

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Geología
Trabajo de Grado

**ZONAS VULNERABLES DE INUNDACION EN EL
AREA DEL BAÑADO SUR-ASUNCION.**

DIANA ELIZABETH INSFRAN CABALLERO

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del Grado de Licenciado en Ciencias-Mención Geología

SAN LORENZO – PARAGUAY
Diciembre – 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Geología
Trabajo de Grado

**ZONAS VULNERABLES DE INUNDACION EN EL
AREA DEL BAÑADO SUR-ASUNCION**

DIANA ELIZABETH INSFRAN CABALLERO

ORIENTADORA: Prof. Dra. ANA MARIA CASTILLO CLERICI

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención de la Licenciatura en Ciencias Mención Geología

SAN LORENZO – PARAGUAY
Diciembre – 2019

ZONAS VULNERABLES DE INUNDACION EN LA ZONA DEL BAÑADO SUR-ASUNCION.

DIANA ELIZABETH INSEFRAN CABALLERO

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención de la
Licenciatura Ciencias Mención Geología.

Fecha de aprobación: 26 de diciembre de 2019

COMITÉ ASESOR DE TRABAJO DE GRADO

MIEMBROS:

Prof. Dra. Ana Maria Castillo Clerici

Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

Prof. MSc. Sonia Mabel Molinas Ruíz Díaz

Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

Prof. MSc. Higinio Moreno Resquin

Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

DEDICATORIA.

Dedico a mis padres Jorgelina y Eligio que ya no está, pero que me inspira a seguir adelante, y por el constante apoyo recibido de ambos durante el transcurso de esta etapa universitaria.

A mis hermanos, Nilda y Gustavo por el apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO.

A la Prof. Dra. Ana María Castillo Clerici, por su enseñanza y orientación durante el desarrollo de este trabajo.

Al Laboratorio de Geología, a los Lic. Néstor Salinas, Lic. Diego López por sus ayudas brindadas durante la realización del trabajo.

Al Técnico del MADES ex SEAM, Tec. Juan Manuel Céspedes por predisposición, colaboración e informaciones brindadas que sirvieron para la elaboración de este trabajo.

A los funcionarios de la DGEEC Dirección General de Encuestas Estadísticas y Censos por las informaciones proporcionadas.

A los Funcionarios de la Municipalidad de Asunción, por las informaciones proporcionadas.

Al Padre Francisco de Paula Oliva y a los pobladores del Bañado Sur por su cordialidad durante los trabajos de Campo

A mi Hermana Nilda Insfrán por su ayuda brindada durante los trabajos de campos.

Al Prof. Lic. Moisés Alejandro Gadea, por haberme enseñado a adoptar la geología como una forma de vida.

A todos los amigos y compañeros de la Carrera de Geología que directamente o indirectamente me ayudaron a realizar este trabajo.

Resumen

ZONAS VULNERABLES DE INUNDACION EN LA ZONA DEL BAÑADO SUR-ASUNCION

Autor: DIANA ELIZABETH INSFRAN CABALLERO
Orientador: PROF. DRA. ANA MARIA CASTILLO CLERICI

RESUMEN

En la ciudad de Asunción, el Bañado Sur, se caracteriza por ser la planicie de inundación, cuya altura promedio de vulnerabilidad es menor a 60 M.S.N.M, siendo ésta la cota límite de riesgo. Esta característica topográfica hace que gran parte sean vulnerables a las inundaciones, principalmente durante el desborde del río Paraguay, afectando a las familias que están asentadas en dichas áreas. Las inundaciones en nuestro país ocurren frecuentemente por las constantes precipitaciones. En la ciudad de Asunción las inundaciones ocurren durante los meses más cálidos, desde noviembre a febrero, son considerados los de mayores precipitaciones. De los 9 barrios constituidos en el Bañado Sur, 5 barrios están sujetos a las inundaciones periódicas debido a que están en las zonas más vulnerables de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación. La vulnerabilidad de estos barrios se debe a su ubicación muy baja topográficamente sujeto a las inundaciones periódicas, por lo tanto muy propensos a las inundaciones. Estos barrios más vulnerables debe contemplar una planificación efectiva y un ordenamiento territorial que tenga en cuenta principalmente los asentamientos ubicados en las zonas que en este trabajo se considera como las zonas más vulnerables a las inundaciones y factibles a los impactos socio-económicos que aquejan periódicamente a los pobladores. Se debe contemplar además planes y medidas de mitigación y/o adaptación por los impactos ocasionados por las inundaciones.

Palabras Claves: Inundaciones, Vulnerabilidad. Ordenamiento territorial, Bañado Sur, adaptación

Summary

VULNERABLE

Author: DIANA ELIZABETH INSFRAN CABALLERO
Advisor: PROF. DRA. ANA MARIA CASTILLO CLERICI

SUMMARY

The city of Asunción in the Bañado Sur area is characterized by being part of a flood plain, whose average height of vulnerability is less than 60 M.S.N.M, this being the limit of risk. This topographic feature makes a large part of the city vulnerable to floods, mainly during the overflow of the Paraguay River, affecting families that are settled in that area. In our country it is caused due to constant rainfall, climatic variability and the climatic phenomena of the boy and the girl. In the city of Asunción, floods occur during the months of greatest rainfall, generally there are two floods annually. The 9 neighborhoods of which 5 neighborhoods are subject to periodic flooding because they settle in vulnerable areas according to the results obtained in this investigation. The vulnerability of these neighborhoods is due to their topographically low location, very prone to flooding. The Bañado Sur area must contemplate a better planning and territorial planning of its settlements located in the areas that in this work we present as the areas most vulnerable to floods and feasible to the socio-economic impacts that periodically afflict the inhabitants. Plans and mitigation measures must also be created for the impacts caused by floods.

Keywords: Floods, Vulnerability. Land use planning, Bañado Sur

ÍNDICE

1.	INTRODUCCION	11
1.1.	Definición del Tema.....	11
1.2.	Planteamiento del Problema.....	13
1.3.	Justificación.....	14
1.4.	Objetivos	14
1.4.1.	Objetivo general.....	14
1.4.2.	Objetivos específicos	14
1.5.	Hipótesis.....	¡Error! Marcador no definido.
2.	MARCO TEORICO.....	15
2.1.	Antecedentes.....	15
2.2.	Inundaciones.....	16
2.3.	Llanuras de inundación.....	17
2.4.	Características generales de las llanuras de inundaciones.....	17
2.5.	Inundaciones de Áreas Ribereñas.....	18
2.6.	Ocupación del Espacio urbano e Impacto de las Inundaciones.....	19
2.7.	Geología Regional.....	20
2.8.	Marco Legal.....	25
	LEY Nº 18.308 “Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible”..	25
3.	METODOLOGIA	27
3.1.	Características generales del área de estudio.....	27
3.1.1.	Localización del área del Estudio.....	27
3.1.2.	Hidrografía.....	28
3.1.3.	El Clima y la Vegetación.....	28
3.1.4.	El Suelo.....	29
3.1.5.	Actividades Económicas.....	29
3.2.	Materiales.....	30
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
4.1.	Resultados.....	32
4.1.7.	Mapa de zonificación de las áreas inundables en el Bañado Sur.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.	Discusión.....	45
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
5.1.	Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.	Recomendaciones.....	47
	ANEXO.....	49
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
	GLOSARIO	69

LISTA DE TABLA

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS.

ANNP	Administración Nacional de Navegación y Puertos.
DGEEC	Dirección General de Estadísticas, Encuesta y Censo.
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil.
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
M. S. N. M.	Metros sobre el nivel del Mar.
NE	Noreste.
NW	Noroeste.
OEA	Organización de los Estados Americanos
MADES	Ministerio del Ambiente y desarrollo sostenible.
SEN	Secretaria de Emergencia Nacional.
USGS	United States Geological Survey (Servicio Geológico de los Estados unidos).

1. INTRODUCCION

1.1. Definición del Tema.

El bañado Sur se localiza en la ciudad de Asunción, próximo al río Paraguay, según la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo (DGEEC, 2012), dicha compañía cuenta con una población total de 40.413 personas de los cuales 50,4% son hombres y el 49,6% son mujeres. Geomorfológicamente, son zonas bajas factibles de inundaciones, corroborado por el sacerdote Francisco de Paula **Oliva**, oriundo de Sevilla, España, quien se radicó en nuestro país hace 24 años aproximadamente, desde su estadía en el Bañado Sur, el Padre Oliva verificó que las inundaciones del bañado Sur ocurrían cada 10 años, pero que actualmente se inunda cada uno o dos años aproximadamente, motivando a los pobladores de la zona a desplazarse a refugios en zonas más altas, tales como; plazas, veredas y en los predios de la Universidad Católica y Comando de Ingeniería, en los patios de las iglesias, etc.

Los pobladores del Bañado Sur tienen una larga historia muy rica de lucha y sacrificio. Según la publicación del diario Última hora (Junio año 2018), dice que los primeros en habitar esta zona vinieron después de la guerra civil, estaban constituídas de muchas familias campesinas que fueron expulsadas del campo, encontrando en este lugar una vida digna para recomenzar, formando así esta comunidad.

En sus principios era una realidad de gente campesina. La gente vivía de la pesca y del cultivo de la tierra. Con el tiempo eso fue cambiando. El crecimiento de Asunción requería de mano de obra y ladrillos para la construcción.

A finales de los 80 el barrio fue estructurándose y consiguiendo más cosas con la ayuda de los jesuitas y de los vecinos fueron dándole vida y oportunidades al barrio. Se instalaron los primeros centros de salud, y empezó lo que serían hoy las escuelas de Fe y Alegría.

Con más de cinco generaciones, el Bañado Sur hoy sigue creciendo como un barrio con personas luchadoras y trabajadoras.

En respuesta a los proyectos que la Municipalidad de Asunción realiza a espaldas del barrio, se conformó el Frente de Resistencia del Bañado Sur, constituido de la unión de varias organizaciones sociales, creada a inicios del año 2012.

Debido a los innúmeros problemas que tiene el Bañado sur, la comunidad organizada se reúnen a discutir y analizar estos proyectos dándole un responsable seguimiento con reuniones, encuentros y charlas.

Las diferentes actividades se realizan en equipo; Comunicación, Jurídico, Relaciones Exteriores, Trabajo de base.

El Frente tiene un encuentro semanal en el Centro Comunitario Cristo Solidario, donde comparten el trabajo y le da seguimiento a la propia comunidad como en otros bañados. Busca ante todo el respeto del territorio, que se reconozca la historia y sacrificio de sus pobladores y que se realice un proyecto de urbanización y de titulación de las tierras.

Y, por supuesto, quieren la creación de fuentes de trabajo local, de acceso a los servicios sociales, salud y educación. Según la Editorial Fehaciente, Fidedigno y Fácil, (EFE, 2018)

Las sequias y las inundaciones son los eventos que con más frecuencia han afectado al Paraguay, las inundaciones afectan de gran manera a las ciudades ubicadas en las riberas de los ríos, arroyos o zonas topográficamente bajas y en algunos casos, están relacionadas directamente con las precipitaciones y a la constante variabilidad climática. Domecq., *et al* 2016 realizó una recopilación de los eventos históricos de las inundaciones que involucran al río Paraguay y río Paraná basándose en los registros hidrográficos de la ciudad de Asunción, de los records históricos de caudales, así como los antecedentes de crecidas inferidas y registradas tanto del río Paraguay y como del río Paraná. El autor explica que los eventos de inundaciones ribereñas más significativos en los últimos 100 años se registraron en 1905, 1982/1983, 1992 y 1997 y 1998.

Según Tucci, 2007, el desarrollo urbano se ha acelerado en la segunda mitad del siglo XX con gran concentración de población en pequeños espacios, impactando en el ecosistema terrestre y acuático y en la propia población a través de inundaciones, enfermedades y pérdida de calidad de vida. Este proceso ocurre debido a la falta de control del espacio urbano que produce efectos directos sobre la infraestructura del agua: abastecimiento, sistema sanitario, drenaje urbano e inundaciones ribereñas y residuos sólidos.

Es importante destacar también que el río ha sufrido fenómenos de inundación y estiaje debido a la variabilidad y el cambio climático, durante los meses de mayores precipitaciones tiende a desbordarse ocasionando inundaciones periódicas y el otro mes el río no llega a los 1 metros del nivel hidrométrico por las causas mencionadas y la acción antrópica.

En Paraguay las inundaciones adquieren relevancia en áreas urbanas a partir de las décadas del 1970 cuando se intensifican los procesos de ocupación de suelo vinculados a las planicies naturales de inundación de ríos y riberas de arroyos urbanos. (Domecq; *et al* 2016).

Las inundaciones han sido un problema socio ambiental y económico, que ha afectado al Paraguay durante los últimos 50 años de las cuales se tienen registro, la más importante en el Rio Paraguay fue en el año 1983 donde la Ciudad de Pilar quedo totalmente bajo aguas, este fenómeno afecta especialmente a aquellas ciudades ribereñas.

1.2. Planteamiento del Problema.

Las zonas de los denominados bañados, son áreas bajas, sujetas a inundaciones y que están ocupadas principalmente por la inmigración rural, producto de las condiciones socio-económica por el cual está pasando el país, generalmente olvidada y dejada a su suerte por gobiernos que no supieron dar respuesta adecuada, precisa y en su tiempo a la misma. Esta población, con sus hábitos rurales, pasó a ocupar esa zona urbana, en forma desordenada y precaria debido a la falta de preparación u organización del municipio.

La falta de ordenamiento territorial en la ciudad de Asunción, han llevado a las personas de escasos recursos a ocupar las zonas vulnerables, estas zonas son carentes de todos los servicios básicos ni titulaciones.

La mayor problemática representa la exposición de los pobladores en estas áreas cuando se producen las inundaciones periodicas donde los mismos deben salir de estas zonas a otras para refugiarse de las aguas y picaduras de serpientes venenosas, llevando consigo el problema de la vivienda en otros lugares.

1.3. Justificación.

El Paraguay está sujeto a zonas de riesgos principalmente en lo referente a las inundaciones y sequias, en lo que respecta a las zonas urbanas e inundables de nuestro país, cabe destacar que son pocos los estudios específicos referentes a las áreas de inundación de los ríos Paraná y Paraguay, no obstante, en lo que respecta a la zona del Bañado Sur, no se ha hecho aun un estudio detallado al respecto.

Este trabajo es un aporte al conocimiento científico y tiene un enfoque social, para conocer las principales causas que dan lugar a las inundaciones y los impactos que generan en la misma, de tal forma a identificar los barrios que están más vulnerables y con riesgo de inundaciones durante el desborde del río Paraguay.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

- Reconocer las zonas vulnerables de inundaciones en el bañado sur.

1.4.2. Objetivos específicos

- Conocer las causas de las inundaciones del Bañado Sur.
- Cuantificar los barrios afectados en épocas de inundaciones.
- Proponer medidas de mitigación para mejorar el impacto de las zonas inundables.

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes.

El bañado sur es una zona inundable por causas naturales y por acción antrópica, varios son los factores físicos naturales que pueden afectar a las zonas de inundaciones los cuales se citaran en este trabajo a continuación;

La acumulación de sedimentos por la crecida del rio Paraguay formaron los llamados bañados los cuales se originaron debido a tres factores:

- Ambiente de deposición: el rio Paraguay tiene dos barreras de estructuras geológicas de control del transporte y sedimentación, se tratan de las Areniscas de Ytá Pytá Punta y el basalto nefelinítico del Cerro Lambaré, los cuales generan condiciones favorables para la formación de remansos, con ambientes de aguas tranquilas y velocidades de la corriente bajas.
- Por La forma y tamaño de las partículas del suelo: Formados por arenas finas limosas de granos redondeados.
- Por el agua de escorrentía: que afectan a los suelos de la ciudad, formados por suelos erodibles con gran pendiente y sujetos a un régimen de precipitación alto.

Las inundaciones en el Paraguay son cíclicas y se producen con una periodicidad mínima de cuatro a cinco años, pero aquellas más severas tienen una periodicidad de 15 a 20 años (Barros 2004). Esto hace importante estudiar estos fenómenos y su incidencia en la población y entorno a fin de mejorar la calidad de vida de las personas que habitan estas zonas vulnerables y concienciar a la población sobre el impacto de las inundaciones. Este trabajo trata de determinar las áreas en riesgo de inundaciones mediante técnicas propicias para identificar las zonas más vulnerables.



Figura 1. Puerto de Asunción, 1983. Fuente: Geología del Paraguay

A continuación, se definirá algunos términos importantes que hacen posible al fenómeno de la inundación.

2.2. Inundaciones.

Las inundaciones son unos eventos naturales y recurrentes del río, estadísticamente los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2.33 años, (Leopold *et al.*, 1984), a pesar que éste fenómeno de variabilidad climática se agrava hoy en día también por el cambio climático.

Las inundaciones son resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras. Esto hace que un determinado curso de aguas rebese su cauce e inunde tierras adyacentes. La Frecuencia de las inundaciones depende del clima, del material de las riberas del río y la pendiente del canal. (OEA, 1993).

2.3. Llanuras de inundación.

Las llanuras de inundación son en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicadas en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua. Se pueden observar a las llanuras de inundación desde varias perspectivas diferentes:

Las llanuras pueden definirse topográficamente como una zona muy plana y se encuentra al lado de un río o geomorfológicamente, es una forma de terreno compuesto primariamente de material depositado no consolidado., derivado de sedimentos transportado por el río en cuestión (OEA, 1993).

2.4. Características generales de las llanuras de inundaciones.

Las llanuras de inundación no son estáticas ni estables, están compuestas por sedimentos no consolidados, se erosionan rápidamente durante las inundaciones y crecidas de agua, o pueden ser el lugar donde se depositen nuevos estratos de arcillas y limos.

El ancho de una llanura de inundación está en función del caudal del río, de la velocidad de la tasa erosionante, de la pendiente del canal, y la dureza del borde del río.

En las zonas altas de cabecera den los ríos no se forman las llanuras por la pendiente y por el bajo caudal, en cambio en ríos moderadamente pequeños, la llanura de inundación usualmente se encuentra solo en el interior de la curva de un meandro, pero la ubicación de la llanura de inundación de lado a lado a medida que el río fluye en meandros de un lado del valle al otro (Rocha, 1998).

Los ríos más grandes, particularmente aquellos con lecho de poca pendiente, desarrollan amplias llanuras de inundación. A medidas que estas llanuras se desarrollan, la migración de un lado al otro del canal del rio produce lagos semilunares (meandros abandonados), desprendimientos, diques naturales, y depósitos de ciénagas desconectados del canal actual. Sin embargo, durante la inundación, el río acarrea

sedimentos algo gruesos, estos tienden a ser depositado a lo largo del canal como un dique natural. Esto puede llevar a la formación de un canal colgado donde el fondo del canal aumenta continuamente de elevación hasta un punto tal que podría ser más alto que la topografía circundante (figura 2). Esta condición puede producir la elevación del nivel de agua de superficie, contenida dentro del canal, ubicándose en posición más alta que la superficie del terreno adyacentes a estos diques, lo cual representa una inundación mucho mayor que aquella situación típica en la cual el canal se encuentra en la parte más baja de un corte transversal tipo U de la llanura de inundación (OEA, 1993).

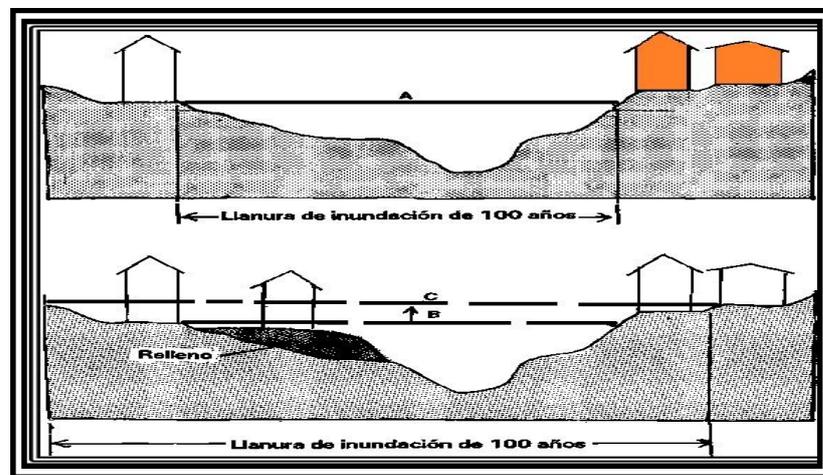


Figura 2 Corte Transversal tipo – U de la llanura de inundación, donde se observa la acumulación del sedimento formando un dique natural.

Fuente: Modificado de la OEA, 1993. Por el Lic. Ricardo Vera

2.5. Inundaciones de Áreas Ribereñas.

Las inundaciones ribereñas son, inundaciones naturales que ocurren en el lecho mayor de los ríos debido a la variabilidad temporal y espacial de la precipitación y del escurrimiento de las cuencas hidrográficas. El río posee generalmente dos lechos: el lecho menor, donde el agua escurre en la mayoría del tiempo. El lecho mayor es limitado por el riesgo de 1, 5 a 2 años (Tucci, 2006).

Las inundaciones ocurren cuando el escurrimiento alcanza niveles superiores al lecho menor, afectando al lecho mayor. Las cotas del lecho mayor identifican la magnitud de la inundación y su riesgo. Los impactos debido a la inundación ocurren cuando esta área de riesgo es ocupada por la población (figura 3). Este tipo de

inundación ocurre generalmente en cuencas medianas y grandes. ($> 100 \text{ km}^2$) (Tucci, 2006).

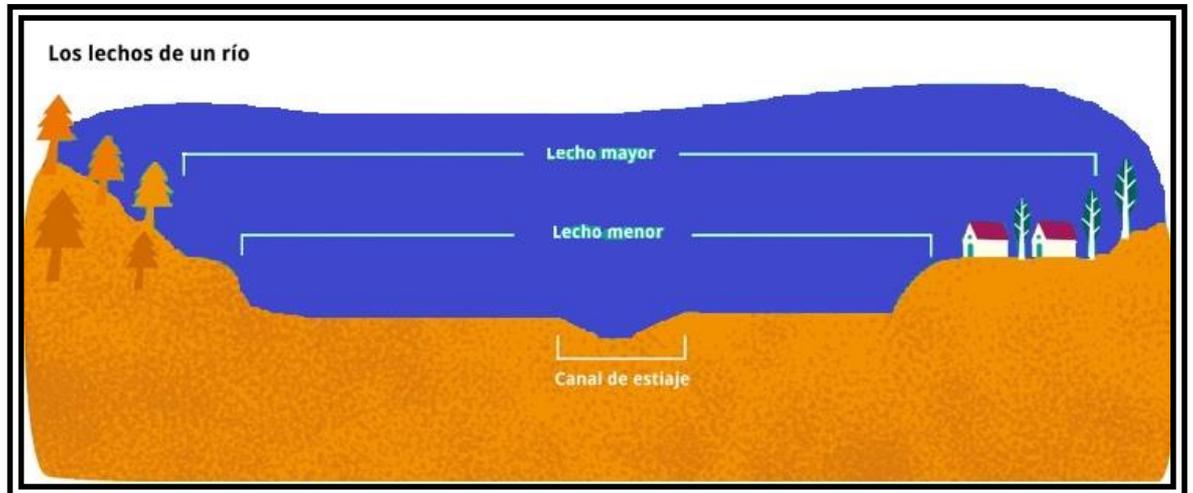


Figura 3 Característica de los lechos del río.
Fuente: Modificado de Tucci, 2006 por el Lic. Ricardo Vera

2.6. Ocupación del Espacio urbano e Impacto de las Inundaciones.

Las inundaciones son más antiguas que la existencia del hombre en la tierra. El hombre siempre intentó ubicarse cerca de los ríos para emplearlos como transporte, obtener agua para su consumo. Las áreas próximas a los ríos generalmente son planas, propicias para el asentamiento humano, hecho que motivo su ocupación.

Con el crecimiento desordenado y acelerado de las ciudades, principalmente en la segunda mitad de este siglo, las áreas de riesgo considerables como lo son terrazas inundables, fueron ocupadas trayendo muchos perjuicios humanos y materiales. Los perjuicios ocurren debido a la falta de planeamiento del espacio y de conocimiento del riesgo de las áreas de inundaciones. La gestión de inundación involucra la minimización de los impactos, pero difícilmente los elimina debido a las limitaciones económicas y del conocimiento de la naturaleza. La inundación representa los 50% del desastre natural relacionados con el agua, de los cuales 20% ocurren en América. (Tucci, 2006).

2.7. Geología Regional.

La geología regional están conformados por la:

Formación Patiño

Aunque el inicio de la sedimentación de esta unidad es del Cretácico superior, esta formación es descrita en el capítulo referente al Cenozoico, teniendo en cuenta que el final de la deposición se sitúa probablemente en el Cenozoico inferior. La formación está constituida por sedimentos conglomeráticos en la base y arenosos hacia el techo. Posee fuerte coloración roja y afloran desde Asunción, hacia el SE, hasta Ybytymi, Caballero, en la depresión de Ypacaraí, una estructura asociada al Alto de Asunción. Fanglomerados de esta formación poseen un fuerte control estructural en su origen, constituyendo una auténtica tecto-facies.

Se presenta también al W del río Paraguay, en Benjamín Aceval y Villa Hayes (Gómez Duarte, 1985). La denominación Patiño es debido a Spinzi (1983), que llamó Conglomerado Patino a sedimentos estudiados en el levantamiento geológico del Cerro Patiño (Franco et.allí, 1980), Areguá y alrededores. El espesor mínimo de la formación está estimado en 150 metros y la unidad abarca un área de 1.777 km².

Sus afloramientos más arenosos están alrededor de Asunción y a lo largo de la depresión de Ypacaraí, fueron por mucho tiempo confundidas con las areniscas de la Formación Misiones y así presentadas en varios mapas geológicos del Paraguay (H. Harrington, 1950 y 1956; Putzer, 1962; y Wiens, 1982). En este trabajo se presenta la proposición formal, para estos sedimentos, de una nueva unidad litoestratigráfica con la denominación de Grupo Patiño.

Estratigrafía

Las capas conglomeráticas poseen una secuencia granulométrica decreciente, de abajo hacia arriba, muy bien expuesta en las localidades de San Antonio, Ypané, Arroyo Ytororó, Cerro Perú (Paraguarí), Compañía Salado-í (al norte de Limpio) y Cerro Patiño, donde se encuentra la exposición más completa de la formación. Los cantos de los conglomerados, con tamaños de hasta 40 cm., muestran una "suite" completa de las rocas regionales, incluso cantos de areniscas silicificada de la Formación Misiones, de las intrusivas, alcalinas y rocas del Silúrico. En dirección al techo de la unidad hay

una disminución de las capas conglomeráticas, con aumento de espesor de las capas arenosas.

En la margen W del río Paraguay, cerca de las localidades de Villa Hayes y Benjamín Aceval, afloran sedimentos correlacionables a esta formación asociados a las intrusivas básicas de la Formación Ñemby. Las exposiciones de estos sedimentos de la Formación Patiño, en la margen occidental del río Paraguay, no muestran los potentes conglomerados con estratificación gradativa presente en el área de Limpio y más a ESE en Cerro Perú. La constitución granulométrica de las areniscas, no obstante, es la misma, con una matriz más fina y granos bien gruesos dispersos en esta matriz. La disposición tridimensional de los cuerpos conglomeráticos, es una indicación de que se tratan de conglomerados que rellenaron el "Rift" de Asunción o la depresión de Ypacaraí. El área de mayor potencia deposicional es hacia el E.

La formación contiene en su fase conglomerática, cantos de las intrusivas alcalinas del Jurásico superior. Son, por tanto, más jóvenes que el Jurásico superior. Por otro lado son cortadas por las intrusivas basálticas de la Formación Ñemby, de edad Oligocénica/Miocénica (Terciario), su límite de edad superior.

Formación Ñemby

El Terciario, en la Cuenca del Paraná, está caracterizado por fuertes movimientos verticales cerca de sus bordes y compartimentación en su interior. En el borde E, estos movimientos están asociados a la evolución de las cuencas costeras del tipo Atlántico, pero en el Paraguay Oriental, estos movimientos verticales están también asociados a las fases tecto-orogénicas descritas en el ítem 7.1. Los movimientos verticales asociados a la fase tecto-orogénica del Oligoceno - Mioceno, con la reactivación de las antiguas líneas de fallas, en el área de Asunción, inician un verdadero proceso "rift" con la intrusión de las volcánicas de la Formación Ñemby. (Palmieri J.H. - Velázquez, J.C.,1982).

El hundimiento del Arco Asunción, en la región del Bajo San Pedro, debe estar relacionado con este proceso. La Formación Ñemby está constituida por intrusivas básicas que contienen grandes cristales de olivino. Estos lezolitites (Storner et.al., 1975) poseen edad de 46 m.a. (Oligoceno-Mioceno) y están expuestos bajo la forma de diques "stocks" y cuerpos mayores (Ñemby-Lambaré y Tacumbú), en el área de

Asunción, y también, en la margen occidental del río Paraguay (Villa Hayes y Benjamín Aceval). Abarca un área de 5 km², en afloramientos.

Una manifestación volcánica de esta importancia, con material ligado al producto proveniente del manto, sugiere una anomalía crustal de gran magnitud para el área de Asunción. Se trata, en realidad, de un "rift" incipiente asociado al abatimiento de una megaestructura (Arco de Asunción).

Geotectónica local

Rift de Asunción, Región Oriental del Paraguay.

La región Oriental del Paraguay está marcada por la existencia de un gran número de rocas alcalinas, distribuidas principalmente en seis departamentos: Alto Paraguay, Río Apa, Amambay, Central, Misiones y Asunción. . El magmatismo alcalino en los departamentos Central y Asunción es asociado con la evolución de la grieta de Asunción. (DeGraff, 1985) una característica tectónica llamativa de la era Mesozoica-Cenozoica (Velázquez et al., 1998) que muestra espesores variables de entre 25 y 40 km.

Esta estructura desarrollada hacia el este, la cual se cree que comienza en la región de Asunción, consiste en tres secciones: el bien definido segmento occidental con una dirección NO-SE y con extensión de más de 90 km entre las localidades Benjamín Aceval y Paraguarí; el segmento central que es orientado E-O y 70 km de extensión, conectando las ciudades de Paraguarí y Villarrica; y finalmente el segmento oriental menos definido, de 40 km de largo con una dirección NO-SE, terminado en las cordilleras del Ybyturuzú.

Durante el Eoceno, el segmento occidental de la grieta de Asunción el foco de actividad tectonomagmática importante, con evidencia de profunda NW falla de tendencia que actúan como conductos para el emplazamiento de rocas ultra alcalinas de composición nefelínica (Asunción) teniendo un manto xenolítico de espinelas de iherzolita. Los cuerpos alcalinos están concentrados en la ciudad de Asunción.

Magmatismo Cenozoico del Rift de Asunción

Datos geofísicos en el área de estudio indican que este tipo de proceso es bastante variable, incluyendo deformaciones de naturaleza diferente, como movimiento en

bloque, falla compleja, extensión de la corteza, ascenso del material de manto, y actividad sísmica (Neugebauer, 1983; Wood, 1983; Zuber y Parmentier, 1986). Desde el punto de vista geológico, una zona de fracturación representa una porción de la corteza sometida esencialmente a rotura acompañada por la perturbación del manto (Bailey, 1980).

En su composición, el magmatismo ultra-alcalino sódico fuertemente insaturado (nefelinita, melilita, etc.) revela una migración directa desde el manto, independiente del estado de evolución de la grieta. El magmatismo alcalino terciario del segmento occidental de la grieta de Asunción muestra tres características básicas: una distribución geográfica muy restringida, con los cuerpos esparcidos en un área donde el eje principal es menos que 45 km de largo; una composición ultra alcalina sódica fuertemente insaturada; y la presencia de manto xenolítico en las lavas.

Alrededor de veinte apariciones de rocas ultra alcalinas han sido reconocidos en la región, los cuerpos hallados caracterizados como tapones, estrechos, flujos, y diques pequeños intrusivos de los sedimentos continentales cenozoicos de la Formación Patiño. Los datos geocronológicos disponibles muestran edades comprendidas entre 60 y 90 Ma (Comin- Chiaramonti et al., 1991) con un claro predominio de entre 50 y 45 Ma. (Eoceno).

Petrografía y composiciones minerales

Nefelinitas y ankaramitas

Las nefelinitas y ankaramitas son caracterizadas por fenocristales de olivino y microfenocristales de olivino, el clinopiroxeno y la magnetita se establecen en una masa de tierra microcristalina. Este último se compone de clinopiroxeno, olivino, opacos, vidrio intersticial, nefelina y plagioclasas de microlitos muy rara. Varias muestras muestran nefelina poiquilítica, feldespato alcalino y carbonatos.

Algunas muestras contienen xenolitos de espinela-peridotita, asociados con olivino, piroxeno y/o xenocristales de espinela y a veces también materiales criptocristalinos (sedimentarios, metamórficos y volcánicos) y xenocristales de cuarzo derivados de la corteza (Demarchi et al., 1988)

Aspectos sedimentológicos del Bañado Sur

La configuración estructural iniciado con la formación del Rift de Asunción en el Jurásico con dirección preferencial NW-SE, continuados con intrusiones y efusiones ígneas de la Suite Sapucaí y posterior relleno sedimentario continental de los macizos rocosos circundantes (de edades Ordovícico- Silúricas, principalmente), es el principal responsable de la geomorfología actual en la zona Centro-Este del país.

Los rellenos sedimentarios corresponden a la Formación Patiño constituida principalmente por conglomerados (Cerro Patiño) a fanglomerados (Cerro Pero) polimícticos en su parte basal y gradualmente pasa a areniscas medias mal seleccionadas (Cerro Yaguarón, Itapytápunta) en estratos superiores. Este paquete sedimentario abarca una edad desde el Cretácico Superior hasta el Paleógeno (Terciario Inferior), interrumpido por intrusiones y efusiones ígneas ultramáficas de la Suite Ñemby (Cerro Lambaré), que localmente a afectado este paquete sedimentario en áreas pocos consolidadas con la formación de areniscas columnares, por un efecto de calentamiento (ingresión de fluidos silíceos) y enfriamiento (disyunción columnar) procesos hidrotermales, poco frecuentes en la naturaleza.

(Comin Chiaramonti et al, 1991)

Geomorfología del área de estudio

Asunción se encuentra en un bloque geomorfológico, bien delimitado y orientado en dirección Noroeste-Sureste en donde se observan lomas desarrolladas con afloramientos rocosos. El departamento central se encuentra rodeado por cerros o cadenas de cerros algunos con intrusivas básicas, cuarcitas o meta-arenisca con manifestaciones columnares. El área correspondiente a la parte más oriental es más abrupta, uniéndose con la planicie del lago Ypakarai. Por otro lado el área occidental se une más suavemente con la planicie que lo limita (Cuenca del Caañabe/Yuguyty) con algunos picos en los alrededores de Yaguarón. (Gomez, 1991?)

La zona de estudio es una planicie aluvial excavado por el río, y relleno por sedimentos de arrastre de fondo (arenas) y sedimentos en suspensión (arcillas y limos), estos sedimentos continentales son de edades recientes que va desde el pleistoceno y holoceno, al ser una zona topográficamente baja, representa una zona directamente

influenciado por las crecidas anuales del río Paraguay, estas crecidas sucesivas a lo largo del tiempo ha aportado sedimentos que describen los eventos de mínima y máxima crecida del río, actualmente la zona presenta lagunas pocas profundas como relictos de antiguos canales (paleocausas) del río, que con su avance sinuoso, ha formado meandros cerrados que posteriormente son abandonados por el cauce debido a la obstrucción de sedimentos y vegetación invasiva, muy común en ríos que discurren en amplias planicies con gradiente muy bajo y poco abrupto.

Debido a la actividad antrópica, en la zona y la interrupción de la sedimentación natural a raíz de rellenos artificiales con el fin de aumentar la cota en caminos y lugares edificados, se ha perdido la circulación natural y la comunicación de estas lagunas en épocas de río bajo, aumentando la sedimentación de arcillas y materiales finos que impermeabilizan el suelo de la zona, creando zonas más propensas a la inundación. (Comin Chiaramonti et al, 1991)

2.8. Marco Legal.

La LEY Nº 18.308 de “Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible” es la que más se ajusta a la problemática del área de estudio, que en su Artículo 4 e incisos trata del ordenamiento territorial y sus aplicaciones;

Artículo 4º. (Materia del ordenamiento territorial). – El ordenamiento territorial y desarrollo sostenible comprende:

- a) La definición de estrategia de desarrollo sostenible, uso y manejo de territorio en función de objetivos sociales, económicos, urbanísticos y ecológicos, a través de la planificación.
- b) El establecimiento de criterios para la localización de las actividades económicas y sociales.
- c) **La identificación de zonas de riesgo por la existencia de fenómenos naturales o de instalaciones peligrosas para asentamientos humanos.**

- d) La identificación y definición de áreas bajo régimen de administración especial de protección, por sus intereses ecológicos, patrimonial, paisajístico, cultural y de conservación del medio ambiente y los recursos naturales.
- e) La definición de equipamiento e infraestructura y de estrategias de consolidación del sistema de asentamientos humanos.
- f) La previsión de territorio a los fines y usos previstos en los planes.
- g) El diseño y adopción de instrumento y procedimientos de gestión que promuevan la planificación del territorio.
- h) La Elaboración e instrumentación de programas, proyectos y actuaciones con incidencia territorial.
- i) La promoción de estudios para la identificación y análisis de los procesos políticos, sociales y económicos de los que derivan las modalidades de ocupación y ordenamiento del territorio.

3. METODOLOGIA

3.1. Características generales del área de estudio.

3.1.1. Localización del área del Estudio.

El bañado localizado en la ciudad de Asunción en la zona Central de la Región Oriental del Paraguay y comprende parte de los barrios de Tacumbú ,Jukyty, San Cayetano, Republicano, Santa Ana, Itá Enramada, Santa Librada, Presidente Carlos Antonio López y Sajonia. (DGEEC, 2012). (Figura 4)



Fuente: STP/DGEEC. Cartografía digital Censo Nacional de Población y Viviendas 2012

Figura 4 Localización del área de estudio

Fuente: STP/DGEEC. Cartografía digital Censo Nacional de Población y Viviendas 2012.

3.1.2. Hidrografía.

El Río Paraguay es el más importante, es navegable por buques de mayor calado desde su confluencia con el río Paraná hasta Asunción, y por buques medianos desde Asunción hasta Corumbá (Brasil) en el Norte. Los principales afluentes del Río Paraguay son: el Pilcomayo, con 835 Km de extensión que sirve de límite Sur-este con la República Argentina. Es un río estacionario, con aumento de volumen durante el verano debido a los deshielos en los contrafuertes andinos de Bolivia y gran disminución en invierno. Según DGEEC (Anuario 2016 Paraguay).

El principal curso de agua es el Río Paraguay, y son afluentes que riegan la zona del río Salado, el lago Ypacarai, y los arroyos Itay, Ytororo, Avay y Paray. Se ubican también en este departamento el lago Ypoa y la laguna Cabra. Vierten sus aguas en el lago Ypacarai, el arroyo Yukyry, el cañabe y sus afluentes. Los arroyos Yuquyty y el Ñanduá confluyen en los esteros del Ypoá. (Atlas Censal del Paraguay)

3.1.3. El Clima y la Vegetación.

El tipo de clima es tropical a subtropical, gobernados por masa de aire tropical y masa de aire polar, con veranos muy cálidos y lluviosos e inviernos con temperaturas bajas y menos lluviosas. La temperatura media anual es de 24 °C y la máxima media anual es de 29 °C. Existe una marcada diferencia entre la distribución de las precipitaciones en las dos regiones en que se divide el país. En la Región Oriental, la temperatura media anual oscila entre 22 °C y 2°C, en la Región Occidental, la temperatura media anual es de 25 °C. promedio registrado de las precipitaciones es de 2.196 mm, en la Región Oriental y en cambio en la Región Occidental se hacen mínimas con 1.440 mm, en las proximidades de la frontera con Argentina y Bolivia. (Anuario 2016, DGEEC).

En la Región Oriental se encuentran los mayores bosques. Las especies más importantes y difundidas son el lapacho, timbó, urundey, cedro, curupay, chivato, guatambú, guayaibí, incienso, palo santo, ybyrapytá, quebracho, espinillo, etc. que se emplean en la ebanistería, construcción y durmientes. El pirí, caraguatá, palmera, tacuara, etc. son también especies corrientes de gran utilidad para construcción de artículos artesanales.

El naranjo agrio es importante fuente industrial, pues de las hojas se extrae el aceite volátil “petit-grain” usado en perfumería. (Anuario 2016, DGEEC).

3.1.4. El Suelo.

Una gran parte del este de Paraguay está cubierta por un manto de suelo residual tan profundo que el lecho rocoso rara vez está expuesto. Este suelo es generalmente rojo y arenoso y tiene bajo contenido de nitrógeno y otros alimentos básicos de origen vegetal.

Alrededor de dos quintas partes del este de Paraguay, en un cinturón que va desde la frontera brasileña al sur hasta el Tebicuary y que incluye el área de Asunción, está cubierto por suelos sustentados por areniscas. (Anuario 2016, DGEEC).

Los suelos de lava basáltica, que generalmente son los más fértiles, cubren la meseta de Paraná. Los suelos transportados cubren una franja a lo largo del río Paraguay.

Se extiende desde el río Apa hasta la frontera sur y cubre la llanura de Neembucú. Los suelos del Gran Chaco son principalmente barro aluvial, arcilla y arena que han sido transportados desde las tierras altas bolivianas. (Anuario Estadístico del Paraguay (Año 2016)

3.1.5. Actividades Económicas.

El sector Económico de la población ocupada: Población ocupada de 12 años y más de edad que pertenece a una rama de actividad específica, donde el sector primario comprende a la agricultura, ganadería, caza y pesca; el sector secundario abarca las industrias manufactureras, construcción, minas y canteras; el sector terciario agrupa a electricidad, gas y agua, comercio, restaurantes y hoteles, transporte, almacenamiento y comunicaciones, finanzas, seguros, inmuebles, servicios comunales, sociales y personales; y no informado. Según, (DGEEC, 2012).

Según (DGEEC,2012) apenas uno de cada diez habitantes de los Bañados tiene empleo formal. El resto recogen basura, la clasifican y venden, crían gallinas, vacas y cerdos,

o tienen pequeños puestos de venta ambulante. Otros, pescan en el río para aportar a la olla familiar. Muchos van hasta Puerto Falcón, ciudad argentina sobre el río Paraguay, de donde traen aceite, cebolla, tomate y ropa de contrabando.

3.2. Materiales.

Para este trabajo se utilizaron los siguientes materiales; mapa Escala 1.40.000 para la delimitación del área de estudio, GPS portátil Garmin para la ubicación del área de estudio , cámara fotográfica para la toma de fotografías, notebook hp, Google Earth Pro y Qgis 3.8 para la elaboración de los mapas.

3.3. Métodos.

La investigación es del tipo cualitativo y el diseño es descriptivo, para la realización del trabajo se dividió en tres etapas.

- **Trabajo de Gabinete:**

Para la elaboración del siguiente trabajo se procedió a la recopilación de datos e informaciones, bibliografía, entrevistas, encuestas y antecedentes relacionado al tema del trabajo.

Se tuvo que solicitar informaciones de los bancos de datos de las Instituciones Públicas, del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censo (DGEEC), Secretaria de Emergencia Nacional (SEN), y la Municipalidad de Asunción que corresponde a la muestra de la investigación.

- **Trabajo de Campo:**

El trabajo en esta etapa consistió en las salidas de campo donde se procedió a las tomas de fotografías y anotaciones de las coordenadas, altimetrías de los distintos barrios y los puntos más bajos ubicados en la ciudad de Asunción.

Se realizó una visita a las viviendas de los pobladores con el objeto de tomar fotos a sus viviendas y a la vez encuestarlos.

- **Procesamientos y análisis de los datos obtenidos:**

Con las informaciones y datos obtenidos en el trabajo de Gabinete y de Campo, se procedió al procesamiento de los datos, en cual se utilizaron; Google Earth y Qgis 3.8.

Con los datos obtenidos se elaboraron los mapas digitales, tablas y gráficos para el análisis e interpretación de los datos procesados en la presente investigación.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. Resultados.

Los resultados de esta investigación se basan en el estudio de las zonas más vulnerables de inundación del Bañado Sur.

En la figura 5 se visualiza los barrios más vulnerables del área de estudio, los cuales son Jukyty, Sajonia, San Cayetano, Santa Ana y Tacumbú.

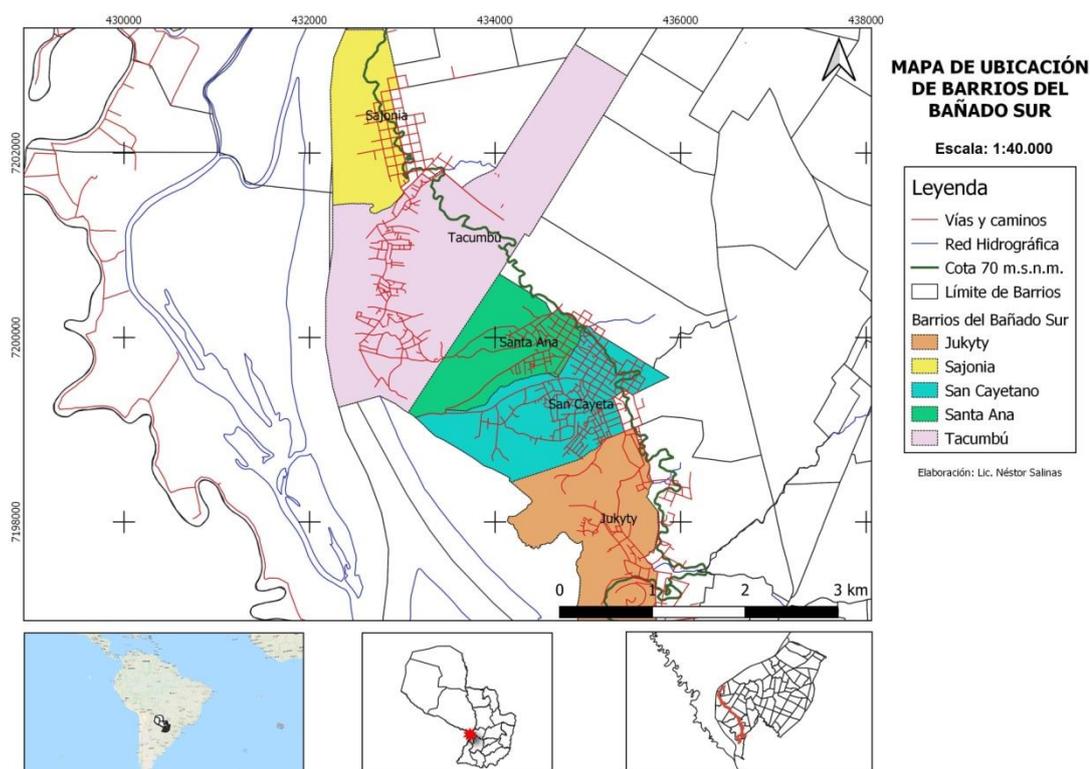


Figura 5 Mapa de ubicación del Bañado Sur. Escala 1:40.000.

Fuente: Elaborado por el Departamento de Geología.

El mapa de la figura 5 nos ilustra que el área del Bañado Sur afecta a varios barrios capitalinos como Sajonia, San Cayetano, Santa Ana, Tacumbú, Jukyty y otros, todos ellos ya conforman zonas populosas en época de estío y que en los meses de afectación por las inundaciones se ven rebasados en su capacidad de absorber a tantas familias desplazadas, no están preparados para esta migración y no poseen infraestructura adecuada para responder a la demanda de tantas familias.

Este año de 2019 fue una más de las tantas otras inundaciones pero con mayor área inundada donde se verificó a más personas desplazadas y en viviendas precarias

ocupando plazas, instituciones, paseos centrales, inclusive en lugares donde no se habian desplazado antes como en el centro mismo de la ciudad de Asunción fue ocupado su casco histórico.

Para tener información primaria se elaboraron encuestas a los pobladores, fue de tipo cerrada donde se marcaban cuatro preguntas en el cual se trata de demostrar las condiciones de vida de los pobladores.

Según la encuesta elaborada en el área de estudio, los datos proporcionados por los mismos fueron los siguientes:



Figura 6. El gráfico de la pregunta número 1 demuestra que el 100% de las personas encuestadas contestó que no cuenta con el protocolo de seguridad durante las inundaciones.



Figura 7. El gráfico de la pregunta número 2 demuestra que el 72% de las personas encuestadas contestó que si recibe asistencia del municipio durante las crecidas, mientras que el 28% contestó que no.



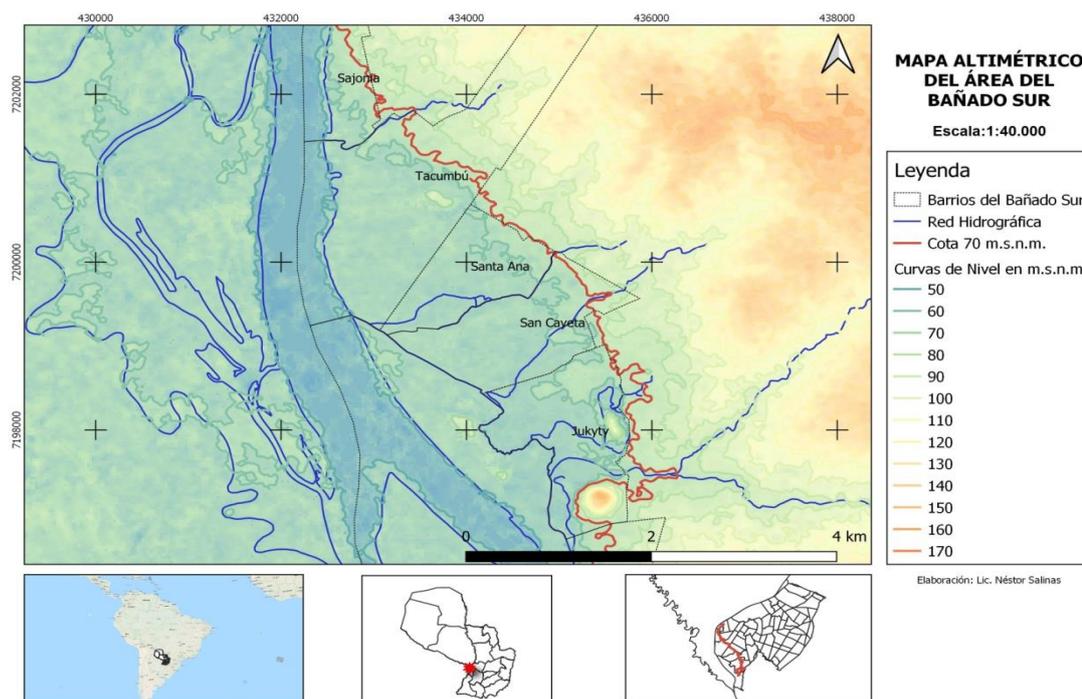
Figura 8. El gráfico de la pregunta número 3 demuestra que el 100% de las personas encuestadas contestó que si son frecuentes los daños estructurales en su vivienda.



Figura 9. El gráfico de la pregunta número 4 demuestra que el 72% de las personas encuestadas contestó que no se trasladaría a otro lugar para evitar los problemas de inundación, mientras que el 28% contestó que sí.

A continuación se demuestra los mapas elaborados de las zonas vulnerables del área de estudio:

El mapa altimétrico de la Figura 10 nos demuestra que el rango de vulnerabilidad se encuentra entre las cotas 60 y 70 m proporcionando así datos de gran importancia para una mejor planificación y ordenamiento de las viviendas asentadas en la ribera del Río Paraguay.



**Figura 10. Mapa altimétrico del área del Bañado Sur. Escala 1:40.000.
Fuente: Elaborado por el Departamento de Geología.**

Los modelos elaborados de las figuras 11 y 12 nos muestra que el perfil de elevación A y B, presentan un perfil de dirección NE-SW donde se evidencia la zona más vulnerable a inundaciones de los barrios Tacumbú, Jukyty, San Cayetano, Santa Ana, Sajonia, y otros.

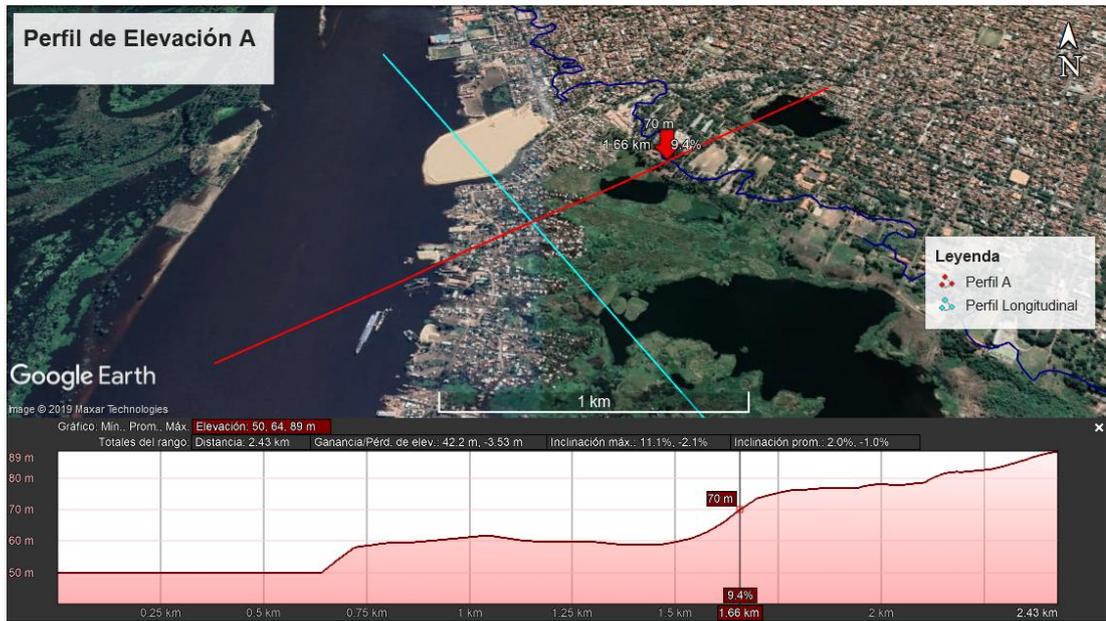


Figura 11. Mapa de Perfil de Elevación A del Bañado Sur. Corte dirección NE-SW. Fuente: Extraído de Google Earth.

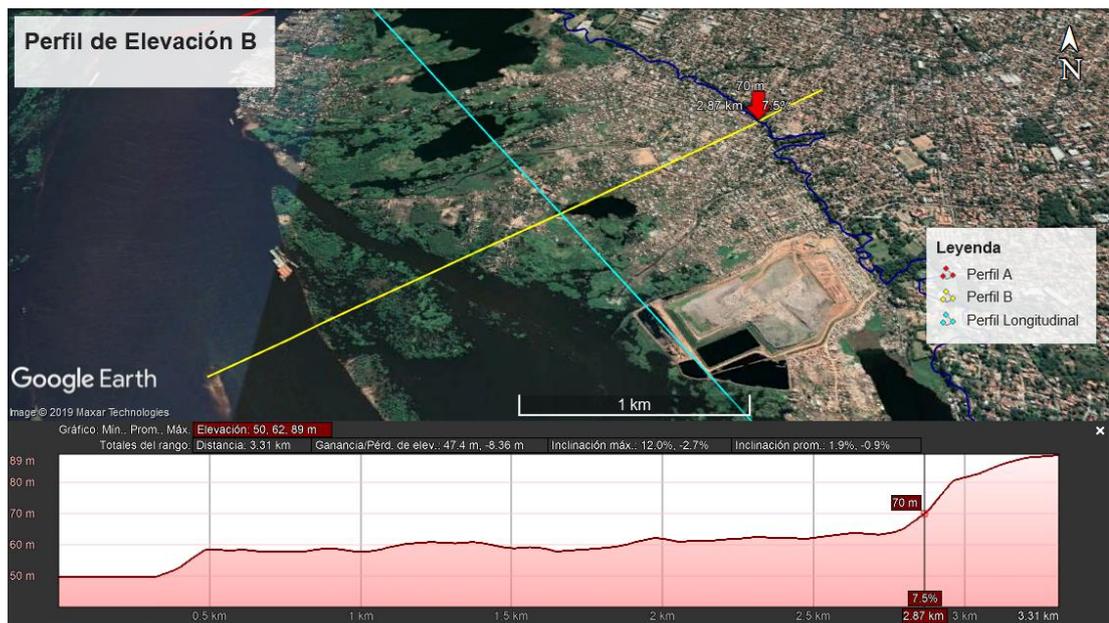


Figura 12. Mapa de Perfil de Elevación B del Bañado Sur. Corte dirección NE-SW. Fuente: Extraído de Google Earth.

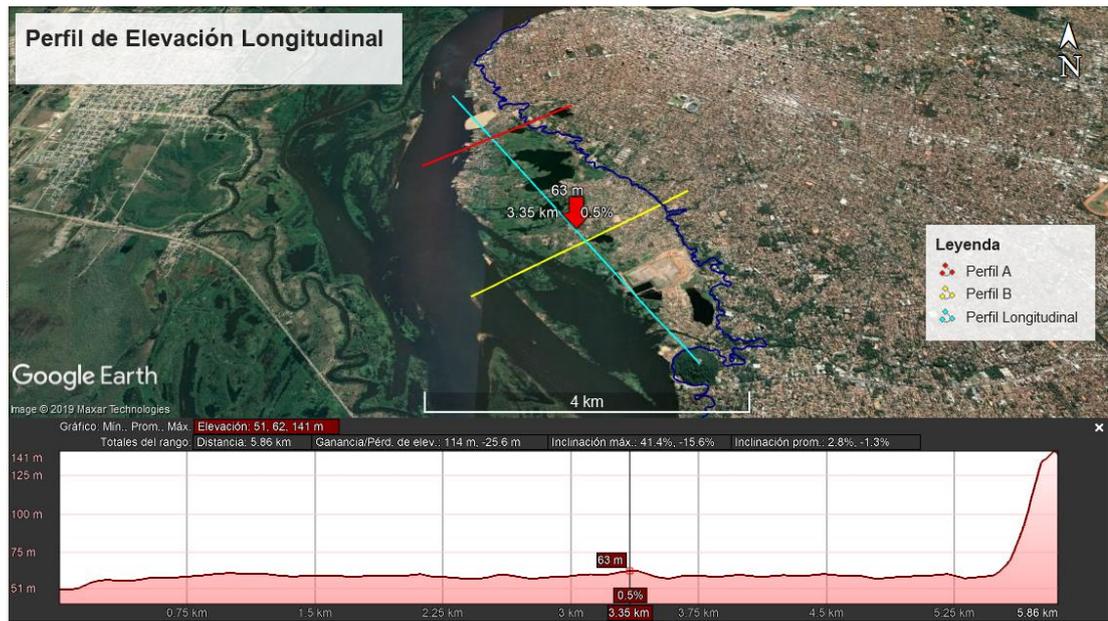


Figura 13. Mapa de Perfil de Elevación Longitudinal del Bañado Sur. Fuente: Extraído de Google Earth.

La imagen de perfil de elevación longitudinal de la figura 13 demuestra que la cota más baja es de 63 M.S.N.M, lugar donde en épocas de grandes precipitaciones sufre grandes inundaciones.

PUERTO	ANUAL	MES												
		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	
ASUNCIÓN														
Máxima	7,88	7,88	6,46	6,50	6,30	5,80	5,70	4,90	3,51	3,07	2,41	2,32	4,51	
Mínima	1,45	6,50	5,92	5,96	5,63	5,28	4,93	3,55	3,08	2,45	1,80	1,55	1,45	

Tabla 1. Niveles característicos de agua (en metros) por mes. Según Puerto, Año 2016. Fuente: Extraído del Anuario Estadístico del Paraguay 2016.

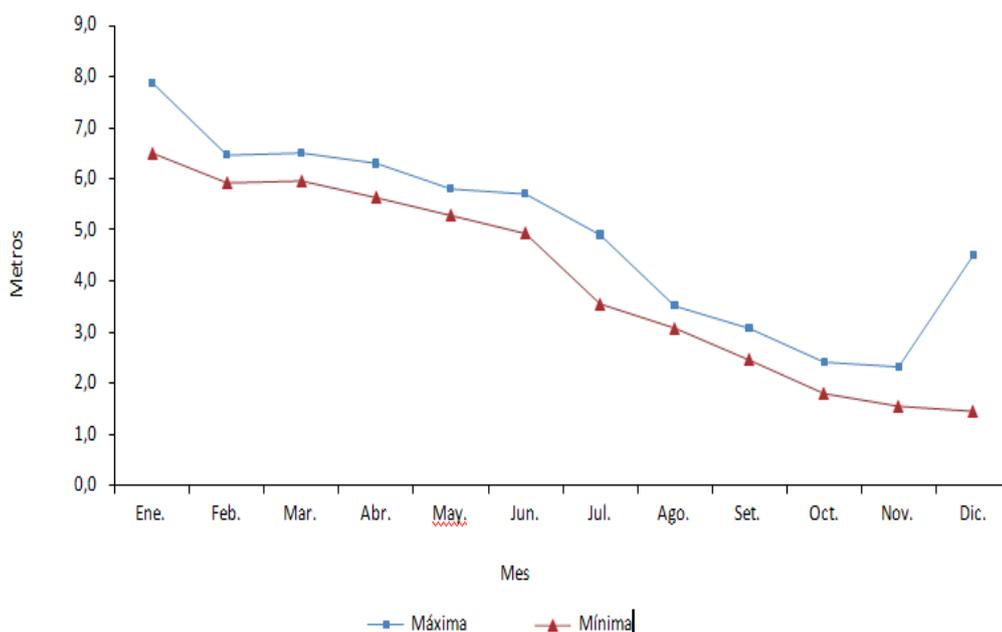


Figura 14. Altura máxima y mínima (en metros) en el río Paraguay por mes. Puerto de Asunción Año 2016. Fuente: Extraído de Anuario Estadístico de Paraguay 2016.

En el gráfico de la figura 14 se demuestra la altura máxima y mínima del río Paraguay por mes, registrando variedad en los diferentes meses como muestra en la figura. En el mes de enero se observa una crecida de 7.88 M.S.N.M, y una mínima de 6.5 M.S.N.M, luego en el mes de febrero se denota una máxima de 6.46 M.S.N.M, y una mínima de 5.92 M.S.N.M, seguido del mes de marzo con una máxima de 6.50 M.S.N.M, y una mínima de 5.96 M.S.N.M, a continuación en el mes de abril se registra una máxima de 6.30 M.S.N.M, y una mínima de 5.63 M.S.N.M, seguidamente en el mes de mayo se observa una máxima de 5.80 M.S.N.M, y una mínima de 5.28 M.S.N.M, seguidamente en el mes de junio se registra una máxima de 5.70 M.S.N.M, y una mínima de 4.93 M.S.N.M, posteriormente en el mes de julio se evidencia una máxima de 4.90 M.S.N.M, y una mínima de 3.55 M.S.N.M, luego en el mes de agosto de observa una máxima de 3.51 M.S.N.M, y una mínima de 3.08 M.S.N.M, a continuación en el mes de setiembre se muestra una máxima de 3.07 M.S.N.M, y una mínima de 2.45 M.S.N.M, en el mes de octubre se registra una máxima de 2.41 M.S.N.M, y una mínima de 1.80 M.S.N.M, en el penúltimo mes del año 2016 se registra una máxima de 2.32 M.S.N.M, y una mínima de 1.55 M.S.N.M, y por ultimo

en el mes de diciembre se registra una máxima de 4.51 M.S.N.M, y una mínima de 1.45 M.S.N.M.

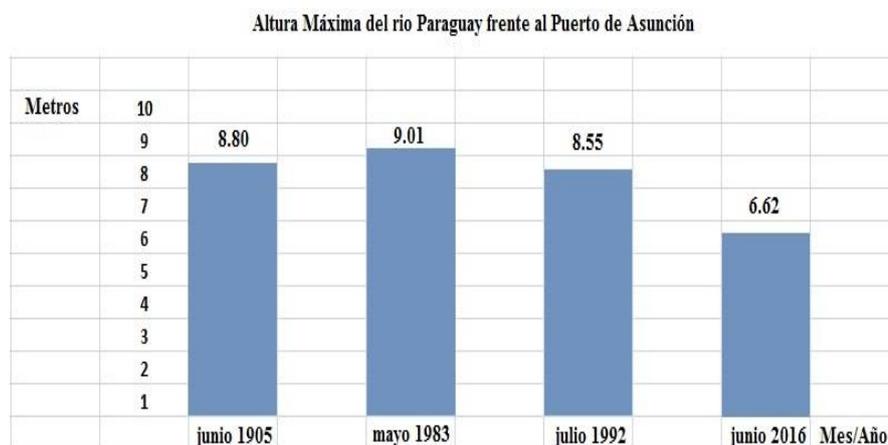


Figura 15. Altura Máxima del río Paraguay frente al Puerto de Asunción. Fuente: STP/DGEEC. Cartografía digital Censo Nacional de Población y Viviendas 2012.

En el gráfico de la figura 15 se evidencia que el río Paraguay tuvo varias crecidas en diferentes años, en junio del año 1905 se demuestra que el río Paraguay tuvo una crecida máxima de 8.80 M.S.N.M, seguido del mes de mayo del año 1983 con una mayor crecida que la anterior de 9.01 M.S.N.M, mientras que en el mes de julio del año 1992 se observa una crecida de 8.55 M.S.N.M, y por último en el mes de junio del año 2016 se registra una crecida de 6.62 M.S.N.M frente al Puerto de Asunción.

AÑO	ALTURA	
	MÁXIMA	MÍNIMA
2001	4,06	0,85
2002	4,06	0,98
2003	4,76	0,91
2004	4,84	1,39
2005	3,91	0,75
2006	4,30	1,38
2007	4,77	0,54
2008	4,02	0,49
2009	3,22	0,47
2010	3,83	0,97
2011	4,60	0,44
2012	5,05	0,38
2013	5,28	0,50
2014	7,38	0,70
2015	7,88	1,90
2016	7,88	1,45

Tabla 2. Altura máxima y mínima (en metros) del río Paraguay por año. Puerto de Asunción – Periodo 2001 -2016. Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación de la Armada.

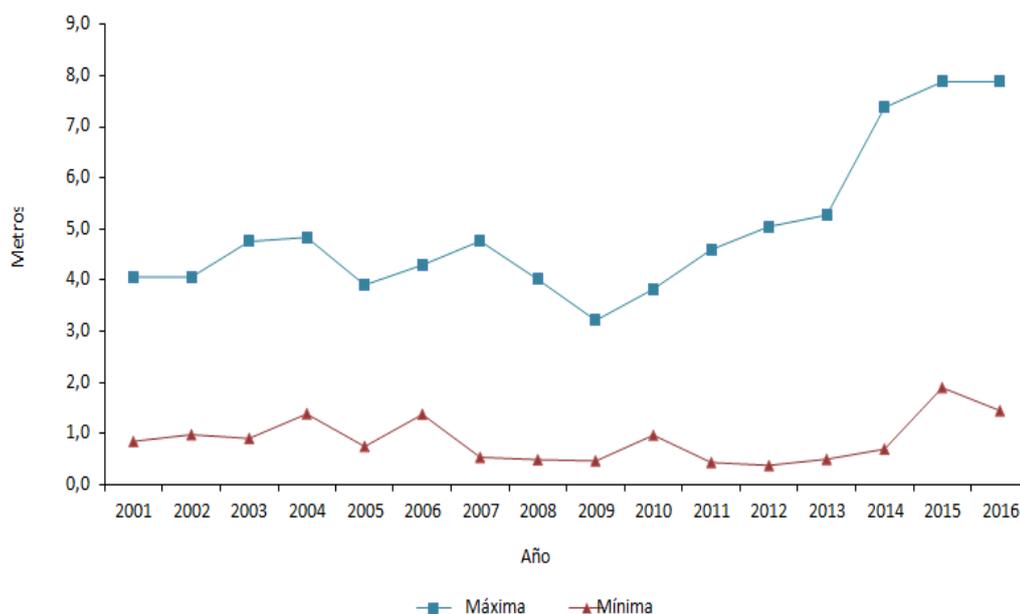


Figura 16. Altura máxima y mínima (en metros) del río Paraguay por año. Puerto de Asunción – Periodo 2001 -2016. Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación de la Armada. Extraído del Anuario Estadístico del Paraguay 2016

En el gráfico de la figura 16 se demuestra la altura máxima y mínima en metros del río Paraguay por año desde el 2001 hasta el 2016, en el cual de evidencia una marcada variedad de la crecida del río Paraguay, registrando en los últimos años (2014 – 2016) una brusca crecida del río de 7.38 a 7.88 M.S.N.M, con respecto a los años anteriores.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ELEVACIÓN SOBRE NIVEL DEL MAR (m)	TIPO DE ESTACIÓN
	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE		

Asunción - Aeropuerto Internacional

25°14'

57°30'

83

S

S: Estación de una red meteorológica cuyos datos son usados para la elaboración de pronósticos del tiempo.

Tabla 3. Estación meteorológica de Asunción – Aeropuerto Internacional. Fuente: Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil. Extraído del Anuario Estadístico del Paraguay 2016.

En la tabla 3 se observa la estación meteorológica de Asunción – Aeropuerto Internacional con una elevación sobre el nivel del mar con un valor de 83 m, de coordenadas geográficas de latitud sur 25°14' y longitud oeste de 57°30'.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	ANUAL	MES											
		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
ASUNCIÓN - Aeropuerto Internacional													
Máxima media	28,3	33,9	33,3	29,4	30,6	21,5	20,5	24,6	27,0	27,2	29,4	30,4	31,8
Mínima media	18,1	24,4	24,6	20,8	21,4	13,9	9,3	13,0	15,3	13,5	19,2	19,4	22,6
Media	22,5	28,6	28,1	24,3	25,1	17,2	14,2	18,0	20,0	19,7	23,7	24,3	26,6

Tabla 4. Temperatura máxima, mínima y media del aire (grados centígrados), por mes según estación meteorológica. Año 2016. Fuente: Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil.

En la tabla 4 se demuestra la temperatura máxima, mínima y media del aire (grados centígrados), por mes del año 2016, de la estación meteorológica de Asunción – Aeropuerto Internacional. En el cual se registra una máxima media de 28,3 grados, seguido de una mínima media de 18.1 grados, y una media anual de 22.5 grados centígrados.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	ANUAL	MES											
		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Asunción Aeropuerto Internacional	73,3	73,0	80,0	78,0	76,0	83,0	77,0	72,0	68,0	61,0	67,0	69,0	75,0

Tabla 5. Humedad relativa media (en porcentaje) por mes, según estación meteorológica. Año 2016. Fuente: Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil.

En la tabla 5 se demuestra la humedad relativa media (en porcentaje) por mes del año 2016, de la estación meteorológica de Asunción – Aeropuerto Internacional. En el cual se registra la humedad relativa media (en porcentaje) anual de 73.3 por ciento.

MES											
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	TOTAL	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
------------------------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Asunción -
Aeropuerto Internacional 1.404,4 148,8 307,0 92,7 148,5 85,5 2,7 21,2 31,9 29,8 180,9 163,7 191,7

Tabla 6. Precipitación total (en milímetros) por mes, según estación meteorológica. Año 2016. Fuente: Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil.

En la tabla 6 se demuestra la precipitación total (en milímetros) por mes, del año 2016, de la estación meteorológica de Asunción – Aeropuerto Internacional. En el cual se registra una precipitación total de 1.404,4 mm, como se observa en el gráfico de la figura 17.

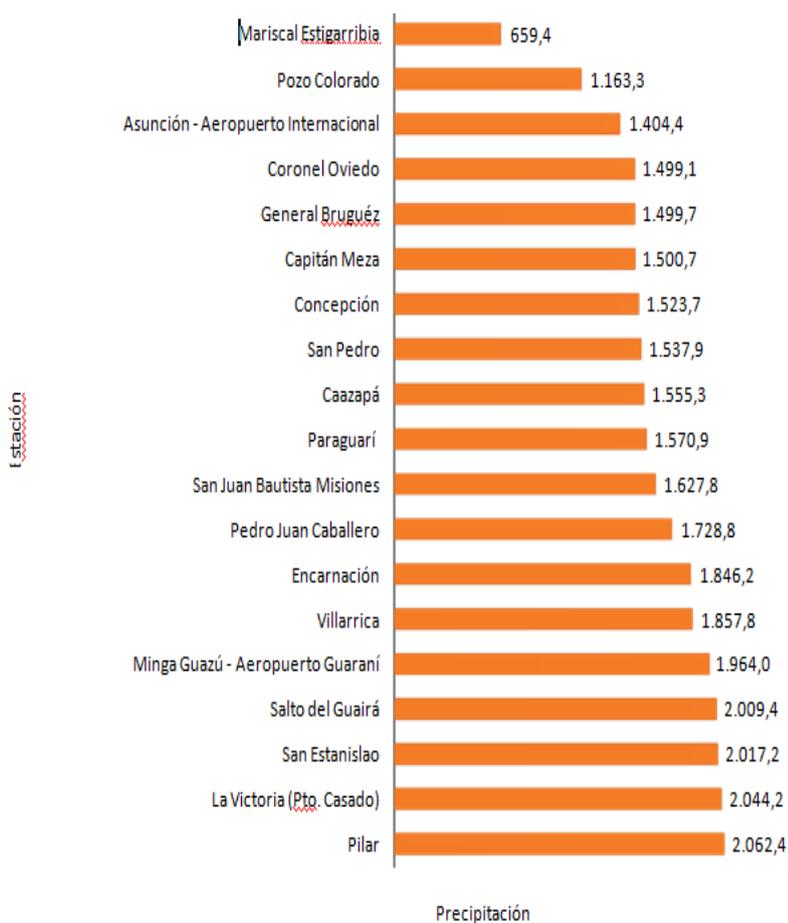


Figura 17. Precipitación total anual (en mm), según estación meteorológica. Año 2016. Fuente: Extraído del Anuario Estadístico del Paraguay 2016.

	Asunción Bañado	
Tasa de ocupación^(c)	97,8	97,7
Categoría de ocupación de la población ocupada^(d)		
% Dependiente	70,0	59,6
% Independiente	29,7	40,1
% No informado	0,2	0,3

**Tabla 7. Tasa de ocupación. Categoría de de la población ocupada.
Fuente: STP/DGEEC. Cartografía digital Censo Nacional de Población y
Viviendas 2012.**

Esta tabla 7 evidencia la categoría de ocupación de la población ocupada, en el cual refleja el porcentaje de tasa de ocupación total de 97.7%, dependiente 59.6 %, mientras que el 40.1 % es independiente, seguido de 0.3 % no informado.

4.2. Discusión.

Las inundaciones en la Ciudad de Asunción ocurren casi todos los años en épocas de mayor precipitación como se ha mencionado anteriormente, aunque la intensidad puede variar de acuerdo al comportamiento del clima y la presencia de los fenómenos climáticos del niño y la niña que suelen alterar las ocurrencias de las precipitaciones.

En el Bañado Sur estos fenómenos de inundaciones se da con mucha frecuencia durante todo el año debido a las dos causas que hacen que se inunde esta zona; por precipitación local y por inundación del río Paraguay.

Estos datos de inundaciones frecuentes son proporcionados por el Anuario Estadístico del Paraguay 2016, con la particularidad de que en los últimos meses del año disminuye las probabilidades de la crecida del río Paraguay.

El comportamiento del nivel hidrométrico y el caudal del río Paraguay en la ciudad de Asunción dependen de la cantidad de lluvias caídas en su cabecera o localmente. Estos parámetros condicionan el comportamiento del río en Asunción.

De los 9 barrios que se encuentran en el Bañado Sur, 5 son los más vulnerables a la inundación los cuales son Santa Ana, San Cayetano, Jukyty, Sajonia y Tacumbú.

De acuerdo a los modelos y mapas presentados en el capítulo IV, estos nos demuestran que el rango de vulnerabilidad se encuentra entre las cotas 60 y 70 M.S.N.M. proporcionando así datos de gran importancia para una mejor planificación y ordenamiento de las viviendas asentadas en la ribera del Río Paraguay.

A partir de la cota 70, se pueden considerar en los barrios Santa Ana, San Cayetano, Jukyty, Sajonia y Tacumbú, un límite de cota con baja vulnerabilidad, recomendando que en dichos barrios sí se puede habitar pero a partir de la cota mencionada donde disminuye los riesgos de evacuados durante las inundaciones.

5.1 CONCLUSION

De acuerdo a los objetivos planteados se ha podido reconocer los barrios más vulnerables a inundaciones que son ocupadas en las cotas más bajas del Bañado Sur, entre los 60 y 70 M.S.N.M.

Las casas construidas en lugares cuyas cotas son inferiores a 60 M.S.N.M, sujetas a inundaciones, sufren grandes daños estructurales de sus viviendas y enseres domésticos, obligando a las personas a trasladarse a lugares de emergencia proporcionado por el estado.

Se pudo visualizar que en el mapa altimétrico de la Figura 10 nos demuestra que el rango de vulnerabilidad se encuentra entre las cotas 60 y 70 m proporcionando así datos de gran importancia para una mejor planificación y ordenamiento de las viviendas asentadas en la ribera del Río Paraguay.

En el mapa de la figura 5 nos ilustra que el área del Bañado Sur afecta a varios barrios capitalinos como Sajonia, San Cayetano, Santa Ana, Tacumbú, Jukyty y otros, todos ellos ya conforman zonas populosas en época de estío y que en los meses de afectación por las inundaciones se ven rebasados en su capacidad de absorber a tantas familias desplazadas, no están preparados para esta migración y no poseen infraestructura adecuada para responder a la demanda de tantas familias.

Además este año 2019 fue una más de las tantas otras inundaciones pero con mayor área inundada donde se verificó a más personas desplazadas y en viviendas precarias ocupando plazas, instituciones, paseos centrales, inclusive en lugares donde no se habían desplazado antes como en el centro mismo de la ciudad de Asunción fue ocupado su casco histórico. Para tener información primaria se elaboraron encuestas a los pobladores, fue de tipo cerrada donde se marcaban cuatro preguntas en el cual se trata de demostrar las condiciones de vida de los pobladores.

Como el río Paraguay se comporta de forma muy cambiante, producto de las variaciones climáticas y las acciones antrópicas se deben tener en cuenta que la situación en la zona estudiada tiende a empeorar si no se toman medidas estructurales en forma inmediata.

5.2. RECOMENDACION.

Es casi imposible controlar totalmente una inundación, pero es posible disminuir los daños. Se espera que, a partir de este trabajo, se puedan realizar más estudio con el objeto de poder elaborar planes que ayuden a mitigar los impactos, y que ayuden al desarrollo sostenible de la comunidad, sin alterar el medio ambiente.

Para esto se debe evitar ocupar las zonas para asentamientos entre las cotas de 60 a 70 m o menor, son los más vulnerables a inundaciones.

Se evidencia claramente que 5 de los 9 barrios del Bañado Sur son los más vulnerables a inundaciones, de este modo es importante que el municipio desarrolle una política para la prevención de los impactos ocasionado por este fenómeno.

A continuación citaremos algunas recomendaciones que pueden ser aplicados para la mitigación de los impactos ocasionados por las inundaciones:

- Tener una Planificación para un buen ordenamiento territorial, esto con el fin de evitar el asentamiento de las personas en zonas vulnerables a inundación;
- Realizar medidas preventivas no estructurales, el sistema de alerta, para esto es necesario realizar una proyección hidrológica diaria o mensual que pronostique el comportamiento hidrométrico del río Paraguay, teniendo en consideración la característica cambiante del río.
- Utilizar los datos de los niveles hidrométricos, precipitaciones medias y anuales y realizar un monitoreo más riguroso del comportamiento del río Paraguay.
- Construcción de un muro de contención (medida estructural) con el fin de salvaguardar a los habitantes ubicados en las zonas vulnerables a inundación. Es importante realizar un estudio de impacto ambiental, esto es debido a que se encuentran pequeños humedales que están conectados al río con el fin de evitar la alteración del ecosistema.

Es de suma importancia que las autoridades del estado paraguayo asuman con responsabilidad la situación lamentable de los pobladores del Bañado y tengan en cuenta una mejor planificación y ordenamiento territorial de la ciudad de Asunción de cara al siglo XXI.

Estas recomendaciones quedan a consideración de las autoridades municipales de la ciudad de Asunción.

ANEXO.

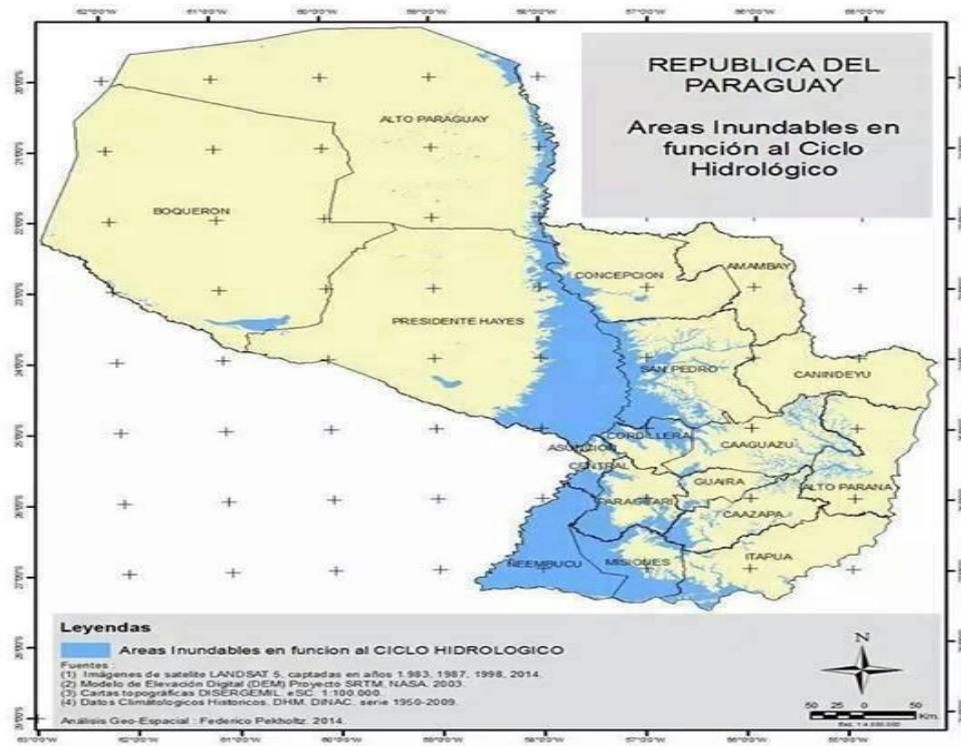


Figura Áreas inundables en función al ciclo hidrológico. Fuente: Geología del Paraguay.



Figura Mapa de la zonificación del área del Bañado Sur. Fuente: Municipalidad de Asunción

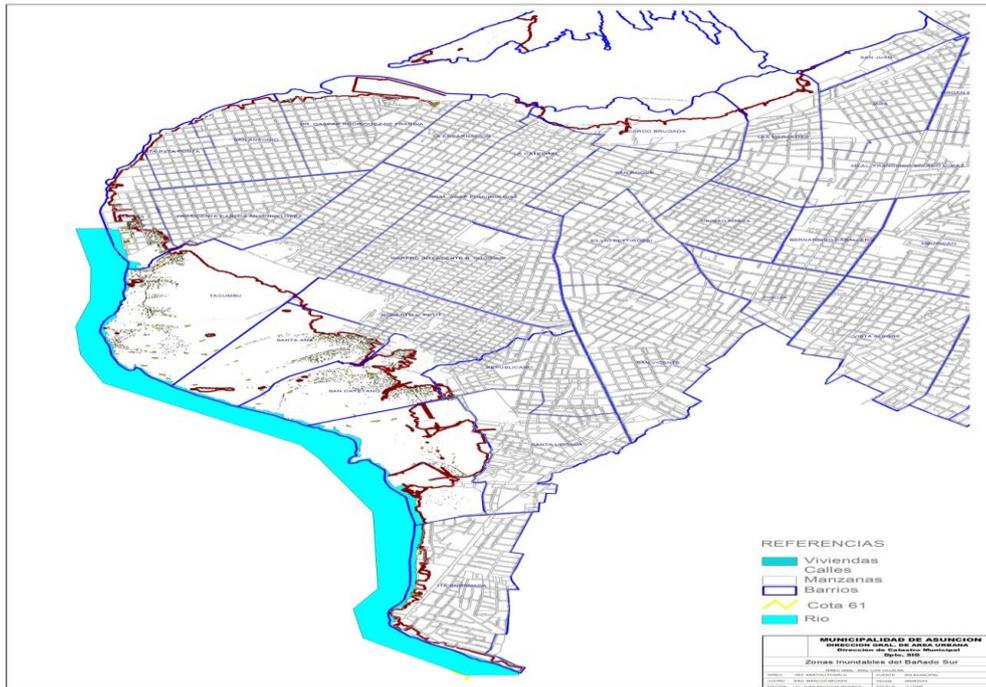


Figura Mapa de las zonas inundables del bañado Sur. Fuente: Municipalidad de Asunción. Dirección General de Área Urbana. Dirección de catastro.



Figura Mapa del Sector de Asunción en donde se evidencia el área del Bañado Sur. Fuente: Municipalidad de Asunción. Dirección General de Área Urbana. Dirección de catastro.



Figura Foto del área de estudio del Barrio Republicano, refugios de los pobladores del Bañado Sur.



Figura Foto del área de estudio del Barrio Republicano, refugios de los pobladores del Bañado Sur.



Figura Foto del área de estudio del Barrio Tacumbú, de los baños utilizados por los refugiados de las inundaciones.



Figura Foto del área de estudio del Barrio San Cayetano, de la ruta y el único medio de transporte de la zona, la línea 6.



Figura Foto del área de estudio del Barrio Tacumbú, de la cantera de Tacumbú en el cual se observa la basura que los refugiados desechan en la zona.



Figura Foto del área de estudio. Zona denominada Caracolito, según el Padre Oliva.



Figura Foto del área de estudio. Barrio San Cayetano. Detrás, una casa con pilote, en donde algunos pobladores se quedan en sus casas durante las crecidas del Río Paraguay.



Figura Foto del área de estudio. Joven llevando a cuestras sus pertenencias. Fuente Foto de Lorena Galeano



Figura Foto de área de estudio. Arroyo Ferreira. Zona Bañado Sur.



Figura Foto de área de estudio. Centro de Atención Familiar de los bañadenses.



Figura Foto de área de estudio. Casas de pobladores del Bañado Sur.



Figura Foto de área de estudio. Encuesta a un señor de la zona del bañado Sur.



Figura Foto de área de estudio. Encuesta realizada a señoras que trabajan en la escuela Fe y Alegría del Barrio San Cayetano.



Figura Foto del área de estudio. Según pobladores el puente es la divisoria entre el Barrio Porvenir y Cateura.



Figura Foto del área de estudio. Casa inundada en épocas de crecida del río Paraguay



Figura Foto del área de estudio. Familias mudándose de sus casas por la crecida del Río Paraguay.

Fuente Fotografía de Lorena Galeano



Figura Foto de área de estudio. Terrenos abandonadas en la zona del Bañado sur.



Figura Foto de área de estudio. Entrevista al Padre Oliva con respecto a la situación de los pobladores del Bañado Sur.

ASUNCIÓN. Áreas seleccionadas. Cota 64^() (Bañado Sur). Principales indicadores de población y viviendas, 2012**

CARACTERÍSTICAS	ASUNCIÓN	Bañado Sur
DATOS DE POBLACIÓN		
Población total^(*)	529.433	40.413
% Hombres	47,7	50,4
% Mujeres	52,3	49,6
% Población con nacimiento registrado	97,1	96,3
% Población con cédula de identidad	94,5	87,9
Población por grupos de edad		
% 0 a 14 años	22,6	34,8
% 15 a 64 años	67,5	61,0
% 65 años y más	9,9	4,3
% Población 6 a 14 años que asiste a la escuela	94,2	92,4
% Población alfabeta de 15 años y más^(a)	94,9	92,1
Promedio de años de estudio de la población de 25 años y más	11,4	7,3
Tasa de actividad^(b)		
Total	57,7	55,4
Hombres	67,6	71,8
Mujeres	48,9	38,9
Tasa de ocupación^(c)	97,8	97,7
Categoría de ocupación de la población ocupada^(d)		
% Dependiente	70,0	59,6
% Independiente	29,7	40,1
% No informado	0,2	0,3
Sector económico de la población ocupada^(e)		
% Primario	1,3	1,0
% Secundario	15,3	28,1

% Terciario	80,6	69,3
% No informado	2,9	1,6
% Población nacida en el extranjero	2,8	0,8
DATOS DE VIVIENDAS PARTICULARES		
Viviendas particulares ocupadas con personas presentes	96.582	6.341
Servicios básicos		
% Viviendas con energía eléctrica	99,9	99,5
% Viviendas con agua corriente ^(f)	98,3	96,2
% Viviendas con desagüe cloacal	69,8	10,8
% Viviendas con recolección de basura	87,0	25,7
% Viviendas con saneamiento mejorado ^(g)	95,7	79,2
Tipo de vivienda		
% Casa	82,2	75,1
% Rancho	4,6	22,0
% Departamento o piso	7,9	0,0
% Pieza de inquilinato	5,0	1,3
% Improvisada	0,2	1,5
% Otra particular	0,0	0,1
Materialidad de la vivienda		
Paredes exteriores		
% Viviendas con paredes de ladrillo	93,3	76,2
% Viviendas con paredes de madera	5,0	20,5
% Viviendas con paredes de estaqueo	0,1	0,6
% Viviendas con paredes de adobe	0,0	0,0
% Viviendas con paredes de bloque de cemento	1,3	0,9
% Viviendas con paredes de tronco de palma	0,0	0,0
% Viviendas con paredes de cartón, hule, madera de embalaje	0,2	1,4
% Viviendas sin pared	0,0	0,1
% Viviendas con otro tipo de pared	0,1	0,4
Piso		

% Viviendas con piso de tierra	4,3	18,8
% Viviendas con piso de ladrillo	2,8	2,0
% Viviendas con piso de baldosa común	50,0	21,7
% Viviendas con piso de cemento (lecherada)	14,6	44,1
% Viviendas con piso de mosaico, cerámica, granito, mármol	26,8	8,6
% Viviendas con piso de tablón de madera	0,5	4,0
% Viviendas con piso de parquet	0,6	0,0
% Viviendas con piso de alfombra	0,2	0,1
% Viviendas con otro tipo de piso	0,3	0,7
Techo		
% Viviendas con techo de teja	77,0	43,2
% Viviendas con techo de paja	0,1	0,1
% Viviendas con techo de fibrocemento o similar (eternit)	6,5	26,9
% Viviendas con techo de chapa de zinc	6,2	25,9
% Viviendas con techo de tablilla de madera	0,1	0,1
% Viviendas con techo de hormigón armado, loza o bovedilla	9,9	3,2
% Viviendas con techo de tronco de palma	0,0	-
% Viviendas con techo de cartón, hule, madera de embalaje	0,1	0,4
% Viviendas con otro tipo de techo	0,1	0,1
Equipos domésticos y bienes de confort		
Acceso a TIC (Tecnología de la Información y Comunicación)		
% Viviendas con radio	87,5	75,8
% Viviendas con televisor	95,8	92,3
% Viviendas con teléfono fijo	49,0	5,3
% Viviendas con teléfono celular	91,1	83,1
% Viviendas con computadora	48,2	10,9
% Viviendas con computadora conectada a internet	43,6	8,1
% Viviendas con antena parabólica	8,6	6,9
% Viviendas con TV cable	49,9	14,3
Bienes de confort		

% Viviendas con heladera	91,6	77,1
% Viviendas con lavarropas	77,8	61,6
% Viviendas con video/DVD	55,7	32,8
% Viviendas con termocalefón	24,6	3,3
% Viviendas con ducha eléctrica	68,2	33,2
% Viviendas con acondicionador de aire	59,5	22,8
% Viviendas con horno microondas	48,6	14,6
% Viviendas con automóvil/camioneta	45,3	9,6
% Viviendas con moto	15,8	32,8
% Viviendas con ninguno de estos bienes	0,4	1,6
Condición de propiedad de la vivienda		
% Es propia	70,6	91,2
% La están pagando en cuotas	0,5	0,2
% Es en condominio	1,2	0,1
% Es alquilada	22,3	3,0
% Es prestada, la cuidan	2,9	2,7
% Es ocupada de hecho	0,8	0,6
% No informado	1,6	2,2
El lote o terreno donde está construída la vivienda...		
% Es propio	58,7	49,9
% Lo están pagando en cuotas	0,6	0,4
% Es en condominio	1,5	0,4
% Es fiscal o municipal	10,2	39,9
% Es alquilado	22,5	3,1
% Es cedido	3,3	3,4
% Es ocupado de hecho	1,3	0,7
% Otra situación (incluye es de una empresa privada o estancia, es de una misión religiosa, es del INDI, es del INDERT)	-	-
% No informado	2,0	2,2
Promedio de ocupantes por vivienda	3,9	4,5

INDICADORES DE NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS (NBI)^(h)		
Hogares particulares ocupados con personas presentes	98.736	6.481
% Hogares con al menos una NBI	22,5	50,7
% Hogares con NBI en calidad de la vivienda	7,4	23,6
% Hogares con NBI en infraestructura sanitaria	5,1	22,0
% Hogares con NBI en acceso a la educación	6,6	15,9
% Hogares con NBI en capacidad de subsistencia	8,4	11,3

Fuente: STP/DGEEC. Cartografía digital Censo Nacional de Población y Viviendas 2012.

Encuesta a los pobladores del Bañado Sur sobre zonas vulnerables de inundación

Apellido y Nombre:

Barrio:

Nacionalidad:

Número de integrantes familiares:

Fecha:

1. ¿Cuenta con protocolo de seguridad durante las inundaciones?

Si

No

2. ¿Recibe asistencia del municipio durante las crecidas del río?

Si

No

3. ¿Son frecuentes los daños estructurales en su vivienda?

Si

No

4. ¿Se trasladaría a otro lugar para evitar los problemas de inundación?

Si

No

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABHAS, K. J., BLOCH, R. & LAMOND, J. 2012. Ciudades e Inundaciones: Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades en el Siglo 21. Banco Mundial. Washington, D.C.
- ANUARIO ESTADÍSTICO DEL PARAGUAY, 2016. Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC) .
- CARLOS E. M. TUCCI, 2006. *Gestión de Inundaciones Urbanas*. 90690-370. Rua Lavradio, 150 cl - Porto Alegre-RS –Brasil.
- COMIN-CHIARAMONTI, P., CUNDARI, A., GOMES, C. B., PICCIRILLO, E. M., CENSI, P., DEMIN, A., ... & ORUÉ, D. (1992). Potassic dyke swarm in the Sapucaí graben, Eastern Paraguay: petrographical, mineralogical and geochemical outlines. *Lithos*, 28(3-6), 283-301.
- DEGRAFF, M. J., FRANCO, R., ORUE, D. 1981 Interpretación Geofísica y Geológica del Valle de Ypacarai (Paraguay) y su Formación. Asociación Geológica Argentina, Revista XXXVI (3): 240-256
- DOMECQ, R. M., PERITO, A., CHAMORRO, L., AVILA, J.L., & BAEZ, J., 2016 Inundaciones en el Paraguay. Revista de la Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, ISSN 2410-0021. Asunción – Paraguay
- ECKEL, B., E. 1959. *Geology and Mineral Resources of Paraguay*. A Reconnaissance. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper; 327 – 110p.
- FORTES, A. M., 2006. *La Evaluación y Gestión de los Riesgos por Inundaciones*. Universidad Carlos III de Madrid. España.
- GÓMEZ, D., 1991. Consideraciones Morfo-Estructurales de la Antiforma de Asunción. Simposio de Aguas subterráneas., Paraguay.

- HARRINGTON, H. J. 1950. Geología del Paraguay Oriental. Univ. Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.
- HARRINGTON, H. 1950. Geología del Paraguay Oriental. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Contribuciones Científicas Serie E Geología, 82pág. Buenos Aires.
- HARRINGTON, H. J. 1972. Silurian of Paraguay. In: Correlatiion of South American Silurian rocks. Geol. Soc. Am.
- HECTOR G. R. VAZQUEZ., 2012. Inundaciones en Zonas Urbanas: Medidas Preventivas y Correctivas, Acciones Estructurales y No Estructurales. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- LEOPOLD, L., WOLMAN, M., AND MILLER, P. *Fluvial processes in Geomorphology*. San Francisco, Freeman. 522 pp.1964.
- LOPEZ, O., GONZALEZ, E., DE LLAMAS, P., MOLINAS, A., GARCIA, S. & RIOS, E. 1995. Mapa de Reconocimiento de la Región Oriental; Proyecto de Racionalización de uso de la tierra – Gobierno del Paraguay/ Banco Mundial/ Gobierno de Japón.
- OEA,. 1993. *Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado*. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales. Washington, D.C, US.
- PALMIERI, J. H, VELASQUEZ, J. C 1982. Geología del Paraguay. Colección: Apoyo a Cátedra. Serie: Ciencias Naturales. Ediciones NAPA, Asunción – Paraguay
- PROYECTO PAR 83/005 1986. Mapa Geológico del Paraguay 1:1.000.000. P.N.U.D. –M.D.N. Texto Explicativo. Asunción –Paraguay
- PUTZER, H. 1962. Die Geologie von Paraguay; Beitragezur Regionalen Geologie der Erde. Vol. 2, Gebruder Borntraeger, Berlín-Alemania

PROYECTO PAR 83/005 (1986) Mapa geológico del Paraguay. Comisión Nacional de Desarrollo Regional – Ministerio de Defensa Nacional. Asunción. PY.

ROCHA, A. F., 1998 Introducción a la Hidráulica Fluvial. Primera Edición. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

SPINZI, A., 1983. Consideraciones sobre una Formación de conglomerados en Areguá y alrededores. Informaciones Científicas. Asunción. Paraguay.

THE ANSCHUTZ CORPORATION. 1979. Annual Summary of Exploration. Operation in Paraguay.

TRABAJO DE GRADO. LIC. DERLIS RICARDO VERA GONZALEZ. 2018.

GLOSARIO

AFLUENTE: corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar, sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia

ASENTAMIENTO: Se entenderá por asentamiento precario como un conjunto de viviendas generalmente en situación de precariedad que están agrupadas geográficamente, de asentamiento espontáneo, de tenencia irregular, ocupadas o tomadas, con altos índices de pobreza, en condiciones no aptas para la habitabilidad o en zonas ambientales degradadas.

CAUCE FLUVIAL: Dentro de su cuenca, cada río traza su propio cauce, que es el espacio por donde circula.

CAUDAL: Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.

CUENCA HIDROLÓGICA: Red de drenaje superficial cuyas aguas desembocan a un canal principal.

EROSIÓN FLUVIAL: Es el trabajo continuo que realizan las aguas corrientes sobre la superficie terrestre. La erosión fluvial se desarrolla siguiendo patrones específicos de drenaje, los cuales son controlados por la estructura geológica, por la dureza de la roca, por la carga fluvial y otros factores.

GEOMORFOLOGÍA: Es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre teniendo en cuenta su origen, naturaleza de las rocas, el clima de la región y las diferentes fuerzas endógenas y exógenas que de modo general entran como factores constructores del paisaje, desarrollado en el transcurso del tiempo geológico.

HUMEDAL: zona de tierra, generalmente planas, cuya superficie se inunda de manera permanente o intermitentemente.

LAGO: Depresión del suelo producida por diversos procesos geológicos, colmatados de agua más o menos tranquilas.

LLANURA: gran extensión de tierra plana o con ligeras ondulaciones.

LECHO DE UN RÍO: Canal por donde discurren las aguas de un río en épocas normales.

LITOLOGÍA: Ciencia que estudia el origen, evolución y clasificación de las rocas.

MEANDRO: Sinuosidades formadas por los ríos en un estado de desarrollo maduro o senil, generalmente en terrenos planos. Los meandros presentan un margen cóncavo o de erosión o solapamiento y un margen convexo o de deposición.

PAISAJE: Aspectos morfológicos de una región producto final de todos los procesos geológicos realizados sobre los terrenos de dicha región.

PENDIENTE: Superficie inclinada de un terreno.

RIESGO: es la exposición a una situación donde hay una posibilidad de sufrir un daño o de estar en peligro

RÍOS: Concentración de las aguas de escorrentía en un cauce definido y sobre el cual discurren.

RELIEVE: Son las múltiples formas que presenta la superficie del globo terrestre, debido a los factores erosivos y sedimentarios, así como a los tectónicos.

SALTO: Denominación genérica dada a todos los desniveles que se observan en el perfil longitudinal de un río.

SEDIMENTO: Material fragmentario originado por la erosión y/o alteración de las rocas pre-existentes susceptible de ser transportado y depositado en los fondos marinos, fondos lacustres y depresiones continentales.

SEDIMENTACIÓN: Es el proceso geológico mediante el cual los materiales detríticos erosionados de las rocas preexistentes se acumulan en un determinado lugar. Los materiales sedimentados por consolidación y diagénesis se transforman en rocas sedimentarias.

VULNERABILIDAD: **riesgo que una persona, sistema u objeto puede sufrir frente a los peligros**, sean ellos desastres naturales, desigualdades económicas, políticas, sociales o culturales.