

Exposición ante inundaciones en colonias de la zona baja de Chetumal, Quintana Roo, México

Simposio Intrenacional "Habitat y Desarrollo Comunitario Sostenible" HAB-COM 2021



M.C. Gerardo Yael Tadeo Cupul, Dr. Jose Manuel Camacho Sanabria, Dr. Pablo Martinez Bayon,
Dr. Juan Carlos Mora Chaparro, Dra. Rosalia Chaez Alvarado, Dr. Oscar Frausto Martinez.



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO



CONACYT

Exposición en el contexto del Riesgo de desastres



- Desastres: Circunstancias o condiciones sociales en que la sociedad haya sido afectada de forma importante por el impacto de eventos físicos de diverso origen, tales como terremotos, huracanes, **inundaciones** o explosiones, con consecuencias en términos de la interrupción de su cotidianeidad y sus niveles de operatividad normal.
- Riesgo :el riesgo de desastre comprende la probabilidad de daños y pérdidas futuras asociadas con la ocurrencia de un evento físico dañino.

*Nivel del riesgo condicionado por la intensidad o magnitud posible de los eventos físicos, y el grado o nivel de la **exposición** y de la vulnerabilidad.*

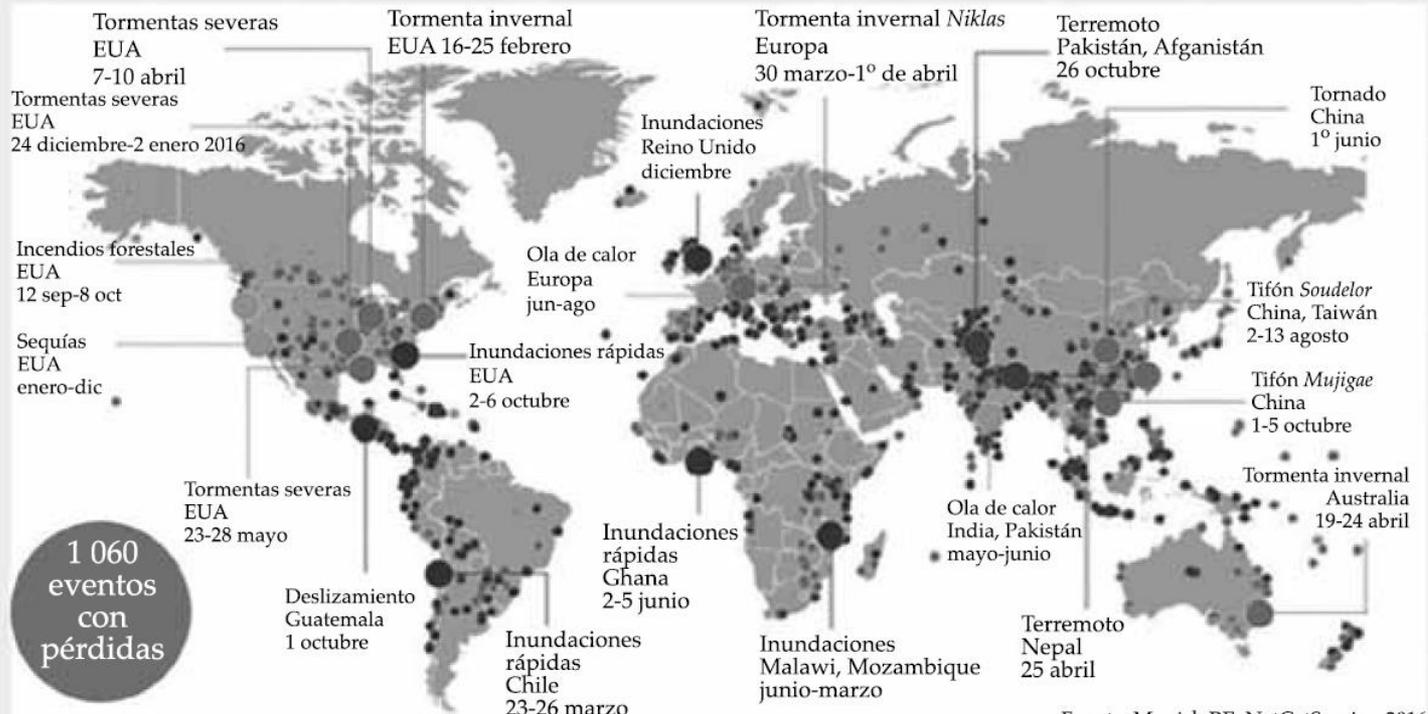


INUNDACIONES

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define inundación como el rebase de los límites normales de confinamiento de una corriente u otro cuerpo de agua, o la acumulación de la misma sobre áreas que por lo general no están sumergidas.

Pérdidas por eventos naturales en el mundo, 2015

Visión general geográfica



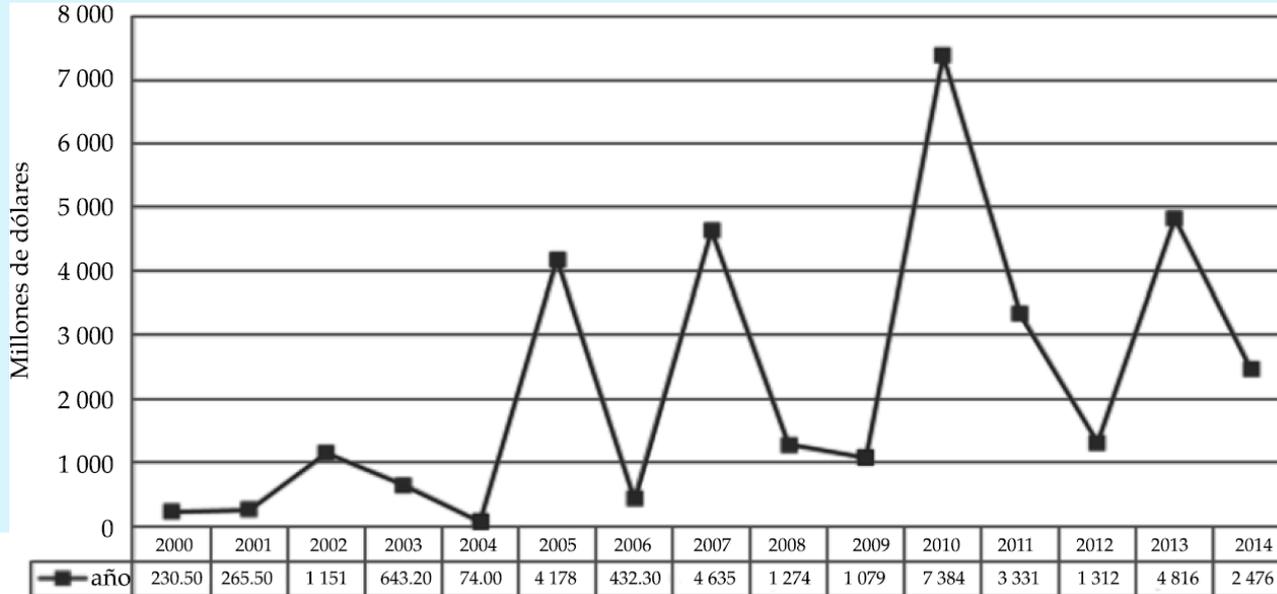
1 060 eventos con pérdidas

- Eventos geofísicos (terremoto, tsunami actividad volcánica)
- Eventos meteorológicos (tormenta tropical, tormenta extratropical, tormenta convectiva tormenta local)
- Eventos hidrológicos (inundación, deslizamiento)
- Eventos climatológicos (temperatura extrema, sequía, incendio forestal)
- Eventos con pérdidas
- Selección de catastrofes

Fuente: Munich RE, NatCatService, 2016

INUNDACIONES EN MÉXICO

Por su ubicación geográfica, México es susceptible a la presencia de eventos hidrometeorológicos extremos en el Golfo de México y el océano Pacífico. Se ha estimado que 162 000 km² del territorio nacional son susceptibles de inundarse



Costo de los daños provocados por ciclones, tormentas e inundaciones en México de 2000 a 2014. Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred, 2015).

EXPOSICIÓN ANTE INUNDACIONES

Exposición

- Física
- Social

(Yamin *et al*, 2013; Oses *et al*, 2020).

¿Para que conocer los elementos expuestos?

Valoraciones económicas de daños

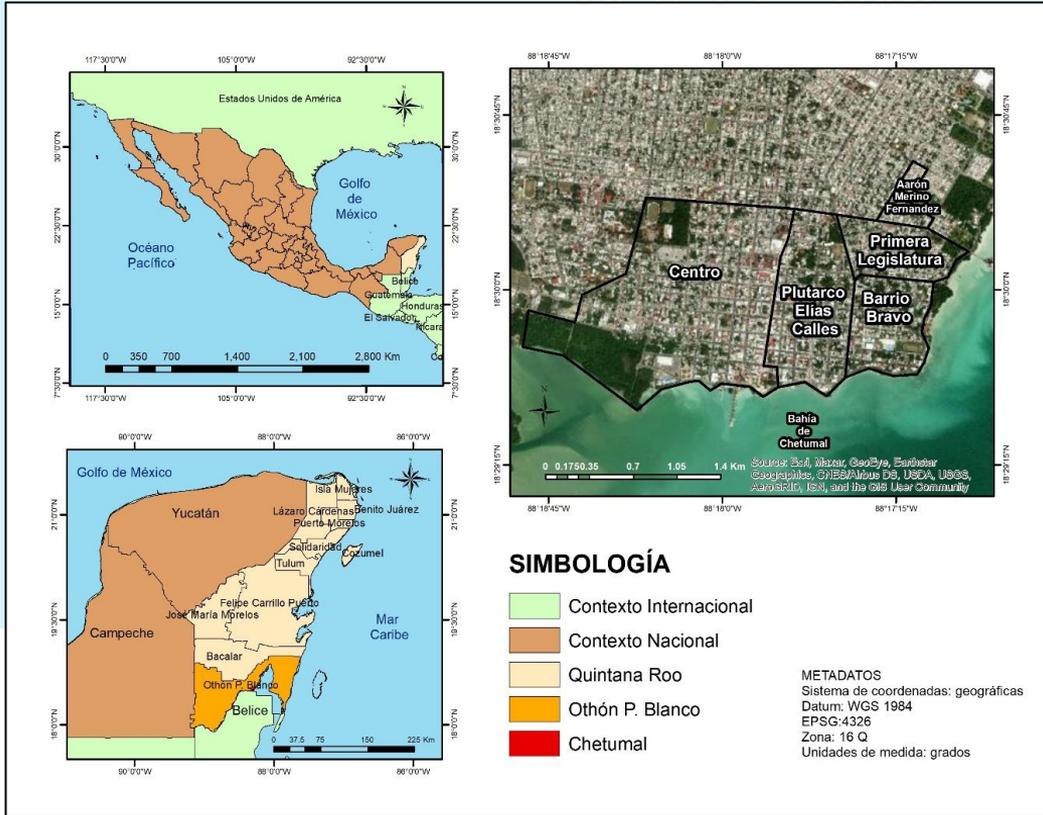
Mejoras en mecanismos de gestión del riesgo

Toma de decisiones en la planificación urbana

Dar seguimiento a los principales elementos bajo riesgo

ÁREA DE ESTUDIO

- Chetumal del estado de Quintana Roo, en la costa del Caribe Mexicano
- El área de estudio se limita a colonias que se encuentran en la zona baja de la ciudad de Chetumal y que además son zona costera por la Bahía de Chetumal.
- Colonias: Centro, Plutarco Elías Calles, Barrio Bravo, Primera Legislatura y Aarón Merino Fernández.



PROBLEMÁTICA

- Períodos anuales de lluvia, los cuales pueden ir comúnmente del mes de mayo a septiembre.
- Origen de las inundaciones es mayormente pluvial, y en ciertas zonas también costera (marea de tormenta)
- Infraestructura de drenaje, insuficiente o en malas condiciones.
- Eventos como son los frentes fríos, las depresiones tropicales, las tormentas tropicales y los huracanes.

(Sedesol, 2011).



1) Antecedentes históricos en zona de estudio:

Revisión de documentos como el Atlas de Riesgo municipal y notas periodísticas.

2) Cartografía satelital:

Se revisan pendientes y relieves a través de herramientas de análisis digital y software Google Earth. Pendientes sobre las calles para ver dirección de afluentes.

3) Cartografía por "ciencia ciudadana":

A través de entrevistas no formales, los ciudadanos indican por testimonio puntos y cobertura de la inundación e incluso niveles.

4) Validación de zonas de inundación:

Mediante inspección visual con problemáticas presentes.

Trazo de polígonos de inundación (por niveles de inundación):

- Bajo: 20 - 30 cm
- Medio: 30.01 - 50 cm
- Alto: Mayor a 50 cm

EXPOSICIÓN

A) FÍSICA

- Viviendas e infraestructura expuestas dentro de los polígonos de inundación.
- Mediante bases de datos INEGI 2020 y trabajo de campo.

B) SOCIAL

- Población expuesta que habita en las viviendas dentro de las zonas de inundación y aforos promedio en comercios, oficinas gubernamentales, etc.
- Mediante bases de datos INEGI 2020 y trabajo de campo.



RESULTADOS





a) Identificación de afluentes urbanos y zonas propensas de inundación.

Mediante información previa del Atlas de riesgo municipal y análisis de relieve y pendientes por las calles (afluentes).

b) Ubicación espacial de polígonos de inundación en la zona de estudio.

Una vez realizadas las entrevistas con los habitantes de las zonas y analizados sus testimonios se trazaron 8 polígonos de inundación.

El mayor de ellos con una extensión de hasta 7 Ha y el menor de 1.13 Ha.



c) Clasificación de las zonas de inundación.

| Nivel | Altura máxima de inundación (m) | Justificación |
|-------|---------------------------------|--|
| Bajo | 0.20-0.30 | Supera el nivel de guarnición de la calle, en caso de existir, sin embargo no causa daños mayores en los bienes del hogar ya que el habitante tiene la oportunidad de poner fuera del alcance del agua dichos bienes. |
| Medio | 0.31-0.50 | Algunos bienes no pueden ser puestos fuera del alcance del agua, el agua entra incluso en la vivienda, alcanzando varias zonas de la casa. |
| Alto | Mayor a 0.50 | Los daños a los bienes de la vivienda son fuertes, incluyendo muebles del hogar, electrodomésticos, y las acumulaciones de agua suelen tardar en drenar por lo cual se pueden generar diferentes enfermedades a partir de las acumulaciones de agua. |



d) Elementos físicos expuestos

Viviendas, comercios, hoteles, restaurantes, oficinas de atención al público, escuelas, iglesias, parques, áreas deportivas e incluso monumentos históricos



d) Elementos físicos expuestos

| Polígono de inundación | Nivel de inundación | Elementos Físicos Expuestos | Total de viviendas | Total de elementos físicos expuestos |
|------------------------|---------------------|--|--------------------|--------------------------------------|
| Zi0101 | Bajo | 9 viviendas, 24 comercios y 2 bancos | 9 | 35 |
| | Medio | 13 viviendas, 34 comercios y 3 hoteles | 13 | 50 |
| | Alto | 2 viviendas, 1 hotel y 3 comercios | 2 | 6 |
| | Total | | 24 | 91 |
| Zi0102 | Bajo | 3 viviendas, 1 comercio y 4 oficinas de atención al público | 3 | 8 |
| | Medio | 22 viviendas, 4 comercios y 1 oficina de atención al público | 22 | 27 |
| | Alto | 6 viviendas, 1 hotel, 1 parque y 1 oficina de atención al público | 6 | 9 |
| | Total | | 31 | 44 |
| Zi0201 | Bajo | 4 viviendas y 1 comercio | 4 | 5 |
| | Medio | 3 viviendas y 3 comercios | 3 | 6 |
| | Alto | 1 monumento histórico | 0 | 1 |
| | Total | | 7 | 12 |
| Zi0202 | Bajo | 7 viviendas, 2 comercios | 7 | 9 |
| | Medio | 3 viviendas y 1 comercio | 3 | 4 |
| | Alto | 31 viviendas, 1 gasolinera, 1 comercio, 1 hotel y 1 oficina de atención al público | 31 | 35 |
| | Total | | 41 | 48 |

d) Elementos físicos expuestos

| Polígono de inundación | Nivel de inundación | Elementos Físicos Expuestos | Total de viviendas | Total de elementos físicos expuestos |
|------------------------|---------------------|---|--------------------|--------------------------------------|
| Zi0301 | Bajo | 8 viviendas y 1 escuela | 8 | 9 |
| | Medio | 36 viviendas | 36 | 36 |
| | Alto | 1 área deportiva | 0 | 1 |
| | Total | | 44 | 46 |
| Zi0302 | Bajo | 7 viviendas | 7 | 7 |
| | Medio | 26 viviendas, 1 iglesia y 1 local de eventos. | 26 | 28 |
| | Alto | No aplica | 0 | 0 |
| | Total | | 33 | 35 |
| Zi0401 | Bajo | 1 escuela | 0 | 1 |
| | Medio | 17 viviendas | 17 | 17 |
| | Alto | 6 viviendas | 6 | 6 |
| | Total | | 23 | 24 |
| Zi0402 | Bajo | 9 viviendas y 2 comercios | 9 | 11 |
| | Medio | 14 viviendas y 3 comercios | 14 | 17 |
| | Alto | 24 viviendas, 3 comercios, 1 iglesia y 1 escuela. | 24 | 29 |
| | Total | | 47 | 57 |

e) Elementos sociales expuestos

- El polígono con la menor cantidad de elementos sociales expuestos tiene 45, mientras que el de mayor cantidad posee 1069.
- Los polígonos ubicados en las colonias Barrio Bravo y Plutarco Elías calles son los de menor cantidad.
- Polígono de mayor cantidad de elementos es el que se encuentra entre la colonia Primera Legislatura, a pesar de ser aparentemente pequeño en superficie.



e) Elementos sociales expuestos

| Polígono de inundación | Nivel de inundación | Tipo de elemento físico expuesto | | Habitantes promedio/aforo | Elementos sociales expuestos (personas) |
|------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---|
| Zi0101 | Bajo | 9 | viviendas | 3 | 27 |
| | | 24 | comercios | 6 | 144 |
| | | 2 | bancos | 15 | 30 |
| | Medio | 13 | viviendas | 3 | 39 |
| | | 34 | comercios | 6 | 204 |
| | | 3 | hoteles | 35 | 105 |
| | Alto | 2 | viviendas | 3 | 6 |
| | | 1 | hotel | 35 | 35 |
| | | 3 | comercios | 3 | 9 |
| Total | | | | | 599 |
| Zi0102 | Bajo | 3 | viviendas | 3 | 9 |
| | | 1 | comercio | 6 | 6 |
| | | 4 | oficinas de atención al público | 20 | 80 |
| | Medio | 22 | viviendas | 3 | 66 |
| | | 4 | comercio | 6 | 24 |
| | | 1 | oficina de atención al público | 20 | 20 |
| | Alto | 6 | viviendas | 3 | 18 |
| | | 1 | hotel | 35 | 35 |
| | | 1 | oficina de atención al público | 20 | 20 |
| Total | | | | | 278 |

e) Elementos sociales expuestos

| Polígono de inundación | Nivel de inundación | Tipo de elemento físico expuesto | | Habitantes promedio/aforo | Elementos sociales expuestos (personas) |
|------------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---|
| Zi0201 | Bajo | 4 | viviendas | 3 | 12 |
| | | 1 | comercio | 6 | 6 |
| | Medio | 3 | viviendas | 3 | 9 |
| | | 3 | comercios | 6 | 18 |
| Total | | | | | 45 |
| Zi0202 | Bajo | 7 | viviendas | 3 | 21 |
| | | 2 | comercios | 6 | 12 |
| | Medio | 3 | viviendas | 3 | 9 |
| | | 1 | comercio | 6 | 6 |
| | Alto | 31 | viviendas | 3 | 93 |
| | | 1 | gasolinera | 30 | 30 |
| | | 1 | comercio | 6 | 6 |
| | | 1 | hotel | 35 | 35 |
| | | 1 | oficina de atención al público | 20 | 20 |
| Total | | | | | 232 |
| Zi0301 | Bajo | 8 | viviendas | 3 | 24 |
| | | 1 | escuela | 800 | 800 |
| | Medio | 36 | viviendas | 3 | 108 |
| Total | | | | | 932 |
| Zi0302 | Bajo | 7 | viviendas | 3 | 21 |
| | Medio | 26 | viviendas | 3 | 78 |
| | | 1 | iglesia | 80 | 80 |
| Total | | | | | 179 |

e) Elementos sociales expuestos

| Polígono de inundación | Nivel de inundación | Tipo de elemento físico expuesto | | Habitantes promedio/aforo | Elementos sociales expuestos (personas) |
|------------------------|---------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|---|
| Zi0302 | Bajo | 7 | viviendas | 3 | 21 |
| | Medio | 26 | viviendas | 3 | 78 |
| | | 1 | iglesia | 80 | 80 |
| Total | | | | | 179 |
| Zi0401 | Bajo | 1 | escuela | 800 | 800 |
| | Medio | 17 | viviendas | 3 | 51 |
| | Alto | 6 | viviendas | 3 | 18 |
| Total | | | | | 869 |
| Zi0402 | Bajo | 9 | viviendas | 3 | 27 |
| | | 2 | comercios | 6 | 12 |
| | Medio | 14 | viviendas | 3 | 42 |
| | | 3 | comercios | 6 | 18 |
| | | 24 | viviendas | 3 | 72 |
| | Alto | 3 | comercios | 6 | 18 |
| | | 1 | iglesia | 80 | 80 |
| 1 | | escuela | 800 | 800 | |
| Total | | | | | 1069 |

- En total fueron ubicados ocho polígonos de inundación, los cuales pueden abarcar manzanas enteras o la parcialidad de ellas, los cuáles, se subcategorizaron de acuerdo con nivel máximo de altura de agua alcanzado, estas categorías fueron: bajo, medio y alto.
 - Del total de elementos físicos, el 52% se encuentran en nivel de inundación medio, mientras que en el nivel bajo y alto se reparten el 48% restante, ambos con el 24%.
 - En cuanto a los elementos sociales, la mayor parte se encuentra en nivel bajo, siendo el 48% de los elementos totales, mientras que, en el nivel medio y alto, se encuentran el 21% y 31% respectivamente.
-

CONCLUSIONES

Se logra un mayor nivel de detalle con respecto a los elementos que se encuentran expuestos dentro de las zonas de inundación, mas allá de un mero listado de colonias o cruces de avenidas inundables.

Se detectaron zonas de inundación no señaladas en el atlas de riesgo, a su vez, zonas si señaladas, no fueron ubicadas como inundables actualmente.

Los niveles de inundación no llegan a situaciones donde se reporten o den indicios de posibles pérdidas de vidas humanas, como si puede ocurrir en otros lugares, por ello en el nivel mas alto solo se indica que pueden existir pérdidas materiales.



CONCLUSIONES



La zona de estudio posee diferentes tipos de uso de suelo, desde residencial, hasta áreas culturales, recreativas, comercios y demás, lo cual propicio una gran variedad de tipos de elementos expuestos tanto físico como sociales.

La población reporta otros riesgos asociados, como el de hundimientos. Para posibles trabajos futuros donde se puedan relacionar ambos riesgos.

Los procesos de planificación urbana deben considerar el salvaguardar la integridad de los elementos expuestos a las inundaciones, esto será mas viable a medida que mejor se conozca sus características

Referencias Bibliográficas

1. Cenapred (2015). Sistema Nacional de Protección Civil, 318 infografías de desastres en México. Impacto social y económico. México, DF: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
 2. Mora, J. (2019). Mapping the Risk of Flood, Mass Movement and Local Subsidence: A New Proposal for Major Cities. Springer.
 3. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Geo Risks Research (2016). Natural catastrophe database analysis and information platform. Munich: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Geo Risks Research.
 4. Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). La gestión del riesgo de desastres. Secretaría General de la Comunidad Andina.
 5. Secretaria del Desarrollo Social de Quintana Roo (Sedesol) (2011). Atlas de riesgo de la ciudad de Chetumal 2011, municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.
 6. Yamin, L., Guesquiere, F., Cardona, O. D., & Ordaz, M. G. (2013). Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre. Banco Mundial, Universidad de los Andes.
-