



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	3
<b>Vigencia</b>	13/3/2018

**Unidad Ejecutora:**

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

**Código de Proyecto:**

C2-ING-043

**Título del proyecto de investigación:**

Construcción de Métricas para la Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Móviles Adaptativos

**Programa de acreditación:**

CyTMA2 (Programa de Investigación Científica, Desarrollo y Transf. de Tecnologías e Innovaciones. UNLaM)

**Director del proyecto:**

Rodríguez, Rocío Andrea

**Co-Director del proyecto:**

Marko, Isabel Beatriz

**Integrantes del equipo:**

**Docentes-investigadores:**

Vera, Pablo Martín

Alderete, Claudia Gabriela

**Investigador Externo:**

Merchán Rodríguez, Vicente

**Alumnos:**

Conca, Anabella

Valles, Gabriela

Acevedo Zain, Gaspar

**Fecha de inicio:**

01/01/2017

**Fecha de finalización:**

31/12/2018

**Informe final**

## Sumario:

1.	Resumen y palabras clave .....	3
2.	Memoria descriptiva .....	3
	2.2. Tareas previstas .....	6
	2.3. Detalle de las tareas realizadas .....	7
	2.3.1. Etapa 1. Estado del Arte .....	7
	2.3.2. Etapa 2. Análisis de Frameworks Adaptativos.....	8
	2.3.3. Etapa 3. Actualización del Relevamiento .....	12
	2.3.4. Etapa 4. Construcción de Métricas.....	13
	2.3.5. Etapa 5. Relevamiento con Métricas .....	15
3.	Resultados Obtenidos .....	20
	3.1. Difusión en congresos, eventos científicos y revistas especializadas.....	20
	3.2. Gestión y formación de recursos humanos (altas y/o bajas) .....	22
	3.3. Transferencia efectuada en el marco del proyecto .....	23
4.	Vinculación con otros grupos de investigación / organismos .....	23
5.	Conclusiones.....	23
6.	Referencias .....	24
4.	Cuerpo de anexos .....	25

## **1. Resumen y palabras clave**

Resumen:

Si bien los dispositivos móviles se encuentran actualmente insertos en la sociedad de forma masiva, aún en la web no se cuenta con demasiados sitios realizados específicamente para estos dispositivos. Siendo una práctica más habitual el desarrollar un solo sitio web, el cual pueda adaptarse a los distintos dispositivos, cambiando estratégicamente la forma en la que se visualizan sus elementos. Es por ello que en el presente proyecto se pone el foco en la calidad de los sitios web adaptativos, notándose deficiencias comunes en los mismos que permitan planificar la construcción de métricas que permitan por una parte evaluar los mismos y por otra parte considerar al momento de construirlos parámetros que permitirán generar sitios web adaptativos de mayor calidad.

Palabras clave:

Usabilidad, Dispositivos Móviles, Aplicaciones Móviles, Entidades Públicas.

## **2. Memoria descriptiva**

Tener un sitio web móvil permite establecer los contenidos que se van a priorizar, disminuir la cantidad de información visual que carece de importancia, ofreciendo una solución ágil para un usuario en movimiento; no obstante, son pocas las instituciones que cuentan con una solución web de escritorio y otra móvil; siendo el diseño adaptativo (responsive design) una primera iniciativa significativa para mejorar la visualización de los sitios en pantallas reducidas. El diseño adaptativo es una buena solución para poder ajustar los controles de una página web a distintos tamaños de pantalla. Actualmente existe una clara tendencia en el crecimiento del uso de los dispositivos móviles para conectarse a internet. Cada vez menos personas esperan llegar a su casa y sentarse frente a una computadora para consultar los emails, leer alguna noticia o consultar alguna página particular. La disponibilidad y practicidad de los dispositivos móviles hacen que sean la primera fuente de referencia para estos casos. Sin embargo, al querer ingresar a muchos sitios web desde los dispositivos móviles surgen diversos problemas ya que la mayoría de los sitios no fueron diseñados y estructurados pensando en dispositivos móviles sino para ser visualizados desde una computadora. Por ello se propone el enfoque mobile first (pensar primero en el usuario móvil), “es pensar en el móvil como punto de partida, esto obliga a concentrarse en lo esencial de un producto y a hacer foco solo en lo que tiene sentido para este dispositivo” [1].

Un relevamiento realizado (en un proyecto previo) por el equipo de investigación (cuyos resultados han sido publicados en una revista indexada [2]), muestra que sobre 135 municipios que tiene la Provincia de Buenos Aires a lo que se le suma la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, dando un total de 136 municipios; tan sólo 5 de ellos tiene sitio web móvil (3,68%), sin embargo 40 de ellos tienen un diseño web adaptativo (29,41%). Con lo cual puede notarse que esta práctica de realizar diseños adaptativos es cada vez más común. Cabe destacar que se trata del mismo sitio web, pero con visualizaciones distintas que permiten que se adapte a las características de pantalla de los distintos dispositivos. La web móvil tiene diversos problemas, algunos de ellos que parecen ser heredados de las páginas web tradicionales esto se debe a que no se ha puesto el foco en los usuarios móviles. Entre esos inconvenientes es posible mencionar: (1) Peso de la página; (2) Exceso de imágenes; (3) Imágenes no preparadas para dispositivos móviles; (4) Contenido no priorizado; (5) Páginas demasiado grandes, lo que obliga a realizar zoom y scroll en ambas direcciones. Para lograr evitar desarrollar distintas versiones de un sitio web y hacer que el mismo se visualice correctamente tanto en un dispositivo móvil como en una computadora de escritorio nace el diseño adaptativo.

Es importante comprender que el diseño adaptativo no es una versión diferente del sitio web, sino que es el mismo sitio que se va adaptando y acomodando sus elementos para una mejor visualización en el dispositivo de acceso. Con lo cual no cuenta con todas las ventajas que tendría la construcción de un sitio móvil. El diseño adaptativo se base en la utilización de hojas de estilo de nivel 3 con CSS Media Queries [3] lo que permite aplicar distintos estilos según sea el tamaño de la pantalla en la cual se está visualizando el sitio web. De esta forma una misma página se podrá ver “correctamente” indistintamente del tamaño en la que se esté visualizando. “El diseño web adaptativo utiliza hojas de estilo en cascada complejas, para modificar de forma fluida la apariencia de un sitio web dependiendo del ancho de la ventana de visualización del dispositivo en uso” [4].

La **figura 1** muestra como varía la visualización de un mismo sitio web al cambiar el tamaño de la pantalla. En la misma pueden diferenciarse tres medidas:

- tamaño grande (A) que es adecuado por ejemplo para la visualización en una computadora de escritorio,
- tamaño mediano (B) que se adapta por ejemplo para ser visualizada en una tablet,
- tamaño pequeño (C) adecuada para un dispositivo con pantalla reducida como por ejemplo un teléfono celular.

Sin embargo, la mayoría de los sitios web implementados utilizando esta tecnología no lo hacen pensando en el usuario móvil y presuponen que por el solo hecho de emplearla ya están creando un sitio amigable para dichos usuarios.



**Figura 1.** Visualización de un sitio adaptativo en tres tamaños de pantalla

Tal como se mencionó previamente, el desarrollo adaptativo se basa en la utilización de CSS Media Queries [3] aplicando distintos estilos según el tamaño de visualización de la página. No obstante, existen diversos frameworks con estilos pre-diseñados que se pueden aplicar rápidamente para la construcción de sitios web adaptativos. Estos estilos generalmente están complementados con archivos JavaScript que agregan funcionalidad a ciertos controles, haciéndolos dinámicos e incluso permitiendo además animar parte de la interfaz gráfica. Entre los frameworks existentes pueden mencionarse MATERIALIZECSS [5], BOOTSTRAP [6], FOUNDATION [7], SKELETON [8]. Sin embargo, al utilizarlos puede notarse que la mayoría de estos frameworks no están correctamente diseñados ya que se basan en unidades absolutas (píxeles) para determinar los distintos tamaños de pantalla cuando lo correcto sería utilizar unidades relativas (em o porcentajes) para asegurar una correcta visualización en pantallas pequeñas más allá de la resolución que posean. “Para que un sitio sea usable cuando se ve en una variedad de tamaños de pantalla, un cierto grado de flexibilidad debe ser incorporada en el diseño. Div, fuentes, botones, y todos los demás elementos deben ser capaces de crecer y contraerse sobre la base del tamaño de la pantalla. En el diseño web adaptativo, esto se logra

mediante el abandono de los pixeles, en favor de porcentajes o unidades relativas llamadas ems” [9]. Un mal uso del diseño adaptativo incorporará diversos errores, entre ellos: (1) Páginas muy pesadas; (2) Gran cantidad de imágenes; (3) Imágenes no preparadas para dispositivos móviles; (4) Contenido no priorizado; (5) Páginas demasiado extensas... Siendo los mismos problemas mencionados con anterioridad al visualizar la web tradicional en un dispositivo móvil, solucionando únicamente el no tener que realizar scroll en dos direcciones ó zoom para visualizar una parte de la pantalla. Es por ello que resulta sumamente importante poder construir métricas que permitan evaluar y ofrecer reportes que permitan mejorar los sitios web adaptativos.

## 2.2. Tareas previstas

Las tareas realizadas fueron las consignadas en el protocolo inicial, las cuales se vuelcan en forma resumida a continuación (en la **tabla 1** para el primer año y en la **tabla 2** las correspondientes al segundo año). Las mismas pudieron llevarse a cabo en los tiempos establecidos y sin inconvenientes. En la sección siguiente se detalla brevemente lo realizado en cada una de las etapas.

**Tabla 1.** Gantt para el primer año del Proyecto (2017)

Actividades - 1er Año	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
ETAPA 1. Estado del Arte	X	X	X									
T1. Definiciones de Diseño Adaptativo	X											
T2. Trabajos Relacionados	X	X										
T3. Revisión bibliográfica		X	X									
ETAPA 2. Análisis de Frameworks Adaptativos				X	X	X	X	X	X	X		
T4. Listado de Frameworks basados en HTML 5				X	X							
T5. Selección de Frameworks a Analizar						X						
T6. Listado de Características a Considerar						X						
T7. Instalación y Pruebas							X	X				
T8. Comparativas								X	X			
T9. Deficiencias Encontradas y porcentaje de ocurrencia										X	X	
T10. <u>Informe de Avance</u>												X

**Tabla 2.** Gantt para el segundo año del Proyecto (2018)

Actividades - 2do Año	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
ETAPA 3. Actualización del relevamiento	X	X										
T11. Relevamiento de Sitios Web Adaptativos Municipales	X	X										
T12. Relevamiento de Sitios Web Adaptativos Universitarios	X	X										
ETAPA 4. Construcción de Métricas			X	X	X	X	X					
T13. Explicar pautas			X	X								
T14. Categorizar las pautas				X								
T15. Diseñar métricas				X	X							
T16. Generar documentación						X						
T17. Construir documento para evaluación por medio de métricas							X					
ETAPA 5. Relevamiento con Métricas								X	X	X	X	X
T18. Selección de los sitios a relevar								X				
T19. Relevamiento de los sitios web adaptativos								X	X			
T20. Comparativa de relevamientos realizados										X	X	
T21. Obtención de Resultados											X	
T22. Análisis de los Resultados												
T23. Informe Final												X

### 2.3. Detalle de las tareas realizadas

Se detallan las etapas consignadas en las **Tablas 1 y 2** haciéndose referencia a las tareas que comprenden a las mismas, siguiendo en esta sección la numeración de tareas contempladas en el Gantt. Por ejemplo, la Etapa 1 contiene la tarea 1 (**T1**), tarea 2 (**T2**) y tarea 3 (**T3**).

#### 2.3.1. Etapa 1. Estado del Arte

En esta primera etapa se realizó un exhaustivo relevamiento de la bibliografía (**T3**), lo cual permitió extraer los trabajos relacionados (**T2**) y así también seleccionar diversas definiciones del diseño adaptativo (**T1**) que se consideran significativas como para poder comenzar a trabajar en esta área, pudiendo definir un marco teórico sobre el cual apoyar las futuras tareas.

### 2.3.2. Etapa 2. Análisis de Frameworks Adaptativos

Al comenzar la tarea (T4), listado de frameworks basados en HTML 5, fue posible advertir que existe una gran cantidad de frameworks. En base a Google Trends [10], Bootstrap [6] y Foundation [7] son los más populares.

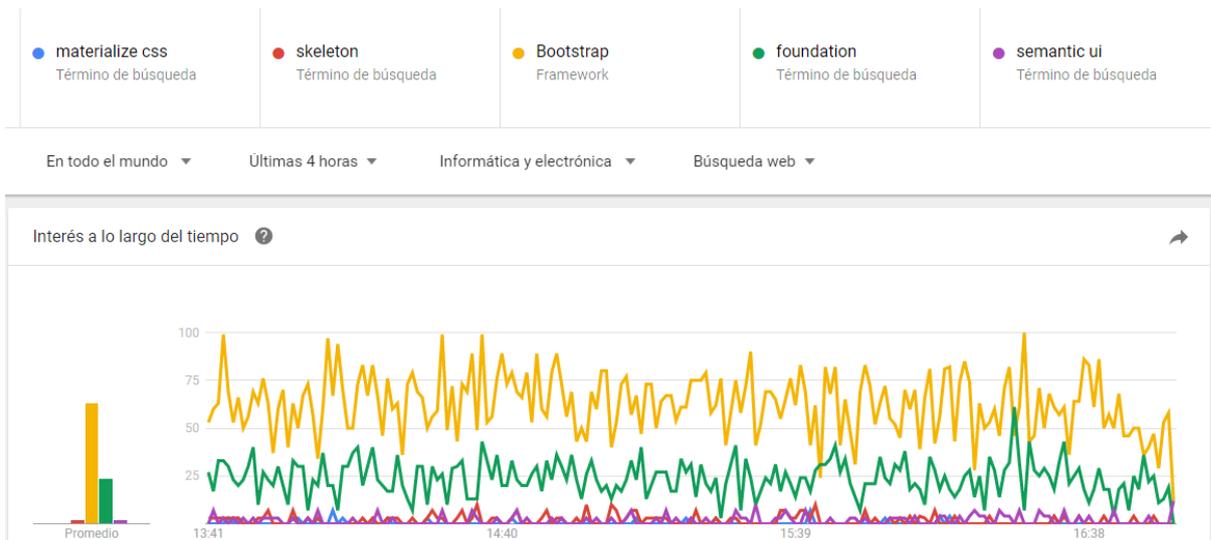
“Entre los frameworks más populares para diseño web adaptativo podemos encontrar el conocido Bootstrap, popularizado por ser usado para el desarrollo de la red social Twitter. Foundation pasa por ser uno de los frameworks más potentes y es la base de sitios como Pixar o National Geographic. Skeleton, por su parte, está considerado como uno de los más ligeros y más fáciles de personalizar, pues carece, a diferencia de los anteriores, de una gran profundidad en la definición visual de estilos, ofreciendo la estructura básica de desarrollo” [11].

La **tabla 3** presenta diversos frameworks ordenados por su tendencia de consulta, en base a google trends.

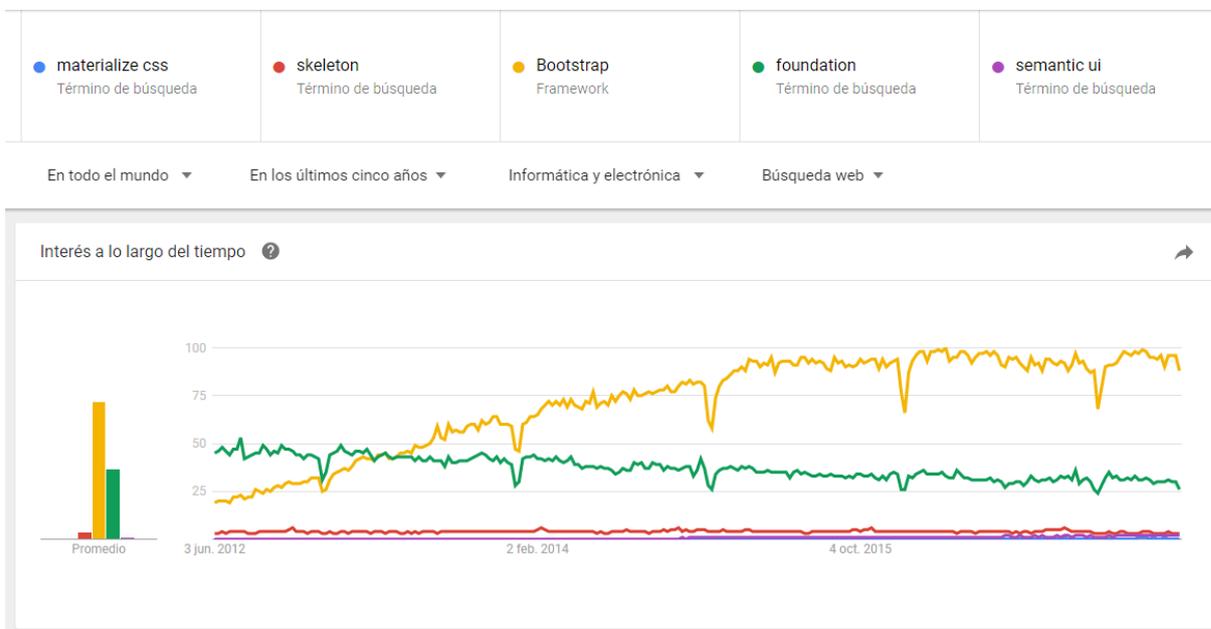
**Tabla 3.** Frameworks basados en HTML 5 ordenados por tendencia

<b>Framework</b>	<b>Link de Acceso</b>
<b>Bootstrap</b>	[6] <a href="http://getbootstrap.com/">http://getbootstrap.com/</a>
<b>Foundation</b>	[7] <a href="http://foundation.zurb.com/">http://foundation.zurb.com/</a>
<b>Materialize CSS</b>	[12] <a href="http://materializecss.com/">http://materializecss.com/</a>
<b>Skeleton</b>	[13] <a href="http://getskeleton.com/">http://getskeleton.com/</a>
<b>Semantic ui</b>	[14] <a href="https://semantic-ui.com/">https://semantic-ui.com/</a>
<b>Gumby</b>	[15] <a href="https://gumbyframework.com/">https://gumbyframework.com/</a>
<b>Pure CSS</b>	[16] <a href="https://purecss.io/">https://purecss.io/</a>
<b>Milligram</b>	[17] <a href="http://milligram.io/">http://milligram.io/</a>
<b>w3css</b>	[18] <a href="https://www.w3schools.com/w3css/default.asp">https://www.w3schools.com/w3css/default.asp</a>

En las **figuras 2 y 3** puede observarse como Bootstrap y Foundation, son los frameworks más populares. Particularmente en la vista de 5 años puede observarse que el liderazgo ha cambiado antes Foundation tenía una presencia superior a Bootstrap, lo cual se ha revertido. De todos modos, no cabe duda que son los dos frameworks que sobrepasan ampliamente a los restantes.



**Figura 2.** Frameworks más populares (vista últimas 4 horas)



**Figura 3.** Frameworks más populares (vista últimos 5 años)

Claramente Bootstrap y Foundation tenían que formar parte de la selección de frameworks a analizar (**T5**), simplemente por su masividad. Pero además se incorporan otros frameworks al análisis, decidiéndose considerar todos los frameworks (indicados previamente en la **tabla 3**).

Luego se establecieron las características a analizar en una primera etapa de conocimiento de cada uno de los frameworks se consigan las siguientes (**T6**):

- (A) Pantalla: Este parámetro tiene relación con los tamaños de pantalla definidos por cada framework.
- (B) Características especiales para dispositivos móviles: Por ejemplo, elementos como Menú desplegable, notificaciones tipo tast (al visualizar una notificación

emergente en un dispositivo móvil es posible deslizarlos fuera de la pantalla para cerrarlos), tablas adaptables, etc... Cada framework incorporará ciertas características que resultan muy aptas para dispositivos móviles.

(C) Controles Disponibles: Listar los controles que dispone el framework lo cual puede relevarse fácilmente desde las páginas de los frameworks (dichos enlaces se encuentran previamente indicados en la **tabla 3**).

Si bien en la muestra se consideraron frameworks livianos con menos potencia y recursos, todos los frameworks cuentan con controles que permiten mejorar la usabilidad en pantallas reducidas, un aspecto importante y distintivo es la cantidad de tamaños que pueden definirse para visualizarse los sitios en distintos dispositivos. Todos los framework adaptativos ofrecen diversos tamaños para los cuales pueden definirse la forma en que se mostrarán los distintos elementos del sitio. El problema es que si bien la mayoría de los frameworks soportan estas vistas al momento del desarrollo no siempre se las considera ó si se las considera no se prueba verdaderamente como se visualizará la solución en los distintos tamaños de pantalla, encontrándose una gran cantidad de problemas (como por ejemplo: inconvenientes con el scroll, superposición de elementos, etc.), los cuales atentan contra la usabilidad. Esto se evalúa por observación e inspección del código fuente.

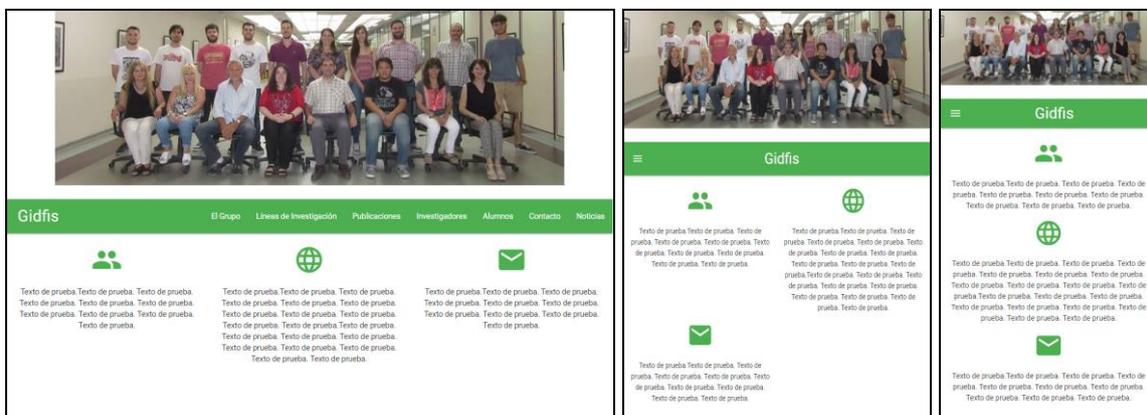
Actualmente los frameworks más utilizados (se toman los 4 más populares listados en la tabla 3) tienen entre 4 ó 5 tamaños de dispositivos previstos (ver **tabla 4**). Estos tamaños se pueden implementar agregando instrucciones propias de los frameworks que permiten realizar puntos de corte o ruptura, los cuales determinarán el momento en que se cambiará la visualización. Es decir, tener 4 tamaños distintos previstos, permitirá tener 4 vistas distintas del mismo sitio web. Cuán eficaz sea cada una de dichas vistas y su impacto en la usabilidad dependerá de la implementación.

**Tabla 4.** Tamaños previstos por cada Frameworks

<b>Framework</b>	<b>Tamaños Previstos</b>
<b>Bootstrap</b>	4
<b>Foundation</b>	5
<b>MaterializeCSS</b>	4
<b>Skeleton</b>	5

Se implementó luego una misma solución con los distintos frameworks (**T7**), la cual tuviese ciertas características básicas (imagen adaptativa, texto encolumnado, menú que se colapse con ícono en tamaño reducido...), con 3 vistas distintas, adaptándose a cada una de ellas. Dado que se han seleccionado todos los frameworks mencionados

previamente en la **tabla 3** se opta por 3 vistas porque hay frameworks que no cuentan con 4 ó más vistas y el objetivo es realizar una solución equivalente en todos ellos. Para realizar dicha tarea se estableció un modelo a seguir (ver **figura 4**), se desarrolló la solución para la página principal del sitio modelo en los distintos frameworks lo que permite comparar la forma de codificación y la facilidad para realizar este objetivo (**T8**).



**Figura 4.** Modelo de sitio web principal realizado con 3 vistas

Si bien la mayor parte de los frameworks cuenta con buena documentación y ejemplos que permiten realizar la solución planteada sin grandes dificultades. Las principales deficiencias encontradas (**T9**) fueron la dificultad en algunos casos para que verdaderamente se vean bien los contenidos y debe realizarse un esfuerzo de prueba e ir agregando algunos tags al lenguaje de etiquetado que permitan por ejemplo que en tamaño pequeño siga viéndose centrado un título, etc. Es decir, no confiarse en el hecho de que usar un framework adaptativo con controles que permiten la adaptación en diversos tamaños, la solución se verá bien. Por otra parte, se ha detectado que casi la mitad de los frameworks utiliza unidades absolutas en vez de unidades relativas (ver **tabla 5**), lo cual trae problemas serios (por ejemplo, cuando un usuario cambia el tamaño de letra por defecto, dado que no lo verá reflejado en la página dicho cambio).

**Tabla 5.** Tamaños previstos por cada Framework

<b>Framework</b>	<b>¿Usa unidades relativas?</b>
<b>Bootstrap</b>	SI
<b>Foundation</b>	SI
<b>Materialize CSS</b>	NO
<b>Skeleton</b>	SI
<b>Semantic ui</b>	NO
<b>Gumby</b>	NO
<b>Pure CSS</b>	SI
<b>Milligram</b>	SI
<b>w3css</b>	NO

Si bien el W3C cuenta con lineamientos para asegurar una buena usabilidad en sitios web basados en HTML 5 [19], los frameworks no han implementado todas estas buenas prácticas y muchas veces esto lleva como consecuencia a una mala implementación por parte de los desarrolladores. En base a esto se ha realizado un relevamiento sobre los sitios web adaptativos de instituciones superiores de Argentina y se ha evidenciado diversos problemas al navegarlos (lo cual ha dado origen a la presentación de un artículo académico en CONAIIISI, el cual se menciona más adelante en la **sección 2.5**).

No se detalla la última tarea de esta etapa (**T10**) por ser elaborar el informe de avance y se continúa describiendo las etapas del segundo año, para el presente informe final.

### **2.3.3. Etapa 3. Actualización del Relevamiento**

El relevamiento se analiza desde dos tramos por una parte sitios web gubernamentales (**T11**) y por otra parte sitios web vinculados con lo académico (**T12**). En cuanto a los sitios web vinculados con el gobierno (**T11**), se presentan los resultados obtenidos en un artículo académico (CACIC 2018) tomando como casos ejemplificadores correspondientes a:

- Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires
- Ministerio de Modernización
- Congreso de la Nación
- Senado
- Cámara de Diputados.

Los mencionados previamente son algunos de los sitios considerados para el análisis que permitieron evidenciar las problemáticas más comunes del diseño adaptativo.

En cuanto a los sitios web vinculados con lo académico (**T12**), se consideró una muestra que tomó todo el universo posible, de sitios web correspondientes a Universidades tanto públicas como privadas. Se toman en consideración todas las universidades de Argentina (públicas y privadas). La muestra está conformada por un total de 61 Universidades Públicas [20] (de las que se consideraron 60, más la UTN con sus 30 Regionales), lo que da un total de 90 sitios web analizados. Cabe destacar que cada Regional de la UTN tiene un diseño propio para su sitio web lo que hizo interesante tomar las regionales en forma individual, para que la muestra sea más significativa. A esto se suman 49 Universidades Privadas [21] (a lo que se suman 2 una universidad internacional

y otra extranjera con representación en Argentina), es decir 51 sitios web. Esto hace un total de 141 sitios web analizados.

### 2.3.4. Etapa 4. Construcción de Métricas

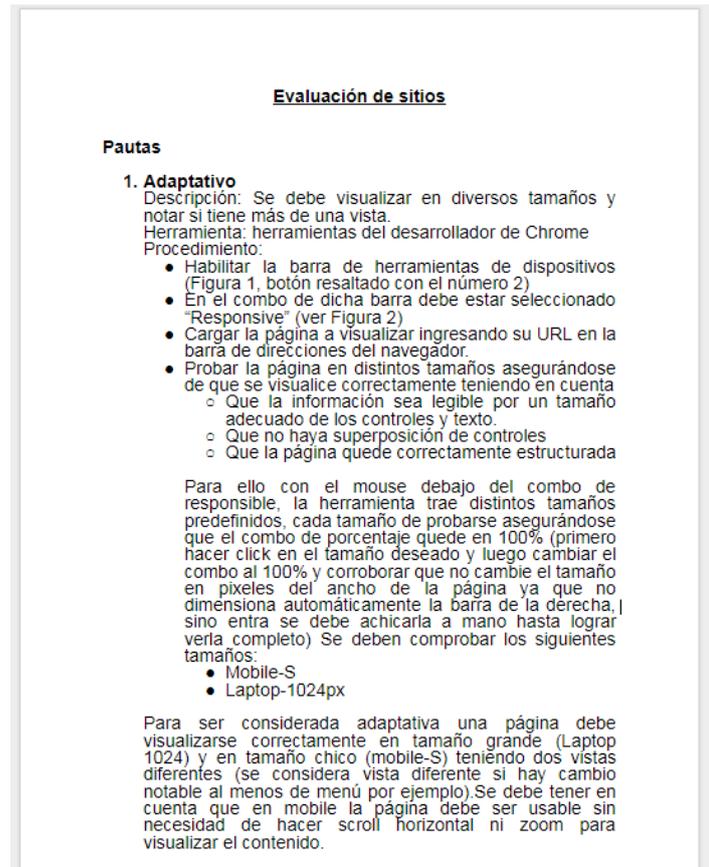
Se establecen las pautas a considerar para analizar sitios web adaptativos (**T13**), las cuales se presentan en forma resumida en la **figura 5**, en la cual ya han sido categorizadas estas 10 pautas principales (**T14**).



**Figura 5.** Pautas para diseño web adaptativo

Se establecen modos de relevar dichas pautas, con métricas que permitan a los distintos integrantes del grupo de investigación poder llevar a cabo la inspección de los sitios web y analizarlos utilizando estas métricas (**T15**). Para lograr este objetivo se genera un manual de procedimiento (**T16**) el cual es de acceso compartido para todos los integrantes del grupo y una planilla compartida (**T17**) que propicia de documento de evaluación. Luego del relevamiento se le asigna a cada integrante del equipo la revisión de un sitio web adaptativo no asignado previamente para cotejar los resultados obtenidos por otro miembro del grupo. Esto permite detectar diferencias en la evaluación por no haber comprendido la forma de relevarlo ó de completar la planilla compartida. En la **figura 6**, se muestra el aspecto de la planilla de relevamiento (**T17**), por una cuestión de extensión no se anexa al presente informe, la planilla está dividida en columnas clasificada por colores ya que son métricas relacionadas y de esta forma fue más fácil individualizarla. Posee en total 23 columnas las que incluyen datos propios como nombre de la institución, tipo (pública ó privada), URL, también se añade cuestiones propias que hacen al relevamiento como las iniciales del revisor por ejemplo (MAR: Martín Ariel Ramírez) al final del





**Figura 7.** Manual de Procedimientos – Compartido en Google Drive

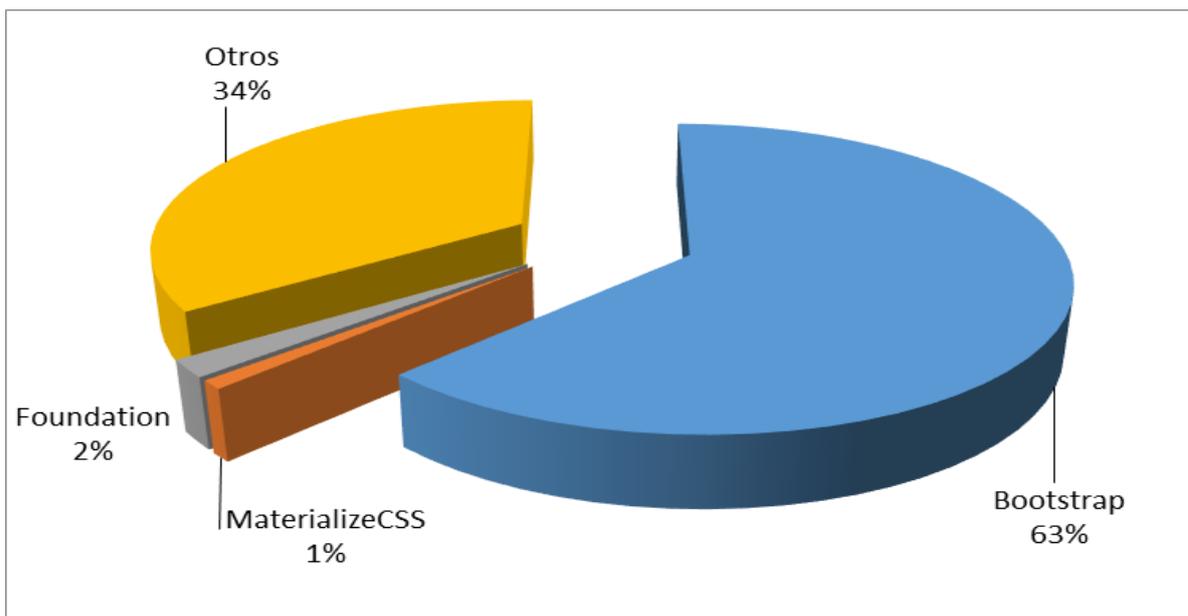
### **2.3.5. Etapa 5. Relevamiento con Métricas**

Tal como se indicó previamente en el presente informe (**T11**) (**T12**), la muestra más significativa de sitios web adaptativos, finalmente a analizar fueron los sitios web de universidades tanto públicas como privadas (incluyendo a las regionales de UTN en la muestra, ya que todas ellas tienen un diseño propio). Dando un total inicial de 141 sitios web que conformaron la selección inicial de sitios web (**T18**). De ellos, para el relevamiento con métricas, fueron considerados aquellos que tienen diseño web adaptativo (**T19**). Tal como se explicó en la etapa anterior se completa la planilla de relevamiento mostrada en la **figura 6** y se realiza una revisión de resultados que permitió ajustar algunas indicaciones que no estaban claras en el manual de procedimientos (**T20**). Esto permitió finalmente analizar los resultados obtenidos (**T21**), los cuales se resumen a continuación habiéndose realizado una publicación en una revista indexada, de la cual se espera el resultado de la revisión, dado que fue presentada la publicación al cierre del presente proyecto.

Analizando los resultados obtenidos (**T22**), clasificando a las universidades en públicas (de gestión estatal) y privadas, es notable que un 66,7% de las universidades públicas han elegido construir un sitio web adaptativo; en cambio en las universidades privadas este porcentaje asciende al 92,2%. Esto muestra la tendencia actual de utilizar el

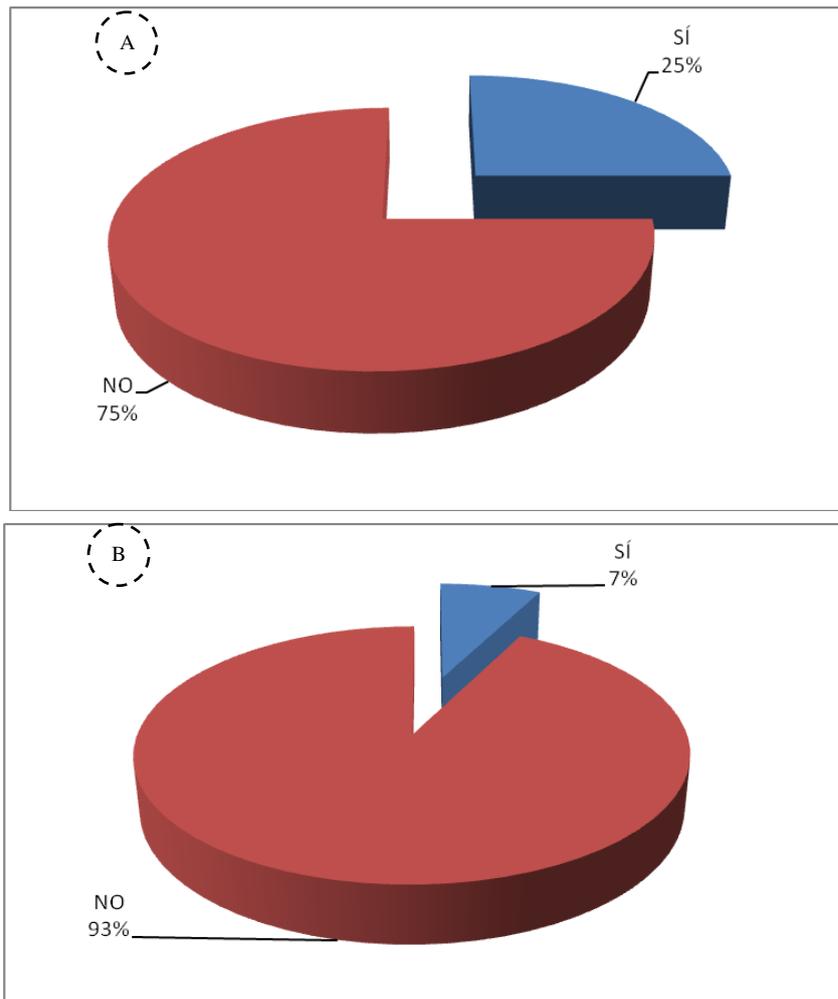
diseño adaptativo como una solución para tener visualizaciones disponibles en distintos tamaños.

Por otra parte, de los sitios adaptativos, más de la mitad de las universidades utiliza Bootstrap como framework de desarrollo (tanto en privadas como estatales). Analizándolo globalmente esto conforma el 63%, en un porcentaje muy bajo aparecen MaterializeCSS y Foundation, y el resto de los sitios adaptativos usa componentes sueltos particulares para poderlo hacer adaptativo (ver **figura 8**).



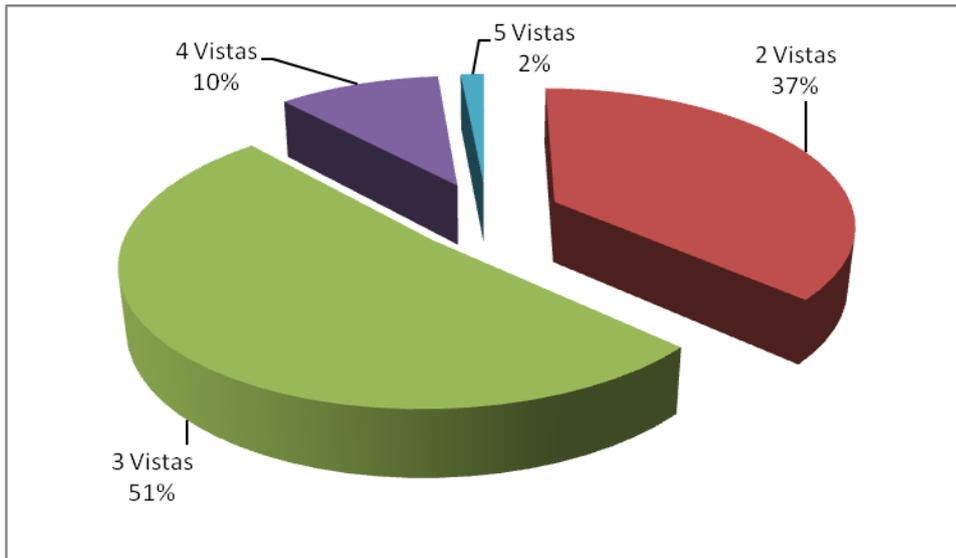
**Figura 8.** Framework utilizado para diseño adaptativo

En cuanto al uso de imágenes SVG (Gráficos vectoriales escalables) se analizan los logos institucionales de las universidades pudiendo advertirse que tan sólo un 15% tienen gráficos SVG (en un análisis global considerando toda la muestra). Sin embargo, resulta interesante analizar la diferencia entre las universidades públicas y privadas, en donde más de la cuarta parte de las privadas utiliza SVG para su logo (**figura 9**).



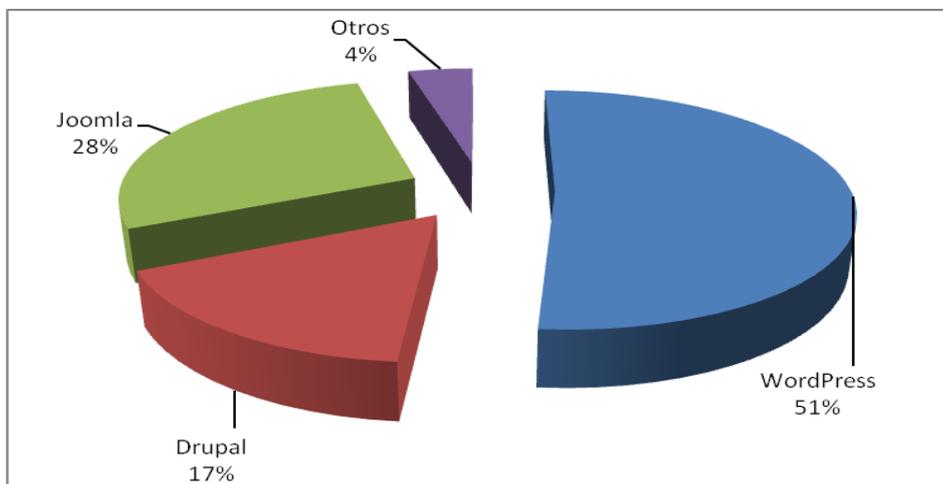
**Figura 9.** Logo institucional en SVG (Parte A: Universidades Privadas, Parte B: Universidades Públicas)

La ventaja de los sitios web adaptativos es poder ofrecer distintas vistas las cuales permitan que se ajusten a cada dispositivo, cuanto mayor cantidad de vistas, la solución será más versátil. El framework mayormente utilizado es Bootstrap, tanto este framework como Foundation tiene 5 tamaños previstos, mientras que MaterializeCSS tiene 4 tamaños previstos. Si se analizan los sitios web adaptativos independientemente el framework ó componentes adaptativos particulares utilizados puede observarse que en su mayoría estos utilizan 3 vistas, son muy pocos los que utilizan 4 ó 5 vistas aprovechando al máximo los frameworks.



**Figura 10.** Vistas utilizadas en los sitios web adaptativos.

En un 20% de los casos fue detectado el CMS (gestores de contenido) con el cual fue desarrollado. Esto se realizó por inspección del código fuente de los sitios web adaptativos. Con esta inspección del código fuente se clasifican los sitios por el CMS encontrado. Tanto en las Universidades públicas como las privadas, se mantienen la proporción en que mayoritariamente utilizan WordPress. En la **figura 11** se presentan los porcentajes en la categoría “otros”, se presentan aquellos sitios que hay elegido otro CMS siendo estos la minoría de los casos.

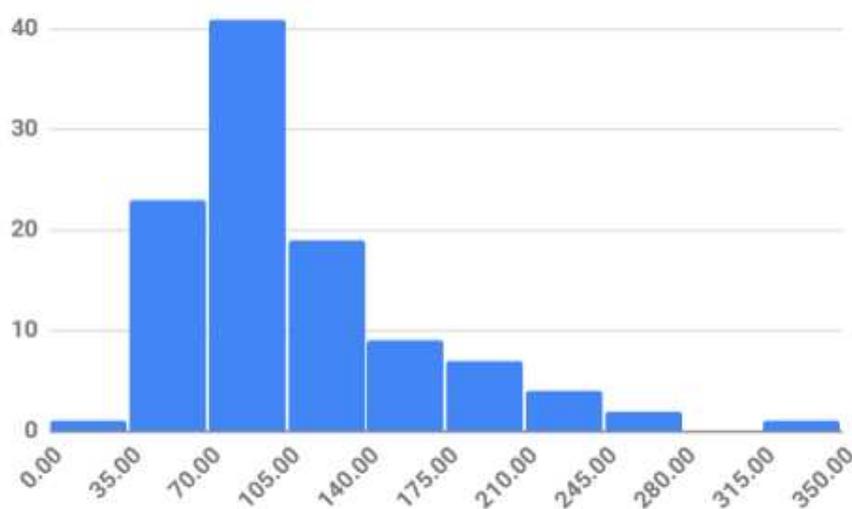


**Figura 11.** CMS utilizado para el desarrollo de los sitios web adaptativos

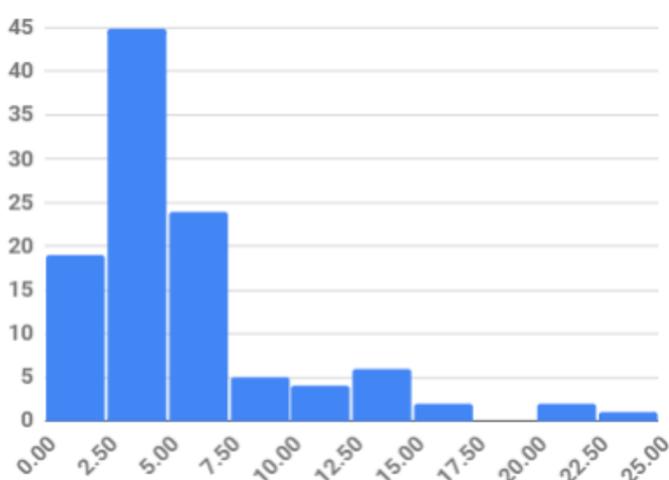
Si bien los sitios web universitarios son en mayoría adaptativos y fueron realizados fueron mayormente realizados con frameworks y gestores de contenidos que facilitan la realización de los mismos, aún así pueden observarse sitios muy pesados con gran cantidad de request. En la **figura 12** puede observarse que la mayor parte de las universidades tienen entre 70 y 100 request, considerando que normalmente 1 request es

para el documento (código de la página web) y el resto de los request tienen que ver con imágenes, hojas de estilo y otros contenidos agregados. Esta cantidad de request hace considerar que las páginas principales son extremadamente grandes y cargadas de contenidos. De la **figura 12** se omitió a una universidad nacional con sitio web adaptativo por estar refrescando constantemente la información de la página, motivo por el cual no es posible obtener una cantidad de request para representar.

En cuanto a los pesos de los sitios web adaptativos si se toma el promedio el mismo es de 5,71 MB. Siendo el sitio web más liviano la Universidad Católica de Cuyo con 608 KB y el más pesado 23,7 MB correspondiente a la Universidad del Museo Social Argentino.



**Figura 12.** Request en los sitios web adaptativos



**Figura 13.** Peso en los sitios web adaptativos

Esto es un resumen del análisis obtenido luego del relevamiento realizado en los sitios web adaptativos de las Universidades Argentinas. Los resultados detallados fueron plasmados en una revista indexada, artículo que se encuentra aún en edición.

### **3. Resultados Obtenidos**

#### **3.1. Difusión en congresos, eventos científicos y revistas especializadas.**

Se realizaron diversas publicaciones en congresos académicos y además al momento del cierre del proyecto se presentó un artículo con los resultados obtenidos del relevamiento de los sitios web universitarios a una revista de la cual se espera la confirmación de aprobación. Se listan a continuación los artículos presentados:

1. WICC 2017 (Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación)

Título: “Evaluación de la usabilidad en sitios web móviles adaptativos”

Resumen: Si bien los dispositivos móviles se encuentran actualmente insertos en la sociedad de forma masiva, aún en la web no se cuenta con demasiados sitios realizados específicamente para estos dispositivos. Siendo una práctica más habitual el desarrollar un solo sitio web, el cual pueda adaptarse a los distintos dispositivos, cambiando estratégicamente la forma en la que se visualizan sus elementos. Es por ello que en el presente proyecto se pone el foco en la calidad de los sitios web adaptativos, notándose deficiencias comunes en los mismos a fin de planificar la construcción de métricas que permitan por una parte evaluar los mismos y por otra parte considerar, al momento de construirlos, parámetros que ayuden generar sitios web adaptativos de mayor calidad.

2. CONAISI 2017 (Congreso Nacional de Ingeniería Informática – Sistemas de Información)

Título: “Análisis del Diseño Web Adaptativo – Relevamiento en Instituciones de Educación Superior en Argentina”

Resumen: La gran inserción de la telefonía celular y en especial el crecimiento pronunciado en venta de Smartphone en los últimos años, ha cambiado la forma de acceso a la web. Si bien dicha tecnología está cada vez más disponible, los sitios web continúan sin estar optimizados para los usuarios móviles. Dado que es bajo el desarrollo de sitios web móviles, el diseño adaptativo promete la ventaja de diseñar una única solución que pueda brindar buena usabilidad tanto para los usuarios que acceden desde una computadora como aquellos que acceden desde dispositivos móviles con pantalla reducida. En el presente artículo se realiza un relevamiento de los sitios web de Instituciones de Educación Superior en Argentina, pudiendo en primer término analizarse cuántas de ellas implementan en sus sitios web un diseño adaptativo. Luego se profundiza en las particularidades de dichos sitios web

adaptativos a fin de determinar si se está realizando o no un correcto diseño enfocado en el usuario móvil.

3. Congreso Binacional de Investigación Científica – Argentina-Chile (2017)

Título: “Desarrollo de una Aplicación Móvil Turística Colaborativa”

Resumen: Actualmente la alta inserción de los dispositivos móviles sumado a la necesidad de estar comunicados e interactuar con otros usuarios, hace necesario planificar aplicaciones que sean adecuadas para dichos dispositivos y a su vez que sean colaborativas. Cada usuario de la aplicación podrá informar la necesidad de actualizar los datos que maneja la aplicación, lo cual podrá ser validado por la cantidad de usuarios que indican o apoyan dicho cambio. Los usuarios podrán tener distintos niveles de experticia que vayan alcanzando a medida que usan la aplicación. En el desarrollo turístico esto resulta primordial, dado que hay ciudades con mucho patrimonio cultural y natural, lo cual origina gran cantidad de POI (Point Of Interest) y para cada uno de ellos deberá aportarse gran cantidad de datos. En este artículo se presenta como a través de una metodología de Crowdsourcing (Colaboración Abierta) es posible administrar esta gran cantidad de datos.

4. WICC 2018 (Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación)

Título: “Análisis de Frameworks Web Adaptativos Basados en HTML 5”

Resumen: Actualmente se dispone de una gran cantidad de dispositivos móviles con posibilidades de navegar por la web. Mayormente los teléfonos celulares son el dispositivo móvil más utilizado para este fin. Tomando en consideración los smartphones, tablet y otros dispositivos es necesario planificar una web que pueda adaptarse a las diversas pantallas evitando que el usuario tenga que hacer zoom y scroll en ambas direcciones para poder visualizar los contenidos. En este sentido el diseño adaptativo resuelve el problema de visualización. Sin embargo, no todos los frameworks basados en HTML 5 tienen las mismas posibilidades, es por ello que resulta de interés analizar las características de los frameworks existentes. En el presente proyecto se pone el foco en la calidad de los sitios web adaptativos creados con frameworks basados en HTML 5. Para esto es necesario conocer el funcionamiento de dichos frameworks, con la finalidad de poder construir métricas que permitan luego evaluar la calidad de la solución final.

5. CACIC 2018 (Congreso Argentino de Ciencias de la Computación)

Título: “Análisis del diseño adaptativo en sitios web gubernamentales”

Resumen: Hoy en día, los sitios web gubernamentales son de gran importancia para un mejor acercamiento entre las entidades gubernamentales y las personas, y también para permitir una forma de contacto con los mismos. Por otra parte, en el sector público, cada vez son más las entidades estatales que apuestan al desarrollo tecnológico para mejorar la comunicación en el Estado Nacional Argentino y los ciudadanos. La tecnología puesta al servicio ciudadano, conlleva a la implementación y mejora continua del Gobierno Electrónico, posibilitando servicios virtuales que se encuentren al alcance de las personas mediante los distintos sitios web, y, por otra parte, el acceso a una fuente de información pública más precisa y actualizada. Este artículo considera casos de estudio en donde se analiza el diseño web adaptativo, detectándose problemas que dificultan al usuario su utilización y correcta visualización. Consideramos que este estudio puede ser replicado por otros colegas a fin de validar otros sitios web gubernamentales para evaluar su estado general.

6. Pendiente de publicación se presentaron en una Revista los resultados obtenidos del análisis de los sitios web universitarios.

Título: "Análisis del Diseño Web Adaptativo - Caso de estudio: Universidad Argentinas"

### **3.2. Gestión y formación de recursos humanos (altas y/o bajas)**

No hubo altas o bajas de investigadores a lo largo del proyecto.

En cuanto a formación de recursos humanos cabe destacar:

- A) Participación de Estudiantes en Actividades de I+D: En el proyecto inicialmente se contempló la participación de tres estudiantes de distintas carreras de la Universidad, quienes han cumplido en tiempo y forma las tareas solicitadas:
  - Anabella Graciela Conca (Licenciatura en Matemática Aplicada)
  - Gaspar Acevedo Zain (Ingeniería en Informática)
  - Gabriela Yanina Vallés (Ingeniería en Electrónica)

Dada su condición de alumnos avanzados, cabe destacar que dos de ellos han obtenido su título de grado en el segundo año del presente proyecto de investigación.

- B) Beca Otorgada: Se aprobó la postulación de un becario al programa "Beca de Investigación Científica BIC", con primer orden de mérito. Quién se incorporó al

equipo de trabajo, para lo cual se presentó de un plan de trabajo junto a la documentación adicional requerida, dicho plan tiene la duración de un año y se efectuará en el segundo año del proyecto:

- Martín Ariel Ramírez (Ingeniería en Informática).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA							RESOLUCIÓN N° 604	
Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas								
Orden	Alumno Becario	D.N.I. N°	Carrera	Puntaje	Director de Beca	D.N.I. N°	Código del proyecto	Título del proyecto
1	RAMÍREZ, Martín Ariel	37.424.252	Ing. Informática	112	RODRÍGUEZ, Rocío Andrea	27.624.999	C2-ING-043	Construcción de métricas para la evaluación de la usabilidad en sitios web móviles adaptativos
2	VOGEL, Facundo Nicolás	39.272.479	Ing. Informática	104	VERA, Pablo Martín	27.170.321	C2-ING-041	Gamificación en el ámbito universitario - Análisis e implementación de elementos de juegos
3	ESCOBAR ISLA, Alex Raymi	38.066.269	Ing. Industrial	102	ETEROVIC, Jorge Esteban	11.917.135	C2-ING-049	Relevamiento de las necesidades tecnológicas de las empresas Micro-Pymes y Pymes de la industria metalmecánica del Partido de La Matanza
4	VITALE, Luciano Nahuel	40.389.087	Ing. Informática	102	IERACHE, Jorge Salvador	13.340.071	C202	Framework para la generación de templates en sistemas de catálogos de realidad aumentada

**Figura 14.** Resolución de Becas Otorgadas (porción de la resolución becarios por el Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas)

C) Tesistas: Vinculado con esta área se encuentra en realización dos tesis de maestría una de UNLaM y otra de doctorado en la UNLP, dirigidas ambas por la directora del presente proyecto.

### 3.3. Transferencia efectuada en el marco del proyecto

La transferencia fue efectuada por una parte mediante la presentación de diversos artículos que ha permitido compartir el conocimiento obtenido con otros pares. Así también hacia las cátedras, de Elementos de Programación y Fundamentos de TICs, a las que pertenecen los miembros del grupo de investigación permitiendo renovar contenidos y ejemplos impartidos; en las carreras de Ingeniería.

## 4. Vinculación con otros grupos de investigación / organismos.

No se formalizó una vinculación con otros grupos de investigación u organismos.

## 5. Conclusiones

Todas las tareas previstas pudieron ser efectuadas tal como estaba planificado en el protocolo original de presentación del presente proyecto. Como resultado pudo obtenerse un listado de métricas que permitió realizar evaluaciones sobre distintas

soluciones existentes, lo cual fue producto de distintas publicaciones. Se prevee continuar la línea de investigación considerando analizar y comparar las Aplicaciones Web Progresivas con las soluciones construidas mediante Frameworks multiplataforma.

## 6. Referencias

- [1] Cuello J.; Vittone J. "Diseñando Apps móviles". Primera edición: junio de 2013.
- [2] Rodríguez, R., Vera, P., Marko, I., Alderete C., Conca A. "El Gobierno Electrónico y la Implementación de las TIC para Brindar Nuevos Canales de Comunicación. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software, 3(5), 2015, pp. 187-196. ISSN 2314-2642
- [3] W3C Media Queries. 2012. <https://www.w3.org/TR/css3-mediaqueries/>
- [4] Walsh, T. A., McMinn, P., & Kapfhammer, G. M. "Automatic Detection of Potential Layout Faults Following Changes to Responsive Web Pages". In Automated Software Engineering (ASE), 2015 30th IEEE/ACM International Conference on (pp. 709-714). IEEE.
- [5] Wang A, Chang A, Mark A, Louie K, "Carnegie Mellon University" <http://materializecss.com/>
- [6] Otto M., Thornton J. "Bootstrap". 2010. <http://getbootstrap.com/>
- [7] Zurb. "Foundation - The most advanced responsive front-end framework in the world". 2011. <http://foundation.zurb.com/>
- [8] Gamache D. "Skeleton". 2014. <http://getskeleton.com/>
- [9] Rodríguez, R. A., Marko, I., Vera, P. M., Valles, G. Y., & Acevedo Zain, G. (2017, August). "Evaluación de la usabilidad en sitios web móviles adaptativos". In XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires). [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61999/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61999/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1)
- [10] Google Trends. <https://trends.google.com.ar/trends/>
- [11] Prego Ivan. "Compara los Mejores Frameworks Adaptativos". 2014. <http://ivanprego.com/desarrolloweb/bootstrap-foundation-skeletoncompara-los-mejores-frameworks-paradiseno-adaptativo-o-responsive-webdesign/>
- [12] MaterializeCSS. "Materialize - Un marco de trabajo para interfaces web moderno, responsivo y basado en Material Design". <http://materializecss.com/>

- [13] Skeleton. "A dead simple, responsive boilerplate". <http://getskeleton.com/>
- [14] Semantic ui "User Interface is the language of the Web". <https://semantic-ui.com/>
- [15] Gumby. "Gumby Framework". <https://gumbyframework.com/>
- [16] Pure CSS. "A set of small, responsive CSS modules that you can use in every web project". <https://purecss.io/>
- [17] Milligram. "A minimalist CSS frameworks". V1.3.0. <http://milligram.io/>
- [18] w3css. "W3.CSS Tutorial". <https://www.w3schools.com/w3css/default.asp>
- [19] W3C. "Mobile Web Application Best Practices". <https://www.w3.org/TR/mwabp/>
- [20] CIN, Consejo Interuniversitario Nacional. "Instituciones Universitarias". <http://www.cin.edu.ar/instituciones-universitarias/>
- [21] Secretaría de Políticas Universitarias. "Sistema de Consultas de Estadísticas Universitarias - Datos generales del sistema universitario". <http://estadisticasuniversitarias.me.gov.ar/#/home/1>

## 7. Cuerpo de anexos

**Anexo I:** Copias de certificados de participación de integrantes en eventos científicos.

Dado el presupuesto limitado del presente proyecto, se realizó la presentación de 5 artículos a congreso, pero no se financió los viáticos para la presentación de estos, por lo que se presentan únicamente certificados de aquellos eventos que emitieron certificado de autor:

1. WICC 2018 (Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación)
2. CACIC 2018 (Congreso Argentino de Ciencias de la Computación)

**Anexo II:** Copia de artículos presentados en publicaciones periódicas, y ponencias presentadas en eventos científicos.

En este anexo se presentan los 5 artículos aprobados para su presentación en eventos académicos.

1. WICC 2017 (Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación)  
Título: "Evaluación de la usabilidad en sitios web móviles adaptativos"

2. CONAIISI 2017 (Congreso Nacional de Ingeniería Informática – Sistemas de Información)  
Título: “Análisis del Diseño Web Adaptativo – Relevamiento en Instituciones de Educación Superior en Argentina”
3. Congreso Binacional de Investigación Científica – Argentina-Chile (2017)  
Título: “Desarrollo de una Aplicación Móvil Turística Colaborativa”
4. WICC 2018 (Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación)  
Título: “Análisis de Frameworks Web Adaptativos Basados en HTML 5”
5. CACIC 2018 (Congreso Argentino de Ciencias de la Computación)  
Título: “Análisis del diseño adaptativo en sitios web gubernamentales”

**Anexo III:** Conteniendo el formulario FPI-015: Rendición de gastos del proyecto de investigación acompañado de las hojas foliadas con los comprobantes de gastos.