

MARCO DE TRABAJO PARA PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA

A Framework for Citizen Science Projects

César Guerra-García ¹	cesar.guerra@uaslp.mx
Marco Tulio Ramírez-Torres ¹	tulio.torres@uaslp.mx
Héctor G. Pérez-González ¹	hectorgerardo@uaslp.mx
Lizeth López-López ²	lopezlopez@uadec.edu.mx

¹Departamento de Tecnologías Computacionales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

²Departamento de Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Coahuila, Coahuila, México.

RESUMEN

La ciencia ciudadana, también conocida como participación pública en la investigación científica y la producción de conocimiento, está ganando cada vez más reconocimiento al momento de proponer proyectos de ciencia ciudadana. Sin embargo, se destacan preocupaciones sobre la calidad de los datos y procesos de este tipo de proyectos. Para mitigar estos problemas, se propone estandarizar buenas prácticas, enfatizando asegurar la calidad de los datos en todas las fases del ciclo de vida. La principal contribución de este trabajo es identificar cuáles son las mejores prácticas relacionadas con proyectos de ciencia ciudadana e, investigar cómo estas prácticas pueden enriquecerse con otras relacionadas a la gestión de la calidad y gobernanza de los datos. Como resultado, se ha propuesto MAR.CI.CI, un framework para ayudar a instituciones a proponer y ejecutar sus proyectos de ciencia ciudadana.

Palabras Clave: Proyectos de Ciencia Ciudadana, Datos de Ciencia Ciudadana

ABSTRACT

Citizen science, also known as public participation in scientific research and knowledge production, is gaining more and more recognition when proposing citizen science projects. However, concerns about data quality and processes of this type of projects are highlighted. To mitigate these problems, it is proposed to standardize good practices, emphasizing ensuring data quality in all phases of the life cycle. The main contribution of this work is to identify which are the best practices related to citizen science projects and, to investigate how these practices can be enriched with others related to data quality management and governance. As a result, MAR.CI.CI has been proposed, a framework to help institutions propose and execute their citizen science projects.

Keywords: Citizen Science Projects, Citizen Science Data

► I. Introducción

La primera vez que se utilizó el término Ciencia Ciudadana (CC) en el sentido que se conoce actualmente fue hace tres décadas, este término se mencionó en la revista MIT Technology Review en enero de 1989 [1]. El factor más importante que define a la CC es que científicos no profesionales contribuyen a la investigación científica. En consecuencia, es fundamental reconocer las perspectivas y experiencias de estos participantes. El término amplio que define esta integración de contribuciones externas en la investigación científica es “ciencia ciudadana”, siendo este fenómeno relativamente innovador [2]. Estos “no-científicos”, los “ciudadanos” en ciencia ciudadana, pueden colaborar con los científicos en todas las etapas y aspectos del proceso científico, pero, en la mayoría de los proyectos, los ciudadanos contribuyen principalmente en la recolección y análisis de datos [3]. Mientras que los científicos son frecuentemente escepticos de la habilidad de los voluntarios para producir datos exactos, una gran cantidad de publicaciones muestran que diversos tipos de proyectos de CC pueden producir datos con igual o mayor exactitud que científicos profesionales. Cada conjunto de Datos de Ciencia Ciudadana (DCC) debería entonces ser juzgado por individuos, de acuerdo al diseño y aplicación del proyecto, y no asumir que sea de calidad inferior, simplemente porque fue generado por voluntarios [4]. Los proyectos de CC a menudo tratan con grandes conjuntos de datos, por lo cual, es importante decidir antes de iniciar un proyecto cuales datos serán recolectados, quien debería tener los derechos sobre ellos y cómo serán almacenados y se pondrán a disposición a largo plazo. Los datos deberían ser almacenados e incluir sus metadatos (método y localización de datos recolectados); algunas veces, resulta imposible utilizar estos datos sin dicha información [5]. Aunque existe una variedad cada vez mayor de proyectos que están usando métodos para mejorar aspectos de calidad de datos y validez de la investigación, no hay ninguna revisión de estos mecanismos disponible para referencia. Nuestra propuesta es que si bien el impulso inicial de la mayoría de los científicos puede ser emplear los métodos de calidad de datos estándar en su campo, al formular proyectos de CC, puede ser

necesario un enfoque diferente para garantizar aspectos de gobernanza, gestión y calidad de datos, teniendo en cuenta la escala de participación y expectativas en torno a las habilidades de los colaboradores. La falta de hipótesis bien definidas para definir protocolos de recolección de datos y la variabilidad de habilidades de cada individuo, son obstáculos importantes para interpretar con precisión los datos del proyecto de CC que deben reconocerse y abordarse durante el análisis [6]. La aplicación de DCC puede resultar problemática si investigadores y participantes no son conscientes de los problemas de calidad de los datos que podrían afectar sus análisis o usos [7]. En esta investigación, se planteó que para mitigar estos problemas, es posible recopilar un conjunto de mejores prácticas (conocidas como procesos) que se puedan utilizar para asegurar un comportamiento homogéneo durante la formulación del proyecto de CC (etapas de diseño y ejecución), y durante el uso de los datos resultantes, ya sea internamente entre los participantes (científicos o ciudadanos) o externamente cuando estos participantes o instituciones necesitan intercambiar datos con terceros como gobiernos. Este conjunto de mejores prácticas debería cubrir aspectos del proceso de CC, así como algunos otros aspectos de la gestión de la calidad de los datos y gobernanza. Así, el equipo de investigación se apoyó en la idea del enfoque basado en procesos planteado en ISO/IEC 8000-61 [8] para la gestión de calidad de datos, e ISO 12207 [9] para el caso de procesos de software, para desarrollar el framework MAR.CI.CI y apoyar de mejor forma las etapas de diseño y ejecución de proyectos de CC. Así, la idea de MAR.CI.CI es servir como referencia para que cada investigador pueda personalizar sus propias prácticas de Formulación de Proyectos de Ciencia Ciudadana (FPCC) acorde a sus restricciones y requisitos. MAR.CI.CI consta de 2 componentes.

-Modelo de Referencia de Procesos (MRP), contiene cuatro grupos de procesos gestionando aspectos específicos de actividades de CC considerando las etapas del ciclo de vida de los datos (desde la recolección hasta publicación). Este MRP también cumple con los requisitos del proceso de gobernanza de datos, gestión de datos y gestión de la calidad de los datos incluidos en la

norma UNE 0080:2023 [10].

-Modelo de Evaluación de Procesos (MEP), contiene los elementos necesarios para que las organizaciones evalúen y mejoren sus actividades de proyectos de CC de acuerdo con el MRP proporcionado. Este MEP se basa en los requisitos del ISO/IEC 33003 [11] además de la serie ISO 33000.

» II. Estado del arte y trabajos relacionados

A. Propuestas existentes para la formulación de proyectos de ciencia ciudadana

Una vez realizada una revisión bibliográfica en las principales bases de datos (Scopus y Web of Science) para encontrar trabajos relacionados con ciencia ciudadana, se pudo encontrar siete propuestas, las cuales plantean diferentes actividades o etapas involucradas en la planificación de un proyecto específico de CC.

Bonney et al. en [12], es quizá el primer intento de proponer un modelo general para la construcción de un proyecto de CC. Este modelo general fue elaborado por un grupo de personas con experiencia en educación, biología de la población, ciencia de la información y estadística. Se divide en 9 procesos y es capaz de cumplir simultáneamente los objetivos del proyecto como: reclutamiento, investigación, conservación y educación. Tweddle et al. en [13], propuso una guía destinada a ayudar a las personas que ya participan en la CC en el Reino Unido. Se basa en información detallada recopilada y analizada como parte del proyecto financiado por UK-EOF “Understanding Citizen Science & Environmental Monitoring”, que revisó de forma semisistemática 234 proyectos y 30 estudios de caso. Esta guía muestra 5 etapas y sus actividades.

El consorcio GEWISS [5] propone una guía que describe cómo se practica la CC en Alemania, además de cómo se puede utilizar este enfoque participativo en diferentes disciplinas y áreas temáticas: educación, conservación y humanidades. Esta propuesta está dirigida tanto a

expertos como a participantes novatos; y muestra 6 etapas y algunas actividades definidas en cada una. La Fundación para la Ciencia Ciudadana [14], desarrolló un manual que ofrece un conjunto de herramientas útiles asociadas a una metodología para el diseño de proyectos de CC. Cada etapa de la metodología está alineada a los 10 principios definidos por la Asociación Europea de Ciencia Ciudadana [15]. Por otra parte, la administración de servicios generales [16] ha publicado una Toolkit con cinco pasos básicos de procesos para la planeación, diseño y ejecución de un proyecto de crowdsourcing o CC. Cada paso definido en la toolkit muestra una lista de consejos que los participantes pueden utilizar para mantener su proyecto en marcha. En [17], los autores proponen un enfoque de CC contributiva como un método valioso para los científicos y profesionales de las ciencias ambientales, centrándose en el ciclo de vida completo de la práctica de la CC, desde el diseño hasta la implementación, la evaluación y la gestión de datos. Esta propuesta destaca cuestiones como la participación y retención de participantes, la garantía de la calidad de los datos y la corrección de sesgos. Por otro lado, Bolici y Colella en [2] proponen un marco teórico diseñado para apoyar actividades enfocadas principalmente a proyectos de investigación en robótica, además los autores comparan y seleccionan un conjunto de metodologías para diseñar estrategias de CC [12]. En consecuencia, se puede afirmar que no existe un marco general que pueda tomarse como base para la formulación de proyectos de CC, de esta manera, los datos obtenidos en este tipo de proyectos carecen de la calidad esperada por los diferentes participantes, independientemente del área de aplicación del proyecto de CC.

B. Norma UNE 0080:2023

La norma UNE 0080:2023 es una guía para la Mejora de los Datos, es un marco para evaluar y mejorar la madurez de los procesos de la organización relacionados con la *gestión, gobernanza y calidad* de datos. La UNE 0080:2023, está alineada con varios estándares internacionales ISO/IEC 8000-61[8], ISO/IEC 8000-62 [18], ISO 38505-1 [19], y también recoge algunas de las mejores prácticas de estándares como COBIT 2019 [20] y

DAMA's DMBOK 2 [21]. La norma consiste de dos componentes principales: 1) Un *Modelo de Referencia de Procesos* (MRP), compuesto por 22 procesos agrupados en tres categorías: 5 procesos en Gobernanza de Datos (GD), 13 procesos en Administración de Datos (AD) y 4 procesos en Gestión de Calidad de Datos (GCD). 2) Un *Modelo de Evaluación de Procesos* (MEP), con indicaciones para evaluar y mejorar la madurez de una organización en relación con la capacidad de la organización de sus procesos GD, GCD y AD.

» III. Método de investigación

Para generar el framework MAR.CI.CI, se tomó como base el método Investigación-Acción (IA) [22] debido principalmente a la necesidad de “*centrarse en los sistemas sociales y poner el conocimiento en acción lo antes posible*”. IA es una forma de investigación colaborativa que busca unir la teoría y la práctica entre investigadores y profesionales a través de un proceso cíclico, produciendo nuevos conocimientos que son útiles en la práctica. IA ha sido utilizado de manera satisfactoria en sistemas de información [23] e Ingeniería de Software [24], y dada la naturaleza misma del dominio ciudadano de esta investigación, creemos que puede utilizarse con éxito dado el fuerte componente del hecho “social”. En este caso, el objetivo de la investigación es el “*diseño de un framework para la formulación de proyectos de ciencia ciudadana*”. Para lograr nuestro objetivo, se planificaron tres ciclos de IA. Para cada ciclo de IA identificamos diferentes grupos de referencia críticos, manteniendo como beneficiarios potenciales a cualquier investigador que quiera personalizar su propio proceso de FPCC.

-Un ciclo inicial de **Definición de IA**, en este ciclo inicial, se exploró la literatura existente para identificar problemas comunes en el proceso de FPCC; una vez identificados, se propuso una versión inicial del MRP con la idea de abordar los problemas específicos, junto con formas comunes de afrontar los problemas de calidad de datos mediante la alineación de los procesos propuestos en la norma UNE 0080:2023. Esta primera versión fue validada con un grupo de expertos en

el diseño de proyectos de CC, que actuaron como grupo crítico de referencia. A través de tres ciclos de reuniones con sus refinamientos, se produjo la primera versión del MRP, presentada en este artículo.

-Un segundo ciclo de **Aceptación de IA**, cuyo objetivo principal es presentar el marco completo a varias partes interesadas previamente identificadas con diferentes responsabilidades para el proceso de CC en varios proyectos, para identificar sus debilidades y fortalezas desde varios puntos de vista. Con la retroalimentación obtenida se obtendrá una versión más refinada, tanto del MRP como del MEP.

-Un tercer ciclo de **Validación de IA**, se aplicará la versión final del framework MAR.CI.CI a ciertos proyectos propuestos en “Observatorio de Ciencia Ciudadana en España” siguiendo la metodología de investigación de estudio de caso.

» VI. Modelo de referencia de procesos MAR.CI.CI

El objetivo principal del MRP es identificar los procesos que se pueden utilizar para describir y caracterizar todo el ciclo de vida de la FPCC aplicados a cualquier tipo de área, ayudando a las personas a cargo a identificar diferencias y limitaciones para lograr una mayor calidad de datos desde la perspectiva de las distintas partes interesadas. La estructura de la organización de los dieciséis procesos incluidos en el MRP está adaptada del concepto de proceso Primario, de Soporte y Organizativo de la norma ISO/IEEE 12207:2017 [9]. Esto permite una mejor comprensión del propósito de cada proceso y también se puede utilizar para determinar mejor la contribución de cada proceso al objetivo general de la FPCC. Como resultado de lo anterior, se identificaron los siguientes 4 grupos de procesos: (1) *Procesos Estratégicos* (G Procesos), (2) *Procesos Principales* (M Procesos), (3) *Procesos de Soporte* (S Procesos), and (4) *Otros Procesos* (O Procesos). En aras de interoperabilidad con otros enfoques de procesos basados en normas ISO, la descripción de cada proceso del MRP en MAR.

CI.CI se realizó de acuerdo con ISO 24774 [25], este modelo consta de los siguientes elementos.

-**Título**, es un encabezado descriptivo para el proceso en cuestión.

-**Propósito**, describe el objetivo principal del investigador al ejecutar cada proceso.

-**Resultados**, representa los resultados observables de la ejecución exitosa del proces.

-**Actividades**, lista de acciones (mejores prácticas) que pueden lograr los resultados.

Debido a las restricciones de extensión de este documento, no se incluye la descripción completa (por ejemplo, la descripción completa de los cuatro elementos anteriores para los 4 grupos de procesos). Solo se muestra el título, propósito, y ciertos resultados y actividades del primer grupo de *Procesos Estratégico*.

Tabla I
PROCESOS ESTRATÉGICOS

Título del proceso	Propósito
G.01. Creación o selección, implementación y mantenimiento de estándares, mejores prácticas, normas y políticas	El objetivo principal de este proceso es establecer el entorno de gestión necesario para ejecutar las actividades del proyecto de CC de acuerdo con el área de investigación específica, y las capacidades de las instituciones; siguiendo los criterios y recomendaciones brindadas por los organismos autorizados a nivel nacional.
G.02. Desarrollo y mejora de controles para cumplir con las políticas	Desarrollar y mantener los controles correspondientes para verificar si las políticas propuestas se están cumpliendo durante la ejecución de las actividades de CC.
G.03. Administración de la estructura organizacional	Este proceso tiene como objetivo establecer y mantener una organización de apoyo para los procesos de datos de CC, identificando roles y responsabilidades y también definiendo las competencias y habilidades que se requieren para cada responsabilidad
G.04. Gestión de competencias y habilidades de los stakeholders	Mantener un catálogo de la formación necesaria para garantizar que los diferentes participantes puedan alcanzar las competencias y habilidades asociadas necesarias para desempeñar sus funciones.
G.05. Identificación de riesgos de los datos	El propósito de este proceso es identificar los diferentes tipos de riesgos de los datos que serán recopilados por los diferentes participantes, por ejemplo, privacidad, derechos, etc.

A. Grupo de procesos estratégico.

Este grupo de procesos aborda los asuntos relacionados con la gobernanza de las actividades de la FPCC (Tabla I), es decir, las relacionadas con la creación de estándares internos, mejores prácticas, y políticas para regular los detalles -incluyendo los aspectos sobre la calidad de datos desde el punto de vista institucional- en relación con las diversas etapas de todos los datos considerados para proyectos de CC. También se destaca el enfoque en la estructura organizacional y el recurso humano.

Como ejemplo, enseguida se mencionan los resultados para el proceso G.01:

- a) Lista actualizada de mejores prácticas en la FPCC; b) Lista actualizada de pautas para datos de la FPCC; c) Listado de políticas de datos para la FPCC; d) Recursos para difundir las mejores prácticas, normas, políticas y directrices.

Para lograr los resultados previos del G.01, se proponen las siguientes actividades:

- AG01.1. Seleccionar y definir las mejores prácticas de CC para el área de investigación específica del proyecto.
- AAG01.2. Asignar episodios a los participantes en el proyecto de CC de acuerdo con reglas predefinidas.
- AAG01.3. Enumerar y definir las normas y regulaciones más importantes en materia de protección/seguridad de datos, calidad y acceso, para cumplir con el Reglamento General de Protección de Datos (por ejemplo, de la Unión Europea-EU GDPR).
- AG01.4. Definir normas sobre libros de referencia estándar, instrumentos de apoyo y directrices de proyectos de CC.
- AG01.5. Definir y armonizar las fuentes de documentación que se considerarán para el proyecto de CC específico.

- AG01.6. Garantizar la concienciación, la formación y la preparación continua sobre terminologías particulares.
- AG01.7. Definir normas y estándares sobre los recursos de software y hardware que se utilizarán dentro del ciclo de vida de los datos del proyecto de CC.
- AG01.8. Identificar lista de riesgos de datos implicados en el ciclo de vida de datos.

B. Grupo de procesos principales.

Este grupo de seis procesos tiene como objetivo cubrir todos los aspectos relacionados con el proyecto de CC propiamente dicho, describiendo las diversas actividades relacionadas con el ciclo de vida de los datos, desde su recopilación (registros obtenidos por los ciudadanos) hasta el uso y la explotación de los datos por parte de investigadores, instituciones o centros de investigación. Véase la Tabla II para conocer el propósito de cada proceso principal.

Tabla II
PROCESOS PRINCIPALES

Título del proceso	Propósito
M.01. Adquisición de datos	Este proceso tiene como objetivo seleccionar y adquirir los datos necesarios de las fuentes de datos típicas según el área de aplicación del proyecto (datos o registros tanto en papel como en electrónico, imágenes, texto, audio, fotografías, etc.).
M.02. Integración de los datos (interno)	En este proceso se debe lograr la integración proveniente de las diversas fuentes de datos para crear una base de datos sólida para el proceso de ciencia ciudadana.
M.03. Codificación de los Metadatos	Este proceso tiene como objetivo identificar adecuadamente cada uno de los metadatos asociados a los datos recopilados.
M.04. Envío de los datos recopilados a un repositorio central del proyecto	Este proceso cubre el envío de los datos y sus metadatos correspondientes al repositorio (base de datos) del proyecto.
M.05. Explotación de datos para los stakeholders del proyecto	El objetivo de este proceso es apoyar todas las operaciones necesarias para cada actor del proyecto, investigadores, ciudadanos, universidades y organizaciones.
M.06. Explotación de datos para futuras investigaciones	Producir informes de investigación para posiblemente proponer y liderar futuros proyectos de investigación.

C. Grupo de procesos de soporte.

En este grupo de cuatro procesos se abordan los detalles de la gestión de la calidad de los datos utilizados como entrada (recopilados por ciudadanos e investigadores) y salida (datos clasificados y metadatos) del proyecto de CC. Además, se abordan las cuestiones relacionadas con la gestión de la infraestructura tecnológica y el mantenimiento de los estándares de datos de referencia. La Tabla III muestra el título y propósito del proceso.

Tabla III
PROCESOS PRINCIPALES

Título del proceso	Propósito
S.01. Gestión de la calidad de los datos de entrada del proyecto de ciencia ciudadana	El objetivo principal de este proceso es evaluar el nivel de calidad tanto de los datos como de los documentos recopilados para el proyecto de CC.
S.02. Gestión de la calidad de los datos de ciencia ciudadana	Una vez producidos los datos, el objetivo principal de este proceso es evaluar la calidad de los datos resultantes del proyecto de CC.
S.03. Gestión de datos de referencia	Este proceso tiene como objetivo mantener los diversos datos de referencia involucrados en el proyecto de CC específico, según la disciplina o área de aplicación.
S.04. Gestión de la infraestructura tecnológica	Mantener un catálogo de la formación necesaria para garantizar que los diferentes participantes puedan alcanzar las competencias y habilidades asociadas necesarias para desempeñar sus funciones.

D. Grupo de otros procesos.

Finalmente, un proceso perteneciente al grupo Otros procesos se muestra en Tabla IV.

Tabla IV
OTROS PROCESOS

Título del proceso	Propósito
O1. Proceso de difusión de resultados	El objetivo es publicar y difundir los resultados del proyecto de CC. Este proceso busca los espacios de publicación específicos según la disciplina de investigación, a fin de describir los detalles más relevantes del proyecto. De la misma manera, los resultados se informan con frecuencia en literatura popular, como periódicos, revistas, sitios web y boletines publicados por una variedad de organizaciones.

E. Personalización del framework para un contexto específico.

Se pretende que el MRP de MAR.CI.CI sea lo suficientemente completo y flexible como para poder personalizarse adecuadamente para diversos contextos o disciplinas (por ejemplo, países específicos). Así, los resultados y las actividades deberían seleccionarse y reinterpretarse para el contexto específico. Esto implica, por ejemplo, identificar quiénes son los actores y partes interesadas más relevantes para los diversos grupos de procesos en cada contexto. En este sentido, se han identificado actores/partes interesadas que son muy relevantes para cualquier tipo de proyecto de CC, independientemente del área de aplicación del proyecto. Dichos actores se han clasificado en tres grupos importantes:

Roles consultivos y responsabilidades. Son los responsables de formular políticas generales o los proponentes de políticas para el dominio específico del proyecto de CC, que normalmente están fuera de la organización a cargo de ejecutar el proyecto. Proporcionan algunas sugerencias sobre preocupaciones generales y recomendaciones para algunas actividades, por ejemplo, la publicación de resultados. Estos no suelen ser roles activos, pudiéndose enumerar los siguientes:

1. Agencias y departamentos gubernamentales.
2. Organizaciones de la sociedad civil, grupos informales y miembros de la comunidad.

Roles activos y responsabilidades para el proceso. Trabajadores que de alguna manera están involucrados en tareas de proyectos de CC a nivel institucional, tanto para los Procesos Estratégicos, Principales y de Soporte:

1. Investigadores principales.
2. Comunidad académica.
3. Ciudadanos involucrados en los proyectos de CC (voluntarios y/o participantes).
4. Administradores de instituciones de investigación.
5. Especialistas tecnológicos.

Roles beneficiados, desempeñado por las partes interesadas que utilizarán los datos recopilados y clasificados para diversos fines:

1. Organizaciones académicas y de investigación.
2. Investigadores (de otras áreas o disciplinas relacionadas al

- proyecto).
3. Ciudadanos en general (comunidad).
4. Instituciones de aprendizaje formal.
5. Negocios e industria.

Personalización del framework MAR.CI.CI para proyectos de CC específicos. La institucionalización del framework MAR.CI.CI implica la identificación y personalización de los diversos resultados y actividades para la realidad de las instituciones de investigación, considerando las particularidades del flujo regular de datos que siguen los procesos principales.

Como parte de esta personalización de actividades, se deben identificar los puestos específicos en las instituciones de investigación correspondientes a los roles introducidos anteriormente y asignar sus responsabilidades de manera conveniente, además de establecer adecuadamente los medios de comunicación. Con respecto a los resultados y productos de trabajo, cada institución de investigación o investigadores principales deben generar consenso sobre cómo nombrarlos, almacenarlos y establecer pautas mediante políticas y procedimientos para explotarlos.

» V. Discusión y trabajo futuro

Esta investigación ha sido motivada por la hipótesis de que contar con un framework para proyectos de CC, y ponerlo en marcha no sólo contribuirá a una mayor homogeneización de sus procesos para instituciones de investigación específicas, o disciplinas y áreas de investigación particulares, sino también a posibilitar una mejor interoperabilidad entre otras organizaciones, posibilitando incluso la evaluación comparativa. Además, la institucionalización de este framework hará que el proyecto de CC sea mucho más eficiente, interoperable y libre de errores, al afrontar la lista de problemas enumerados en la sección II.A de forma unificada y controlada desde un punto de vista organizativo.

El principal impacto esperado de este MRP no es solo identificar, mapear y estructurar los diversos procesos y actividades relacionados con el proyecto de CC en la vida cotidiana en

las instituciones de investigación, sino también proporcionar una herramienta de trabajo para promover la reutilización de datos, las buenas prácticas de CC y la organización de procesos, promoviendo la mejora de la calidad de los datos y el cuerpo de conocimientos. Como parte del trabajo futuro a corto plazo, llevaremos a cabo el ciclo de aceptación de la metodología de Investigación-Acción, en el que pretendemos obtener la aceptación de la comunidad involucrada en los procesos de CC. Para ello, realizaremos una serie de cuestionarios y entrevistas con representantes de las distintas partes interesadas descritas en la sección IV.E. La retroalimentación obtenida se utilizará para refinar el MRP.

» VII. Referencias

- [1] M. Haklay, D. Dorler, F. Heigi, M. Manzoni, S. Hecker, y K. Vohland, «What is citizen science? The challenges of definition», Springer, pp. 13-32, 2021, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_2.
- [2] F. Bolici y N. A. Colella, «How to Design Citizen-Science Activities: A Framework for Implementing Public Engagement Strategies in a Research Project», Organizing for Digital Innovation, vol. 27, 2019, doi: doi.org/10.1007/978-3-319-90500-6_12.
- [3] A. Land-Zandstra, G. Agnello, y Y. Gultekin, «Participants in Citizen Science», Springer, pp. 243-259, 2021, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_13.
- [4] M. Kosmala, A. Wiggins, A. Swanson, y B. Simmons, «Assessing data quality in citizen science», Frontiers in ecology and the environment, pp. 551-560, 2016, doi: [doi:10.1002/fee.1436](https://doi.org/10.1002/fee.1436).
- [5] GEWISS Consortium, «Citizen science for all. A guide for citizen science practitioners.» 2016. [En línea]. Disponible en: https://www.buergerschaftenwissen.de/sites/default/files/grid/2017/11/21/handreichunga5_engl_web.pdf
- [6] S. Kelling, D. Fink, F. La Sorte, A. Johnston, N. E. Bruns, y W. M. Hochachka, «Taking a 'Big Data' approach to data quality in a citizen science project», Ambio, vol. 44, n.o 4, pp. 601-611, 2015, doi: doi.org/10.1007/s13280-015-0710-4.
- [7] R. Downs, H. Ramapriyan, G. Peng, y Y. Wei, «Perspectives on Citizen Science Data Quality», Frontiers in Climate, vol. 3, 2021, doi: [10.3389/fclim.2021.615032](https://doi.org/10.3389/fclim.2021.615032).
- [8] ISO, «ISO 8000-61:2016: Data quality — Part 61: Data quality management: Process reference model», ISO. Accedido: 4 de agosto de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/06/30/63086.html>
- [9] ISO, «ISO/IEC/IEEE 12207:2017 - Systems and software engineering — Software life cycle processes», ISO/IEC/IEEE 12207:2017. Accedido: 11 de abril de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/06/37/63712.html>
- [10] UNE, «Especificación UNE 0080:2023, Gestión de Evaluación del Gobierno, Gestión y Gestión de Calidad del Dato». 2023.
- [11] ISO, «ISO/IEC 33003:2015: Information technology — Process assessment — Requirements for process measurement frameworks», ISO. Accedido: 11 de abril de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/05/41/54177.html>
- [12] R. Bonney, C. B. Cooper, J. Dickinson, S. Kelling, y T. Phillips, «A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy», BioScience, vol. 59, pp. 977-984, 2009.
- [13] J. C. Tweddle, P. F. Fisher, M. J. Pocock, y H. E. Roy, «Guide to citizen science: developing, implementing and evaluating citizen science to study biodiversity and the environment in the UK». Natural History Museum and NERC Centre for Ecology & Hydrology for UK-EOF, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/citizenscienceguide.pdf>
- [14] D. Acevedo Caradeux, «Ciencia Ciudadana. Principios, Herramientas,

- Proyectos de Medio Ambiente». Fundación Ciencia Ciudadana. Embajada de Canadá, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://cienciaciudadana.cl/wp-content/uploads/2018/04/libro-CC-OK.pdf>
- [15] ECSA, «Ten Principles of Citizen Science». ECSA (European Citizen Science Association), 2015. [En línea]. Disponible en: doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N
- [16] CitizenScience.gov, «Federal Crowdsourcing and Citizen Science Toolkit». U.S. General Services Administration, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.citizenscience.gov/toolkit/howto/#>
- [17] D. Fraisl, G. Hager, B. Bedessem, M. Gold, y P.-Y. Hsing, «Citizen science in environmental and ecological sciences», *Nature Reviews Methods Primers*, vol. 2, 2022, doi: doi.org/10.1038/s43586-022-00144-4.
- [18] ISO, «ISO 8000-62:2018: Information technology — Process assessment — Requirements for process reference, process assessment and maturity models», ISO. Accedido: 11 de abril de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/06/53/65340.html>
- [19] ISO, «ISO/IEC 38505-1:2017 Information technology — Governance of IT — Governance of data — Part 1: Application of ISO/IEC 38500 to the governance of data», ISO/IEC 38505-1:2017 Information technology — Governance of IT — Governance of data — Part 1: Application of ISO/IEC 38500 to the governance of data. Accedido: 9 de mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/56639.html>
- [20] ISACA, COBIT 2019 Framework. Introduction and methodology. Schaumburg, IL. EE.UU, 2018.
- [21] DAMA, DAMA-DMBOK: data management body of knowledge. Technics Publications, LLC, 2017.
- [22] C. Wohlin y P. Runeson, «Guiding the selection of research methodology in industry–academia collaboration in software engineering», *Information and Software Technology*, vol. 140, p. 106678, dic. 2021, doi: [10.1016/j.infsof.2021.106678](https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106678).
- [23] D. E. Avison, R. M. Davison, y J. Malaurent, «Information systems action research: Debunking myths and overcoming barriers», *Information & Management*, vol. 55, n.o 2, pp. 177-187, mar. 2018, doi: [10.1016/j.im.2017.05.004](https://doi.org/10.1016/j.im.2017.05.004).
- [24] M. Staron, *Action Research in Software Engineering*. Springer, 2020.
- [25] ISO, «ISO/IEC/IEEE 24774:2021 Systems and software engineering — Life cycle management — Specification for process description», ISO. Accedido: 11 de abril de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/07/89/78981.html>