try a tutorial](#).

**Ilustración 60. Seleccionar carácter separador**  
*Captura propia de la autora*

7b. Seleccione las columnas que desea importar y pulse *Finish*.

Import more rows into Temperature & Areas

Existing columns

	Area	Temperature	Day	Location	Region
1	1	19	1	<Polygon> <outerBoundaryls <LinearRing> <coordinates...	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalag...
2	1	5	2	<Polygon> <outerBoundaryls <LinearRing> <coordinates...	El Escorial - Colmenarejo - Valdemorillo - Navalag...

Select matching columns in new file

	Area	Geometry
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
1	Pelayos de la Presa	<Polygon><outerBoundaryls> <LinearRing><coordinates...
2	Villaviciosa de Odón	<Polygon><outerBoundaryls> <LinearRing><coordinates...

**New to Fusion Tables?**

Take a peek! [Play with a data set](#) or [try a tutorial](#).

**Ilustración 61. Seleccionar columnas**  
*Captura propia de la autora*

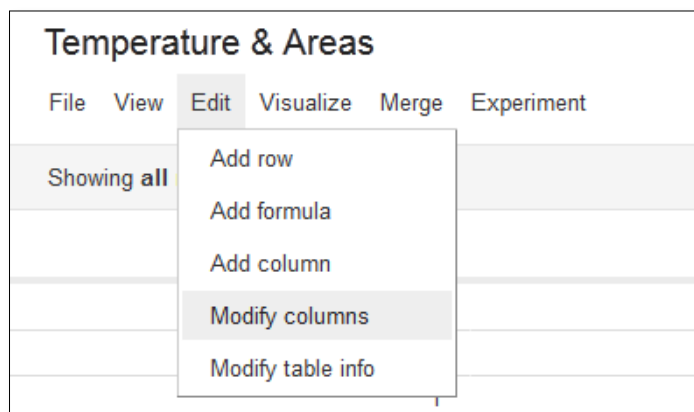
Tras estos pasos ya tendríamos las tablas pobladas con las mediciones realizadas por los sensores.

## 6.2 Eliminar datos

Existen diferentes formas para borrar datos, por columnas, por filas o todo el contenido.

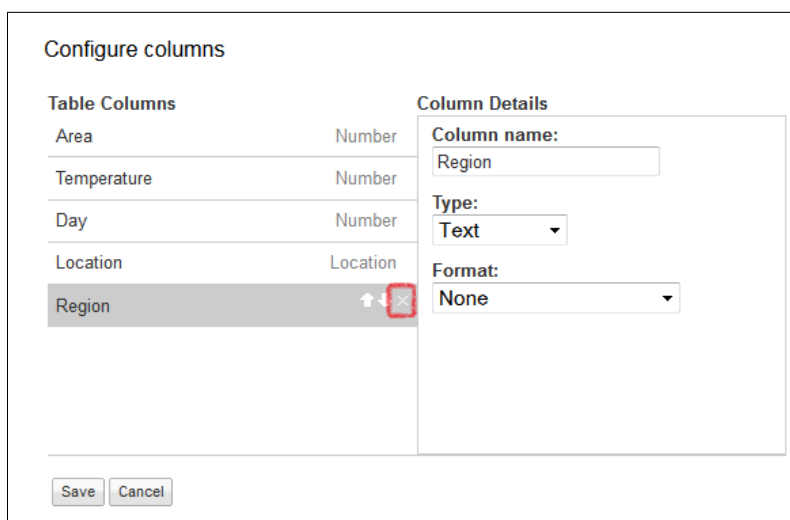
### 6.2.1 Columnas

1. Diríjase a Edit->Modify columns



**Ilustración 62. Editar columnas**  
*Captura propia de la autora*

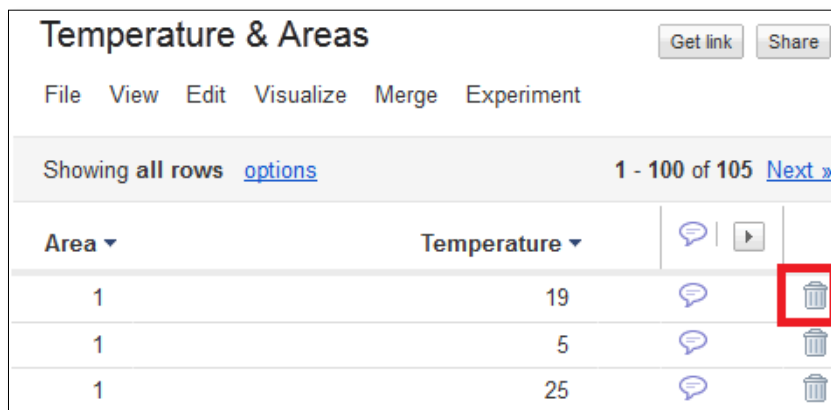
2. Seleccione la columna que desea eliminar. Pulse sobre la x y guarde los cambios.



**Ilustración 63. Eliminar columnas**  
*Captura propia de la autora*

### 6.2.2 Filas

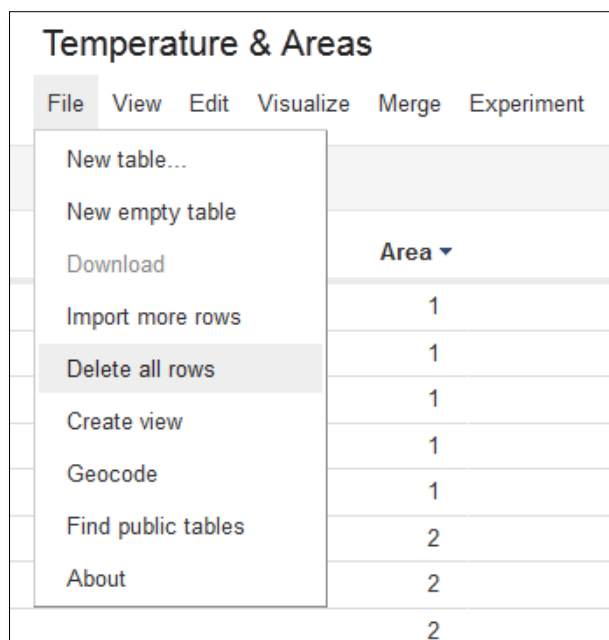
Pulse sobre el icono de la papelera y la fila será borrada.



**Ilustración 64. Eliminar filas**  
 Captura propia de la autora

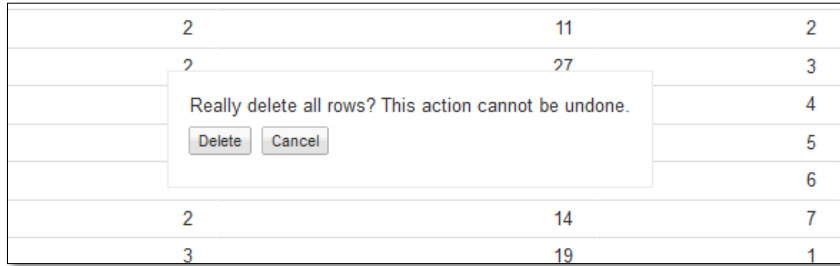
### 6.2.3 Todo el contenido

1. Vaya a *File->Import more rows*.



**Ilustración 65. Eliminar todas las filas I**  
 Captura propia de la autora

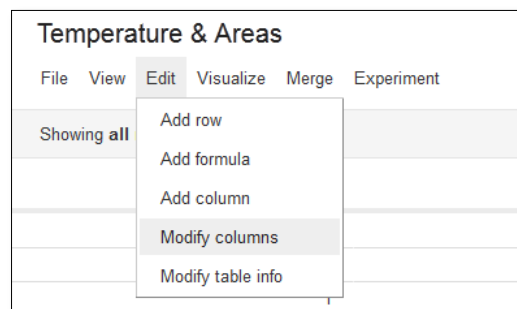
2. Pulse *Delete*.



**Ilustración 66. Eliminar todas las filas II**  
*Captura propia de la autora*

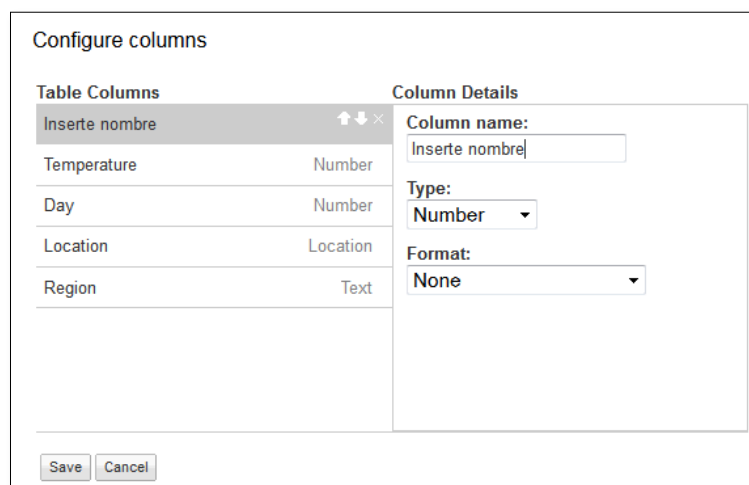
### 6.3 Modificar datos

1. Diríjase a Edit->Modify columns



**Ilustración 67. Editar columnas I**  
*Captura propia de la autora*

2. Modifique las columnas que quiera.



**Ilustración 68. Editar columnas II**  
*Captura propia de la autora*

## **7 Anexo II: Definición de las zonas del mapa**

En la tabla de la página siguiente se muestra el KML con cada una de las zonas del mapa.

Zona	KML
Pelayos de la Presa	<Polygon><outerBoundaryIs><LinearRing><coordinates>-4.579324722290039,40.216102408211825,0 -4.574861526489,40.21846186353577,0 -4.567651748657227,40.217675387556625,0 -4.56250190734,40.220559088183336,0 -4.561471939086914,40.23733454827474,0 -4.567651748657227,40.239955338584465,0 -4.56936836242,40.256201974196905,0 -4.557352066040,40.26327590301055,0 -4.554948806762,40.27689768192477,0 -4.546709060668945,40.28187418599318,0 -4.544305801391602,40.28527895140496,0 -4.529199600219727,40.2915642216289,0 -4.534006118774414,40.303085698954064,0 -4.540185928344727,40.31931717318258,0 -4.53984260559082,40.326384499011915,0 -4.543962478637695,40.32900183933149,0 -4.54808235168457,40.34104029749438,0 -4.539791098795831,40.339129989102354,0 -4.527431479655206,40.343331689400264,0 -4.527431479655206,40.33703643920887,0 -4.521938315592706,40.336513041585285,0 -4.516445151530206,40.32892331979994,0 -4.512325278483331,40.31950040869211,0 -4.499965659342706,40.314003103113876,0 -4.495845786295831,40.31688269995057,0 -4.49138259049505,40.32054746377114,0 -4.4721565162763,40.320285701523765,0 -4.4556770240888,40.3187151067262,0 -4.453273764811456,40.32499726669223,0 -4.454303733073175,40.33337257058287,0 -4.4618568336591125,40.33886829891826,0 -4.457050315104425,40.343840238844315,0 -4.442974082194269,40.346718562896534,0 -4.4371375953778625,40.3532597516829,0 -4.4412574684247375,40.356922540279015,0 -4.440227500163019,40.37994122679401,0 -4.444347373209894,40.38543316050508,0 -4.415851584635675,40.408964947677084,0 -4.364696494303644,40.40608928154014,0 -4.360576621256769,40.40974919893586,0 -4.354396811686456,40.412101897878365,0 -4.3513069069013,40.41027202803118,0 -4.3451270973309875,40.41105626405836,0 -4.33208083268255,40.40608928154014,0 -4.326930991373956,40.41105626405836,0 -4.3238410865888,40.42281870776189,0 -4.330364218913019,40.420727756951074,0 -4.335170737467706,40.42673906535555,0 -4.3410072242841125,40.4430714441456,0 -4.340663901530206,40.43771485100577,0 -4.326621992513537,40.438411667130865,0 -4.317008955404162,40.44050206818644,0 -4.300529463216662,40.44572778645184,0 -4.28336332552135,40.44416011362871,0 -4.26139066927135,40.44311497810059,0 -4.240104658529162,40.4452052329067,0 -4.224311811849475,40.442592404242745,0 -4.216758711263537,40.434230670024846,0 -4.203025801107287,40.435798574407265,0 -4.189292890951037,40.43370802710607,0 -4.176933271810412,40.430572084285465,0 -4.15296932682395,40.42778445944489,0 -4.14198299869895,40.40896495166601,0 -4.13648983463645,40.387002206174174,0 -4.129623379558325,40.36817129375084,0 -4.140609707683325,40.34933511853548,0 -4.154342617839575,40.32630598042927,0 -4.16944881901145,40.31269415885992,0 -4.1831817291677,40.29174573643469,0 -4.190666181966662,40.294540792011496,0 -4.200279219076037,40.286684458932164,0 -4.203025801107287,40.27882712160126,0 -4.20508573703725,40.268873389623735,0 -4.211952191270885,40.26730159943225,0 -4.218818647786975,40.27099603060365,0 -4.224311811849475,40.26782553355452,0 -4.229804975911975,40.2746363078207,0 -4.235984785482287,40.27254075802333,0 -4.249717695638537,40.27149259877323,0 -4.253837568685412,40.26206203499724,0 -4.2586440872401,40.255774021978695,0 -4.263450605794787,40.2452927016784,0 -4.267570478841662,40.24162385609496,0 -4.2696304153651,40.23428556843116,0 -4.28336332552135,40.22747073205243,0 -4.29297632630725,40.2180336727237,0 -4.3080825638026,40.22117950523192,0 -4.310142500326037,40.231664558667894,0 -4.323875410482287,40.22642223823396,0 -4.32730830582135,40.23271297474607,0 -4.33829496614635,40.2379548116778,0 -4.348594648763537,40.23585812559733,0 -4.347908003255725,40.243196242835104,0 -4.345848066732287,40.25262979632708,0 -4.353401167318225,40.26520582235881,0 -4.361640913411975,40.27568405836775,0 -4.3755210403651,40.28720824288353,0 -4.358894331380725,40.307109025271366,0 -4.37674711458385,40.316010109148124,0 -4.388420088216662,40.30030152249013,0 -4.3849868606776,40.28720824288353,0 -4.396659834310412,40.2840654789223,0 -4.405586225911975,40.27411242645924,0 -4.422752363607287,40.26310998035117,0 -4.427558882161975,40.25682206473069,0 -4.435111982747912,40.255774021978695,0 -4.433738691732287,40.24005143283432,0 -4.449531538411975,40.23218876873581,0 -4.476997358724475,40.23114034454241,0 -4.492790205404162,40.22222808360935,0 -4.501029951497912,40.22013091062509,0 -4.50858305208385,40.21960660723568,0 -4.517509443685412,40.21593636990597,0 -4.516136152669787,40.20125343259262,0 -4.523689253255725,40.200728983148046,0 -4.532615644857287,40.198106675072665,0 -4.556648237630725,40.2017778798031,0 -4.576560957357287,40.20544888210082,0 -4.573127729818225,0 -4.2126593377253,0 -4.579324722290039,40.216102408211825,0</coordinates></LinearRing></outerBoundaryIs></Polygon>
Villaviciosa de Odón	<Polygon><outerBoundaryIs><LinearRing><coordinates>-4.15296932682395,40.42778445944489,0 -4.14198299869895,40.40896495166601,0 -4.13648983463645,40.387002206174174,0 -4.129623379558325,40.36817129375084,0 -4.140609707683325,40.34933511853548,0 -4.154342617839575,40.32630598042927,0 -4.16944881901145,40.31269415885992,0 -4.1831817291677,40.29174573643469,0 -4.172813398763537,40.285636878852785,0 -4.1652602981776,40.26782553355452,0 -4.150274272542447,40.249485422584975,0 -4.14733085500651,0 -4.13928022786975,40.24686500320281,0 -4.11856802764635,40.2405755779902,0 -4.1103286575526,40.24372036363276,0 -4.10208891145885,40.23900313037159,0 -4.100028974935412,40.24686500320281,0 -4.083549482747912,40.25682206473069,0 -4.08011625520885,40.266253719012354,0 -4.067069990560412,40.258918101536295,0 -4.053337080404162,40.250533564730674,0 -4.042316428385675,40.26162538497615,0 -4.03544997330755,40.268174819382274,0 -4.031330100260675,40.27498555847459,0 -4.027553549967706,40.27839067080738,0 -4.020687094889581,40.27891451902316,0 -4.009014121256769,40.27943836318019,0 -4.001461020670831,40.282057523084355,0 -3.9949378883466125,40.2883430928551,0 -3.979145041666925,40.29174753243882,0 -3.965412131510675,40.29567551885997,0 -3.949275962077081,40.29750850105235,0 -3.9372596656903625,40.2985558971227,0 -3.927303305827081,40.30195982216105,0 -3.9073905861005187,40.30379263392197,0 -3.8988075172528625,40.314526675309104,0 -3.89262770768255,40.32787639463372,0 -3.8840446388348937,40.33520452976357,0 -3.875118247233331,40.33834491550498,0 -3.8661918556317687,40.34148515508263,0 -3.8593254005536437,40.34541024900789,0 -3.8620719825848937,40.351689924234705,0 -3.8606986915692687,40.358492245912394,0 -3.88713454362005,40.396154216816925,0 -3.8909110939130187,40.402952051081385,0 -3.8881645118817687,40.410533441055684,0 -3.877521506510675,40.43771485100577,0 -3.8799247657880187,40.44581487698548,0 -3.87889497975263,40.453913926931165,0 -3.88164137955755,40.46070592587396,0 -3.887477866373956,40.4664524655988,0 -3.8964042579755187,40.468541994517295,0 -3.894000998698175,40.47219851369519,0 -3.895717612467706,40.4774217671499,0 -3.90361403580755,40.48395026256636,0 -3.9070472633466125,40.48682259941067,0 -3.9125404274091125,40.49361127058452,0 -3.920436850748956,40.49778857303823,0 -3.9293632423505187,40.499877126735434,0 -3.95888999186456,40.50483718117378,0 -3.9733085548505187,40.50196561541182,0 -3.984638205729425,40.5040540390667,0 -4.02936315163516,0 -4.040290815163516,0 -4.0486474445243765,0 -4.054023725911975,40.471850283679636,0 -4.0663833450526,40.46662659682016,0 -4.073249800130725,40.46192493125562,0 -4.086296064779162,40.46140250365579,0 -4.105522138997912,40.46192493125562,0 -4.1268081497401,40.462969774266405,0 -4.1447295807302,40.44973389798704,0 -4.15296932682395,40.42778445944489,0</coordinates></LinearRing></outerBoundaryIs></Polygon>
El Escorial	<Polygon><outerBoundaryIs><LinearRing><coordinates>-4.340663901530206,40.43771485100577,0 -4.326621992513537,40.438411667130865,0 -4.317008955404162,40.44050206818644,0 -4.300529463216662,40.44572778645184,0 -4.28336332552135,40.44416011362871,0 -4.26139066927135,40.44311497810059,0 -4.240104658529162,40.4452052329067,0 -4.224311811849475,40.442592404242745,0 -4.216758711263537,40.434230670024846,0 -4.203025801107287,40.435798574407265,0 -4.189292890951037,40.43370802710607,0 -4.176933271810412,40.430572084285465,0 -4.15296932682395,40.42778445944489,0 -4.1447295807302,40.44973389798704,0 -4.1268081497401,40.462969774266405,0 -4.105522138997912,40.46192493125562,0 -4.086296064779162,40.46140250365579,0 -4.073249800130725,40.46192493125562,0 -4.0663833450526,40.46662659682016,0 -4.054023725911975,40.471850283679636,0 -4.040290815175525,40.486474445243765,0 -4.029304487630725,40.49326315163516,0 -4.02936315163516,40.5040540390667,0 -3.9733085548505187,40.50196561541182,0 -3.95888999186456,40.50483718117378,0 -3.9293632423505187,40.499877126735434,0 -3.920436850748956,40.49778857303823,0 -3.9125404274091125,40.49361127058452,0 -3.9070472633466125,40.48682259941067,0 -3.90361403580755,40.48395026256636,0 -3.895717612467706,40.4774217671499,0 -3.89664888381958,40.5022462650325406,0 -3.8979363441467285,40.50557463083534,0 -3.8989663124,40.508185009785215,0 -3.898622989654541,40.510077470992414,0 -3.896048069000244,40.51268767468202,0 -3.886692523956,40.52267076621643,0 -3.886692523956,40.5267192791528,0 -3.887465000152588,40.531151963404255,0 -3.889181613922119,40.53591401126733,0 -3.894331455230713,40.545051755885674,0 -3.9018845558166504,40.5598800539724,0 -3.902742862701416,40.561610179991966,0 -3.9042878115093994,40.5625230604245,0 -3.9248013496398926,40.572237945105094,0 -3.9258313179016113,40.5736070433654775,0 -3.9271187782287598,40.5738667821154785,0 -3.930037021636963,40.57419379160056,0 -3.9328694343566895,40.5751716934094,0 -3.9365601539611816,40.5772578361655,0 -3.947267532348633,40.57901145118756,0 -3.9493274688720703,40.58161896980588,0 -3.954155445098877,40.588665278768985,0 -3.9537391578778625,40.5943163186219,0 -3.9595756446942687,40.596401677568714,0 -3.9623222267255187,40.59744452602633,0 -3.9636955177411437,40.60291858895977,0 -3.972962590966125,40.60682843025999,0 -3.979145041666925,40.61308370117536,0 -4.000774375163019,40.63158544915012,0 -4.007640830241144,40.63393037515318,0 -4.0169105445966125,40.63783840215327,0 -4.025836936198175,40.64148568762744,0 -4.03544997330755,40.64200671214185,0 -4.039569846375425,40.64252773258928,0 -4.057765952311456,40.64777173379506,0 -4.073558789991144,40.64825869809894,0 -4.0842018043623275,40.65398915347399,0 -4.094158162425519,40.65659374732504,0 -4.098278037272394,40.65919823949462,0 -4.101711264811456,40.66547860583277,0 -4.112679592936456,40.6711775937739,0 -4.1151008521238,40.67612496001367,0 -4.11920725260675,40.680030516194124,0 -4.116817465983331,40.68419619049201,0 -4.121967307291925,40.687580609198186,0 -4.123683921061456,40.693828315267226,0 -4.12883376237005,40.698253419303946,0 -4.1425666725263,40.70710274559721,0 -4.142223349772394,40.7016371240685,0 -4.145656577311456,40.697472539949196,0 -4.1446266090497375,40.695650452525335,0 -4.1494331276604425,40.69200612817534,0 -4.1569862281903625,40.69200612817534,0 -4.164196006022394,40.68653926790183,0 -4.1707191383466125,40.688159267453626,0 -4.1734657203778625,40.667011105900436,0 -4.169689170084894,40.64825869809894,0 -4.1679725563153625,40.64641177370944,0 -4.1707191383466125,40.64044362639789,0 -4.171062461100519,40.638098929152974,0 -4.169689170084894,40.63419091740339,0 -4.174495688639581,40.63028267689792,0 -4.170375815592706,40.62663477937507,0 -4.164882651530206,40.62585306112398,0 -4.161449423991144,40.622204921263852,0 -4.1748390113934875,40.615950504654904,0 -4.182392111979425,40.61647172843553,0 -4.245563498698175,40.601335458789164,0 -4.2641029274091125,40.605264552104146,0 -4.265819541178644,40.615168661359526,0 -4.271321705241144,40.630803788848816,0 -4.2750892555341125,40.63028267689792,0 -4.289852133952081,40.625331910540034,0 -4.289165488444269,40.61125930764387,0 -4.29088210221238,40.60734972520048,0 -4.2888221656903625,40.6044812650728099,0 -4.2847022926434875,40.60474320983633,0 -4.278865805827081,40.60317925182423,0 -4.2798957740888,40.599790550591116,0 -4.284358969889581,40.59509821912574,0 -4.284015647135675,40.58988413123594,0 -4.28264235612005,40.58675548334288,0 -4.284358969889581,40.582322981610915,0 -4.289165488444269,40.56354677661074,0 -4.2970619117841125,40.562503499627454,0 -4.31010817643255,40.558851902132815,0 -4.311824790202081,40.55337413240967,0 -4.3162879860028625,40.55337713240967,0 -4.3245277320966125,40.54841766886637,0 -4.3425277320966125,40.53928638096526,0 -4.32868638096526,40.53432874805446,0 -4.320751181803644,40.53171951369584,0 -4.3204078590497375,40.517627207871946,0 -4.327617636881769,40.50718655263203,0 -4.325557700358331,40.5058813564261



Colmenar Viejo	<p>3.8890056568197906,40.188140977449684,0 -3.8917522388510406,40.18853438793421,0 -3.8931255298666656,40.1882721145314,0 -3.898962016683072,40.19010800705415,0 -3.9029102283529937,40.18971460569693,0 -3.9056568103842437,40.18932120205785,0 -3.9099483444808072,40.18932120205785,0 -3.9145832019858062,40.19102593468057,0 -3.917329784017056240.19168158966468,0 -3.9221363025717437,40.198500025745824,0 -3.9259128528647125,40.19981118485761,0 -3.9274578052572906,40.20190898669277,0 -3.9300327259115875,40.20361340288868,0 -3.9344959217123687,40.20243342700936,0 -3.9384441333822906,40.20282675484486,0 -3.9417056995444,40.197975555005904,0 -3.9427356678061187,40.1956153864601,0 -3.9463405567221344,40.19338626295917,0 -3.9475421863608062,40.18919006700441,0 -3.9496021228842437,40.189058931697446,0 -3.9509754138998687,40.190239140332835,0 -3.951318736653775,40.19627099707423,0 -3.9564685779623687,40.19810667307194,0 -3.956811900716275,40.19968007008772,0 -3.952863689046353,40.21265920229554,0 -3.9629917102865875,40.21383900017252,0 -3.9660816150717437,40.21344573649568,0 -3.9669399219565094,40.21174156752455,0 -3.9708881336264312,40.21305247053668,0 -3.9741496997885406,40.211610475828685,0 -3.9746646839194,40.21226593177224,0 -3.9918308216147125,40.209512974209694,0 -3.9935474353842437,40.21016845043875,0 -4.001100535970181,40.21737827056641,0 -4.006765361409634,40.217902591199305,0 -4.009511943440884,40.220393058798244,0 -4.015005107503384,40.224718390211,0 -4.0234165149740875,40.2349493083022205,0 -4.025648112874478,40.23585812359773,0 -4.025991435628384,40.23808585040261,0 -4.026506419759244,40.24424447837321,0 -4.025648112874478,40.246209880006724,0 -4.0241031604819,40.24869930682275,0 -4.0270214389100103,40.24974745914338,0 -4.030797954183072,40.249223385012066,0 -4.045732493977994,40.25000949468727,0 -4.053337080404162,40.250533564730674,0</p>
	<p>&lt;Polygon&gt;&lt;outerBoundaryIs&gt;&lt;LinearRing&gt;&lt;coordinates&gt;-4.000774375163019,40.63158544915012,0 -4.001615520101041,40.63605810644836,0 -3.998182292561978,40.6384028753717,0 -3.9962940174154937,40.640226527598294,0 -3.9962940174154937,40.643873682592236,0 -3.995435710530728,40.64634842427216,0 -3.9921741443686187,40.647129902581334,0 -3.989942546468228,40.648953316381274,0 -3.988225932698697,40.65181858026335,0 -3.9861659961752594,40.654813951865705,0 -3.9835910755209625,40.65611624540193,0 -3.9808444934897125,40.66262733177485,0 -3.9801578479819,40.66445032207333,0 -3.9768962818197906,40.666924300639224,0 -3.9743213611654937,40.66965859123009,0 -3.9722614246420562,40.672522965888085,0 -3.9712314563803375,40.67333668574876,0 -3.9701457013143227,40.67437823331523,0 -3.9693732251180336,40.67558250240634,0 -3.9673604944255203,40.67742683648882,0 -3.9649572351481766,40.67794758035771,0 -3.9618673303630203,40.67892396414808,0 -3.960150716593489,40.67983524278339,0 -3.957833288004622,40.68055123868608,0 -3.95645996968997,40.68165776268139,0 -3.9553441980388016,40.6830246199036005,0 -3.95465755230989,40.68530265298524,0 -3.953112600138411,40.6866344013604156,0 -3.95208263187692,40.6879062040324,0 -3.950537679484114,40.688556850892425,0 -3.9490785577800125,40.68927275310717,0 -3.9472761133220047,40.69005372856986,0 -3.946417806437239,40.690704534463585,0 -3.945044515421614,40.69187596905455,0 -3.943499563029036,40.69252675715076,0 -3.9423837640788406,40.69285214881525,0 -3.9408388116862625,40.69389391462986,0 -3.939379689982161,40.694999693946635,0 -3.9313974359538406,40.69922950463252,0 -3.9292516687419266,40.70059600145494,0 -3.927363393595442,40.70137684419601,0 -3.9237585046794266,40.702157677783596,0 -3.9216127374675125,40.70339397891033,0 -3.920325277140364,40.704825456809516,0 -3.9185228326823562,40.70573638127189,0 -3.9165487268473953,40.706517163751705,0 -3.914231298258528,40.70775338939575,0 -3.9123430231120437,40.70892451877346,0 -3.910368917277083,40.71029081669425,0 -3.908566472819075,40.711917325285846,0 -3.9063348749186844,40.71315344524339,0 -3.9041891077067703,40.71386908315086,0 -3.9016141870524734,40.714454599353815,0 -3.899382589152083,40.714779883980285,0 -3.896807668497786,40.71504011040758,0 -3.892086980631575,40.7153653921101354,0 -3.888567922404036,40.71679661267347,0 -3.8863363245036453,40.717967588437766,0 -3.883675573160872,40.71920359606578,0 -3.8799848535563797,40.72095998847997,0 -3.879126546671614,40.72232630942824,0 -3.877409932902083,40.72323672448505,0 -3.87623672448505,0 -3.876302302636411,40.723952254002626,0 -3.874405858805403,40.723952254002626,0 -3.8727750757243484,40.72401730175914,0 -3.8700284936930984,40.7248629168087,0 -3.8676252344157547,40.7249930104781,0 -3.862818715861067,40.72525319705403,0 -3.860930440714583,40.7267492501258,0 -3.859557149698958,40.7272005080993,0 -3.857325551798567,40.72857048673398,0 -3.855608938029036,40.72889570231194,0 -3.854235647013411,40.73000142338841,0 -3.8520040491130203,40.73162745041777,0 -3.8505449274089187,40.7326680868636,0 -3.8496007898356766,40.7336436685704817,40.733749310928464,0 -3.847970006754622,40.7352975316844,0 -3.846339223873567,40.736310186253284,0 -3.8448801019694656,40.73715564509713,0 -3.8437643030192703,40.73819619507795,0 -3.842476842692122,40.73988705408296,0 -3.840674398234114,40.74053737302535,0 -3.8385286310222,40.7411876856098,0 -3.8362970331218094,40.741447808863356,0 -3.8346662500407547,40.741312774736374,0 -3.8326921442057937,40.74125271651857,0 -3.8302030542399734,40.74170793109966,0 -3.828314779093489,40.74177296149979,0 -3.826856573893875,40.7411876856098,0 -3.825568197062239,40.74034277801021,0 -3.82479572086595,40.739626924725826,0 -3.8237657526042312,40.73891156374839,0 -3.822821615030989,40.738001093196324,0 -3.821011705729812,40.737740956464066,0 -3.8193883874919266,40.7378059074251,0 -3.8175945240072906,40.7381094335198,0 -3.8150196033529937,40.73967028002011,0 -3.811071391683072,40.74084085335404,0 -3.8067798572592437,40.74279176313181,0 -3.803003306966275,40.745002725039136,0 -3.7999134021811187,40.74721361344728,0 -3.7964801746420562,40.74851410170646,0 -3.793561931233853,40.75007465404631,0 -3.791330333334625,40.75046478640888,0 -3.7882404285843062,40.75098495933168,0 -3.784978862386197,40.75319564885552,0 -3.7813739734701812,40.754886126543525,0 -3.7787990528158844,40.75618646474294,0 -3.7758808094076812,40.75709668635688,0 -3.7710742908529937,40.757746837019276,0 -3.766096110921353,40.759047119268644,0 -3.761976237874478,40.759567225046865,0 -3.7594013172201812,40.76112751796464,0 -3.756483073811978,40.7622977136175,0 -3.7511615711264312,40.76294781341147,0 -3.748243327718228,40.7650280900219,0 -3.745153422933072,40.76619821700106,0 -3.741033549886197,40.76749833392574,0 -3.7374286609701812,40.768148382849866,0 -3.7338237720541656,40.76944846162165,0 -3.7309055286459625,40.77087851889266,0 -3.72833067079916656,40.77230854538684,0 -3.726270671468228,40.77438852898149,0 -3.7243823963217437,40.77620846121127,0 -3.7238674121908844,40.77880827791292,0 -3.723352428060025,40.78010814810879,0 -3.721807475667447,40.78062808096481,0 -3.7182025867514312,40.781148025950549,0 -3.7156276660971344,40.78153797594466,0 -3.7147693592123687,40.78244785036029,0 -3.712366099935025,40.78283779272288,0 -3.7089328723959625,40.78348769157302,0 -3.70824622688815,40.785307374521764,0 -3.7065296131186187,40.787776864491065,0 -3.7034397083334625,40.788816622268456,0 -3.700178142171353,40.78985636376548,0 -3.6977748828940094,40.79154590897508,0 -3.694341655354947,40.79297549057375,0 -3.690565105601978,40.793105451010966,0 -3.687475200276822,40.79232568457194,0 -3.6855869251303375,40.79128598174105,0 -3.6840419727377594,40.78946646261196,0 -3.6831836656529937,40.787776864491065,0 -3.6811237293295562,40.78725697949728,0 -3.6780338245444,40.78673709043343,0 -3.67528724251315,40.78556732515872,0 -3.6730556446127594,40.785307374521764,0 -3.671167369466275,40.785697300095656,0 -3.6692790943197906,40.785957249206355,0 -3.667219157796353,40.7851773988217,0 -3.6660175281576812,40.78387762783065,0 -3.6648158985190094,40.783097753026055,0 -3.6625843006186187,40.78257783140222,0 -3.6596660572104156,40.78218878751341,0 -3.6579494434408844,40.781148025905955,0 -3.6557178455404937,40.78036811909555,0 -3.6526279407553375,40.78010814810879,0 -3.6485080677084625,40.78049810420738,0 -3.6428432422690094,40.78010814810879,0 -3.63958167616069,40.78166795876712,0 -3.6376934009604156,40.78231786906401,0 -3.632886882405728,40.78283779272288,0 -3.6294536548666656,40.78452751650587,0 -3.627050395589322,40.78647714437525,0 -3.624647136311978,40.78803680546169,0 -3.6220722156576812,40.78985636376548,0 -3.6206989246420562,40.79050619393376,0 -3.6172656971029937,40.794534999030745,0 -3.6167507129721344,40.79037622840888,0 -3.616064067464322,40.78933649505201,0 -3.6158924060873687,40.78764689362418,0 -3.6157207447104156,40.785307374521764,0 -3.6152057605795562,40.78400760670444,0 -3.6126308399252594,40.78140799286778,0 -3.6097125965170562,40.77581847993044,0 -3.607995982747525,40.771138525998914,0 -3.605707739339322,40.76897829020807,0 -3.6033611255697906,40.76747803260722,0 -3.6021594959311187,40.760737448168825,0 -3.6004428821615875,40.75865703726441,0 -3.5987262683920562,40.75631649716881,0 -3.595808024983853,40.75436598414063,0 -3.593061442952603,40.75228537383556,0 -3.589941569905728,40.750724873378935,0 -3.584821696858853,40.74955447400227,0 -3.580358501058072,40.74799390945471,0 -3.576581950765103,40.74682346201019,0 -3.5729770618490875,40.74526283337258,0 -3.5704021411947906,40.74422239393504,0 -3.5685138660483106,40.74201140608072,0 -3.5678272205044937,40.74006047342004,0 -3.5671405753026812,40.737979415504924,0 -3.5678272205044937,40.735378800155847,0 -3.569372172933072,40.732646407434466,0 -3.570573802717437,40.73082528238007,0 -3.5728054004721344,40.72809350134214,0 -3.575208659749478,40.72497132854837,0 -3.577269562729156,40.7221092081471,0 -3.577783580403775,40.72080820364155,0 -3.5769252735190094,40.715994265867096,0 -3.577783580403775,40.71443291399122,0 -3.5788135486654937,40.712220936153436,0 -3.5810451465658844,40.71008884829111,0 -3.583105083089322,40.70636534598401,0 -3.5853366809897125,40.70389283109271,0 -3.5856800037436187,40.700899663939545,0 -3.5870532947592437,40.69777621567954,0 -3.588769908528775,40.69517323025535,0 -3.592718120198697,40.692960612681276,0 -3.5961513477377594,40.69165903860767,0 -3.599069591159625,40.6900971161582,0 -3.602331157308072,40.6890558141853,0 -3.607824321370572,40.68658265678531,0 -3.609197612386197,40.685541299895306,0 -3.6100559192709625,40.68384906024491,0 -3.610914226155728,40.68163606664007,0 -3.6110858875326812,40.67655892133241,0 -3.6114292102865875,40.6731739429684,0 -3.6114292102865875,40.672262573276385,0 -3.6071376758627594,40.66458053375947,0 -3.6040477712077603,40.66093451045495,0 -3.6021594959311187,40.65780918899561,0 -3.6002712207846344,40.65520446242595685,0 -3.59838294563815,40.651688343665036,0 -3.597181315999478,40.649865004598105,0 -3.5954647027229947,40.645306438959956,0 -3.592889754917228,0 -3.591688151936978,40.63605810644832,0 -3.5894565540365875,40.63241052443434,0 -3.5877399402670562,40.62759019970464,0 -3.586023326497525,40.62342098961107,0 -3.5846500354819,40.61990301615708,0 -3.583276744466275,40.61703638227965,0 -3.582075114827603,40.61351807258289,0 -3.580701823811978,40.6102602132249,0 -3.579671855502594,40.60778413388195,0 -3.579328532796353,40.60608992147091,0 -3.580530162435002,40.602701367802865,0 -3.5808734851889312,40.59970365789406,0 -3.5813884693197906,40.596575469444794,0 -3.5822467762045562,40.593316784106504,0 -3.5825900989584625,40.59057936578309,0 -3.5837917285971344,40.586798937125096,0 -3.5843067127279937,40.582366438272996,0 -3.5856800037436187,40.57910706053975,0 -3.586194987874478,40.5768905929681,0 -3.5865383106283844,40.57441327760534,0 -3.587229451636197,40.5716750848616,0 -3.5880832630209625,40.569719165368745,0 -3.588941569905728,40.56763278756386,0 -3.590314860921353,40.56554634471398,0 -3.5939197498373687,40.5620253249124,0 -3.598211284261197,40.55980829149488,0 -3.6011295276694,40.557721604733054,0 -3.6059360462240875,40.55485230423519,0 -3.6073093372397125,40.55133072192461,0 -3.607995982747525,40.54689587333374,0 -3.6086826282553375,40.540895316607376,0 -3.610914226155728,40.53815575329336,0 -3.613317485433072,40.53151506429,0 -3.6169233743490875,40.533198163470225,0 -3.620527263265103,40.532415352597006,0 -3.625677104573697,40.531110647485654,0 -3.628767009358853,40.531110647485654,0 -3.6330585437826812,40.532415352597006,0 -3.6375217395834625,40.53306769562646,0 -3.641298</p>

	<p>3.5484294849447906,40.54415655542913,0 -3.5425929981283844,40.542852078953967,0 -3.53795814095065,40.541808479482405,0 -3.5343532520346344,40.540503957278844,0 -3.5317783313803375,40.5395907766207,0 -3.528173442464322,40.537112080657295,0 -3.5225086170248687,40.53280675917367,0 -3.51778114339322,40.52928401765258,0 -3.5132389026694,40.52589157301093,0 -3.5082607227377594,40.5224989566492,0 -3.5041408496908844,40.51949765288164,0 -3.5015659290365875,40.515843710406884,0 -3.499334331136197,40.51362514817393,0 -3.495059586591125,40.503792989665754,0 -3.49437331315153,40.499354994406794,0 -3.495746604166925,40.49569995432102,0 -3.496089926920831,40.48891149445462,0 -3.495746604166925,40.48107780280298,0 -3.4978065406903625,40.474810191212974,0 -3.4998664772138,40.470631458426354,0 -3.503986350260675,40.46749723818419,0 -3.512569419108331,40.46540767676123,0 -3.518062583170831,40.46331805032999,0 -3.520809165202081,40.458877378318874,0 -3.519435874186456,40.453913926931165,0 -3.517359376630187,40.449211371602075,0 -3.5156593238934875,40.44659869867024,0 -3.5146293556317687,40.44267949883887,0 -3.5101661598309875,40.43876007049153,0 -3.5053596412763,40.43536304775042,0 -3.5019264137372375,40.43013652377612,0 -3.4991798317059875,40.426216364211605,0 -3.4995231544598937,40.42177324048053,0 -3.5008964454755187,40.41837535960312,0 -3.5032997047528625,40.41445451456925, -3.5091361915692687,40.41236330379471,0 -3.5160026466473937,40.41079485306475,0 -3.5197791969403625,40.40974919893586,0 -3.5242423927411437,40.40791926511597,0 -3.5273322975263,40.40347493297857,0 -3.528705588541925,40.399030307389886,0 -3.53007887955755,40.39380096042018,0 -3.534542075358331,40.39040166709721,0 -3.5407218849286437,40.38647919235221,0 -3.5438117897138,40.38229496749542,0 -3.5489616310223937,40.37811048272679,0 -3.553768149577081,40.373664182880816,0 -3.556514731608331,40.369217589633124,0 -3.5585746681317687,40.36503229267984,0 -3.5626945411786437,40.362154750269696,0 -3.5657672840170562,40.359843906925114,0 -3.571088786702603,40.35500396087745,0 -3.5767536121420562,40.35121024678225,0 -3.5815601306967437,40.34859376788368,0 -3.5879116016440094,40.3451921935605,0 -3.5964946704916656,40.34179044769115,0 -3.602502818685025,40.34008951042771,0 -3.6112575489096344,40.338126837218965,0 -3.617437358479947,40.33668750724538,0 -3.6253337818197906,40.33498644132734,0 -3.6309986072592437,40.332892762865576,0 -3.635633464436978,40.33014471130329,0 -3.6395816761069,40.3264804684851,0 -3.6433582263998687,40.32255427328398,0 -3.646448131185025,40.31862784972267,0 -3.6497096973471344,40.31208330300073,0 -3.6527996021322906,40.30828717526623,0 -3.6555461841635406,40.3056690318195,0 -3.6605243640951812,40.30278895681465,0 -3.6649875598959625,40.2995159952578,0 -3.6687641101889312,40.29676658501288,0 -3.672368999104947,40.29375519780317,0 -3.676488872151822,40.29035085935615,0 -3.6804370838217437,40.28642256343632,0 -3.682325358968228,40.28236308446418,0 -3.684728618245572,40.28052969147212,0 -3.687646861653775,40.27817239885348,0 -3.6907281854655594,40.27675361797437,0 -3.69682216643473953,40.27459264886407,0 -3.701800344279036,40.27341390933236,0 -3.709010122111067,40.27308647803829,0 -3.717249868204817,40.27321745074616,0 -3.7226572015788406,40.27478910345509,0 -3.728837011149153,40.27695006628718,0 -3.7386217096354812,40.27767037188443,0 -3.7482347467448562,40.27878355635055,0 -3.7537279108073562,40.28140274162193,0 -3.7569894769694656,40.284545632000798,0 -3.7611093500163406,40.29076549915939,0 -3.764885903093094,40.29554458865889,0 -3.7679758050944656,40.29803220011823,0 -3.773039815714583,40.28015670693823,0 -3.779305455973372,40.304447196481426,0 -3.79999965189623,0 -3.8063365720317,40.31387220843213,0 -3.8160409906413406,40.31577014200426,0 -3.8248815515544266,40.319893055251164,0 -3.8433351495768875,40.32604423551823,0 -3.844794271280989,40.327614659806315,0 -3.846339223673567,40.32898875108522,0 -3.8483991601970047,40.33487739684492,0 -3.849686620524153,40.3368401645775,0 -3.8508024194743484,40.33801779781164,0 -3.8593254005536437,40.34541024900789,0 -3.8620719825848937,40.351689924234705,0 -3.8606986915692687,40.358492245912394,0 -3.88713454362005,40.39615421681925,0 -3.8909110939130187,40.402952051081385,0 -3.888164511881687,40.410533441055684,0 -3.877515205610675,40.43771485100577,0 -3.8799247657880187,40.44581487698548,0 -3.8788947975362,40.453913926931165,0 -3.88164137955755,40.46070592587396,0 -3.887477866379356,40.4664524655988,0 -3.8964042579755187,40.468541994517295,0 -3.894000998698175,40.47219851369519,0 -3.895717612467706,40.4774217671499,0 -3.89664888381958,40.502246250325406,0 -3.8979363441467285,40.50557463083534,0 -3.8989663124,40.508185009785215,0 -3.898622989654541,40.510077470992414,0 -3.896048069000244,40.51268767468202,0 -3.886692523956,40.52267076621643,0&lt;/coordinates&gt;&lt;/LinearRing&gt;&lt;/outerBoundaryrys&gt;&lt;/Polygon&gt;</p>
Cercedilla	<p>&lt;Polygon&gt;&lt;outerBoundaryrys&gt;&lt;LinearRing&gt;&lt;coordinates&gt;-4.1425666725263,40.70710274559721,0 -4.136541362386197,40.717425472919764,0 -4.13327979662240875,40.71911685976797,0 -4.131048198323697,0.72249950454011,0 -4.125898357015103,40.72679261381224,0 -4.1264133411459625,40.72822358869646,0 -4.121950145345181,40.73251632872642,0 -4.121435161214322,40.73498778069278,0 -4.119031901936978,40.73602836458174,0 -4.1154270130209625,40.74201140608704,0 -4.1044406848959625,40.74682346201019,0 -4.102037425618619,40.74799390945471,0 -4.098089213948697,40.747473713133736,0 -4.093969340901822,40.75449602012286,0 -4.094655986409634,40.76138756322346,0 -4.096887584310025,40.76463804311723,0 -4.094312663655728,40.76697829020807,0 -4.0934534667709625,40.76801837357374,0 -4.09122758870572,40.769188447902124,0 -4.086759565999791,40.77116585371592,0 -4.085386272051466,40.77347854417099,0 -4.080408092122525,40.776988416905105,0 -4.0797214466147125,40.77984817610456,0 -4.0783481555998075,40.78238377922288,0 -4.078691478352994,40.78842671500978,0 -4.075258250813931,40.78933649550201,0 -4.072683330159634,40.79141594548525,0 -4.070451732259244,40.793625290215935,0 -4.068391795735806,40.793105451010966,0 -4.064958568196744,40.793235411193784,0 -4.057577128987759,40.79180583519157,40.79180583519157,0 -4.053972240071744,40.79024626262961,0 -4.052083964925259,40.79011629659594,0 -4.047620769124478,40.79024626262961,0 -4.05045848470181,40.78829674541478,0 -4.042299266438931,40.783617670579936,0 -4.040410991292447,40.78452751650587,0 -4.03749926547884244,40.78374764933247,0 -4.034231181721234,40.7825778314022,0 -4.032514567952603,40.78140799286778,0 -4.0241031604819,40.78140799286778,0 -4.020154948811978,40.78036811909555,0 -4.01586341438815,40.78231786906403,0 -4.012086864095181,40.78491744665851,0 -4.007966991048306,40.78725697949728,0 -4.004705424886197,40.788816622268456,0 -3.997708850912575,40.7851773988217,0 -3.9844493824055728,40.785697300095656,0 -3.98118781624638187,40.78504742289673,0 -3.97874556966275,40.78608722338013,0 -3.9784412342123687,40.78842671500978,0 -3.9779262500815294,40.79024626262961,0 -3.979986186604947,40.79297549057375,0 -3.9791278797201812,40.79674428697146,0 -3.980329509358853,40.79934325283593,0 -3.9792995410971344,40.80051277542663,0 -3.976037974935025,40.80350146176271,0 -3.976037974935025,40.80674988122738,0 -3.974493022542447,40.807789341874916,0 -3.9729480701498687,40.80934850231757,0 -3.969343181233853,40.810647774701664,0 -3.967626567464322,40.812986400881904,0 -3.965566309408844,40.815324944633269,0 -3.9647083240561187,40.81870269563597,0 -3.9629917102865875,40.82130084860571,0 -3.962820048906344,40.823119495132005,0 -3.9590434986166656,40.822859691538476,0 -3.9532070118002594,40.823119495132005,0 -3.9526920276694,40.82130084860571,0 -3.950111710715103,40.8211430753582774,0 -3.9471988636069,40.82298959346247,0 -3.945653911214322,40.824158699329075,0 -3.94582572591275,40.827146320692314,0 -3.9408473926596344,40.826756638882154,0 -3.9381008106283844,40.82870502623418,0 -3.9353542285971344,40.82870502623418,0 -3.9353542285971344,40.83117290174499,0 -3.93586992127279937,40.83338092302901,0 -3.9303760486654937,40.83026369513778,0 -3.928144450765103,40.83169244278013,0 -3.9248828846029937,40.83195221177106,0 -3.92247962532565,40.83117290174499,0 -3.9188090901822,40.83039358255925,0 -3.91698646126315,40.83247174669927,0 -3.913038249593228,40.83312115963568,0 -3.913038249593228,40.835978850098505,0 -3.910291667561978,40.83930044676237,0 -3.9066867786459625,40.833510804344,0 -3.903081889729947,40.8349398201603,0 -3.8986186939291656,40.83623825318347,0 -3.8943271595053375,40.83675775452605,0 -3.891065593343228,40.83636812890077,0 -3.8876323658041656,40.83597850098505,0 -3.8831691700033844,40.83493948201603,0 -3.879715942464322,40.83441996642472,0 -3.87681167990561187,40.83364068540457,0 -3.8725261646322906,40.8323418633492,0 -3.8684062915854156,40.83065335663892,0 -3.8639430957846344,40.82883491670886,0 -3.8586215930990875,40.82701642691004,0 -3.853643413167447,40.825457681677015,0 -3.8488368946127594,40.82408287969493,0 -3.84574689827603,40.82234008129836,0 -3.8423137622885406,40.82104103788834,0 -3.8390521961264312,40.81922233437137,0 -3.8352756458334625,40.817403538098807,0 -3.832014079671353,40.816104440898435,0 -3.830297465901822,40.81506511050879,0 -3.8294391590170562,40.813376163898,0 -3.828924174886197,40.81168717429151,0 -3.8297824817709625,40.81012806880092,0 -3.8287525135502437,40.80752947823945,0 -3.8280658680014312,40.806100210054545,0 -3.8258342701010406,40.80441103524011,0 -3.8229160266928375,40.802461933953154,0 -3.8208560901694,40.80051277542663,0 -3.8186244922690044,40.79843360990822,0 -3.8150196033529937,40.795446495380525,0 -3.815534587483853,40.79180583519157,0 -3.815362961069,40.78946646261196,0 -3.8150196033529937,40.785697300095656,0 -3.8148474919700406,40.78426756179889,0 -3.812959668295562,40.78270781218937,0 -3.8117580371908844,40.779198241642554,0 -3.811414714436978,40.777378391318116,0 -3.81261634407565,40.774778518656255,0 -3.815191264729947,40.77425853191449,0 -3.8157062488608062,40.77100852257297,0 -3.8122730213217437,40.76658825474915,0 -3.814161296468228,40.76710830151902,0 -3.816564555745572,40.76892843316518,0 -3.8194822799153775,40.766718266823155,0 -3.82119941292330762,40.76385794244048,0 -3.82360267220065,40.761517585471346,0 -3.8227443653158844,40.7581865703726441,0 -3.8213710743002594,40.7571765211085974,0 -3.8199977832846344,40.74773381108207,0 -3.81931113776822,40.74487267049091,0 -3.8187961536459625,40.742114466230315,0 -3.8193883874919266,40.73780599074251,0 -3.8210191705729812,40.737740956464066,0 -3.822821615030989,40.738001093196324,0 -3.8237657526042312,40.73891156374839,0 -3.82479572086595,40.739626924725826,0 -3.8255681970622394,40.74034227801021,0 -3.826856573893875,40.7411876856098,0 -3.828314779093489,40.74177296149979,0 -3.8302030542399734,40.74170793109966,0 -3.8326921442057937,40.74125271651857,0 -3.8346662500407547,40.74131774736374,0 -3.8362970331218094,40.741447808863356,0 -3.8385286310222,40.7411876856098,0 -3.840674398234114,40.740533737302535,0 -3.842476842692122,40.73988705408296,0 -3.8437643030192703,40.73819619507795,0 -3.8448801019694656,40.73715564509713,0 -3.846339223673567,40.736310186253284,0 -3.847790006754622,40.73552975316844,0 -3.849085805704817,40.734749310928464,0 -3.8496007898356766,40.733643668750055,0 -3.8505449274089187,40.7326680868636,0 -3.8520040491130203,40.73162745041777,0 -3.854235647013411,40.73000142338841,0 -3.855608938029036,40.72889570231194,0 -3.857325551798567,40.72857048673398,0 -3.859557149698958,40.72792005800993,0 -3.860930440714583,40.7267492501258,0 -3.862818715861067,40.7252319705403,0 -3.8676252344157547,40.7249930104781,0 -3.8700284936930984,40.7248629168087,0 -3.8727750757243484,40.72401730175914,0 -3.874405858805403,40.723952254002626,0 -3.8776208303623411,40.723952254002626,0 -3.877409932902083,40.72326124448505,0 -3.879126546671614,40.72232603942824,0 -3.8799848535563797,40.72095998847997,0 -3.883675573160872,40.71920359606578,0 -3.8863363245036453,40.717967588437766,0 -3.888567922404036,40.71679661267347,0 -3.892086980631575,40.71565392101354,0 -3.8968076684977965,40.71504011040758,0 -3.899382589152083,40.714779883908285,0 -3.9016141870524734,40.714454599353815,0 -3.9041891077067703,40.71386908315086,0 -3.9063348749186844,40.71315344524339,0 -3.9085664728190575,40.71191325285846,0 -3.910368917277083,40.71029081669425,0 -3.912343031120437,40.70892451877346,0 -3.914231298258528,40.7077533895735,0 -3.9165487268473953,40.706517163751705,0 -3.9185228326823562,40.70573638127189,0 -3.920325277140364,40.704825456809516,0 -3.9216127374675125,40.70339397891033,0 -3.923758504679</p>



3.1559171655680984,40.259070932681404,0 -3.1523981073405594,40.260773910928,0 -3.152483938029036,40.26404874861386,0 -3.1476774194743484,40.264965674757505,0 -3.143471715738997,40.26640653358619,0 -3.1400384881999344,40.2688297269466,0 -3.137721059611067,40.2706634371886,0 -3.135231969645247,40.27361036734784,0 -3.132828710367903,40.27452716387358,0 -3.131712911417708,40.2751165265144,0 -3.1272497156169266,40.27852163224266,0 -3.1148900964763016,40.28408730121895,0 -3.1137742975261062,40.284611105295575,0 -3.113259313395247,40.285527752663036,0 -3.1103410699870437,40.285265585468358,0 -3.1099977472331375,40.284021825424,0 -3.1095685937907547,40.28277777327007,0 -3.1090536096598953,40.28166465456828,0 -3.1072511652018875,40.28100987029984,0 -3.104590413859114,40.2799622022794,0 -3.1025304773356766,40.27839066980821,0 -3.100127218058333,40.27596781901563,0 -3.097123143961653,40.27216966198062,0 -3.0959215143228912,40.268371291617896,0 -3.0974664667155594,40.26431072878027,0 -3.0993547418620437,40.260773910928,0 -3.0880250909831375,40.25009683930992,0 -3.087767598917708,40.24970378612089,0 -3.088282583048567,40.2487211431618,0 -3.0857076623942703,40.24551107674157,0 -3.084591863444075,40.2438732291018,0 -3.0845060327555984,40.242759470071334,0 -3.085021016886458,40.2417767262981,0 -3.089913366129622,40.2373869632755,0 -3.0872526147868484,40.23365216470065,0 -3.085536001017317,40.23253823752721,0 -3.0845060327555984,40.23162087197943,0 -3.0834760644938797,40.23057243899457,0 -3.082274434855208,40.23024480035833,0 -3.081158635905125,40.22978610360482,0 -3.0802144983317703,40.22919634607126,0 -3.079871175577864,40.22742704265879,0 -3.0796136835124344,40.224871300580574,0 -3.078927038004622,40.22382276311508,0 -3.0790128686930984,40.223036349365266,0 -3.0794420221354812,40.22093920140126,0 -3.079871175577864,40.21923522087995,0 -3.0809869745280594,40.21772781777245,0 -3.0821886041667312,40.21628592255012,0 -3.0835618951823562,40.21510616727357,0 -3.08321857242845,40.21372976015784,0 -3.0823602655436844,40.213139862835874,0 -3.081244466593489,40.210452487835944,0 -3.080300329020247,40.20887934082914,0 -3.079107280354947,40.207808706346924,0 -3.0816822010092437,40.20492446311105,0 -3.0842571216635406,40.203744510051926,0 -3.086145396810025,40.20190898669277,0 -3.0880336719565094,40.200597868152414,0 -3.084943767171353,40.19928672425672,0 -3.0854587513022125,40.19758219928643,0 -3.0854587513022125,40.19627099707423,0 -3.0868320423178375,40.19482864535615,0 -3.087347026448697,40.192468367278806,0 -3.0856304126791656,40.19115706618448,0 -3.0844287830404937,40.18643617231581,0 -3.0823688465170562,40.185255897508036,0 -3.0828838306479156,40.18315758047714,0 -3.0823688465170562,40.18105919854334,0 -3.0768756824545562,40.1714684571425,0 -3.077390665854156,40.16676224452854,0 -3.0758457141928375,40.16584398859369,0 -3.0737857776694,40.163220331763334,0 -3.0703525501303375,40.162170840639405,0 -3.0682962136069,40.15994061813343,0 -3.079492908529937,40.15836629931561,0 -3.0682962136069,40.15705433908354,0 -3.0700092273764312,40.156004750264676,0 -3.0729274707846344,40.155873553201474,0 -3.078077312093228,40.15692314166617,0 -3.083398814778775,40.15889107631073,0 -3.0825405078940094,40.16099014373262,0 -3.0864887195639312,40.16361388675211,0 -3.0892353015951812,40.16295796050333,0 -3.0933551746420562,40.157710322368196,0 -3.096445079427125,40.15600475264676,0 -3.0974750476889312,40.15298710127352,0 -3.097303386311978,40.15219986581878,0 -3.093183513265103,40.150231737258906,0 -3.0961017566733062,40.147476261460696,0 -3.095930095296353,40.1455079960241,0 -3.097131724935025,40.14288355339407,0 -3.096788402181187,40.14248987825495,0 -3.094213481526822,40.14235865270163,0 -3.094213481526822,40.14104638322797,0 -3.0935268360190094,40.140521468341504,0 -3.0949001270346344,40.1394716264024,0 -3.0933551746420562,40.138684234302666,0 -3.092840190511197,40.1394716264024,0 -3.0906085926108062,40.14144006673146,0 -3.0892353015951812,40.1402590093775,0 -3.0899219471029937,40.13920916338301,0 -3.089063640218228,40.13815930116699,0 -3.086317058186978,40.13920916338301,0 -3.084943767171353,40.138290534831114,0 -3.082197185140103,40.13448465566821,0 -3.07733989339322,40.1356658133919,0 -3.0772190052084625,40.132647258403175,0 -3.0748157459311187,40.131859787225366,0 -3.0737857776694,40.13080981146177,0 -3.072412486653775,40.130941059319305,0 -3.072412486653775,40.129759819477506,0 -3.0743007618002594,40.12936606830153,0 -3.073614116292447,40.12700351334458,0 -3.0717258411459625,40.1267410021694,0 -3.0727558094076812,40.12529717258479,0 -3.0718975025229156,40.12385331233395,0 -3.0706958728842437,40.12280321289026,0 -3.0664043384604156,40.12254068549499,0 -3.0646877246908844,40.12188436257165,0 -3.0658893543295562,40.1203091617054,0 -3.068464274983853,40.11978408664015,0 -3.0679492908529937,40.118077564673925,0 -3.0658893543295562,40.11820883711498,0 -3.0645160633139312,40.116502275613875,0 -3.06554603157565,40.116108447646766,0 -3.0627994495444,40.11452520623306,0 -3.061597819905728,40.113482869578334,0 -3.0564479785971344,40.113745431946775,0 -3.055589671723687,40.112038758432156,0 -3.0576496082358062,40.11151361950371,0 -3.055932994466275,40.10980688998347,0 -3.056104655843228,40.10823140933696,0 -3.0538730579428375,40.10639330246145,0 -3.0540447193197906,40.10494904078664,0 -3.0566196399740875,40.10534293337522,0 -3.0552463489584625,40.101027259998117,0 -3.0526714283041656,40.09909006883994,0 -3.06005286751315,40.09050473764776,0 -3.0727558094076812,40.08288741602151,0 -3.0816822010092437,40.07566330642639,0 -3.088720317464322,40.0702101483235808,0 -3.0949901270346344,40.06896390177631,0 -3.1021099048666656,40.067387475502265,0 -3.106916423421353,40.065679639202045,0 -3.1089763599447906,40.06462864173599,0 -3.1125812488608062,40.064365889836004,0 -3.1146411853842437,40.06265797778487,0 -3.117902751546353,40.06147555205303,0 -3.127344127278775,40.0613441704945,0 -3.133008952718228,40.06200107713395,0 -3.1352405506186187,40.06305211513532,0 -3.137128825765103,40.06384038295988,0 -3.1386737781576812,40.06278935715503,0 -3.1427936512045562,40.06344625020659,0 -3.1482868152670562,40.0654168913556,0 -3.150861735921353,40.066467876660944,0 -3.1525783496908844,40.065942386035076,0 -3.1542949634604156,40.064365889836004,0 -3.1568698841147125,40.064497265912664,0 -3.1592731433920562,40.06384038295988,0 -3.1611614185385406,40.064497265912664,0 -3.1625347095541656,40.071328472782824,0 -3.1609897571615875,40.07408703520676,0 -3.1625347095541656,40.077108189660564,0 -3.163221355061978,40.083150096473716,0 -3.168714519124478,40.08512016755973,0 -3.1678562122397125,40.08682751638608,0 -3.1663112598471344,40.09116136339734,0 -3.1681995349936187,40.09050473764776,0 -3.1706027942709625,40.09050473764776,0 -3.1747226673178375,40.09103003875422,0 -3.176782603841275,40.090897813857676,0 -3.1784992176108062,40.09168665943606,0 -3.1809247688815,40.09437341173766,0 -3.1803874927572906,40.0894541232723,0 -3.1815891223959625,40.0878718130295,0 -3.1791858631186187,40.08774684032519,0 -3.1757526355795562,40.086958849137524,0 -3.1791858631186187,40.08459483204442,0 -3.1802158313803375,40.08354411525169,0 -3.1836490589194,40.085251503605086,0 -3.1853656726889312,40.08144265541815,0 -3.187940593343228,40.081573998558056,0 -3.1884555774740875,40.077108189660564,0 -3.1900005298666656,40.074875175377095,0 -3.1941204029135406,40.07211664487654,0 -3.1972252918295562,40.06896390177671,0 -3.2006435352377594,40.06659924868405,0 -3.2066516834311187,40.063572262805573,0 -3.2047634082846344,40.06147555205303,0 -3.2018451648764312,40.062263838154344,0 -3.2011585193686187,40.060687256831386,0 -3.20424842461375,40.060161721616815,0 -3.206939068180525,40.0592420523774,0 -3.2075099903158844,40.061081483235808,0 -3.2088832813315094,40.06292073627184,0 -3.226212084033775,40.05700842520754,0 -3.231714244465275,40.0547475196353,0 -3.24287239066228,40.05319799735854,0 -3.245447154622525,40.05832231644504,0 -3.2459621387533844,40.05700842520754,0 -3.2457904773764312,40.05635147008873,0 -3.248022075276822,40.05687703469046,0 -3.2495670276694,40.05543172228234,0 -3.250768657308072,40.05582590143366,0 -3.252141948323697,40.05687703469046,0 -3.2524018848471344,40.05819092846131,0 -3.256090159936187,40.05700842520754,0 -3.2572917896322906,40.05503754085105,0 -3.25780677373815,40.05359218942975,0 -3.2574634510092437,40.054386589021404,0 -3.261926646810025,40.0524906637622,0 -3.2627849536947906,40.05582590143366,0 -3.2650165515951812,40.05674564392002,0 -3.2667331653647125,40.05569450863657,0 -3.266218181233853,40.0530665994948,0 -3.2670764881186187,40.05240960637622,0 -3.2694797473959625,40.05319799735854,0 -3.271711345296353,40.05319799735854,0 -3.2723979908041656,40.05464335713974,0 -3.2737712818197906,40.054906146533945,0 -3.27428626595065,40.0530665994948,0 -3.2739429431967437,40.05135840421347,0 -3.272741313558072,40.0497815705719,0 -3.2735996204428375,40.047810477218,0 -3.275659556966275,40.047284842697835,0 -3.2780682162436187,40.0476796068967945,0 -3.28066377368979156,40.047810477218,0 -3.2832126575522125,40.04873032780536,0 -3.283899303060025,40.04912454578585,0 -3.2833843189291656,40.05135840421347,0 -3.2847576099447906,40.051621206274135,0 -3.2856159168295562,40.05267240438364,0 -3.2873325305990875,40.051621206274135,0 -3.289220805745572,40.05122700280316,0 -3.2902507740072906,40.05240960637622,0 -3.2926540332846344,40.051884007321455,0 -3.2966022449545562,40.05135840421347,0 -3.2996921497397125,40.05201540746514,0 -3.301923747640103,40.05280380300735,0 -3.303125377278775,40.05319799735854,0 -3.3082752185873687,40.060687256831386,0 -3.309820170979947,40.06462864173599,0 -3.3110218006186187,40.0676502154819,0 -3.31531335042447,40.07001483235808,0 -3.3189182239584625,40.074218392535125,0 -3.3240680652670562,40.07188725058646,0 -3.3275012928061187,40.07881573941214,0 -3.3297328907605904,40.07960382485552,0 -3.3326511341147125,40.08144265541815,0 -3.334539409261197,40.08117996837825,0 -3.3419208484701812,40.08026055575731,0 -3.3479289966635406,40.08091728032484,0 -3.349645610433072,40.077896294866605,0 -3.3535938221029937,40.077633594144714,0 -3.356855388265103,40.076188722058646,0 -3.360631938558072,40.07513788674031,0 -3.3642368274740875,40.075269242041884,0 -3.3687000232748687,40.07513788674031,0 -3.3731803810223937,40.07509410225159,0</coordinates></LinearRing></outerBoundaryIs></Polygon>

<Polygon><outerBoundaryIs><LinearRing><coordinates>-3.5657672840170562,40.359843906925114,0 -3.5607891040854156,40.35879746154305,0 -3.5582141834311187,40.35840504033731,0 -3.5552959400229156,40.357227763015636,0 -3.552721093686187,40.35369580771216,0 -3.54894446907565,40.35042531377117,0 -3.5444812732748687,40.346762172257016,0 -3.540533061604947,40.34349134206886,0 -3.5389881092123687,40.340351195874966,0 -3.536756511311978,40.33721090351563,0 -3.5346965747885406,40.33485588832661,0 -3.5297183948569,40.33341618857102,0 -3.5261135059408844,40.32975212337384,0 -3.5177020984701812,40.32438652612964,0 -3.515813823323697,40.3208528511131,0 -3.513410564046353,40.31784253760763,0 -3.5101489978842437,40.316533663784476,0 -3.500707622151822,40.31496298170504,0 -3.4971027332358062,40.31339226308954,0 -3.494184489827603,40.31116701584234,0 -3.4907512622885406,40.30789446021886,0 -3.487146373372525,40.30344353009828,0 -3.48302650032565,40.2993850734974,0 -3.478906627278775,40.2976830675257,0 -3.4744434316779937,40.29702843842787,0 -3.4698085743002594,40.29611194703568,0 -3.4660320240072906,40.29532637309115,0 -3.462255473714322,40.29310053065131,0 -3.458952214436978,40.2899580400384,0 -3.45813560067447,40.28537497929802,0 -3.4548740345053375,40.281839269685,0 -3.4535007443897125,40.2776485408887896,0 -3.4514767275528454,0 -3.4480070727125,40.27240978200636,0 -3.4414844471029937,40.27044514129038,0 -3.4329013782553375,40.26861142512975,0 -3.4260349231772125,40.26730159743359,0 -3.4198551136069,40.266515688640546,0 -3.4138469654135406,40.2638959267147,0 -3.4095554308997125,40.26324097038021,0 -3.4042339283041656,40.26468186594573,0 -3.402173991780728,40.26638470295395,0 -3.3989124256186187,40.267039628850505,0 -3.3896598732098937,40.269746589828147,0 -3.3827934181317687,40.27053246053366,0 -3.376613608561456,40.27262807256237,0 -3.364253989420831,40.2726807256237,0 -3.3552327599196287,40.27419973896903,0 -3.347087851755187,40.27524749628047,0 -3.340908042155206,40.27472361965407,0 -3.3288917457684875,40.273937797104544,0 -3.3168754493817687,40.272890019500096,0 -3.307949057780206,40.271842225661366,0 -3.298336020670831,40.272366124610016,0 -3.292499533854425,40.27262807256237,



Lozoya

3.7065296131186187,40.787776864491065,0 -3.7034397083334625,40.788816622268456,0 -3.700178142171353,40.78985636376548,0 -3.6977748828940094,40.79154590897508,0 -3.694341655354947,40.79297549057375,0 -3.690565105061978,40.793105451010966,0 -3.687475200276822,40.79232568457194,0 -3.685586921303375,40.79128598174105,0 -3.6840419727377594,40.78946646261196,0 -3.6831836658529937,40.787776864491065,0 -3.6811237293295562,40.78725697949728,0 -3.6780338245444,40.78673709043343,0 -3.675282724251315,40.78556732515872,0 -3.6730556446127594,40.785307374521764,0 -3.671167369466275,40.785697300095656,0 -3.6692790943197906,40.785957249206355,0 -3.667219157796353,40.7851773988217,0 -3.6660175281576812,40.78387762783065,0 -3.6648158985190094,40.783097753026055,0 -3.6625843006186187,40.78257783140222,0 -3.6596660572104156,40.78218788751341,0 -3.6579494434408844,40.781148025950955,0 -3.6557178455404937,40.78036811909555,0 -3.6526279407553375,40.78010814810879,0 -3.6485080677084625,40.78049810420738,0 -3.6428432422690094,40.78010814810879,0 -3.6395816761069,40.78166795876712,0 -3.6376934009604156,40.78231786906403,0 -3.632886882405728,40.78283779272288,0 -3.6294536548666656,40.78452751650587,0 -3.627050395589322,40.78647714437525,0 -3.624647136311978,40.78803680546169,0 -3.6220722156576812,40.78985636376548,0 -3.6206989246420562,40.7905061939376,0 -3.6172656971029937,40.794534999030745,0 -3.6158924060873687,40.80012293685262,0 -3.617437358479947,40.803111640742124,0 -3.6186389881186187,40.8042810969351,0 -3.6198406177572906,40.80687981469875,0 -3.6200122791342437,40.809088644787856,0 -3.6179523426108062,40.811037551455925,0 -3.6169223743490875,40.81376592462438,0 -3.6155490833334625,40.8185727851606,0 -3.61486243782565,40.82272978936009,0 -3.6143474536947906,40.826756638582154,0 -3.6145191150717437,40.828964806929115,0 -3.614690776448697,40.830783243297084,0 -3.6155490833334625,40.832211979744265,0 -3.617437358479947,40.83364068540457,0 -3.619153972249478,40.835069360277764,0 -3.6206989246420562,40.83675775452605,0 -3.6208705860190094,40.83870584830258,0 -3.620183940511197,40.841173351566894,0 -3.619153972249478,40.84416020630387,0 -3.617437358479947,40.84701707183742,0 -3.616064067464322,40.84922456539758,0 -3.6145191150717437,40.85078275187009,0 -3.611944194417447,40.85286027683409,0 -3.610742564778775,40.85584660484266,0 -3.609540935140103,40.85883279823784,0 -3.6074809986166656,40.861948682606496,0 -3.6062793689779937,40.865194239624216,0 -3.605421062093228,40.869218509437474,0 -3.603704448323697,40.871944488749605,0 -3.6014728504233062,40.873502140825046,0 -3.6000995594076812,40.87622794377598,0 -3.5992412525229156,40.87934300972166,0 -3.5990695911459625,40.882977068050224,0 -3.5987262683920562,40.8860918163795,0 -3.599756236653775,40.88803845964224,0 -3.601301189046353,40.88933619000381,0 -3.6021594959311187,40.89180180757288,0 -3.6028461414389312,40.89439709522721,0 -3.6042194324545562,40.895954218952596,0 -3.6057643848471344,40.89790057206913,0 -3.6071376758627594,40.93004956204751,0 -3.6085109668783844,40.90257158589668,0 -3.6088542896322906,40.90542593195865, -3.609197612386197,40.90840889303364,0 -3.609197612386197,40.91113425501174,0 -3.6098842578940094,40.91385850744734,0 -3.6103992420248687,40.91658264814043, -3.6117725330404937,40.91917696348441,0 -3.6131458240561187,40.92151176023831, -3.6152057605795562,40.92229000749524,0 -3.6184673267416656,40.92384647451735,0 -3.6213855701498687,40.926051406717484,0 -3.62321021839194,40.92877504492547,0 -3.6251621204428375,40.931239192285226,0 -3.626020427327603,40.93383293233117,0 -3.6277370410971344,40.93642657055005,0 -3.630140300374478,40.939538801999156,0 -3.6320285755020625,40.94213221619391,0 -3.6344318347883062,40.94355850559551,0 -3.636663432698697,40.944725523855738,0 -3.6387233692221344,40.945762824989735,0 -3.6390666919760406,40.94952288797269,0 -3.63975337483853,40.95237520672262,0 -3.6406116443686187,40.95496811683976,0 -3.6419849353842437,40.955760925119154,0 -3.6419849353842437,40.96041289660233,0 -3.6418132740072906,40.963912875003636,0 -3.641126628499478,40.96780152220599,0 -3.6400966602377594,40.971560330015635,0 -3.638895305990875,40.975707731507775,0 -3.6385517078451812,40.97881811152218, -3.638895305990875,40.98166916436214,0 -3.6412982898764312,40.98309464456726,0 -3.643186565029156,40.98387216623847,0 -3.6450748401694,40.9847792632692,0 -3.6474780994467437,40.985297599882771,0 -3.6498813587240875,40.9858159303121,0 -3.651941295247525,40.985556765079174,0 -3.6541728931479156,40.98516801532001,0 -3.6557178455404937,40.9875038431557705,0 -3.657434459310025,40.98426092363656,0 -3.660352702718228,40.98374257992983,0 -3.662755961995572,40.98309464456726,0 -3.6660175281576812,40.98309464456726,0 -3.6679058033041656,40.98257629169384,0 -3.6704807239584625,40.981798754744844,0 -3.672712321858853,40.98115080028507,0 -3.675458903890103,40.98063243213395,0 -3.6775188404135406,40.97920689871174,0 -3.6804370838217437,40.9776517362038,0 -3.6824970203451812,40.975966935444006,0 -3.6835269886069,40.933640633528,0 -3.685071940999478,40.971430719517826,0 -3.68627357063815,40.969356716925335,0 -3.6873035388998687,40.96715343025199,0 -3.6881618457846344,40.96546836138224,0 -3.6890201526694,40.96352399768035,0 -3.6898784595541656,40.962227723386725,0 -3.6910800891928375,40.9615795766923,0 -3.693140025716275,40.96080179225707,0 -3.695714946370572,40.96054252874185,0 -3.697431560140103,40.9601536315595,0 -3.6989765125326812,40.95911656120413,0 -3.7010364490561187,40.95846383957545,0 -3.7032680469565094,40.95730164887395,0 -3.7065296131186187,40.95522740225043,0 -3.7077312427572906,40.9525048546471,0 -3.7101345020346344,40.95211591010988,0 -3.712537761311978,40.95133801416148,0 -3.7156276660971344,40.95030080530658,0 -3.7185459095053375,40.94874496147366,0 -3.720605846028775,40.94757805454052,0 -3.722150798421353,40.946540786621505,0 -3.723352428060025,40.94563316382671,0 -3.7238674121908844,40.94472552855738,0 -3.7271461402997375,40.94118131013903,0 -3.72783278580755,40.938328507852624,0 -3.728176108561456,40.93391938923862,0 -3.7305793678388,40.92847242466134,0 -3.7343559181317687,40.924322055011324,0 -3.7408790504559875,40.925619073528324,0 -3.74431227799505,40.925878474177026,0 -3.7504920875653625,40.925878474177026,0 -3.755641928873956,40.925619073528324,0 -3.7614784156903625,40.925619073528324,0 -3.76628493424505,40.92302501103877,0 -3.770748130045831,40.922506186322245,0 -3.775897971354425,40.92172794161083,0 -3.7807044899091125,40.920690267740724,0 -3.785167857098937,40.91861487112679,0 -3.7889442360028625,40.915761094381594,0 -3.7920341407880187,40.91290719443682,0 -3.7944374000653625,40.90927477996499,0 -3.7958106910809875,40.90642060002766,0 -3.7985572731122375,40.902268845657595,0 -3.8002738868817687,40.899933369286735,0 -3.8016471778973937,40.89759781045,0 -3.803707114420831,40.89396455501473,0 -3.8081703102216125,40.88981201875285,0 -3.811603537760675,40.8851401039365,0 -3.8164100563153625,40.88228488250711,0 -3.8236198341473937,40.85848002055877,0 -3.8294653209638,40.85710168869145,0 -3.833919516764581,0.85632267433918,0 -3.842159262858331,40.8545049385938,0 -3.846279135905206,40.852687152902256,0 -3.8514289772138,40.851908086638936,0 -3.855548850260675,40.85086931737127,0 -3.861042014323175,40.84931113293447,0 -3.86516188737005,40.846714077446286,0 -3.8716850196942687,40.84593494095225,0 -3.8758048927411437,40.845155795297806,0 -3.880611411295831,40.843857198850785,0 -3.8843879615888,40.843078028768865,0 -3.887477866373956,40.84203912107705,0 -3.8905677711591125,40.841259929621295,0 -3.8986186939291656,40.83623825318347,0/</coordinates></LinearRing></outerBoundaryIs></Polygon>

Berzosa del Lozoya	<pre> &lt;Polygon&gt;&lt;outerBoundaryIs&gt;&lt;LinearRing&gt;&lt;coordinates&gt;-3.468624106608331,40.843078028768865,0 -3.4758338844403625,40.841259929621295,0 -3.484760276041925,40.841259929621295,0 -3.4909400856122375,40.84151966112435,0 - 3.4981498634442687,40.8417793916096,0 -3.503986350260675,40.84074046356183,0 -3.5105094825848937,40.8386625586123,0 -3.5187492286786437,40.835545579054475,0 -3.5228691017255187,40.83242845293843,0 - 3.5297355568036437,40.82879162057289,0 -3.5393485939130187,40.82593396949047,0 -3.547931662760675,40.82177716627182,0 -3.5568580543622375,40.8212575475509,0 -3.5650978004559875,40.81943884997046,0 - 3.57402419205755,40.8173602773891,0 -3.5802040016278625,40.81528163967682,0 -3.586383811198175,40.812423406477144,0 -3.594966880045831,40.81086431828644,0 -3.5994300758466125,40.80748616819548,0 - 3.6038932716473937,40.805667093066845,0 -3.6090431129559875,40.80228867839623,0 -3.6172656971029937,40.794534999030745,0 -3.6172656971029937,40.794534999030745,0 -3.6158924060873687,40.80012293685262,0 - 3.617437358479947,40.803111640742124,0 -3.6186389881186187,40.8042810969351,0 -3.61984061775272906,40.80687981469875,0 -3.6200122791342437,40.809088644787856,0 -3.6179523426108062,40.811037551455925,0 - 3.6169223743490875,40.81376592462438,0 -3.6155490833334625,40.81857278531606,0 -3.61486243782565,40.82272978936009,0 -3.6143474536947906,40.826756638582154,0 -3.6145191150717437,40.828964806929115,0 - 3.614690776448697,40.830783243297084,0 -3.6155490833334625,40.832211979744265,0 -3.617437358479947,40.83364068540457,0 -3.619153972249478,40.835069360277764,0 -3.6206989246420562,40.83675775452605,0 - 3.6208705860190094,40.83870584830258,0 -3.620183940511197,40.841173351566894,0 -3.619153972249478,40.84416020630387,0 -3.617437358479947,40.84701707183742,0 -3.616064067464322,40.84922456539758,0 - 3.6145191150717437,40.85078275187009,0 -3.611944194417447,40.85286027683409,0 -3.610742564778775,40.85584660484266,0 -3.609540935140103,40.85883279823784,0 -3.6074809986166656,40.861948682606496,0 - 3.6062793689779937,40.865194239624216,0 -3.605421062093228,40.869218509437474,0 -3.603704448323697,40.871944488749605,0 -3.6014728504233062,40.873502140825046,0 -3.6000995594076812,40.87622794377598,0 - 3.5992412525229156,40.87934300972166,0 -3.5990695911459625,40.882977068050224,0 -3.5987262683920562,40.8860918163795,0 -3.599756236653775,40.88803845964224,0 -3.601301189046353,40.88933619000381,0 - 3.6021594959311187,40.89180180757288,0 -3.6028461414389312,40.89439709522721,0 -3.6042194324545562,40.895954218952596,0 -3.6057643848471344,40.89790057206913,0 -3.6071376758627594,40.9004956204751,0 - 3.6085109668783844,40.90257158589668,0 -3.6088542896322906,40.90542593195865,0 -3.609197612386197,40.908409889303364,0 -3.609197612386197,40.91113425450114,0 -3.6098842578940094,40.91385850744734,0 - 3.6103992420248687,40.91658264814043,0 -3.6117725330404937,40.91917696348441,0 -3.6131458240561187,40.92151176023831,0 -3.6152057605795562,40.92229000749524,0 -3.6184673267416656,40.92384647451735,0 - 3.6213855701498687,40.9246051406717484,0 -3.6231021839194,40.92877504492547,0 -3.6251622120442837,40.931239192285226,0 -3.626020427327603,40.93383293233117,0 -3.6277370410971344,40.93642657055005,0 - 3.630140300374478,40.939538801999156,0 -3.6320285755209625,40.94213221619391,0 -3.6344318347983062,40.94355855059551,0 -3.636663432698697,40.94472552855738,0 -3.6387233692221344,40.945762824989735,0 - 3.6390666919760406,40.94952288797269,0 -3.639753337483853,40.95237520672262,0 -3.6406116443686187,40.95496811683976,0 -3.6419849353842437,40.957560925119154,0 -3.6419849353842437,40.96041289660233,0 - 3.6418132740072906,40.963912875003636,0 -3.641126628499478,40.9678015200599,0 -3.6400966602377594,40.971560330015635,0 -3.6388950380590875,40.975707731507775,0 -3.6385517078451812,40.97881811152218,0 - 3.6388950305990875,40.98166916436214,0 -3.6365089332684875,40.983440211545265,0 -3.633075705729425,40.985513571433735,0 -3.6282691871747375,40.98629106458618,0 -3.623805991373956,40.987586866136226,0 - 3.61796950455755,40.98862348904252,0 -3.6104164039716125,40.99069668596473,0 -3.6042365944013,40.99225154087703,0 -3.5970268165692687,40.99354722529342,0 -3.593593589030206,40.99380635912099,0 - 3.5884437477216125,40.99380635912099,0 -3.5819206153973937,40.99225154087703,0 -3.57402419205755,40.99069668596473,0 -3.5692176735028625,40.98888264222272,0 -3.564411154948175,40.98784602339062,0 - 3.559261313639581,40.98629106458618,0 -3.5527381813153625,40.983440211545265,0 -3.546901694498956,40.98188514885097,0 -3.541408530436456,40.980589235263274,0 -3.53694534635675,40.97981167488857,0 - 3.5307655250653625,40.978256526639626,0 -3.526302329264581,40.97540532628747,0 -3.520809165202081,40.974109285388074,0 -3.5160026466473937,40.97307243433602,0 -3.511196128092706,40.97255400269916,0 - 3.5050163185223937,40.97307243433602,0 -3.4991798317059875,40.974627704803254,0 -3.4923133766278625,40.97566453141191,0 -3.4857902443036437,40.97540532628747,0 -3.4802970802411437,40.97618293860536,0 - 3.47514723893255,40.97721974077041,0 -3.467250815592706,0 -3.467250815592706,0 -3.467250815592706,0 -3.4607276832684875,40.97696054175687,0 -3.454891196452081,40.978774913463276,0 -3.4511146461591125,40.9803300494022,0 - 3.446651450358331,40.98162596817047,0 -3.44218825455755,40.982921861387915,0 -3.438068381510675,40.98473606911452,0 -3.432575217448175,40.98655022693328,0 -3.426052085123956,40.98706854857182,0 - 3.4222755348309875,40.987327707863294,0 -3.4181556617841125,40.98784602339062,0 -3.416095725260675,40.987421779142394,0 -3.4171256935223937,40.98136678647143,0 -3.418842307291925,40.979293296212916,0 - 3.416439048014581,40.97592373551788,0 -3.419185630045831,40.97203556698845,0.96555477687646,0 -3.426052085123956,40.96296228265008,0 -3.4291419899901125,40.95959188779902,0 - 3.43120192643255,40.955702756851075,0 -3.432575217448175,40.94896105374665,0 -3.43669509049505,40.94636790771042,0 -3.4363517677411437,40.94351532945303,0 -3.43669509049505,40.93910655705942,0 - 3.43669509049505,40.935216219379406,0 -3.4377250587567687,40.93054751173534,0 -3.443904868327081,40.92717546214714,0 -3.4487113868817687,40.924062648253255,0 -3.4487113868817687,40.918874299267216,0 - 3.4511146461591125,40.91290719443682,0 -3.448024741373956,40.91083155346005,0 -3.4456214820966125,40.91005317129417,0 -3.443904868327081,40.90849637947247,0 -3.4442481910809875,40.90538268587006,0 - 3.44768141862005,40.90434475542247,0 -3.4511146461591125,40.905642165936655,0 -3.454891196452081,40.90719902495549,0 -3.458324239911437,40.90797744072009,0 -3.4614143287763,40.90693955099767,0 - 3.460041037760675,40.90486372268252,0 -3.457294455729425,40.901490362696904,0 -3.460384360514581,40.900192870733704,0 -3.4614143287763,40.89941436333857,0 -3.460041037760675,40.89759781045,0 - 3.457294455729425,40.89837633922505,0 -3.4552345192059875,40.898895353318004,0 -3.4528312599286437,40.89837633922505,0 -3.45317458268255,40.896300242129854,0 -3.4487113868817687,40.89422407987758,0 - 3.446308127604425,40.89604072541159,0 -3.4442481910809875,40.89266691542947,0 -3.439784995280266,40.89085017725163,0 -3.4442481910809875,40.88669744552446,0 -3.4404716407880187,40.875276089491926,0 - 3.4473380958661437,40.876833663183945,0 -3.4524879371747375,40.8734588738669,0 -3.4566078102216125,40.87242044254312,0 -3.461757651530206,40.87034353103376,0 -3.4703407203778625,40.86541060509727,0 - 3.4724006569013,40.86385276266764,0 -3.4730873024091125,40.86177558242508,0 -3.4717140113934875,40.85969833703682,0 -3.4662208473309875,40.85684201825858,0 -3.468280783854425,40.85372589367004,0 - 3.471370688639581,40.85138870404079,0 -3.474117270670831,40.84983053181807,0 -3.4720573341473937,40.84697378757533,0 -3.4717140113934875,40.844896078044016,0 -3.468624106608331,40.843078028768865,0 /coordinates&gt;&lt;/LinearRing&gt;&lt;/outerBoundaryIs&gt;&lt;/Polygon&gt;</pre>
Montejo de la Sierra	<pre> &lt;Polygon&gt;&lt;outerBoundaryIs&gt;&lt;LinearRing&gt;&lt;coordinates&gt;-3.6388950305990875,40.98166916436214,0 -3.6365089332684875,40.983440211545265,0 -3.633075705729425,40.985513571433735,0 -3.6282691871747375,40.98629106458618,0 - 3.623805991373956,40.987586866136226,0 -3.61796950455755,40.98862348904252,0 -3.6104164039716125,40.99069668596473,0 -3.6042365944013,40.99225154087703,0 -3.5970268165692687,40.99354722529342,0 - 3.593593589030206,40.99380635912099,0 -3.5884437477216125,40.99380635912099,0 -3.5819206153973937,40.99225154087703,0 -3.57402419205755,40.99069668596473,0 -3.5692176735028625,40.98888264222272,0 - 3.564411154948175,40.98784602339062,0 -3.559261313639581,40.98629106458618,0 -3.5527381813153625,40.983440211545265,0 -3.546901694498956,40.98188514885097,0 -3.541408530436456,40.980589235263274,0 - 3.53694534635675,40.97981167488857,0 -3.5307655250653625,40.978256526639626,0 -3.526302329264581,40.97540532628747,0 -3.520809165202081,40.974109285388074,0 -3.5160026466473937,40.97307243433602,0 - 3.511196128092706,40.97255400269916,0 -3.5050163185223937,40.97307243433602,0 -3.4991798317059875,40.974627704803254,0 -3.4923133766278625,40.97566453141191,0 -3.4857902443036437,40.97540532628747,0 - 3.4802970802411437,40.97618293860536,0 -3.47514723893255,40.97721974077041,0 -3.467250815592706,0 -3.467250815592706,0 -3.467250815592706,0 -3.4607276832684875,40.97696054175687,0 -3.454891196452081,40.978774913463276,0 - 3.4511146461591125,40.9803300494022,0 -3.446651450358331,40.98162596817047,0 -3.44218825455755,40.982921861387915,0 -3.438068381510675,40.98473606911452,0 -3.432575217448175,40.98655022693328,0 - 3.426052085123956,40.98706854857182,0 -3.4222755348309875,40.987327707863294,0 -3.4181556617841125,40.98784602339062,0 -3.416095725260675,40.987421779142394,0 -3.4171256935223937,40.98136678647143,0 - 3.394123069010675,41.00028437377062,0 -3.3975562965497375,41.00339359467332,0 -3.397212973795831,41.00676175179194,0 -3.4003028785809875,41.00883437829956,0 -3.4075126564130187,41.01323849316474,0 - 3.408199301920831,41.01634710288023,0 -3.413692465983331,41.01841942786252,0 -3.420558921061456,41.026190065884165,0 -3.427082053385675,41.030593020447604,0 -3.430171958170831,41.040951752144856,0 - 3.4387550270184875,41.04276436260036,0 -3.438068381510675,41.04690728475005,0 -3.4349784767255187,41.0449755392430974,0 -3.435321799479425,41.054415666351616,0 -3.4322318946942687,41.05804009561806,0 - 3.431545249186456,41.06218205595977,0 -3.4253654396161437,41.06580605728738,0 -3.427082053385675,41.06942985890469,0 -3.42570876237005,41.075124000798674,0 -3.4277686988934875,41.079523681745165,0 - 3.428798667155206,41.081594017938286,0 -3.4267387306317687,41.082370377197115,0 -3.429828635416925,41.083664288914896,0 -3.4332618629559875,41.08340550860936,0 -3.43669509049505,41.08340550860936,0 - 3.4394416725263,41.08055885799374,0 -3.443561545573175,41.081594017938286,0 -3.446651450358331,41.08004127190745,0 -3.4559211647138,41.082629161578694,0 -3.4566078102216125,41.08702834015573,0 - 3.465190870692687,41.08909843993604,0 -3.4761772071942687,41.0932384438395,0 -3.4748039161786437,41.09479087804532,0 -3.476520529948175,41.09504961351289,0 -3.4772071754559875,41.09401466552823,0 - 3.482357016764581,41.092203467320985,0 -3.483730307780206,41.093755925984375,0 -3.48888014908887,41.093755925984375,0 -3.4885368263348937,41.09608454519239,0 -3.49162673112005,41.09686073325168,0 - 3.490596762858331,41.098930523236774,0 -3.4923133766278625,41.09996539377117,0 -3.490596762858331,41.10177637797105,0 -3.4899101173505187,41.10410471285233,0 -3.4899101173505187,41.10488080613537,0 - 3.4923133766278625,41.10617427455797,0 -3.4940299903973937,41.109019815404274,0 -3.493343344889581,41.11083054991886,0 -3.4964332496747375,41.1186523293447,0 -3.4940299903973937,41.11289989964363,0 - 3.496089926920831,41.1170384034138,0 -3.4991798317059875,41.11962483577705,0 -3.5008964454755187,41.12479739474446,0 -3.503986350260675,41.129452349242925,0 -3.5063896095380187,41.1315211190837,0 - 3.5101661598309875,41.13643416179983,0 -3.5170326149091125,41.13720987288374,0 -3.5160026466473937,41.13824414005902,0 -3.53557204362005,41.13720987288374,0 -3.5438117897138,41.14703475258416,0 - 3.5489616310223937,41.14703475258416,0 -3.546901694498956,41.154790196849866,0 -3.545528403483331,41.15815060445518,0 -3.545528403483331,41.16073541615392,0 -3.54655837174505,41.16487090283808,0 - 3.5544547950848937,41.16202778377621,0 -3.5572013771161437,41.16099389171717,0 -3.558917990885675,41.15815060445518,0 -3.56063464064655206,41.15659966850567,0 -3.5626945411786437,41.15582418676938,0 - 3.5664710914716125,41.15427319577394,0 -3.570247641764581,41.15272216808154,0 -3.572650901</pre>

## Referencias

[1] **Global Positioning Systems:**

<http://www.gps.gov/systems/gps/>

[2] **Redes de sensores inalámbricas:**

<http://www.ni.com/white-paper/8707/en>

[3] **“Zigbee/IEEE 802.15.4 Standard”**, Departamento de Ciencias de la Computación e Ingeniería, Universidad de York, Canadá. 20 de junio de 2007.

[4] **“Redes de vigilancia IP”**, Wenceslao Posada Bolaño, Escuela Técnica Superior de Ingeniería -ICAI. Universidad Pontificia Comillas, 2010.

[5] **Características cámaras de vigilancia IP:**

<http://www.securimport.com/seguridad-domotica/160-domotica-espia/camaras-ip/>

[6] **MySQL:**

<http://www.mysql.com/>

[7] **Oracle:**

<http://www.oracle.com/es/index.html>

[8] **Microsoft SQL Server 2012:**

<http://www.microsoft.com/sqlserver/en/us/default.aspx>

[9] **Google Fusion Tables API:**

[https://developers.google.com/fusiontables/docs/developers\\_guide](https://developers.google.com/fusiontables/docs/developers_guide)

[10] **Apache:**

<http://www.apache.org/>

[11] **Cherokee:**

<http://www.cherokee-project.com/>

[12] **IIS Microsoft**

<http://www.iis.net/>

[13] **Google App Engine:**

<https://developers.google.com/appengine/>

[14] **Librería *Gheat*:**

<http://code.google.com/p/gheat/>

[15] **Heat Map API:**

<http://www.heatmapapi.com/>



[16] **heatmap.js:**

<http://www.patrick-wied.at/static/heatmapjs/>

[17] **OpenHeatMap:**

<http://www.openheatmap.com/>

[18] **Weather.com:**

[http://www.weather.com/maps/maptype/tendayforecastusnational/index\\_large.html](http://www.weather.com/maps/maptype/tendayforecastusnational/index_large.html)

[19] **Aemet.es:**

<http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/comunidades?k=mad&w=11&o=pais>

[20] **Sayme:**

<http://sayme.es/>

[21] **JavaScript:**

[http://www.w3schools.com/js/js\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/js/js_intro.asp)

[22] **HTML5:**

[http://www.w3schools.com/html5/html5\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/html5/html5_intro.asp)

[23] **CSS3:**

[http://www.w3schools.com/css3/css3\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/css3/css3_intro.asp)

[24] **Google Maps API:**

<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/?hl=es>

[25] **Google Charts API:**

<https://developers.google.com/chart/>

[26] **Librería jQuery:**

<http://jquery.com/>

[27] **Librería jQueryUI:**

<http://jqueryui.com/>

[28] **Librería Modernizr:**

<http://modernizr.com/docs/>

[29] **“Documento de Diseño del Sistema”**, Grupo *JLC01*, Asignatura *Dirección de Proyectos de Desarrollo Software*, 14 de diciembre de 2011.

[30] Ley 15/1999:

<http://www.boe.es/boe/dias/1999/12/14/pdfs/A43088-43099.pdf>

Última consulta de las referencias web realizada el 12 de junio de 2012.