

INFRAESTRUCTURA VERDE PARA **AMBOS NOGALES**

Documento técnico

JÓVENES, LLUVIA Y VULNERABILIDAD EN AMBOS NOGALES

Versión 0.0



Con el apoyo de



Agosto 31, 2021



TAA20-004

Jóvenes, Lluvia y Vulnerabilidad en Ambos Nogales

Reporte elaborado por:

Dra. Hilda García Pérez
Dr. Francisco Lara Valencia

Como parte del proyecto:

TAA20-004
SUSTAINABLE STRATEGIES FOR STORMWATER AND CSOs CONTROL IN AMBOS NOGALES

Coordinado por:

Dr. Francisco Lara-Valencia
School of Transborder Studies
Arizona State University

En colaboración con:

Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Nogales
United States Geological Survey
University of Arizona
University of Arkansas
El Colegio de la Frontera Norte
Seed/Semillas Youth Group

Con la asistencia financiera de:

Programa México-Estados Unidos Frontera 2020

y el apoyo de:

Environmental Protección Agency
Banco de Desarrollo de América del Norte
Arizona Department of Environmental Quality

Agosto 31, 2021
Ambos Nogales



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
AMBOS NOGALES: CIUDAD DE ARROYOS Y CAÑADAS	3
LLUVIA, RIESGOS URBANOS Y VULNERABILIDAD SOCIAL	6
Los y las jóvenes de ambos nogales: vulnerables e invisibles	7
REVELANDO LA EXPERIENCIA DE LOS Y LAS JOVENES CON LA LLUVIA	9
Las voces jóvenes de Ambos Nogales	9
YO, MI CIUDAD Y LA LUVIA: IMÁGENES Y PALABRAS DE LA GENTE JOVEN	12
Nubes de palabras	12
Imágenes de la lluvia	14
MISMA CUENCA, DOS CIUDADES	17
El disfrute de la lluvia	21
Riesgos para la vida	24
Riesgos para salud	27
La escuela	28
Beneficios ecológicos	30
Los sentidos y la creatividad	31
CONCLUSIONES	38
AGRADECIMIENTOS	41
CREDITOS INSTITUCIONALES	42
ANEXO	43
REFERENCIAS	44

INTRODUCCIÓN

Para las personas jóvenes de Nogales, Sonora y Nogales, Arizona (Ambos Nogales), la lluvia es un símbolo de vida, fuente de disfrute y creatividad, pero también de riesgos. Para este grupo social, la lluvia contribuye a que los árboles y otras plantas crezcan en cerros y cañadas, en jardines particulares y en parques públicos, contribuyendo con esto, a renovar la naturaleza. La lluvia también limpia el aire de impurezas, y en algunos barrios suministra agua a las familias, que la cosechan para atender necesidades esenciales. El sonido del agua golpeando techos y ventanas, el olor a tierra mojada, los colores del arcoíris y el cosquilleo de las chispitas de agua surcando su cara, estimula los sentidos de los jóvenes invitándolos a la relajación y a la creatividad. Para muchos jóvenes de Ambos Nogales los días lluviosos son una oportunidad para leer, jugar, dibujar y relajarse dentro y fuera de sus casas. Cuando los jóvenes no experimentan la lluvia como una fuerza disruptiva y de riesgo, ésta les ofrece la oportunidad para salir a caminar o chapotear en el agua que fluye por las calles.

Este reporte examina la experiencia de los adolescentes de Ambos Nogales con las lluvias cíclicas de verano e invierno. El objetivo de este reporte es describir cómo este grupo tan importante de la población fronteriza interactúa con la lluvia y cómo esta experiencia deriva en situaciones que afectan positivamente y negativamente su calidad de vida y desarrollo individual. También se busca identificar los valores y conductas de la población adolescente respecto a la lluvia, y el potencial de incluir a los y las jóvenes en la formulación de estrategias de educación ambiental y promoción de prácticas de infraestructura verde en Ambos Nogales.

Los jóvenes no solo son un grupo muy importante de la población de Ambos Nogales, sino que mantienen una relación crítica con su presente y futuro. La gente joven son los usuarios más activos de los recursos y espacios públicos de la ciudad, ya que interactúan cotidianamente con calles, parques, y el transporte público. Su vida diaria está llena de rutinas que conectan casa, escuela, parque, vecindario, y frecuentemente lugares de trabajo. Estas rutinas usualmente involucran caminar por los senderos, calles, y avenidas de la ciudad, exponiéndolos de manera directa e intensa con sus espacios y recursos. La forma peculiar como los y las jóvenes interactúan con la ciudad les da una perspectiva de sus problemas y posibilidades que no es compartida por otros grupos de la población. En el futuro, los jóvenes de ahora serán los dueños de casas, los propietarios de negocios, los trabajadores, los líderes, y los padres de familia que habitaran la ciudad y tomaran decisiones que tendrán un efecto en la relación entre el entorno construido y el natural. La forma y la dirección que tome esta relación afectará de manera directa las posibilidades de ambas ciudades de desarrollar una relación armoniosa y sinérgica - de beneficio mutuo - con las lluvias de verano y de invierno, y otros procesos naturales que ocurren dentro de su geografía. En la persona de los jóvenes, el presente y el futuro de Ambos Nogales se entrelazan, por lo que el entendimiento de las percepciones y



necesidades de los jóvenes brinda la oportunidad de ir construyendo desde ahora los cimientos y progresivamente los muros de una ciudad mejor.

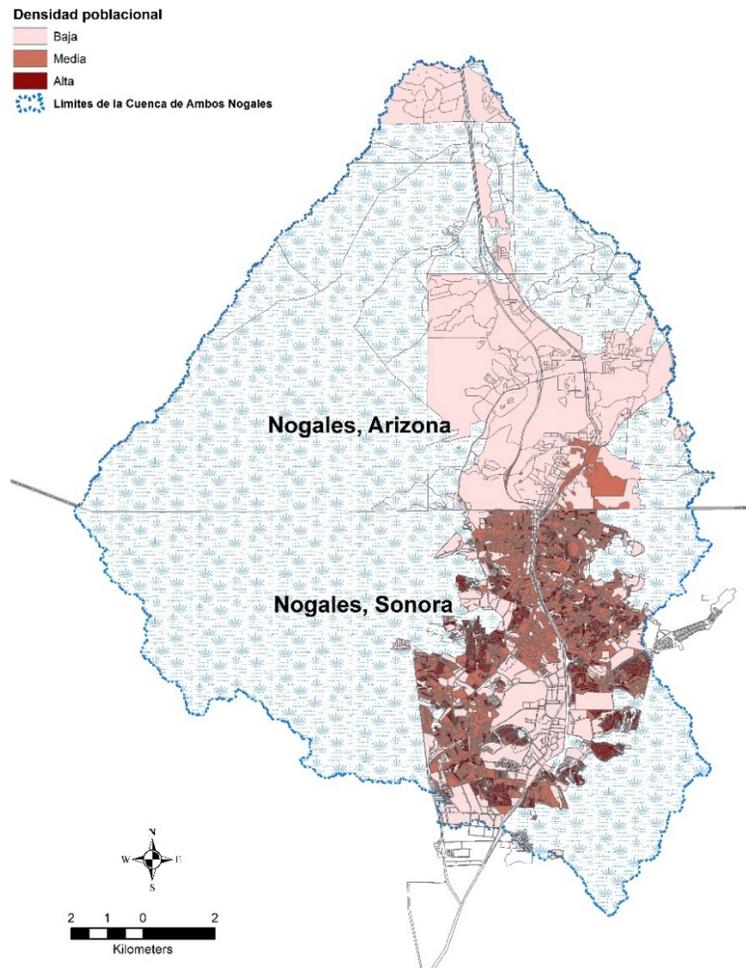
Este estudio usó técnicas y estrategias de investigación cualitativas para la recolección de información y su análisis. La investigación se enfocó en estudiantes de educación media básica (secundaria y *middle school*) registrados en el sistema escolar de Nogales, Sonora y Nogales, Arizona en los ciclos educativos de 2020 y 2021. Los estudiantes participantes en el estudio tenían entre 11 y 14 años de edad.

El reporte está organizado en cuatro secciones. La primera contextualiza el estudio describiendo los aspectos naturales del ciclo hidrológico y del funcionamiento de la cuenca de Ambos Nogales y sus interacciones con la ciudad en los dos lados de la frontera. La segunda describe la técnica de licitación utilizada para obtener información sobre la experiencia y percepciones de Ambos Nogales sobre la lluvia. La tercera sección examina las percepciones e ideas de los y las jóvenes sobre la lluvia en relación con los efectos que tiene sobre su vida cotidiana y su habilidad para interactuar con los recursos y servicios que les ofrece la ciudad. El énfasis es puesto en el análisis de las experiencias positivas y negativas de los y las jóvenes con la lluvia en su ciudad y su percepción sobre los beneficios individuales y colectivos resultantes de los distintos servicios ecológicos producidos localmente por el monzón y las lluvias de invierno. La última sección evalúa los principales hallazgos del estudio de manera comparativa y transfronteriza con el propósito de perfilar líneas de acciones que pueden contribuir al manejo integral y sustentable del agua de lluvia, y en particular, la aceptación de los principios y prácticas de infraestructura verde urbana.

AMBOS NOGALES: CIUDAD DE ARROYOS Y CAÑADAS

Las ciudades de Nogales, Sonora y Nogales, Arizona (Ambos Nogales) están localizadas dentro del desierto alto de Sonora, un ecosistema poblado de pastizales extensos interrumpidos por bosques de encinos, mezquites y matorrales típicos del altiplano mexicano (Norman and Wallace 2008). Esta región se caracteriza por la presencia de numerosas cadenas montañosas de baja altitud, pero escarpadas y separadas por valles aluviales profundos y estrechos. Uno de los elementos geológicos más prominentes de la zona es la cuenca formada por el Arroyo Los Nogales.

Figura 1: Límites de la cuenca y área urbanizada de Ambos Nogales

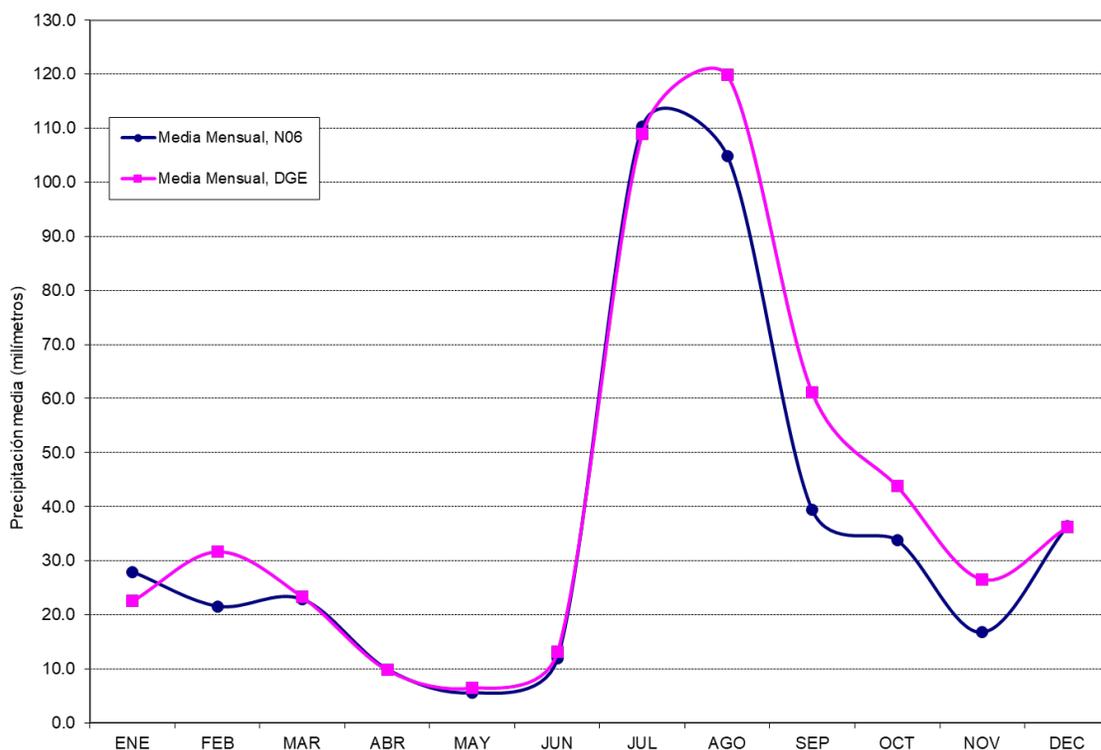


Fuente: *Sustainable Strategies for Stormwater and CSOs Control in Ambos Nogales*

El Arroyo Los Nogales es el principal canal de drenaje de la cuenca de 243 kilómetros cuadrados compartida casi en parte iguales por los dos países (Norman et al. 2010). En la sección mexicana, la cuenca recibe afluentes del Arroyo Chimeneas, Arroyo Canoas, Cañada Celaya, Arroyo Buenos Aires y Arroyo Capulines. La parte más baja del valle es aproximadamente 0.75 kilómetros de amplitud. Al norte de la frontera, los principales tributarios de la cuenca son el Trickey Wash, Mariposa Wash, y Potrero Creek. El arroyo Los Nogales fluye a través de la frontera conducido por un canal embovedado que se abre al cielo 1.5 kilómetros después de cruzar el límite internacional. El arroyo Los Nogales mantiene un flujo constante de aproximadamente 0.05-0.08 metros cúbicos por segundo, principalmente constituido de derrames fugitivos de aguas negras (Huth and Tinney 2008), y eventualmente se conecta con el Río Santa Cruz al norte de la ciudad de Nogales, Arizona.

La mancha urbana de Ambos Nogales esta casi completamente dentro de los límites de la cuenca formada por el Arroyo Los Nogales y sus tributarios.

Gráfica 1: Precipitación media mensual en Ambos Nogales



Fuente: NOAA, Western Regional Climate Center y Servicio Meteorológico Nacional

La elevación dentro de la cuenca oscila entre 1,700 metros sobre el nivel del mar (MSNM) en las subcuencas de Potrero Creek, Mariposa Wash y el Arroyo Chimeneas al oeste de Ambos Nogales, 1,250 MSNM en la proximidad del cruce fronterizo principal, y los 1,100 MSNM en el límite norte de la cuenca en Arizona. Debido a la mayor altitud de la sección mexicana de la cuenca, las aguas de tormenta escurren naturalmente de norte a sur hacia Nogales, Arizona.

Como se puede observar en la gráfica 1, la precipitación media mensual en la cuenca oscila entre 6 mm en el mes de mayo hasta aproximadamente 115 mm en el mes de julio. La mayor parte de la precipitación se genera como resultado de las tormentas tropicales características de la costa oeste de México y que suelen producir precipitación local intensa durante el verano. Cerca del 60% de la precipitación media anual ocurre dentro de los meses del monzón, esto es durante los meses de julio, agosto y septiembre. Durante el invierno también se registran tormentas que producen una proporción significativa de la precipitación en la zona. Los meses más secos del año suelen ser abril y mayo.

Debido a la topografía accidentada y pendientes pronunciadas las tormentas que afectan la zona durante el verano y el invierno están asociadas con inundaciones severas al producir volúmenes muy grandes de agua que llegan a las zonas bajas con gran rapidez. Este fenómeno es amplificado por la urbanización acelerada de la cuenca a partir de los años sesenta. El cambio hidrológico más obvio en la cuenca causado por la urbanización es la sustitución de conductos naturales por canales de concreto, incluidas las calles y avenidas construidas sobre lechos de arroyos. La rapidez del proceso de urbanización en Nogales, Sonora ha destruido la cubierta vegetal y sellado el suelo, recubriéndolo con superficies impermeables hechas de concreto y asfalto. Actualmente, las áreas urbanizadas de Ambos Nogales cubren el 28% de la superficie de la cuenca, es decir 69 km² (Norman et al. 2010). Esto ha reducido la capacidad de la cuenca para infiltrar las aguas de lluvia y ha contribuido a la acumulación de escorrentías en la superficie, lo que a su vez incrementa considerablemente el riesgo de inundación. Con un valle angosto, altamente urbanizado en la parte baja y una capacidad de drenaje e infiltración insuficiente, el potencial de inundaciones es una amenaza constante para Nogales, Sonora y Nogales, Arizona.

LLUVIA, RIESGOS URBANOS Y VULNERABILIDAD SOCIAL

Ambos Nogales es una conurbación fronteriza que tiene una larga historia de inundaciones y desastres. La Comisión de Internacional de Límites y Agua (CILA) reporta que inundaciones severas afectaron a la ciudad en 1905, 1909, 1914, 1915, 1926 y 1930 y que estos eventos fueron la justificación para la construcción del sistema de control de inundaciones que existe actualmente en la ciudad de Nogales, Sonora (NOAA 2021). Estos eventos ocurrieron cuando la ciudad era un asentamiento pequeño todavía contenida por los límites del fundo legal, y sin embargo causaron muertes en México y los Estados Unidos, además de producir cuantiosos daños materiales. Las inundaciones y sus efectos solo se han agravado con el crecimiento de la ciudad y de su población y economía. Un ejemplo de esto es el evento de 1994 que resultó en pérdidas millonarias en ambos lados de la frontera, incluyendo pérdidas humanas, daños a la vivienda, daños a la infraestructura urbana, y a la planta internacional de tratamiento de aguas negras en Río Rico, Arizona. La magnitud del evento de 1994 fue descrita oficialmente como “lluvias muy fuertes que registraron 86.6 mm (3.40 pulgadas) en un periodo de 4 horas, causando el rebosamiento de arroyos y provocando la muerte de una mujer de Nogales, Sonora y sus dos hijas, cuyos cuerpos fueron arrastrados y recuperados aguas abajo en Nogales, Arizona (NOAA 2021). Eventos de magnitud comparable se han registrado en 1997, 2004 y 2007, 2008, 2010, 2014, 2017, 2018, y 2021 dejando una estela de muertes, daños y disrupción que reflejan la magnitud de los retos que enfrenta sobre todo Nogales, Sonora para manejar adecuadamente las aguas de tormentas (NOAA 2021).

Miles de personas viven y trabajan dentro de la zona de inundación en las partes bajas de la cuenca de Ambos Nogales. Una gran cantidad de estructuras comerciales que dan servicio a la población local y a un gran número de visitantes se ubican en el centro de negocios y de comercio de ambas ciudades, que están ubicados en la zona de inundación y por lo tanto están expuestos a gran riesgo. La interrupción del tráfico vehicular y peatonal es muy frecuente durante la época de lluvias. Los edificios públicos y privados en el centro de ambas ciudades están en su mayoría contruidos al nivel de calle o apenas por encima de él. El agua acumulada en las partes bajas entra fácilmente a las estructuras adyacentes a la calle, causando daño a los edificios y a su contenido, y ponen en riesgo la salud y la integridad de las personas que los habitan y trabajan en ellos.

Los flujos pluviales de alto volumen y velocidad provocados por las tormentas y la urbanización causan erosión de sedimentos aluviales y de suelos perturbados que penetran la red de alcantarillado para la conducción de aguas residuales, produciendo afloramientos y el escurrimiento de flujos de aguas negras combinadas con aguas de lluvia por las calles de Nogales, Sonora. Estos escurrimientos no solo contienen materia fecal y otros desechos humanos, sino también sustancias tóxicas emitidas por la industria local, los comercios, los hogares, y la combustión vehicular (SCC 2017, ADEQ 2019). Estos flujos son, por lo tanto, un

mecanismo para la dispersión y el transporte dentro de la cuenca de patógenos, solventes, combustibles, toxinas y otros vectores biológicos y químicos con efectos negativos potenciales sobre la salud humana, los ecosistemas, y los recursos hídricos de la región (Nie et al. 2010, Varady et al. 2000, SCC 2017). Debido a la topografía de la cuenca, los escurrimientos de aguas de tormenta —cargados de drenaje sanitario, químicos, sedimentos y basura— se desplazan hacia las partes bajas al otro lado de la frontera causando inundaciones, trastornos urbanos, riesgos para la salud y daños a la infraestructura de Nogales, Arizona.

Las secuelas de estos eventos sobre la ciudad y sus habitantes son también significativas: calles intransitables por la acumulación de sedimentos y residuos, daños a la infraestructura urbana, escurrimientos de aguas negras, malos olores, y un sentido de urgencia por retornar a la normalidad que usualmente se contrapone a los recursos limitados que tiene la ciudad para absorber y recuperarse del daño causado por la tormenta:

El resultado final son dos comunidades fronterizas amenazadas constantemente por la enfermedad y la muerte, la disrupción económica, la destrucción de infraestructura pública, la contaminación de recursos hidráulicos, y el deterioro de la calidad de vida. Los costos sociales, directos e indirectos, de la falta de control y manejo ambientalmente sensible de las aguas de tormenta son cuantiosos para ambos lados de la frontera, pero particularmente para Nogales, Sonora (ADEQ/CEA 2016, SCC 2017, IMIP 2017).

Los y las jóvenes de Ambos Nogales: vulnerables e invisibles

Las lluvias no afectan a todos los grupos sociales por igual, reforzando inequidades que intensifican la vulnerabilidad de ciertos segmentos de la población. Uno de esos grupos son los niños y jóvenes de Nogales. Las lluvias tienen un efecto directo en la movilidad de niños y jóvenes, particularmente de aquellos que están social y geográficamente marginados. Por otra parte, el carácter repentino de las tormentas, la profundidad y velocidad de los escurrimientos, aunado a los objetos que arrastran, incrementa el riesgo de que los adolescentes sufran algún accidente o enfrenten situaciones que ponen en peligro su vida. A este respecto, algunos estudios realizados en otras latitudes sugieren que los jóvenes y adultos jóvenes del sexo masculino son los grupos con mayor propensión a adoptar conductas riesgosas ante inundaciones repentinas. Por ejemplo, Franklin y colegas (2014) muestran que la mayoría de las defunciones asociadas a inundaciones se debe a que individuos “inexpertos” intentaron atravesar algún camino inundado usando un vehículo o caminando. Este tipo de conductas individuales contribuyen a un número significativo de muertes en Australia, por lo que los autores enfatizan en la importancia de documentar los factores que influyen que ciertos segmentos de la población enfrenten más riesgos durante una inundación o incurran en conductas riesgosas.

Por otra parte, la presencia de eventos hidrometeorológicos recurrentes pueden impactar negativamente la educación de los niños, particularmente en países en desarrollo (Randell and Gray 2019, Samsel and Nadworny 2017). Las inundaciones impactan el proceso enseñanza-aprendizaje ya que produce suspensión de clases, afecta la infraestructura de las escuelas y tiene efectos adversos en las viviendas de profesores y estudiantes (Ardales Jr et al. 2016). Datos de un estudio en Filipinas, indican que el efecto de las inundaciones en viviendas y escuelas afectan el tiempo escolar destinado a cubrir los contenidos temáticos, tiene un impacto en el nivel de concentración y motivación de los estudiantes, y afecta la preparación de clases por parte del personal docente.

Por otra parte, algunos estudios reportan una asociación entre la presencia de precipitaciones torrenciales y el aumento en el número de visitas a los servicios de emergencia hospitalaria en busca de atención a problemas gastrointestinales e infecciones de la piel (Brokamp et al. 2017, Bush et al. 2014, Drayna et al. 2010). Algunos datos, sugieren que los escurrimientos de aguas contaminadas con elementos de origen biológico o químico contaminan las fuentes de agua potable poniendo en riesgo la salud de la población.

REVELANDO LA EXPERIENCIA DE LOS Y LAS JOVENES CON LA LLUVIA

El estudio se apoya en las técnicas de elicitación, una metodología de investigación que usa estímulos visuales, verbales, o escritos de manera singular o combinada para que los participantes revelen sus ideas, intuiciones, y sentimientos respecto a un tema particular (Barton 2015, Jones et al. 2014). Esta metodología es particularmente útil para explorar temas sobre los cuales es difícil obtener información a través de entrevistas, encuestas, o experimentos y se busca entender lo que la gente sabe, pero es difícil de articular de manera escrita o verbal por carencia o inexistencia de códigos para su representación formal (Barton 2015). Los procedimientos y técnicas asociados con esta metodología han sido aplicados en una variedad de temas, incluyendo en lingüística, manejo de recursos naturales, comunicación del conocimiento científico, análisis de riesgo, cambio climático y educación (Cooke 1994, Sayles, Smith and Jeffrey 2021, Kodaka et al. 2020)

En el campo de los estudios ambientales, este enfoque es utilizado para revelar el significado y los valores que las personas atribuyen a procesos socio-ecológicos complejos (Moon et al. 2019). Por ejemplo, las técnicas de elicitación han sido usadas para identificar cómo los usuarios de una cuenca entienden los procesos que determinar la disponibilidad de agua y cómo deben ser manejados (Elsawah et al. 2015) o para explorar el valor que la gente le otorga a la evidencia científica y cómo usa esta información tomando decisiones que afectan la conservación de un ecosistema (Moon et al. 2019). El enfoque también ha sido utilizado para explorar cómo los niños y los jóvenes, particularmente estudiantes, entienden los problemas ambientales y la relación con procesos sociales y las conductas individuales (Atasoy, Ahi and Balci 2020, Cengizoğlu, Olgan and Teksöz 2020, Spiteri 2021). De particular interés para este estudio son las investigaciones que han utilizado las representaciones visuales y verbales en forma combinada como una herramienta para hacer que los jóvenes expresen libremente su percepciones y emociones sobre temas que afectan su vida en forma directa (donnelly and hogan 2013, van Rompu 2021, Hartel 2019, Sewell 2011).

Las voces jóvenes de Ambos Nogales

En el estudio realizado en Ambos Nogales se utilizó el método mixto de elicitación visual y escrito para que los estudiantes participantes reflexionaran y revelaran su entendimiento y sentimientos del efecto de la lluvia sobre su vida cotidiana y sobre su ciudad. Un grupo de 64 estudiantes de Ambos Nogales fueron invitado a dibujar y describir su relación con la lluvia. Como parte del procedimiento, se les pidió a los estudiantes que describieran una situación en la que ellos personalmente interactúan con la lluvia en su casa, la escuela, su barrio o la ciudad. Para orientar la descripción, el equipo de investigación formuló un grupo de tres preguntas. Dos preguntas en común para los estudiantes de ambos lados de la frontera fue, qué les gustaba y qué les disgustaba de la lluvia. Adicionalmente, a los estudiantes de Nogales, Sonora se le preguntó su opinión sobre los derrames de aguas negras que ocurren frecuentemente en la

ciudad después de una tormenta, mientras a los de Nogales, Arizona sobre el efecto de la lluvia sobre su habilidad de cruzar la frontera. A todos los estudiantes se les pidió la elaboración de un dibujo representando alguna de las situaciones descritas en su relato escrito. La recolección de los datos se llevó a cabo en dos etapas.

La primera etapa, se llevó a cabo en febrero de 2020, en el marco del proyecto “*Developing an outreach model for green infrastructure to address flooding and sewage spills in Ambos Nogales*” (2019-2020)”. En ese proyecto participaron investigadores de la Universidad de Arizona, El Colegio de la Frontera Norte y la Universidad Estatal de Arizona apoyado por la Alianza Interuniversitaria Sonora-Arizona (AISA), un consorcio de universidades públicas enfocada en temas de desarrollo transfronterizo. En esta etapa se recopilaron dibujos y narrativas de 53 estudiantes de la Escuela Secundaria General # 3 “Humberto Campos Varela”, de Nogales Sonora. La escuela se localiza al poniente de la ciudad, en una zona de bajos ingresos y que es afectadas por inundaciones recurrentes. Los estudiantes participantes en el estudio fueron invitado por los profesores de ciencia a describir su experiencia con la lluvia y elaborar el dibujo alusivo a esa experiencia (ver anexo I). Cincuenta y tres estudiantes elaboraron un dibujo y 50 narraron sus experiencias con la lluvia. La participación de los estudiantes en el estudio fue voluntaria y tanto los dibujos como las narrativas fueron el insumo para una exhibición de arte en la escuela secundaria. De manera simultánea a la exhibición de arte, se desarrolló un taller de infraestructura verde titulado “La cosecha de agua de lluvia y los jóvenes de Nogales”, coordinado por el *Watershed Management Group*, una organización regional especializada en educación ambiental.

La recolección de datos en Nogales, Arizona se llevó a cabo de marzo a abril de 2021 en el marco del proyecto *Sustainable strategies for stormwater and CSOs control in Ambos Nogales (2020-2021)*, coordinado por Arizona State University con apoyo del Programa Mexico-Estados Unidos Frontera 2020. Participaron 11 estudiantes de *middle school*, quienes elaboraron 13 dibujos y escribieron 11 narrativas. Debido a que la pandemia de COVID-19 limitó el acceso a las escuelas, la recolección de datos se realizó fuera de éstas, generalmente en el domicilio de los estudiantes. La coordinación de la actividad estuvo a cargo de una profesora de arte residente de la zona quien usando la técnica de bola de nieve identificó a los estudiantes y obtuvo la autorización de las madres de familia para que sus hijos participaran en la actividad.

Los estudiantes participantes en Arizona recibieron un juego de pinturas de agua y un cuaderno de pinturas de acuarela. Los estudiantes participantes eran alumnos de las escuelas Lourdes Catholic School, Desert Shadows Middle School, y Wade Carpenter Middle School localizadas en Nogales, AZ y de las escuelas Coatimundi Middle School y Calabazas Middle School localizadas en Rio Rico, AZ.

El cuadro 1 presenta información de la población estudiantil de Ambos Nogales participantes en el estudio. Como se indica, la mayoría de los estudiantes participantes eran del sexo femenino (75%), asistían a escuelas públicas y eran residentes de Nogales, Sonora.

Cuadro 1: Información de los participantes

	Sexo			Tipo de Escuela		
	Mujeres	Hombres	Total	Pública	Privada	Total
Nogales, Arizona	9 (82%)	2 (18%)	11	10 (91%)	1(9%)	11
Nogales, Sonora	39 (74%)	14 (26%)	53	53 (100%)	0 (0%)	53
Ambos Nogales	48 (75%)	16 (25%)	64	63 (98%)	1 (2%)	64

El protocolo de investigación del proyecto fue revisado y aprobado por el Subcomité de Bioética de El Colegio de la Frontera Norte y el Comité de Ética de la Universidad de Arizona.

Las lluvias del verano están significativamente asociadas con desastres, deslaves y basura que es arrastrada por las aguas en movimiento, mientras que las lluvias de invierno están asociadas principalmente con enfermedad.

La lluvia altera las rutinas cotidianas de la gente joven de Nogales, Sonora, al interrumpir la asistencia a la escuela y la participación en actividades al aire libre. La suspensión de actividades escolares y la reducción de la movilidad provocadas por la lluvia, obliga a los jóvenes a no salir y permanecer en casa ocupándose en actividades como ver películas y deportes en la televisión y jugar videojuegos. En general los y las jóvenes de Nogales, Sonora perciben la suspensión de actividades escolares como una oportunidad para descansar y relajarse.

Conforme a la experiencia de los y las jóvenes de Nogales, Sonora la lluvia puede estar acompañada de beneficios como el crecimiento de plantas y pastos y el reverdecimiento de cerros y cañadas, además de temperaturas más agradables durante el verano. Las lluvias durante el invierno son una ocasión para permanecer en casa, disfrutando comidas y bebidas calientes.

En general, el mapa conceptual, muestra que, para los y las jóvenes de Nogales, Sonora la lluvia es primordialmente una fuente de riesgo que pone en peligro su integridad e interrumpe su cotidianidad, además de poner a la ciudad al borde del “desastre” sanitario y urbanístico. Aunque los y las estudiantes reconocen beneficios ecológicos y el efecto purificador de las precipitaciones, la magnitud y la diversidad de riesgos percibidos empujea la percepción de la lluvia como un recurso.

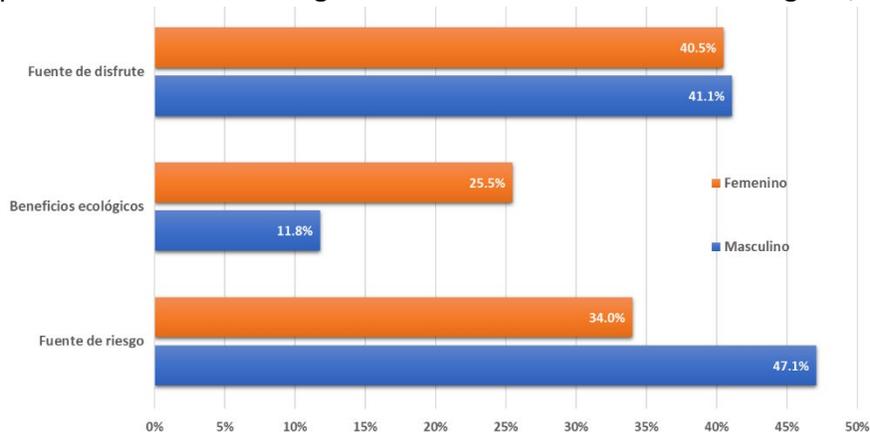
La percepción de la lluvia como riesgo y como recurso entre los y las jóvenes de Nogales, Arizona no podría ser más contrastante. La figura 3 muestra el mapa conceptual producido por los y las jóvenes de Nogales, Arizona en base a su respuesta a la pregunta de que les gusta y que no les gusta de la lluvia.

En el centro del mapa conceptual destacan palabras que aluden a la lluvia como una experiencia primordialmente placentera. Por una parte, la lluvia es asociada con la tranquilidad y la participación en actividades de ocio, como dibujar y leer, y por otra, con experiencias sensoriales positivas como el sonido, el aroma, y los colores de la lluvia. Aunque en las narrativas de los y las jóvenes de Nogales, Arizona también destacan términos relativos a inundaciones, accidentes y muertes, todas estas referencias reflejan información sobre eventos ocurridos al otro lado de la frontera.

La interrupción de la vida cotidiana de los jóvenes de Nogales, Arizona como resultado de la lluvia es mínima. La interrupción de actividades escolares no fue referida en ninguna instancia, y la lluvia en ningún caso fue representada como una fuente de riesgo sanitario o a la integridad física. Mas allá de los cambios de estado de ánimo, pisos resbalosos, o el sobresalto provocado

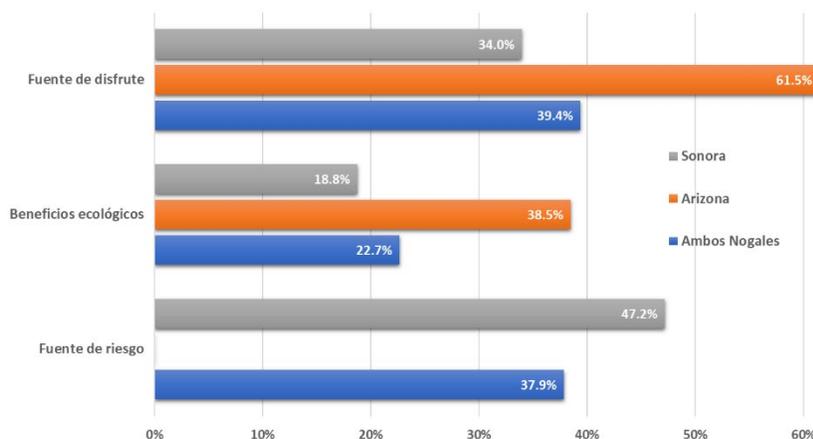
arroyos que fluyen vertiginosamente por las calles que rodean su casa o escuela, y que debido a su volumen y fuerza arrastran todo tipo de objetos, incluyendo basura, llantas, vehículos y animales. En contraste, los elementos gráficos que hacen alusión a los servicios ecológicos de la lluvia fueron más frecuentes en los dibujos y acuarelas elaboradas por las mujeres participantes en la elaboración de dibujos y acuarelas. No se observaron diferencias entre hombres y mujeres en lo que respecta a elemento gráficos que asocian la lluvia con experiencias de disfrute.

Grafica 2: Experiencia con la lluvia según el sexo de los estudiantes de Nogales, Sonora (n=66)



Los temas descritos en dibujos y acuarelas son consistentes con la información vertida en las narrativas y que reflejan diferencias entre ambos lados de la frontera.

Grafica 3: Experiencia con la lluvia según el lugar de residencia de los estudiantes





Al analizar la información de acuerdo al lugar de residencia (gráfica 3) se observa que mientras la frecuencia de elementos gráficos que aluden a la lluvia como fuente de riesgo (47.2%) es la más alta en las imágenes creadas en Nogales, Sonora, la frecuencia es cero en Nogales, Arizona. Todas las imágenes elaboradas por estudiantes de Nogales, Arizona incluyen elementos que enfatizan el disfrute (61.5%) y los beneficios ecológicos (38.5%) producidos por la lluvia.

MISMA CUENCA, DOS CIUDADES

A pesar de ocupar la misma geografía y compartir el mismo sistema geo-hidrológico, la experiencia con la lluvia entre los y las jóvenes de ambos lados es completamente dispar. Las asimetrías urbanísticas, económicas, sociales explican las diferencias en esta percepción.

La imagen 1 muestra una panorámica de Ambos Nogales, donde comparativamente podemos ver la lluvia cayendo sobre las dos ciudades. En la imagen destacan las diferencias en la topografía, el tamaño, y la densidad habitacional entre ambas ciudades, así como la interconexión y adyacencia de los centros urbanos que comparten un ecosistema que está dividido por el cerco fronterizo.

Imagen 1: Ambos Nogales (N4, femenino, Arizona)



La imagen 2 muestra los efectos de las precipitaciones en Nogales Sonora. En esta imagen sobresalen los trazos horizontales, que realzan el volumen de las precipitaciones, la velocidad con la que fluye el agua por las calles y la fuerza de la corriente que es capaz de arrastrar vehículos, animales domésticos y todo tipo de objetos. En esta imagen observamos una persona tratando de salir de su vehículo para ponerse a salvo, una circunstancia dramática pero

recurrente en Nogales, Sonora. La representación de la lluvia utilizando trazos horizontales es un elemento constante en los dibujos elaborados por los y las estudiantes sonorenses.

Imagen 2: Calle de Nogales, Sonora (N39, femenino, Sonora)



En contraste, en las acuarelas elaboradas en Nogales, Arizona la lluvia es usualmente pintada con trazos verticales, donde las precipitaciones, aunque torrenciales, nunca aparecen desconectada de las nubes (imagen 3).

Imagen 3: Calle de Nogales, Arizona (N13, femenino, Arizona)



Las narrativas y dibujos de los y las jóvenes de Nogales, Sonora reflejan un entendimiento del papel que tiene la topografía y la urbanización sobre el comportamiento y el impacto de las tormentas en su ciudad. La imagen 4 muestra una perspectiva de la topografía de la ciudad y una corriente de agua que se origina en los cerros que rodean el área urbana y que se desplaza a toda velocidad

hacia la ciudad. Dichos escurrimientos afectan los asentamientos humanos próximos y provocan daños en las calles por las que fluyen una vez que alcanzan la ciudad.

Imagen 4: Cerros de Nogales, Sonora (N25, femenino, Sonora)



Una estudiante describe dicha situación en los siguientes términos:

“Cuando llueve en Nogales es un poco desastroso, ya que la mayoría de las calles son de tierra -no de cemento- y las casas están cerca de demasiados cerros y se desliza la tierra y provocan accidentes ya sea en las calles -por un choque [vehículos]- o cerca de las casas por un deslave” [N34, femenino, Sonora].

La imagen 5 describe en forma directa el impacto de estos escurrimientos en dos espacios de la ciudad. En el plano superior, el dibujo representa una corriente de agua que se precipita desde los cerros aledaños hacia un área residencial arrastrando llantas y otros objetos. En el plano inferior, el dibujo muestra un arroyo que corre por una calle adyacente a la escuela del estudiante y un anuncio de la escuela que comunica que “No hay clases” debido a la tormenta.

Imagen 5: Barrio de Nogales, Sonora (N34, femenino, Sonora)



Como indica el mapa conceptual producido con las narrativas de los y las jóvenes de Nogales, Sonora, el término “calle” fue enunciado con la mayor frecuencia. La importancia de este término estriba en que la mayoría de los participantes narran su experiencia caminando de su casa a la escuela, o viceversa, durante las lluvias. La destrucción de calles por las lluvias torrenciales, el arrastre de sedimentos, los encharcamientos, o los derrames de drenaje en algunas calles de terracería y el tener que moverse sobre terrenos lodosos por la falta de

banquetas es un problema percibido por los y las jóvenes de Nogales, Sonora y articulado de la siguiente manera:

“La lluvia normalmente provoca [la formación de] grandes arroyos por gran parte del municipio. Son arroyos demasiado fuertes, capaces de llevarse personas, carros o incluso ha habido veces que destruyen gran parte de casas o negocios familiares” [N21, femenino, Sonora]

Un problema inmediato es su efecto sobre la caminabilidad de calles durante y los días posteriores a las lluvias. Algunos estudiantes hablan de sus experiencias al respecto:

“... por las calles no se puede ni caminar de lo feas que se ponen” [N31, femenino, Sonora]

“Todo queda lodoso y sucio (parece otaku) además de las inundaciones y la basura tirada por todos lados. [N17, femenino, Sonora]

Otros dicen que su barrio queda incomunicado y que no pueden salir ni usando el carro.

“Por donde yo vivo hay un hoyo y ahí se junta toda el agua [drenaje] y provoca que no podamos salir en los carros, ya que si salimos podría agarrar un clavo en la llanta, de toda la basura que hay en el agua...” [N12, femenino, Sonora]

En Arizona, algunos estudiantes hacen referencia a la presencia de inundaciones en calles, aunque los efectos en la caminabilidad y el tránsito vehicular parecen ser transitorios. Al respecto, algunos estudiantes hablan de su experiencia con dichas inundaciones:

“Sometimes I don’t like it when it rains because you can’t really go out due to some places flooding” [N14, Anonymous]

Aunque algunos estudiantes de Nogales, Arizona dijeron tener familiares en Sonora y cruzar la frontera con frecuencia, esta es una actividad que evitan cuando llueve por el riesgo de enfrentar algún accidente, como lo indica una estudiante en su narrativa:

“Being from México, my family and I like to visit my family in Mexico; however, when it rains and you’re driving, the road gets slippery and your chances of getting in a car crash are very high.” [Femenino, Coatimundi Middle School]

El disfrute de la lluvia

La imagen 6, describe un día lluvioso y la formación de encharcamientos en la escuela y algunas viviendas en barrio de Nogales, Arizona. Simultáneamente se aprecian las manos de un joven jugando videojuegos y el resplandor de un arcoíris. En la escuela se aprecia encharcamientos

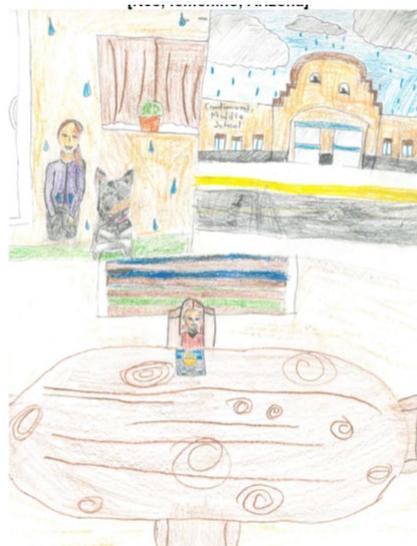
frente a las instalaciones y a los estudiantes saliendo del edificio cubriéndose con paraguas y caminando en fila rumbo a la salida de la escuela.

Imagen 6: Dia lluvioso en Nogales, Arizona (N10, femenino, Arizona)



Por otra parte, la imagen 7 describe tres escenarios. En el primero está Coatimundi Middle School, donde se representa la lluvia con trazos verticales y cayendo sobre la escuela. En el segundo se observa una adolescente con su perro contemplando la lluvia probablemente afuera de su casa después de clases. En el último escenario se observa a una estudiante dibujando en el comedor de su casa.

Imagen 7: Dia de lluvioso en Nogales, Arizona (N08, femenino, Arizona)



Quedarse en casa es la mejor manera de mantenerse a “salvo” de los efectos negativos del monzón. Este factor se combina con la suspensión de clases y en más de los casos con el desarrollo de actividades lúdicas en el hogar.

En la imagen 9 se observa un estudiante en su casa en tres situaciones diferentes: usando la computadora, durmiendo y preparando alimentos en la cocina, mientras en la calle se observa que la corriente arrastra lo que parece ser un par de carros y una infinidad de objetos.

Imagen 9: Día lluvioso en Nogales, Sonora (N44, masculino, Sonora)



La imagen 9 muestra a una estudiante mirando por la ventana la lluvia. Hay una nota al costado de la ventana que señala: “alrededor de mi casa suele hacerse un arroyo que veo por la ventana”. En la parte superior del dibujo, hay otra nota que implica que en los días de lluvia “yo suelo salir a explorar”.

Imagen 9: Día lluvioso en Nogales, Sonora (N41, femenino, Sonora)



La representación visual, es reforzada por las narrativas que describen las experiencias de algunos estudiantes cuando llueve:

“Me puedo quedar en casa, ver películas, series, acostarme un rato más” [N36, femenino, Sonora]

“No hay clases y me quedo en mi casa muy a gusto” [N35, femenino, Sonora]

Riesgos para la vida

Se ha documentado que la población en mayor riesgo de experimentar accidentes durante una inundación son los adultos jóvenes, los adolescentes y la población envejecida (Franklin et al. 2014). La combinación de una baja percepción de riesgo y las características de la tormenta, incluyendo el origen de la misma, la velocidad y profundidad de la corriente incrementa el riesgo de que los adolescentes sufran algún tipo de accidente.

En sus narrativas, los estudiantes sonorenses señalan que las inundaciones son un riesgo tanto para peatones como para los automovilistas. El riesgo de accidentes fatales es más predominante en las imágenes de los varones de Nogales, Sonora (Imagen 10).

Imagen 10: Riesgo vial en Nogales, Sonora (N45, masculino, Sonora)



Algunas narrativas identifican a las personas en situación de calle como un grupo de alto riesgo, aunque como se aprecia en la imagen 11, titulada por el estudiante “La inundación”, familias completas también están en riesgos de muerte.

Imagen 11: Riesgo vial en Nogales, Sonora (N43, masculino, Sonora)



Respecto a los riesgos que experimentan los peatones, las narraciones describen lo siguiente:

“Las calles se inundan y ocurren accidentes ya que las personas intentan pasar... y por la cantidad de agua no pueden pasar” [N15, femenino, Sonora]

“Las calles se llenan de agua y es peligrosos y muy difícil cruzar los arroyos” [N34, femenino, Sonora]

Otros estudiantes hicieron referencia al riesgo de accidentes que enfrentan automovilistas y donde sus carros se ven afectados.

“A veces a las personas no les gusta que llueva porque pasan accidentes, fallecen personas, los carros se hunden, los estudiantes se mojan” [N25, femenino, Sonora]

También hicieron referencia a los daños que experimentan las viviendas.

“Muchas personas se mueren ahogadas y muchas personas quedan sin casa... se destruyen” [N43, masculino, Sonora]

Aun los estudiantes de Arizona reconocen la presencia de riesgos para la salud, por lo anterior evitan visitar Nogales, Sonora durante la tormenta.

“When it rains I avoid crossing the border because there are too much floods that can occasionate [sic] accidents, and people die” [N01, masculino, Arizona]

Aunque la gran mayoría de los estudiantes sonorenses reconocen que estar fuera de casa cuando se presentan precipitaciones torrenciales puede tener implicaciones para su seguridad física, en algunas imágenes los jóvenes se dibujan caminando solitariamente por las calles y en algunos casos tomando decisiones riesgosas.

Tal es el caso de la imagen 12, donde se observa a una joven que, desde la orilla de la banqueta intenta rescatar a un perro que está siendo arrastrado por el arroyo. Muy cerca se observa un carro casi completamente sumergido en el arroyo y que se acerca peligrosamente al lugar donde está la joven, quien continúa tratando de rescatar al animalito.

Imagen 12: Riesgo vial en Nogales, Sonora (N49, femenino, Sonora)



La falta de banquetas y el tener que caminar por terrenos lodosos es un factor que dificulta la movilidad y pone en riesgo a los estudiantes de caerse y sufrir alguna lesión.

Los jóvenes de Arizona, también hablaron de riesgo de accidentes vehiculares vinculado a la presencia de calles mojadas y resbalosas.

When it rains I avoid crossing the border because the roads in Nogales, Sonora get slippery and you can't really see in front of you" [Femenino, Coatimundi Middle School]

Riesgos para la salud

Pero el riesgo de salud que más preocupa a los estudiantes sonorenses son los que se derivan de los derrames de aguas negras. La formación de encharcamientos de aguas negras en zonas residenciales pobres y la permanencia de éstas por periodos prolongados posteriores a las lluvias, se perciben como una fuente de riesgos para su salud. Por ejemplo, es sus narrativas, los estudiantes describen situaciones donde estas colonias son "invisibles" para las autoridades que regulan los riesgos sanitarios y otras instancias de gobierno. Asimismo, las lagunas son particularmente un problema ya que los estudiantes también "son invisibles" para los automovilistas, ya que, en su tránsito a la escuela, continuamente son salpicados de agua de drenaje. Las narrativas describen que cuando caminan a la escuela o viceversa, ellos deben atravesar lugares anegadas con aguas negras, por lo que zapatos, ropa y ciertas partes del cuerpo quedan contaminadas por dichas aguas.

“las calles se llenan de esa agua sucia y es difícil para los alumnos tener que cruzar las calles ya que esa agua se junta y los niños al cruzar la calle se llenan y ensucian de agua sucia” [N15, femenino, Sonora]

“Porque esta [agua] apesta las calles y cuando camino en la mañana hacia la escuela o a la salida rumbo a mi casa, los carros salpican. Y de por si no hay banqueta y los carros le dan más rápido y termino toda salpicada de las piernas” [N22, femenino, Sonora].

Pero los estudiantes sonorenses no solo hacen referencia a los olores que producen las aguas negras estancadas en la calle, también hablan de los lodos asociadas a éstas y cómo queda la tierra en los lugares que albergaron las lagunas de aguas negras

“Huele muy feo y luego por las calles se hace un desastre y se salen todos los desechos” [N43, masculino, Sonora]

“Porque huele mal y deja la tierra extraña” [N31, femenino, Sonora].

Una consecuencia de que se colapse el sistema de drenaje en la ciudad es que afecta directamente el funcionamiento del sistema de drenaje de los hogares y taponea los servicios sanitarios.

“Se hace un desastre en el baño [de mi casa], huele muy feo y no está en servicio” [N10, masculino, Sonora]

Por otra parte, los estudiantes sonorenses, dicen ser susceptibles a padecer enfermedades respiratorias cuando se mojan con las lluvias invernales. Quizás las diferencias de contar con transporte escolar, hace que los estudiantes de Arizona estén menos expuestos a las lluvias y por lo tanto mojarse es un evento deliberado más que circunstancial.

En contraste, los estudiantes también reconocen los efectos positivos de la lluvia, ya que ésta limpia el ambiente de polvo e impurezas. Un estudiante de Sonora describe los beneficios para su salud:

“yo que tengo alergias... cuando llueve, el polvo disminuye y puedo respirar mejor y no tengo que preocuparme por el medicamento” [N22, femenino, Sonora]

La escuela

Debido a los riesgos potenciales de accidentes para la población estudiantil durante las inundaciones, la cancelación de clases es un evento común para los estudiantes sonorenses. En México, no se ha evaluado los efectos de corto y largo plazo de la suspensión de clases y del

ausentismo escolar asociado a este fenómeno natural. Algunos estudiantes sugieren que ellos quedan incomunicados, fenómeno que puede incrementar el ausentismo escolar, particularmente en estudiantes marginados social y geográficamente.

En la imagen 13, titulado “de vuelta a casa”, una estudiante dibujó el Arroyo Chimeneas, cuya corriente se precipita por la avenida Instituto Tecnológico y que es la barrera principal que le impide llegar a la escuela Secundaria General # 3, que se localiza del otro lado del arroyo. Como muchos estudiantes de secundaria de Nogales, Sonora, esta joven camina sola a la escuela.

Imagen 13: Días sin escuela (N32, femenino, Sonora)



Por otra parte, existen evidencias de que factores que perturben el funcionamiento de los hogares, como la inundación de la viviendas o la presencia de goteras puede afectar el estado de ánimo y el desempeño escolar del personal docente y estudiantes (Ardales Jr et al. 2016). Aunque este estudio no exploró este tema, la presencia de goteras en la vivienda, son descritas paralelamente con eventos de mayor “magnitud”.

“Se hacen unos charcones por todas partes, todas las calles parecen canales y aparte de que se gotea mi cuarto” [N04, masculino, Sonora].

Beneficios ecológicos

Para los y las adolescentes de Ambos Nogales, la lluvia es símbolo de vida, ya que, según sus narrativas la lluvia contribuye a que crezcan las plantas silvestres, reduce la demanda de uso de agua para riego de jardines en los hogares, tiene efectos en el clima y limpia de impurezas el medio ambiente.

La lluvia ofrece a algunas familias sonorenses, particularmente para aquellas que carecen de agua corriente en su vivienda o enfrenta el problema de la escasez, la oportunidad de cosechar agua.

“Las personas que tienen un bajo recurso [económico] ponen cubetas para agarrar agua gratis, es fresco, es agradable, no hay que regar las plantas” [N25, femenino]

Las imágenes 14 y 15 muestran algunos paisajes del desierto alto de Sonora, donde resaltan los pastizales propios de la zona (imagen 14), mientras la imagen 15 muestra un estudiante disfrutando la lluvia en un área sin asentamientos humanos y en un paisaje arbolado.

Imagen 14
[N22, femenino, Sonora]

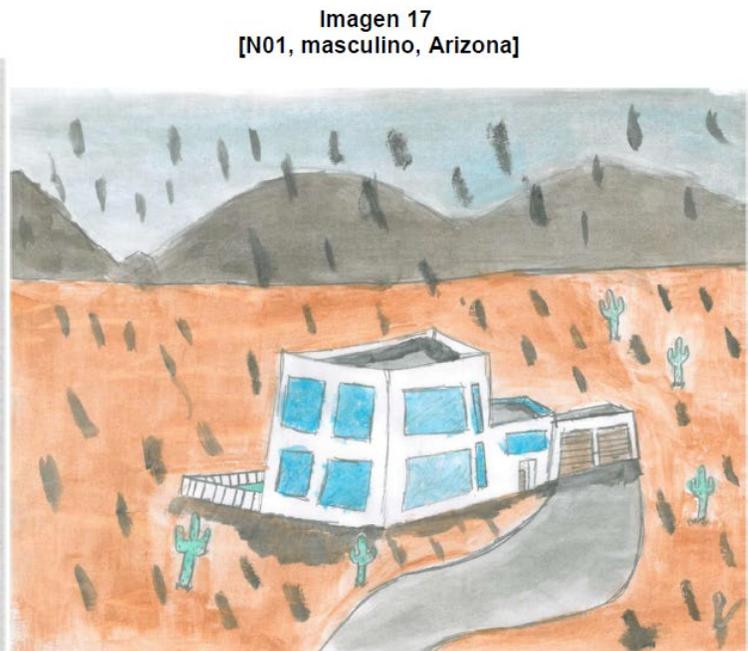


Imagen 15
[N29, femenino, Sonora]



“El clima es más fresco y húmedo” [N44, masculino]

En las imágenes 16 y 17, los estudiantes de Arizona muestran algunos de los beneficios que obtiene la naturaleza con la llegada del monzón. En la primera imagen se observa lo que parecen ser los pastizales silvestres propios del desierto alto de Sonora, dos nubes cargadas de aguas y un arcoíris. Por otra parte, la imagen 17 muestra un paisaje lluvioso con una vivienda localizada en un suburbio del desierto de Sonora, con un paisaje poblado de saguaros.



En algunas de sus narrativas, los estudiantes describen los beneficios ecológicos y sociales asociados al monzón:

“It helps vegetation to grow up, and because it refreshes the day [Masculino, Lourdes Catholic Middle School]

“Las plantas que necesitan agua se riegan y esto ayuda que haya un mejor ecosistema...” [N15, femenino]

Los sentidos y la creatividad

La lluvia estimula los sentidos de los y las participantes, ya que disfrutaban el sonido que produce la lluvia al golpear los objetos, el olor a tierra mojada, los colores del arcoíris y el cosquilleo que experimentan cuando ésta se tropieza con su cara.

“Me encanta escuchar como el agua se impacta en el suelo y por tan solo segundos tener paz y tranquilidad” [N13, femenino]

“I like rainy days because the smell makes it calming, and when it drips on me, it tickles” [Femenino, Coatimundi Middle School].

“Me gusta mucho cuando llueve aquí en Nogales, debido a que como es muy montañoso queda un olor a tierra mojada, ¡muy bonito! [N21, femenino]

Imagen 18
[N30, femenino, Sonora]



Imagen 19
[N18, masculino, Sonora]



Asimismo, para aquellos que la lluvia no representa un riesgo, la lluvia les ofrece una oportunidad para salir a caminar, chapotear y usar el paraguas.

“I like rainy days because you always find a beautiful rainbow at the end, if you lucky, you can find two rainbows!” [Femenino, 8vo. grado, Coatimundi Middle School]

Aunque las actividades de disfrute son un tema recurrente en las imágenes de los estudiantes de Ambos Nogales, es importante hacer notar que muchas de las actividades que llevan a cabo los estudiantes sonorenses, tales como disfrutar un chocolate caliente, ver la televisión, dibujar o quedarse más tiempo de lo usual en la cama, lo hacen durante el tiempo que ellos deberían

estar en la escuela. Esto contrasta, con la situación de los estudiantes de Arizona, quienes en días lluviosos participan de actividades lúdicas y recreativas como parte de un evento extraescolar.

Imagen 20
[N17, femenino, Sonora]



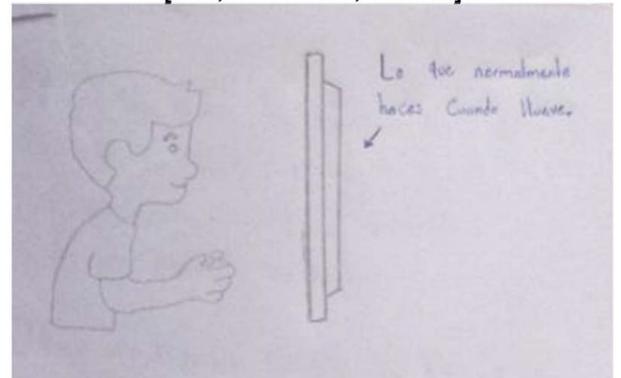
Imagen 21
[N09, femenino, Sonora]



Imagen 22
[N10, masculino, Sonora]



Imagen 23
[N03, masculino, Sonora]



Ejemplo de dichas actividades se aprecian en las imágenes 20 a la 23, y la experiencia correspondiente se resume en algunas de las narrativas.

“Me quedo en mi casa en pijama, acostada comiendo pan con chocolate caliente y no voy a la escuela”. [N20, femenino]

“Porque no hay clases y me quedo viendo películas”. [N48, masculino]

“A veces no vamos a la escuela y me gusta oír el ruido de la lluvia porque me relaja”. [N04, masculino]

“Normalmente cuando llueve me quedo en mi casa hasta que pase... y en mi escuela hay veces que se suspenden las clases igracias a la lluvia!”. [N31, femenino]

La lluvia es también una fuente de relajación e inspiración que invita a los adolescentes a leer, dibujar, escribir poesía y a relajarse al interior o exterior de su casa.

“If the rain isn’t falling too hard and it’s not very windy, I take my beverage and current book and read outside on my porch” [Femenino, 8vo. Grado, Coatimundi Middle School]

“Se ve muy bonita la lluvia al caer por la ventana, además de que cuando llueve me gusta leer algún libro” [N26, femenino]

Como se aprecia en la imagen 24 y la narrativa titulada “*The Rain*”, una estudiante de Arizona se representa así misma a través de “gotas alargadas”, en tanto los pétalos de una flor son la expresión de sus “talentos y errores”

Imagen 24: Quedarse en casa (N04, femenino, Arizona)



“In my drawing I had decided to add a singular flower to represent myself and the long droplets. In my drawings express my emotions, calming. The flower seen in my drawing expresses how I am only one person but with many talents, flaws and features like the petals on the flowers. I enjoy rain because it can bring life and is a calming sound that is pure” [N04, femenino, Arizona]

Las imágenes 25, 26, 27 y 28 son un mosaico de las actividades que hacen algunos estudiantes de Nogales, Arizona durante los días de lluvia. Algunas de éstas son representativas de algunos iconos americanos y otras son actividades muy similares a las que realizan los estudiantes sonorenses como entretenerse con los videojuegos.

Imagen 25
[N04, femenino, Arizona]



Imagen 27
[N09, femenino, Arizona]



Imagen 26
[N11, femenino, Arizona]



Imagen 28
[N03, masculino, Arizona]



Otras imágenes, aunque abstractas, muestran como los jóvenes sonorenses experimentan las inundaciones en su ciudad. Al respecto, la imagen 29 muestra una ciudad casi completamente sumergida en el agua, en donde solamente sobresale la parte superior de algunos edificios. Asimismo, en el centro de la ciudad emerge la figura gigante de una estudiante con su mochila, quien tiene la cabeza sumergida en una nube cuyas gotas de lluvia no cesan de precipitarse sobre la ya de por sí inundada ciudad.

Imagen 29: Ciudad inundada (N36, femenino, Sonora)



Por otra parte, la imagen 30, presenta una abstracción de la lluvia. Esta estudiante de Nogales, Arizona muestra unas gotas de lluvia gigantes y coloridas que miran fijamente a una adolescente vestida con un impermeable amarillo. La adolescente parece dialogar con ellas mientras camina libremente en un ambiente gris y nocturnal.

Imagen 30: Lluvia de colores (N12, femenino, Arizona)



CONCLUSIONES

El estudio de la lluvia y sus consecuencias en Ambos Nogales hace patente los contrastes en la percepción de los riesgos para la salud y los efectos sobre la vida cotidiana de la población adolescentes de uno y de otro lado de la frontera.

En Nogales, Sonora, el carácter repentino de las tormentas, la velocidad y profundidad de los arroyos que anegan las calles de la ciudad afectan la movilidad de los y las jóvenes e incrementa el riesgo de que sufran algún accidente o de experimenten un evento fatal. Adicionalmente, los y las jóvenes deben lidiar por varios días con derrames de aguas negras que fluyen por las calles de la ciudad después de una tormenta y con el hecho de que son “invisibles” para los automovilistas, quienes los salpican continuamente con aguas contaminadas, poniéndolos en riesgo de adquirir enfermedades infecciosas. En esta ciudad, los riesgos asociados a las inundaciones afectan particularmente a los adolescentes más vulnerables. Estos jóvenes son miembros de hogares de bajos ingresos en colonias marginadas y de acceso difícil, además de ser quienes normalmente usan el transporte público, caminan a la escuela y habitan viviendas de materiales precarios que se ven afectados por la lluvia. Las tormentas y las inundaciones afectan la vida cotidiana y las oportunidades de los niños y jóvenes de Nogales, Sonora, ya que la suspensión de clases es la respuesta más común del sistema educativo local para proteger la integridad física de los niños y mantenerlos alejados de las calles inundadas.

Para los y las jóvenes de Nogales, Arizona, los efectos de las tormentas de verano sobre su vida cotidiana son limitados, ya que las tormentas que se presentan en la ciudad no afectan la asistencia a la escuela y no producen riesgos perceptibles para la salud. Algunos jóvenes de Nogales, Arizona evitan visitar a sus familiares en el otro lado de la frontera y así evadir los problemas viales y el riesgo de sufrir algún accidente en Nogales, Sonora.

Las tormentas, las que en muchas ocasiones están acompañadas de fuertes vientos y descargas eléctricas son una fuente de temor para los adolescentes, ya que algunas producen apagones interrumpiendo las actividades cotidianas de los residentes de Ambos Nogales.

Los y las jóvenes de Ambos Nogales experimentan y perciben la lluvia como un riesgo, pero también como un recurso. Sin embargo, la percepción del riesgo es más prominentes en Sonora debido a la severidad de las inundaciones y los derrames de drenaje sanitario que producen riesgos para la salud. A pesar de que Ambos Nogales comparten la misma geo-hidrología, los jóvenes de Sonora fueron más proclives a representar la lluvia con trazos horizontales indicando que la lluvia corre y no cae, mientras que los dibujos y acuarelas de los jóvenes de Arizona usaron trazos verticales manifestando una experiencia más natural con la lluvia.

A partir del análisis e interpretación de las narrativas y dibujos y acuarelas de los estudiantes participantes en el proyecto, se desprenden las siguientes recomendaciones:

Recomendaciones:

- Aunque la mayoría de los estudiantes en Sonora dijeron no exponerse a situaciones donde corren peligro, algunas imágenes sugieren que, durante las inundaciones súbitas, algunos circulan solos por la ciudad y que podrían intervenir en acciones riesgosas. Considerando lo anterior, es necesario reforzar las acciones preventivas para evitar accidentes, particularmente diseminar información en las semanas previas a la llegada del monzón.
- Se requiere que las autoridades de salud tomen medidas sanitarias y de prevención de enfermedades, particularmente acciones de educación para que los estudiantes que caminan por las áreas afectadas con derrames de aguas negras adopten medidas continuas de lavado de manos y limpieza cotidiana de zapatos y ropa contaminada con aguas residuales.
- Asimismo, se requiere que las autoridades definan estrategia de limpieza y tratamiento de calles afectadas por las lagunas y lodos que resultan del estancamiento del agua de drenaje en colonias no pavimentadas.
- Los efectos de la lluvia se extienden por varias semanas después de las precipitaciones. Algunas colonias quedan incomunicadas lo que puede incrementar el ausentismo escolar entre los estudiantes, por lo que se requiere más investigación para evaluar los efectos indirectos de las inundaciones en el ausentismo escolar a nivel municipal y adoptar medidas correctivas que le permitan a los estudiantes recuperar los días perdidos de clase.
- Asimismo, se requiere hacer investigación sobre los efectos de las inundaciones en las viviendas de estudiantes y profesores y su impacto en el nivel de desempeño escolar de la población estudiantil.
- Se requiere que los programas de educación pública de Ambos Nogales incorporen programas de captación de agua de lluvia. Es importante concientizar a todos los actores de la comunidad - sistema educativo y comunidad estudiantil- del rol de todos los habitantes de Nogales en el manejo de las aguas de tormenta y la mitigación de riesgo y danos causadas por las tormentas. Para el logro de lo anterior se recomienda la inclusión de programas de educación de salud ambiental y la introducción de acciones de infraestructura verde en planteles y hogares que capturen el agua de lluvia que se produce en techos de viviendas y escuelas, canchas deportivas y explanadas.

Finalmente, este proyecto permitió el desarrollo de tres demostraciones de infraestructura verde (ver anexo I) que tenían por objetivo colaborar con el sector educativo y la comunidad de Ambos Nogales en la promoción de micro acciones de mitigación contra las inundaciones. La



primera de estas acciones se llevó a cabo en Las Lagunas de Anza en Nogales, Arizona, seguida por otras demostraciones en la Escuela Secundaria General # 3 “Humberto Campos Varela” y la Colonia Embarcadero de Nogales, Sonora.

Una evaluación rápida de las demostraciones de infraestructura verde muestra que tanto la comunidad estudiantil como los residentes de algunas colonias social y espacialmente marginadas ya están llevando a cabo acciones de captura de agua de lluvia que proveen agua para el riego de jardines o para otras actividades esenciales.

Aunque se requieren acciones de evaluación más amplia, las evidencias que se recogieron en este estudio sugieren que hay un potencial de intervención en el área de infraestructura verde, por lo que es necesario desarrollar material educativo, impulsar programas de educación escolar y comunitaria y evaluar los efectos en el cambio de valores, normas y conductas respecto a la infraestructura verde como estrategia que pueden contribuir en cierta medida a la mitigación de inundaciones.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a las escuelas secundarias/middle schools de Ambos Nogales y a sus estudiantes por su participación con sus dibujos/acuarelas y narrativas. A continuación, presentamos la lista del material gráfico publicado en este reporte:

Imágenes citadas en el reporte

No. de Imagen	Nombre del estudiante	Sexo	Grado	Escuela secundaria (<i>middle schools</i>)
Portada	Paola	F		Wade Carpenter Middle School, Nogales, AZ
Imagen 1	Anónimo	F	8vo.	Coatimundi Middle School, Rio Rico, AZ
Imagen 2	Johana G. Sandoval	F		Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 3	Anónimo	F		Coatimundi Middle School, Rio Rico AZ
Imagen 4	Amyledin Santiago	F	3ro A	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 5	Anónimo	F		Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 6	Anónimo	F		Coatimundi Middle School, Rio Rico AZ
Imagen 7	Anónimo	F		Coatimundi Middle School, Rio Rico AZ
Imagen 8	Karla Grijalva Gutierrez	F	3ro B	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 9	Neyser	M	3ro A	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 10	Ricardo	M	3ro F	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 11	Joseph Salvador	M		Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 12	Yennifer Crespo Moroyoqui	F	3ro F	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 13	Miriam Ortega	F		Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 14	Margarita D. Trejo	F	3ro C	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 15	Helen	F	1ro D	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 16	Anónimo	F		Coatimundi Middle School, Rio Rico AZ
Imagen 17	Mateo Fernández	M	8vo.	Lourdes Catholic School, Nogales, AZ
Imagen 18	Kimberly Aguilar Armenta	F	3ro D	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 19	Mariana Armenta	F	3ro F	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 20	Lennia Alvarez	F	3ro D	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 21	Hannia Gomez Patiño	F		Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 22	Juan Diego C.A.	M	3ro C	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 23	Ramón Enríquez	M	3ro C	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 24	Anónimo	F		Calabazas Middle School, Rio Rico
Imagen 25	Tanya Jaqueline Cedeño	F		Desert Shadows Middle School, Nogales, AZ
Imagen 26	Anónimo	F	7mo	Coatimundi Middle School, Rio Rico AZ
Imagen 27	L.V.V.	F		Coatimundi Middle School, Rio Rico AZ
Imagen 28	Mateo Fernández	M		Lourdes Catholic School, Nogales, AZ
Imagen 29	Samantha Armenta	F	3ro B	Escuela Secundaria General #3. Nogales, Son.
Imagen 30	Paola	F		Wade Carpenter Middle School, Nogales, AZ



CRÉDITOS INSTITUCIONALES

Este reporte fue elaborado por la Dra. Hilda García Pérez, El Colegio de la Frontera Norte sede Nogales (El Colef) y el Dr. Francisco Lara-Valencia, Arizona State University (ASU).

Miembros del equipo de investigación

Dr. Francisco Lara-Valencia, Arizona State University
Arq. Gabriel Diaz-Montemayor, Fay Jones School of Architecture and Design at the U. of Arkansas.
Dra. Margaret Garcia, Arizona State University.
Dra. Adriana Zuñiga-Teran Universidad de Arizona.
Dra. Laura M. Norman is a senior research scientist at the USGS. Universidad de Arizona
Arq. María de los Angeles Rodríguez Estrella, Instituto Municipal de Investigación y Planeación Nogales.
Dra. Hilda García-Pérez, El Colegio de la Frontera Norte.
C. Cesar López. Coordinator del grupo Seeds/Semillas.

Otros miembros del equipo/Consultores

Edna Mendoza, Director, ADEQ's Office of Border Environmental Protection
Joaquin Marrufo, ADEQ Office of Regional and Border Assistance.
Claudia Gil-Anaya, border liaison, ADEQ's Office of Regional and Border Assistance.

Directivos de la Secretaría de Educación y Cultura de Nogales, Sonora

Profa. Gloria Ninfa Gutierrez Rodríguez, delegada de la Secretaría de Educación y Cultura de Nogales
Profa. Ana Cecilia Gómez Ocejo, supervisora de Zona # 5 Secretaria de Educación y Cultura de Nogales
Profa. Margarita Estrada, directora, Escuela Secundaria General # 3, Humberto Campos Varela
Profa. Guadalupe de Jesús Ortega Hurtado, profesor de ciencias, Esc. Sec. Gral # 3
Prof. Angel Agustin Ortega Juvera, profesor de ciencias. Esc. Sec. Gral # 3

Nombre de estudiantes participantes y grado ¹

- | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Lesli Inzunza, 3ro F | 14. Flor Oliveras, 3ro B | 27. Karla Grijalva Gutierrez, 3ro B |
| 2. Paulina Martínez A., 3ro D | 15. Valeria, 3ro B | 28. Jesús Urías Reyes, 3ro F |
| 3. Geraldin Hernández, 3ro A | 16. Helen, 1ro D | 29. Joseph Salvador |
| 4. Melina Pérez, 3ro A | 17. Kimberly Aguilar Armenta, 3ro D | 30. Neyzer, 3ro A |
| 5. Lennia Alvarez, 3ro B | 18. María Martínez Bacasegua, 3ro C | 31. Ricardo, 3ro F |
| 6. Mariana Armenta, 3ro F | 19. Miriam Ortega | 32. Mayte Ozuna Bermudez |
| 7. Fabiana Ramos, 3ro A | 20. Barbara Mendivil, 2do A | 33. María Cruz García, 3ro F |
| 8. Alison Contreras, | 21. Marcela Herrera | 34. Yennifer Crespo M. 3ro F |
| 9. Zuhey Cordova Morales, 3ro A | 22. Samantha Armenta Torres, 3ro B | 35. Genesis Quintero, 3ro B |
| 10. Margarita D. Trejo, 3ro C | 23. Evelyn Yamileth Cota Alvarez, 3ro C | 36. Gregorio Acosta Pérez, 3ro B |
| 11. Jazly Armenta, 3ro A | 24. Jaqueline Gómez Zambrano, 3ro C | 37. Dayana Rubi, 1ro D |
| 12. Amiledyn Santiago López, 3ro A | 25. Johana Guadalupe Sandoval | |
| 13. Keyla Saavedra, 3ro B | 26. Jesús Vargas | |

Asistente de investigación

Mtro. Karol Ulises Hernández Linares, El Colef-Nogales
Profa. Alma Rodríguez, Pintora, Rio Rico

Miembros de los investigadores del proyecto de la Alianza Interuniversitaria Sonora-Arizona (AISA)

Dra. Adriana Zuñiga-Terán, College of Architecture, Planning & Landscape Architecture, University of Arizona (UA)
Dra. Hilda García Pérez, El Colegio de la Frontera Norte
Dr. Francisco Lara Valencia, School of Transborder Studies, Arizona State University
Dr. Joaquín Murrieta, Watershed Management Group
Dra. Stephanie Buechler, School of Geography & Development, UA

Estudiantes participantes en AISA

Arq. Gabrielle Spickard, Planning & Landscape Architecture, UA
Ing. Mayra Reyes, Maestría en Urbanismo, Instituto Tecnológico de Nogales

¹ Nuestro agradecimiento a todos los estudiantes de la Esc. Sec. Gral. # 3 Humberto Campos Varela que elaboraron sus dibujos anónimamente.

Anexo I: Demostraciones de infraestructura verde (IV)



El día 21 de noviembre de 2020 se llevó a cabo la primera demostración de IV en las Lagunas de Anza, en Nogales, Arizona. De manera simultánea se llevó a cabo la exhibición de arte del concurso “*The Rain and the my City*” coordinado por El Colegio de la Frontera Norte y *Hilltop Gallery*



La segunda demostración de IV se llevó a cabo los días 28 y 29 de mayo de 2021 en la Escuela Secundaria General # 3 “Humberto Campos Varela” en Nogales, Sonora. En este evento participaron estudiantes, personal docente y voluntarios de la comunidad.



En este evento participaron residentes y voluntarios de la colonia Embarcaderos y de la comunidad. Esta demostración de Infraestructura verde se llevó a cabo en la colonia Embarcadero el día 18 de junio de 2021.



<https://www.facebook.com/JardinesdeLuviaAmbosNogales/>

REFERENCIAS

- Ardales Jr, G. Y., M. V. O. Espaldon, R. D. Lasco, M. A. T. Quimbo & O. B. Zamora (2016) Impacts of floods on public schools in the municipalities of Los Baños and Bay, Laguna, Philippines. *Journal of Nature Studies*, 15, 19-40.
- Atasoy, V., B. Ahi & S. Balci (2020) What do primary school students' drawings tell us about their mental models on marine environments? *International Journal of Science Education*, 42, 2959-2979.
- Barton, K. C. (2015) Elicitation Techniques: Getting People to Talk About Ideas They Don't Usually Talk About. *Theory & Research in Social Education*, 43, 179-205.
- Brokamp, C., A. F. Beck, L. Muglia & P. Ryan (2017) Combined sewer overflow events and childhood emergency department visits: a case-crossover study. *Science of the Total Environment*, 607, 1180-1187.
- Bush, K. F., M. S. O'Neill, S. Li, B. Mukherjee, H. Hu, S. Ghosh & K. Balakrishnan (2014) Associations between extreme precipitation and gastrointestinal-related hospital admissions in Chennai, India. *Environmental health perspectives*, 122, 249-254.
- Cengizoğlu, S., R. Olgan & G. Teksöz (2020) Preschool children's perceptions on human-environment relationship: follow-up research. *Early Child Development and Care*, 1-22.
- Cooke, N. J. (1994) Varieties of knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41, 801-849.
- donnelly, p. f. & j. hogan (2013) Engaging Students in the Classroom: 'How Can I Know What I Think Until I See What I Draw?'. *European Political Science*, 12, 365-383.
- Drayna, P., S. L. McLellan, P. Simpson, S.-H. Li & M. H. Gorelick (2010) Association between rainfall and pediatric emergency department visits for acute gastrointestinal illness. *Environmental health perspectives*, 118, 1439-1443.
- Elsawah, S., J. H. Guillaume, T. Filatova, J. Rook & A. J. Jakeman (2015) A methodology for eliciting, representing, and analysing stakeholder knowledge for decision making on complex socio-ecological systems: from cognitive maps to agent-based models. *Journal of environmental management*, 151, 500-516.
- Franklin, R. C., J. C. King, P. J. Aitken & P. A. Leggat (2014) "Washed away"—assessing community perceptions of flooding and prevention strategies: a North Queensland example. *Natural hazards*, 73, 1977-1998.
- Hartel, J. 2019. Draw-and-Write Techniques. In *SAGE Research Methods Foundations*, eds. P. Atkinson, S. Delamont, A. Cernat, J. W. Sakshaug & R. A. Williams.
- Jones, N. A., H. Ross, T. Lynam & P. Perez (2014) Eliciting Mental Models: a Comparison of Interview Procedures in the Context of Natural Resource Management. *Ecology and Society*, 19.
- Kodaka, A., A. Kawasaki, N. Shirai, R. A. Acierito, W. W. Zin & N. Kohtake (2020) User Stories-Based Requirement Elicitation for Data Visualization to Support Decision Making in Water Resource Management at Bago River Basin. *Journal of Disaster Research*, 15, 312-323.

- Moon, K., A. M. Guerrero, V. M. Adams, D. Biggs, D. A. Blackman, L. Craven, H. Dickinson & H. Ross (2019) Mental models for conservation research and practice. *Conservation Letters*, 12, e12642.
- NOAA. 2021. Storm Events Database. Washington, D.C.: National Centers for Environmental Information, National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Norman, L. M., H. Huth, L. Levick, I. S. Burns, D. P. Guertin, F. Lara-Valencia & D. J. Semmens (2010) Flood hazard awareness and hydrologic modelling at Ambos Nogales, United States–Mexico border. *Journal of Flood Risk Management*, 3, 151-165.
- Norman, L. M. & C. S. A. Wallace. 2008. Mapping Land Use/Land Cover in the Ambos Nogales Study Area. In *Open-File Report*.
- Randell, H. & C. Gray (2019) Climate change and educational attainment in the global tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, 8840-8845.
- Samsel, H. & E. Nadworny. 2017. Natural disaster and the implications of missing so much school. ed. A. T. Considered. National Public Radio.
- Sayles, R., H. M. Smith & P. Jeffrey (2021) Customer priorities for water and wastewater services: a comparative evaluation of three elicitation methods. *Water and Environment Journal*, 35, 55-66.
- Sewell, K. (2011) Researching sensitive issues: a critical appraisal of 'draw-and-write' as a data collection technique in eliciting children's perceptions. *International Journal of Research & Method in Education*, 34, 175-191.
- Spiteri, J. (2021) Why is it important to protect the environment? Reasons presented by young children. *Environmental Education Research*, 27, 175-191.
- van Rompu, M. F. S. P. (2021) Tightening the gap between actions & recollections: A methodological toolkit for analytical descriptions of bodily know-how. *Poetics*, 101577.