

Sistema de Información y base de datos para el inventario de recursos naturales de La Pampa

Juan Caldera¹, Raúl Peinetti², Daniel Estelrich², Claudia Chirino², Yanina Bellini Saibene¹, Marcos Lorda²

1 Estación Experimental Agropecuaria Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”, Ruta Nac. N°5 Km 580, Anguil (6326), La Pampa, Argentina

2 Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa
caldera.juan@inta.gob.ar

Abstract. Cada vez es mayor la necesidad de contar con datos abiertos sin restricciones de acceso y en especial bases de datos primarios, obtenidos a través de la observación o experimentación. Sin embargo, la mayor parte de los repositorios de datos online corresponde a datos procesados, resultantes del procesamiento o interpretación de datos primarios. Se describe el diseño de una base relacional de datos primarios de censos de vegetación y el desarrollo de una plataforma web para carga y consulta de estos datos. Los datos corresponden a más de 300 censos de vegetación realizados durante 1975 a 1979, utilizados para la caracterización de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. Se creó una base de datos geográfica y un sistema de gestión con una arquitectura cliente-servidor. El sistema fue utilizado para la carga online y simultánea de los censos disponibles. Actualmente, el sistema presta acceso irrestricto para la consulta y descarga de datos bajo distintas opciones; desde la totalidad de los datos, censos individuales o grupos de censos, como así también censos seleccionados por medio de filtros. También se pueden generar visualizaciones espaciales por medio de mapas, en forma personalizada a través de filtros y consultas específicas.

Keywords: open data, datos abiertos, vegetación, datos primarios, agrotics

1 Introducción

La sociedad moderna produce grandes cantidades de información pero su calidad o grado de confiabilidad es muy diversa. La abundancia de información dificulta su procesamiento y organización y por lo tanto la proporción de información que realmente se utiliza es una función decreciente de su generación. La tarea de organizar la información se ha tornado entonces tan importante como la de su generación.

La mayor parte de la información disponible en los repositorios de datos online corresponde a datos procesados. Estos son definidos como registros resultantes del análisis e interpretación de datos primarios, obtenidos a través de la observación o expe-

rimentación [1]. Si bien los datos procesados son de mayor interés para el público en general, su utilidad a los fines de análisis de la información es limitada. El desarrollo de la informática ha permitido el manejo de grandes volúmenes de información. Por lo cual, la disponibilidad de datos primarios constituye en la actualidad una de las limitantes más importante en el proceso de generación de conocimiento y en la toma de decisiones inteligentes.

Cada vez es mayor la disponibilidad de datos abiertos sin restricciones de acceso y en especial aquellos que han sido generados por instituciones públicas financiadas por la sociedad [2]. Sin embargo, el rol de las instituciones públicas nacionales y organizaciones privadas en esta área es muy limitado en la Argentina. La ausencia de políticas a largo plazo que favorezcan la generación de base de datos públicos abiertos determina:

- La poca disponibilidad de datos existentes.
- Una fragmentación en el depósito de datos y falta de interconexión entre ellos
- Alta diversidad de formatos y falta de interoperabilidad
- La pérdida de conjuntos de datos que no están adecuadamente archivados ni documentados.

En este trabajo se describe el diseño de una base relacional de datos primarios de vegetación y suelo de la provincia de La Pampa y el desarrollo de una plataforma web para carga y consulta de datos de vegetación (se espera completar la funcionalidad del sistema incorporando los datos de suelo). Este sistema de información digital fue desarrollado con el objetivo de compilar la información sobre vegetación y suelos generada en el Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa [3]. Este proyecto desarrollado en los años 1975 a 1979 en convenio entre la Provincia de La Pampa, INTA y Universidad Nacional de La Pampa tuvo por objetivo la caracterización de los recursos naturales de la región. Se realizaron más de 300 censos de vegetación y 150 calicatas de suelos en toda la provincia, las cuales fueron utilizadas para definir regiones y subregiones geográficas y generar mapas de suelo y vegetación disponibles en el sitio <https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar/>. Los datos originales constituyen una referencia del estado de la vegetación en el pasado, de valor para distintos fines y en particular en el contexto actual de alta presión antrópica sobre los recursos naturales y cambio climático. Se espera que esta plataforma pueda ser utilizada en un futuro como repositorio de datos de vegetación y suelo a nivel regional.

2 Materiales y Métodos

Como primer paso se identificaron los requisitos funcionales básicos del sistema para poder determinar la arquitectura y tecnología a utilizar en su desarrollo:

- Carga de datos a distancia y simultanea (por más de una persona)
- Sistema de carga similar a las planillas de los censos en papel para disminuir la necesidad de entrenamiento de los data *entry*

- Posibilidad de hacer consultas combinando variables y aplicando filtros por diferentes atributos.
- Posibilidad de hacer mapas con los datos cargados y las consultas realizadas sobre los mismos.
- Posibilidad de descarga de los datos ya sea de forma individual o por consulta/filtro realizado.

A partir de estos requisitos se decidió:

a) diseñar una base de datos relacional geográfica, entendida como un conjunto de datos interrelacionados almacenados juntos con redundancia controlada para servir a una o más aplicaciones. Los datos están almacenados de manera independiente de los programas que los usan. Se emplea un procedimiento común para agregar, modificar y recuperar datos existentes considerando la componente espacial del dato [4]. Este tipo de base de datos, además de ser ampliamente utilizada, permite realizar: consultas personalizadas, mapas y consultas espaciales y compartir datos con usuarios externos a las organizaciones que administran el sistema.

b) desarrollar un sistema de información para la administración y gestión de la base de datos con una arquitectura cliente-servidor, que permitirá la carga y consulta simultánea por diversos usuarios y desde diferentes lugares, utilizando una conexión de red [5].

Estas decisiones implicaron el agregado de un componente de seguridad implementado con la tecnología de usuarios/contraseña incluido en las herramientas de desarrollo de Visual Studio.NET 2015 agregando una validación por parte del administrador del sistema con roles para los usuarios.

Para el desarrollo se utilizaron metodologías ágiles, porque requieren que el equipo de desarrollo complete un producto que funcione (liberable) al final de cada iteración. Estas iteraciones están diseñadas para ser de duración corta y fija [6], lo cual permite validar si las interpretaciones tanto de las funcionalidades como del lenguaje técnico fueron correctas. Las iteraciones se llevaban a cabo en oficinas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa y tuvieron una frecuencia semanal. La aplicación web se generó con el lenguaje Visual Basic de Microsoft Visual Studio 2015 versión free, con implementación de estilos de Bootstrap y rutina JavaScript; y como motor de base de datos se utilizó Microsoft SQL Sever 2014 Express.

Para la carga de los censos de vegetación se confeccionó un modelo de datos acorde a los formularios de recolección de datos a campo, que fueron confeccionados en el periodo 1975 – 1979, sin tener en cuenta su posible informatización posterior (figuras 1 a 3). El formulario electrónico desarrollado presenta los datos siguiendo el formato de la versión en papel. De esta forma se trató de que el formato web coincidiera con el formato en papel para que la tarea de carga sea lo más ágil posible tratando de conformar listas con valores que no dejan a interpretación del Data Entry. Esto permitió minimizar el tiempo de entrenamiento ya que por el contenido específico y disciplinar de dicho censo el usuario necesita un cierto grado de conocimiento sobre los datos. En este proceso se interactuó con los posibles usuarios y con especialistas en esta área temática.

Para la conformación del modelo de datos fue necesario revisar el concepto botánico-ecológico de cada una de las entidades del formulario:

- **Especie:** es la unidad básica de la clasificación biológica, se define como el conjunto de organismos o grupo de organismos (poblaciones) naturales capaces de entrecruzarse y de producir descendencia fértil [7]. Puede haber una o más en cada censo.
- **Comunidad:** La comunidad (llamada también comunidad biótica) es un nivel de organización natural que incluye todas las poblaciones de especies diferentes de un área dada y en un tiempo dado, las interacciones entre ellas y con el ambiente [7]. Es una característica del censo.

480

Punto 23 - al filo del Chiriqué
± 40 Km al W. de Pelli Holmuduy

INVENTARIO DE VEGETACION

Por... C Censo Nº 480 Fecha 6/10/84

Nombre de la comunidad... punto en lve 9/10 y cedras

Provincia L.P. Depto. L. Chill. Secc. Frac. Lete 16

Lea. Alt. Km 165 Localidad Ruta 23 al W. del Rio Salado

Relieve: Plano - Pendiente (alta - media - baja) Bajo - Cresta

Sierra - Laguna - Salitral - Madras - Valle - Depresion - Ferrasa

Exposicion: Plano - N - NE - S - SE - W - NW - SW - E Pendiente %

Fernacias: Leñosa muy alta (8-16) alta (4-8) mediana (2-4) Baja (1-2) Gramineas altas

Gram. bajas ^o raras sufrut. herbacea muy raras

Estructura: Vertical regular Horizontal

Fiscomia: Bosque-Sabana-Arbustal-Pastizal-Estera-Pradera-Tapiz ^{denso}

Peromifolia-Caducifolia-Microfila-Latifolia-Acicular

Leñoso-biérte- Rala-Muy rala-Anuales-Perennes-Alto-Bajo

Utilizacion: Ferrasa-Grasa-pastura natural-ladrillos-chaora

Pastoreo: Nulo-leve-regular-severo-destruativo

Carada: Vacuna-Ayia-Quina-Cardina

Cultivos: invernal-estival-verdes

Tendencia: Progresiva-Estacionaria-Regresiva

Estadistica: Paisaje 2 Detalle 1 choty

Fig. 1. Encabezado ejemplo de planilla original de Censo de Vegetación con detalle de registro de ubicación geográfica.

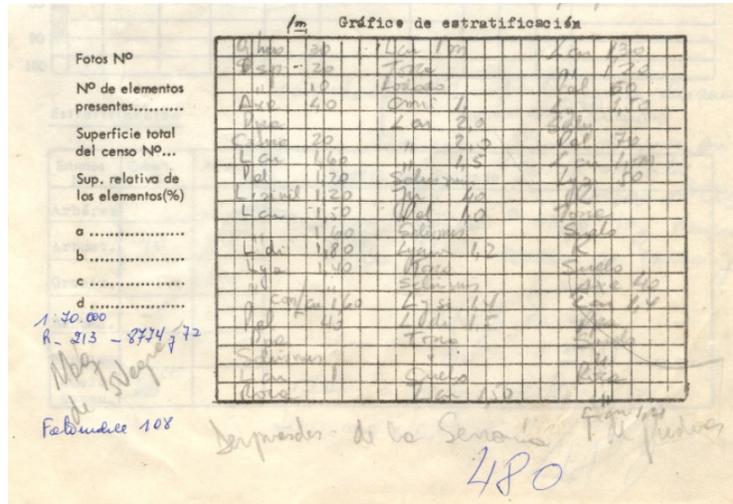


Fig. 2. Detalle de la estratificación del censo

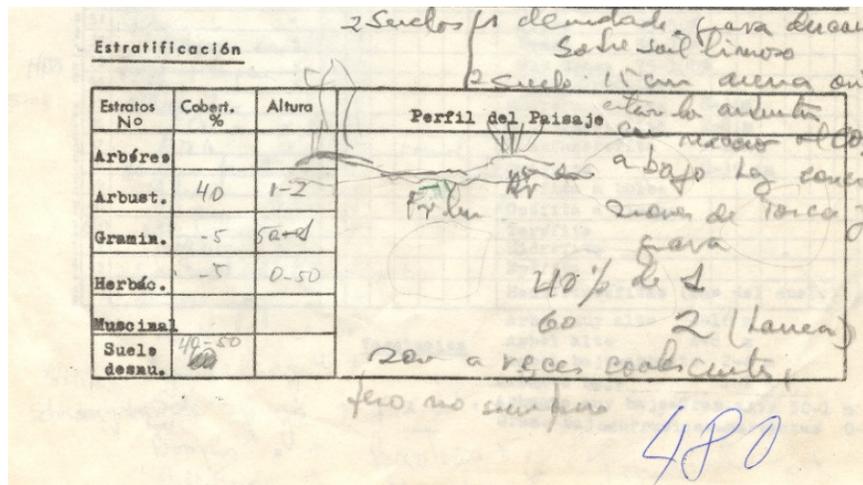


Fig. 3. Detalle de la planilla original desde donde se obtienen los datos de Fisonomía y cobertura.

- **Estrato:** cada uno de los niveles en que pueden ordenarse las especies de una comunidad en el plano vertical [7]. Están predefinidos, pueden contener 0 o más especies por censo y si no tiene especies, el estrato no se presenta en el censo.
- **Relieve:** conjunto de irregularidades que presenta la superficie terrestre: plano, ondulado, valles, pendientes, etc. [7]. Es una característica del censo.

- **Formación:** clasificación de la vegetación según sea gramínea o leñosa [7]. Es una característica del censo.
- **Fisonomía:** se utiliza para describir el aspecto y rasgos (fisonómicos) y físicos visualmente evidenciables de las comunidades vegetales, por ejemplo bosque, pastizal, arbustal, etc [7]. Es una característica del censo.

Una vez conformado el modelo de datos se inició con el desarrollo del sistema de carga de la información de los formularios impresos. Cuando la carga de datos se puso en producción se inició el desarrollo del módulo de consultas, principalmente con algunas planillas en las que se podían controlar los datos cargados y su consistencia. Se desarrollaron las siguientes consultas:

- Mapa con la distribución espacial de todos los censos, en el que se identificaron las distintas comunidades y desde el que se permite la exportación a un formato de archivo Excel de todos los censos,
- Planilla con la totalidad de los censos para de esta forma acceder a cada uno de ellos en un formato muy similar al formulario impreso,
- Planilla con porcentajes de distribución estacional (estival e invernal) de las especies,
- Planilla conformada desde la selección de 4 especies con sus respectivas coberturas, en la que se identifica cada censo en las que estas especies están presentes con esas coberturas en un mapa acompañado por una planilla con las especies presentes y su porcentaje,
- Mapa con la distribución espacial de la especie seleccionada,
- Tabla de doble entrada de censos seleccionados mostrando presencia de especies con la posibilidad de exportarla en formato de archivo Excel.

3 Resultados

Se generó una base de datos relacional geográfica y un sistema de información para cargar y almacenar los datos de censos de vegetación y publicarlos en forma online. La figura 4, presenta el diagrama de entidad-relación (DER) de la base de datos. La información se representó a través de una entidad que define el censo propiamente dicho llamada *InventarioVegetal*, el cual tiene múltiples relaciones:

- FisonomíaCobertura: representan el vínculo entre *InventarioVegetal*, *Fisonomía* y *AlturaCobertura*.
- FormaciónAlturaCobertura: representan el vínculo entre *InventarioVegetal*, *Formación* y *AlturaCobertura*.
- InventarioFlora: representa el vínculo entre las tablas *InventarioVegetal*, *Especie*, *Cobertura* y *Estrato*

Las tablas base de geolocalización contienen referencia espacial en formato de “Localidad”, “Departamento” y “Provincia”, y la tabla de Observadores contiene información de los técnicos que realizaron el relevamiento a campo.

En la figura 4 se representan las tablas y relaciones del sistema de autenticación (parte inferior del DER), que cuenta con tres tipos de usuarios:

- Administrador. Tiene control total en el sistema. Asigna los roles de los otros usuarios y además tiene posibilidad de editar el contenido de los censos, y agregar nuevos censos.
- DataEntry. Son los usuarios encargados de la carga de datos al sistema, los cuales deben registrarse en el sistema. Este usuario accede a la carga de datos después de ser autorizado por el usuario Administrador.
- Usuario Externos. Son los usuarios que acceden sin ningún tipo de restricciones a las consultas y a la descarga de todos los datos. Pueden o no estar registrados.

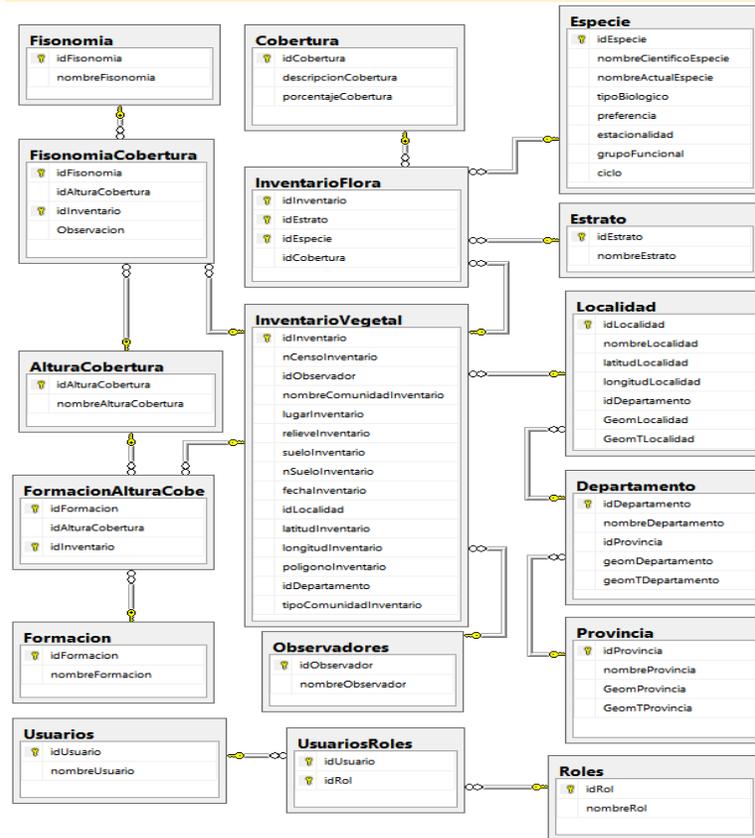


Fig. 4. Diagrama Entidad Relación.

En la figura 5 se puede observar la página principal del sistema donde se muestra un banner con la flora pampeana. Por debajo se muestran 3 secciones: la de la izquierda permite acceder a modificar los censos de vegetación. Solo habilitada para usuarios tipo administrador o Data Entry. La sección del medio está destinada a la edición de los datos de suelo, la cual será habilitada en una próxima etapa. La sección de la derecha permite el acceso a la consulta, visualización y descarga de datos.

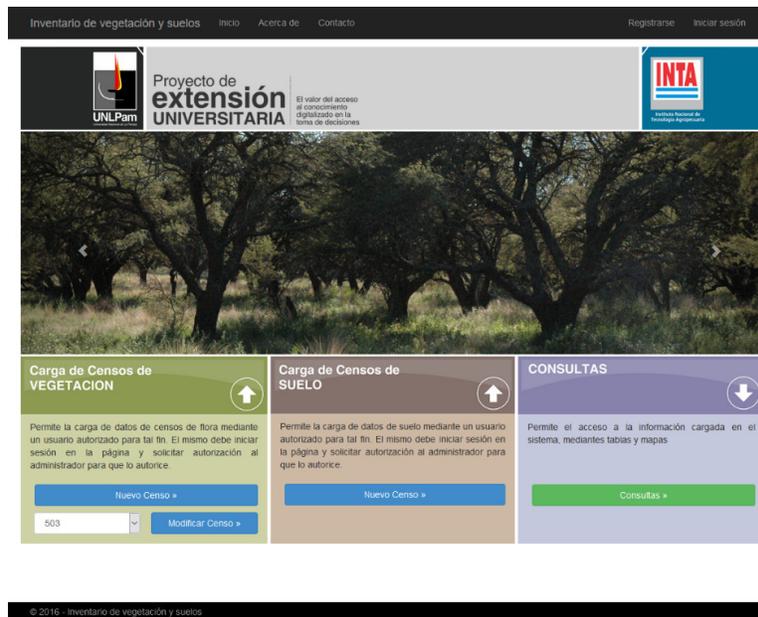


Fig. 5. Página Principal

La figura 6 presenta la pantalla del sistema de carga cuando se ingresa un nuevo registro. En principio se solicita la carga del encabezado como condición para habilitar la carga del resto de los datos. El formulario extendido es el mismo que usan los usuarios Data Entry para ingresar o modificar la información.

Se puede observar que la planilla de carga es muy similar a los formularios del censo, esto permite que el usuario de carga un ingreso de datos más ágil. Se lograron cargar 330 censos de vegetación utilizando este sistema por usuarios localizados en Santa Rosa y Córdoba. También se desarrolló el módulo de mapeo (figura 7), consultas (figura 8) y descarga de datos (figura 9). Este último permite descargar la información de los censos de vegetación de la consulta.

La tabla 1 presenta las estadísticas de datos disponibles. El sistema se encuentra disponible en el sitio web <http://rian.inta.gov.ar/censosUnlpam>.

Table 1. Estadísticas de datos disponibles de las principales tablas.

| Tablas | Cantidad de Registros |
|--------------------------|-----------------------|
| Especie | 512 |
| InventarioVegetal | 329 |
| InventarioFlora | 7.468 |
| FormacionAlturaCobertura | 881 |
| FisionomiaCobertura | 318 |

Inventario de vegetación y suelos Inicio Acerca de Contacto Usuario: johnybolter@gmail.com Cerrar sesión



Proyecto de **extensión** UNIVERSITARIA

El valor del acceso al conocimiento digitalizado en la toma de decisiones



Características Estructurales

Identificación

Observador: Numero de censo: Tiene dato suelo? Fecha:

Comunidad

Localización

Lugar: Departamento: Latitud:
 Localidad: Longitud:

Relieve

Formaciones seleccionadas

Leñosa Media - Ralo

Leñosa Baja - Abierto

Graminosa Baja - Denso

Fisionomía

Característica: Cobertura:

Observacion:

Fisionomias seleccionadas

Arbustal - Abierto

Pastizal bajo - Denso

Relevamiento florístico

Fig. 6. – Planilla de carga.

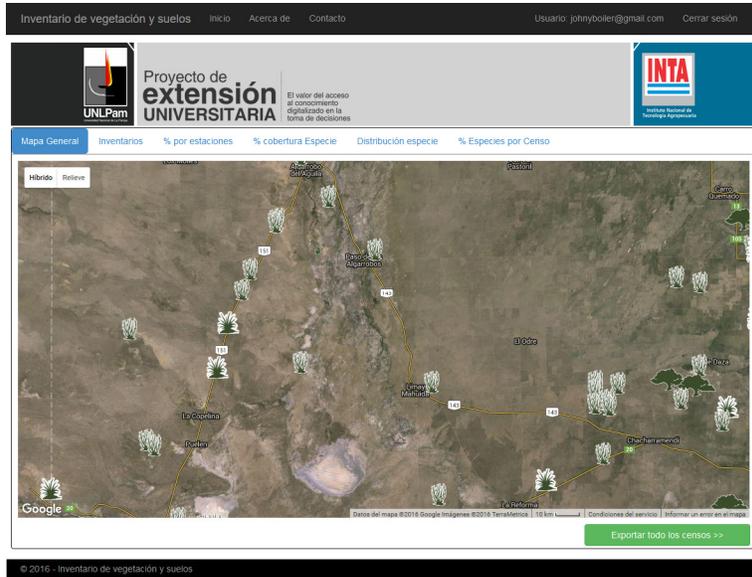


Fig. 7. Mapa distribución de los censos.

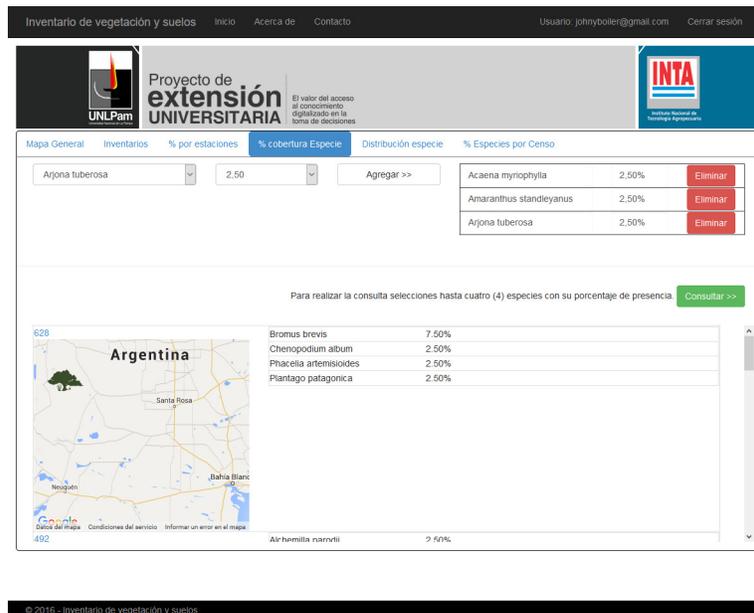


Fig. 8. Consulta.

The screenshot shows the 'Inventario de vegetación y suelos' web application. The interface includes a navigation menu at the top with 'Inicio', 'Acerca de', and 'Contacto'. The main content area is divided into several tabs: 'Mapa General', 'Inventarios', '% por estaciones', '% cobertura Especie', 'Distribución especie', and '% Especies por Censo'. The '% Especies por Censo' tab is active, displaying a table with columns for 'nombre Científico', 'Especie', and columns numbered 33 through 47. A dialog box titled 'Abriendo EspeciesInventarios.xlsx' is overlaid on the table, showing the file name and size (52.1 KB) and asking the user to choose an application to open it with. The dialog box has 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

| nombre Científico | Especie | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 42 | 46 | 47 |
|----------------------------|---------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| Acantholippia seriphoides | | 2.50 | 17.50 | | 2.50 | 17.50 | 7.50 | 17.50 | 17.50 | 7.50 |
| Adesmia muricata | | 2.50 | | | 2.50 | | | | | |
| Alchemilla parodii | | 2.50 | | 7.50 | 2.50 | | | | | |
| Aloysia gratissima | | | | | | | | | | 2 |
| Aristida mendocina | | | | | | 17.50 | | | | |
| Aristida subulata | | 2.50 | 17.50 | | 2.50 | 2.50 | | 7.50 | | |
| Arjona tuberosa | | | | | | | | | | |
| Astragalus bergii | | 2.50 | | | | | | | | 2.50 |
| Atriplex lampa | | | | | | | | | | |
| Baccharis crispa | | | | 2.50 | | | | | | |
| Baccharis darwinii | | | | 2.50 | 12.50 | 2.50 | | | | 2.50 |
| Baccharis ulcina | | | | 5.00 | | | | | | |
| Boopis anthemoides | | | | | | | | | | 2.50 |
| Bothriochloa springfieldii | | | | | | | | | | |
| Boungarvillea spinosa | | | | | 2.50 | | | | | |
| Bowlesia incana | | 2.50 | 2.50 | | | | | | | |
| Brachyctados lycioides | | | | | | | 5.00 | | 7.50 | |
| Bredemeyera microphylla | | 2.50 | | | | | 7.50 | 2.50 | | |
| Bromus brevis | | 7.50 | 2.50 | | 2.50 | 12.50 | | 2.50 | 2.50 | 7 |
| Bulnesia retama | | | | | | | 5.00 | | | |
| Calycera crassifolia | | | | | | | | | | |

Fig. 9. Descarga de datos

4 Conclusiones y trabajos futuros

El sistema desarrollado pudo ser utilizado de manera eficiente para la carga on-line y simultánea de todos los censos de vegetación disponibles. También permite su acceso irrestricto y su descarga bajo distintas opciones, desde la totalidad de los datos, censos individuales o grupos de censos, como así también censos seleccionados por medio de filtros. Finalmente se pueden generar visualizaciones espaciales por medio de mapas, en forma personalizada a través de filtros y consultas específicas.

Los trabajos futuros contempla el agregado de fotos disponibles de cada censo (las cuales deben ser digitalizadas) y de las planillas originales en papel las cuales fueron escaneadas en formato pdf. Se espera completar el diseño de la base de datos relacional de suelos, la constitución de un sistema de gestión, para la ampliación y mantenimiento de la base de datos y el agregado del acceso a los datos a través de servicio REST para su consumo directo por otras aplicaciones de software.

5 Bibliografía

1. Hox J.J. & Boeije H.R. (2005) Data Collection, Primary vs. Secondary. Encyclopedia of Social Measurement. Vol. 1. Elsevier Inc.
2. Base de datos biológica. (2015, 28 de diciembre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 12:59, mayo 9, 2016 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Base_de_datos_biol%C3%B3gica&oldid=88070456.
3. Cano, E (1980). *Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Universidad Nacional de La Pampa, Gobierno de La Pampa.
4. James, Martin. (1994). Organización de las bases de datos. Editorial Prentice Hall.
5. Martin, J., Odell, J. J., & Velasco, O. A. P. (1994). *Análisis y diseño orientado a objetos*. Prentice Hall Hispanoamericana.
6. Kniberg, H. (2007). Scrum y XP desde las trincheras. *C4Media Inc. InfoQ*.
7. Braun-Blanquet, J. (1979) Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado con el proyecto PEU 02/12 de la Universidad Nacional de La Pampa y realizado en el marco del convenio del INTA con la UNLPam en articulación con el PRET PAMSL 1282101 y PRET PAMSL 1282102.