

Ciencia Nicolaita 90

ISSN: 2007-7068



Universidad
Michoacana
de San Nicolás
de Hidalgo

Implementación de las líneas de trabajo en la correlación de especialidades para la generación de un modelo geológico íntegro actualizado para el estado de Aguascalientes

Implementation of the lines of work in the correlation of specialties for the generation of an updated comprehensive geological model for the state of Aguascalientes

Karla Rocío Juárez López*, Luis Fernando Médicis De Birón Valdepeña, Erick Iván Acevedo Cerón

Para citar este artículo: Juárez López KR, Médicis De Birón Valdepeña LF, Acevedo Cerón EI (2024). Implementación de las líneas de trabajo en la correlación de especialidades para la generación de un modelo geológico íntegro actualizado para el estado de Aguascalientes. *Ciencia Nicolaita* 90: 29-40.

DOI: <https://doi.org/10.35830/cn.vi90.781>

Historial del artículo



Recibido: 8 de diciembre de 2023

Aceptado: 28 de febrero de 2024

Publicado en línea: abril 2024



Ver material suplementario



***Correspondencia de autor:** kr23jl@gmail.com



Términos y condiciones de uso: <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/privacy>



Envíe su manuscrito a esta revista: <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/about/submissions>

Implementación de las líneas de trabajo en la correlación de especialidades para la generación de un modelo geológico íntegro actualizado para el estado de Aguascalientes

Implementation of the lines of work in the correlation of specialties for the generation of an updated comprehensive geological model for the state of Aguascalientes

Karla Rocío Juárez López^{a*}, Luis Fernando Médicis De Birón Valdepeña^b, Erick Iván Acevedo Cerón^c

^a Ing. Geofísico del Departamento de Perforación de Pozos e Hidrogeología de la Dirección de Operación y Mantenimiento del Instituto del Agua del Estado (INAGUA); calle 18 de Marzo número 98, Fraccionamiento Las Hadas, C.P. 20140, Aguascalientes, Ags.; kr23jl@gmail.com; 5576375125

^b Jefe del Departamento de Perforación de Pozos e Hidrogeología de la Dirección de Operación y Mantenimiento del Instituto del Agua del Estado (INAGUA); calle 18 de Marzo número 98, Fraccionamiento Las Hadas, C.P. 20140, Aguascalientes, Ags.; medicisdebiron@gmail.com; 4492082147

^c Encargado del Programa del Comité Interinstitucional de Fallas y Grietas Geológicas del Estado de Aguascalientes de la Secretaría de Planeación, Participación y Desarrollo; calle Cristóbal Colón No. 110, Zona Centro, C.P. 20000, Aguascalientes, Ags.; acevedoivan45@gmail.com; 5518751600.

Resumen

En el marco del análisis de las fallas y grietas geológicas que existen en el Estado de Aguascalientes, se ha conformado el Comité Interinstitucional de Fallas y Grietas Geológicas del Estado de Aguascalientes (CIFGGEA), constituido por 4 grupos de trabajo multidisciplinarios, siendo el grupo 2 “Equilibrio del Acuífero” el que busca generar un modelo geológico integral que correlacione los datos e información con la que cuentan los diferentes especialistas en el área de la Geología, Geofísica, Química, Ingeniería Civil, Biología y Peritos Particulares, para definir las estrategias necesarias para la preservación, en la medida de lo posible, de la reserva de agua subterránea actual en el Estado de Aguascalientes.

Palabras clave: CIFGGEA, agua subterránea, modelo geológico integral, fallas geológicas.

Abstract

In the framework of the analysis of the geological faults and cracks that exist in Aguascalientes, the Comité Interinstitucional de Fallas Geológicas y Grietas del Estado de Aguascalientes (CIFGGEA), has been formed by four multidisciplinary working groups, being the second “Equilibrio del Acuífero” the one that intends to generate an integral geological model that correlates the data and information available with that belonging to the different specialists in the areas of Geology, Geophysics, Chemistry Civil Engineering, Biology and Private Experts, in order to define the necessary strategies for the preservation, as far as possible, of the current groundwater reserve in Aguascalientes.

Keywords: CIFGGEA, groundwater, integral geologic model, geological faults.

Introducción

En el año 2004 se formó el Comité Interinstitucional de Fallas y Grietas Geológicas del Estado de Aguascalientes (CIFGGEA), con carácter legal mediante Decreto publicado en el Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes el 23 de febrero de ese año, tomando como base la necesidad de la población ante una contingencia atípica. El CIFGGEA se conforma por instituciones de los tres ámbitos de gobierno, cámaras y colegios de profesionistas, actualmente es liderada por la Secretaría de Planeación, Participación y Desarrollo (SEPLADE).

El objetivo global del CIFGGEA es la coordinación, la interacción e integración de los trabajos a generar por parte de los 4 grupos especializados que conforman al CIFGGEA, con el propósito de analizar, estudiar el origen y las causas de las fallas geológicas, así como el agrietamiento del suelo en el territorio del Estado de Aguascalientes, de tal manera que las acciones a ejecutar deriven en la propuesta de programas y acciones multisectoriales para mitigar el impacto social y urbanístico de dichos fenómenos para lograr la convivencia plena con éstos; así mismo, que el Gobierno del Estado de Aguascalientes, como salvaguarda de la seguridad e integridad física de los habitantes, comparte, junto con la sociedad, la preocupación sobre este problema y que, en el ámbito de su competencia y atribuciones, encuentra necesario crear los mecanismos necesarios para dar respuesta a la demanda social generada por el agrietamiento del suelo.

En el Marco Legal, el 20 de diciembre de 2022 se publicó el Código Urbano para el Estado de Aguascalientes, cuyo texto original se desprende de

la Edición Extraordinaria del Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, del Decreto Número 251, Capítulo IV “Organismo y Órganos de Deliberación y Auxiliares, en su Sección Cuarta, dónde se expone las generalidades del Comité (Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 2022):

ARTÍCULO 47. El Comité Interinstitucional de Fallas y Grietas Geológicas en el Estado, tiene por objeto analizar y estudiar el origen y las causas de las fallas geológicas junto con los agrietamientos del suelo que se manifiesten en su territorio, con la finalidad de que dichos análisis y estudios que se realicen, deriven en la propuesta de programas y acciones multisectoriales para disminuir el impacto social y urbanístico de dichos fenómenos y lograr la convivencia plena.

ARTÍCULO 48. El Comité Interinstitucional de Fallas y Grietas Geológicas en el Estado estará integrado por instituciones de los tres órdenes de gobierno y deberá contar con la representación social y privada en el Estado. Su organización, integración y funcionamiento se regulará a través de la normatividad que, para tal efecto, expida el Titular del Poder Ejecutivo del Estado.

Dentro de las atribuciones que competen al Comité, destacan:

1. Coordinar los trabajos de los 4 Grupos Especializados (**Tabla 1**) que conforman al Comité Interinstitucional de Fallas y Grietas Geológicas del Estado de Aguascalientes (CIFGGEA), para el adecuado uso de las tecnologías y sistemas de medición, monitoreo, control y prevención

Tabla 1. Grupos de Trabajo del CIFGGEA, SEPLADE.

Grupo		Coordinador
1	Estudios Técnicos	Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)
2	Equilibrio del Acuífero	Instituto del Agua del Estado (INAGUA)
3	Normatividad y Cartografía	Secretaría de Planeación, Participación y Desarrollo (SEPLADE)
4	Atención a la infraestructura afectada	Secretaría de Obras Públicas del Estado (SOP)

de las alteraciones geohidrológicas del territorio que ocupa el Estado de Aguascalientes.

2. Informar a la población y a las instancias de gobierno correspondientes, sobre los resultados de todos los estudios y análisis de interés público realizados por los grupos de trabajo del Comité sugiriendo las acciones y programas a realizar.
3. Colaborar en la instrumentación de programas y acciones en todo lo relacionado con las causas y consecuencias del agrietamiento del suelo en el Estado.
4. Evaluar las opiniones y propuestas de los representantes de las diferentes Dependencias y Entidades Públicas involucradas en la problemática del agrietamiento del suelo en el Estado, así como aquéllas que surjan de los Organismos representativos de la sociedad civil y particulares, para integrarlas a los planes y programas diseñados por el Comité.
5. Emitir opinión sobre la pertinencia de nuevos asentamientos humanos en zonas con riesgo de agrietamiento del suelo a las autoridades Estatales y Municipales competentes.

Materiales

El Grupo 2 denominado “Equilibrio del Acuífero”, está integrado por diferentes Instituciones de carácter Estatal y Federal (**Tabla 2**), cuyos representantes son especialistas en temas del agua y, que han sido designados para proporcionar, organizar e integrar la información en beneficio de la generación de proyectos que permitan su implementación como parte de los esquemas iniciales en beneficio de la búsqueda de estrategias para la estabilización de acuíferos sobreexplotados

y la aplicación de la tecnología de la recarga artificial para preservar, en la medida de lo posible, la reserva de agua subterránea actual con la que cuenta el Estado.

Dentro de las actividades programadas por el Grupo 2, se encuentra la generación, la evaluación y la aprobación de aquellos proyectos que permitan abonar en lo correspondiente al tema del agua subterránea, destacando actualmente, el trabajo en conjunto para la generación de un modelo geológico integro, que surge de la necesidad de

Tabla 2. Instituciones que conforman al Grupo 2 “Equilibrio del Acuífero”, coordinado por el Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes.

Dependencias
Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)
Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua (SSMAA)
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Dirección Local de Aguascalientes
Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI)
Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Aguascalientes (CICA)
Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial del Estado de Aguascalientes (SEDRAE)
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Colegio de Biólogos del Estado de Aguascalientes (COBEA)
Asociación Mexicana de Hidráulica (AMH)
Organismos Operadores de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de los Municipios del Estado de Aguascalientes
Distrito de Riego 001, Pabellón, Dirección Local Aguascalientes
Secretaría de Planeación, Participación y Desarrollo (SEPLADE)
Colegio de Ciencias de la Tierra

conjuntar, homologar, correlacionar y actualizar la información con las que cuentan los diferentes especialistas en el ámbito de la Ingeniería Geofísica, Geológica, Civil, Químicos, Biólogos, Hidrogeólogos, Hidrólogos y Peritos Particulares (**Figura 1**).

Métodos

El proyecto para la implementación de las líneas de trabajo en la correlación de especialidades para la generación de un modelo geológico íntegro actualizado para el Estado de Aguascalientes, cuenta con la propuesta del cumplimiento de los 5 escalones básicos para su desarrollo y conclusión:

1. Iniciación: mediante la ejecución del plan de trabajo (**Figura 2**), conjuntar y analizar la información multidisciplinaria existente para que, cada subgrupo comience a homologarla por especialidad.

Durante la primera etapa se contemplan las siguientes actividades:

- Revisión, análisis e ingreso a un Sistema de Información Geográfica de la información geológica, inicialmente de los datos históricos existentes de los cortes litológicos correspondientes a algunas perforaciones de pozos de agua potable ejecutadas en el Estado.
- Correlación de la geofísica (estudios geofísicos y registros eléctricos) con la representación visual del resultado geológico, para comenzar el análisis regional a partir de las caracterizaciones particulares de la información.

Dentro de la programación para continuar con la recopilación e incorporación de la información que retroalimentará al modelo inicial geológico-geofísico, se contemplan las siguientes actividades para la segunda etapa:

- Integrar la información a nivel Estatal de las mediciones piezométricas del periodo de 2018 a 2023 (**Figura 3**), inicialmente de los valores de los niveles estáticos (**Tabla 3**), que fungirán como el indicador principal para conocer la profundidad a la que se encuentra actualmente el agua en los diferentes pozos monitoreados. Esto es esencial para evaluar la disponibilidad de agua subterránea en una ubicación específica.

La importancia de la actualización de los niveles estáticos permitirá obtener información valiosa para generar las estimaciones de la recarga y descarga en los acuíferos presentes en el Estado, con el fin de comprender la dinámica del sistema acuífero y planificar un uso sostenible del agua. De igual manera, su implementación en el modelo posibilitará la planificación y la gestión del recurso hídrico, mejorando las bases para la toma de decisiones en beneficio de garantizar un uso sostenible.

- Incorporar la información de los datos fisicoquímicos y de metales al modelo inicial no solo mejorará su precisión en diversas ubicaciones y condiciones, sino que también facilitará la identificación de patrones y tendencias, que son los aspectos fundamentales en la planificación y gestión del recurso

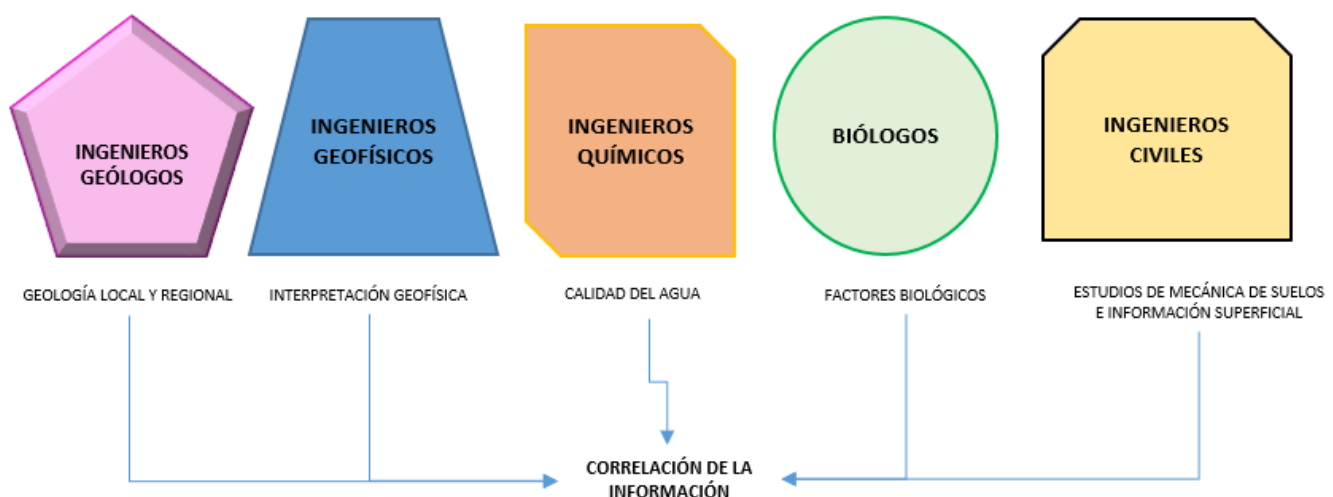


Figura 1. Participación de especialistas que conforman al Grupo 2, INAGUA 2023.

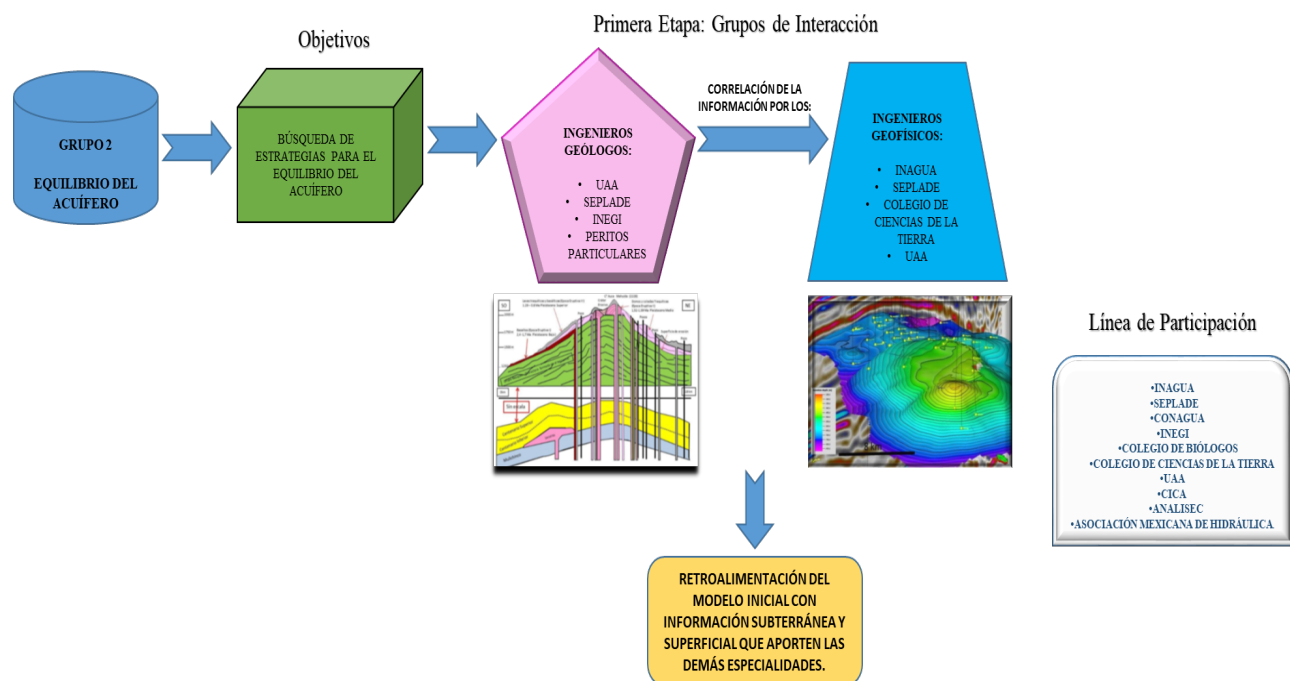


Figura 2. Plan de trabajo de la primera etapa, INAGUA 2023.

hídrico, brindando un apoyo esencial para la toma de decisiones. Este enfoque respalda la implementación efectiva de políticas y prácticas destinadas a mejorar y proteger la calidad del agua, asegurando al mismo tiempo el cumplimiento de regulaciones ambientales y normativas que es el proceso crucial para garantizar la salud pública y fomentar la sostenibilidad ambiental.

- Integrar los datos de agua subterránea históricos por la Dirección Local de la Comisión Nacional del Agua, sede en Aguascalientes, proporcionará varios beneficios como el complementar a identificación de tendencias en el comportamiento del agua subterránea, comprender las variabilidades para su inclusión en los parámetros hidrogeológicos y la promoción de la transparencia al compartir una visión más completa de la evolución de los recursos hídricos subterráneos.
- En lo concerniente a la implementación del Marco Legal en los diferentes proyectos enfocados a la búsqueda de las estrategias necesarias en beneficio al equilibrio del acuífero, la Comisión Nacional del Agua, sede en Aguascalientes, es la Dependencia que apoyará en el análisis de vincular lo operativo y técnico con las Leyes aplicables a respetar, como lo es:

Claridad normativa: permite operar proyectos dentro de los límites legales establecidos y garantiza el cumplimiento de las regulaciones aplicables.

Protección del recurso: enfocado a proteger los recursos hídricos, incluidos los acuíferos. Al asegurar el cumplimiento de estas leyes, se contribuye a preservar y conservar la cantidad y calidad del agua en el acuífero.

Sostenibilidad a largo plazo: esto implica la implementación de prácticas y medidas que no solo abordan las necesidades actuales, sino que también protegen el recurso para las generaciones futuras.

Gestión eficiente: Incluye aspectos como la asignación equitativa de derechos de agua, la prevención de la sobreexplotación del acuífero y la implementación de medidas de conservación.

Coordinación interinstitucional: La participación de la Comisión Nacional del Agua garantiza una coordinación efectiva entre las autoridades locales y nacionales en la implementación de proyectos relacionados con el agua. Esto asegura una aplicación coherente de las leyes y regulaciones en todos los niveles de gobierno.

Transparencia y rendición de cuentas: refiere

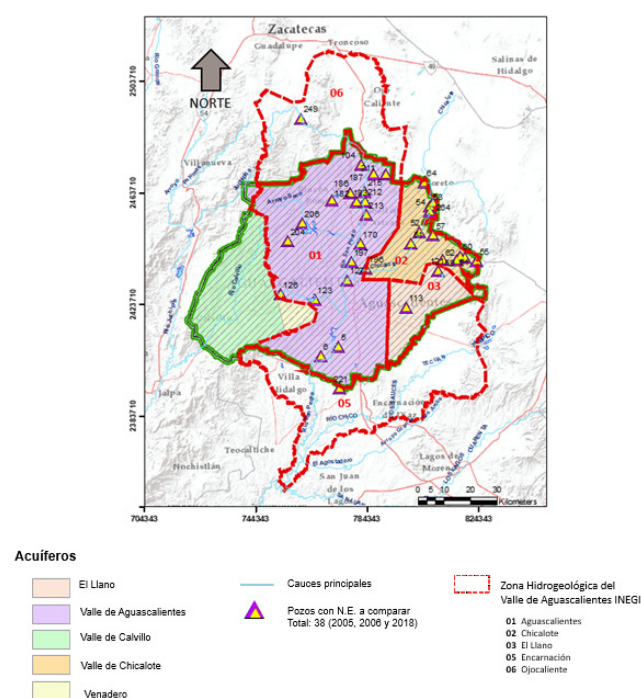


Figura 3. Mapa de la distribución de los pozos de agua potable que conforman a la red de monitoreo de niveles estáticos 2018, Instituto del Agua del Estado (INAGUA).

al cumplimiento de los requisitos legales, la documentación adecuada y la divulgación pública de información relevante relacionada con el manejo del acuífero.

- Generar vínculos académicos mediante convenios de colaboración, iniciando lazos con el Instituto Tecnológico de Aguascalientes (ITA) para incluirlo como miembro activo del Grupo 2 del Comité Interinstitucional de Fallas Grietas Geológicas del Estado de Aguascalientes (CIFGGEA), con el propósito de trabajar en conjunto para lo relacionado a la búsqueda de estrategias que permitan alcanzar un aprovechamiento sustentable del acuífero a través del agua de lluvia, el agua superficial y el agua tratada con una planeación integral a largo plazo (**Figura 4**):

Entre los trabajos generados por la vinculación entre Dependencias destacan:

- La programación para la continuidad en los proyectos que lidera el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) correspondientes a la caracterización de zonas permeables, que contribuirá al conocimiento de la geología superficial y a la clasificación de las zonas apropiadas para ser consideradas

Pozo	Municipio	ID	AÑO 2018
El Niagara	Ags	5	48.50
San Pedro Cieneguillas	Ags	6	68.63
El Tule	Asientos	51	56.10
San José del Río	Asientos	52	66.19
San Gil	Asientos	53	94.25
Cienega Grande	Asientos	54	88.94
El Salitre, Los Campos	Asientos	55	38.64
San Rafael de Ocampo	Asientos	57	131.71
Tanque de Guadalupe	Asientos	59	105.47
Las Adjuntas	Asientos	60	46.50
Ojo de Agua	Asientos	61	25.02
La Esperanza	Asientos	62	96.40
Norias del Borrego	Asientos	64	118.87
Refugio De Providencia	Cosío	104	122.10
Sandoval	El Llano	113	149.63
La Luz	El Llano	121	133.65
La Tomatina	Jesús María	123	95.35
Milpillal de Arriba	Jesús María	126	161.10
Paso Blanco	Jesús María	127	155.00
Las Animas	Pabellón de Arteaga	170	126.24
Ejido Morelos R. R	Rincón de Romos	182	97.30
Estacion Rincon	Rincón de Romos	183	104.88
El Saucillo	Rincón de Romos	186	112.98
Valle de las Delicias	Rincón de Romos	187	110.60
La Boquilla	Rincón de Romos	191	50.50
El Chicalote	Sn Fco. de los Romo	196	130.20
La Concepcion	Sn Fco. de los Romo	197	118.00
Potrero de los Lopez	San Jose de Gracia	204	99.50
San Antonio de los Rios	San Jose de Gracia	206	16.98
Mesillas	Tepezalá	211	124.62
San Antonio Tepezala	Tepezalá	212	87.24
Carboneras	Tepezalá	213	117.52
Alamitos	Tepezalá	215	93.07
San Marcos del Río	Encarnación de Díaz	221	63.32
Paso de Mendez	Genaro Codina	249	104.04
Crisostomos	Loreto	264	91.50
La Concepcion	Ojo Caliente	281	82.93
Berriozabal. Zac	Ojo Caliente	284	120.10

Tabla 3. Datos de los niveles estáticos adquiridos en el año 2018 de los pozos de agua potable que conforman a la red de monitoreo piezométrico visualizados en la Figura 3.

como puntos de recarga a nivel Estatal.

- Apoyo por parte de la Universidad Autónoma de Aguascalientes para el préstamo del equipo necesario a utilizar para la ejecución de estudios geofísicos en zonas consideradas a analizar e interpretar su comportamiento subterráneo, particularmente de los sitios con los que no se cuenta con información de ninguna índole.
- Iniciar la colaboración con el Grupo 1 “Estudios



Figura 4. Líneas de trabajo: vínculo Institucional entre el Instituto del Agua del Estado (INAGUA) e Instituto Tecnológico de Aguascalientes (ITA) 2023 en beneficio de la sociedad.

Técnicos” para analizar la correlación entre el déficit de agua subterránea y la presencia de problemas como agrietamiento y subsidencia en el Estado de Aguascalientes.

Para la tercera etapa, que englobará específicamente la integración de la información superficial y su impacto con los factores subterráneos, se considera lo siguiente:

- La información aportada por los representantes del Colegio de Biólogos posibilitará la incorporación de factores superficiales al modelo geológico. Entre estos factores se incluyen la edafología, el tipo de suelo, la vegetación, los escurrimientos superficiales, los cauces principales, entre otros, y serán los biólogos quienes determinarán las ponderaciones de cada uno de estos factores, asegurando así una caracterización precisa e integración efectiva en el modelo resultante durante la segunda etapa.
- La colaboración de los Ingenieros Civiles en los estudios de mecánica de suelos, se centra especialmente en compartir sus interpretaciones para caracterizar los sitios que se identificarán como susceptibles debido a su proximidad a fallas geológicas activas. Esto posibilitará la correlación de dicha

información con el área geológica y geofísica correspondiente.

- La participación de la Asociación Mexicana de Hidráulica como miembro activo en compartir el conocimiento de la ciencia y la técnica al servicio del sector agua, siendo su eslogan el cohesionar a todas las disciplinas relacionadas con la divulgación y la gestión de los recursos hídricos, así mismo, se integrarán los datos superficiales con los que sus representantes abonen al proyecto.

Para la cuarta etapa, que será enfocado a la difusión de los resultados que constantemente se obtengan, se planea realizar:

- Sesiones informativas facilitadas por el Colegio de Ciencias de la Tierra, donde se presentarán discusiones sobre la información para fomentar la retroalimentación continua y la mejora constante del modelo resultante.
- Participación activa en congresos, sesiones y talleres a nivel nacional para presentar los proyectos y los avances relacionados con el sector del agua.

Se enfatiza que el modelo integral estará sujeto a modificaciones con el fin de mejorar y actualizar su desempeño. Esto facilitará la continuación del

análisis del estudio sobre el origen de las fallas y fracturas geológicas en el Estado, que constituye la razón de ser del CIFGGEA.

2. Planificación: establecimiento de un calendario (**Figura 5**) para la programación de actividades que llevarán a cabo los diversos representantes de las dependencias gubernamentales y particulares en relación con el agua subterránea. Estas actividades incluirán el análisis y revisión de información, talleres multidisciplinarios tanto en gabinete como en recorridos de campo, entre otros.
3. Ejecución: Iniciamos las actividades correspondientes a la primera fase del proyecto, que implica recopilar la información geológica, digitalizarla y comenzar con el análisis visual a cargo de especialistas en el campo de la Geología.
4. Desarrollo: A través de trabajos grupales que incluyen análisis, depuración, actualización y correlación de información mediante las tecnologías disponibles en diversas dependencias, se planificará la ejecución de talleres y visitas de campo para actualizar la información geológica. El objetivo es fortalecer la retroalimentación de las metodologías utilizadas por los especialistas, utilizando las reuniones grupales como sesiones para compartir los avances obtenidos durante las acciones realizadas.

5. Conclusión: Examinar la ejecución de las actividades propuestas y evaluar su viabilidad en la evolución del modelo geológico actualizado. El propósito es someterlo a una validación oficial ante el CIFGGEA, con el objetivo de establecerlo como pilar esencial para la planificación y ejecución de proyectos a cargo de distintas dependencias e instituciones gubernamentales o privadas en el Estado de Aguascalientes.

Resultados

Correspondiente a los avances de la primera etapa del proyecto del Grupo 2, el Dr. Jesús Pacheco Martínez, Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Coordinador del Grupo 1 “Estudios Técnicos” del CIFGGEA, colaboró en proporcionar información geofísica de gran importancia correspondiente a la visualización de los mapas 2D del resultado del procesamiento de datos gravimétricos que generó mediante su análisis correspondientes al año 2010 (**Figura 6**), así mismo, compartió una representación en 3D, información con la cual se dará inicio la correlación entre las disciplinas iniciales: la geología con la geofísica.

Por parte del Instituto del Agua del Estado, se compartió un compendio de información subterránea y superficial (**Tabla 4**) que ha sido descargada del portal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2002), la cual fue organizada y proporcionada para comenzar con el análisis de la misma por parte de los especialistas y con ello, fomentar la distribución del material que sirva al grupo de trabajo.

Actualmente, se trabaja en conjunto los Ingenieros Geólogos y con los Ingenieros Geofísicos en la digitalización, organización y la clasificación de la información litológica recopilada de las diferentes perforaciones de pozos de agua potable que se realizaron en el Estado, para su ingreso en un Sistema de Información Geográfica que permite su análisis y procesamiento en la obtención de una representación visual que permita la constante integración de la información correspondiente a las demás disciplinas que conformarán al modelo integral.



Figura 5. Calendario propuesto para las reuniones del CIFGGEA, SEPLADE 2023.

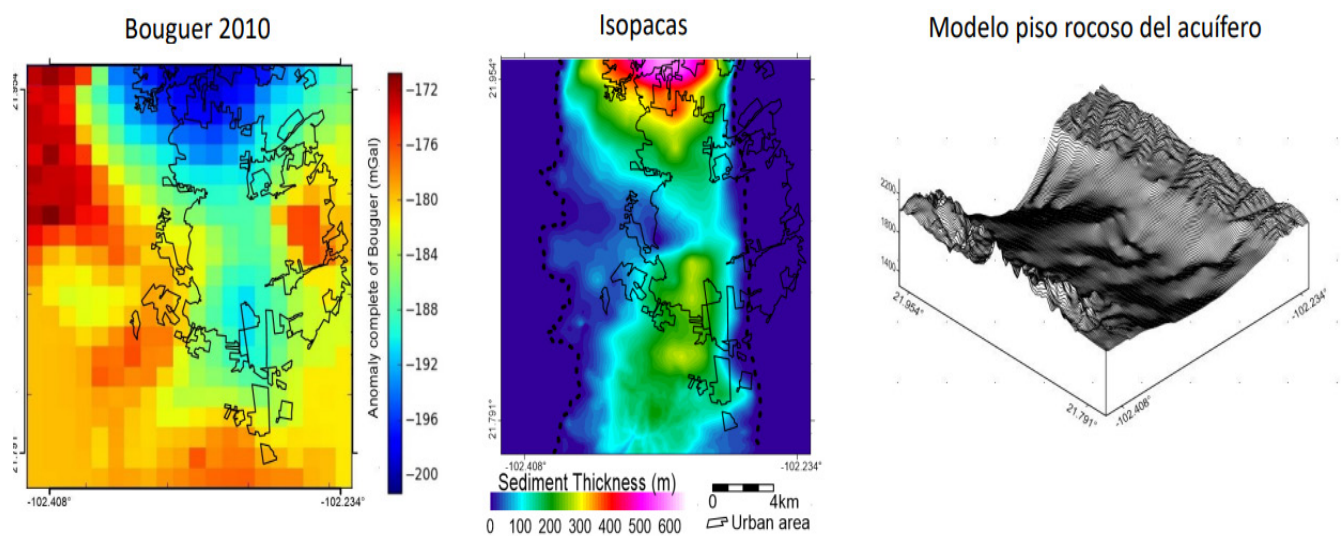


Figura 6. Resultados del procesamiento de datos gravimétricos: mapa de Bouguer, mapa de isopacas y representación 3D de la estimación del piso rocoso del acuífero granular del Valle de Aguascalientes (Pacheco-Martínez *et al.*, 2013).

Información
Geología
Geomorfología
División Municipal
Cuerpos de Agua
Edafología
Uso de suelo y vegetación

Tabla 4. Compendio de información geológica superficial, INEGI 2002, <https://www.inegi.org.mx/temas>.

Discusión

La problemática hídrica que se manifiesta en el Estado de Aguascalientes constituye un desafío de relevancia no solo a nivel local, sino también a escala nacional e internacional, encontrando paralelismos en diversas regiones alrededor del mundo. Es crucial reconocer que esta problemática no es exclusiva de Aguascalientes, sino que es un fenómeno global que requiere atención y acción coordinada. Entre las situaciones análogas que se identificaron en algunos artículos publicados de otros países, destacan los siguientes:

- Descenso del nivel del agua, hundimiento del terreno y compactación específica cerca de Apache Junction, Arizona Centro-Sur (Carpenter, 1987).
- Subsistencia del terreno por bombeo de aguas

subterráneas (Leake, 2016).

- Vinculación de la calidad y la cantidad de las aguas subterráneas: Una evaluación de las anomalías de almacenamiento de aguas subterráneas por satélite de GRACE frente a las mediciones de contaminantes en el suelo en California (Rezaie Boroon y Fisher, 2012).
- Investigación de hidrogeología, hundimiento del terreno y fisuras terrestres, Base Luke de las Fuerzas Aéreas, Arizona (Schumann y O'Day, 1995).
- Información sobre riesgos geológicos en los planes generales: problemas y recomendaciones (Smith 1985).

La actual participación activa de los miembros que conforman al CIFGGEA, ha generado el impulso requerido para el comienzo del análisis de viabilidad de los proyectos en beneficio de la sociedad ante la necesidad latente del recurso hídrico en el Estado. La incursión de las diferentes disciplinas para la correlación de la información, el análisis de la misma, la homologación de los criterios en las interpretaciones de los trabajos de gabinete junto con los de campo, ha permitido enfocar el objetivo de los especialistas en los diferentes temas superficiales y subterráneos a abordar: el coadyuvar con base en sus conocimientos, en las propuestas de los proyectos que permitan solucionar y abordar de una forma más completa y

con mejores bases, la problemática actual en el que estamos inmersos en los temas de sobreexplotación del agua subterránea. Al ser los servidores públicos la gran mayoría de los miembros que conforman al CIFGGEA, el desafío principal a enfrentar es la falta de recurso financiero que permita la adquisición del equipo especializado necesario para que se realicen los diferentes estudios: geofísicos, calidad del agua, hidrogeológicos, entre otros, los cuales completarían la obtención de información referente a conocer el comportamiento subterráneo actual de las áreas de importancia a considerar.

El trabajo alcanzado es el resultado de la colaboración, participación y apoyo que han proporcionado las diferentes Dependencias y Peritos Particulares, con el préstamo de los equipos, instrumentos especializados, materiales de investigación y proyectos de manera individual que se han realizado en el Estado pero que actualmente se están compilando y están enfocados a un mismo fin: el beneficio a la sociedad de Aguascalientes.

Conclusiones

La obtención, la implementación, la validación y la difusión del modelo geológico integral, permitirá disminuir la incógnita del conocimiento que se tiene a nivel subterráneo, lo que posibilitará el complementar la información actualmente existente con la homologación y correlación de la misma, esto habilitará una mejora en la toma de decisiones de los diferentes proyectos que las Dependencias Estatales requieren ejecutar, con el principal objetivo de proporcionar la información necesaria para que cuenten con los fundamentos y realizar los análisis necesarios para salvaguardar la seguridad de los habitantes del Estado.

Agradecimientos

Al Instituto del Agua del Estado, representado por el Ing. Arq. Humberto Cruz Hernández, Director de Operación y Mantenimiento, y al Ing. Luis Fernando Méndez de Birón Valdepeña, Jefe del Departamento de Perforación de Pozos e Hidrogeología, por su colaboración invaluable. Su disposición para facilitar la interacción entre diferentes dependencias demuestra un compromiso genuino con el progreso y el bienestar de la sociedad de Aguascalientes, esta colaboración no solo permitirá la implementación

eficaz de proyectos destinados a abordar desafíos en el sector hídrico, sino que también fomentará la difusión de conocimientos y experiencias a través del intercambio con el Grupo 2 “Equilibrio del Acuífero”. La retroalimentación proporcionada por expertos adicionales enriquecerá significativamente la planificación y ejecución de futuros proyectos, al considerar aspectos que podrían no haber sido contemplados inicialmente. Este es un paso crucial hacia la mejora continua y la eficacia en la gestión de los recursos hídricos en nuestro Estado.

A la Secretaría de Planeación, Participación y Desarrollo que coordina al CIFGGEA a través de su Departamento de Fallas y Grietas Geológicas, expresamos nuestro más sincero reconocimiento específicamente, queremos destacar el liderazgo del Ingeniero Erick Iván Acevedo Cerón y su equipo de trabajo, su iniciativa de fomentar la participación activa de diversas Dependencias y Peritos Particulares merece especial reconocimiento. Gracias a este esfuerzo, se ha logrado una valiosa aportación de información, conocimiento y equipamiento de investigación. Este intercambio ha sido fundamental para el progreso alcanzado hasta el momento, tanto en el ámbito del monitoreo como en el desarrollo de proyectos que redundan en beneficio directo de la sociedad del Estado.

Expresamos nuestro más profundo reconocimiento al Ingeniero Francisco Javier Aguilar Valdéz, Perito Particular, cuyo compromiso ha sido fundamental para promover el adecuado entendimiento de la relevancia de la Ingeniería Geofísica en diversos sectores y proyectos a nivel nacional. Valoramos enormemente el privilegio de contar con sus conocimientos y experiencia, los cuales han contribuido de manera significativa al avance que hemos alcanzado. Su dedicación y disposición para compartir su experiencia han sido de inestimable valor. Gracias a su colaboración, hemos logrado obtener un conocimiento más profundo y preciso del entorno subterráneo en nuestro Estado, es indudable que, sin su ayuda, no habríamos podido avanzar tanto en el entendimiento de las complejidades geológicas y ambientales que enfrentamos, su compromiso ejemplifica el poder transformador que tiene la cooperación entre profesionales comprometidos, su contribución ha sido un pilar fundamental para el progreso alcanzado hasta la fecha y representa un modelo inspirador para futuras colaboraciones interinstitucionales.

Al Dr. Jesús Pacheco Martínez, Profesor Inves-

tigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes por su disponibilidad, información y el compartir su conocimiento en beneficio del desarrollo del Proyecto en cuestión. Su compromiso y disponibilidad al brindar información valiosa y orientación experta ha sido fundamental para impulsar el avance y la calidad del proyecto. Su compromiso con el progreso académico y científico, así como su dedicación en el área de la investigación han sido importantes.

Referencias

- Carpenter MC (1987) Water-level declines, land subsidence, and specific compaction near Apache Junction, south-central Arizona. Water-Resources Investigations Report. Geological Survey, U. S. doi:10.3133/wri864071
- Leake SA (2016) Land Subsidence from Ground-Water Pumping. 9 edn. Geological Survey, U.S. <https://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/anthropogenic/subside/>
- Pacheco-Martínez J, Hernandez-Marín M, Burbey TJ, González-Cervantes N, Ortiz-Lozano JA, Zermeno-De-Leon ME, Solís-Pinto A (2013) Land subsidence and ground failure associated to groundwater exploitation in the Aguascalientes Valley, México. *Engineering Geology* 164:172-186. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2013.06.015>
- Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes (2022) Código Urbano para el Estado de Aguascalientes, Edición Extraordinaria del Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Tomo XXIII, Núm. 70 del Decreto Número 251, Capítulo IV "Organismo y Órganos de Deliberación y Auxiliares, en su Sección Cuarta, Comité Interinstitucional de Fallas y Grietas Geológicas en el Estado. <https://eservicios2.aguascalientes.gob.mx/PeriodicoOficial/web/viewer.html?file=../Archivos/9542.pdf>
- Rezaie Boroon M, Fisher J (2012) Linking Groundwater Quality and Quantity: An Assessment of Satellite-Based Groundwater Storage Anomalies from GRACE against Ground Measurements of Contaminants in California. *Journal of Environmental Science and Engineering B* 1:1271-1284
- Schumann HH, O'Day CM (1995) Investigation of hydrogeology, land subsidence, and earth-fissures, Luke Air Force Base, Arizona. Geological Survey Administrative Report, U.S.
- Smith TC (1985) Geohazards information in general plans: problems and recommendations. Master's thesis, Consortium of the California State University and Colleges, Unpublished