



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

FACULTAD DE INFORMÁTICA

TESINA DE LICENCIATURA

TÍTULO: Herramienta prototípica de creación in-situ de plantillas de muestras posicionadas

AUTORES: Alex P. Scigalszky

DIRECTOR: Dra. Cecilia Challiol

CODIRECTOR: Mg. Alejandra B. Lliteras - Dra. Silvia Gordillo

ASESOR PROFESIONAL:

CARRERA: Licenciatura en Informática

Resumen

El objetivo principal de la tesina es definir una herramienta prototípica de creación in-situ de plantillas de muestras posicionadas. Esta herramienta se construyó sobre la base de un modelo orientado a objetos que tiene representado los conceptos relevantes para este tipo de muestras. La posibilidad de creación in-situ, permite al usuario visitar los lugares físicamente en los que desea crear plantillas de muestras posicionadas, y acorde a esto, ver en qué lugar sería interesante tomar muestras. Cada lugar físico puede tener diferentes particularidades, y la herramienta permite contemplar la creación personalizada de diferentes plantillas de muestras posicionadas.

Palabras Clave

Muestras Posicionadas, Herramienta de creación in-situ, Prototipo, Movilidad.

Conclusiones

Se definió un modelo de solución para las muestras posicionadas, basado en el análisis realizado en relación a esta temática.

En base al modelo propuesto se desarrolló una herramienta prototípica, la cual pudo ser probada por un experto en mediciones in-situ; obteniendo no solo la opinión del mismo sino también sugerencias acorde a su experticia en la temática.

En la entrevista realizada al experto una vez que finalizó el uso de la herramienta, el mismo comentó la utilidad de que ciertos datos como la posición, fecha y hora se carguen automáticamente.

Trabajos Realizados

Se analizaron las características específicas que tienen las muestras, en particular aquellas cuya posición es relevante. Esto permite identificar qué conceptos deben de ser modelados en relación a esta temática.

Se propuso una solución de modelado para representar la creación de muestras posicionadas.

Usando de base el modelo propuesto, desarrolló una herramienta prototípica para la creación in-situ de plantillas de muestras posicionadas. Se realizaron pruebas funcionales sobre la misma.

Una vez finalizada la herramienta, se realizó una entrevista con un experto para que hiciera uso de la misma.

Trabajos Futuros

Algunos trabajos futuros que se desprenden de la tesina son los siguientes:

- *Creación de plantillas compuestas a partir de plantillas simples ya existentes.*
- *Creación de diferentes tipos de consignas y reutilización de las mismas.*
- *Posibilidad de instancias planillas parcialmente para su posterior completado.*
- *Planificación de tareas.*
- *Soporte offline para la creación e instanciación in-situ, en el caso de no contar con conectividad.*

Fecha de la presentación: Febrero 2019

Contenido

| | |
|---|----|
| Contenido..... | 1 |
| 1. Introducción..... | 3 |
| 1.1 Motivación | 3 |
| 1.2 Objetivo | 4 |
| 1.3 Estructura de la Tesis..... | 5 |
| 2. Background..... | 6 |
| 2.1 Descripción de conceptos relacionados al dominio de la tesina | 6 |
| • Concepto de muestreo | 6 |
| • Diseño del muestro..... | 6 |
| • Clasificaciones de las muestras | 10 |
| • Muestras posicionadas | 12 |
| 2.2 Aplicaciones móviles basadas en posicionamiento..... | 14 |
| 2.2.1 Sistema AppEAR [AppEAR]..... | 14 |
| 2.2.2 HasleInteractive [Hansen et al., 2012]..... | 17 |
| 2.2.3 QuesTinSitu [Santos et al., 2014] | 19 |
| 2.2.4 Análisis desde la perspectiva de muestreo de las aplicaciones móviles basadas en posicionamiento analizadas..... | 23 |
| 3. Modelo Propuesto | 25 |
| 3.1 Problemática a resolver..... | 25 |
| 3.2 Descripción del modelo propuesto | 29 |
| 3.3 Funcionalidad del modelo propuesto..... | 36 |
| 4. Herramienta prototípica propuesta | 50 |
| 4.1 Descripción general de la herramienta propuesta..... | 50 |
| 4.2 Pantallas principales de la herramienta propuesta..... | 52 |
| <input type="checkbox"/> Creación de una nueva <i>Plantilla Simple</i> | 53 |
| <input type="checkbox"/> Creación de una nueva Plantilla Compuesta..... | 56 |
| <input type="checkbox"/> Instanciación de una Plantilla Simple | 58 |
| <input type="checkbox"/> Instanciación de una Plantilla Compuesta | 59 |
| 4.3 Problemas que surgieron durante el desarrollo y como fueron abordados | 60 |
| 5. Uso de la herramienta prototípica..... | 62 |
| 5.1 Creación de una plantilla compuesta | 63 |
| 5.2 Creación de una plantilla simple | 66 |
| 5.3 Creación de una instancia de plantilla compuesta..... | 68 |
| 5.4 Creación de una instancia de plantilla simple..... | 70 |

| | |
|---|----|
| 6. Análisis de la herramienta desde la visión de un experto | 73 |
| • Preparativos de la entrevista | 73 |
| • Entrevista realizada al Dr. Cano | 74 |
| • Conclusiones en relación a la entrevista | 83 |
| 7. Conclusiones y Trabajos Futuros | 85 |
| Bibliografía | 88 |
| Anexo A: Herramientas y Framework utilizados | 90 |

1. Introducción

1.1 Motivación

En los últimos años la incorporación de los dispositivos móviles en la vida cotidiana ha cambiado rotundamente la forma de hacer nuestro trabajo, estudiar, comunicarnos y realizar todo tipo de actividades. Existen variados tipos de aplicaciones que pueden encontrarse en los dispositivos para llevar a cabo estas actividades diarias. Sumado a esto, se ha mejorado ampliamente la conectividad que existe, dándole a los dispositivos móviles una potencia que nunca tuvieron. Por ejemplo, las redes sociales nos permiten comunicarnos y difundir nuestras ideas y pensamientos en cualquier momento y lugar, los bancos permiten realizar transacciones desde los dispositivos móviles, y un sinnúmero de tareas que pueden realizarse desde estos dispositivos.

En simultáneo con la incorporación de los dispositivos móviles en la vida diaria, estos han ido evolucionando ampliamente en los últimos años, actualmente estos proveen variados sensores internos, los cuales amplían los servicios que se le pueden brindar a los usuarios [Emmanouilidis et al., 2013]. El mecanismo de sensado más comúnmente usado es la posición del dispositivo móvil, permitiendo a partir de ésta, crear variados tipos de aplicaciones que hacen uso del posicionamiento. Estas aplicaciones se denominan Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento, y utilizan la posición para brindar información o servicios. Además, estas pueden estar destinadas a diferentes dominios, turismo, entretenimiento, educación, etc. En el dominio educativo, por ejemplo, existe la aplicación *HasleInteractive* [Hansen et al., 2012] para la enseñanza fuera de la escuela, los alumnos recorren un bosque y cuando están parados en determinadas posiciones tienen que responder preguntas relacionadas con el ambiente que los rodea, tomar fotos, grabar videos. También se encuentra la aplicación *QuesTinSitu* [Santos et al., 2014] para la evaluación de los alumnos, la cual propone completar cuestionarios basados en posicionamiento, en los cuales los alumnos deben responder en base al lugar físico donde se encuentran. Fuera del ámbito educativo, se puede encontrar la aplicación *AppEAR* [AppEAR] donde los usuarios pueden colaborar con el análisis de medio ambiente respondiendo preguntas simples sobre el estado del río, laguna, etc. directamente en el lugar donde lo observan.

Las aplicaciones mencionadas anteriormente, *HasleInteractive*, *AppEAR* y *QuesTinSitu*, pueden ser consideradas, en un sentido amplio, que permiten tomar muestras del lugar desde la observación del mismo. A continuación se mencionan algunas definiciones de muestras. En [Zúñiga and Prieto, 2011] se especifica que una muestra representa una porción de su totalidad y que además es representativa en un determinado tiempo y bajo las circunstancias en la que se tomó. En [Pica Granados, 2004] se plantea a una muestra como una porción de material que representa la composición verdadera del total. Los siguientes autores [Zúñiga and Prieto, 2011], [Lituma Ríos, 2016] y [Cano et al., 2014] concuerdan en relacionar una muestra con su posición, esto es en los casos donde la información del muestreo es propia para un lugar particular.

La toma de la información para una muestra se puede realizar mediante un instrumento (por ejemplo, el *pH* del agua que se toma en los relevamientos que se realizan en [Cano et al., 2014]) o puede ser obtenida por la interpretación de una persona (como ocurre en [AppEAR], [Hansen et al., 2012] y [Santos et al., 2014]), este último tipo de muestra son de observación, lo cual es subjetivo a la persona. Es decir, a partir de esto, se pueden identificar a grandes rasgos dos formas de tomar muestras, por medición o por observación. Previo a que una

persona complete los valores de una muestra, ya sea usando un instrumento o por observación, la estructura de la misma tiene que estar definida de antemano. Es decir, la estructura (plantilla) a completar relacionada a cada muestra posicionada debe estar previamente diseñada.

En relación con el diseño de aplicaciones que utilizan la posición como una característica relevante, en [Santos et al., 2014] se menciona que puede ser virtual o en el lugar. Acorde a esto, los autores identifican, el diseño virtual y el diseño in-situ. Diseñar de forma virtual significa, según lo explican en [Santos et al., 2014], crear sin encontrarse en el lugar, utilizando sistemas para definir la posición, por ejemplo, un mapa. En cambio diseñar in-situ requiere que el usuario este en ese lugar, y a partir de allí defina el contenido que tendrá la aplicación. Por ejemplo, *QuesTinSitu* permite a los docentes crear las preguntas de manera virtual usando de base un mapa. Es decir, los docentes no visitan el lugar de manera in-situ para diseñar las preguntas posicionadas que deben responder luego los alumnos mediante la observación del lugar. En el caso de *AppEAR* las preguntas ya están predefinidas y son genéricas para cualquier lugar que se desee observar.

Si bien en los últimos años se han explorado herramientas de creación in-situ, las mismas no se focalizan en el diseño de plantillas (o estructuras) de muestras posicionadas. Por ejemplo, en [Alconada Verzini et al., 2015] se propone una herramienta crear elementos posicionados in-situ; esta herramienta está en un estado inicial y exporta archivos XML con los elementos definidos. En [Zimbello et al., 2017] se describen distintas características que debería tener una herramienta de construcción in-situ, en particular para el dominio educativo, pero la misma también se encuentra en un estado inicial. Tanto en [Alconada Verzini et al., 2015] como en [Zimbello et al., 2017] no se abordan conceptos relacionados con el diseño in-situ de plantillas (templates) de muestras posicionadas, esta es la principal motivación de esta tesina.

En esta tesina se define una herramienta de creación in-situ de plantillas de muestras posicionadas. Para esto, se definirá un modelo que permita representar los principales conceptos relacionados a las plantillas de muestras posicionadas. Luego, estas plantillas pueden ser usadas en aplicaciones para que los usuarios (mediante instrumentos u observación) tomen las muestras en sí, completándolas con valores específicos. Por ejemplo, completando el *pH* del agua medido en una posición puntual.

1.2 Objetivo

El objetivo principal de la tesina es definir una herramienta prototípica de creación in-situ de plantillas de muestras posicionadas. Para esto se analizan las características específicas que tienen las muestras, en particular aquellas cuya posición es relevante. Esto permite identificar qué conceptos deben de ser modelados en relación a esta temática.

La herramienta se construirá sobre la base de un modelo orientado a objetos que permita representar los conceptos relevantes en relación a las plantillas de muestras posicionadas. Es decir, como parte de esta tesina se propone también esta solución de modelado en relación a esta temática.

La particularidad que tiene la herramienta al proveer la posibilidad de creación in-situ, es que el usuario puede visitar los lugares físicamente en los que desea crear plantillas de muestras posicionadas, y acorde a esto, ver en qué lugar sería interesante tomar muestras. Más aún, analizar in-situ que características son interesantes muestrear específicamente en cada posición, y a partir de esto definir la plantilla para tal fin. Cada lugar físico puede tener

diferentes particularidades, y la herramienta permitirá contemplar la creación personalizada de diferentes plantillas de muestras posicionadas.

La herramienta prototípica es probada con pruebas conceptuales funcionales, esto permitirá poder apreciar el comportamiento de la misma.

1.3 Estructura de la Tesis

La tesina se estructura de la siguiente manera. En el Capítulo 2 se realiza un relevamiento bibliográfico en relación al concepto de muestras como así también aplicaciones a fin con la temática.

En el Capítulo 3 se presenta una solución de modelado orientado a objetos para representar los conceptos relacionados con la creación de plantillas de muestras posicionadas. En base a la caracterización de la problemática a resolver se propone una solución de modelado.

En el Capítulo 4 se describe la herramienta definida para abordar la problemática de creación de plantillas de muestras posicionadas. Describiendo como se llevó a cabo el desarrollo de la misma.

En el Capítulo 5 se presenta una prueba conceptual del funcionamiento de la herramienta. Se presenta cómo se realiza la creación de distintos tipos de plantillas de muestras posicionadas.

En el Capítulo 6 se presenta una encuesta realizada a un experto en relación a la herramienta desarrollada en esta tesina.

Las conclusiones de la tesina y algunos trabajos futuros que se desprenden de la misma son descriptos en el Capítulo 7.

2. Background

En este capítulo se describirán diferentes conceptos relacionados al dominio de la tesina como así también aplicaciones existentes relacionadas a la temática.

2.1 Descripción de conceptos relacionados al dominio de la tesina

En esta sección se describirán diferentes conceptos relacionados con el dominio de esta tesina, los cuales permitirán clarificar cómo diferentes autores abordan cada uno de ellos.

- **Concepto de muestreo**

En [Moreno, 1977] se describe que una población está formada por un conjunto de individuos que se encuentran repartidos en un hábitat específico. En muchos casos, de esa población se desea conocer algunos parámetros, tales como la densidad media o algún atributo específico de esa población, por ejemplo, porcentaje de machos y hembras. Como muchas veces no es posible observar por separado la totalidad de individuos que componen la población, una posibilidad es extraer una muestra y a partir de ella estimar el parámetro poblacional que es de interés conocer. Especialmente en los casos en que se desee estimar la población total, o la densidad media de individuos, los resultados se expresan por unidad de soporte, ya sea éste vegetal, suelo, aire o agua, sobre los que se encuentran. Esta forma de actuar nos lleva directamente al concepto de unidad de muestreo.

A partir de esta definición brindada en [Moreno, 1977] se podría decir que una muestra es un subconjunto representativo de la población total. El autor plantea un ejemplo para entender mejor en que puede consistir una unidad de muestreo. A continuación se presenta dicho ejemplo, supongamos que para muestrear en un árbol una determinada plaga, que puede habitar en brotes y hojas, se elige inicialmente como unidad de muestreo, el brote con sus correspondientes hojas. Esta unidad contiene otras posibles unidades de muestreo (hoja, entrenudo y hoja, dos entrenudos y hoja, etc.). Es decir, una unidad de muestreo puede contener otras posibles unidades.

Por otro lado, en [Zúñiga and Prieto, 2011] se define a una población o muestreo como una colección de elementos acerca de los cuales se desea hacer una inferencia. A partir de esto, los autores también explican la unidad de muestreo como aquellas unidades coleccionables no sobrelapadas de elementos de la población que cubren la población completa. Es decir, una muestra es una colección de unidades seleccionadas de un marco o varios marcos. Donde el marco es una lista de unidades de muestreo. Algo similar a lo planteado por [Moreno, 1977].

- **Diseño del muestro**

En [Zúñiga and Prieto, 2011], los autores describen que los tipos de estudios sobre el manejo de los recursos naturales pueden ser tan variados como todas las ciencias que le confieren una identidad multidisciplinaria. Existe, además, una gama amplia de posibles limitaciones en el procedimiento de muestreo, que varían de una ciencia a otra. En algunas áreas que comparten conceptos y métodos de investigación con las ciencias físicas, tales como la biotecnología o fisiología, es frecuente la realización de *experimentos*, en donde el muestreo frecuentemente puede ser ejecutado bajo *condiciones controladas*. Tal control es más difícil en ciencias en donde lo más común es realizar estudios bajo condiciones

“naturales”. Disciplinas como ecología, agronomía, forestaría, etc., requieren generalmente de este segundo tipo de estudios que podrían catalogarse como *“cuasi-experimentales*. Más aún, hay áreas multidisciplinarias que combinan el componente biológico con las ciencias sociales o económicas cuyo enfoque de investigación se base en estudios del tipo *“cuasi-experimental”* o definitivamente *observacional*, en donde el control de variables es prácticamente imposible.

Como se menciona en [Zúñiga and Prieto, 2011], las diferencias entre los distintos campos de las ciencias que auxilian al manejador (administrador) de recursos naturales no solamente se han de atribuir al tipo de estudio, observacional, cuasi-experimental o experimental, sino también a las diferencias en el muestreo como consecuencia de la naturaleza misma de las poblaciones. Cada tipo de estudio conlleva a formas distintas de muestreo, por ejemplo, el mismo podría realizarse usando una encuesta.

En un programa de muestreo según lo mencionado en [Moreno, 1977] se deben considerar los siguientes tres aspectos:

- Universo muestral
- Unidad de muestreo
- Tamaño y distribución óptima de las unidades de muestreo

Acorde a esto, [Moreno, 1977] menciona que la selección del universo muestral estará relacionada con el ambiente y con el objetivo. En la elección de la unidad de muestreo se debe intentar minimizar la varianza y el costo, incluyendo en éste el de toma de muestras y el de los costos posteriores; debido a que una varianza alta ocasionaría un tamaño de la muestra considerable, lo que repercutiría desfavorablemente en los costos. Como norma general (acorde a lo mencionado por [Moreno, 1977]) se puede decir que se obtiene un nivel más alto de precisión tomando más unidades de pequeño tamaño que menos y grandes.

Por otro lado, en [Pica Granados, 2004] se plantea que el objetivo general de un programa de muestreo, en relación al agua, es coleccionar una porción de material que represente la composición verdadera de la muestra; por tanto, la calidad de los datos dependerá de las siguientes actividades:

- Formular los objetivos particulares del programa de muestreo
- Colectar muestras representativas
- Desarrollar un adecuado manejo y preservación de las muestras
- Llevar a cabo un adecuado programa de análisis

En [Zúñiga and Prieto, 2011] se menciona que para un cuerpo de agua una muestra representa una porción de su totalidad, es posible entonces, cuando la muestra es representativa, conocer la composición de ese cuerpo de agua original para un determinado tiempo y bajo las circunstancias particulares en las que se realizó su captación. Cuando se requiere conocer con mayor detalle el comportamiento de un cuerpo de agua, es necesario conocer la información antecedente que permita ubicarlo como un cuerpo relativamente constante o cambiante, esto a efecto de seleccionar más adecuadamente el tipo de muestra a obtener.

En la Figura 2.1 y 2.2 se pueden apreciar distintos parámetros relacionados a las muestras de aguas superficiales. Por un lado se puede apreciar que se puede determinar de la muestra, por ejemplo, la acidez o el pH. Pero además, se necesita considerar el recipiente

adecuado para tomar dicha muestra como el volumen necesario de la misma. Otra consideración es la forma de preservación de dicha muestra y el tiempo máximo que la misma puede ser almacenada. Se puede apreciar que hay una variada gama de estudios que se pueden realizar y cada uno conlleva procedimientos diferentes, esto se deberá considerar cuanto se elija hacer determinado muestreo.

| Determinación | Recipiente | Volumen mínimo de muestra | Preservación | Almacenamiento máximo recomendado |
|---|-------------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|
| Acidez | P,V | 100 | Refrigerar | 14 d |
| Alcalinidad | P,V | 200 | Refrigerar | 14 d |
| Boro | P,V | 100 | No requiere | 6 meses |
| Bromuro | P,V | 100 | No requiere | 28 d |
| Carbono orgánico total | P,V | 100 | Análisis inmediato; o refrigerar y agregar H_3PO_4 o H_2SO_4 hasta pH < 2 | 28 d |
| Cianuro total | P,V | 500 | Agregar NaOH hasta pH < 12, refrigerar en la oscuridad | 14 d |
| Cianuro clorable | P,V | 500 | Agregar 100 mg $Na_2S_2O_3/L$ | 14 d |
| Cloro residual | P,V | 500 | <i>Análisis inmediato</i> | 0.5 h/ inmediato |
| Clorofila | P,V | 500 | 30 días en oscuridad | 30 d |
| Cloruro | P,V | 50 | No requiere | 28 d |
| Color | P,V | 500 | Refrigerar | 48 h |
| <i>Compuestos orgánicos</i> | | | | |
| Substancias activas al azul de metileno | P,V | 250 | Refrigerar | 48 h |
| Plaguicidas | P,V | 1000 | Refrigerar; agregar 1000mg ácido ascórbico/L si hay cloro residual | 7 días hasta la extracción |
| Fenoles | P,V | 500 | Refrigerar; agregar H_2SO_4 hasta pH < 2 | 40 días después de extraer |
| DBO | P,V | 500 | Refrigerar | 48 h |
| DQO | P,V | 100 | Analizar lo más pronto posible, o agregar H_2SO_4 hasta pH < 2, refrigerar | 28 d |
| Conductividad | P,V | 500 | Refrigerar | 28 d |
| Dióxido de carbono | P,V | 100 | <i>Análisis inmediato</i> | - |
| Dióxido de cloro | P,V | 500 | <i>Análisis inmediato</i> | - |
| Fluoruro | P | 300 | No requiere | 28 d |
| Fosfato | V (A) | 100 | Para fosfato disuelto filtrar inmediatamente; refrigerar | 48 h |
| Grasas y aceites | V boca ancha, calibrado | 1000 | Agregar HCl hasta pH < 2, refrigerar | 28 d |
| Metales en general | P(A), V(A) | 500 | Filtrar, agregar HNO_3 hasta pH < 2 | 6 meses |
| Cromo VI | P(A), V(A) | 300 | Refrigerar | 24 h |
| Cobre, colorimetría | P(A), V(A) | 500 | Agregar HNO_3 hasta pH < 2, 4 °C, refrigerar | 28 d |
| Mercurio | P(A), V(A) | 500 | Agregar HNO_3 hasta pH < 2, 4 °C, refrigerar | 28 d |

Figura 2.1: Muestreo de Aguas Superficiales – Primera Parte [Zúñiga and Prieto, 2011]

| Determinación | Recipiente | Volumen mínimo de muestra | Preservación | Almacenamiento máximo recomendado |
|--|------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| Nitrato + nitrito | P,V | 200 | Agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2, refrigerar | 28 d |
| Nitrito | P,V | 500 | Analizar lo más pronto posible o refrigerar | 48 h |
| Orgánico Kjeldhal | P,V | 500 | Agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2, refrigerar | 28 d |
| Olor | V | 500 | Analizar lo más pronto posible o refrigerar | - |
| Oxígeno disuelto | | | | |
| Electrodo | V | 300 | Analizar inmediatamente | - |
| Winkler | V | 300 | Puede retrasarse la titulación después de la acidificación | 8 h |
| Ozono | | | Análisis inmediato | - |
| pH | | | Análisis inmediato | - |
| Sabor | V | 500 | Analizar lo más pronto posible o refrigerar | - |
| Salinidad | V, sello de cera | 240 | Análisis de inmediato o usar sello de cera | - |
| Silica | P | 200 | Refrigerar, no congelar | 28 d |
| Sólidos | P,V | 200 | Refrigerar | 2 – 7 d |
| Sulfatos | P,V | 100 | Refrigerar | 28 d |
| Sulfuro | P,V | 10 | Refrigerar | 7 d |
| Temperatura | P,V | - | Análisis inmediato | - |
| Turbidez | P,V | 100 | Analizar el mismo día. Para más de 24 h guardar en oscuridad; refrigerar | 48 h |
| Yodo | P,V | 500 | Análisis inmediato | - |
| NOTA: P (A) o V(A)= Plástico (polietileno o equivalente) o vidrio, enjuagado con HNO ₃ ; V(S)= Vidrio, enjuagado con solventes orgánicos o secado en estufa. | | | | |

Figura 2.2: Muestreo de Aguas Superficiales – Segunda Parte [Zúñiga and Prieto, 2011]

Como se pudo apreciar en las Figura 2.1 y 2.2 es muy variado el tipo de muestreo que se puede realizar respecto de las aguas superficiales. Es decir, a la hora de realizar un muestreo se deberá elegir cuál de estos análisis se desea realizar. Se puede apreciar en ambas figuras que hay determinados análisis que se realizan en forma inmediata, por ejemplo el pH como se enuncia en la Figura 2.2, mientras que hay otros que requieren ser analizados en laboratorios con equipamiento específico.

En [Zúñiga and Prieto, 2011] se destaca dentro de la conservación del manejo y conservación de la muestra, el etiquetar los frascos. Esto permite prevenir confusiones en la identificación de las muestras, pegar al frasco de la muestra antes del muestreo o en el momento del muestreo, papel engomado o etiquetas adhesivas en las que se anote, con tinta a prueba de agua, por lo menos la siguiente información: número de muestra, nombre del recolector, fecha, hora y lugar de su recolección, y preservación realizada.

En la Figura 2.3 se puede apreciar el tipo de muestra y el equipamiento necesario para el muestreo de suelos. Se pueden apreciar los diferentes tipos de muestras junto con las herramientas necesarias para la misma. Esto será conocido por los expertos que determinen el tipo de muestreo que se desea realizar.

| | Muestras | | | |
|---------------------------|---|--|---|---|
| | Por horizontes | Alteradas | Inalteradas | |
| | | Superficiales | | |
| | | Simples | Compuestas | |
| Definición | Horizontes del perfil del suelo diferenciados por procesos. | Muestras de un sitio. | Muestras de varios sitios que han sido mezcladas. | Muestras que se colectan sin alterar la estructura. |
| Aplicación | Levantamiento de suelos, análisis mineralógicos y fisicoquímicos y comportamiento de contaminantes. | Conocimiento de la variabilidad superficial. | En estudios de fertilidad y para el conocimiento de los valores medios en zonas homogéneas. | Estudios de micromorfología y densidad aparente. También se utilizan en estudios con columnas de suelo. |
| Toma de muestra | En calicatas, las muestras se colectan por horizontes. | Muestreos de rejilla y transectos. | Tomar 16 o más submuestras del mismo tamaño. | De las paredes del perfil, de parte del perfil o del perfil completo. |
| Herramientas y accesorios | Palas curvas y planas, picos, espátulas, barrenas de un metro de largo, GPS y cámara fotográfica. | Barrenas de 5 cm de diámetro, el largo depende de los objetivos del estudio. | Barrenas de 5 cm de diámetro el largo depende de los objetivos del estudio. | Cajas de Kubiena, cuchillos, cilindros de PVC o acero inoxidable con bordes afilados, martillo. |

Figura 2.3: Muestreo de Suelo [Zúñiga and Prieto, 2011]

Por simplicidad no se entrará en detalle de otros tipos de muestreos, la elección de mostrar información respecto del muestreo de aguas superficiales y el suelo es para ejemplificar las implicancias de los mismos, y brindarle al lector una idea general de la variabilidad que implica cada uno de ellos.

- Clasificaciones de las muestras

A continuación se presentará la descripción realizada por diferentes autores respecto a cómo ellos clasifican las muestras.

En [Pica Granados, 2004] se clasifica las muestras en relación al agua como:

- *Puntual o simple:* muestra recolectada en un sitio específico durante un periodo corto, de minutos a segundos. Representa un instante en el tiempo y un punto en el espacio del área de muestreo. Las muestras puntuales discretas son aquellas que corresponden a un sitio seleccionado, a una profundidad y tiempo definidos.
- *Compuesta, Integrada o balanceada:* provee un muestreo representativo de matrices heterogéneas, en la cual la concentración del o los analito(s) de interés pueden variar su concentración en el espacio o el tiempo. Las muestras compuestas pueden combinar porciones de varias muestras simples o las provenientes de sistemas automáticos de extracción. Las muestras integradas en el tiempo recurren a muestreadores con bombeo a un flujo continuo constante de muestra o la mezcla de volúmenes iguales recolectados a intervalos regulares.

Una clasificación para aguas superficiales es presentada en [Zúñiga and Prieto, 2011], donde se enuncia lo siguiente:

- *Muestras simples*, conocidas también como puntuales, consisten en obtener una muestra continua que refleje cualitativa y cuantitativamente la calidad del cuerpo de agua muestreado. Se recomienda su obtención cuando la composición de la fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de distancias considerables en todas las direcciones. Esta característica permite suponer que la muestra obtenida bajo tales circunstancias representa un intervalo de tiempo o un volumen más extenso. En este contexto, un cuerpo de agua puede estar adecuadamente representado por muestras simples, como en el caso de aguas superficiales y aguas de suministro.
- *Muestras compuesta*, en la mayoría de los casos, se refiere a una combinación de muestras simples o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos.
- *Muestras integradas*, para ciertos propósitos, es mejor analizar mezclas puntuales tomadas simultáneamente en diferentes puntos (muestreo en espacio), o lo más cercanas posibles. Un ejemplo de la necesidad de muestreo integrado ocurre en ríos o corrientes que varían en composición a lo ancho y profundo de su cauce. Para evaluar la composición promedio o la carga total, se usa una mezcla de muestras que representan varios puntos de la sección transversal en proporción a sus flujos relativos.

Se pueden apreciar ciertas similitudes entre la clasificación realizada por [Pica Granados, 2004] y [Zúñiga and Prieto, 2011], en ambos casos se identifica el concepto de muestra simple. En el caso de [Zúñiga and Prieto, 2011], la muestra compuesta la diferencia de muestra integrada, algo que para [Pica Granados, 2004] son tratadas como el mismo concepto.

Otro autor que también clasifica las muestras de agua es [Lituma Ríos, 2016], quien indica lo siguiente:

- *Muestra simple*: representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su captación. Es tomada en un tiempo y lugar específicos, y siendo así, representa la composición de la fuente solo en ese tiempo y lugar que fue tomada. Sin embargo, también se puede dar el caso en el que la composición no cambie en el tiempo, y es ahí entonces donde una muestra simple que sea tomada al azar se la considera representativa. Una muestra simple se lleva a cabo cuando se deseen analizar parámetros como el pH, el oxígeno disuelto, la temperatura, etc., que precisen una determinación rápida.
- *Muestra compuesta*: es una combinación de muestras individuales de agua que se las toma a intervalos predeterminados, con el objetivo principal de minimizar los efectos de variabilidad de la muestra individual. Es por ello que se considera como la función principal de las muestras compuestas la de minimizar el efecto de las variaciones puntuales de la concentración de los elementos que se van a analizar. Por lo general este tipo de muestras son recogidas in situ. La muestra compuesta puede ser de un volumen fijo o proporcional al flujo. Las muestras compuestas en el tiempo se pueden usar para determinar solamente los componentes que permanecen sin alteraciones bajo las condiciones de toma de muestra, preservación y almacenamiento.

En cuanto a las muestras de suelo, en [Zúñiga and Prieto, 2011] se describe la siguiente clasificación:

- *Muestreo aleatorio simple*

Los puntos de muestreo de toda la población se eligen de tal forma que cualquier combinación de n unidades tenga la misma oportunidad de ser seleccionada, se lleva al cabo seleccionando cada unidad al azar e independientemente de cualquier unidad previamente obtenida. La forma más usual para determinar los puntos de muestreo es trazando un sistema de coordenadas sobre el área de estudio, seleccionando dos distancias al azar, una para cada eje, y la intersección de estas dos será el sitio en el que se tomará la muestra. Los resultados de este tipo de muestreo son adecuados para poblaciones homogéneas, aunque si se conoce la variabilidad de la población es mejor utilizar uno de los métodos que se describen a continuación.

- *Muestreo aleatorio estratificado*

Este método se utiliza comúnmente en poblaciones heterogéneas. En él la población se subdivide en estratos (grupos, fases) más homogéneos y en cada estrato se lleva al cabo un muestreo aleatorio simple. Para la elección de estratos se utiliza información previa, como el clima, la geomorfología, el taxa de suelo y la vegetación/uso del suelo de la zona de interés, entre otros. Las principales razones por las que se utiliza este plan de muestreo son la de obtener datos específicos para cada subpoblación y aumentar la precisión en los datos sobre la población.

- *Muestreo sistemático (en rejilla)*

El muestreo sistemático consiste en la toma de muestras equidistantes con el fin de obtener una mejor representación de la población. Si se trata de muestras en espacios de dos dimensiones se trazan varias líneas paralelas y perpendiculares sobre la superficie. Sobre las intersecciones (que deben ser equidistantes) se toma la muestra, la separación entre líneas y por lo tanto el número de puntos depende del nivel de detalle deseado.

- *Muestreo geoestadístico*

La geoestadística incluye todos los métodos estadísticos para el análisis de datos correlacionados en el espacio, también se le conoce como la teoría de las variables regionalizadas. Esto se da por la necesidad de tomar muestras representativas en regiones geográficas que tienen una variabilidad significativa y desconocida. Se utilizan en gran medida para elaborar mapas de distribución de determinadas propiedades o características del suelo, por ejemplo, la distribución de metales en una región determinada.

Acorde a la clasificación presentada anteriormente (enunciada en [Zúñiga and Prieto, 2011]) para las muestras de suelo, se podría decir que el muestreo aleatorio simple son muestras individuales o simples, mientras que el resto involucran más de una muestra individual y podrían denominarse compuestas (muestreo aleatorio estratificado, muestreo sistemático en rejilla y muestreo geoestadístico).

- *Muestras posicionadas*

Los autores destacan en [Zúñiga and Prieto, 2011], que la localización (o posicionamiento) de las muestras son de utilidad para estudios ecológicos, mientras que no requieren tanta precisión en estudios comunitarios o poblacionales. Es decir, tanto en el caso de las aguas superficiales como del suelo, que son los muestreos que venimos haciendo hincapié, el

posicionamiento de la muestra es fundamental. Veamos que dicen sobre este tema distintos autores.

En [Zúñiga and Prieto, 2011] se menciona que para el caso de las muestras de agua superficiales, como parte del manejo de las mismas se debe realizar un *Libro de campo*, en el cual se debe anotar, por ejemplo, la localización de la estación de muestreo o del punto de muestreo. Describiendo el punto de muestro, para lo cual se pueden usar mapas o fotografías del sitio de muestreo como así también observaciones y condiciones de campo.

En [Lituma Ríos, 2016] se menciona que cada sitio de muestreo tiene un código único basado en su ubicación, fecha, tipo y origen. Esta ubicación es expresada por estos autores como una coordenada (latitud, longitud) y además se registra la altitud.

Como se menciona en [Zúñiga and Prieto, 2011] la complejidad de los problemas ambientales requiere la incorporación de nuevas técnicas y herramientas, del uso de una mayor cantidad de datos, de mejores conocimientos y de la elaboración de modelos. En este contexto los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son de gran utilidad al apoyar la descripción, explicación y predicción de patrones y procesos relacionados con el manejo de los recursos naturales en diferentes escalas geográficas.

En [Gómez and Cochero, 2013] se menciona que los investigadores recaudaron información de 21 sitios de muestreo distribuidos a lo largo de 170Km en la costa sur del Río de la Plata. En este caso, definen las muestras tomadas durante el periodo 2005-2008, por el conjunto de valores de pH, Conductividad, Oxígeno disuelto PO^{-3} , NO^{-3} , NO^{-2} , NH^{+4} y DBO_5 . En este caso, las posiciones relevantes se corresponden a los 21 sitios seleccionados.

En el trabajo presentado en [Cano et al., 2014] se explica que para controlar el estado de aguas superficiales y detectar el grado de contaminación presente es necesario realizar muestras periódicas en puntos (posiciones) pre-establecidos. Para realizar esto, los autores proponen 3 sitios como se puede apreciar en la Figura 2.4. En cada uno de los cuales se toman muestras a fin de realizar un tratamiento estadístico adecuado.

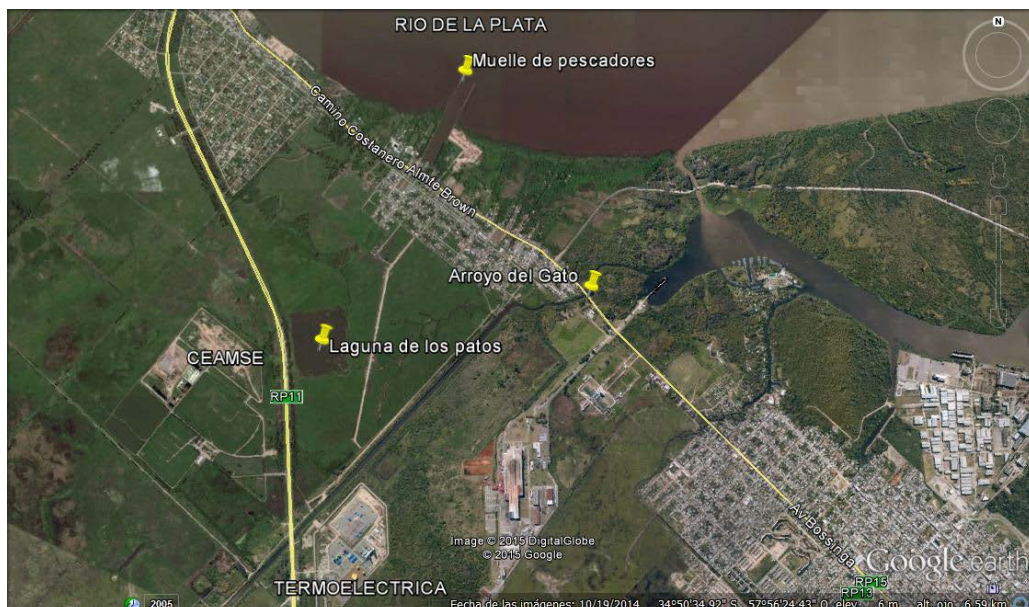


Figura 2.4: Puntos de muestreo [Cano et al., 2014]

Durante el relevamiento en el campo realizado por los autores en [Cano et al., 2014], se tomaron muestras de agua superficiales cada 15 días, siguiendo procedimientos estandarizados internacionalmente. En cada sitio se recolectaron los siguientes

parámetros in-situ, utilizando una sonda multiparamétrica de calidad ambiental: temperatura del agua, temperatura ambiente, pH, oxígeno disuelto, conductividad y sólidos disueltos totales.

Al realizar este tipo de relevamiento periódicamente se puede conocer la variabilidad de la calidad del agua a través del tiempo, como se menciona en [Cano et al., 2014]. En la Figura 2.5 se puede apreciar cómo varía en el tiempo el *oxígeno disuelto* en el agua, el cual fue relevado in-situ.

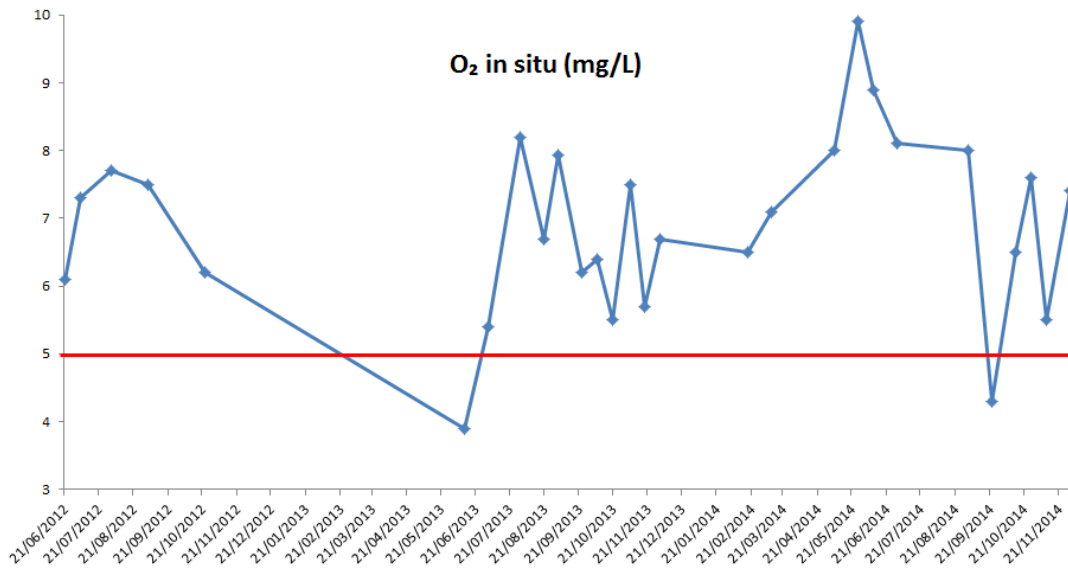


Figura 2.5: Variación temporal del oxígeno disuelto en el Río de La Plata [Cano et al., 2014]

Por otro lado, en [Hansen et al., 2012] se realiza la observación de un entorno natural por parte de alumnos. Para reforzar la motivación, los autores usan una historia de base que va guiando a los alumnos por un bosque, donde se les va proponiendo diferentes tareas relacionadas a la observación del lugar. Por ejemplo, los alumnos deben tomar fotografías en determinadas posiciones y realizar notas sobre el entorno que los rodea. Este trabajo será ampliado en la Sección 2.2.

De esta manera podemos apreciar como en diferentes dominios se pueden tomar muestras posicionadas, ya sean de datos medibles cómo puede el pH como más relacionado con la observación del entorno en un determinado lugar.

2.2 Aplicaciones móviles basadas en posicionamiento

En esta sección se describirán algunas aplicaciones móviles basadas en posicionamiento. Luego al final de esta sección se relacionarán cada una de ellas con el concepto de muestreo.

2.2.1 Sistema AppEAR [AppEAR]

AppEAR es una aplicación móvil para que las personas puedan brindar información sobre un río, una laguna, un lago o un estuario y dar una opinión sobre su estado. Está orientada a que pueda ser usada por cualquier persona interesada en el tema, sólo necesita ir al lugar a recolectar datos. Estos datos servirán luego a los científicos que estudien y monitoreen el estado de las fuentes de agua. Mientras más personas participen, más precisos serán los datos para los científicos.

Debido a que es una aplicación orientada a científicos ciudadanos (usuarios sin experiencia pero con incentivo) está implementado como un juego interactivo, quien recolecte más y mejores datos, más puntos acumulará.

AppEAR [AppEAR] tiene una serie de pasos para ayudar al usuario para realizar la toma de datos. Estos son:

1. Descargar la aplicación y registrarse como usuario por una única vez.
2. Buscar un sitio en la ribera de un río, un lago o un estuario, llevando el celular.
3. Localizarse físicamente utilizando el GPS del celular o buscar la posición en un mapa.
4. Responder las preguntas directamente en el celular. Éstas preguntas son multiple choice y fáciles de responder
5. Tomar fotografías para enviarlas. Como máximo permite tomar 4 fotografías.
6. Enviar los resultados y las fotos si se tiene acceso a internet puede ser en el momento o más adelante en caso de no tener acceso.

AppEAR utiliza una serie de preguntas simples para que el usuario responda fácilmente, sólo debe estar cerca de una fuente de agua y responder acorde a lo que observa. Los datos siempre van acompañados con la posición dónde fueron tomados. Para esto la aplicación hace uso de la ubicación del usuario, ya sea utilizando el GPS integrado o solicitando al usuario que marque su ubicación en un mapa. En la Figura 2.6 se puede apreciar cómo la aplicación usa el GPS interno del celular para buscar las coordenadas y, para aquellos dispositivos que no posean GPS integrado, se muestra un mapa con un marcador y el usuario mueve el mapa hasta que el marcador se sitúe las coordenadas reales de la persona.

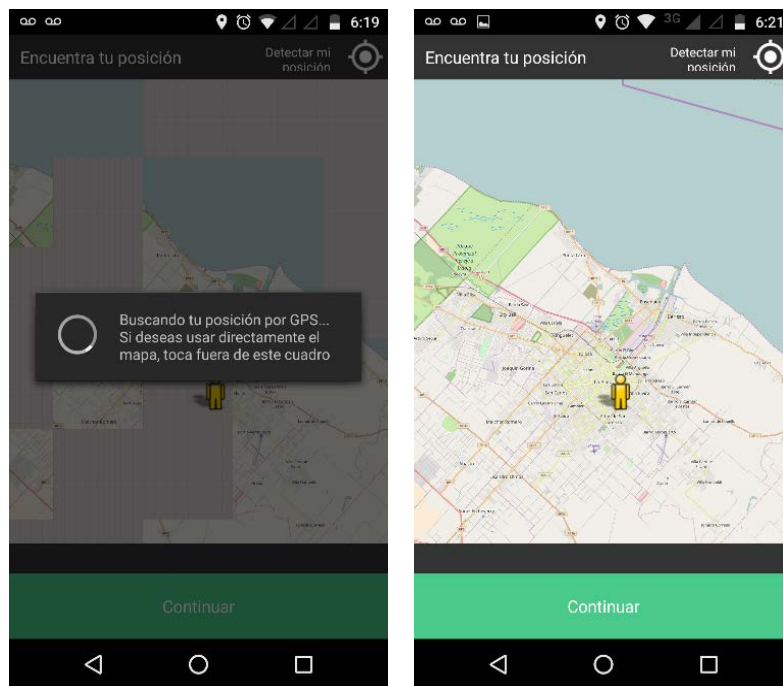


Figura 2.6: Aplicación *AppEAR* utilizando GPS (izquierda) y solicitando al usuario que ingrese su posición manualmente (derecha) [AppEAR]

Las preguntas que *AppEAR* presenta al usuario son fáciles de responder, la mayoría de éstas tienen varias opciones. Para empezar reduce el cuestionario diferenciando el tipo de ambiente como se puede apreciar en la Figura 2.7.

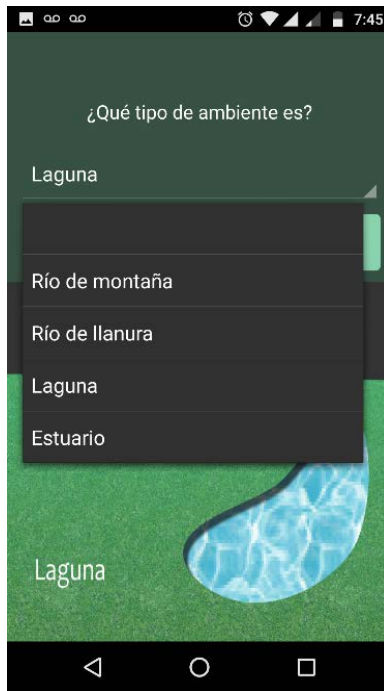


Figura 2.7: Aplicación *AppEAR* preguntando el tipo de ambiente [AppEAR]

En la Figura 2.8 se muestran ejemplos de algunas de las preguntas de *AppEAR*. En algunos casos se pueden seleccionar más de una opción y en otros sólo una. Actualmente la aplicación cuenta con 15 preguntas. El usuario para responderlas sólo debe observar el lugar físico donde se encuentra, prestar atención a los puntos específicos del cuestionario y, acorde a lo observado y las opciones presentadas elegir la opción más acorde.

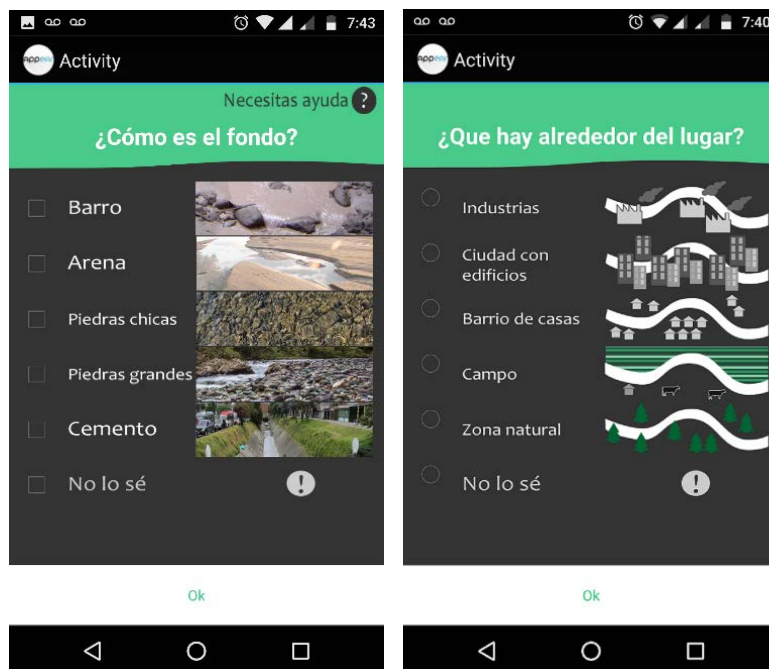


Figura 2.8: Observaciones y toma de datos. [AppEAR]

Además de las preguntas que *AppEAR* pide como obligatorias, también es posible agregar datos extra a la muestra sobre la diversidad vegetal y animal del lugar. En la Figura 2.9 se puede observar un ejemplo.

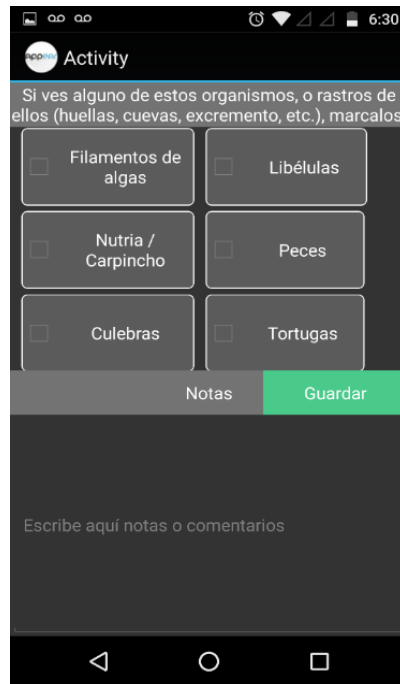


Figura 2.9: Ejemplo de cuestionario extra [AppEAR]

2.2.2 HasleInteractive [Hansen et al., 2012]

En [Hansen et al., 2012] los autores presentan, *HasleInteractive*, una aplicación multimedia orientada al aprendizaje fuera de la escuela. Esta aplicación propone un recorrido en un entorno natural dónde los alumnos tienen que descubrir información útil del lugar o recolectar objetos para después continuar la tarea en el aula.

Para poder determinar los avances durante el recorrido la aplicación recolecta la posición de los alumnos por GPS o usando códigos de barra o QR que fueron colocados en lugares estratégicos. Existen situaciones en que el uso del GPS no es posible, ya sea porque los celulares no poseen el sensor o porque el ambiente no lo permite. En esas situaciones se distribuyen en el lugar, en cada punto del recorrido, placas con códigos QR que van a servir a los alumnos para avanzar en la historia.

Para organizar las tareas que deben realizar los alumnos se plantea una historia ficticia incompleta que, para terminarla, es necesario que los alumnos exploren por ejemplo un parque o un área fuera de la escuela. A cada alumno se le ofrece un celular con GPS y cámara de buena calidad. Al comenzar el recorrido, la aplicación muestra la historia con el primer objetivo a cumplir. En la Figura 2.10 se puede observar un ejemplo de un recorrido.

La historia se divide en múltiples escenas que representan un punto en el recorrido. Cada escena se les presenta a los alumnos a medida que se acercan al lugar. Esto ocurre en ambientes dónde es posible usar GPS, en cambio, si no se puede utilizar, los alumnos deben escanear códigos QR para poder comenzar la nueva escena. En la Figura 2.10 se observa las posiciones de cada una de las escenas.



Figura 2.10: Ejemplo de recorrido de *HasleInteractive* [Hansen et al., 2012]

A medida que los alumnos se mueven por el espacio físico, van descubriendo un poco de la historia y recolectan manualmente los datos necesarios que, dependiendo de la materia a la que esté orientada la tarea, puede ser muestra de tierra, si existen o no algunas plantas, filmaciones, grabaciones propias razonando alguna pregunta o explicando el ambiente, fotos de fuentes de agua, tipos de árboles, plantas o pastizales códigos de barras, etcétera. A lo largo del recorrido, los alumnos también encontrarán una serie de símbolos misteriosos que deben decodificarlos usando una planilla y guardarlos en el celular. Al final, uniendo todas las partes, se formará una frase que revela una enseñanza acorde a la historia. En la Figura 2.11 se puede observar por un lado símbolos que dan pistas a los alumnos y además como los alumnos van tomando notas.



Figura 2.11: Toma de datos realizada manualmente [Hansen et al., 2012]

Como se describe en [Hansen et al., 2012], también son recolectadas imágenes, filmaciones y pequeñas anotaciones utilizando el celular en las distintas posiciones donde se le proponen tareas a los alumnos. Estos datos son enviados a un servidor junto con un identificador, un identificador del punto dentro de la historia, una anotación hecha por los alumnos y la posición geográfica donde fue tomada. En la Figura 2.12 se puede observar cómo un alumno establece su posición usando los códigos QR. Esto hace que avance en la historia y tenga que recolectar información del lugar, en la Figura 2.12 también se observan ejemplos de fotos tomadas por el alumno en la posición.



Figura 2.12: Escaneo de código QR [Hansen et al., 2012]

2.2.3 QuesTinSitu [Santos et al., 2014]

En [Santos et al., 2014] los autores presentan un estudio sobre los diferentes factores que se deben tener en cuenta cuando se diseñan e implementan sistemas de aprendizaje fuera del aula. Los autores presentan *QuesTinSitu*, una aplicación para evaluaciones al aire libre. Usando esta aplicación los estudiantes ponen en práctica los conceptos aprendidos. Un docente carga en el sistema una ruta a través de puntos de observación dónde los alumnos tienen que responder un cuestionario geo localizado y los alumnos deben recorrer el espacio físico completando cada cuestionario en el lugar.

En [Santos et al., 2014] se plantean dos formas de diseñar una aplicación educativa móvil basada en posicionamiento, in-situ o virtual (o basadas en mapas). A continuación se describe en qué consiste cada uno de estos:

- ❑ El diseño in-situ plantea recorrer el lugar físico, e identificar lugares destacados donde en cada uno de ellos se define que se le brindará al alumno. Por ejemplo, una pregunta, en este caso, la misma se diseña en el lugar que posteriormente el alumno la recibirá. Esto permite diseñar de una manera más precisa considerando las características propias del ambiente en sí.
- ❑ El diseño virtual implica que quién realiza el diseño, por ejemplo, de una actividad educativa, conoce el lugar físico o dicha actividad es tan general que no requiere de un ambiente con características determinadas. En este caso, el diseño se realiza desde una máquina de escritorio especificando la ubicación sobre un mapa.

Cabe destacar que las dos formas descriptas anteriormente están focalizadas en cómo se lleva a cabo el diseño de aplicaciones educativa móvil basada en posicionamiento. Sin embargo, luego estas aplicaciones son usadas in-situ por los alumnos, donde los mismos recorren el espacio físico recibiendo en diferentes posiciones actividades educativas, la cuales pueden haber sido diseñadas in-situ o virtual.

En *QuesTinSitu* los docentes usan el diseño virtual para cargar las rutas con los cuestionarios desde una computadora, especificando las ubicaciones y pasajes en un mapa. Luego, la aplicación es usada in-situ por los alumnos, debido a que deben encontrarse en el lugar para obtener las preguntas que tienen que ser respondidas mediante la observación del lugar. En la Figura 2.13 se puede apreciar cómo la arquitectura de *QuesTinSitu* separa lo antes mencionado.

En la Figura 2.13 se muestra cómo el módulo de control y sistema basado en ubicaciones se encuentra conectado a todos los componentes que interactúan en el sistema. También se puede ver el motor de preguntas y respuestas de *QuesTinSitu*, que es el encargado de

interpretar las preguntas, chequear las respuestas y generar el puntaje correspondiente. La interacción con *Google Maps* es la encargada de proveer la información geográfica. Los alumnos utilizan los celulares para cargar las preguntas y responderlas. La aplicación del celular registra la ubicación del alumno y envía, responde o solicita el cuestionario junto con la posición. Para esto existe una interfaz web móvil para interactuar con el resto del sistema. Por otro lado, los docentes poseen una interfaz web (página web) para utilizar el sistema. Todos los datos que se generan durante la utilización del sistema, se almacenan en una base de datos.

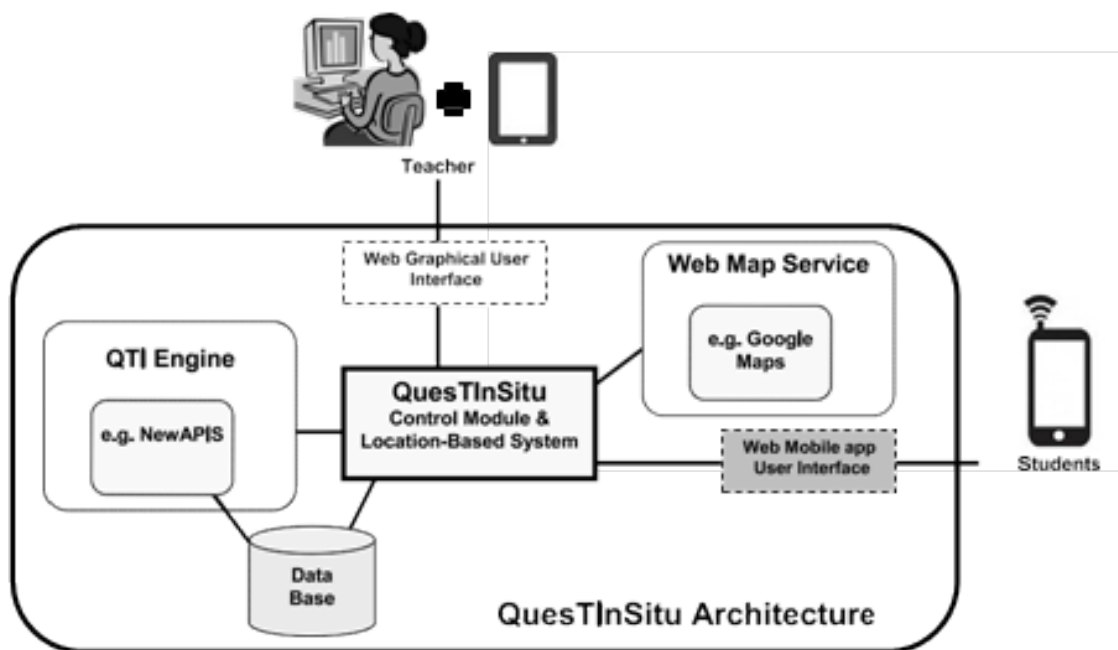


Figura 2.13: Arquitectura de *QuesTinSitu* [Santos et al., 2014]

Los docentes pueden visualizar en tiempo real el progreso de los alumnos. Los maestros pueden observar en un mapa la posición de los alumnos durante la experiencia. En la Figura 2.14 se puede ver la interfaz web del docente dónde se muestran en un mapa la posición de los estudiantes que están realizando la actividad (representados por el número de su grupo) y los cuestionarios geo localizados (representados con un marcador amarillo). Para saber la puntuación de los alumnos, el docente puede interactuar con el cuestionario y ver en tiempo real la puntuación de cada alumno en ese cuestionario.

La aplicación móvil presentada en [Santos et al., 2014] es utilizada por los alumnos para acceder a las diferentes rutas de cuestionarios geo localizados que están publicados en el sistema. En la Figura 2.15 se puede observar cómo se selecciona una ruta.

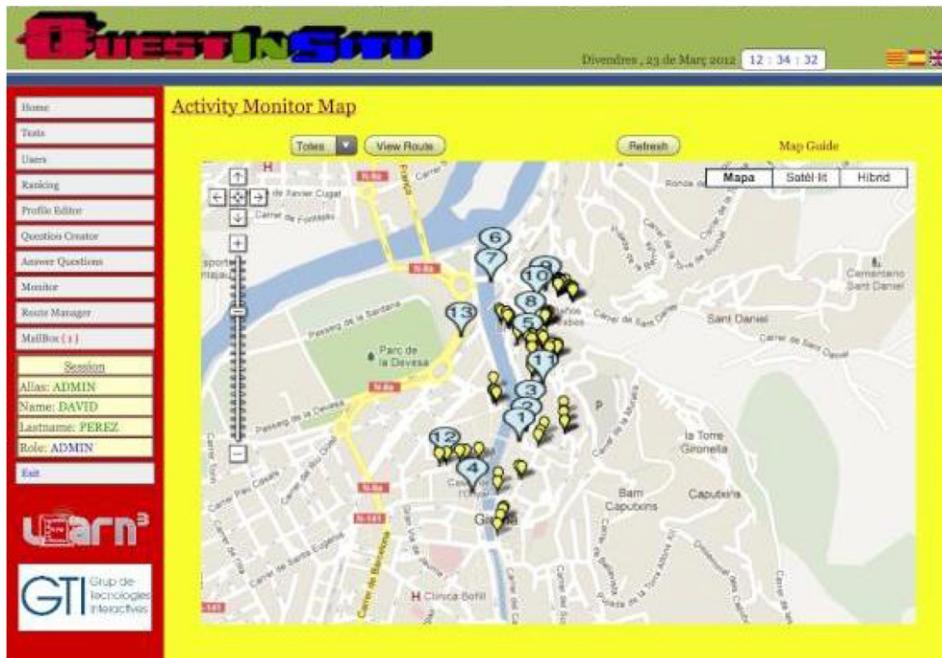


Figura 2.14: Monitoreo en *QuesTinSitu* [Santos et al., 2014]

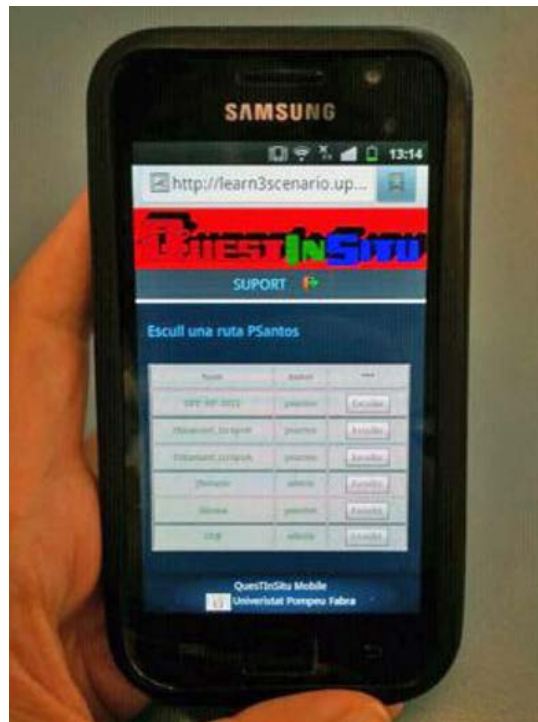


Figura 2.15: Selección de ruta en la app *QuesTinSitu* [Santos et al., 2014]

Una vez seleccionada una ruta, los alumnos pueden ver un mapa que tiene la posición de todos los cuestionarios que tienen que descubrir y su propia posición. En la Figura 2.16 se muestran los cuestionarios no respondidos con una estrella amarilla, aquellos correctamente respondidos con una bandera verde y con una bandera roja, los cuestionarios mal respondidos.

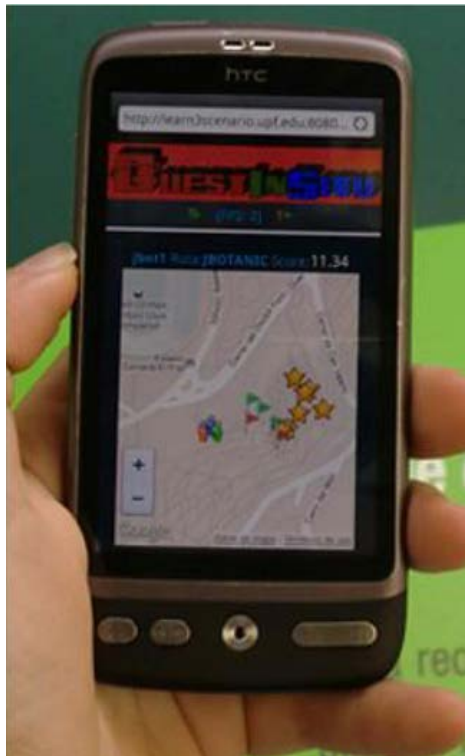


Figura 2.16: Cuestionarios de la ruta seleccionada en *QuesTinSitu* [Santos et al., 2014]

Para contestar los cuestionarios, los alumnos simplemente se acercan a uno de los puntos marcados en el mapa y automáticamente aparece en pantalla las preguntas en cuestión (como se observa en la Figura 2.17). Los alumnos necesitan estar in-situ para entender y responder la pregunta acorde al entorno en que se encuentra. Observando, tocando, hablando con las personas, etcétera podrá responder los cuestionarios.



Figura 2.17: Cuestionarios de la ruta seleccionada en *QuesTinSitu* [Santos et al., 2014]

2.2.4 Análisis desde la perspectiva de muestreo de las aplicaciones móviles basadas en posicionamiento analizadas

Se pudo apreciar que las aplicaciones móviles presentadas en las Secciones 2.2.1, 2.2.2 y 2.2.3 están planteadas para recorrer in-situ los lugares y en diferentes lugares observen o respondan determinadas preguntas. Estas aplicaciones no fueron concebidas desde la perspectiva de muestreo sin embargo se las puede analizar desde este enfoque.

A modo de resumen en la Tabla 2.1 se especifica cómo cada una de las aplicaciones presentadas en las secciones anteriores realiza el posicionamiento y que usa el dispositivo móvil adicionalmente. Además, se puede apreciar como dos de ellas (*HasleInteractive* y *QuesTinSitu*) están orientadas a alumnos mientras que *AppEAR* es para el público en general.

Tabla 2.1: Resumen de las aplicaciones móviles analizadas

| | AppEAR | HasleInteractive | QuesTinSitu |
|---|---|--|--------------------|
| <i>Orientada</i> | Público en general | Alumnos | Alumnos |
| <i>Forma de determinar la posición</i> | Utiliza GPS o, en caso de no tener, permite que el usuario se ubique en un mapa | Utiliza GPS y códigos QR. Estos códigos sirven para brindar adicionalmente las consignas | Utiliza GPS |
| <i>Usa adicionalmente del dispositivo</i> | Cámara | Cámara y micrófono | - |

En cuanto al diseño, acorde a lo mencionado en la Sección 2.2.3 este podía ser in-situ o virtual [Santos et al., 2014]. En este caso las tres aplicaciones mencionadas en la Tabla 2.1 (y analizadas en las secciones anteriores) son de diseño virtual. En *AppEAR* el conjunto de preguntas esta previamente definido, en *HasleInteractive* las actividades están creadas ad-hoc como parte de la aplicación y en *QuesTinSitu* los docentes realizan un diseño virtual mediante un mapa para identificar los lugares y las preguntas asociadas.

Veamos con más detalle que plantea cada una de las aplicaciones mencionadas en la Tabla 2.1 y como podrían ser consideradas aplicaciones de muestreo.

- *AppEAR* cuenta con un conjunto de preguntas de opción múltiple predefinidas que las personas pueden elegir responder desde la observación del lugar físico donde se encuentran. Es decir, son preguntas que sirven para cualquier lugar físico, y requieren de la observación de las personas, cuando las personas las responden se guarda la posición física de la persona para registrar a qué lugar se asocia la observación.
 - ❖ *Desde la perspectiva de muestreo:* este tipo de preguntas podrían ser una muestra de observación ya tabulada.
- *HasleInteractive* propone a los alumnos un conjunto de preguntas en lugares específicos, dichas preguntas pueden requerir realizar alguna tarea, como por ejemplo, sacar una foto o describir lo observado. En un mismo lugar se podría realizar más de una actividad asociada a la observación.
 - ❖ *Desde la perspectiva de muestreo:* este tipo de preguntas podrían ser una muestra de observación que puede requerir diferentes acciones asociadas.

- *QuesTinSitu* propone a los alumnos un conjunto de preguntas de opción múltiple predefinidas en lugares específicos. Estas preguntas requieren la observación del lugar físico para responderlas.
 - ❖ Desde la perspectiva de muestreo: este tipo de preguntas podrían ser una muestra de observación ya tabulada.

A partir de lo antes descrito se puede apreciar que las tres aplicaciones analizadas pueden considerarse que permiten realizar un muestreo por observación, las respuestas pueden estar tabuladas o el resultado de lo que se espera estar tabulado, por ejemplo, una foto del lugar.

Por cómo está definida *QuesTinSitu* solo se plantea una pregunta en cada lugar físico destacado, desde esta visión se podría considerar como una muestra simple a la respuesta brindada. Sin embargo, en *AppEAR* se pueden responder varias preguntas asociadas a un lugar o en *HasleInteractive* se podría realizar más de una actividad de observación asociada a un lugar específico (sacar una foto, responder preguntas, tomar notas, etc.). Desde esta perspectiva, tanto en *AppEAR* como en *HasleInteractive* se podrían ver como muestras compuestas.

De esta manera se pudo apreciar como las aplicaciones analizadas se pueden relacionar con el concepto de muestreo.

3. Modelo Propuesto

En este capítulo se describe la problemática que se desea resolver, para luego presentar de manera incremental el modelo propuesto para dar solución a dicha problemática.

3.1 Problemática a resolver

El relevamiento de muestras de campos es un área en el que se viene trabajando hace varios años. Muchas veces es importante que dicho relevamiento mantenga un registro de las posiciones dónde se tomaron los datos, como se describió en la Sección 2.1, indicando a las mismas como muestras posicionadas.

Los dispositivos móviles han avanzado tecnológicamente para obtener la posición exacta donde se encuentra un usuario, ya sea utilizando el GPS u otras técnicas de posicionamiento. Como se ha analizado en la Sección 2.2, existen aplicaciones móviles basadas en posicionamiento, las cuales pueden ser consideradas como que toman muestras.

La problemática a la que se busca dar solución es poder diseñar plantillas de muestras posicionadas de manera in-situ. Como se mencionó en la Sección 2.1 y 2.2, las aplicaciones móviles basadas en posicionamiento pueden ser diseñadas ya sea de manera in-situ o virtual, acorde a lo descrito en [Santos et al., 2014]. Las aplicaciones analizadas en Sección 2.2 son todas de diseño virtual, acorde a esto, en esta tesina se expondrá el diseño in-situ de plantillas de muestras posicionadas. Es decir, crear preguntas estando físicamente (in-situ) en determinada posición. Luego, estas preguntas podrían ser respondidas también de manera in-situ, como es el caso de todas las aplicaciones analizadas en la Sección 2.2.

Para el diseño in-situ de plantillas de muestras posicionadas se busca contar con un modelo que brinde soporte a la creación de las mismas, el cual se presentará en la Sección 3.2.

A continuación se detallan algunos conceptos relacionados a las características que se desean modelar. Clarificar estos conceptos es importante ya que sentarán las bases para el modelo propuesto en la Sección 3.2.

Es importante destacar en este punto que, posicionar es poder indicar de alguna forma dónde está ubicado físicamente algo, por ejemplo, el usuario. Esta indicación puede ser usando, por ejemplo, una latitud/longitud, una coordenada relativa a un punto (x,y) , o una etiqueta auto-explicativa. En [Leonhardt, 1998], el autor identifica dos tipos de posicionamientos y los denomina *Simbólico* y *Geométrico*. Acorde a este autor una aplicación podría tener conviviendo más de una forma de posicionar. Esta definición nos permitirá hablar del concepto de posición de manera genérica, más allá de cómo la misma está representada.

En relación a las muestras posicionadas surgen dos conceptos; por un lado el diseño o creación de las mismas (la plantilla describiendo los que se desea mostrar), y por otro lado la instanciación (registro de valores puntuales en esas plantillas) de la muestra posicionada. Cabe destacar que en particular para esta tesina es de interés el diseño in-situ de plantillas de muestras posicionadas. A continuación se describe cada uno de estos conceptos mencionados:

- *Creación in-situ de Plantillas de Muestras Posicionadas*

Al estar realizando una creación in-situ, la posición de dicha plantilla se determina acorde a la posición actual del usuario en ese momento. Es decir, a medida que el usuario se mueve por el espacio físico puede ir creando distintas plantillas.

Luego, se tiene que definir si se va a tratar de una muestra simple o compuesta, como se describió en la Sección 2 cada autor tienen sus propias definiciones en relación a esto. Para esta tesina estos conceptos se consideran acorde a lo descrito a continuación:

- *Plantilla de Muestra Simple Posicionada*

Una plantilla que representa una muestra simple posicionada debe definir el tipo de la misma. En particular, para esta tesina se consideran dos tipos de plantillas simples, de medición o de observación. Cada una de estas tiene las siguientes particularidades:

- *Muestra Simple Posicionada de Medición*

Este tipo de muestra debe definir qué se desea medir, y cuál es el rango de valores definidos para dicha medición. Es decir, es necesario especificar la unidad de medida que tendrán las mediciones tomadas. Por ejemplo: para la temperatura se puede definir como unidad los grados centígrados ($^{\circ}$ C), para el oxígeno disuelto los miligramos por litro (mg/L) y para la medida de los sólidos disueltos totales se pueden definir los decigramos por litro (dg/L). Un ejemplo de este tipo de muestra se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Ejemplo de plantilla de una muestra simple posicionada de medición.

| |
|---|
| <i>Descripción:</i> Medir la temperatura del agua <i>Unidad de medición:</i> grados centígrados ($^{\circ}$ C) <i>Posición:</i> (-35.5822554, -58.0186116) |
|---|

Estos son los datos básicos a representar para este tipo de muestra. Sin embargo, se podría agregar más información como, por ejemplo, el instrumento usado para realizar la medición y la precisión del mismo, entre otras características de interés.

- *Muestra Simple Posicionada de Observación*

Se pueden observar diferentes características del espacio físico, este tipo de observación puede ser cerrada, es decir, tener que optar por respuestas prefijadas u observación descriptiva donde se permite el texto libre por parte del que realiza la observación. Para esta tesina, solo nos focalizaremos en las observaciones con opción múltiple, es decir, cerrada a respuestas prefijadas.

Para las muestras simples posicionadas de observación con opción múltiple, se debe indicar qué es de interés observar y cuales son los posibles valores relacionados a esa observación. Usando de base lo descrito para la aplicación *AppEAR* (Figura 2.7 de la Sección 2.2.1), una plantilla para este tipo de muestra se muestra en la Tabla 3.2

Tabla 3.2: Ejemplo de plantilla de una muestra simple posicionada de observación.

| |
|---|
| <i>Descripción:</i> ¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor? <i>Valores posibles:</i> (Río de llanura, Río de montaña, Laguna, Estuario) <i>Posición:</i> (-35.5822554, -58.0186116) |
|---|

Estos son los datos básicos a representar para este tipo de muestra. Se podría agregar más información como, por ejemplo, experiencia del

observador en relación a la temática muestreada. Para poder identificar de esta forma el perfil de la persona que está respondiendo, hay casos donde la opinión de un experto puede tener más peso que un amateur.

○ *Plantilla de Muestra Compuesta Posicionada*

Una muestra compuesta posicionada se puede diseñar para poder registrar dos o más muestras simples relacionadas a la misma posición. Por ejemplo, si se quiere medir en el tiempo muestras asociadas a la misma posición, se puede crear una muestra compuesta posicionada. Esto permite agrupar las muestras simples y determinar que las mismas están relacionadas por algún criterio.

Un ejemplo de muestra compuesta posicionada de medición podría ser, por ejemplo, tener muestras simples posicionadas relacionadas con la temperatura del agua durante un periodo de tiempo. Mientras que un ejemplo de muestra compuesta posicionada de observación podría ser, por ejemplo, identificar como distintos usuarios responden a la pregunta *¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor?* Acorde a lo antes mencionado, podría ser de interés identificar bajo qué criterio se agrupan las muestras simples posicionadas para luego poder determinar la relación entre las mismas. No es lo mismo agrupar por mediciones en un periodo de tiempo que por observación de distintos usuarios.

Notar que una muestra simple posicionada podría convertirse en compuesta si se detecta que se requieren registrar más de una muestra simple asociada a dicha posición.

● *Instanciación in-situ de una Plantilla de Muestra Posicionada*

Luego de creadas las plantillas de muestras posicionadas, acorde a lo descripto anteriormente. Estas pueden ser usadas para que usuarios instancien con valores concretos dichas plantillas, es decir, realizar la medición en sí misma. Para esto, los usuarios deben de estar posicionados en la misma posición¹ que indica la plantilla de dicha muestra.

En la Tabla 3.3 se puede apreciar un ejemplo de instanciación de la muestra simple posicionada de medición presentada en la Tabla 3.1. Es de interés siempre registrar la fecha del muestro ya que esto puede variar en el tiempo.

Tabla 3.3: Ejemplo de instanciación de una muestra simple posicionada de medición

| Plantillas de muestra simple posicionada de medición | Muestro |
|---|---|
| <i>Descripción:</i> Medir la temperatura del agua <i>Unidad de medición:</i> grados centígrados (° C) <i>Posición:</i> (-35.5822554, -58.0186116) | Valor: 15 ° C Fecha: 30/09/2017 Realizó la medición: usuario7 |

¹ Se podría también optar por estar dentro de un radio cercano a dicha posición, por ejemplo, diez metros a la redonda de dicha posición. Esto se debe considerar ya que las posiciones brindadas por el GPS tienen un margen de error, y puede darse el caso que el usuario que está realizando el muestro no esté parado exactamente en la misma coordenada geográfica con la que fue creada la muestra.

En la Tabla 3.4 se puede apreciar un ejemplo de instanciación de la muestra simple posicionada de observación presentada en la Tabla 3.2. En este caso, también es de interés registrar la fecha del muestro y la persona que realizó dicha observación.

Tabla 3.4: Ejemplo de instanciación de una muestra simple posicionada de observación

| Plantillas de muestra simple posicionada de observación | Muestro |
|---|---|
| <i>Descripción:</i> ¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor? <i>Valores posibles:</i> (Río de llanura, Río de montaña, Laguna, Estuario) <i>Posición:</i> (-35.5822554, -58.0186116) | Valor: Laguna Fecha: 30/09/2017 Observador: usuario37 |

Tanto en la Tabla 3.3 como 3.4 se puede apreciar que la posición del muestreo se determina a partir de la plantilla definida previamente. Para que se pueda realizar el muestreo el usuario debe estar² en esta posición.

En las Tablas 3.5 y 3.6 se puede apreciar dos muestras compuestas posicionadas, de medición y de observación respectivamente. Se puede observar que los criterios de agrupamiento son diferentes en para cada una. Los muestreos de cada una se realizan sobre la misma plantilla de muestra simples posicionada.

Tabla 3.5: Ejemplo de instanciación de una muestra compuesta posicionada de medición

| Plantillas de muestra simple posicionada de medición | Muestro |
|---|---|
| <i>Descripción:</i> Medir la temperatura del agua <i>Unidad de medición:</i> grados centígrados (° C) <i>Posición:</i> (-35.5822554, -58.0186116) | Valor: 15 ° C Fecha: 28/09/2017 Realizó la medición: usuario3 |
| | Valor: 10 ° C Fecha: 29/09/2017 Realizó la medición: usuario9 |
| | Valor: 18 ° C Fecha: 30/09/2017 Realizó la medición: usuario6 |
| <i>Criterio de agrupamiento:</i> Medición en distintas fechas todas a las 10 am | |

Tabla 3.6: Ejemplo de instanciación de una muestra compuesta posicionada de observación

| Plantillas de muestra simple posicionada de observación | Muestro |
|---|---|
| <i>Descripción:</i> ¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor? <i>Valores posibles:</i> (Río de llanura, Río de montaña, Laguna, Estuario) <i>Posición:</i> (-35.5822554, -58.0186116) | Valor: Laguna Fecha: 29/09/2017 Observador: usuario15 |
| | Valor: Estuario Fecha: 29/09/2017 Observador: usuario46 |
| | Valor: Laguna Fecha: 30/09/2017 Observador: usuario37 |
| <i>Criterio de agrupamiento:</i> Observación de distintos usuarios | |

² Podría definirse un radio de aproximación a dicha posición dado que el GPS tiene un margen de error

De esta manera, se pudo apreciar los conceptos relevantes relacionados con las plantillas de muestras posicionadas que se desea modelar para esta tesina. Estos conceptos además, serán usados para la definición de la herramienta prototípica propuesta.

A modo de resumen se destacan los siguientes conceptos relevantes a modelar:

- *Plantilla de Muestra Simple Posicionada*, la cual debe definir:
 - Tipo de muestra:
 - Medición (Indicando que se desea medir y unidad de medición)
 - Observación de opción múltiple (Indicando lo que se desea observar y las opciones posibles de respuestas)
 - Posición
- *Plantilla de Muestra Compuesta Posicionada*, la cual debe definir:
 - *Plantilla de Muestra Simple Posicionada* que se usará para definir el agrupamiento, esta determinará la posición de la muestra compuesta.
 - Descripción del criterio de agrupamiento

Cabe mencionar que el foco de la herramienta prototípica propuesta en esta tesina, es principalmente brindar soporte para la creación de plantillas de muestras posicionadas. Esta creación en particular se realizará in-situ, es decir, el usuario se irá moviendo por el espacio físico y cuando elija crear una plantilla se determinará la posición actual del usuario, y está se usará como posición de dicha plantilla.

Luego, estas plantillas podrían ser usadas para realizar los muestreos en si, como se describió anteriormente. Es decir, el muestro o instanciación de las plantillas se realiza en una etapa posterior, y esto podría ser realizado por otros usuario. Cabe mencionar que para realizar dicha instanciación el usuario debe estar posicionado en la posición asociada a la plantilla.

3.2 Descripción del modelo propuesto

En esta sección se presenta el modelo propuesto en base a los conceptos identificados en la Sección 3.1. La presentación del mismo se realizará de manera incremental para brindar un mejor entendimiento de los conceptos presentados.

Se definió un clase denominada *SistemaDeMuestreo*, la cual sirve como una interfaz de entrada para acceder a la funcionalidad del modelo propuesto, esta clase respeta el patrón de diseño *Fachada* [Gamma et al., 1994]. Este patrón permite representar un punto de entrada de forma unificada y centralizada. En la Figura 3.1 se puede observar la clase mencionada, se detallan algunos métodos de la misma.

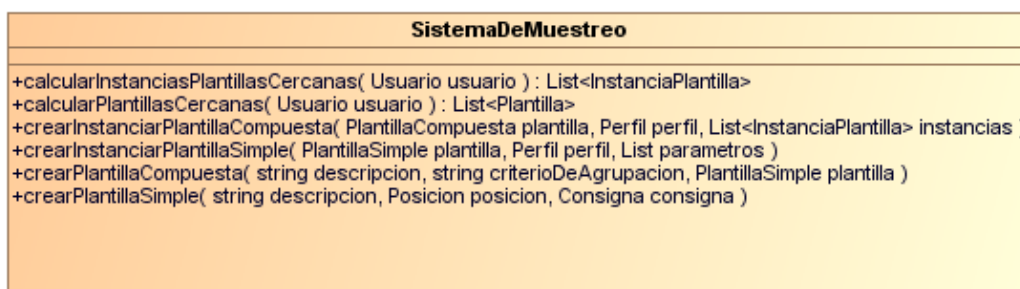


Figura 3.1: Clase *SistemaDeMuestreo*.

Veamos más detalles de la clase *SistemaDeMuestreo*. Esta clase conoce los manejadores de las plantillas, de usuarios y los sensores, los cuales están representados por las clases *PlantillasManager*, *UsuariosManager* y *SensoresManager* respectivamente. En la Figura 3.2 se pueden apreciar estas clases. Cabe mencionar que un manejador de plantillas se encarga de la administración de las plantillas que se vayan creando así como también de cada una de sus instancias. Se puede observar que el *SistemaDeMuestreo* está observando tanto a la clase *PlantillasManager* como *UsuariosManager*, esto cumple con el patrón de diseño *Observer* [Gamma et al., 1994]. Cada vez que cambia algo de las plantillas o de los usuarios se da aviso a al *SistemaDeMuestreo* para que este realice las acciones que sean necesarias. Por ejemplo, si se crea una nueva plantilla, los usuarios cercanos podrían recibir la información de que hay una nueva plantilla cerca de su posición actual. Por otro lado, los datos obtenidos por los sensores son administrados por un manejador de sensores (*SensoresManager*), en esta tesina no se entrará en detalle de como modelar esta funcionalidad. Una forma de diseñar los conceptos relacionados con el sensado puede apreciarse en [Fortier et al, 2010] donde se presenta una solución de modelado para aplicaciones sensible al contexto.

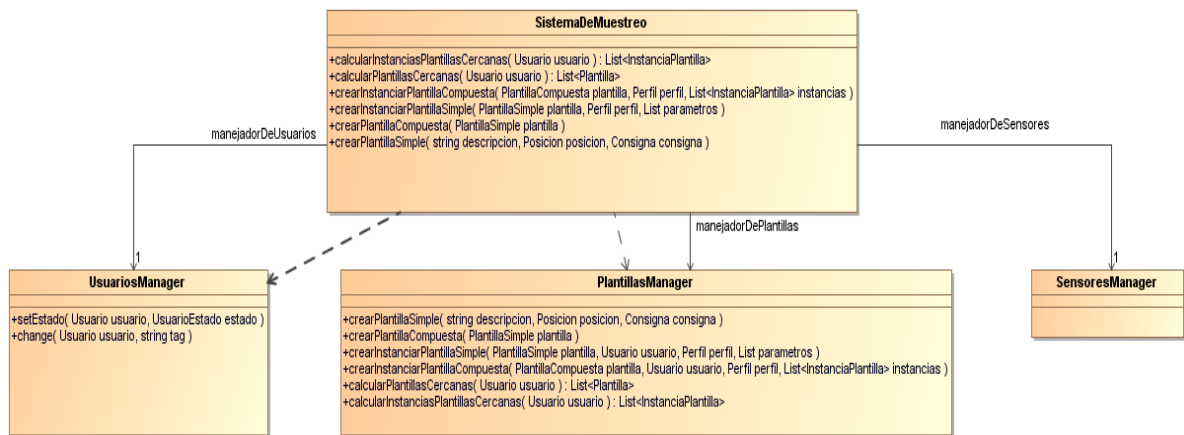


Figura 3.2: Manejadores conocidos por la clase *SistemaDeMuestreo*.

Veamos más detalles de la clase *PlantillasManager*, como se mencionó anteriormente, es la encargada de crear y administrar las plantillas y sus instancias. Por lo tanto, esta clase conoce las plantillas y las instancias de las mismas, como se puede apreciar en la Figura 3.3.

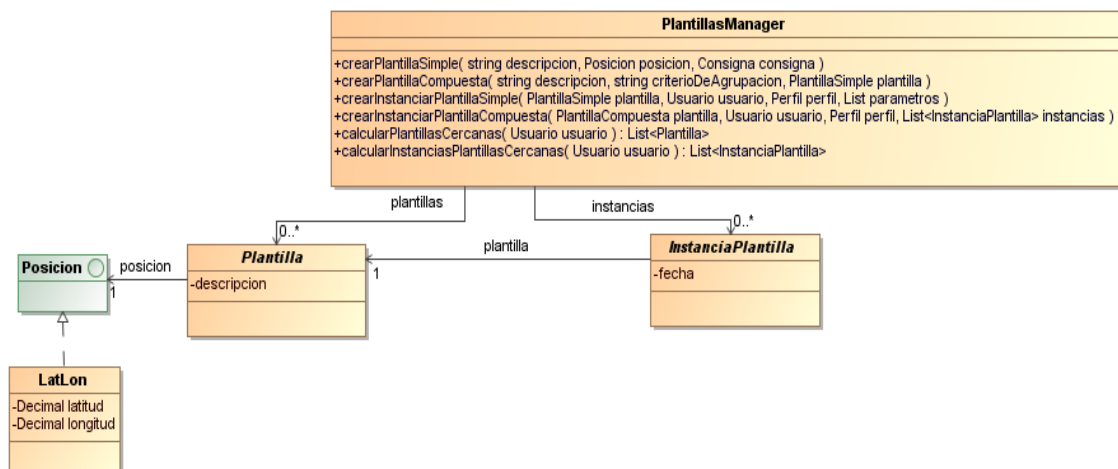


Figura 3.3: La clase *PlantillasManager* conoce las *Plantillas* e *InstanciaPlantillas*.

Una *Plantilla* siempre se encuentra relacionada con la posición dónde fue creada. Al momento de crearse una plantilla, ésta debe tener la ubicación como se explicó en la Sección 3.1, donde se mencionó que todas las plantillas se encuentran posicionadas en el lugar dónde se crearon. Como se pudo apreciar en la Figura 3.3, la posición está representada con una interfaz, acorde a lo mencionado en la Sección 3.1, para poder tener diferentes representaciones de posiciones [Leonhardt, 1998]. Para está tesina se creó una clase específica, denominada *LatLon*, que implementa dicha interfaz.

Como se mencionó en la Sección 3.1, las plantillas pueden ser simples o compuestas, acorde a esto, se diseñaron las subclases *PlantillaSimple* y *PlantillaCompuesta* como se pueden apreciar en la Figura 3.4. Cada *PlantillaSimple* además de la descripción y posición, también tiene una consigna que es la que ingresa el usuario al momento de crearla. Por otro lado, una *PlantillaCompuesta* tiene asociada varias plantillas simples y, además, tiene un criterio de agrupación el cuál describe el motivo por el cual están agrupadas las plantillas simples.

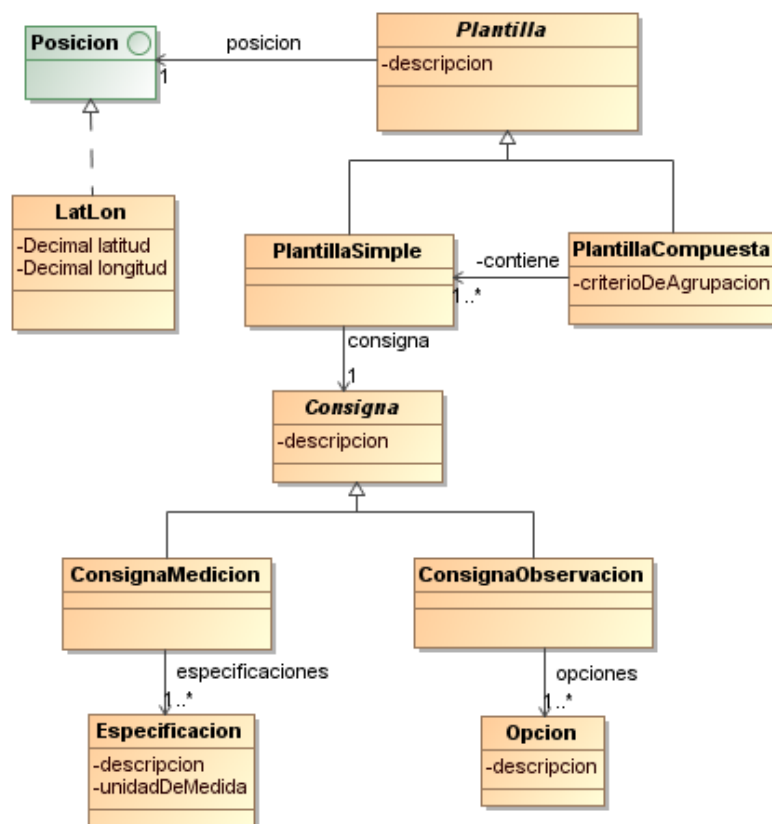


Figura 3.4: Jerarquía de *Consignas*.

Como se pudo observar en la Figura 3.4, la clase *Consigna* es abstracta y sólo es posible crear objetos de las clases *ConsignaMedicion* o *ConsignaObservacion* y de esta forma se define si la muestra será de medición u observación respectivamente. Esto es un punto de extensión del modelo propuesto, dado que podría extenderse con otro tipo de consignas en un futuro.

Veamos con un ejemplo como queda representada la información de una *ConsignaMedicion*, la cual establece una serie de especificaciones que determinan los datos a medir y la unidad de medida en la que se deberá realizarse dicha medición. En la Figura 3.5 se puede observar la plantilla de medición acorde a los datos especificados en la Tabla 3.1 de la Sección 3.1.

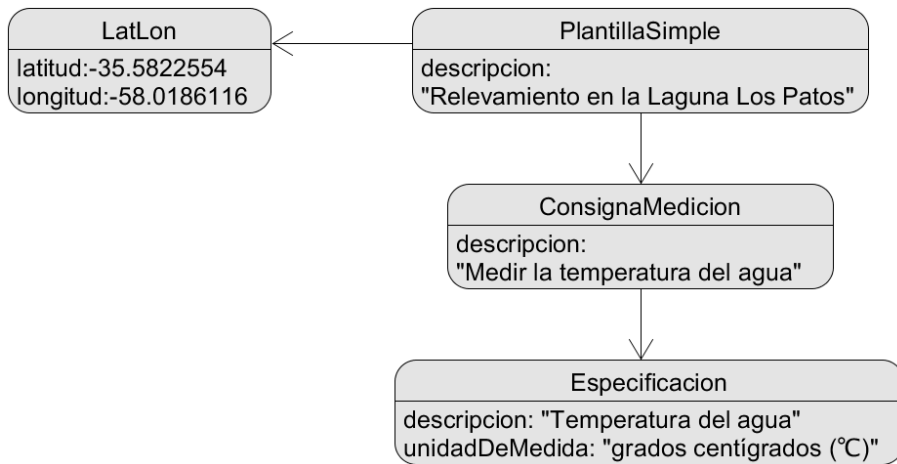


Figura 3.5: Ejemplo de *PlantillaSimple* con una *Consigna* de medición.

Por otro lado, como se mencionó en la Sección 3.1, una *ConsignaObservacion* establece un listado de opciones de las cuales el usuario elegirá la/las observada/s. En la Figura 3.6 se puede apreciar un ejemplo de cómo se puede definir una plantilla de observación acorde a los datos especificados en la Tabla 3.2 de la Sección 3.1.

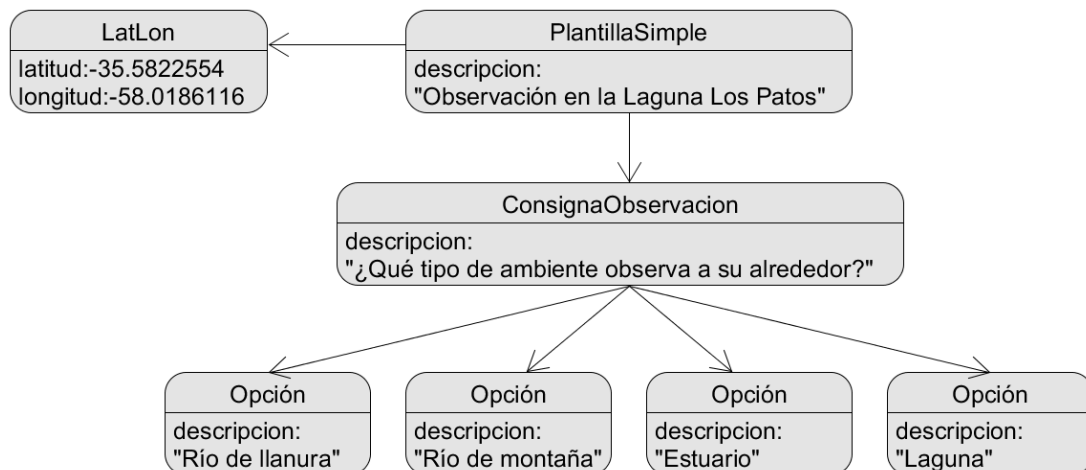


Figura 3.6: Ejemplo de *PlantillaSimple* con una *Consigna* de observación.

Como se mencionó en la Sección 3.1, para instanciar una plantilla se debe especificar qué plantilla se está instanciando, qué perfil tiene el usuario que la realiza como así también la fecha en la que se realizó esta instanciación. En la Figura 3.7 se puede apreciar esta información relacionada a *InstanciaPlantilla*.

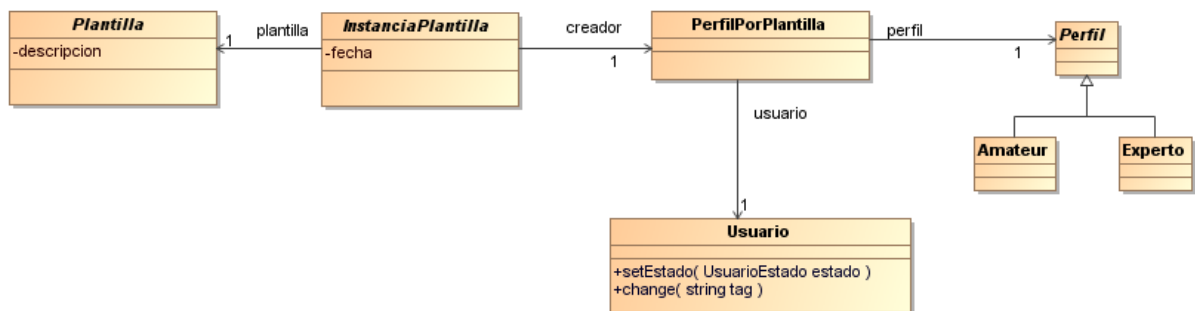


Figura 3.7: Relaciones de la clase *InstanciaPlantilla*.

Se puede observar en la Figura 3.7, que el perfil del usuario puede ser, por ejemplo, *Amateur* o *Experto*, acorde a esto es que para cada *InstanciaPlantilla* especifica que perfil tenía el usuario que la creó.

En la Figura 3.8 se puede apreciar una jerarquía para distinguir las *InstanciaPlantillaSimple* e *InstanciaPlantillaCompuesta*. Se puede observar que la clase *InstanciaPlantillaSimple* es abstracta y tiene como subclases *InstanciaMedicion* e *InstanciaObservacion*. La clase *InstanciaMedicion* posee una colección de mediciones realizadas, cabe destacar que la cantidad de mediciones realizadas corresponden a la cantidad de especificaciones que posee la *ConsignaMedicion* correspondiente. Por otro lado, *InstanciaObservacion* posee el listado de opciones seleccionadas. Además, en la Figura 3.8, también se puede observar cómo la *InstanciaPlantillaCompuesta* tiene una colección de *InstanciaPlantilla*, esto representa el patrón de diseño *Composite* [Gamma et al., 1994].

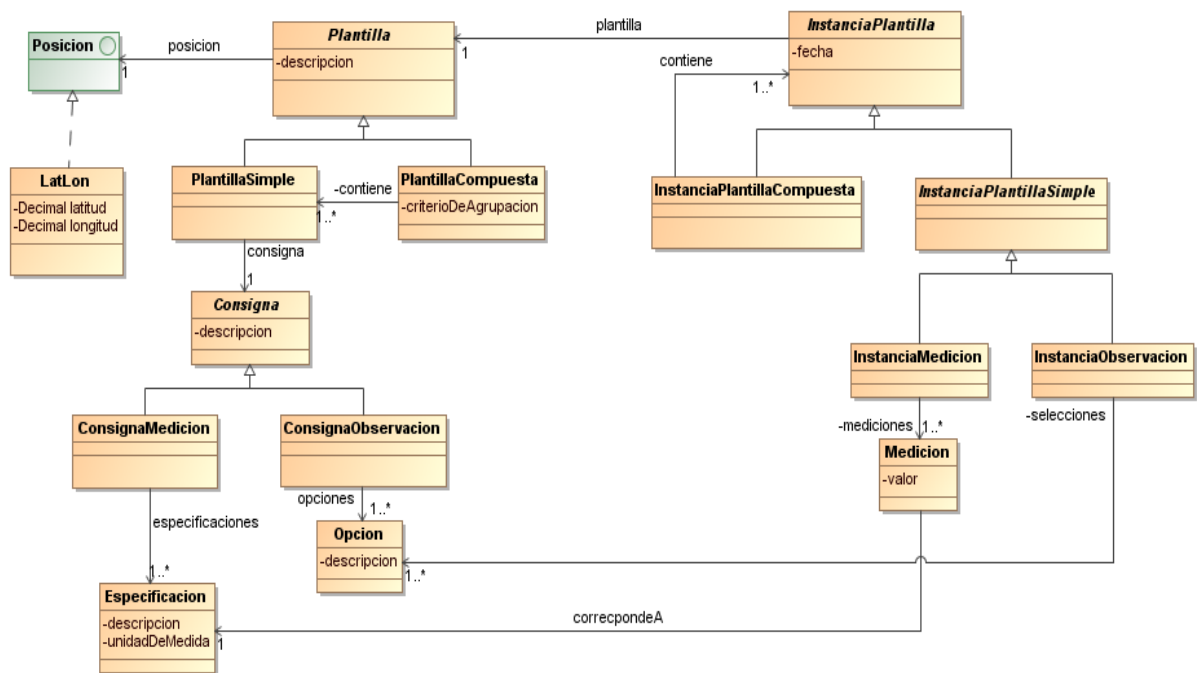


Figura 3.8: Modelado de la correspondencia entre *Plantilla* e *InstanciaPlantilla*.

Como se mencionó anteriormente para manejar la información relacionada con los usuarios se diseñó la clase *UsuariosManager*. En la Figura 3.9 se puede apreciar que esta clase conoce a todos los usuarios. Los cuales pueden tener por ahora dos estados (esto cumple el patrón de diseño *State* [Gamma et al., 1994]). En el caso de que el usuario este en un estado *activo*, se puede apreciar que se tiene la actividad actual que está haciendo el usuario. La clase *Actividad* también cumple el patrón de diseño *State* [Gamma et al., 1994].

Como se puede apreciar en la Figura 3.9 cuando el usuario está activo se cuenta con la posición actual del mismo. La cual va a ir variando a medida que este se desplaza. Dicha posición será sensada por el *SensoresManager*.

Como se puede observar en la Figura 3.9, la actividad está observando la posición actual del usuario, esto cumple con el patrón de diseño *Observer* [Gamma et al., 1994], cada vez que cambia la posición se da aviso a la actividad. Esto mismo pasa con la actividad, la cual está

siendo observada por el estado, y este a su vez está siendo observado por el *Usuario*. Es decir, cada cambio generara una propagación hasta el *UsuariosManager*.

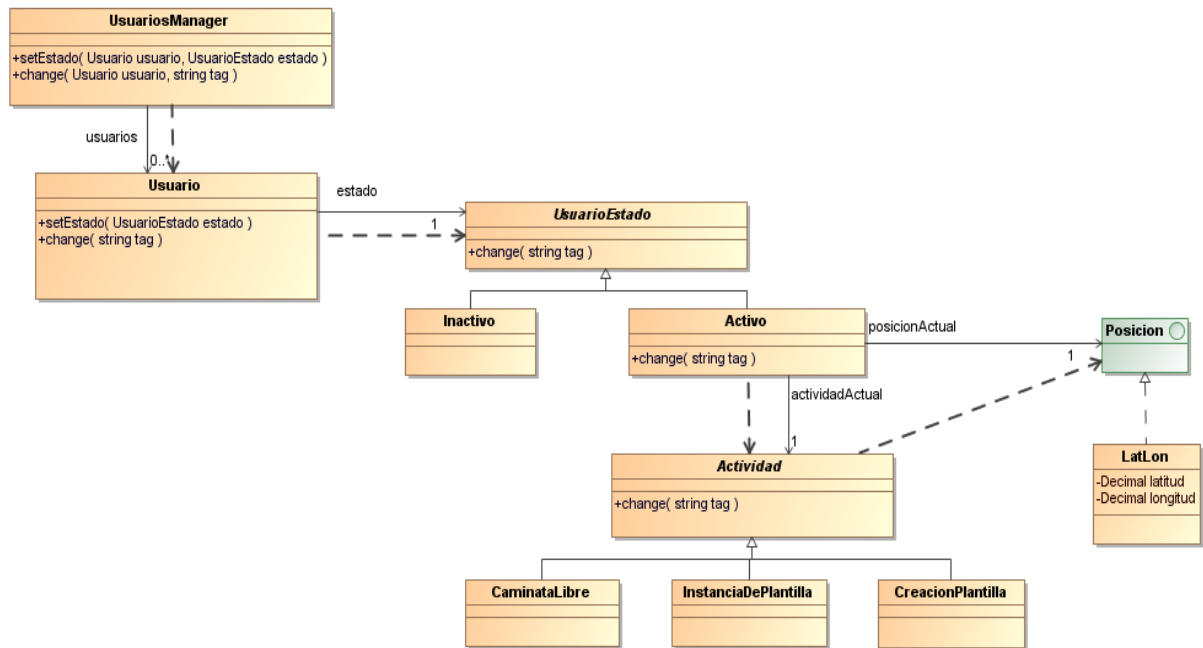


Figura 3.9: Modelado de los usuarios con sus estados y actividades.

Cada una de las actividades definidas en la Figura 3.9 tiene una función particular como se describe a continuación:

- CaminataLibre*: Representa que el usuario está caminando sin ninguna actividad particular, sin embargo va cambiando su posición constantemente.
- InstanciaDePlantilla*: Representa que el usuario está creando una nueva *instancia de una Plantilla*.
- CreacionPlantilla*: Representa que el usuario está creando una nueva *Plantilla*.

En la Figura 3.10 se puede observar el modelo propuesto completo acorde a todo lo anteriormente descrito.

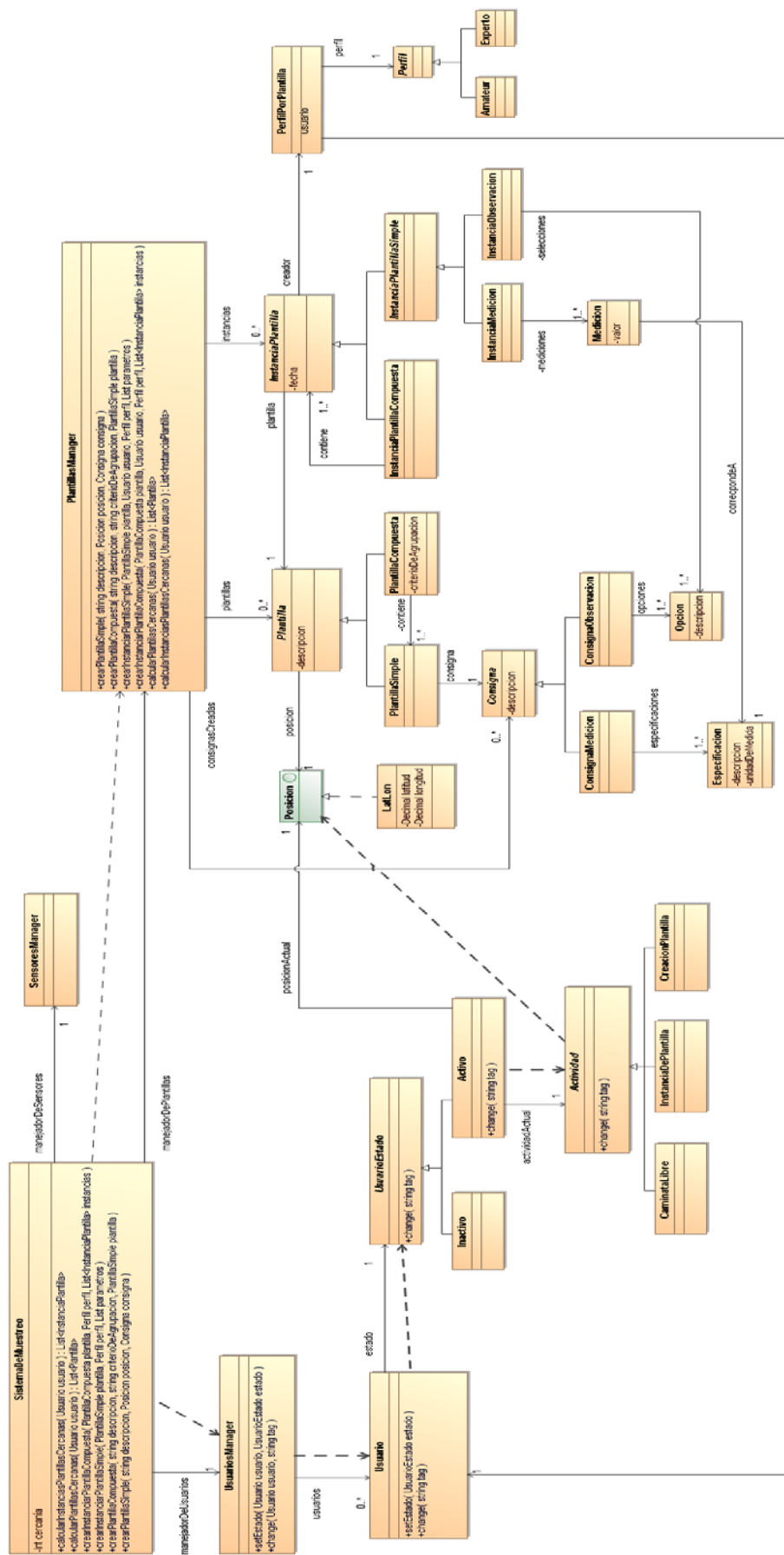


Figura 3.10: Modelo propuesto para el Sistema de Muestreo.

3.3 Funcionalidad del modelo propuesto

En esta sección se presentaran distintos diagramas de secuencias para reflejar la funcionalidad del modelo propuesto en la Sección 3.2.

A continuación se mostrará la secuencia de creación de una *PlantillaSimple*. Supongamos que el usuario quiere crear una plantilla simple de medición con los datos mostrados en el diagrama de instancia de la Figura 3.5 (presentado en la Sección 3.2). Para esto, el usuario tiene que definir la descripción de la plantilla, la descripción de la consigna y un conjunto de especificaciones de medición. Esta información será definida usando alguna interfaz visual cuando el usuario se encuentra en un lugar determinado (el cual determinará la posición de la plantilla creada).

Siguiendo con los datos mostrados en la Figura 3.5, el usuario deberá definir desde su interfaz, por ejemplo, lo siguiente:

- Descripción de la plantilla: “*Relevamiento en la Laguna Los Patos*”
- Descripción de la consigna: “*Medir la temperatura del agua*”
- Una especificación:
 - Descripción: “*Temperatura del agua*”
 - Unidad de medida: “*grados centígrados (°C)*”

Con los datos descriptos anteriormente, se podrá crear una plantilla simple de medición. Veamos ahora como seria esta secuencia que se desencadena cuando el usuario ingresa estos datos desde la interfaz visual.

Como se puede observar en el diagrama de secuencia de la Figura 3.11, desde la interfaz del usuario, se envía al *SistemaDeMuestreo* el mensaje *crearPlantillaSimple ()* con tres parámetros:

- descripción
- posición
- consigna

El parámetro *descripción* toma como valor la descripción de la plantilla que ha ingresado el usuario que, en este caso es “*Relevamiento en la Laguna Los Patos*”. La *posición* en este caso, al ser in-situ, se tomará la posición actual del usuario. El parámetro *consigna* es una instancia de la clase *ConsignaMedicion*, esta instancia se genera a partir de los datos ingresados por el usuario (descripción de la consigna y la única especificación detallada).

El método *crearPlantillaSimple()* de la clase *SistemaDeMuestreo* como se muestra en la Figura 3.11, delega la creación de la plantilla al *PlantillasManager* invocando al método con el mismo nombre. La clase *PlantillasManager* es la encargada de realizar la creación de la nueva *PlantillaSimple* con los datos que recibe como parámetros, y luego agregar esta nueva plantilla en su colección de plantillas disponibles. Como resultado el usuario recibe un mensaje indicando si fue posible realizar dicha creación.

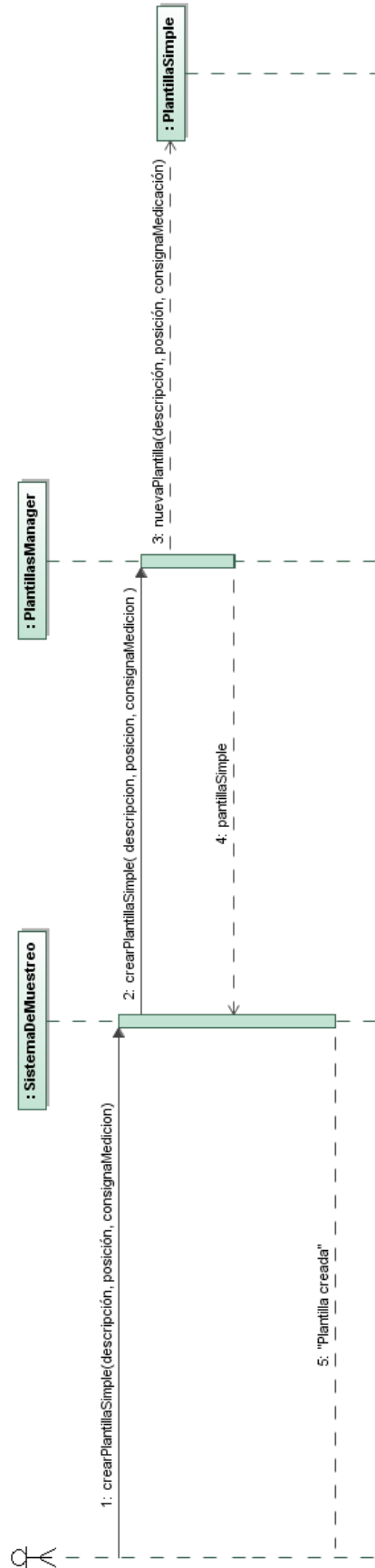


Figura 3.11: Creación de una *PlantillaSimple* de medición.

Veamos ahora como se podría crear una plantilla de observación con los datos mostrados en el diagrama de instancia de la Figura 3.6 (presentada en la Sección 3.2). En este caso, el usuario también tiene que definir la descripción de la plantilla, pero para este tipo de consigna debe indicar todas las opciones posibles de respuesta. Cabe mencionar que esta información será definida usando alguna interfaz visual cuando el usuario se encuentra en un lugar determinado (el cual determinará la posición de la plantilla creada).

Siguiendo con los datos mostrados en la Figura 3.6, el usuario deberá definir desde su interfaz, por ejemplo, lo siguiente:

- Descripción de la plantilla: *“Observación en la Laguna Los Patos”*
- Descripción de la consigna: *“¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor?”*
- Opciones:
 - *“Río de llanura”*
 - *“Río de montaña”*
 - *“Estuario”*
 - *“Laguna”*

Usando los datos descriptos anteriormente veamos a continuación como sería esta secuencia que se desencadena cuando el usuario ingresa estos datos desde la interfaz visual para crear una plantilla simple de observación.

La secuencia para la creación de una plantilla simple de observación se puede apreciar en la Figura 3.12. Se puede visualizar que la secuencia es similar a la mostrada en la Figura 3.11 para la creación de una plantilla simple de medición. Esto se debe a que el método *crearPlantillaSimple ()* se utiliza para crear cualquier plantilla simple independientemente de la consigna asociada a la misma.

En la Figura 3.12, el método *crearPlantillaSimple ()* recibe como parámetros:

- *descripción*: toma como valor la descripción de la plantilla que ha ingresado el usuario que, en este caso es *“Observación en la Laguna Los Patos”*
- *posición*: la posición actual del usuario
- *consigna*: es una instancia de la clase *ConsignaObservacion*, esta instancia se genera a partir de los datos ingresados por el usuario (descripción de la consigna y las opciones detalladas).

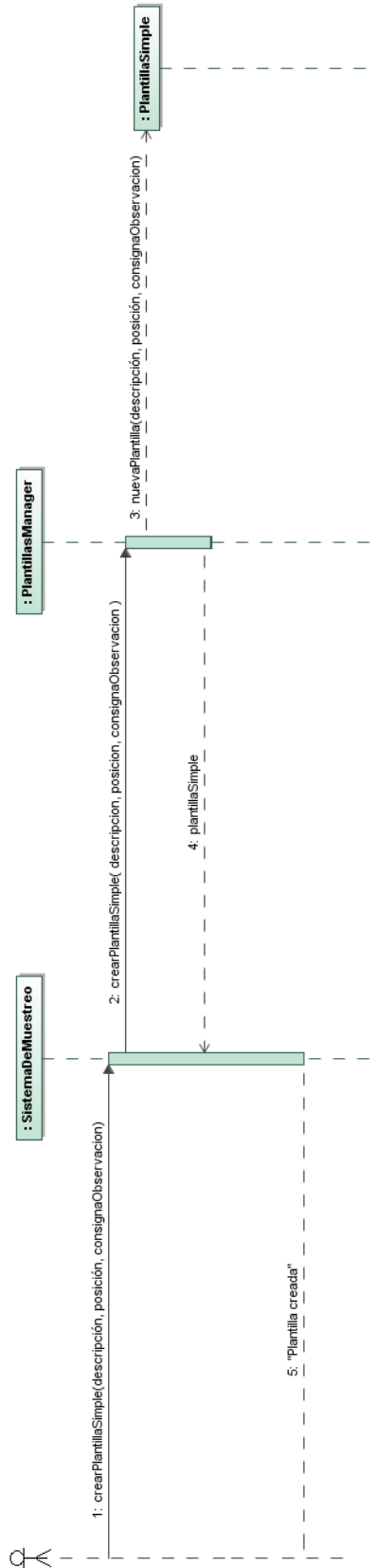


Figura 3.12: Creación de una *PlantillaSimple* de observación.

A continuación se mostrará cómo crear una plantilla compuesta. Una forma de crear este tipo de plantilla es a partir de usar de base una plantilla simple ya creada, y posteriormente agregar otras plantillas asociadas.

Para el caso de la creación de una plantilla compuesta, el usuario debe definir desde su interfaz visual, la siguiente información:

- Descripción de la plantilla: *“Temperatura del agua en la Laguna Los Patos”*
- Criterio de agrupación: *“Registro de la temperatura del agua”*
- Plantilla: *Supongamos que selecciona la plantilla simple creada en la Figura 3.11*

Como se puede observar en el diagrama de secuencia de la Figura 3.13, desde la interfaz del usuario, se envía al *SistemaDeMuestreo* el mensaje *crearPlantillaCompuesta()* con tres parámetros:

- descripción
- criterioDeAgrupación
- plantillaSimple

El parámetro *descripción* toma como valor la descripción de la plantilla que ha ingresado el usuario que, en este caso es *“Temperatura del agua en la Laguna Los Patos”*. El *criterioDeAgrupación* en este caso es *“Registro de la temperatura del agua”*. Finalmente el parámetro *plantillaSimple* toma como valor *plantilla* la creada en la Figura 3.11 (visualmente podría, por ejemplo, seleccionarla desde la interfaz visual).

El método *crearPlantillaCompuesta()* de la clase *SistemaDeMuestreo* como se muestra en la Figura 3.13, delega la creación de la plantilla al *PlantillasManager* invocando al método con el mismo nombre. La clase *PlantillasManager* es la encargada de realizar la creación de la nueva *PlantillaCompuesta* con los datos que recibe como parámetros, y luego agregar esta nueva plantilla en su colección de plantillas disponibles. Como resultado el usuario recibe un mensaje indicando si fue posible realizar dicha creación.



Figura 3.13: Creación de una *PlantillaCompuesta* a partir de una simple.

Veamos ahora cómo es la secuencia de creación de una *instancia de plantilla simple*. Para esto el usuario tiene que encontrarse posicionado en el mismo lugar en que se creó dicha plantilla y, una vez allí, tiene la posibilidad de elegir la plantilla a instanciar, visualmente podría, por ejemplo, seleccionarla desde la interfaz visual (debido a que podría haber varias plantillas posicionadas en el mismo lugar). Una vez seleccionada la plantilla simple a instanciar, se le mostrará al usuario que datos debe ingresar o seleccionar acordes a la consigna de dicha plantilla.

Supongamos que el usuario elije crear una instancia de la plantilla simple de medición definida en la Figura 3.11. En este caso, el usuario tiene que ingresar la temperatura del agua especificada en grados centígrados e indicar su perfil (amateur o experto) en relación a la medición de temperatura de agua que está haciendo. Para esto, el usuario debe usar algún dispositivo para medir la temperatura del agua, supongamos que al realizar la medición identifica que la misma tiene 15°C. Acorde a esto, el usuario podrá completar usando la interfaz visual, por ejemplo, lo siguiente (tomando el ejemplo mostrado en la Tabla 3.3 de la Sección 3.1):

- Temperatura del agua en grados centígrados (°C): 15
- Perfil: "Amateur"

La secuencia que se desencadena al ingresar los datos desde la interfaz visual se puede apreciar en la Figura 3.14, donde se envía al *SistemaDeMuestreo* el mensaje *crearInstanciarPlantillaSimple()* con cuatro parámetros:

- idUsuario
- plantillaSimple
- perfil
- parametros (colección de datos correspondientes con la plantilla simple a instanciar)

A continuación se describe con más detalle qué valor toma cada parámetro mencionado. *idUsuario* es el identificador del usuario actual, el cual toma como valor *usuario7* (siguiendo con el ejemplo de la Tabla 3.3). La *plantillaSimple* es aquella que el usuario decidió instanciar, en este caso la plantilla (simple de medición) creada en la Figura 3.11. El parámetro *perfil* toma el perfil que ingresó el usuario, en este caso, "Amateur". Al estar instanciando una plantilla simple de medición, *parametros* toma los valores acorde a la lista de especificaciones, para esta plantilla hay una sola especificación que tiene que ver con la "Temperatura del agua en grados centígrados (°C)", como se mencionó anteriormente supongamos que al medir la temperatura el usuario detecta que la temperatura es de 15°C.

Con los parámetros ya establecidos, el sistema invoca al método *getUsuario()* con el parámetros *idUsuario* para así obtener el usuario actual y dejar una conexión entre el usuario y la instancia de plantilla a crear. Ya con el usuario, el sistema, junto con los demás parámetros delega la creación del *PerfilPorPlantilla* y la *InstanciaPlantilla* correspondientes. En este caso, al tratarse de una plantilla simple de medición, la instancia es de la clase *InstanciaMedicion*. Como resultado el usuario recibe un mensaje indicando si fue posible realizar dicha creación.

De esta manera, se crea la instancia de medición correspondiente a la plantilla simple. Como se mencionó anteriormente, el usuario debe encontrarse en la misma posición que la plantilla para poder realizar una instanciación.

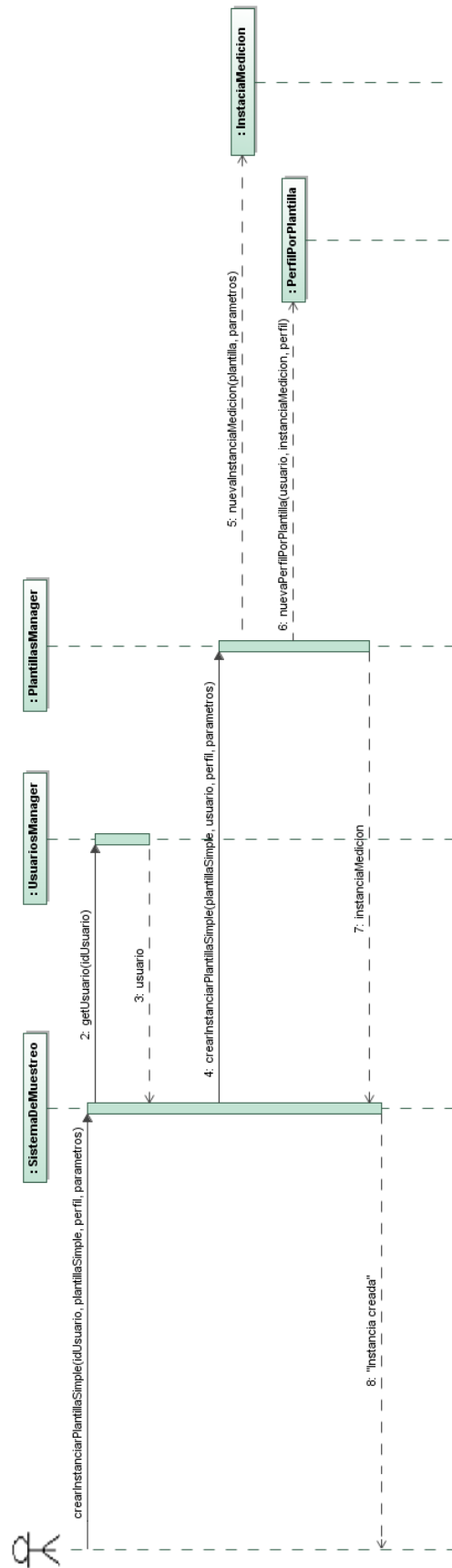


Figura 3.14: Creación de una *InstanciaPlantilla* de medición.

A continuación se detallará cómo es la secuencia de creación de una instancia de plantilla simple de observación. Al igual que para la creación de una instancia de plantilla simple de medición, el usuario tiene que estar posicionado en dónde se creó la plantilla para así poder crear la instancia correspondiente (por ejemplo, una vez posicionado, desde la interfaz el usuario puede seleccionar una plantilla para instanciarla, debido a que podría haber varias plantillas posicionadas en el mismo lugar).

Los datos que deberá ingresar para la creación de una instancia de plantilla simple de observación son acordes a la consigna de dicha plantilla. Supongamos que el usuario elige crear una instancia de la plantilla simple de observación definida en la Figura 3.12. En este caso, el usuario tendrá que elegir una de las opciones de la consigna y además indicar su perfil (*amateur* o *experto*) en relación a la observación que está realizando. Acorde a esto, el usuario podrá completar usando la interfaz visual, por ejemplo, lo siguiente (tomando el ejemplo mostrado en la Tabla 3.4 de la Sección 3.1):

- Opciones seleccionadas: “*Laguna*”
- Perfil: “*Experto*”

Utilizando estos datos, en la Figura 3.15 se puede apreciar la secuencia para crear una instancia de plantilla simple de observación. Se puede observar que también se invoca al método *crearInstanciarPlantillaSimple()* de la clase *SistemaDeMuestreo* al igual que en la Figura 3.14 para la creación de una instancia de plantilla simple de medición. Esto ocurre porque el método *crearInstanciarPlantillaSimple()* se utiliza para crear cualquier instancia de plantilla simple independientemente del tipo de la plantilla simple que se está instanciando (ya sea con una consigna de medición o de observación). Acorde a esto, la secuencia de mensajes que se desencadenan de la invocación del método *crearInstanciarPlantillaSimple()* de la clase *SistemaDeMuestreo* es igual al especificado para la Figura 3.14.

Cabe mencionar que en la Figura 3.15 el método *crearInstanciarPlantillaSimple()* recibe los siguientes datos como parámetros:

- *idUsuario*: toma como valor el identificador del usuario logeado, en este caso, *usuario37* (acorde a los datos tomados de la Tabla 3.4)
- *plantillaSimple*: toma el valor de aquella plantilla simple seleccionada por el usuario para instanciar, en este caso la plantilla simple de observación creada en la Figura 3.12
- *perfil*: en este caso toma el valor “*Experto*”
- *parámetros*: en este caso toma el valor “*Laguna*”

Como resultado de la invocación del método *crearInstanciarPlantillaSimple()*, el usuario recibe un mensaje indicando si fue posible realizar dicha creación.

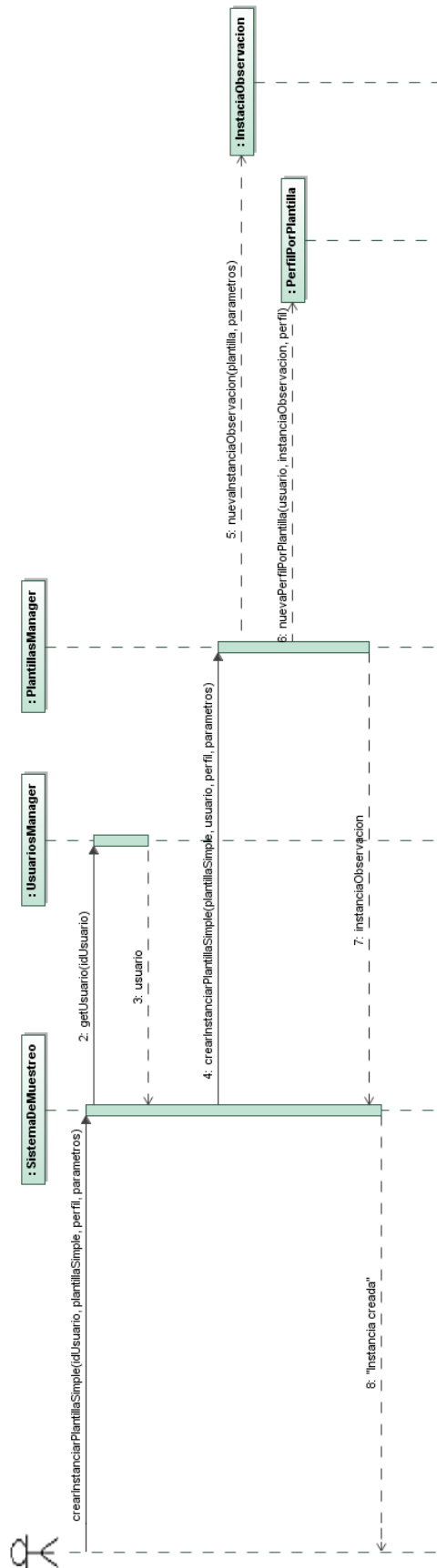


Figura 3.15: Creación de una *InstanciaPlantilla* de observación.

A continuación se detallará cómo es la secuencia de mensajes que se realiza durante la creación de una instancia de una plantilla compuesta. Para comenzar el usuario debe estar posicionado en la misma ubicación dónde se creó la plantilla compuesta para luego, tener la posibilidad de elegirla, por ejemplo, visualmente en la interfaz para instanciarla. Una vez seleccionada la plantilla compuesta, el usuario deberá ingresar los datos correspondientes a dicha plantilla. Cabe mencionar que la posición de la plantilla compuesta está definida por la posición de las plantillas simples que la componen, al menos debe estar compuesta de una plantilla simple.

Supongamos que el usuario elige crear una instancia de plantilla compuesta definida en la Figura 3.13, la cual es una plantilla compuesta utilizando una plantilla simple de medición como base. En este caso el usuario debe ingresar los datos necesarios, por ejemplo, a través de una interfaz visual (en este ejemplo se utilizan algunos datos que corresponden a la plantilla simple de medición que vimos en la Sección 3.1, en la Tabla 3.3):

- Perfil general: “Amateur”
- Temperatura del agua en grados centígrados (°C): 15
- Perfil: “Amateur”

La secuencia que se desencadena al ingresar los datos desde la interfaz visual se puede apreciar en la Figura 3.16. Se envía al *SistemaDeMuestreo* el mensaje *crearInstanciarPlantillaCompuesta()* con los parámetros:

- idUsuario
- plantillaCompuesta
- perfil
- parametros

A continuación se describe con más detalle qué valor toma cada parámetro mencionado. *idUsuario* es el identificador del usuario actual, el cual toma como valor *usuario7* (siguiendo con el ejemplo de la Tabla 3.3). La *plantillaCompuesta* toma el valor de aquella *PlantillaCompuesta* ubicada en la posición del usuario y la cuál el usuario decidió crear la instancia. El parámetro *perfil* toma el perfil que ingresó el usuario, en este caso, “Amateur”. Por último, *parametros* es una colección de datos correspondientes con las plantillas simples que corresponden a la plantilla compuesta.

Una vez invocado el método *crearInstanciarPlantillaCompuesta ()*. El sistema invoca el método *getUsuario()* con el parámetros *idUsuario*, para obtener el objeto correspondiente al usuario actual para luego, delegar la creación de la instancia simple a la clase *PlantillasManager*, la cual es la responsable de la creación de los objetos *PerfilPorPlantilla* y *InstanciaMedición*. Usando estos datos se crea la instancia de plantilla compuesta, mediante el método *crearInstanciarPlantillaCompuesta()* que se le envía a la clase *PlantillasManager*. Finalmente, el usuario recibe el mensaje que la operación se ejecutó correctamente y se creó la instancia.

Cabe aclarar que en este ejemplo, se utilizó una plantilla compuesta con una sola plantilla simple (en este caso de medición), pero también es posible la realización de esta operación utilizando una plantilla compuesta por varias plantillas simples de medición u observación. El parámetro *instancias* del método *crearInstanciarPlantillaCompuesta()* en vez de recibir una sola instancia, tendrá una colección de las mismas.

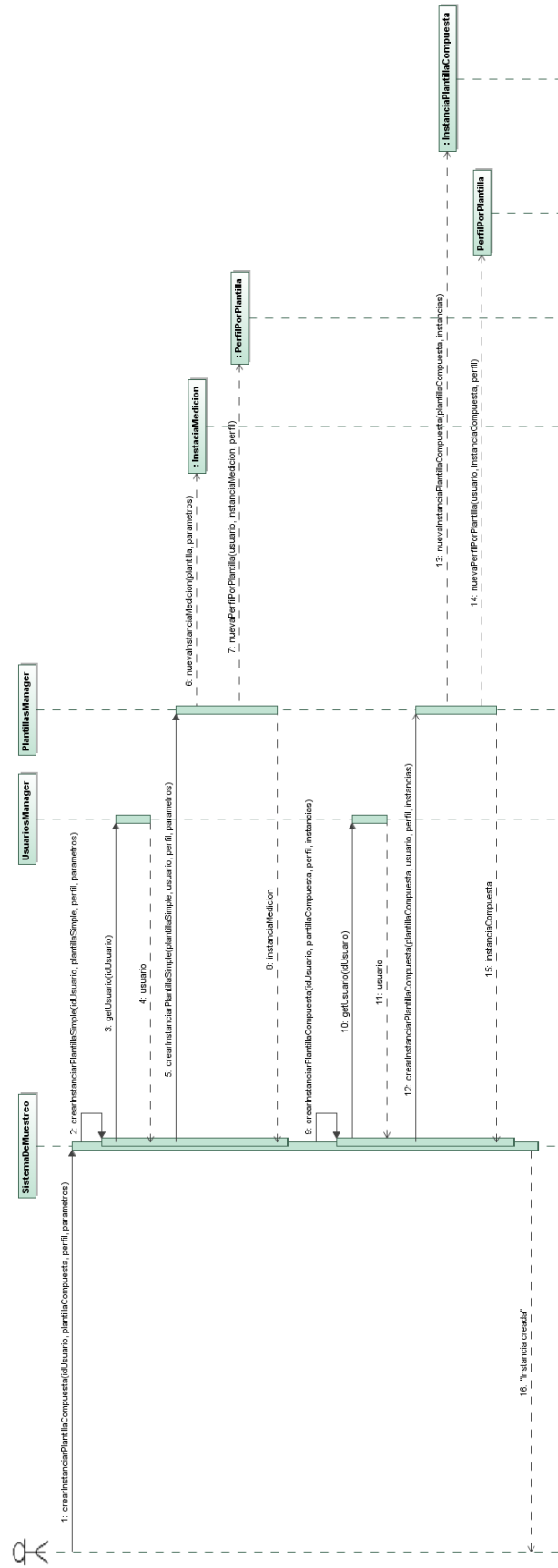


Figura 3.16: Creación de una *InstanciaPlantillaCompuesta*.

A continuación se mostrará la secuencia de mensajes que se dan a nivel de modelo cuando se debe actualizar la posición del usuario. Hasta el momento, en las figuras de esta sección mostradas anteriormente, el usuario realizaba la creación e instanciación de plantillas en un lugar determinado. Ahora, supongamos que el usuario se mueve por el espacio físico, esto es registrado por el GPS, el cual registra una nueva actualización de la posición del usuario.

En la Figura 3.17 se puede apreciar la secuencia de mensajes al invocarse el método *actualizarPosicion()* de la clase *SensoresManager*. Este método es invocado cada vez que el GPS sensa un nuevo valor.

Supongamos que se envía el mensaje *actualizarPosicion()* con los siguientes valores como parámetros (usuario, 24.3323, 65.3323). Lo primero que ocurre es la actualización de la posición del usuario. Al modificarse la posición, se dispara los métodos *change(tag)* en la actividad, que a su vez, continúan propagando la actualización hacia *PlantillasManager*, pasando primero por el *Usuario*, *UsuariosManager* y el *SistemaDeMuestreo*. *SistemaDeMuestreo* al ser notificado del cambio de posición, llama al método *calcularPlantillasCercanas()* de la clase *PlantillasManager* para actualiza el listado de aquellas plantillas cercanas al usuario, luego, el mapa es actualizado con las plantillas cercanas al usuario. Esta es una posible funcionalidad asociada al cambio de posición de usuario, la clase *SistemaDeMuestreo* al detectar el cambio de posición del usuario podría desencadenar otros servicios aparte de calcular las plantillas cercanas.

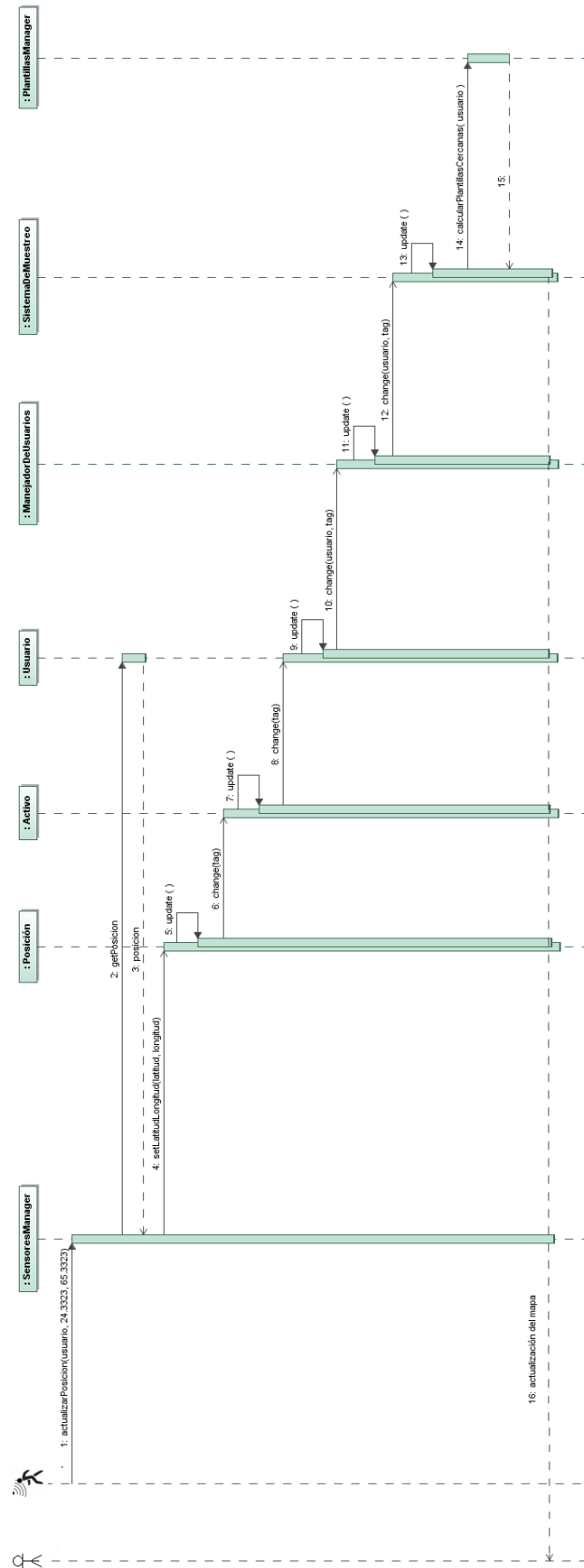


Figura 3.17: El usuario cambia de posición.

4. Herramienta prototípica propuesta

En este capítulo se describe la herramienta prototípica (de ahora en adelante herramienta) propuesta en esta tesina, primero se describen algunas características generales de la misma y luego se muestran las principales pantallas. Finalmente, se presentan las problemáticas que surgieron durante el desarrollo de esta herramienta y cómo cada una de estas fue abordada.

4.1 Descripción general de la herramienta propuesta

Se desarrolló una herramienta, denominada “*Muestreo*”, la cual está destinada a la creación in-situ de plantillas simples (ya sean de medición u observación) o/y compuestas, dónde la relación entre una plantilla y su posición (latitud, longitud) es transparente para el usuario debido a que se toman los datos del GPS del dispositivo móvil. Además, de la creación de plantillas, la herramienta permite realizar la instanciación de las plantillas y visualizar los datos de las mismas.

La herramienta se desarrolló utilizando una arquitectura cliente-servidor. A continuación se explicarán las características generales de este tipo de arquitectura, y luego, se detallará cómo se realizó la implementación concreta de la arquitectura cliente-servidor para la herramienta.

El optar por una arquitectura cliente-servidor permite: escalabilidad, fácil mantenimiento, capacidad de tener los datos centralizados, contar con múltiples usuarios simultáneamente. Cabe mencionar que la herramienta está orientada a realizar la creación/instanciación in-situ, esta característica hace que los dispositivos de interés a cubrir sean móviles para así poderlos trasladar fácilmente.

Con una arquitectura de este tipo se pueden crear varios clientes móviles con varias tecnologías que utilicen, por ejemplo, el mismo servicio Web y cada una de ellas se adapte mejor al dispositivo que se utiliza. Por ejemplo, se puede implementar un cliente en un dispositivo móvil *Android* (utilizando *JAVA*), *iOS* (utilizando *Swift*), *Windows* (utilizando *C#* o *VB*) o en cualquier dispositivo móvil (a través de su navegador web) utilizando una página web. Además, puede ser posible la creación de una aplicación híbrida (por ejemplo, *Ionic* o *Phonegap*).

En la Figura 4.1 se puede apreciar la arquitectura conceptual acorde a lo antes mencionado. Se puede observar que se cuenta con una base de datos, la cual es accedida mediante una API genérica a la cual se accede desde diferentes plataformas (Mac, Android, Windows) y/o navegadores.

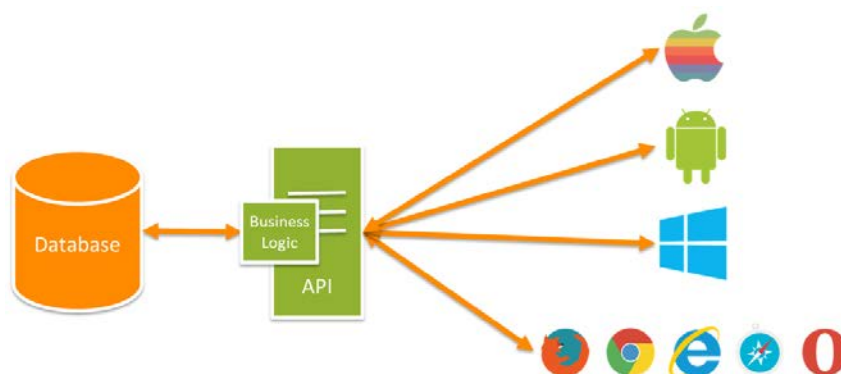


Figura 4.1: Arquitectura conceptual general mediante una API accesible por distintos clientes.

Para la base de datos detallada en la Figura 4.1 se pueden utilizar diferentes plataformas y motores de bases de datos, que pueden ser relacionales, no relacionales, archivos, etc.

En el caso del *backend* (o API como se muestra en la Figura 4.1), consta de dos tipos de desarrollo a implementar. Por un lado, la lógica del dominio (*BusinessLogic*), acorde a lo descrito en la Sección 3.2, y por otro una forma de acceso a esto (API).

A la derecha de la Figura 4.1 se pueden observar diferentes aplicaciones que funcionan como *frontend*. Esta es una de las ventajas de la arquitectura elegida, la cual permite desarrollar clientes acordes a cada dispositivo.

Si bien la manera y forma de implementar la arquitectura presentada en la Figura 4.1 es muy variada, se decidió crear una API REST³ como *backend* y una aplicación Web como *frontend*. El *backend* presentado en esta tesina se implementó utilizando una API REST en JSON⁴ (*JavaScript Object Notation*) y un cliente *Single Page Application*⁵ (SPA) para el *frontend*. La API REST creada consume directamente los datos desde una base de datos. Para la herramienta desarrollada en esta tesina, se optó por utilizar una base de datos relacional debido a la gran documentación que existe sobre el tema sumado a que el uso de la misma es cotidiano para el autor de esta tesina.

En la Figura 4.2 se pueden observar la arquitectura que se usó para la implementación de la herramienta detallando las tecnologías concretas utilizadas.

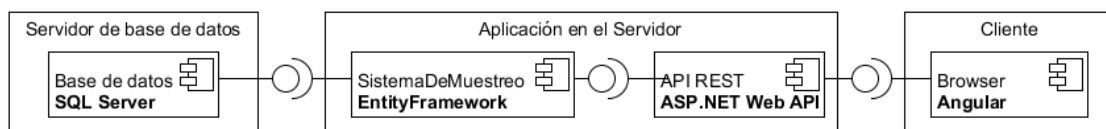


Figura 4.2: Tecnologías utilizadas en la herramienta desarrollada.

A continuación se detalla cada componente de la Figura 4.2:

- *Servidor de Base de datos:* Se ha utilizado una base de datos relacional llamada *SistemaDeMuestreo* en un servidor *SQL Server versión 14.0*⁶.
- *Aplicación en el Servidor:* Se ha implementado en dos proyectos los cuales se mencionan a continuación:
 - *Lógica del dominio:* para la codificación del *SistemaDeMuestreo* se utilizó *Entity Framework versión 6.2.0*⁷ como un ORM, para consultar y persistir los datos en la base de datos así como también para realizar la conexión entre la *Base de datos* y la *Aplicación en el servidor*.
 - *Aplicación REST:* Para esto se utilizó el framework *ASP.NET Web API versión 5.2.3*⁸.

³ Página de *API REST*: <https://www.restapitutorial.com> (Ultimó acceso: 09/08/2018)

⁴ Página de *JSON*: <https://www.json.org> (Ultimó acceso: 09/08/2018)

⁵ Página de *Single Page Application*: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn463786.aspx> (Ultimó acceso: 09/08/2018)

⁶ Página de *SQL Server 2016*: <https://www.microsoft.com/es-es/sql-server/sql-server-2016> (Ultimó acceso: 17/12/2017)

⁷ Página de *Entity Framework*: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/data/adonet/ef/overview> (Ultimó acceso: 24/04/2018)

⁸ Página de *ASP.NET Web API*: <https://www.asp.net/web-api> (Ultimó acceso: 24/04/2018)

Estos proyectos fueron desarrollados en *.Net Framework versión 4.6.1*⁹ utilizando el lenguaje C# (es importante aclarar que el framework permite utilizar como lenguaje C++ pero se utilizó C# debido a que el autor de esta tesina cuenta con el conocimiento del lenguaje).

- *Cliente*: Para el desarrollo del *frontend* en esta tesina se tomó la decisión de realizar una aplicación Web que pueda ser usada desde un browser. Para realizar esto se tomaron en cuenta varios framework como son: *VueJS*¹⁰, *ReactJS*¹¹ y *Angular*¹² como alternativas para la implementación, pero se decidió utilizar *Angular* porque ya se contaban con los conocimientos del framework y el lenguaje que utiliza.

Para la comunicación entre el *Cliente* y el *Servicio Web* se utilizó JSON, debido a que utilizar este formato en *Angular* es muy fácil.

Cabe mencionar que en el Anexo A, se describen más detalles sobre herramientas y frameworks utilizados para el desarrollo de esta tesina, los cuales fueron mencionados anteriormente.

4.2 Pantallas principales de la herramienta propuesta

En esta sección se presentan las pantallas principales de la herramienta *Muestreo* haciendo hincapié en como la misma funciona.

En la Figura 4.3 se muestra la iconografía asociada a la herramienta, se puede apreciar que hay iconos diferentes para plantillas simples o compuestas como así también si las mismas tienen instancias asociadas. Además, se pueden apreciar iconos de colores o recuadrados en gris, esto último representa que estas plantillas están fuera del rango de posición del usuario. Además, se puede apreciar el icono que representa al usuario.

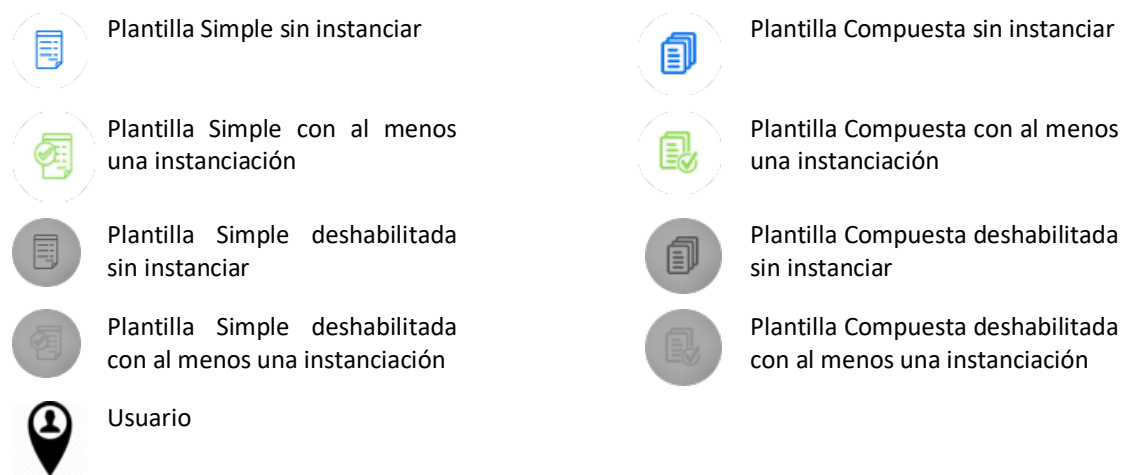


Figura 4.3: Iconos utilizados en la herramienta.

⁹ Página de *.Net Framework*: <https://www.microsoft.com/net/download/dotnet-framework-runtime> (Ultimó acceso: 28/12/2017)

¹⁰ Página de *VueJS*: <https://vuejs.org> (Ultimó acceso: 14/04/2018)

¹¹ Página de *ReactJS*: <https://reactjs.org> (Ultimó acceso: 14/04/2018)

¹² Página de *Angular*: <https://angular.io> (Ultimó acceso: 1/04/2018)

En la Figura 4.4 se muestra la pantalla de bienvenida de *Muestreo*, en la cual se puede apreciar el mapa que recibe el usuario acorde a su posición actual. En caso de existir plantillas cercanas, estas también se visualizan sobre el mapa. En particular, en la Figura 4.3 se puede observar que hay una “*Plantilla Compuesta con al menos una instanciación*”. En el caso de las plantillas que están fuera del rango de alcance de la posición estas tienen el icono en gris (deshabilitadas).

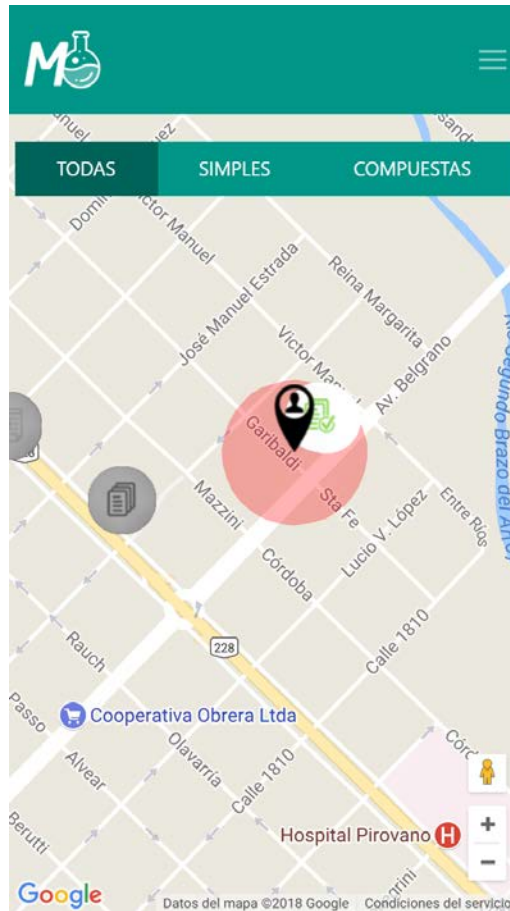


Figura 4.4: Pantalla de bienvenida de *Muestreo*.

Para conseguir una mayor distinción y fácil acceso a cierto tipo de plantillas, se agregó un filtro en el mapa para poder visualizar sólo aquellas plantillas simples, sólo las plantillas compuestas o simplemente mostrar todas las plantillas cercanas. Para este filtro se utilizan los botones TODAS, SIMPLES, COMPUESTAS que se pueden observar en la Figura 4.4 en la parte del superior del mapa.

A continuación se describirá las siguientes secciones de la herramienta: *Creación de una nueva Plantilla Simple*, *Creación de una nueva Plantilla Compuesta*, *Instanciación de una Plantilla Simple* e *Instanciación de una Plantilla Compuesta*.

Creación de una nueva *Plantilla Simple*

Para crear una plantilla simple, el usuario debe oprimir la opción *Nueva Plantilla Simple* dentro del menú (arriba a la derecha) de la pantalla principal como se puede observar en la Figura 4.5.



Figura 4.5: Menú de opciones de *Muestreo*.

Cabe mencionar que acción de crear una plantilla debe realizarse en la posición dónde se quiere tener la misma. Al seleccionar la opción *Nueva Plantilla Simple* de la Figura 4.5, el usuario recibe una pantalla como se muestra en la Figura 4.6.a. Una vez cargada la descripción, el usuario puede elegir entre diseñar una nueva *Plantilla Simple* de medición o de observación (ver Figura 4.6.b). Cabe destacar que en la Figura 4.6.a los botones aparecen deshabilitados debido a que no se ha ingresado aún ninguna descripción.

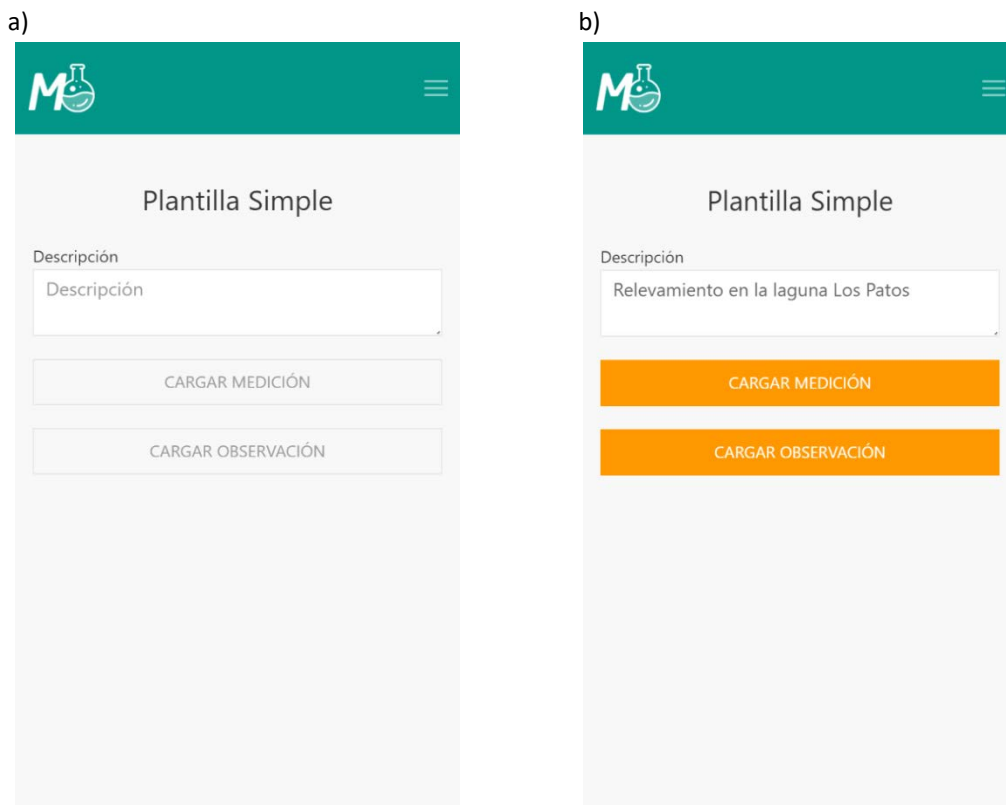


Figura 4.6: Formulario para la creación de una *Plantilla Simple*.

Supongamos que el usuario elige de la Figura 4.6.b la opción “*Cargar Medición*”, como resultado recibe la pantalla de la Figura 4.7, en la cual debe ingresar la descripción de la consigna de medición y los datos a medir junto con su unidad de medida. Es decir, cada dato a medir conforma una especificación, la cual tiene una descripción y la unidad de medida asociada.

En este caso, se puede observar en la Figura 4.7 que sólo se ha cargado una especificación (“*Temperatura del agua*”) junto a la unidad de medida (°C) pero se puede continuar cargando nuevas especificaciones que correspondan con la misma consigna de medición.

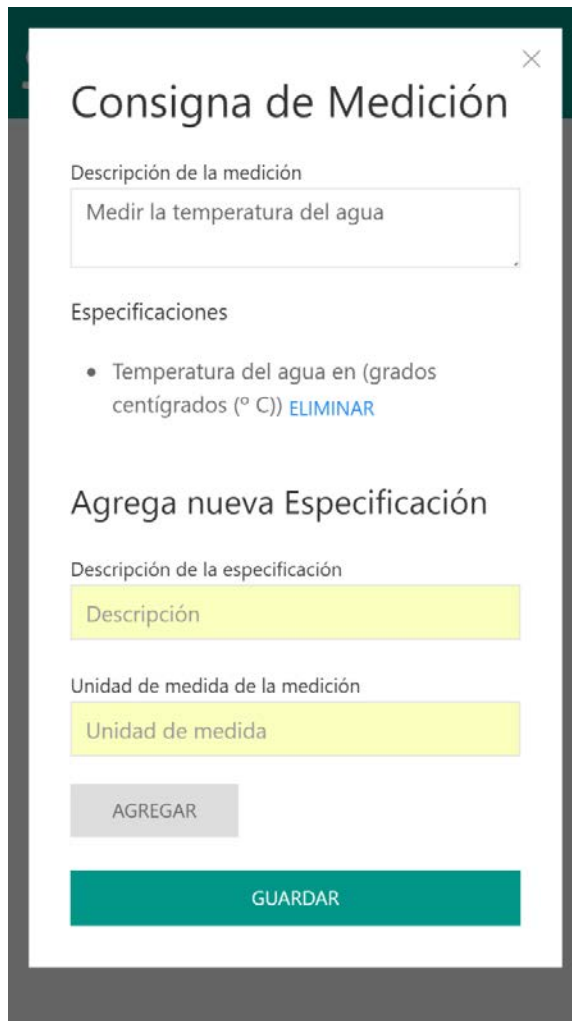


Figura 4.7: Formulario para la definición de una *Consigna de Medición*.

Supongamos ahora que en la Figura 4.6.b el usuario elige la opción “*Cargar Observación*”, en este caso recibe una pantalla similar a la Figura 4.8. En el formulario de carga de una consigna de observación, el usuario tiene que cargar una descripción que detalla lo que se quiere observar junto a un conjunto de posibles respuestas para dicha descripción. En la Figura 4.8 se puede apreciar un ejemplo de una *Consigna de Observación* la cual cuenta con cuatro opciones posibles.

Una vez realizada la carga completa, ya sea de una consigna de medición (Figura 4.7) o de observación (Figura 4.8), se finaliza con la creación de la *Plantilla Simple*, acorde a esto, la herramienta muestra una nueva *Plantilla Simple* en el mapa, precisamente en la posición donde se encuentra actualmente el usuario.

Consigna de Observación

Descripción de la observación

¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor?

Opciones

- Río de llanura [ELIMINAR](#)
- Río de montaña [ELIMINAR](#)
- Laguna [ELIMINAR](#)
- Estuario [ELIMINAR](#)

Agregar opción

Descripción

AGREGAR

GUARDAR

Figura 4.8: Formulario para la definición de una *Consigna de Observación*.

❑ Creación de una nueva *Plantilla Compuesta*

De la misma manera que las *Plantillas Simples*, para crear una *Plantilla Compuesta*, el usuario tiene que seleccionar la opción *Nueva Plantilla Compuesta* que se encuentra dentro del menú principal (como se pudo apreciar en la Figura 4.5). Al seleccionar esta opción (*Nueva Plantilla Compuesta*), el usuario recibe una pantalla como se muestra en la Figura 4.9, en la cual debe detallar la descripción de la *Plantilla Compuesta* como así también el criterio de agrupamiento. Luego, el usuario puede empezar a cargar tanto consignas de medición como de observaciones asociadas, de esta manera se irían creando las plantillas simples asociadas a la *Plantilla Compuesta*.

Para la creación de cada *Plantilla Simple*, el usuario debe seguir los mismos descriptos anteriormente en las Figuras 4.6, 4.7 y 4.8. A medida que se van cargando las *Plantillas Simples*, se mostrarán en pantalla como se puede apreciar en la Figura 4.10, donde la *Plantilla Compuesta* está conformada de dos *Plantillas Simples*, y en este caso el criterio de agrupamiento es “*Datos tomados en el mismo día*”. Para el ejemplo de la Figura 4.10 se asociaron las consignas definidas en las Figuras 4.7 y 4.8 para poder ayudar al lector en la comprensión del ejemplo.



Plantilla Compuesta

Descripción

Descripción

Criterio de agrupación

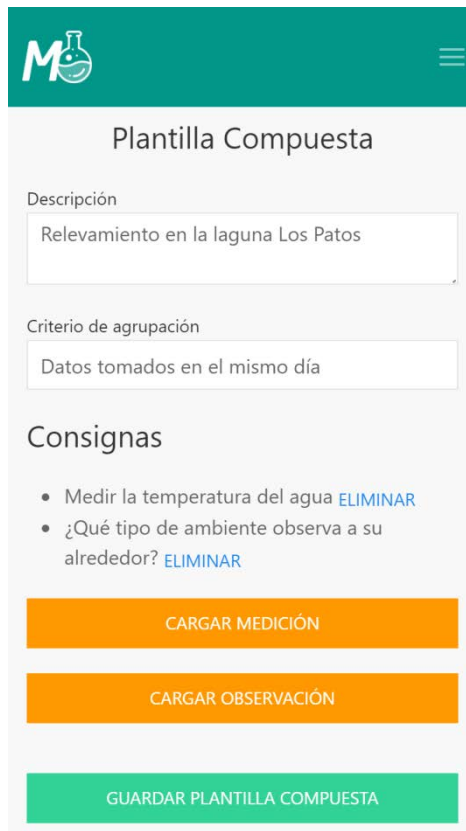
Criterio de agrupación

CARGAR MEDICIÓN

CARGAR OBSERVACIÓN

GUARDAR PLANTILLA COMPUESTA

Figura 4.9: Formulario para la creación de una *Plantilla Compuesta*.



Plantilla Compuesta

Descripción

Relevamiento en la laguna Los Patos

Criterio de agrupación

Datos tomados en el mismo día

Consignas

- Medir la temperatura del agua [ELIMINAR](#)
- ¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor? [ELIMINAR](#)

CARGAR MEDICIÓN

CARGAR OBSERVACIÓN

GUARDAR PLANTILLA COMPUESTA

Figura 4.10: Formulario de una *Plantilla Compuesta* que cuenta con dos *Plantillas Simples*.

La *Plantilla Compuesta* creada siguiendo los pasos de la Figura 4.10, se visualiza en el mapa acorde a la posición actual del usuario, la cual fue usada para definir cada una de las *Plantillas Simples* que la componen.

❑ Instanciación de una *Plantilla Simple*

Para crear una instancia de *Plantilla Simple*, el usuario debe elegir el icono de la *Plantilla Simple* que visualiza en el mapa (sólo es posible esto si está habilitada dicha *Plantilla Simple*) y luego la opción instanciar. Como resultado de esto, recibe un formulario como se puede apreciar en la Figura 4.11 (son dos pantallas por la información que se debe desplegar). Se puede apreciar la instanciación de una *Plantilla Simple* que tiene una *Consigna de Medición* (que se corresponde con lo creado en la Figura 4.7), se ven los datos de dicha plantilla y se puede observar que el usuario debe cargar los datos correspondientes a la medición solicitada y también el perfil del usuario que está realizando la medición solicitada.

The figure displays two sequential screens from a mobile application. The first screen, titled 'Creación de Instancia Simple', features a green header with a logo and a menu icon. Below the header, the title 'Creación de Instancia Simple' is centered. A section titled 'Datos de la plantilla' contains a description 'Relevamiento en la laguna Los Patos' and two coordinate fields: 'LATITUD -38.367305' and 'LONGITUD -60.264037'. The second screen, titled 'Relevamiento en la laguna Los Patos', also has a green header. It shows the same title and a dropdown menu for 'Perfil de respuesta'. Below this is a text input field for 'Temperatura del agua expresada en grados centígrados (° C)' with a placeholder 'Valor'. A prominent green button labeled 'GUARDAR' is positioned at the bottom of the screen.

Figura 4.11: Formulario de instanciación de una *Plantilla Simple* que tiene una *Consigna de Medición*.

En el caso de tener que instanciar una *Plantilla Simple* que tiene una *Consigna de Observación*, el usuario recibe una pantalla como se muestra en la Figura 4.12, la cual se corresponde con la consigna creada en la Figura 4.8. Se puede observar que el usuario debe responder la pregunta acorde a lo que observa y su perfil en relación a la observación que está realizando. Notar que en la Figura 4.12 son dos pantallas acorde a la información que se debe desplegar.

The image displays two screenshots of a mobile application interface for creating a 'Plantilla Simple' instance. Both screenshots feature a green header with a logo and a hamburger menu icon.

The left screenshot is titled 'Creación de Instancia Simple' and shows a form with the following sections:

- Datos de la plantilla:**
 - DESCRIPCIÓN: ¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor?
 - LATITUD: -38.36720820000001
 - LONGITUD: -60.2644595
- ¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor?:**
 - Perfil de respuesta: [Dropdown menu]

The right screenshot shows a similar form with the following sections:

- ¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor?:**
 - LATITUD: -38.36720820000001
 - LONGITUD: -60.2644595
 - ¿Qué tipo de ambiente observa a su alrededor?: [Dropdown menu]
 - Perfil de respuesta: [Dropdown menu]
- GUARDAR:** A green button at the bottom.

Figura 4.12: Formulario de instanciación de una *Plantilla Simple* que tiene una *Consigna de Observación*.

Cabe mencionar que estas instanciaciones son in-situ acorde a la posición donde se creó la *Plantilla Simple* que se está instanciando. La información que recibe el usuario dependerá de cómo fue creada cada *Plantilla Simple*.

❏ Instanciación de una *Plantilla Compuesta*

Al igual que la creación de una instancia de *Plantilla Simple*, el usuario tiene que seleccionar el ícono correspondiente a la *Plantilla Compuesta* que visualiza en el mapa, y luego elegir la opción instanciar.

Supongamos que el usuario elige instanciar la *Plantilla Compuesta* especificada en la Figura 4.10, en este caso, recibe una pantalla similar a la Figura 4.13 (son varias pantalla por la información que se debe desplegar). El usuario puede visualizar la información de la *Plantilla Compuesta* y además debe completar un perfil general para la misma. Además, el usuario recibe la información de las *Plantillas Simples* que la componen, y para cada una de estas debe completar el perfil y dependiendo de cómo fueron armadas estas *Plantillas Simples* responder a cada una de estas. En la Figura 4.13 se puede apreciar que el usuario debe responder a una *Consigna de Medición* y otra *Consigna de Observación*.

Figura 4.13: Formulario de instanciación de una *Plantilla Compuesta*.

4.3 Problemas que surgieron durante el desarrollo y como fueron abordados

Durante la implementación de esta herramienta se han encontrado varias situaciones y/o problemas que se tuvieron que resolver. A continuación se describen estas situaciones encontradas junto con la solución llevada a cabo para cada una de ellas:

- En los comienzos del prototipado, era necesario realizar pruebas simples para verificar conectividad entre los componentes del *backend* que se mencionaron en la sección 4.1. Para realizar estas pequeñas pruebas se realizó un proyecto en *Visual Studio versión 15.5.2*¹³ de una consola para chequear resultados inesperados. Luego, con los componentes correctamente conectados, se prosiguió a la realización de los *UnitTest* necesarios.
- Durante la codificación del *backend*, al no tener la interfaz *Angular* desarrollada y la información en formato JSON difícil de leer, no se tenía manera de validar el comportamiento (relación entre petición y respuesta) para cada una de las URLs expuestas por el proyecto Web. Para solucionar esta situación se utilizó la herramienta *Postman*¹⁴ para la generación de las peticiones *http* necesarias que mantienen los parámetros. De esta manera, se facilita la re-ejecución de una petición con un solo botón, evitando tener que escribir los parámetros en formato JSON cada vez.
- *Implementar patrón Observer* [Gamma et al., 1994] en *C#*.
Para realizar esto existen dos formas de realizarlo¹⁵, una es utilizando los objetos *delegates* que provee *C#* y la otra es creando una interfaz *Observer* para que todos los

¹³ Página de *Visual Studio*: <https://www.visualstudio.com/es> (Último acceso: 11/06/2018)

¹⁴ Postman, herramienta para construir y gestionar peticiones *http* a servicios REST (POST, GET, PUT etc., en este caso en formato JSON). <https://www.getpostman.com> (Último acceso: 24/04/2018)

¹⁵ <https://programatealgo.blogspot.com.ar/2009/12/patron-observador-en-c-con-delegates-y.html> (Último acceso: 24/04/2018)

observadores la implementen. Se decidió utilizar los *delegates* porque generan menos cambios en las clases modeladas y no “ensucian” el código con cuestiones técnicas del lenguaje.

Otro inconveniente que se encontró es que se realizaban llamados al método `Update()` durante el mapeo del ORM. Al utilizar los setter que regularmente se utilizan en C#, se genera un conflicto al mapear los datos de la tabla por el ORM, debido a que utiliza los mismos métodos. Para solucionar este problema se implementó una serie de métodos *setters* exclusivos para establecer los observadores. De esta forma, además de actualizar la referencia al parámetro, también se setean los métodos *delegates* del observador.

Otra situación que se presentó durante el desarrollo, fue que el ORM no asigna las referencias entre los objetos observados y observadores, del patrón *Observer*. La solución definida fue la implementación del método `EstablecerObservers()` en la clase *SistemaDeMuestreo* que se encarga de actualizar las referencias entre los objetos. Este método es invocado en cada petición recibida en la API.

- Mediciones de distancia erróneas. Para la visualización de aquellas plantillas cercanas, el sistema sólo admite aquellas que se encuentran dentro de un radio de cercanía. Para diferenciar si una plantilla se encuentra o no dentro del radio de cercanía, el sistema debe calcular la distancia a la que se encuentra del usuario. Para conocer esta distancia, en un principio, se utilizó se utilizó la *Fórmula de Haversine*¹⁶ para el cálculo de distancias entre coordenadas basándose en el algoritmo presentado en esta página web¹⁷. Con la utilización y testeo del sistema se descubrió que el algoritmo tenía un error mayor a los 90 metros cuando se realizan cálculos entre puntos cercanos (menos de 20km). Para no tener ese margen de error de investigó las librerías existente para el manejo de coordenadas y se decidió por utilizar la librería `System.Device.Location`¹⁸ incluida en el framework *EntityFramework*. Dicha librería contiene la definición de la Clase *GeoCoordinate*¹⁹ la cual posee la función `GetDistanceTo(GeoCoordinate)` que realiza dicho cálculo necesario.

¹⁶ <https://www.genbetadev.com/cnet/como-calcular-la-distancia-entre-dos-puntos-geograficos-en-c-formula-de-haversine> (Último acceso: 24/04/2018)

¹⁷ <https://www.genbetadev.com/cnet/como-calcular-la-distancia-entre-dos-puntos-geograficos-en-c-formula-de-haversine> (Último acceso: 24/04/2018)

¹⁸ [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.device.location\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.device.location(v=vs.110).aspx) (Último acceso: 24/04/2018)

¹⁹ [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.device.location.geocoordinate\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.device.location.geocoordinate(v=vs.110).aspx) (24/04/2018)

5. Uso de la herramienta prototípica

En este capítulo se presenta un uso concreto de la herramienta desarrollada, mostrando el paso a paso de la información que recibe el usuario mientras va usando la misma.

Para los fines de poder mostrar la funcionalidad de la herramienta se usaran tres usuarios distintos. De esta manera se podrá ir apreciando como cada uno recibe la creación o instanciación realizada por el resto. A continuación se detallan las características de cada uno de los usuarios definidos:

- *Usuario científico*: este usuario se va a usar para realizar la creación de plantillas acorde al lugar dónde se encuentra. Su carácter de científico es a modo de ejemplo y no implica que el uso de la herramienta necesite conocimientos científicos. Este usuario se encuentra posicionado al lado de una laguna (-38.428655, -60.355691), en la Figura 5.1 se puede apreciar la pantalla inicial de la herramienta que se le al usuario.
- *Usuario 1*: este usuario se va a usar para realizar el relevamiento de los datos. No posee conocimientos avanzados sobre la temática de las plantillas que completará. En la Figura 5.1 se puede visualizar la pantalla inicial que recibe acorde a su posición actual (-38.427966, -60.354994).
- *Usuario 2*: este usuario se va a usar para realizar el relevamiento de los datos y posee los elementos (recursos) necesarios para realizar las mediciones que se mostrarán en los ejemplos de este capítulo. En la Figura 5.1 se puede observar la pantalla inicial que recibe acorde a su posición inicial (-38.429017, -60.357247).

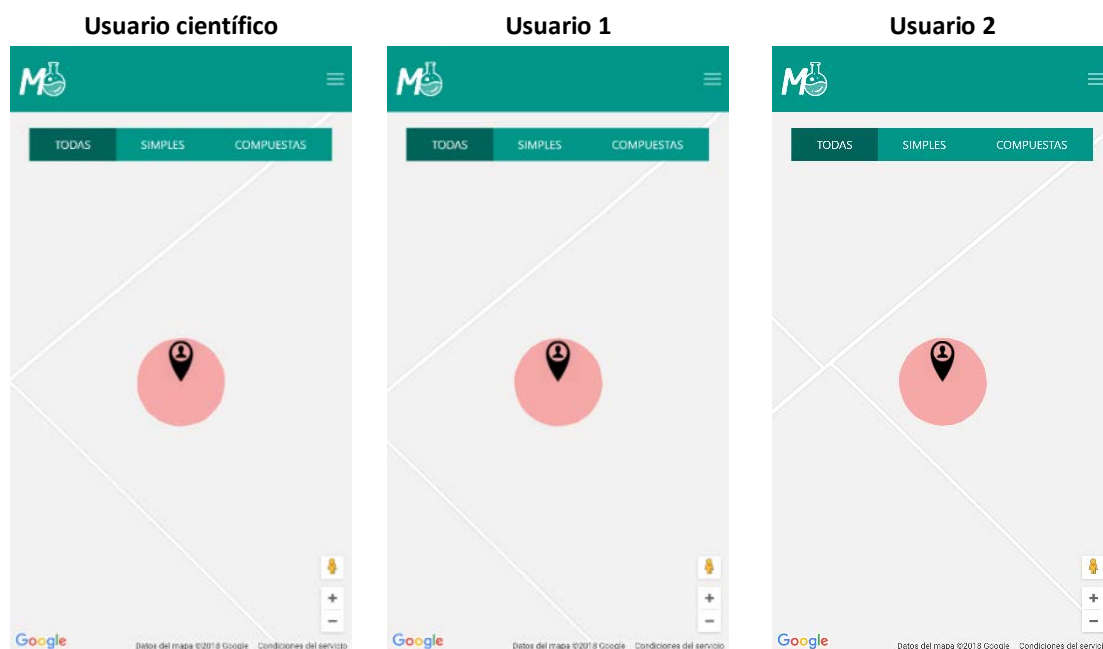


Figura 5.1: Pantalla iniciales de los usuarios.

En la Figura 5.2 se puede observar una imagen satelital dónde se puede observar el ambiente en que se encuentran los usuarios y la posición en la que se encuentran cada uno de ellos en concordancia con lo mostrado en la Figura 5.1.



Figura 5.2: Ubicación de los usuarios desde una imagen satelital.

Para realizar la demostración de las características de la herramienta desarrollada para esta tesina, se plantearon situaciones de ejemplo a fines prácticos basadas en la aplicación [AppEAR] que analizamos en la Sección 2.2.1. Debemos aclarar que las preguntas que se pueden encontrar en la aplicación [AppEAR] se pueden hacer con respecto a un ambiente y no precisamente fueron definidas de manera in-situ. Para los ejemplos planteados en la explicación de este capítulo se utilizan como base esas preguntas para brindar a los ejemplos más realismo por su carácter científico.

5.1 Creación de una plantilla compuesta

Supongamos que el *Usuario Científico* decide crear una plantilla compuesta y, para esto selecciona la tercera opción que se encuentra en el menú (el cual se mostró en la Figura 4.5 del Capítulo 4) que corresponde a la creación de una plantilla compuesta. Al seleccionar esta opción, la herramienta le presenta al *Usuario Científico* el formulario donde puede comenzar a cargando la descripción de la plantilla y su criterio de agrupación, como se puede apreciar en la Figura 5.3; el cual completa con la descripción “*Variabilidad del ecosistema*” y el criterio “*Relevamiento mensual*”.

El *Usuario Científico* carga las consignas de observación que se visualizan en la Figura 5.4. Estas consignas se basan en las preguntas de la aplicación [AppEAR] que se mostraron en la Figura 2.8 del Capítulo 2.

De la misma manera el usuario puede continuar creando nuevas consignas. Una vez terminada la carga de todas las consignas, la herramienta le presenta al *Usuario Científico* una pantalla como se visualiza en la Figura 5.5, que corresponde al resumen de la plantilla compuesta con todas las consignas, dónde el usuario debe confirma la creación de dicha plantilla.



M

Plantilla Compuesta

Descripción
Variabilidad del ecosistema

Criterio de agrupación
Relevamiento mensual

CARGAR MEDICIÓN

CARGAR OBSERVACIÓN

GUARDAR PLANTILLA COMPUESTA

Figura 5.3: Formulario de plantilla compuesta completado por el *Usuario Científico*.



Consigna de Observación

Descripción de la observación
¿Qué hay alrededor del lugar?

Opciones

- Industrias [ELIMINAR](#)
- Ciudad con edificios [ELIMINAR](#)
- Barrio con casas [ELIMINAR](#)
- Campo [ELIMINAR](#)
- Zona natural [ELIMINAR](#)
- No lo sé [ELIMINAR](#)

Agregar opción

Descripción

AGREGAR

GUARDAR

Consigna de Observación

Descripción de la observación
¿Cómo es el fondo?

Opciones

- Barro [ELIMINAR](#)
- Arena [ELIMINAR](#)
- Piedras chicas [ELIMINAR](#)
- Piedras grandes [ELIMINAR](#)
- Cemento [ELIMINAR](#)
- No lo sé [ELIMINAR](#)

Agregar opción

Descripción

AGREGAR

GUARDAR

Figura 5.4: Consignas sobre alrededores de la laguna creadas por el *Usuario Científico*.

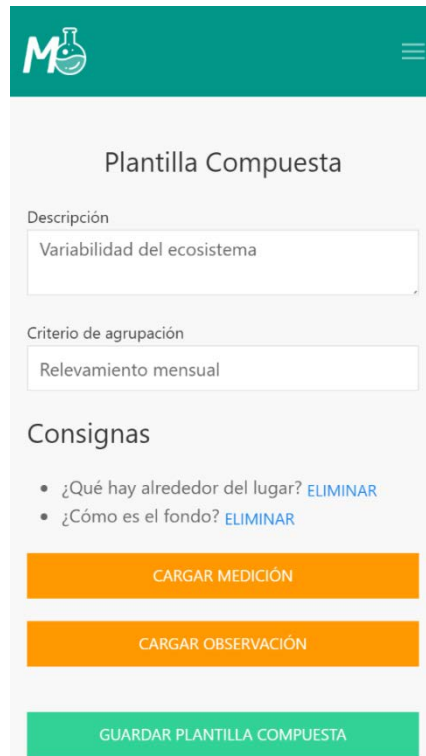


Figura 5.5: *Plantilla Compuesta* creada por el *Usuario Científico*.

Una vez confirmada la creación (en la Figura 5.5), la herramienta presenta al usuario el mapa con la nueva plantilla creada. A su vez, los demás usuarios podrán visualizar en sus pantallas la nueva plantilla creada como se puede apreciar en la Figura 5.6. En este caso, el ícono que se visualiza corresponde a una plantilla compuesta. Se puede apreciar que el *Usuario 1* visualiza el ícono habilitado, sin embargo el *Usuario 2* lo visualiza deshabilitado porque se encuentra fuera del rango de cercanía para poder instanciarse.

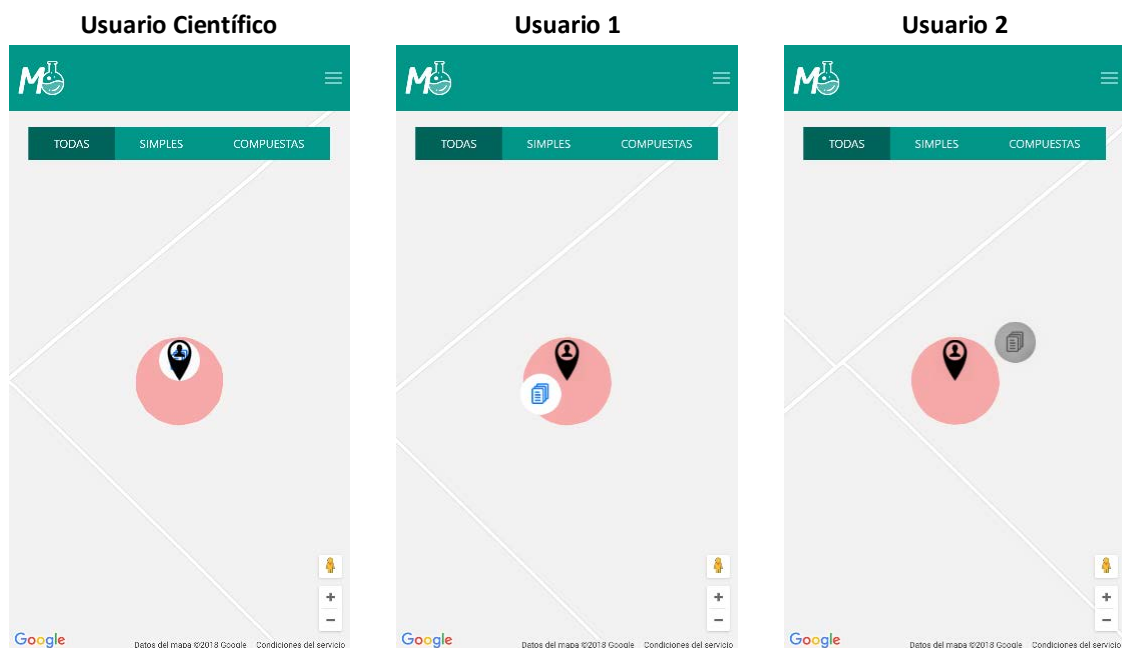


Figura 5.6: Mapa con plantilla compuesta creada por el *Usuario Científico* – visualización de las pantallas de cada usuario.

Cabe aclarar que la plantilla recién creada sólo podrá ser instanciada por el *Usuario Científico* y el *Usuario 1*. El *Usuario 2* deberá acercarse hasta que la plantilla compuesta se encuentre dentro del radio y así poder realizar la instanciación.

5.2 Creación de una plantilla simple

Supongamos que el *Usuario Científico* se mueve a la posición (-38.429135, -60.357898). En la Figura 5.7, se puede observar la posición del *Usuario Científico* en una imagen satelital junto con el mapa presentado por la herramienta. Además, se puede observar en la imagen satelital donde están posicionados el *Usuario 1* y el *Usuario 2*, los cuales mantienen la misma posición del ejemplo mostrado en la Sección 5.1.



Figura 5.7: Nueva posición del *Usuario Científico*.

Se puede apreciar en la pantalla mostrada en la Figura 5.7 que la plantilla compuesta creada en la Sección 5.1 aparece deshabilitada esto se debe a que al moverse el *Usuario Científico* dejó de estar en el radio de alcance de la misma.

El *Usuario Científico* decide crear una plantilla simple, el usuario presiona la segunda opción del menú (mostrado en la Figura 4.5 del Capítulo 4) y la herramienta presenta el formulario que se puede observar en la Figura 5.8, el cual se puede visualizar completo con la descripción “Análisis físico - químico”.

El *Usuario Científico* carga una consigna de medición que se visualiza en la Figura 5.9. Esta consigna está basada en los relevamientos en el campo realizados por los autores en [Cano et al., 2014] como para hacer más realista al ejemplo presentado en esta sección. Se pueden apreciar distintas especificaciones realizadas para dicha consigna cada una de estas con su unidad de medida.

Plantilla Simple

Descripción

Análisis físico - químico

CARGAR MEDICIÓN

CARGAR OBSERVACIÓN

Figura 5.8: Formulario de plantilla simple completado por el *Usuario Científico*.

Consigna de Medición

Descripción de la medición

Características exactas del agua

Especificaciones

- Oxígeno disuelto en (% O₂) [ELIMINAR](#)
- Turbidez en (NTU) [ELIMINAR](#)
- Temperatura del agua en (grados centígrados (° C)) [ELIMINAR](#)
- pH en (unidades) [ELIMINAR](#)

Agrega nueva Especificación

Descripción de la especificación

Descripción

Unidad de medida de la medición

Unidad de medida

AGREGAR

GUARDAR

Figura 5.9: Consigna de la plantilla simple creada por el *Usuario Científico*.

Una vez que el *Usuario Científico* confirma la consigna en la Figura 5.9, la herramienta muestra en pantalla un resumen de la plantilla y la opción de finalizar la creación de la plantilla simple. Una vez creada la plantilla, ésta puede observarse en el mapa. En la Figura 5.10 se puede observar cómo la herramienta presenta el mapa a cada usuario. Cabe aclarar que en este caso, el ícono de la plantilla es diferente al que se observa en la Figura 5.6, esto se debe a que se trata de una plantilla simple. Como se puede apreciar en la Figura 5.10, el *Usuario Científico* y el *Usuario 2* visualizan el ícono de esta plantilla simple habilitado mientras que el *Usuario 1* lo observa deshabilitado, dado que este último no se encuentra en el radio de alcance de dicha plantilla. Se puede apreciar que la plantilla habilitada para el *Usuario 1* corresponde a la plantilla creada en la Sección 5.1.

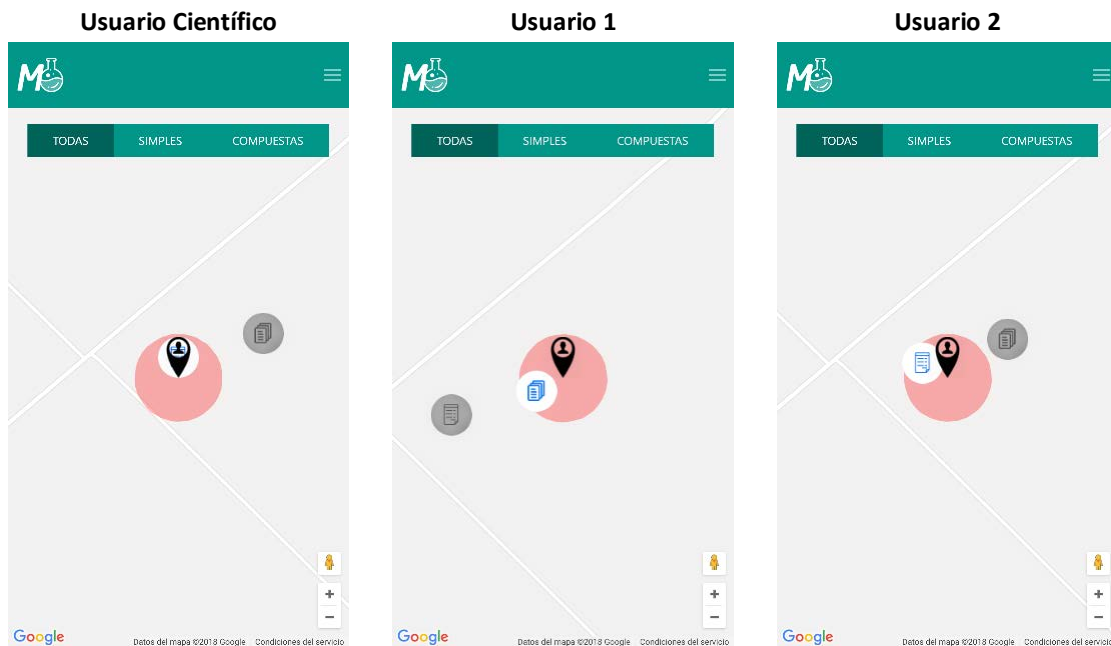


Figura 5.10: Mapa con plantilla simple creada por el *Usuario Científico* – visualización de las pantallas de cada usuario.

5.3 Creación de una instancia de plantilla compuesta

Supongamos que el *Usuario 1* quiere realizar la instanciación de la plantilla compuesta creada en la Sección 5.1. Como se puede apreciar en la Figura 5.10, este usuario tiene habilitada la plantilla mencionada, por lo tanto, para poder instanciar la misma debe seleccionar sobre el ícono correspondiente y de esta forma, podrá ver en la pantalla un mensaje mostrando la descripción de la plantilla y un botón para crear la instanciación (*INSTANCIAR*). Esto se puede observar en la Figura 5.11. Es importante destacar que la opción de instanciar está disponible únicamente si la plantilla se encuentra dentro del radio de alcance del usuario. Acorde a lo mostrado, por ejemplo, en la Figura 5.10, ni el *Usuario Científico* ni el *Usuario 2* podrían realizar esta instanciación desde su posición actual ya que la plantilla se encuentra deshabilitada.

Supongamos que desde la pantalla mostrada en la Figura 5.11 el *Usuario 1* selecciona el botón "*INSTANCIAR*", como respuesta la herramienta muestra el formulario correspondiente a la instanciación de una plantilla. Este formulario se puede apreciar en la Figura 5.12, el cual ya está completado por las observaciones realizadas por dicho usuario. Notar que la Figura 5.12 presenta dos pantallas para poder ver toda información.

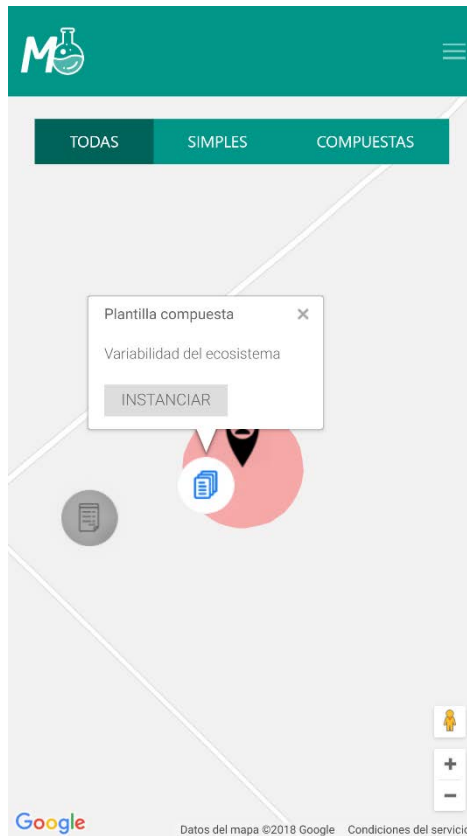


Figura 5.11: Mensaje sobre la plantilla compuesta seleccionada por el *Usuario 1*.

A screenshot of the 'Creación de Instancia Compuesta' form. The form is divided into several sections. The first section is 'Datos de la plantilla', which contains the following information: DESCRIPCIÓN: Variabilidad del ecosistema; CRITERIO DE AGRUPACIÓN: Relevamiento mensual; LATITUD: -38.428655; LONGITUD: -60.355691. The second section is 'Escoge tu perfil general', which has a dropdown menu with 'Amateur' selected. The third section is '¿Qué hay alrededor del lugar?', which has two dropdown menus: 'Perfil de respuesta' with 'Amateur' selected and '¿Qué hay alrededor del lugar?' with 'Campo' selected. The fourth section is '¿Cómo es e fondo?', which has two dropdown menus: 'Perfil de respuesta' with 'Amateur' selected and '¿Cómo es e fondo?' with 'Arena' selected. At the bottom of the form, there is a green button labeled 'GUARDAR'.

Figura 5.12: Formulario de instanciación de la plantilla compuesta.

Una vez cargadas las observaciones, el *Usuario 1* presiona el botón guardar (de la Figura 5.12) para crear la instancia de la plantilla compuesta creada por el *Usuario Científico* en la Sección 5.1.

Al crearse la instanciación cada usuario podrá ver en su mapa que la plantilla compuesta se identifica ahora con otro ícono, el correspondiente a una plantilla compuesta con al menos una instanciación. Esto se puede apreciar en la Figura 5.13, donde se puede apreciar que *Usuario 1* es el único que ve la plantilla compuesta habilitada. Cabe mencionar que el ícono que aparece activo para el *Usuario 2* se corresponde a la plantilla simple creada por el *Usuario Científico* en la Sección 5.2.

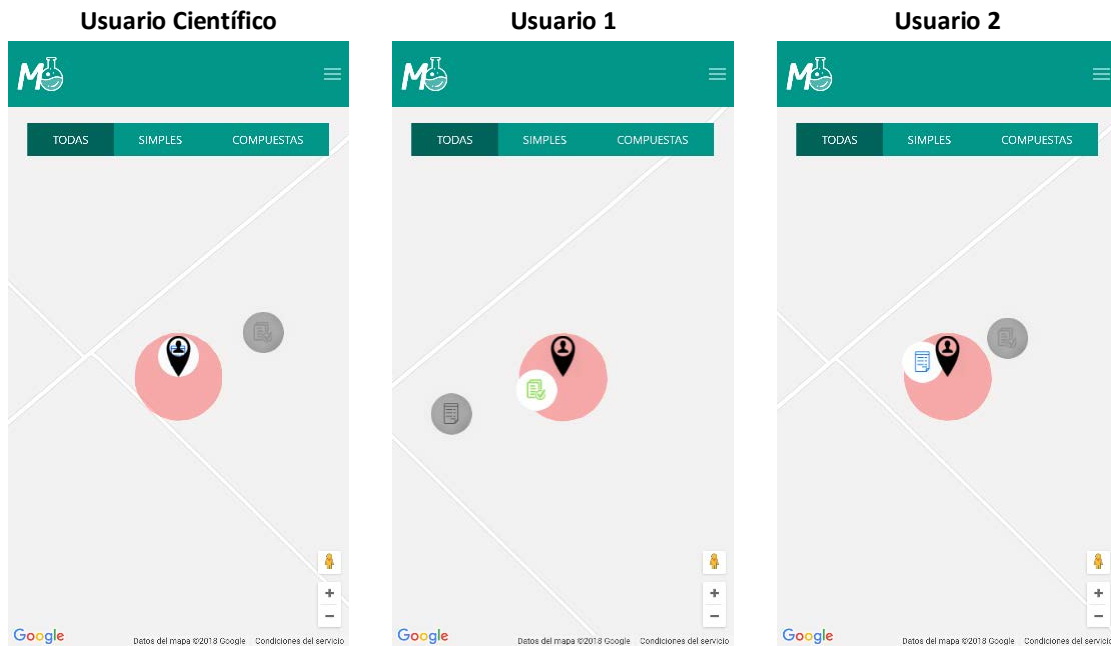


Figura 5.13: Mapa con la instancia compuesta creada por el *Usuario 1* – visualización de las pantallas de cada usuario.

5.4 Creación de una instancia de plantilla simple

Supongamos ahora que el *Usuario 2* decide realizar el relevamiento de la plantilla simple que se ha creado en la Sección 5.2. Como se puede apreciar en la Figura 5.13, este usuario tiene habilitada la plantilla mencionada, por lo tanto, para poder instanciar la misma debe seleccionar sobre el ícono correspondiente y de esta forma, podrá ver en la pantalla un mensaje mostrando la descripción de la plantilla y un botón para crear la instanciación (*INSTANCIAR*). Esto se puede observar en la Figura 5.14. Esta funcionalidad es igual a la mencionada en la Sección 5.3 para instanciar una plantilla compuesta.

Supongamos que desde la pantalla mostrada en la Figura 5.14 el *Usuario 2* selecciona el botón "*INSTANCIAR*", como respuesta la herramienta muestra el formulario correspondiente a la instanciación de una plantilla. Este formulario se puede apreciar en la Figura 5.15. Los datos cargados están basados en relevamientos que se encuentran en el trabajo presentado en [Cano et al., 2014]. Estos datos podrían haberse tomado, por ejemplo, usando una sonda multiparamétrica de calidad ambiental como se menciona en [Cano et al., 2014]. Además, se puede observar en la Figura 5.145 que, debido al perfil seleccionado, el usuario considera que su relevamiento es de carácter experto. Notar que la Figura 5.15 presenta dos pantallas para poder ver toda relacionada con la plantilla a instanciar.

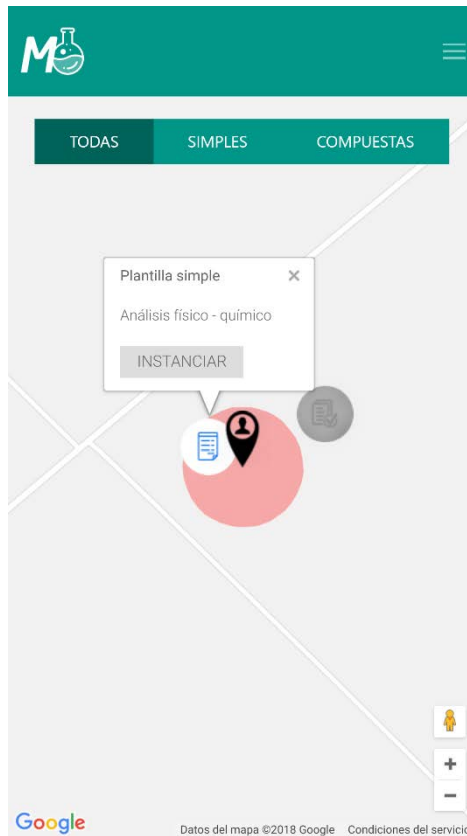


Figura 5.14: Mensaje sobre plantilla simple seleccionada por el *Usuario 2*.

Creación de Instancia Simple

Datos de la plantilla

DESCRIPCIÓN
Análisis físico - químico

LATITUD
-38.429135

LONGITUD
-60.357898

Análisis físico - químico

Perfil de respuesta
Experto

Oxígeno disuelto expresada en % O2
6.1

Turbidez expresada en NTU

Temperatura del agua expresada en grados centígrados (° C)
12

pH expresada en unidades
7.86

GUARDAR

Figura 5.15: Formulario de instanciación de plantilla simple.

Una vez cargadas las mediciones, el *Usuario 2* presiona el botón guardar (de la Figura 5.15) para crear la instancia de la plantilla simple creada por el *Usuario Científico* en la Sección 5.2.

Al crearse la instanciación cada usuario podrá ver en su mapa que la plantilla simple se identifica ahora con otro ícono, el correspondiente a una plantilla simple con al menos una instanciación. Esto se puede apreciar en la Figura 5.16, donde se puede apreciar que *Usuario 2* es el único que ve la plantilla simple habilitada. Cabe mencionar que el ícono que aparece activo para el *Usuario 1* se corresponde a la plantilla compuesta creada por el *Usuario Científico* en la Sección 5.1.

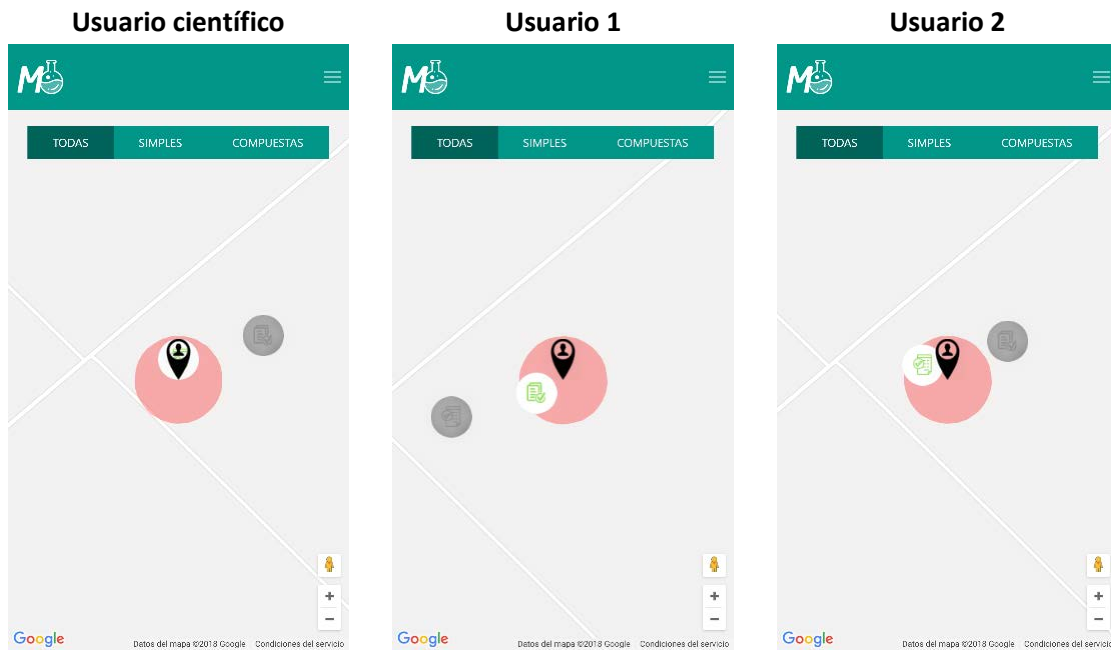


Figura 5.16: Mapa con instancia simple creada por el *Usuario 2* – visualización de las pantallas de cada usuario.

6. Análisis de la herramienta desde la visión de un experto

En este capítulo se presenta una entrevista realizada, acorde objetivo de esta tesina, a un experto; describiendo las respuestas recibidas como así también las sugerencias que menciona el mismo. Al final del capítulo se enuncian conclusiones a partir de la información obtenida.

El experto entrevistado se llama *Leonardo Andrés Cano*²⁰, Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas, actualmente investigador asistente del CONICET.

Cabe mencionar que antes del planteo de esta tesina, y como una búsqueda personal del autor de la misma para detectar problemáticas que se pudieran abordar en una tesina de grado; el autor de esta tesina se contactó con el Dr. Cano. De esta manera, se detectó la problemática relacionada a la creación e instanciación de muestras posicionadas in-situ.

Luego de esto, se empezó con el diseño y desarrollo presentado en esta tesina, sin tener contacto con el Dr. Cano. El mismo fue contactado una vez finalizada la herramienta para poder analizar junto a él la misma, desde la visión de un experto en el dominio de muestras. Este análisis se realizó mediante una entrevista realizada al Dr. Cano, en la cual no solo se relevó información general, sino también el mismo pudo usar la herramienta prototípica presentada en esta tesina.

A continuación se presenta primero como se realizó el armado del material que fuera luego usado en la entrevista. Luego, se describen las respuestas brindadas por el Dr. Cano, y cómo respondió a distintos formularios que se le pidió completar. Y para finalizar este capítulo se detallan algunas conclusiones

- Preparativos de la entrevista

La coordinación con el entrevistado fue un punto importante ya que en el momento de realizarse, no se encontraba viviendo en la ciudad de la Plata. Acorde a esto se coordinó un viaje profesional por parte del Dr. Cano a la ciudad de La Plata y se organizó, a través de mails, un encuentro en un bar para realizar la entrevista. En los mails enviados, se le describió al entrevistado la modalidad de la entrevista, la cual estuvo de acuerdo así como también se acordó la posibilidad de grabar la entrevista y que la misma pueda ser sea más fluida.

Para el uso de la herramienta durante la entrevista, se necesitó realizar una serie de preparativos; debido a que la herramienta se desarrolló como una aplicación web, se requirió de un servidor dónde alojar la misma. Una vez conseguido esto, se procedió a realizar una prueba de la misma dónde se detectó que los servicios de *Google Maps* no se pueden utilizar desde un servidor sin seguridad SSL, algo que no se pudo obtener con el corto tiempo que se disponía. Debido a este motivo, no fue posible realizar la entrevista desde un dispositivo móvil y se utilizó un simulador de celulares desde una notebook.

Para la entrevista, era necesario explicar al entrevistado los conceptos principales usados en la herramienta, para esto se preparó una ayuda memoria y se imprimió las Tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6 presentadas para esta tesina; esto permitió utilizarlas y brindar así

²⁰ Página institucional del Dr. Cano:

https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?id=26194&datos_academicos=yes (Último acceso: 24-11-2018)

mayor expresividad en el momento de transmitir los conceptos. En la Figura 6.1 se pueden observar como dichas tablas fueron preparadas para la entrevista.

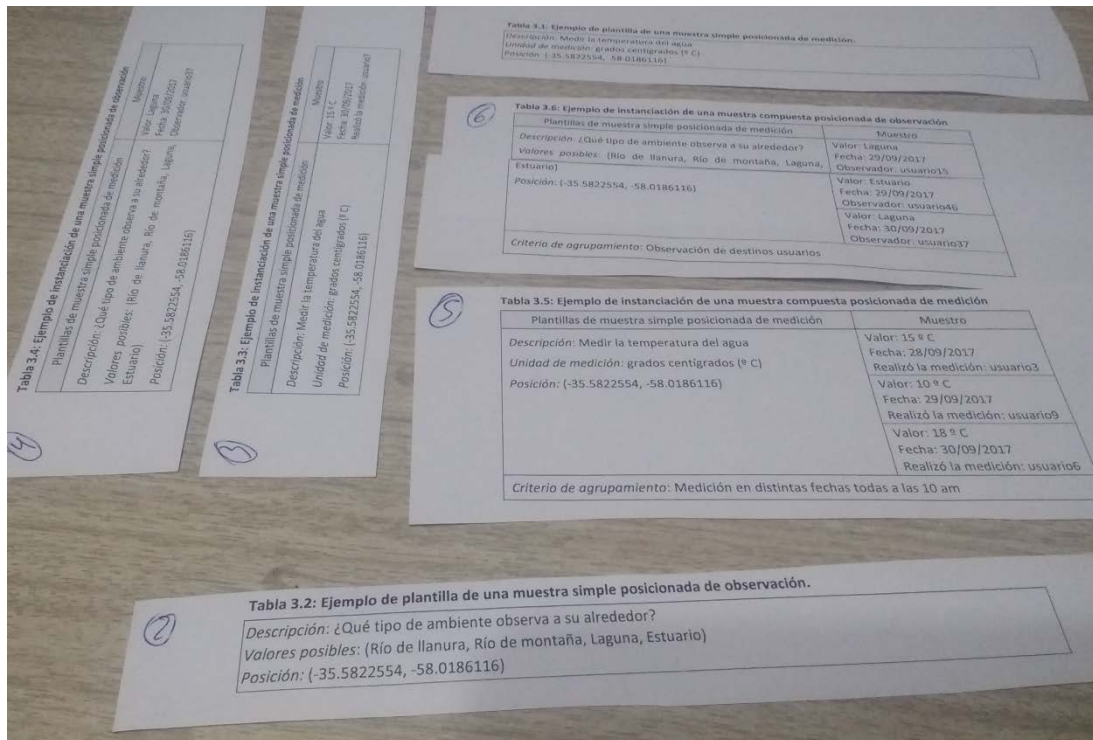


Figura 6.1: Tablas impresas que fueron usadas durante la entrevista.

- Entrevista realizada al Dr. Cano

La entrevista se realizó el día de 29 de septiembre del 2018, la cual duró aproximadamente 1 hora que fue el tiempo suficiente para abordar todas las actividades preparadas. Una vez realizada la entrevista, se transcribieron las partes más relevantes de la conversación que se muestran a continuación.

La entrevista se organizó en tres etapas:

- *Entrevista en relación a la experticia del entrevistado*
En esta etapa se realizaron preguntas orientadas a conocer el trabajo diario del entrevistado.
- *Utilización de la herramienta*
Se explicó primero al entrevistado los conceptos utilizados en la herramienta y luego se prosiguió a la utilización de la misma. Así mismo, durante esta etapa se fueron tomando nota de comportamientos y reacciones del entrevistado durante el uso de la herramienta.
- *Cuestionario sobre la experiencia del uso de la herramienta*
Se le brindó al entrevistado un formulario de usabilidad (en este caso se usó el estándar SUS [Bangor et al, 2009]) y se le realizaron preguntas sobre la herramienta.

A continuación se brindan más detalles de cada una de estas etapas y la información recolectada en cada una de ellas.

□ Entrevista en relación a la experticia del entrevistado

Como se mencionó anteriormente, en esta etapa se realizaron preguntas orientadas a conocer el trabajo diario del entrevistado. A continuación se listan las preguntas y respuestas recibidas. Entre comillas aparece la respuesta recibida o una transcripción resumida de las mismas.

Cabe mencionar que a partir de ciertas respuestas recibidas se siguió indagando sobre más detalles, por eso a veces aparecen preguntas dentro de otras realizadas.

- ❖ Nombre y apellido: *“Leonardo Andrés Cano”*
- ❖ Máximo título obtenido: *“Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas”*
- ❖ Cargo que desempeña actualmente: *“Investigador Asistente CONICET”*
- ❖ ¿Hace relevamiento de muestras in-situ?
“Ahora no, pero lo hice y lo voy a hacer en un futuro cercano”
- ❖ ¿Qué consideras un relevamiento de muestras in-situ?
“Tomar muestras para su análisis de cualquier tipo, químico en mi caso, pero puede ser un análisis sociológico si se quiere. Pero bueno, siempre las muestras tienen que ser en un lugar y analizadas con ciertos parámetros en el lugar donde se están tomando”
- ❖ ¿Qué consideras una muestra?
“Es una porción de una gran cantidad de algún material o sustancia, que desde el punto de vista químico queremos analizar.”
- ❖ ¿Cuántos años hace que comenzó a tomar muestras?
“Desde el 2001”
- ❖ ¿Lo hiciste siempre?
“Si, salvo ahora momentáneamente hace un año que no.”
- ❖ Cuando tomabas muestras, ¿con qué frecuencia las tomabas?
“Cada 15 días”
- ❖ ¿Qué tipo de muestras realizabas? Podría describir qué involucra cada una de ellas.
“Siempre muestras de agua. En algunos casos agua de pozo o subterránea, domiciliaria digamos, y otras aguas superficiales como son de arroyos, de río, de laguna.”
- ❖ ¿Conoce algún otro tipo de muestra?
“Si, muestras de aires, muestras ambientales de suelo y después como muestras sociológicas, por ejemplo, una cantidad de gente es una muestra también.”
- ❖ ¿En qué lugares realizaba usualmente esas muestras?
“En las lagunas y en el Río de La Plata.”

- ❖ ¿Qué elementos utilizaba para tomar las muestras y, de ser necesario, guardarlas?

“Para tomar muestras generalmente se utiliza un recipiente para recolectar el agua, varios recipientes para separar el agua en distintas porciones según el tratamiento que se le va a hacer. Y también es muy importante que, en el lugar, hay que medir ciertos parámetros con una sonda y eso es también fundamental llevarlo. O sea, un recipiente para tomar la muestra, varios recipientes para separarla en el lugar, según lo que se va a hacer y una sonda para medir los parámetros que se necesitan en el lugar.”

- ❖ ¿Qué es una sonda?

“Es un sensor, de temperatura por ejemplo un termómetro.”

- ❖ Cuándo se toman muestras, recién mencionabas que tomabas unas muestras en ciertos recipientes para después hacerles algún tratamiento, ¿Qué implica esto?

“Análisis, no tratamiento. Para ver qué contaminantes tienen. Cuando hablamos de tratamientos, es cuando si alguien agarra el agua del río, la trata y mejora y la devuelve al río. Es importante el monitoreo en esos casos para ver si realmente cambia el agua del río.”

- ❖ ¿Cuáles son los mayores desafíos que considera importante en esta tarea de muestreo?

“Los mayores desafíos son la recolección de datos en el tiempo sostenida, porque muchas veces las inclemencias del tiempo o los problemas con el financiamiento para sostener en el tiempo un muestreo con o este que cuesta mucho dinero es lo más difícil... ¿Por qué es importante sostenerlo en el tiempo? Para tener una buena base de datos y poder predecir posibles contaminaciones a futuro, o ver si un cuerpo de agua está mejorando o no.”

- ❖ ¿Qué sistemas tecnológicos o herramientas utiliza para documentar las muestras realizadas?

“Para documentar, tecnológicos, la computadora e internet.”

- ❖ ¿Qué programas utiliza en la computadora?

“Excel y si hay que hacer gráficos, el origin²¹”

- ❖ ¿Qué sistemas tecnológicos utiliza cuando se encuentra en el campo?

“Papel y algo para escribir. Pero ahora estaría bueno un sistema que uno “ti ti ti” vas cargando en un celular y ya eso con una interfaz te lo podría enviar a algún lugar. De hecho se utiliza, ACUMAR²² que es la asociación

²¹ <https://www.originlab.com> (Último acceso: 13/10/2018) Se hizo una búsqueda posterior para conocer la herramienta

²² <http://www.acumar.gov.ar/> (último acceso: 18/10/2018) Se hizo una búsqueda posterior para conocer la autoridad

de la cuenca matanza y riachuelo que son los encargados de limpiar el riachuelo. Lo que hicieron es poner estaciones de monitoreo automatizadas, que es una computadora que toma muestras, las analiza y manda los datos a un servidor.”

□ Utilización de la herramienta

Antes de que el entrevistado comience a interactuar con la herramienta como se mencionó anteriormente, se le explicaron los siguientes conceptos tal como fueron presentados en esta tesina:

- *Muestra,*
- *Muestra in-situ,*
- *Plantilla Simple - Plantilla Compuesta,*
- *Instanciación de una Plantilla Simple de Medición y sus Especificaciones,*
- *Instanciación de una Plantilla Simple de Observación y sus Opciones,*
- *Criterio de agrupación para una Plantilla Compuesta,*
- *Perfil.*

Para esta explicación se utilizaron las tablas impresas mostradas anteriormente en la Figura 6.1. Durante la explicación de los conceptos mencionados, el usuario comentó lo siguiente:

“Muchas veces cuando vos vas a tomar una muestra, se hace por triplicado. Eso es para calcular los errores asociados al muestreo y el método de análisis y que después por ahí te da un resultado que si está dentro del error, no es alarmante. Entonces en estos tres valores que aparecen acá podrían ser los tres valores de la misma muestra, la misma hora y el mismo lugar. La misma muestra pero la repetís tres veces y tiene que ser una compuesta, no te queda otra. Porque así después, nosotros podemos sacar la desviación estándar a partir de eso.”

Luego de la explicación de conceptos, se procedió a mostrarle la herramienta. En este punto, es necesario recordar que la herramienta se probó en una notebook a través de un emulador y que esto, cognitivamente no es lo mismo para el usuario que si lo hubiera hecho en un dispositivo móvil.

Se prosiguió a que el entrevistado suponga que está en un lugar físico que le resulte relevante para realizar su tarea de muestreo e imaginar que se encuentra situado en ese lugar. Esto fue realizado de esta manera para simular lo in-situ, ya que dicha entrevista se realizó en un bar.

Se le pregunto, ¿En qué lugar físico te vas a situar?, y el entrevistado respondió:

“Vamos al río de la plata.”

El entrevistado eligió en el mapa las coordenadas (-34.825707, -57.959416), para simular estar in-situ.

A continuación se describen las distintas tareas que se le propusieron realizar al entrevistado usando la herramienta.

- Se le propone usar la herramienta para generar una plantilla de medición simple. ¿Qué medirías?

“Lo primero que se me viene es la temperatura pero ya lo hiciste vos a ese... Lo que pasa que es el primer parámetro que se mide siempre, entonces lo segundo que se podría medir es el PH”.

Este comentario que realiza el entrevistado se debe a que los conceptos explicados usaban la temperatura, y el entrevistado prefirió usar otro.

- Se le propone al entrevistado que defina qué especificaciones están asociadas a la medición de PH. Y el entrevistado responde:

“El tema que el PH no tiene... Bueno sí, la unidad de medida es ‘Unidad de PH’”

- El entrevistado prosiguió a la creación de la plantilla de medición simple directamente en la herramienta y cargo estos datos mencionados. En este momento, el entrevistado confundió la descripción de la plantilla y directamente cargó el texto ‘Medición de PH en el agua’ y preguntó:

“¿Dónde está la unidad de medición?”

Acorde a esta pregunta, se le explicó que esa descripción corresponde a la plantilla y que debe hacer clic en el botón “CARGAR MEDICIÓN” (como se mostró en la Figura 5.8) para así poder seleccionar la unidad de medición. En respuesta a esto, el entrevistado comentó:

“Si yo acá puedo cargar una descripción... sin haber dicho si es de medición u observación es medio raro. Porque además, cuando pongo ‘CARGAR MEDICIÓN’ me aparece otra vez ‘descripción’ [...] Descripción yo no lo tendría [...] Entonces la consigna es ‘medir PH del agua’ [...] la descripción de la especificación está de más. Es mi opinión. La unidad de medida sí es fundamental”.

Luego de este comentario, el entrevistado carga la consigna de medición y su unidad de medida y observa que puede cargar una nueva especificación. Y acorde a esto menciona:

“¡Ah! Es por si tiene dos medidas. ¡Perfecto!”

- Luego se le indica generar una instanciación de la plantilla de medición simple creada. Para esto, se le menciona que lo complete con datos posibles que puede conocer, acorde a su experticia.

Cuando el entrevistado intentó seleccionar la plantilla y poder instanciarla, no le fue fácil seleccionar el ícono debido a que el ícono de posición del usuario se encontraba superpuesto. Esto fue algo que se pudo observar mientras el entrevistado interactuaba con la herramienta.

Mientras realizaba la tarea propuesta, el entrevistado menciona:

“¿Existe la palabra ‘Instanciar’?”

Y se menciona que dentro del entorno de la herramienta consideramos la palabra instanciar. Mientras sigue haciendo la tarea de instanciar, el entrevistado plantea:

“Bueno la latitud y longitud carga bien [...] medición de PH, bien [...] Perfil de respuesta Amateur o Experto, ¿acá te estás refiriendo a quién lo usa?”

Y se prosigue a explicarle que como los datos los carga una persona, estos son subjetivos, entonces se define su experticia realizando esta tarea. Y el entrevistado responde:

“Claro, pero también es subjetivo quien es amateur o experto.... ¿el valor de la medición es la que medí?”

Acorde a esta nueva pregunta, se le indica que si, en este caso, un valor que sea posible. Y el entrevistado responde:

“Bien, entonces 6.5. ¡Perfecto! Muchas veces que fui a medir, lo pensaba, es decir, marcar el punto en el teléfono y decir estoy acá y ya me queda para siempre. Así siempre vuelvo al mismo lugar. También está bueno tener en el teléfono los datos, por ejemplo, ¿alguien me pregunta che te acordás qué dio en el 2004? A ver y lo veo al toque. ”

Luego, se le pregunta ¿qué instrumento necesitas para realizar esta medición qué definiste?

“Una sonda”

- A continuación se le propone usar la herramienta para generar una plantilla compuesta de plantillas de medición simple. Y el entrevistado acota:

“Bueno, ¿criterio de agrupación?”

Y acorde a esta pregunta se le aclaró que cuando se agrupan varias plantillas se debe indicar cuál es el criterio por el que las mismas se relacionan. Acorde a esta explicación, el entrevistado indica:

“Yo diría que la fecha”

El entrevistado procede a cargar una plantilla simple. Por simplicidad definió una plantilla simple de la misma manera que la creada anteriormente. Y mientras realizaba esta tarea menciona lo siguiente:

“Cuándo cargo esta especificación, ¿puedo cargar una nueva especificación? La especificación es el PH del agua.”

Y se le menciona que esto ocurre porque justamente el PH no tiene otra especificación. Entonces el entrevistado plantea lo siguiente:

“Claro, en la práctica no se puede tener en una sola medición el PH y temperatura por ejemplo, serían dos mediciones distintas. Si bien en el equipo vos podés ver en el visor la temperatura y el PH pero, para mí, son dos mediciones distintas.”

En base al comentario del entrevistado, se le aclara que la herramienta lo permite, entonces éste menciona lo siguiente:

“Claro, quizá exista una circunstancia en que esto pase”

Una vez cargada la plantilla compuesta, entrevistado pregunta:

¿Era sólo esto la creación?

Se le responde que sí. Cabe mencionar que el entrevistado, por su cuenta, reconoció que los íconos representaban diferentes conceptos, esto fue detectado porque el entrevistado menciono lo siguiente:

“Claro, y ahí aparecen las muchas (haciendo referencia al ícono de plantilla compuesta) porque es una plantilla compuesta”

- Luego, se le propuso al entrevistado generar una instancia de la plantilla compuesta creada. Para esto, el entrevistado, nuevamente, cargó su perfil como experto y 6.5 de PH. Y luego de esto pregunto:

“¿nunca me preguntó la fecha?”

Acorde a esta pregunta, se le comento que esto se registra automáticamente. Entonces el entrevistado mencionó:

“Bien ¡y la hora! Por la hora no es menor, ciertos parámetros, como por ejemplo el oxígeno disuelto en el agua superficial cambia. Y no del día a la noche, de las 10 de la mañana a las 12 del mediodía cambió porque la temperatura cambia... Entonces si vos querés comparar medidas de distintas fechas, tenés que tener cuidado de más o menos caer en el mismo horario. Por eso es importante que el sistema también registre la hora y fecha y después vos en ese criterio agrupar los datos.”

Luego que el entrevistado creará la instancia, se le mencionó que podía cargar otra instancia, entonces el entrevistado indicó:

“Claro, la misma plantilla compuesta, generar otra instancia más. Claro esto sería el mismo triplicado. ¿Por qué? Porque lo estamos haciendo en la misma fecha y hora”

El entrevistado terminó de cargar la instancia de la plantilla compuesta y pudo visualizar las plantillas cargadas. Y acorde a esto, mencionó:

“¡Muy bien! ¡Esto! ¿Ves? Faltaba la hora. Lo importante es que te muestre la hora.”

Una vez finalizado el uso de la herramienta, inmediatamente se prosiguió con la siguiente etapa de la entrevista, la cual se describe a continuación.

Cuestionario sobre la experiencia del uso de la herramienta

En esta etapa, se prosiguió a entregar al entrevistado un formulario SUS para que lo complete. En la Figura 6.2 se puede observar una imagen escaneada del formulario completado por el entrevistado.

Encuesta para usuarios de la herramienta

Los datos obtenidos de esta encuesta se utilizarán para análisis de datos estadísticos.

Edad: 38

Sexo: X / M (Tache la letra que no corresponda)

Profesión: INVESTIGADOR

Usa frecuentemente el celular: SI / NO (Tache la respuesta que no corresponda)

Tipo de celular: ANDROID

Acorde al uso de la herramienta, indique con una X el valor que crea adecuado para cada ítem.

| | Completamente en desacuerdo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Completamente de acuerdo |
|---|--------------------------------|---|---|---|---|---|-----------------------------|
| 1. Creo que me gustaría usar esta herramienta frecuentemente | | | | | | X | |
| 2. Encuentro a la herramienta innecesariamente compleja de utilizar | X | | | | | | |
| 3. Pienso que la herramienta es fácil de utilizar | | | | | X | | |
| 4. Creo que necesitaría soporte de un especialista para hacer uso de la herramienta | X | | | | | | |
| 5. Encuentro las diversas funciones de la herramienta bastante bien integradas | | | | X | | | |
| 6. He encontrado demasiada inconsistencia en la herramienta | | X | | | | | |
| 7. Creo que la mayoría de las personas aprendería a hacer uso de la herramienta rápidamente | | | | | | X | |
| 8. He encontrado la herramienta bastante incómoda de utilizar | X | | | | | | |
| 9. Me he sentido muy seguro haciendo uso de la herramienta | | | | | | X | |
| 10. Necesitaría adquirir varios conocimientos antes de poder manejar la herramienta | X | | | | | | |

Figura 6.2: Formulario SUS completado por el entrevistado.

A partir de las respuestas del formulario se obtiene un índice de usabilidad de 87,5, según el cálculo definido en [Bangor et al, 2009], en donde se calcula el nivel de usabilidad, que en este caso acorde este valor indica ACEPTABLE.

En la Figura 6.3 se puede observar como en [Bangor et al, 2009] son interpretados los valores obtenidos del formulario SUS. De esta manera se puede evaluar usabilidad de un sistema o herramienta.

Es de vital importancia aclarar que este formulario de usabilidad sólo se completó por una sola persona, con lo cual el resultado del mismo no es concluyente. Para tener valores de usabilidad adecuados, la herramienta debería ser probada por

muchos más usuarios en un ambiente in-situ. Y luego, a partir de esto determinar el nivel de usabilidad. En este caso, solo fue realizado para analizar qué tan usable era para este experto.

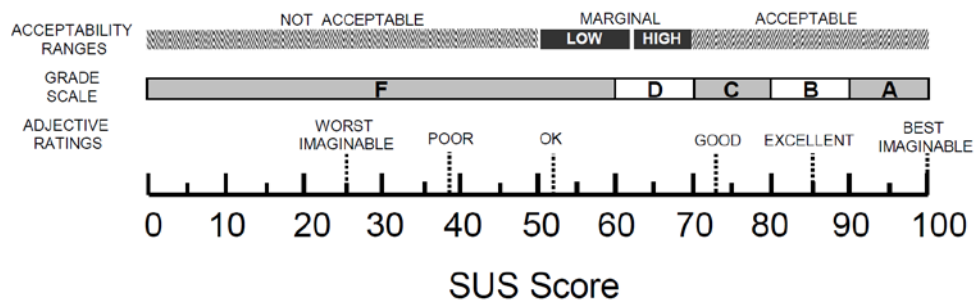


Figura 6.3: Nivel de usabilidad acorde al promedio obtenido en un formulario SUS.

Luego, se realizaron algunas preguntas al entrevistado orientadas a conocer su opinión respecto de la herramienta. A continuación se detallan las mismas.

- ❖ ¿Qué ventajas encontró, de la herramienta, respecto a su práctica diaria?
“Que con uno dos clics al alcance de la mano, ahorras mucho tiempo y hojas y papel, contaminas menos.”
- ❖ ¿Qué desventajas encontró, en la herramienta, respecto a su práctica diaria?
“Que se quede sin batería el celular.”
- ❖ ¿Le gustaría comentar algo más sobre tu experiencia con la herramienta?
“Bien, la verdad que me sorprendió porque no pensé que iba a ser esto. Realmente está bueno y no esperaba que fuera tan útil. Me acordé de las cosas que necesitaba y que yo pensaba sería bueno tener y están plasmados en la aplicación.”
- ❖ ¿Qué esperabas?
“No, como habíamos hablado de un GIS (en la primera reunión inicial previa a la tesina) imaginé algo más relacionado. Pero sí, está relacionado también”
- ❖ ¿Qué opinas sobre este otro punto de vista distinto a tu idea de GIS?
“Es punto de vista distinto pero está muy interesante. Sobre todo por la geolocalización automática que te puede dar el celular. La hora y fecha son fundamentales. Ya te ahorras de tres parámetros que son importantes y te lo hace solo el celular.”
- ❖ Luego de estas preguntas, se le comento al entrevistado, que al moverse por el lugar físico, no se puede instanciar las plantillas que se encuentra fuera del área de alcance de la posición actual, y se le pregunto qué opinaba sobre esto, y el entrevistado respondió:
“Está mal”

Se le pregunto ¿Por qué?, y el entrevistado respondió:

“Porque está bueno que cuando yo me vaya al laboratorio y mida todos los parámetros que me faltan medir de la muestra tomé en ese lugar, cuyo PH es ese que está ahí, yo esos datos se los tengo que unir a ese PH”

Se le pregunto si podía comentar más detalles sobre su respuesta anterior, y nos mencionó lo siguiente:

“Hay que ver una forma que vos cargues los datos, la hora y todo lo que hiciste in-situ pero que haya además... le aclares que, por ejemplo, generar una nueva plantilla, que puede ser una compuesta y en esa planilla compuesta decir ‘medición de parámetros en laboratorio’ y ahí haces todas las instancias de todas las medidas que tengas en laboratorio... y aparezca la fecha y hora del laboratorio en cada medida... pero que todo te quede posicionado allá, en cuanto al agrupamiento de la muestra.”

Y acorde a la respuesta que nos dio se le pregunto: ¿Te imaginás una situación en la que, estando en el campo en tu día a día, surja la necesidad de diseñar una nueva plantilla?

“Hay que pensarlo, porque en química, al menos, es raro. Puede pasar que vos tengas un problema puntual que te llamen porque, no sé, hubo un derrame de petróleo y vos no medía petróleo en tu trabajo de rutina, pero ése día tenés que medir petróleo.”

Se le agradeció la buena predisposición y se dio por finalizada la entrevista.

- Conclusiones en relación a la entrevista

Es interesante listar algunos puntos que pueden resultar de interés mencionar de la entrevista realizada al Dr. Cano, la cual incluyo el uso de la herramienta.

- ❖ El entrevistado interpretaba fácilmente los conceptos utilizados en la herramienta, aunque algunos tuvieron que ser repetidos, se considera que esto ocurre por el corto tiempo que tuvo para experimentar con la herramienta. Para el trabajo diario del entrevistado, se podría pensar que son conceptos relativamente fáciles de incorporar si es que dicha herramienta se incorpora como de uso diario.
- ❖ Durante la creación de una plantilla simple, utilizar una descripción en la plantilla y otra en la consigna, resultó redundante en el trabajo diario del entrevistado. En un futuro habría que evaluar la utilidad de ambas y ver si es conveniente o no dejarlas como parte de la herramienta.
- ❖ Es importante que también se registre la hora de carga de datos, este es un dato que remarcó mucho el entrevistado porque de esto pueden depender la interpretación que se realice luego de la muestra.
- ❖ Los ejemplos usados en la explicación de conceptos para el caso de las plantillas e instancias condicionó al entrevistado, debido a que los ejemplos utilizados eran los primeros que se le venían a la mente al entrevistado, entonces esto le generaba pensar en otro ejemplo distinto.
- ❖ El entrevistado destacó la facilidad y simpleza de tener la carga y obtención de los datos al alcance de un celular. Y además, la carga automática de varios datos.

- ❖ El entrevistado remarcó la utilidad de la herramienta desde un punto de vista ecológico debido a la no utilización de papel, ya que las muestras en campo demandaban papel para el relevamiento de datos.
- ❖ Acorde a los comentarios recibidos del entrevistado, al mismo le pareció muy interesante la visión de la herramienta y con mucho potencial.

De esta manera, la herramienta fue usada por un experto en el dominio de muestras, en particular de medición. Cabe mencionar que la herramienta debería ser probada por más usuarios que tuvieran distintos perfiles para poder determinar la usabilidad de la misma, y así realizar en un futuro los ajustes que sean necesarios.

7. Conclusiones y Trabajos Futuros

En la presente tesina se describieron las principales características de las muestras posicionadas acorde a los conceptos definidos por diferentes interpretaciones de trabajos anteriores y el análisis realizado sobre aplicaciones basadas en posicionamiento. Acorde a esto, se identificaron las características que deberían ser representadas en un modelo orientado a objetos para una herramienta de creación de muestras posicionadas.

A partir de las características identificadas se diseñó un modelo orientado a objetos, en el cual se utilizaron distintos patrones de diseño, como son Fachada, Observer, Composite y State. El modelo fue diseñado para permitir ser extendido. Es decir, tiene varios puntos *hotspot* para adaptar y expandir el funcionamiento.

El modelo cuenta con la interfaz *Posicion*, la cual permite definir otras formas de posicionar las plantillas, ya sea por las coordenadas (latitud, longitud), o podría extenderse con otro tipo de posicionamiento, por ejemplo, (x,y,z) para posicionar dentro de un edificio.

Cabe mencionar que las interfaces *Consigna* e *InstanciaPlantillaSimple* proveen al modelo de la capacidad de incorporar nuevos tipos de consignas y formas de responderlas, por ejemplo imágenes o archivos. Por otro lado, la clase *Perfil*, sólo contempla por ahora dos niveles de experticia, sin embargo esto también podría ser extendido.

Tomando de base el modelo propuesto, se implementó una herramienta, la cual se definió como una aplicación web para poder ser utilizada desde diferentes dispositivos. Dicha herramienta contempla la visualización de las plantillas posicionadas en un mapa, donde se puede identificar mediante diferentes íconos si se trata de plantillas simples o compuestas, ya sea con instancias creadas o no. Además, se describió en esta tesina el funcionamiento de la herramienta propuesta.

Finalmente, se presentó la herramienta a un experto en el tema para, de esta forma, conocer el punto de vista de un usuario final. Durante la entrevista al mismo, se realizaron una serie de acciones sobre la herramienta, que el entrevistado entendió sin inconvenientes, permitiendo recorrer toda la funcionalidad implementada. Surgieron sugerencias por parte del experto que, al ser analizadas, se pudo detectar que estas nuevas características podrían ser introducidas no solo a nivel de modelado, sino también en la herramienta; sin impactar demasiado en lo que esta actualmente.

Cabe mencionar, que como parte de la entrevista, el experto completó un formulario de usabilidad en base a su experiencia con la herramienta. Esto resultó con un índice de usabilidad ACEPTABLE acorde a los parámetros detallados en [Bangor et al, 2009]. Si bien esto no es concluyente nos permite apreciar la opinión de un experto en el tema que podría ser un futuro usuario de este tipo de herramienta. La respuesta del experto respecto a su experiencia con la herramienta fue positiva, encontrando la misma útil y con un potencial de uso.

Durante la realización de la tesina se fueron características que podrían ser abordadas en un futuro, las mismas se listan a continuación:

- *Creación de plantillas compuestas a partir de plantillas simples ya existentes*
Actualmente en la herramienta, la creación de plantillas compuestas se realiza mediante la creación de nuevas plantillas simples. En un futuro es recomendable que se pueda realizar esta creación utilizando plantillas simples ya creadas en el sistema y,

estableciendo un criterio de agrupación nuevo se puedan crear plantillas compuestas nuevas. Cabe mencionar que el modelo ya contempla esta funcionalidad, es necesario solo diseñar una forma de elección de plantillas y su implementación desde la herramienta prototípica.

- *Reutilización de consignas*

Reutilizar una consigna ya creada es muy útil para la creación de plantillas de la misma forma pero en diferentes posiciones sin necesidad de definir nuevamente la *Consigna*. Para realizar esto, es necesario la obtención de las consignas ya diseñadas en las plantillas existentes y a través de la elección del usuario, asignarla a la nueva *PlantillaSimple* a crear. Cabe destacar que el modelo ya contempla la colección de *consignasCreadas* dentro de la clase *PlantillasManager*, por lo que se podría considerar un trabajo a futuro de poca complejidad que sólo requiere diseñar los métodos y funciones para la creación de *PlantillaSimple* a partir de una *Consigna* existente. Y esto luego implementarlo en la herramienta prototípica.

- *Creación de diferentes tipos de consignas*

En un futuro se pueden diseñar nuevos tipos de consignas más allá de las contempladas en esta tesina, por ejemplo, consignas de toma de videos, imágenes o alguna con elementos concretos como se presentan en [Lliteras, 2015]. Para realizar esto, se necesitará implementar las clases correspondientes que hereden de las clases *Consigna* e *InstanciaPlantillaSimple* con sus respectivas referencias tal como ocurre actualmente, por ejemplo con la *ConsignaObservacion*, *Opcion* e *InstanciaObservacion*. Además, de esta impacta en la herramienta prototípica, ya que se deberían crear las pantallas adecuadas para poder cargar este tipo de consigna como así también su instanciación; esto podría llevar más tiempo.

- *Posibilidad de instancias planillas parcialmente para su posterior completado*

Para realizar un relevamiento (instanciación), actualmente se requiere tomar todas las observaciones y mediciones que la plantilla contempla. Sin embargo, de la entrevista con el experto se pudo detectar que hay situaciones donde los datos se completan en el laboratorio, muchas veces porque ahí se tiene el equipamiento para poder terminar de tomar los datos. Esto actualmente no está contemplado, con lo cual implica analizar cómo podría ser incorporado a nivel de modelado y de la herramienta.

- *Planificación de tareas*

Durante la realización de la tesis se encontró muchas veces con la situación en que se realiza un relevamiento sistematizado cada cierto tiempo. Por esto este motivo es deseable que una futura versión se incluyera la planificación de tareas relacionadas a una *Plantilla*. Realizar esto implica agregar al modelo un modo de planear tareas en el tiempo y que cada tarea tenga asignada una *PlantillaCompuesta*, la cual se deberá instanciar nuevamente en el momento en que la tarea lo requiera. Es de aclarar que se debe hablar de una *PlantillaCompuesta* debido a que la continua instanciación implicará un agrupamiento en el tiempo.

- *Creación de una aplicación móvil instalable en el celular o Tablet con soporte offline.*

Una aplicación móvil nativa para cada dispositivo es de gran utilidad ya que permite utilizar con mayor sencillez los sensores, además de una carga de datos incluso sin conexión a internet. Para esto es necesario además de la implementación de la

aplicación, el manejo de conexión con el servidor en caso de no tener acceso a internet.

Bibliografía

- [Alconada Verzini et al., 2015] Alconada Verzini, F. M., Tonelli, J. I., Challiol, C., Lliteras, A. B., & Gordillo, S. E. (2015). Authoring tool for location-aware experiences. In Proceedings of the 2015 Workshop on Narrative & Hypertext (pp. 21-25). ACM.
- [AppEAR] Página de AppEAR: <http://www.app-ear.com.ar> (Ultimó acceso: 31/3/2017)
- [Bangor et al, 2009] Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, 4(3), 114-123.
- [Cano et al., 2014] 13. Cano, L, & Fabiano, I & Elisio, S & Elordi, M & Primost, J & Andrinolo, D. (2014). Calidad de aguas superficiales en la región costera de la plata y alrededores.
- [Emmanouilidis et al., 2013] Emmanouilidis, C., Koutsiamanis, R. A., & Tasidou, A. (2013). Mobile guides: Taxonomy of architectures, context awareness, technologies and applications. *Journal of Network and Computer Applications*, 36(1), 103-125.
- [Fortier et al, 2010] Fortier, A., Rossi, G., Gordillo, S. E., & Challiol, C. (2010). Dealing with variability in context-aware mobile software. *Journal of Systems and Software*, 83(6), 915-936.
- [Gamma et al., 1994] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1994). Design patterns: elements of. 1994.
- [Gómez and Cochero, 2013] Gómez, N., & Cochero, J. (2013). Un índice para evaluar la calidad del hábitat en la Franja Costera Sur del Río de la Plata y su vinculación con otros indicadores ambientales. *Ecología austral*, 23(1), 18-26.
- [Hansen et al., 2012] Hansen, F. A., Kortbek, K. J., & Grønbæk, K. (2010, December). Mobile urban drama for multimedia-based out-of-school learning. In Proceedings of the 9th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (p. 17). ACM.
- [Leonhardt, 1998] Leonhardt, U. Supporting location-awareness in open distributed systems (Doctoral dissertation, Imperial College). 1998
- [Lituma Ríos, 2016] Lituma Ríos, E. J. (2016). Diseño y elaboración de un manual de toma, manejo y recepción de muestras de agua para el laboratorio de calidad de agua del Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, perteneciente a la Universidad de Cuenca (Tesis de Licenciatura).
- [Lliteras, 2015] Lliteras, A. B. (2015). *Un enfoque de modelado de actividades educativas posicionadas que contemplan elementos concretos* (Doctoral dissertation, Facultad de Informática).
- [Moreno, 1977] Moreno, R. (1977). Revisión de las técnicas de muestreo en entomología aplicada. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 3(1), 207-217.
- [Pica Granados, 2004] Pica Granados, Y. (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. IMTA, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

- [Santos et al., 2014] Santos, P., Hernández-Leo, D., & Blat, J. (2014). To be or not to be in situ outdoors, and other implications for design and implementation, in geolocated mobile learning. *Pervasive and Mobile Computing*, 14, 17-30.
- [Zúñiga and Prieto, 2011] Zúñiga, F.B., & Prieto, J.L.P. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [Zimbello et al., 2017] Zimbello, A.M., Alconada Verzini, F.M., Challiol, C., Lliteras, A.B., & Gordillo, S. E. (2017). Authoring tool for location-based learning experiences. In *Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems* (pp. 211-212). IEEE Press.

Anexo A: Herramientas y Framework utilizados

En este anexo se presenta un resumen de las herramientas o framework utilizados en esta tesina. Destacando las principales características de cada uno de estos.

- *Entity Framework 6.0*²³

Entity Framework es un ORM que contiene un conjunto de herramientas presentadas como una API que proveen un acceso a datos. Existen varias versiones que fueron lanzadas como actualización del *Service Pack 1* para .net Framework. Más adelante surgieron nuevas versiones hasta llegar a la última versión, la 6.0. Esta última versión trabaja con *Entities*, donde una entidad es un objeto que tiene una clave primaria e una entidad lógica de un almacenamiento (entiéndase como archivos, base de datos centraliza, base de datos distribuida, almacenamiento la web, etc.) En modelo conceptual de entidad-relación es mapeado a un objeto del almacenamiento y de esta forma, desde la aplicación se puede acceder a los datos y manipularlos como un objeto independiente de su almacenamiento y su representación.

Además, el framework *Entity* consta de *EntitySQL*²⁴, que es un lenguaje similar a SQL que permite consultar el *Entity Data Model* (que hace de fuente de datos). Este lenguaje se puede utilizar mediante extensiones del framework como *Linq*, *Linq-to-Entities* que proporcionan consultas tipadas en el *Entity Data Model*.

- *Code First*

Entity Framework introduce un concepto de *Code-First*²⁵ con su versión 4.1. *Code-First* permite que el desarrollador se enfoque en el dominio de la aplicación creando las clases para su dominio; en lugar de diseñar primero la base de datos y luego tener que crear las clases y tener que hacer coincidir las con la lógica del sistema. En la siguiente Figura A.1 se puede apreciar el enfoque que tiene *Entity Framework* con *Code-First*.

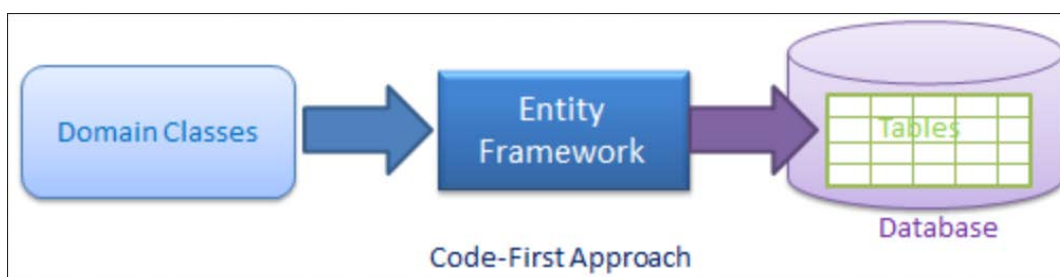


Figura A.1: Enfoque de *Code-First*²⁶.

²³ Página de *Entity Framework 6.0*: <https://docs.microsoft.com/es-es/ef/ef6> (Último acceso: 01/09/2018)

²⁴ Página de *EntitySQL*: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/data/adonet/ef/language-reference/entity-sql-language> (Último acceso: 01/09/2018)

²⁵ Página de *Code-First*: <http://www.entityframeworktutorial.net/code-first/what-is-code-first.aspx> (Último acceso: 01/09/2018)

²⁶ Imagen obtenida de la página web: <http://www.entityframeworktutorial.net/code-first/what-is-code-first.aspx> (Último acceso: 01/09/2018)

Cabe mencionar que el concepto de *Code-First* está diseñado a partir de *Domain-Driven Design* (DDD)²⁷. Esto quiere decir que es una colección de principios y patrones que ayudan a los desarrolladores a crear sistemas de objetos elegantes que acercan la lógica del sistema a la realidad, abstrayendo las cuestiones técnicas del desarrollo de software.²⁸

- *Angular 5.0*²⁹

Angular 2 es una plataforma de aplicaciones web frontend de fuente abierta basada en *TypeScript* mantenida por el equipo *Angular de Google* y por una comunidad de individuos y corporaciones. *Angular* fue reescrito completamente por el mismo equipo que construyó *Angular 1*, conocido popularmente como *AngularJS*.

Características y beneficios de Angular

- Aplicaciones web progresivas: Utiliza las capacidades modernas de las aplicaciones sobre plataforma web para ofrecer experiencias similares en aplicaciones de escritorio. Permitiendo una instalación rápida, en pocos pasos y sin necesitar una conexión a internet.
- Escritorio: Con Angular se puede crear aplicaciones instalables para escritorios de Mac, Windows y Linux utilizando los mismos métodos de Angular que se utilizan para desarrollar sobre plataformas web, además posee la capacidad de acceder a las APIs nativas del Sistema Operativo.
- Generación de código: Angular convierte tus plantillas en código altamente optimizado para las máquinas virtuales de JavaScript.
- Universal: Angular se puede realizar el frontend para sistemas que tienen un backend implementado en node.js, PHP, .Net y cualquier otro tipo de servidor.
- División del código: Angular posee una estructura que separa el código de los controladores de las vistas. Además de tener un router incorporado que permite separar varias vistas y acciones.
- Plantillas: Permite rápidamente vistas de interfaz de usuario con una sintaxis de plantilla simple y potente.
- Angular CLI: es una herramienta de línea de comandos que te permitirán empezar a desarrollar rápidamente, añadir componentes y realizar test, así como pre visualizar de forma instantánea tu aplicación.
- Pruebas: Existen herramientas como Karma para realizar pruebas de unidad (Unit Test).

²⁷ Haywood, D. (2009). *Domain-driven design using naked objects*. Pragmatic Bookshelf.

²⁸ Página de *Microsoft*: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dd419654.aspx> (Último acceso: 01/09/2018)

²⁹ Página de *Angular*: <https://angular.io> (Último acceso: 29-03-2018)