

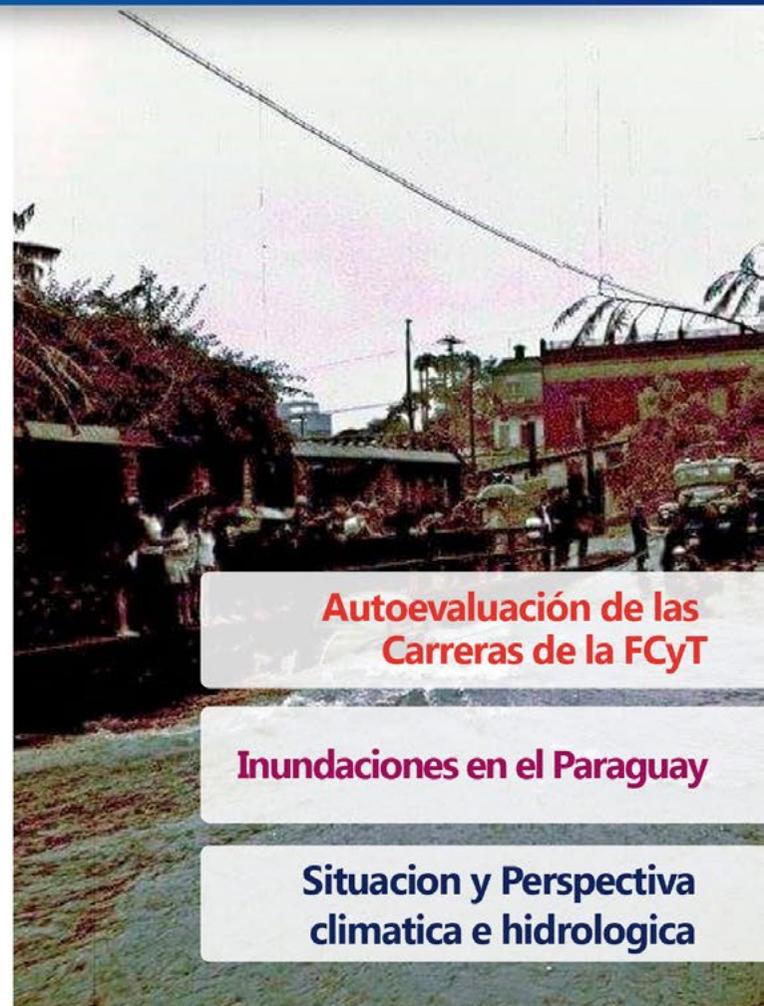


Revista de la Facultad de Ciencias y Tecnologías

ISSN 2410-0021

Nº 7 - Marzo

Año 2016



**Autoevaluación de las
Carreras de la FCyT**

Inundaciones en el Paraguay

**Situación y Perspectiva
climática e hidrológica**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

UNIVERSIDAD CATÓLICA
NUESTRA SEÑORA DE LA
ASUNCIÓN

MISIÓN Y VISIÓN

Somos una comunidad integrada por estudiantes, profesores, investigadores, personal no docente y egresados, dedicada a la formación de profesionales calificados, la **EDUCACIÓN CONTINUA**, la investigación, la extensión, la innovación y la prestación de servicios en ciencias y tecnología, a partir de una perspectiva cristiana, pluralista y participativa que educa con criterios de excelencia, ética, creatividad, equidad y sustentabilidad, para contribuir activamente al desarrollo integral de la persona y de la sociedad paraguaya.

Centro politécnico de referencia que produce impactos positivos en el desarrollo nacional. En el 2020, se posicionará como la facultad de mayor excelencia en lo académico, en investigación y servicios del país, reconocida entre las mejores del Mercosur.

Con enfoque integral, trabaja en **FORMA** interdisciplinaria y sinérgica.

EQUIPO DE LA FCyT

Decano – Luca Cernuzzi
Director DICIA – Juan Alberto González Meyer
Directora CTA – Lisa Lugo
Director Arquitectura – Blas Amarilla
Director Diseño – Ricardo Ruiz Díaz
Director Electrónica e Informática – Magali González
Director de Análisis de Sistemas – Emilio Gutiérrez
Laboratorio de Electrónica Digital – Vicente González
Responsable de la Comunicación FCyT y de la Revista / Teresa Gamarra
Diseño y diagramación: Visualmente
Edición: Rosi Gómez Scappini
Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Universitario,
ISSN 2410-0021
Barrio Santa Librada, Asunción-Paraguay



SUMARIO

4	NOTAS DEL DECANO
6	INSTITUCIONALES
10	ACADÉMICOS
21	ARTÍCULOS
115	EVENTOS
126	INVESTIGACIÓN

NOTAS

del Decano



El rol de la academia hacia la reducción de los riesgos

Hemos empezado un año en el país y en la región, arrastrando lo que desde el 2014 llamamos el fenómeno de las inundaciones, extremadamente conocido y presente en la sociedad en la que coexistimos.

En el 2011 nuestro equipo de investigación de la Unidad de Estudios Hidroambientales de la Facultad de Ciencias y Tecnología, expresaban que si bien seguíamos en periodo de sequía, a partir del 2012 podría suceder una gran inundación ribereña con consecuencias económicas importantes, y que si no se genera un sistema de alerta para prepararnos para lo que viene, las consecuencias serían muy fuertes.

Llevamos más de 2 años arrastrando los efectos de las inundaciones y como academia no hemos parado de estudiar (investigar), analizar, proponer y transferir conocimientos (formar capacidades) e informar en todos los ámbitos y foros acerca de este fenómeno. Sus efectos y la gestión del mismo.

Considerando que la Academia, a partir de su producción en docencia, investigación, extensión y gestión, tiene un alto impacto en las actividades de la sociedad en todas las

esferas, en nuestro entorno existe una debilidad manifiesta de que las instituciones tomen esos conocimientos y puedan transformar los mismos en herramientas de preparación para reducir los riesgos.

La universidad tiene como misión aportar el conocimiento para que los que tienen que tomar las decisiones políticas y estructurales en materia de políticas públicas, la tomen. "Sin embargo, deberíamos iniciar un proceso de diálogo más maduro entre la universidad y el Estado" para construir ese diálogo/relación.

El marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, en su prioridad 1: Comprender el riesgo de desastres donde el enunciado trata de que las políticas y prácticas deben basarse en una comprensión del riesgo y, donde una de las formas para lograr este cometido desde nuestra perspectiva es necesario realizar el punto h de esta prioridad que reza de la siguiente manera...: Promover y mejorar el diálogo y la cooperación entre las comunidades científica y tecnológica, otros actores pertinentes y los encargados de formular políticas a fin de facilitar la conexión entre la ciencia y las políticas para un proceso eficaz de adopción de decisiones en la gestión del riesgo de desastres...

Por todo esto al inicio de este año, seguiremos haciendo esfuerzos para generar más conocimiento, acercarnos más a los tomadores de decisiones, establecer las políticas y agendas públicas para seguir acercando más y mejores conocimientos en la gestión para la reducción del riesgo de desastres y apostando en la innovación tecnológica para ese efecto, y apuntado a reducir las vulnerabilidades, aumentar las capacidades y disminuir los riesgos que impactan en las personas.

Luca Cernuzzi
Decano FCyT



INSTITUCIONAL

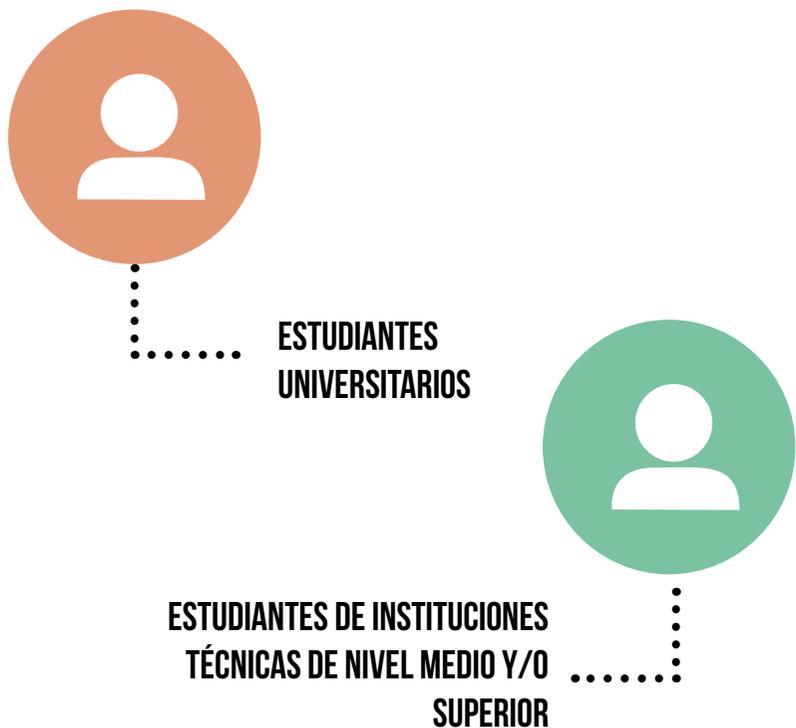
CONVENIO PIVOT-UNIVERSIDAD CATÓLICA NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN PARA EL DESARROLLO DE OPORTUNIDADES LABORALES

En el año 2010 la organización denominada PIVOT y la Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción" signó un acuerdo para el desarrollo de oportunidades laborales de alumnos y graduados de la comunidad educativa de la Universidad.

El desarrollo de oportunidades se proyecta a través de una herramienta o plataforma virtual denominado *Feria Virtual de Talentos*. Ésta es una nueva concepción de intermediación laboral inspirada en base a una experiencia de más de ocho años de realización de ferias de empleo, que ha incorporado este concepto en el país, habiendo ya realizado diez y nueve ediciones presenciales y siete virtuales.



La Feria Virtual de Talentos, a diferencia de una feria de empleos, reúne postulantes en stands virtuales (páginas web), en lugar de empresas. En este caso, son las empresas las que acuden a los stands para concretar contactos con personas con determinadas competencias. Dichos stands se organizan según ciertos criterios:



Se establecen tres tipos de Feria Virtual de Talentos para atender a tres grupos con los siguientes perfiles:

Profesionales recién graduados o estudiantes a punto de graduarse.

Estudiantes necesitando pasantías.

Profesionales con dos o más años de graduados.

La feria virtual de talentos ofrece ventajas que otros tipos de encuentros de intermediación laboral no brindan. Esas ventajas son: alta concentración de empresas con intereses concretos en los perfiles que ofrecen los integrantes del stand; facilidad en la recepción de múltiples ofertas laborales provenientes de varias empresas; una vez en la base de datos, hay posibilidades de recibir más ofertas de empleo durante el transcurso de su vida profesional y no tiene costo para los postulantes.

Para las empresas que buscan un nuevo talento humano, los beneficios son: promoción de marca; facilidad en encontrar currículums perfectos para sus necesidades; alto rendimiento; se contactan y entrevistan sólo candidatos que cumplen con ciertos requisitos y bajo costo/ conveniencia.

Las características del stand virtual de talentos:

Se asigna una página web exclusiva para la casa de estudios, dentro del portal de Paraguay Estudia (www.paraguayestudia.com)

Dentro de la página web de la casa de estudios, se reserva un espacio rectangular para cada stand

Cada stand corresponde a una carrera o curso.

Se muestra una síntesis del perfil del candidato en una serie de registros o renglones.

Se visualiza el Currículum completo con un clic en el registro de interés, siguiendo ciertas reglas para asegurar la identidad de la empresa y la confidencialidad de la información.

Se muestra un encabezamiento del stand con información, resumen de la carrera o curso y la cantidad total de currículums disponible.

Para este periodo, se iniciará esta propuesta con el Departamento de Análisis de Sistemas de la Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), para luego ir trabajando con los otros departamentos de la FCyT.



ACADÉMICO

 **SUMARIO**

PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN CARRERA ANÁLISIS DE SISTEMAS

El proceso de autoevaluación de la carrera de Análisis de Sistemas, se inicia en junio de 2015 en respuesta a la convocatoria de la Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior, ANEAES. De esa manera, inicia un proceso de revisión interna tendiente a instalar procedimientos para el mejoramiento continuo de la calidad de la educación que ofrece, tomando como parámetro de evaluación el Modelo Nacional de Acreditación impulsado por la ANEAES.

El propósito de la autoevaluación es detectar fortalezas y debilidades de la Carrera con el fin de presentar las bondades y desarrollar acciones correctivas para las limitaciones encontradas. Pretende el mejoramiento continuo del servicio y formación que ofrece la misma.

Sus objetivos son:

- ✓ Implementar el proceso de la autoevaluación del Programa de la Carrera de Análisis de Sistemas Informáticos.
- ✓ Instalar la cultura de la evaluación en la institución formadora.

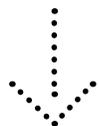
Los responsables del proceso de autoevaluación se constituyen en agentes, las autoridades académicas: el Decano de la Facultad de Ciencias y Tecnología, Dr. Luca Carlo Cernuzzi; el Director Académico, Ing. Carlos Sánchez y el Director de la Carrera, Lic. Emilio Gutiérrez.

Ellos son agentes claves, facilitando medios, recursos e informaciones para impulsar el avance del proceso de Autoevaluación.

El Comité de Autoevaluación de la Carrera de Análisis de Sistemas Informáticos, integrado por los Profesores: Lic. Dina Miglio, Coordinadora del Comité; Ing. Carlos Filippi; Ing. César Albospino y el Lic. Raúl Larreinegabe, electos en Claustro de Profesores de fecha 27-03-2016, convocado para el efecto ante el llamado de la ANEAES y la inscripción de la carrera para el proceso de autoevaluación.

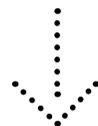
Los miembros citados cumplen las funciones de planificación y coordinación de las actividades desarrolladas durante el proceso y la elaboración del Informe final de Autoevaluación de la Carrera, conforme a requerimientos de la Agencia. Los miembros del comité han dedicado aproximadamente 130 horas de trabajo para realizar diferentes actividades relacionadas con el proceso.

El proceso de autoevaluación inicia formalmente en junio del 2015.



ETAPA 1 (JUNIO 2015)

- Conformación del Comité de Autoevaluación.
- Elaboración del plan de trabajo del Comité.
- Capacitación de los miembros del Comité.
- Ajustes y validación de instrumentos de recolección de datos para estudiantes y docentes.
- Planificación de actividades de socialización del proceso de Autoevaluación con la Comunidad Educativa de la carrera.
- Análisis y valoración de documentos institucionales.
- Elaboración de los materiales para la difusión del proceso



ETAPA 2 (AGOSTO DE 2015)

- Socialización del proceso de autoevaluación con la Comunidad Educativa.
- Aplicación de los instrumentos a Docentes y Alumnos.
- Procesamiento de los datos obtenidos.
- Análisis y discusión de las informaciones obtenidas
- Análisis de cada indicador y del conjunto de indicadores asociados a cada criterio, según componente y dimensión.
- Juicio sobre el cumplimiento de los criterios, de las metas y objetivos de la carrera.
- Inicio del informe de Autoevaluación en sus diferentes dimensiones.



ETAPA 3 (OCTUBRE 2015)

- Redacción final del Informe de Autoevaluación.
- Elaboración del Plan de Mejora
- Entrega del Informe de Autoevaluación e Informe Institucional a las autoridades académicas de la Facultad de Ciencias y Tecnología y al Vicerrectorado de la Universidad.

Participaron como agentes del proceso de autoevaluación los egresados de la carrera del año académico 2013-2015; Docentes del período académico 2012-2015, alumnos matriculados en el año 2015; empleadores de empresas y/o personas que trabajan con los egresados de la carrera; el personal, técnico, administrativo y de Apoyo de la Facultad y de la Carrera, y los directivos de la Universidad, la Facultad y carrera.

Como documentos de referencia para la evaluación del cumplimiento de los criterios, se utilizaron los documentos del Modelo Nacional de Evaluación de la ANEAES, también se hizo uso de los recursos de la Facultad y de la carrera para el desarrollo del proceso de Evaluación.

Fortalezas y Limitaciones del proceso de Autoevaluación

- El compromiso y el trabajo responsable del Comité de Autoevaluación, quienes asumieron la tarea con entusiasmo e interés y velaron por el desarrollo de un proceso objetivo y transparente.
- El apoyo de las autoridades de la Comunidad Académica de la FCyT al proceso emprendido y sobre todo, el respaldo a los miembros del Comité de Autoevaluación, facilitando en la medida posible recursos materiales y humanos y el acceso a la documentación necesaria para la revisión del cumplimiento y logros derivados del proceso.
- La predisposición de los estamentos de la FCyT en la provisión de la información de apoyo a las carreras, tales como CECOM, LED, OFITEC, BIBLIOTECA, etc
- La autonomía de los miembros del comité en cuanto al juzgamiento de los resultados derivados del proceso, garantizando la objetividad y la transparencia en el cumplimiento de los criterios e indicadores emanados del modelo propuesto por la ANEAES.
- La participación activa de los diferentes agentes del proceso de autoevaluación, en especial de la Secretaría de la Carrera, en las acciones emprendidas por el Comité para la recolección de datos, producción de la información y la socialización de los resultados derivados del proceso.
- Cumplimiento de una fase del proceso, el que posibilita la postulación de la carrera a la Evaluación externa con fines de Acreditación en el Modelo Nacional de Calidad.

PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN CARRERA INGENIERÍA INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

El 3 de marzo, ha sido presentado en las dependencias de la ANEAES, los informes de autoevaluación de las carreras de Ingeniería Informática y Electrónica, por lo que ambas carreras se encuentran en proceso de acreditación. Actualmente, el departamento está trabajando en la socialización del plan de mejora y la espera de los pares evaluadores.

.....> CURSOS

POSTGRADO EN ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO WEB

Como una experiencia significativa de trabajo para capacitar y producir mejores profesionales en un área de gran auge, el Departamento de Electrónica e Informática (DEI) de la Facultad de Ciencias y Tecnologías, pone a consideración el Programa de la especialización "Desarrollo Web" con énfasis en aplicaciones para la nube.

El DEI, aglutinando a los mejores profesionales de nuestro medio, persigue el objetivo de mantener su posición como referente en aspectos educativos y formativos de recursos humanos, brindando en este caso, la posibilidad de una capacitación de primer nivel a fin de cubrir una acuciante necesidad del mercado, no solo nacional sino internacional hacia personas capacitadas en esta área.

La titulación prevista es la de especialización en “Desarrollo Web”, con énfasis en Aplicaciones para la Nube. El objetivo general es brindar a profesionales de la informática una capacitación de primer nivel en Gestión y Programación de Aplicaciones en la Nube, poniendo a su disposición conocimientos actuales sobre prácticas, metodologías y tecnologías empleadas en el primer mundo en este ámbito, a fin de que tengan las habilidades requeridas para participar tanto local como internacionalmente en este tipo de proyectos con solvencia y buen desempeño.

.....> CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

- **Nivel Especialización posgrado**
Dirigido a Profesionales egresados de la carrera de Ingeniería Informática y afines
- **Carga horaria total**
392 (trescientos noventa y dos) horas, con dedicación adicional para realizar los trabajos asignados.
- **Duración** 15 meses
- **Inicio** 15 de abril de 2016
- **Fin** Julio de 2017
- **Modalidad** Sesiones presenciales, producción personal y grupal
 - **Días de sesiones presenciales** Viernes y sábados
 - **Horario de sesiones presenciales** Viernes: 17:00 a 20:00
Sábados: 09: 00 a 12:00
- **Carga horaria semanal** 8 horas semanales (según cronograma)
 - **Local de desarrollo de las sesiones presenciales**
UCA, Facultad de Ciencias y Tecnología. Campus Santa Librada, Asunción

Los objetivos específicos son:

- ✓ Generar recursos humanos con la más alta capacitación en gestión y programación para el desarrollo de aplicaciones en la nube, para que puedan colaborar en proyectos de desarrollo a nivel nacional e internacional.
- ✓ Proveer herramientas metodológicas a los participantes, explorando y adentrándose en el área de dirección y desarrollo ágil de proyectos.
- ✓ Brindar elementos de soporte a los participantes, a fin de que sean capaces de comprender, utilizar y diseñar una infraestructura técnica de soporte a las actividades de este tipo de proyectos.
- ✓ Proveer herramientas técnicas para que conozcan los detalles y las características de los lenguajes mayormente utilizados hoy día, de las mejores prácticas de seguridad, así como de las bases de dichas tecnologías.

CURSOS DE EXTENSIÓN

DEL PRIMER SEMESTRE
DE 2016 ORGANIZADOS
POR EL DEI

Curso De Administración De Sistemas

El objetivo es formar profesionales que se puedan desenvolver en el mundo laboral de una manera favorable. En especial para que emprendan una serie de actividades con base en conocimientos teóricos y prácticos.

El curso es una extensión dentro de la universidad, por lo tanto está abierto a cualquier persona interesada en participar. Para los alumnos de la carrera de ingeniería electrónica e informática, la misma contará con créditos académicos.

El curso de administración de sistemas, estará dividido en dos módulos: Administración de Sistemas I y Administración de Sistemas II. Inicio de clases para Administración I: 26 de marzo de 2016. Inicio de clases para Administración II: 10 de Septiembre de 2016. Se abre en el segundo semestre del 2016.

Introducción A La Interacción Humano Computador

El campo de Interacción Humano-Computador (IHC) tradicionalmente ha sido dominio de la ingeniería y la psicología. Sin embargo, a medida que el uso de la tecnología se expande, más allá de lograr la eficiencia y productividad en el área de trabajo, cada vez más se adapta a un enfoque que tiene raíces en otras disciplinas como las artes, arquitectura, moda, diseño industrial, diseño gráfico, diseño de productos, entre otros. Por encima del simple uso de la tecnología para resolver un problema, lo que hoy se busca es crear experiencias que sean intuitivas, funcionales y centradas en los usuarios.

CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA

Este curso introduce a los alumnos a los fundamentos de la Interacción Humano-Computador desde la perspectiva del diseño como disciplina. El mismo adopta un enfoque más bien práctico pero acompañado también de conceptos teóricos.

El objetivo principal es proveer a los estudiantes de las habilidades necesarias para investigar y desarrollar diseños conceptuales, así como también desarrollar su capacidad de brindar una perspectiva particular y fundamentada a la hora de resolver problemas de diseño y satisfacer las necesidades de los usuarios.

Inicio de clases: Martes 29 de marzo de 2016. Horario tentativo (a confirmar): martes y jueves a partir de las 18:30 hs.

Cursos cortos de actualización de Self Organized Networks (SON):

Nuevas formas de optimización de redes móviles celulares, a desarrollarse en el mes de mayo.

CIDIT/CTA-UCA PARA EL PRIMER Y SEGUNDO SEMESTRE DEL 2016

Curso para Formación de Técnico Vial – Capataz de Campo

Desarrollar el conocimiento, las habilidades y destrezas para realizar satisfactoriamente las tareas inherentes a las funciones de un técnico de mando medio especializado en el área vial, es el objetivo general del curso.

Los objetivos específicos son:

- ✓ Desarrollar el conocimiento de los procedimientos de los que se aplican en las obras de construcción y conservación de carreteras y puentes.

- ✓ Desarrollar las habilidades y destrezas para realizar trabajos específicos de cada área involucrada en este tipo de actividades.

- ✓ Desarrollar y practicar las habilidades técnicas para realizar de forma correcta los registros correspondientes a cada etapa de la construcción vial.

La duración del curso es de 3 meses con una carga horaria de 92 horas, 32 horas por mes (8 hs. semanales).

Dirigido a técnicos que desarrollan actividad en el área de la construcción, especialmente en el sector vial.

Este curso es para mandos medios incluso los operativos.

Curso Project Management (PM) para Profesionales

Cuenta con el apoyo académico del IAAP/Project Management Institute - PMI (programa de capacitación del IAAP/PMI). **Los objetivos del curso son:**

- ✓ Comprender qué es un Proyecto y por qué se genera en la organización.
- ✓ Comprender el Proceso de Project Management y su Ciclo de Vida.
- ✓ Aplicar técnicas de Project Management en proyectos.
- ✓ Comprender quiénes son los participantes de un proyecto, qué función cumplen y cuáles son sus intereses.
- ✓ Aprender a elaborar el grupo de documentos que definen un proyecto.
- ✓ Comprender las causas de éxito y fracaso de los proyectos.
- ✓ Analizar, evaluar y minimizar los riesgos de un proyecto.
- ✓ Comprender y analizar las Mejores Prácticas de control y seguimiento de proyectos.
- ✓ Analizar los principios del Liderazgo y la Motivación de equipos.

La capacitación está dirigida a Gestores e implementadores de proyectos/programas/planes. La duración del curso es de 48 horas, las clases se dictan los días viernes de 14:00 a 20:00 hs. y sábados de 09:00 a 14:00 hs.

Curso de Preparación para el Examen PMP

Este curso ha sido diseñado para cualquier profesional que piense en rendir el examen PMP (Project Management Professional) del PMI (Project Management Institute). El PMI (www.pmi.org) es el organismo que fija los estándares de Administración de Proyectos desde 1969 y es reconocido como la máxima autoridad en esta disciplina a nivel global.

Este curso asume que el participante tiene conocimientos generales de Administración de Proyectos, pero no necesariamente acerca del PMBOK (Project Management Body of Knowledge).

El PMBOK es el documento que sintetiza los estándares del PMI para la Administración de Proyectos (cualquier proyecto), y es el documento que hay que estudiar para el examen.

Todo el curso está basado en el PMBOK última edición. El material de estudio es una síntesis de la bibliografía más importante recomendada para preparar el examen.

Tiene como objetivo preparar ordenada y metodológicamente al estudiante para rendir el examen PMP (Project Management Professional) del PMI (Project Management Institute).

Dirigido a los profesionales que tengan proyectado rendir el examen PMP. La duración es de 48 horas. Días y horarios: viernes de 14:00 a 20:00 hs. y sábado 09:00 a 14:00 hs.

Curso de Operación de Herramientas SIG/GIS con Software Open Source para Profesionales

El manejo de software GIS constituye un conocimiento esencial para profesionales de distintas disciplinas incluyendo arquitectura, ingeniería, medio ambiente, etc. Este curso se enfocará en dar una introducción a los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y a la operación de herramientas Open Source.

El objetivo general del curso es entrenar al alumno para llevar a cabo tareas de creación, manipulación, almacenamiento, análisis y distribución de información geográfica a través del uso de herramientas Open Source como QGIS. Los objetivos específicos son:

- Introducir los conceptos básicos asociados a los sistemas de información geográfica.
- Introducir las principales funcionalidades de software GIS Open Source
- Consolidar la operación y manejo general de las herramientas disponibles haciendo uso de ejemplos locales y actuales.
- Incentivar al alumno a elaborar soluciones a desafíos prácticos que serán propuestos dentro de contextos aplicables a distintos escenarios.

La duración del curso es de 8 semanas, 32 horas. Carga horaria (teóricos más trabajos prácticos), 8 clases de 4 horas semanales. Sábados de 8:00 a 12:00 hs.

Gestión e Innovación de Centros de Desarrollo Tecnológico

Con el apoyo de la Universidad Complutense de Madrid/InnovaAsturia-España, se desarrollara el curso de Gestión e Innovación de Centros de Desarrollo Tecnológico.

En el mercado actual las empresas incorporan estándares internacionales cada vez más exigentes con miras a convertirse en organizaciones competitivas. Por su parte, los usuarios demandan mejores niveles de satisfacción y el éxito de un nuevo producto requiere conocimiento organizacional, pues debe generar y desarrollar valor en sus productos o servicios. Por todo ello, las organizaciones requieren de profesionales capaces de formular proyectos y organizar equipos de trabajo eficientes.

El curso Gestión de la Innovación tecnológica brinda los conceptos claves y las herramientas básicas para la cultura organizacional, la investigación y el desarrollo (I+D). De esa manera, aumenta la capacidad de gestión al facilitar y motivar un ambiente propicio para la difusión y la práctica de la innovación en la empresa. Asimismo, permite organizar y dirigir los recursos de la organización, así como construir redes de colaboración con otras entidades con el objetivo de aumentar la capacidad de generación de soluciones innovadoras destinadas a obtener nuevos productos, procesos y servicios, o a mejorar los ya existentes.

En el país, con el apoyo del CONACYT se crearon Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) en distintas áreas, sin embargo, el concepto de los CDT es nuevo y en la mayoría de los casos las instituciones o el mercado, desconocen la utilidad de una herramienta tan importante como son estos centros. Por otro lado, al ser este tema poco extendido en el medio, existe debilidad en la gestión de estos centros y desconocimiento de cómo conjugar la investigación, innovación y la transferencia de conocimientos y tecnología entre los actores naturales de este proceso, que son la academia, organizaciones/instituciones y el sector privado.

El objetivo general del curso es conocer los conceptos, instrumentos y mejores prácticas para apoyar con éxito el proceso de gestión de la tecnología, centros tecnológicos y la innovación.

Dirigido a profesionales y no profesionales involucrados activamente en la gestión empresarial, organización, planificación y elaboración de proyectos en diferentes unidades productivas de una empresa, organización y academia.

Carga horaria: 50 horas. El curso se divide en 6 secciones y un trabajo final del curso a saber:

Sección 1: Generar Conocimiento

Sección 2: Vigilar el Mercado

Sección 3: Proteger y Poner en valor

Sección 4: Financiar la innovación

Sección 5: Innovación Tecnológica; de producto y de proceso

Sección 6: Innovación No-Tecnológica (organizativa y comercial)

Proyecto de Fin de Curso

La Adnana Central con el vapor San Martin, Asuncion.

ARTÍCULOS

 **SUMARIO**



LAS INUNDACIONES EN EL PARAGUAY

Roger Monte Domecq, Julián Baez y José Luis Ávila. Compilación: Teresa Gamarra Unidad de Estudios Hidroambientales - CTA

Las Inundaciones Fluviales son fenómenos naturales debido a la crecida natural de un río que condicionan la formación de planicies aluviales, cercano a los cursos de agua periódicamente inundables. (foto de las inundaciones fluviales)

Las inundaciones pluviales son aquellas que se producen por la acumulación de agua de lluvia, nieve o granizo en áreas de topografía plana, que normalmente se encuentran secas, pero que han llegado a su máximo grado de infiltración. (foto de las inundaciones fluviales)

En el Paraguay se presentan estos dos tipos de Inundaciones: la fluvial-riberaña, debido fundamental-

mente a las crecidas estacionales y extraordinarias de los ríos Paraná y Paraguay.

El origen de esas crecidas por causa del río Paraguay, se presentan en realidad como consecuencia de las precipitaciones estacionales que se acumulan en el pantanal y que, por las características geográficas de la zona, ésta actúa como embalse natural, donde el agua de las crecientes se acumula lenta y progresivamente para luego entregarlas con regularidad al cauce del río Paraguay durante seis meses (abril a septiembre), constituyéndose en un regulador de su régimen hidráulico.

Las inundaciones de origen pluvial (urbana) surgen a raíz de las precipitaciones intensas (tormentas severas) en las ciudades y a la alteración de la cuenca por efecto de la urbanización descontrolada.

Los eventos de inundaciones ribereñas más significativos en los últimos 100 años se registraron en 1905, 1982-83, 1992 y 1997-98. Los record históricos de caudales calculados a partir de los registros hidrográficos en la ciudad de Asunción se presentan en la tabla 1.

Año	Mes	Caudal (m3/s)	Año	Mes	Caudal (m3/s)	Año	Mes	Caudal (m3/s)	Año	Mes	Caudal (m3/s)
1905	junio	11007	1919	junio	8264	1912	enero	7100	1965	junio	6369
1983	junio	10663	1931	junio	7985	1985	junio	6991	1989	septiembre	6121
1992	junio	9712	1979	junio	7463	1911	diciembre	6536	1956	mayo	6062
1988	junio	8593	1998	mayo	7402	1980	julio	6470	1940	junio	6029
1982	junio	8384	1913	mayo	7160	1997	diciembre	6421	1957	mayo	5996



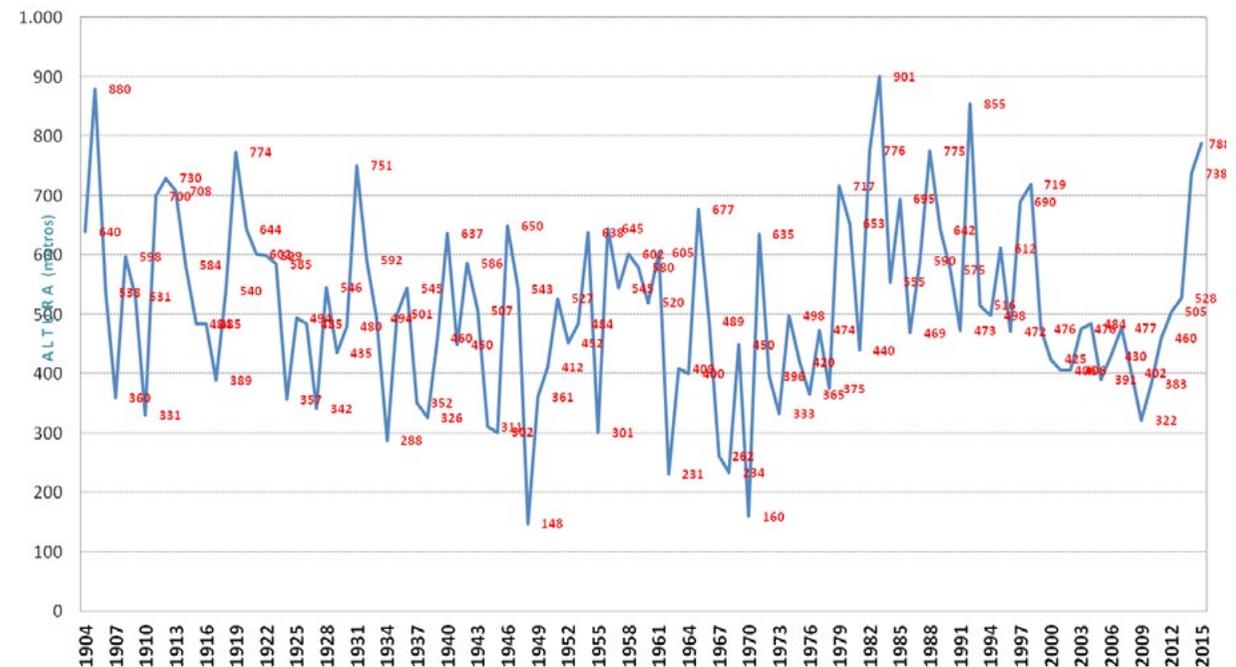
Tabla 1 - Caudales históricos en Asunción del río Paraguay

Las crecidas ordinarias ocurren en los meses de verano (febrero-marzo) y el estiaje se centra en invierno (julio-agosto). Sin embargo, las crecidas extraordinarias pueden producirse en cualquier época del año, habiéndose registrado los máximos históricos entre mayo y julio.

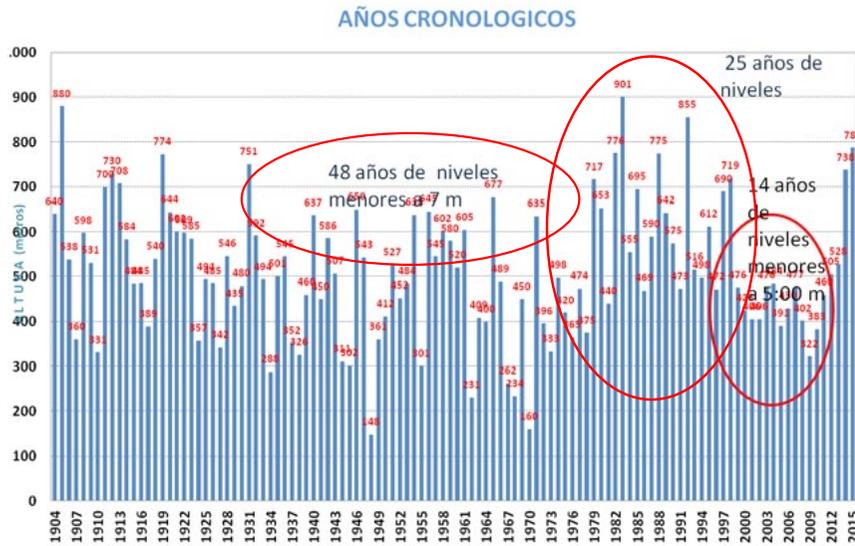
La región hidrológica del río Paraguay se caracteriza por un modulo de 3000m3/s, con caudales máximos del orden de 12000m3/s y mínimos del orden de 800m3/s. El ciclo anual presenta picos de onda de crecidas extremas entre el mes de junio y julio, mínimos de diciembre a febrero. Los caudales están asociados con la variabilidad de las lluvias incrementándose fuertemente con la ocurrencia de "El Niño".

En la gráfica 1 se muestran los niveles hidrométricos de máximas anuales del río Paraguay en Asunción desde 1904 al 2015.

ASUNCIÓN MAXIMA ANUAL 1904-2015



Grafica 1 – Niveles hidrométricos del río Paraguay 1904/2015 – Asunción - Máximas Anuales



Fuente: Roger Monte Domecq y José L. Ávila

Grafica 2 – Niveles hidrométricos de máximos anuales del río Paraguay – Asunción – 1904/2015 – Años cronológicos

En la *gráfica 2* se muestra los años cronológicos de ocurrencia atendiendo a los mismos niveles máximos hidrométricos del río Paraguay correspondiente al periodo estimado de 1904-2015.

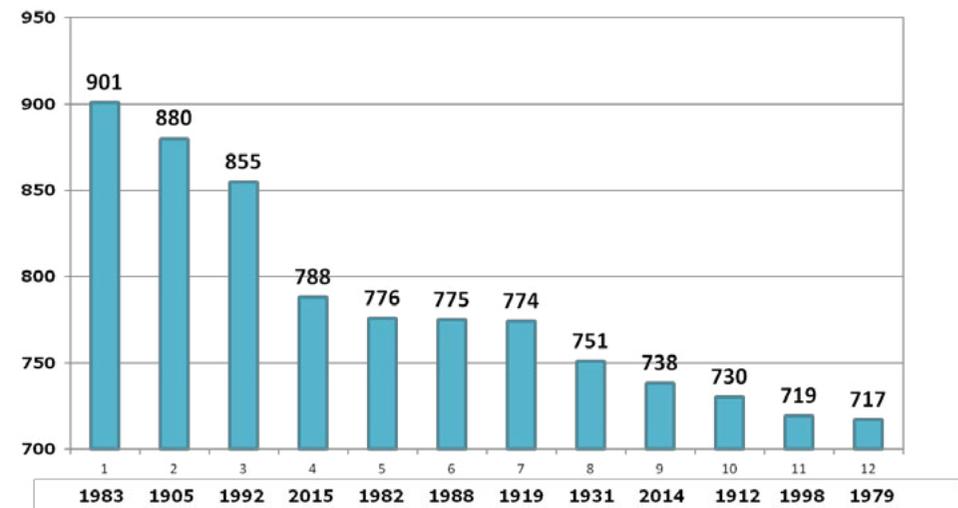
En la *gráfica 3* se muestra la Curva de Valores Clasificados teniendo en cuenta los periodos anuales ya mencionados.

En la siguiente *gráfica 4*, puede notarse las 12 mayores crecidas registradas en los años comprendientes de 1904 al 2015, según los años de ocurrencia y niveles que se mencionan en la Tabla 2 sobre las ma-



Fuente: Roger Monte Domecq y José L. Ávila

Grafica 3 – Niveles hidrométricos máximos anuales del río Paraguay – Asunción – 1904/2015



Fuente: Roger Monte Domecq y José L. Ávila

Grafica 4 – Curva de valores clasificadas 1904-2015 – Las mayores crecidas

yores crecidas. Se puede notar en este cuadro que en marzo 2015, la crecida a la fecha está posicionada en el ranking No. 4 y todavía no ha fenecido este año; y el fenómeno “El Niño” sigue su curso.

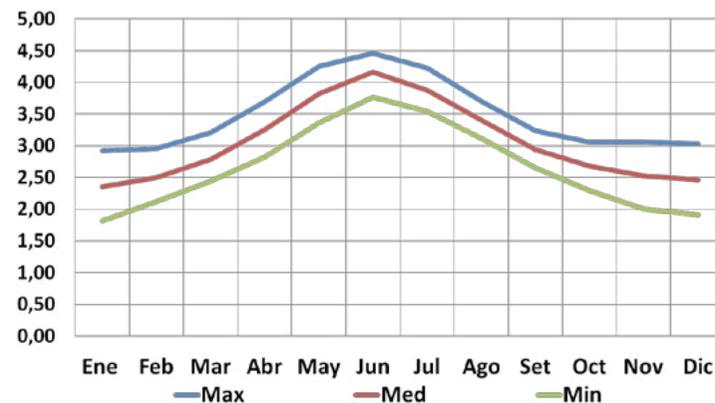
El año 2014 ocupa el puesto No. 9 en las mayores crecidas en el país en la centuria pasada y actual.



Tabla 2 - Mayores crecidas registradas desde 1904 al 2015.

Nivel	Año de ocurrencia	Ranking (No.)
1	1983	901
2	1905	880
3	1992	855
4	2015	788
5	1982	776
6	1988	775
7	1919	774
8	1931	751
9	2014	738
10	1912	730
11	1998	719
12	1979	717

Río Paraguay, Asunción - Niveles Medios Mensuales



En cuanto a los niveles medios mensuales del río Paraguay – Asunción, se clasifican en máximo, va de enero a mayo, medio de junio a agosto y mínimo de septiembre a diciembre, como se demuestra en la *gráfica 5*.

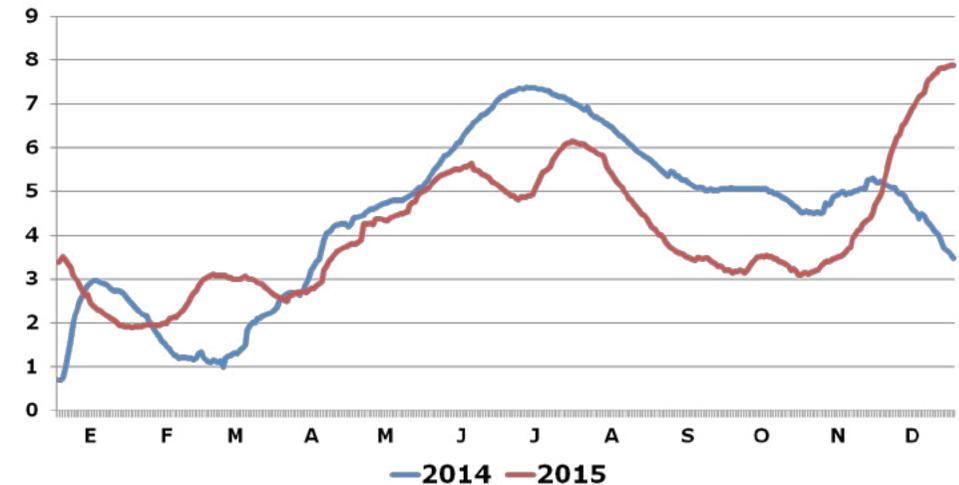
Grafica 5 – Niveles medios mensuales del río Paraguay – Asunción

Fuente: Roger Monte Domecq y José L. Ávila

Siguiendo la misma línea está en la *gráfica 6* los niveles del río Paraguay – Asunción en los años 1982-1983. Es en ese último periodo del año (1983) donde se registra la crecida más relevante en la historia de la centuria pasada y que -hasta la fecha- no fue rebasada.

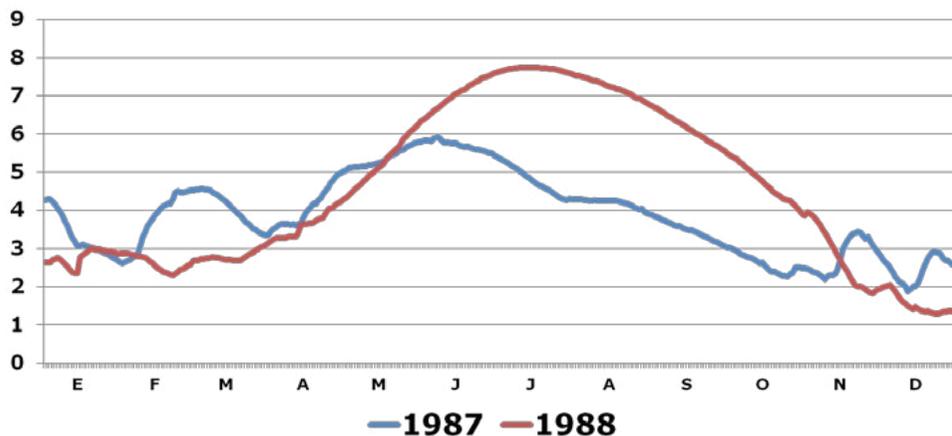
Presentamos también el comportamiento de los niveles de crecidas recientes que corresponden a los años 2014-2015 en la *gráfica 7*, este último año ocupa el lugar número 4 del ranking de las mayores crecidas (12) registrados desde 1902 al 2015.

Se realiza un retrospectivo tomando tres meses (enero, febrero y marzo) de los años 2016 y 1983 (en este último se registra el pico más relevante) donde se demuestra el comportamiento de los niveles del río Paraguay en Asunción, la presente *gráfica 8* puede mostrar tal información.



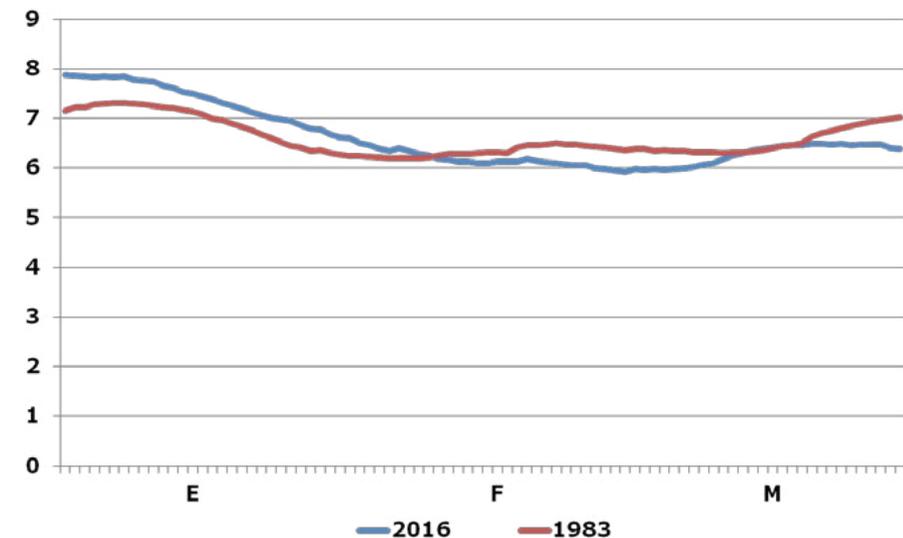
Fuente: Roger Monte Domecq y José L. Ávila

Gráfica 7 Niveles del río Paraguay – Asunción en los años 2014-2015



Fuente: Roger Monte Domecq y José L. Ávila

Gráfica 6 - Niveles del río Paraguay – Asunción en los años 1982-1983



Fuente: Roger Monte Domecq y José L. Ávila

Gráfica 8 - Comparativo del nivel del río Paraguay – Asunción en los años 2016 y 1983

El impacto de las Inundaciones en la Economía

Las extraordinarias inundaciones del río Paraguay asociadas al fenómeno “El Niño” desde el año 1982 a 1998, han registrado una suma de US\$ 38.500.000 (ayuda humanitaria, servicios y logística).

Conforme a un registro preliminar de personas damnificadas, en el año 1982-83, se estimó 60.000, Asunción.

En el cuadro siguiente (Tabla 2) se puede apreciar el número de personas afectadas por las inundaciones ribereñas en el área de la Gran Asunción

Periodo	Habitantes
1982-1983	600.000
1992	70.000
1997-1998	80.000
2014	100.000
2015-2016	Sin Datos

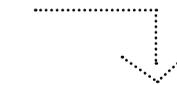


Tabla 3 - Personas afectadas por Inundaciones Ribereñas - Gran Asunción

Fuente:

Las próximas inundaciones (2015-2016) podrían afectar a más de 150.000 personas en los bañados de Asunción en unos 1.000 asentamientos precarios.

En los años de acción del fenómeno de “El Niño” definido como fuerte, caracterizado por grandes inundaciones, se dieron un decrecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) entre los años 1982-83 que fue el más marcado. El PIB en 1981 fue de +8.7% descendiendo a -1% en 1983 y a -3. En 1986, este mismo fenómeno de carácter moderado, el PIB desciende de 4% en 1985 a 0% en 1986.

En 1992 se repite “El Niño” y ésta no tiene mayor variación, sin embargo, entre abril de 1997 y octubre de 1998, este mismo fenómeno produjo mayores pérdidas de vidas humanas, de infraestructura, de bienes y servicios.



El costo económico de la Inundación¹

Una regla simple puede utilizarse para calcular el impacto económico de la inundación: a mayor población instalada en zonas bajas, mayor efecto negativo sobre la economía.

En 1983 la situación fue dramática por el volumen de personas desplazadas y por la escasa capacidad de las autoridades para hacer frente a situaciones de emergencia; y la actual realidad de los damnificados es más grave que la del año 1983, no solo por la cantidad de personas desplazadas, sino también por la escasa disponibilidad de lugares públicos con potencial de convertirse en campamentos provisorios. Además, con un nivel de inundación inferior al del año 1983, los efectos ya son más intensos.

Para la inundación actual (2014) se estima que los costos por familias serían de alrededor de Gs. 1.500.000 para desplazamiento de salida (flete y adquisición de materiales para la vivienda provisoria); mientras que los costos del regreso a la vivienda de origen son más altos y llegarían a unos Gs. 5.000.000, debido a que el efecto del agua a veces es devastador sobre paredes, techos, sistema eléctrico, entre otros. Así, el costo

directo total por familia sería de Gs. 6.500.000. Otros costos sociales intangibles vinculados a la movilización de las familias también podrían ser incorporados.

A partir de lo anterior, el costo total para las 17.035 familias afectadas de Asunción estaría en torno a los 24,1 millones de dólares. Para el resto de las familias del país sería de unos 46,9 millones de dólares. Estas cifras corresponden solamente a los costos por el lado de las familias, por lo que los mismos serían mucho más elevados si se incorporan las erogaciones de los diferentes entes públicos.

Un informe del Banco Central del Paraguay (BCP) en fecha 06 de octubre del 2015 redujo al 3,7% su proyección sobre el crecimiento de la economía en el Paraguay, debido a una menor expansión esperada en la construcción, comercios y en productos exportables. Por su parte, el Fondo Monetario Internacional bajó su pronóstico a un 3%, la razón de esta reducción en primer orden, es la aparición de fenómenos climáticos que impidieron el avance de la economía.²

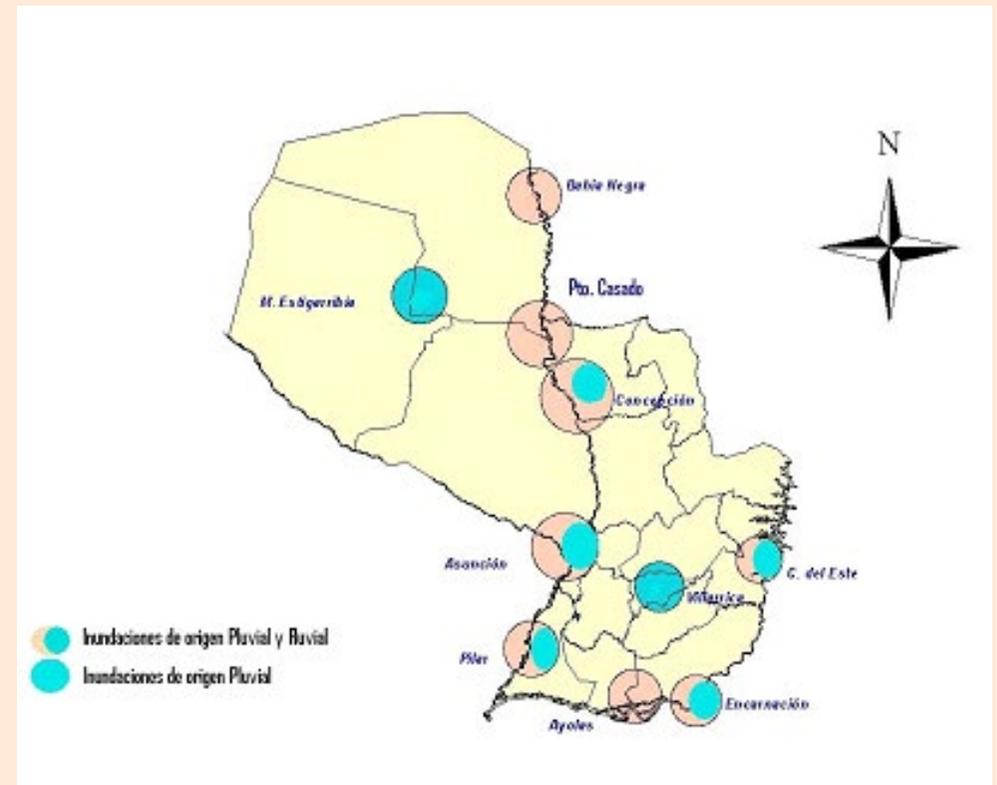
¹Investor Casa de Bolsa S.A. Planificación Vs. Inundación. Artículo publicado en el diario ABC Económico en fecha 13-07-14.

²Diario ABC, Construcción, comercios y exportación de carne con rendimientos inferiores, 07-10-15.

Las Inundaciones Fluviales y el Drenaje Urbano

Las Inundaciones en el Paraguay adquieren relevancia en áreas urbanas a partir de los años 70, cuando se intensifican los procesos de ocupación del suelo vinculado a las planicies naturales de inundación de los ríos y riberas de los arroyos urbanos. En los años 1982/83 esta ocupación de territorio se agudiza en el país, asociados al evento climático "El Niño" cuando el río Paraguay llega a niveles extraordinarios, con pocos antecedentes registrados hasta esa fecha. La población ribereña considerando ese evento, ocupa espacios más altos casi siempre vinculados a cauces hídricos, con un impacto sobre toda la ciudad por la ocupación de espacios públicos, refugios improvisados en terrenos públicos, privados y los efectos ambientales y sanitarios que traen consigo esta situación.

Las inundaciones que ocurren en las zonas urbanas no solo son consecuencias de desbordamiento de los ríos y arroyos, sino también se vinculan con las tormentas severas que se registran normalmente en los meses de octubre y abril, esto unido a la concentración de población en los centros urbanos y a la débil infraestructura de evacuación de aguas pluviales. Los efectos de este evento se traducen en el deterioro del pavimento que se desgastan sistemáticamente por la ausencia de drenaje pluvial, el ausentismo laboral y escolar, aguas estancadas que generan deterioro en el ambiente y en la salud de las personas, entre otros. En este caso los arroyos se convierten en evacuadores de agua pluvial, el cual se desborda de su cauce natural arrastrando todo tipo de residuos sólidos que



Grafica 1 – zonas más vulnerables a las Inundaciones Pluviales en Centros Urbanos

finalmente se depositan en la ribera del río Paraguay, ocasionando un impacto ambiental sobre el cuerpo del agua.

En Paraguay, hasta la fecha, la construcción de infraestructuras de drenaje urbano son insuficientes y en algunos casos se reducen a soluciones puntuales en las principales ciudades del país. Éstas se refieren al drenaje sanitario (red cloacal y al drenaje pluvial), los cuales son concebidos como sistemas independientes.

En la imagen 1, se presentan las zonas más vulnerables a las Inundaciones pluviales vinculado al drenaje urbano.

Las coberturas de drenaje urbano en el Paraguay presentan déficit. El sistema de desagüe pluvial en Asunción está instalado en el microcentro y a lo largo de otras pocas vías, las cuales están conectadas con los arroyos, esto implica que el agua de lluvia corra por la mayoría de las superficies viales y obstruye el flujo del tráfico cuando llueve.

El agua de lluvia se escurre dentro de 1 a 2 horas debido a las ondulaciones topográficas, sin embargo tiende a erosionar los materiales de curso de base, acción que daña el pavimento.

Con relación al alcantarillado sanitario, se observa que el 100% de las descargas se conducen a cauces hídricos ya sean arroyos o el río Paraguay. En cuanto al drenaje pluvial en otras ciudades, en el río Paraguay, las únicas ciudades sobre este río que poseen alcantarillado sanitario son: Villeta y Pilar. Sobre el río Paraná, Ciudad del Este y Encarnación carecen de alcantarillado pluvial. Encarnación también cuenta con trazados de alcantarillado sanitario.

Red hídrica del Paraguay

El Paraguay se inserta íntegramente en la cuenca del río de la Plata, dos de los principales tributarios de la cuenca están vinculados al territorio paraguayo, los ríos Paraguay y Paraná.

El río Paraguay es el afluente más importante del río Paraná, y es considerado el segundo sistema fluvial más importante de Sudamérica, conteniendo en su cuenca y sistema al humedal más grande del mundo que es el Pantanal.

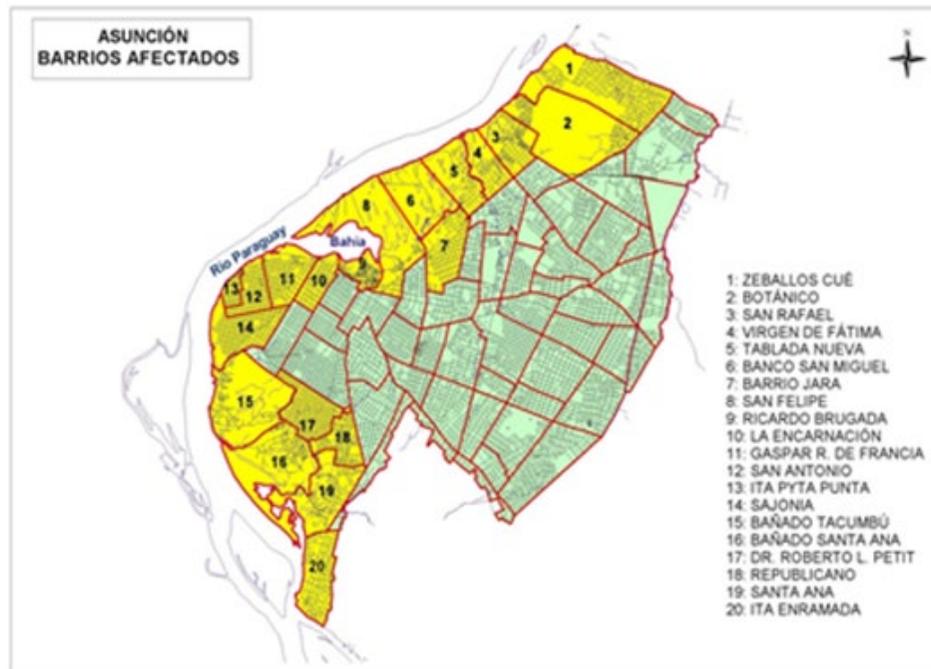
La cuenca del río Paraguay abarca 1.095.000 km², y en el territorio nacional, este río tiene una extensión de 1.250 km². Sus riberas se asientan en centros urbanos importantes como: Concepción, Pilar y Asunción. El tramo del mismo, se inicia en Bahía Negra hasta Asunción, según la imagen 2 donde se muestra el tramo del río Paraguay.



Imagen 2 – Tramos del río Paraguay

Las Inundaciones en el Área Metropolitana de Asunción

La región metropolitana de Asunción (AMA) presenta amplias zonas ribereñas que se ven afectadas por las crecidas del río Paraguay, con más de 25 kilómetros de costas que han sido ocupadas para asentamientos y emprendimientos públicos y privados



Fuente: MOPC y Municipio de Asunción – Proyecto Franja Coste

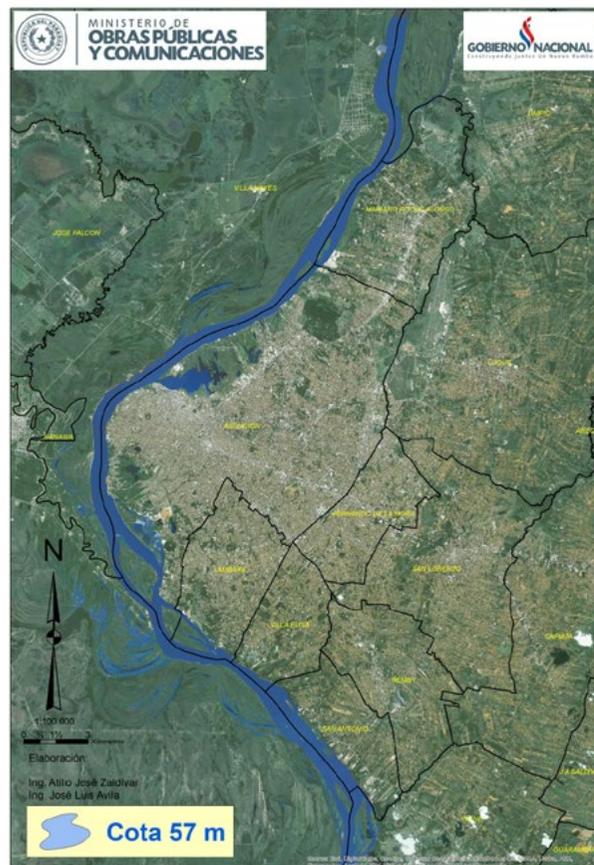
Imagen 3 - Mapa de barrios ribereños de Asunción

Imagen 4 - Mapa de barrios ribereños de Asunción afectados por la Inundación, enero 2016

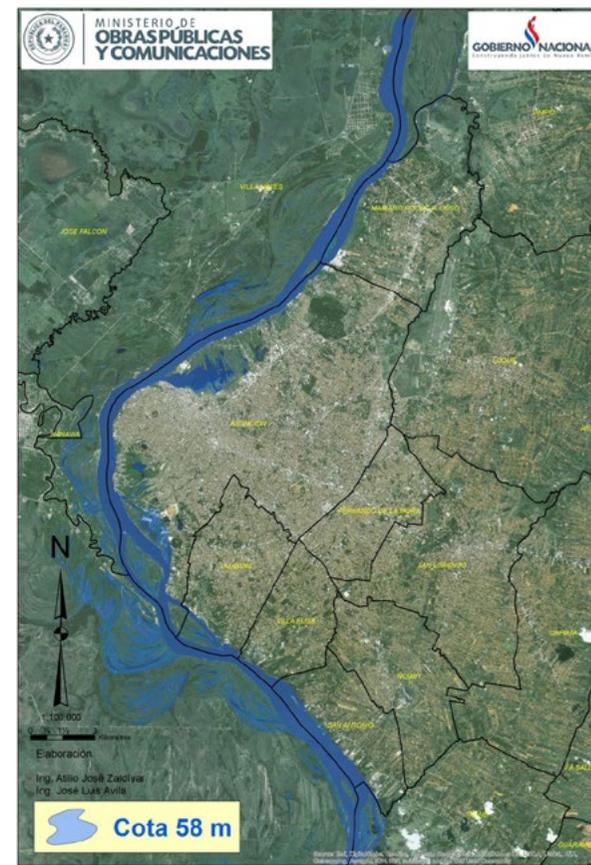


Fuente: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social

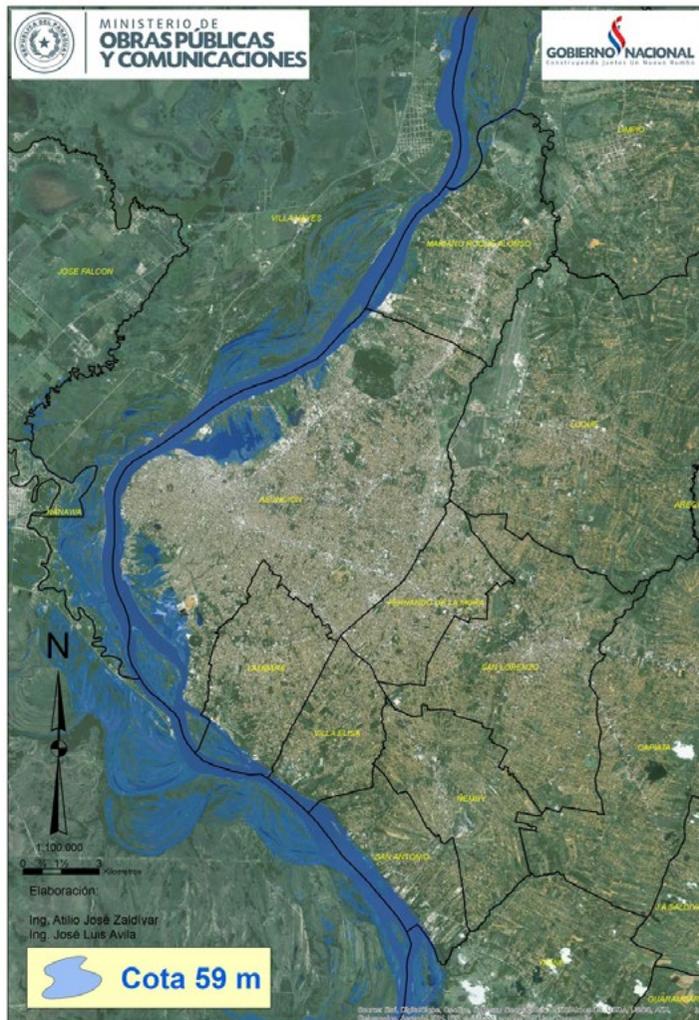
Escenario de afectación por Inundaciones en distintas cotas en Asunción



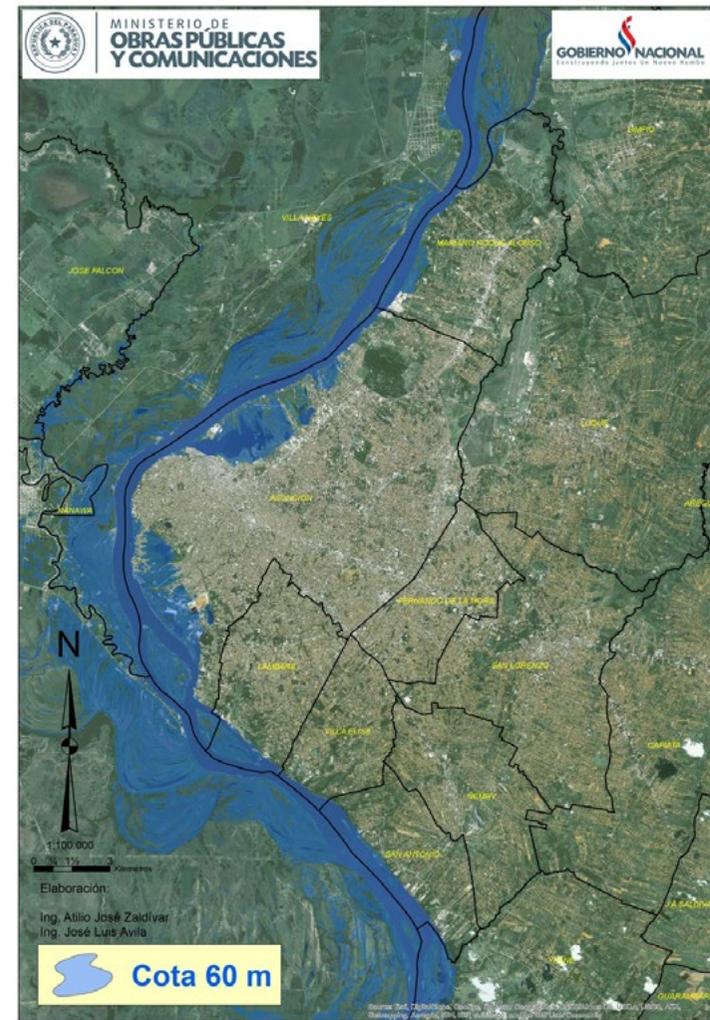
Cota de cero del hidrómetro del puerto de Asunción: 54,04
Altura del Río Paraguay en Asunción: 3,00 m



Altura del Río Paraguay en Asunción: 4,00 m



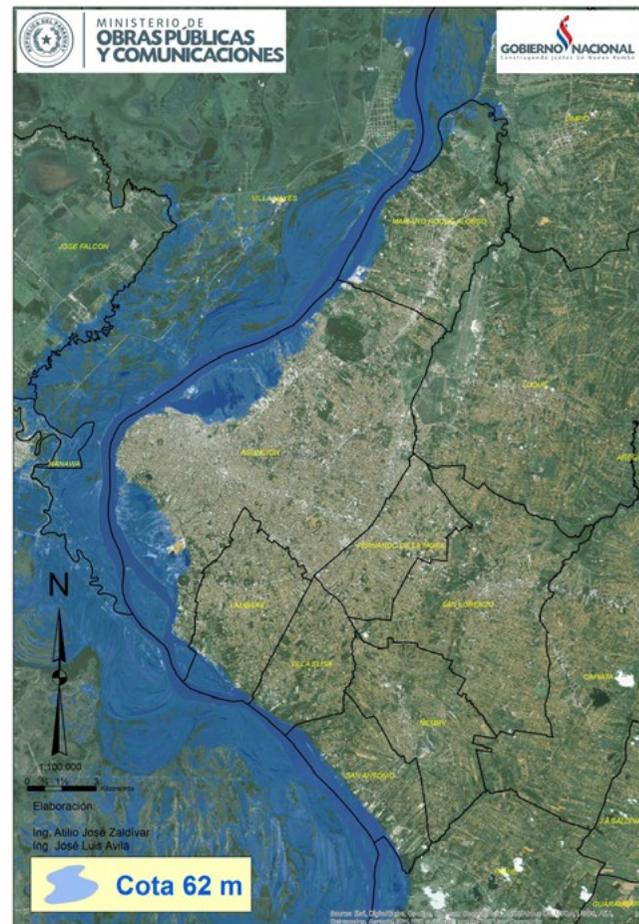
Altura del Río Paraguay en Asunción: 5,00 m



Altura del Río Paraguay en Asunción: 6,00 m



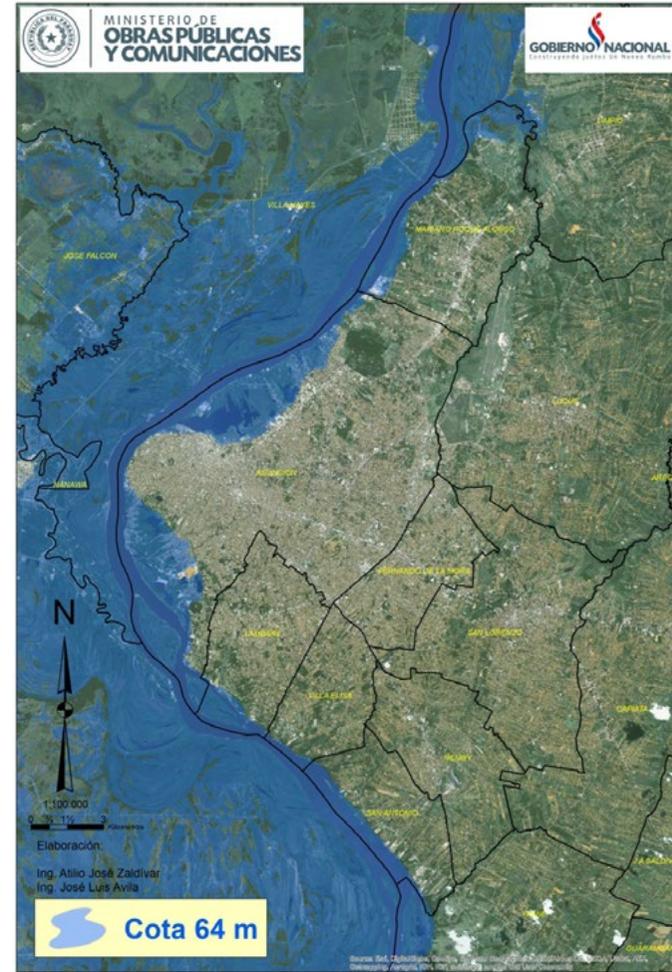
Altura del Río Paraguay en Asunción: 7,00 m



Altura del Río Paraguay en Asunción: 8,00 m

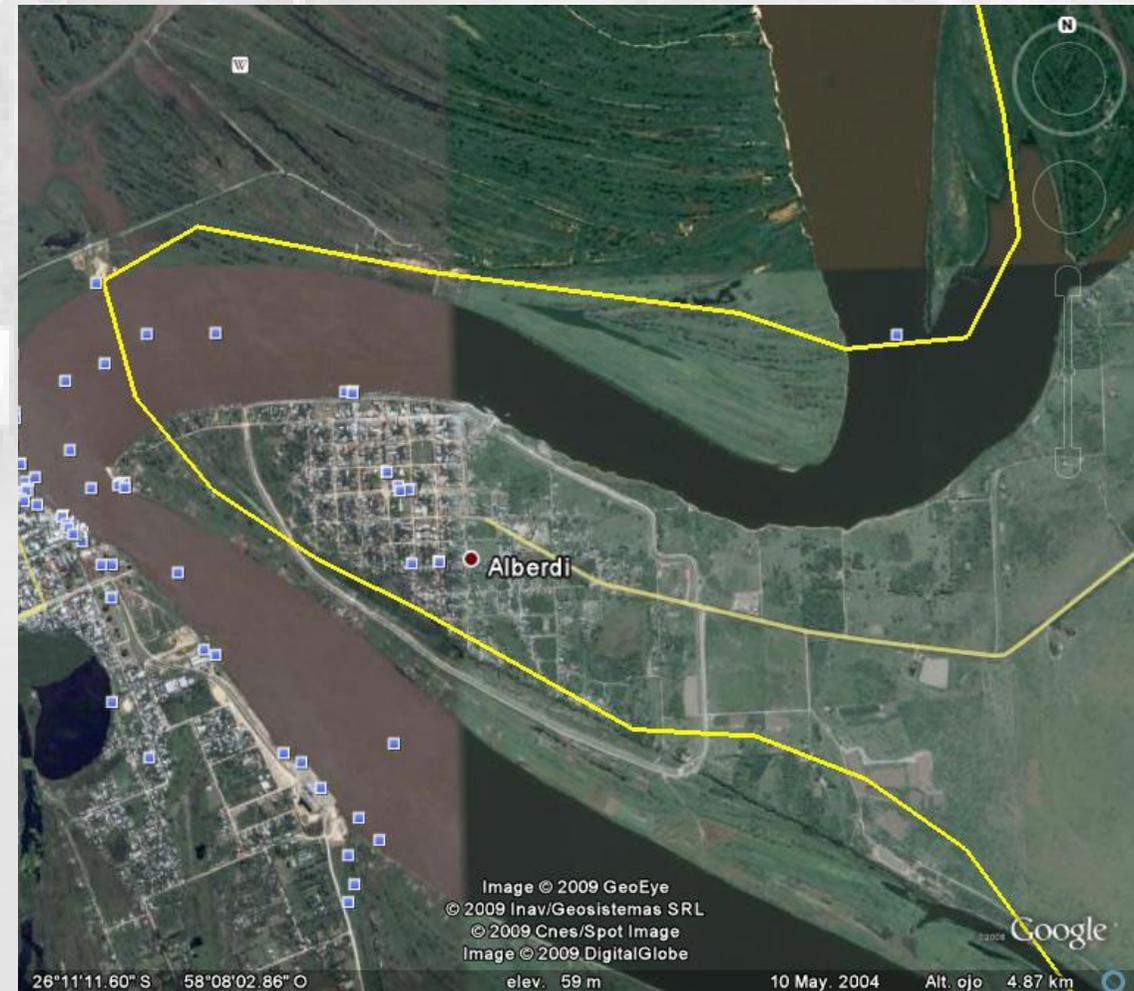


Altura del Río Paraguay en Asunción: 9,00 m



Altura del Río Paraguay en Asunción: 10,00 m

Ciudad de Alberdi, departamento de Ñeembucú, enero 2016-04-09



Alberdi: 8,15

ESTUDIOS GENERADOS DESDE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA CON ASOCIADOS NACIONALES E INTERNACIONALES

.....> **Estudio de Sequías e Inundaciones en el Paraguay (2009) - CTA**

- Caracterizar la ocurrencia, distribución espacial y temporal y los impactos socioeconómicos que ambos eventos meteorológicos extremos producen en el país.
- Análisis de series temporales de precipitación en el periodo 1960-2007, utilizando el Índice Estandarizado de Precipitación (ISP).
- Análisis espacial de los eventos de sequía e inundaciones en el Paraguay.
- Determinación de los principales forzantes naturales de los eventos de sequías e inundaciones.
- Análisis del impacto socioeconómico de las sequías e inundaciones en el país.

.....> **Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones Urbanas en Asunción, Pilar y Concepción (2011/12) – CTA**

- Diseño de un sistema de alerta temprana de inundaciones urbanas, por medio de la determinación del ciclo diario de la precipitación intensa en el área metropolitana del Gran Asunción y su impacto socioeconómico, utilizando técnicas de radar y satélites meteorológicos, a fin de determinar el impacto de éstas precipitaciones en las inundaciones urbanas en la región de estudio para el diseño de un sistema de alerta temprana

.....> **Identificación de puntos críticos y mitigación de las inundaciones urbanas de Asunción (2013) – CTA**

- Identificar los puntos de la ciudad de Asunción más afectados por inundaciones, debido a precipitaciones intensas y plantear medidas de mitigación de bajo costo.
- Identificar y cuantificar impactos.
- Identificar condiciones de comportamiento que podrían impedir la mitigación. Identificar puntos críticos.
- Estimar costos aproximados por daños plantear medidas de mitigación.

Caracterización y detección temprana de las tormentas severas que afectan de manera simultánea en Asunción y el Sur del país (2014-2015) – CTA

En este trabajo se estudian las tormentas severas y su impacto en las inundaciones urbanas, principalmente en el barrio Yukyty del bañado sur de Asunción y en los municipios afectados de los departamentos del sur del país.

El análisis consiste en la caracterización de las tormentas, desde el punto de vista de su génesis, duración, extensión territorial, con el objetivo de fortalecer la capacidad de la Dirección de Meteorología e Hidrología de la DINAC, y detectarlos con mayor eficiencia. De esa manera, mejorar el Sistema de Alerta Temprana para estas comunidades.

Como parte del proyecto se han instalado dos estaciones meteorológicas automáticas que servirán para la detección temprana de las lluvias intensas y sus consecuencias hidrológicas para la comunidad del barrio Yukyty. Para esto, se ha revisado el modelo hidrológico desarrollado por la Universidad Católica para el arroyo Lambaré, que afecta el barrio mencionado previo a su desembocadura en el río Paraguay.

Impacto de las Inundaciones en la economía de un productor agropecuario (2015) – CTA

El estudio de caso “Impacto de las inundaciones en la economía de un Productor Agropecuario” pretende entender la dinámica que se suscita como efecto de la variabilidad climática en el sector agropecuario, y como consecuencia, el impacto económico que produce.

Considerando específicamente a la producción agropecuaria, este estudio presenta un análisis del impacto de las inundaciones ocurridas en décadas anteriores, de su incidencia en los últimos años y de cómo esos fenómenos climáticos han afectado a las personas y a sus medios de subsistencia.

Recursos de divulgación realizados en los últimos años para la Sociedad

Año	Medio de difusión	Autor	Título
▶ 2011	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	Roger Monte Domecq – CTA/FCyT	Alerta: "Podría venir en 2012 una gran inundación ribereña"
▶ 2014	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	Lina E. Rivelli – CTA/FCyT	Detectan 84 puntos críticos de inundación en Asunción
▶ 2014	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	Jorge Garcia Riart - CECOM	"La mirada de la universidad debe ser transversal sobre el problema de la Inundación"
▶ 2014	Revista Acción	Roger Monte Domecq – CTA/FCyT	Del Análisis del fenómeno a las respuestas pendientes de la Sociedad
▶ 2015	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	UEH/CTA	Investigadores socializan datos técnicos sobre inundaciones
▶ 2015	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	Julian Báez - CTA/FCyT	"El Niño" hace que el invierno casi no se sienta
▶ 2015	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	DICIA-CTA/DA Revista CyT	Parque comunitario beneficiaría a 1320 personas como refugio temporal
▶ 2015	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	CTA/FCyT	¿Qué papel juegan los medios ante desastres naturales?
▶ 2015	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	CTA/FCyT	Variabilidad climática, a nivel de posgrado
▶ 2015	Centro de Comunicación de la Universidad Católica (CECOM)	CTA/FCyT	Comunicación de crisis: "El Estado está en una lógica de la justificación"

SIGLAS

CTA=Centro de Tecnología Apropia

UEH=Unidad de Estudios Hidroambientales

CECOM=Centro de Comunicación

DICIA=Departamento de Ingeniería Civil, Industrial y Ambiental

FCyT=Facultad de Ciencias y Tecnología

DA=Departamento de Arquitectura

Recursos académicos de la Universidad para la Gestión del Riesgo

- ▶ Curso sobre Gestión de Aguas Urbanas – CTA (2011)
- ▶ Diplomado Internacional en Ciudades Fluviales y Costeras – CTA (2013)
- ▶ Diplomado Internacional en Gestión y Reducción de Riesgos de Desastres (2014-2015)

Investigaciones en desarrollo en la temática

- ▶ Gestión de Inundaciones y otros fenómenos asociados en el departamento Central (PROCIENCIA-CONACYT) – CTA
- ▶ Implementación de un sistema automático de pronóstico meteorológico a muy corto plazo (Nowcasting) en el Paraguay (PROCIENCIA-CONACYT) – CTA
- ▶ Desarrollo e implementación de un sistema de pronóstico de caudales y niveles del río Paraguay (PROCIENCIA-CONACYT) – CTA.
- ▶ Señalización de Puntos críticos y Propuesta de desvíos Alternativos como medida de mitigación de las inundaciones urbanas en Asunción (PROCIENCIA-CONACYT) – CTA.

Eventos organizados por la Universidad para acercar información al Estado y a la Sociedad Civil

2014	Panel-Debate sobre el Impacto de las inundaciones urbanas y ribereñas en el Paraguay	CTA/FCyT
2014	Jornada de Trabajo sobre La Reducción de Riesgo de Desastres con Gobiernos Locales	CTA/FCyT
2015	Panel sobre Inundaciones - Presentación de datos técnicos	CTA/FCyT
2015	Los medios de Comunicación y la Gestión del Riesgo	CTA/FCyT

SITUACIÓN Y PERSPECTIVA

CLIMÁTICA E HIDROLÓGICA

ASOCIADA PARA EL PRIMER SEMESTRE DE 2016

Resultados del Primero Foro Nacional de Perspectivas Hidroclimáticas¹

A fin de generar un pronóstico hidroclimático para el segundo trimestre del año 2016, el 14 de marzo se realizó el Primer Foro Nacional de Perspectivas Hidroclimáticas, organizado por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la DINAC. Se contó con la participación de representantes técnicos de varios ministerios, institutos y unidades académicas, incluido la Universidad Católica “Ntra. Sra. de la Asunción”.

La metodología utilizada fue el análisis de la situación antecedente del clima y la hidrología en las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná. Luego se procedió a verificar los pronósticos climáticos de precipitación para los meses de Abril-Mayo-Junio (AMJ) y en función a esto, se generó el pronóstico hidrológico para diversos puertos ubicados sobre el río Paraguay.

La permanencia del fenómeno “EL NIÑO”, caracterizado por el calentamiento anormal de las aguas superficiales del océano Pacífico central, durante el primer semestre del año 2016, es la característica principal de la situación actual. Este evento se ha convertido en uno de los cinco episodios más fuertes desde el año 1950 (los últimos más fuertes fueron en los años 1972-1973, 1982-1983, 1991-1992 y 1997-1998).

.....
¹Documento elaborado por técnicos interinstitucionales representado a las siguientes organizaciones; Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Dirección de Meteorología e Hidrología, Secretaría de Emergencia Nacional, Secretaría del Ambiente, Entidad Binacional Itaipu, Entidad Binacional Yacyreta, Administración Nacional de Navegación Puertos, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, Secretaría de Medio Ambiente y Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.

En Paraguay, con la evolución del fenómeno de EL NIÑO, se amplifica significativamente la intensidad y frecuencia de las precipitaciones en la Región Oriental y bajo Chaco, especialmente en los meses de abril-mayo. En base a esto, existe alta probabilidad de que las lluvias se sitúen con valores superiores a lo normal en este período.

En lo que va de 2016, las precipitaciones acumuladas en el centro y norte de la región Oriental se han mantenido sobre la normal, mientras que en el sur y este de la misma región, los valores se encuentran muy próximas a su normal. En el centro y norte del Chaco las precipitaciones aún se mantienen ligeramente debajo de la normal.

La situación hidrométrica del río Paraguay muestra valores muy altos, en el puerto de Bahía Negra la altura actual está 1,5 metros por encima de su altura media, en los demás puertos: Concepción, Asunción y Pilar, sus alturas también están por encima de sus valores medios para la época del año.

La situación del río Paraná en lo que va del año 2016 y los caudales antes de la confluencia con el Paraguay oscilaron entre 17.000 m³/s y 31.500 m³/s, continuando por encima de los caudales normales.

Los elementos considerados para la predicción hidroclicmática del trimestre abril, mayo y junio del 2016, corresponden a:

(i) La evolución más reciente de las anomalías (desviación con respecto a lo normal) y los pronósticos de las temperaturas de la superficie de los océanos Pacífico ecuatorial y Atlántico Tropical; (ii) Los registros hidrométricos históricos de los Ríos Paraguay y Paraná disponibles por la Armada Paraguaya y la Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP); (iii) Los registros históricos de lluvia en años análogos para el período de predicción proporcionada por la Base de Datos Climáticos de la Dirección de Meteorología e Hidrología de la DINAC; (iv) Las predicciones climáticas estacionales de modelos dinámicos globales y regionales; (v) El análisis de correlación canónica elaborado con la herramienta CPT/IRI; (vi) El análisis estadístico de la intensidad y duración de eventos similares.

Pronóstico climático e hidrológico para abril-mayo-junio 2016

Las perspectivas climáticas para el trimestre abril-mayo-junio 2016, indican que las precipitaciones acumuladas para el trimestre estarán por encima de la normal en la región Oriental (superando los 400 mm) y bajo Chaco (por encima de los 300 mm), con una gran probabilidad de que los valores acumulados se den principalmente en los meses de abril y mayo. En el centro y norte de la región Occidental se espera que las precipitaciones estén dentro de lo normal.

Las consecuencias hidrológicas de este pronóstico climático se resume como sigue:

1. Son esperadas crecidas extraordinarias en zonas ribereñas del Río Paraguay, cuyos picos de crecida máxima se darían en el mes de junio. Estos picos pronosticados para algunas ciudades ribereñas, incluidos su rango de variación, se pueden observar en el cuadro de abajo:

Localidad	Nivel Máximo Pronosticado (metros)
Bahía Negra	6,00 ± 0,30 (Junio)
Concepción	8,20 ± 0,30 (Junio)
Asunción	8,70 ± 0,30 (Junio)
Alberdi	10,60 ± 0,30 (Junio)
Pilar	9,80 ± 0,30 (Junio)

Observación: el rango de variación indica la amplitud entre la cual oscilaría la crecida máxima

2. El pico de máxima crecida se mantendrá durante un máximo de tres días, no así los niveles elevados (superior a los 6 m.) cuya permanencia podría extenderse por espacio de tres meses, aproximadamente hasta el mes de setiembre 2016.

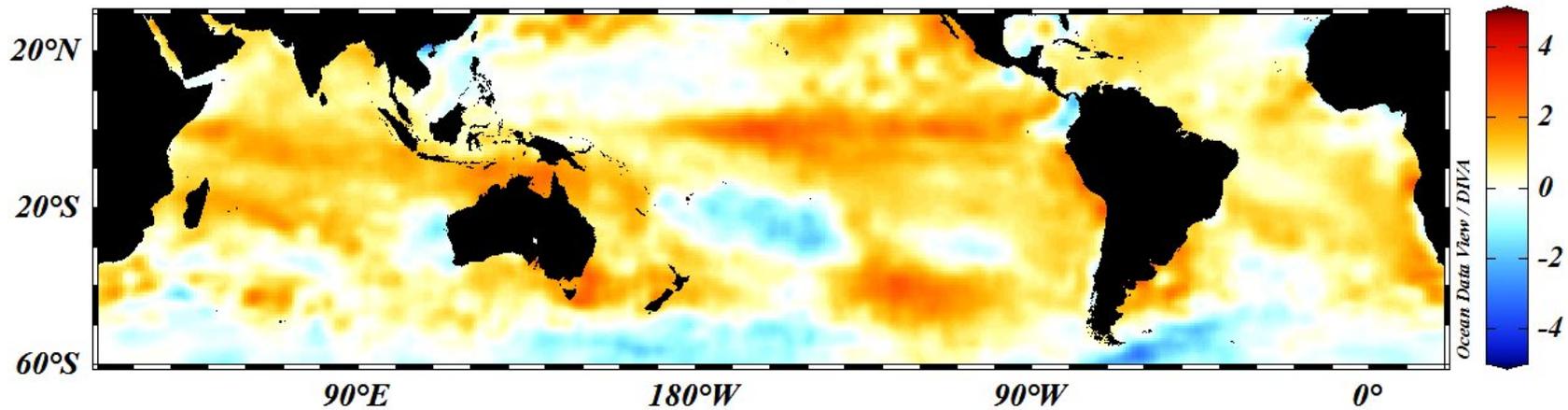
3. Las crecidas también alcanzarían a afluentes del Río Paraguay (en función de la ocurrencia de precipitaciones intensas) que podrían experimentar inundaciones de gran magnitud y afectar a poblaciones e infraestructuras (casas, caminos, rutas, puentes), como así también a la agricultura y a la ganadería, especialmente en la Región Oriental y el Bajo Chaco.

4. Las lluvias intensas también afectarían ciudades y áreas urbanas de la región Oriental con el peligro latente de crecidas violentas y repentinas de arroyos, cauces y drenajes urbanos, desembocando en peligrosas inundaciones urbanas.

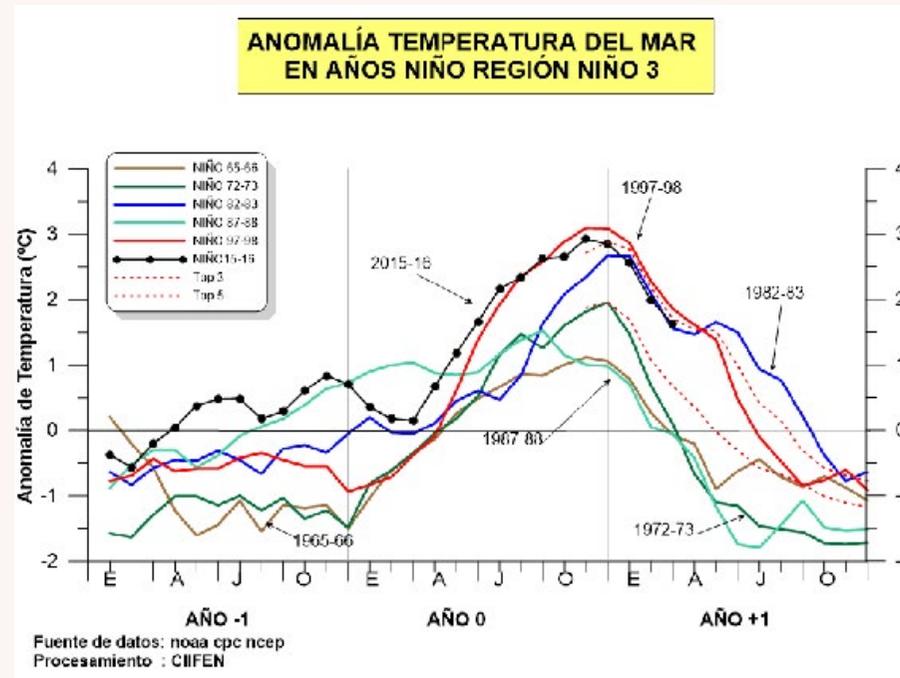
5. En el río Paraná, la evolución actual de caudales y niveles del río son muy similares a las registradas durante los años de "El Niño": 1982-83 y 1997-98. Por lo tanto, el rango presentado dentro de ambos períodos y sus alturas máximas deberían ser considerados como los valores guía para la toma de decisiones.

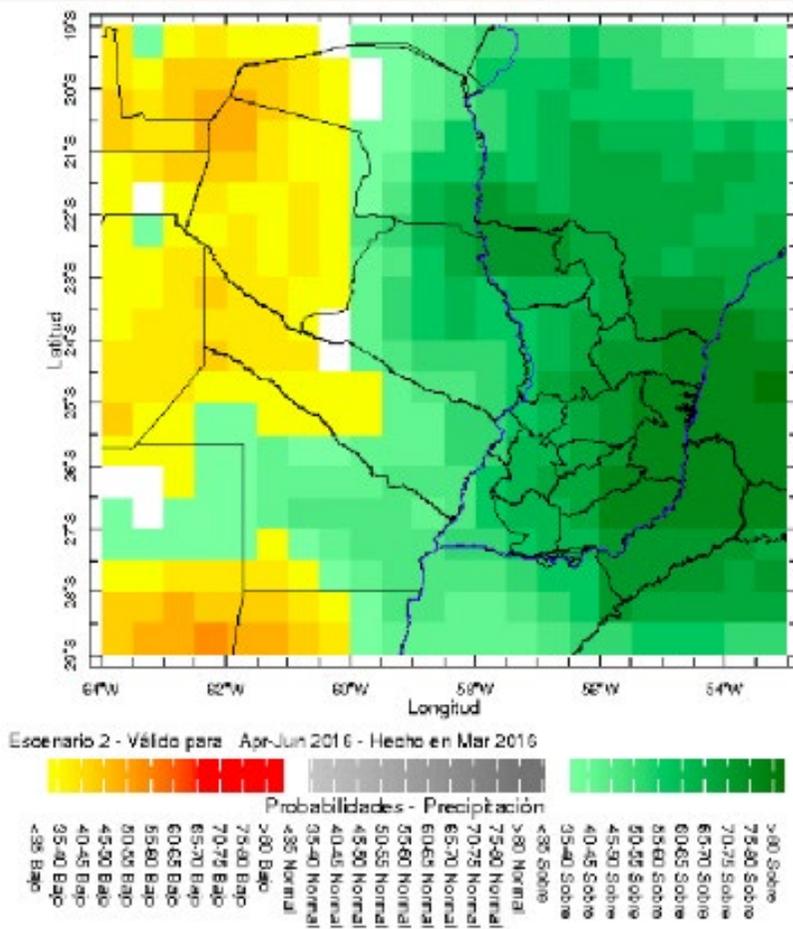
Los caudales del río Paraná antes de la Confluencia con el Paraguay máximos registrados en años de "El Niño" y fuertes fueron 51.000 m³/s (1983), 39.000 m³/s (1998).

Anomalia Temperatura Superficial del Mar (°C) *Marzo 2016*



Fuente: NOAA NCEP EMC CMB GLOBAL Reyn_SmithOlv2
Procesamiento: CIIFEN





Pronóstico de Precipitación A-M-J 2016

Fuente: datoteca.ole2.org

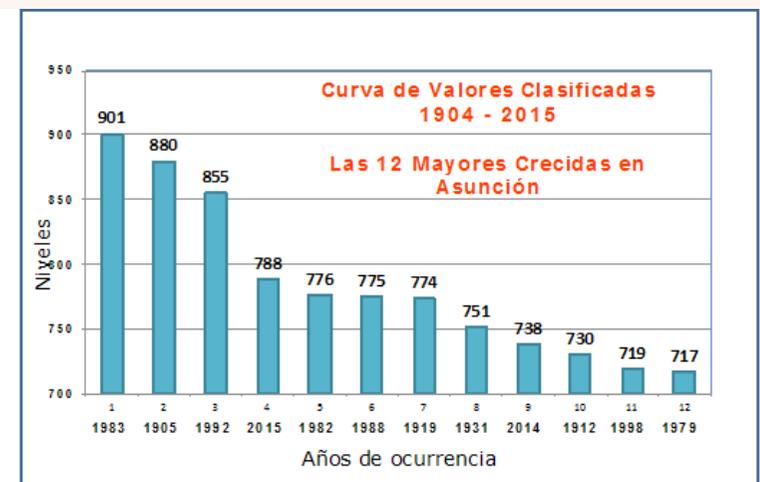


Gráfico elaborado por Ing. José Luis Avila, MOPC

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

DE SOLUCIÓN A

INUNDACIONES URBANAS EN LA CUENCA DEL ARROYO PASO CARRETA, IMPLEMENTANDO EL MODELO HIDROLÓGICO SWMM Y EL HIDRÁULICO HEC-RAS

Alberto Grissetti
 Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad
 Católica "Nuestra Señora de la Asunción"
ingenieria@grissetti.com.py

Al igual que toda América Latina, el Paraguay presenta una expansión poblacional acelerada, que genera una concentración de la misma en ciudades, esto genera un crecimiento urbano no planificado y ante la falta de un buen plan de ordenamiento territorial, se produce la ocupación de márgenes de arroyos y ríos, así como también de otras zonas inundables.

Un problema bien definido es el cambio radical en el uso del suelo debido a la creciente urbanización, que altera la capacidad de infiltración a causa del aumento de la impermeabilización del terreno, lo que se traduce en mayor escurrimiento superficial, que a su vez genera mayores caudales y repercute negativamente en los arroyos urbanos. Esto se debe a que el agua de lluvia que antes ingresaba en un suelo rural, cubierto de vegetación, hoy en día debido a las construcciones del hombre (pavimentos, tinglados, ciudades, etc.), no infiltra al terreno, de manera que una fracción importante del agua que precipita, termina convirtiéndose en escurrimiento superficial.

Este volumen excedente de precipitación, hace que los niveles de agua en un cauce aumenten, afectando a viviendas que se encuentran dentro de la planicie de inundación de un arroyo o río, produciéndose lo que se conoce como inundaciones urbanas. Ante tal situación, entidades como la Secretaría de Emergencia Nacional, la Secretaría de Acción Social y las Municipalidades, han invertido importantes sumas de dinero para la protección de viviendas que se encuentran construidas prácticamente sobre el cauce del arroyo, gastos que se podrían evitar si se cuenta con una delimitación de áreas inundables e impidiendo la ocupación de las mismas.

Allí es donde nace la necesidad de contar con un estudio que incluya documentos actualizados que sirvan como directriz a los tomadores de decisiones para lograr una buena Gestión de Recursos Hídricos. Dada esta problemática, se analiza la cuenca del arroyo Paso Carreta, ubicada entre Luque y Limpio; posee una extensión de 3.050 hectáreas y desemboca en el arroyo Itay a 1.500 metros aguas arriba del cruce del Itay con la ruta III.

Figura 1: Cuenca del Itay y del Paso Carreta

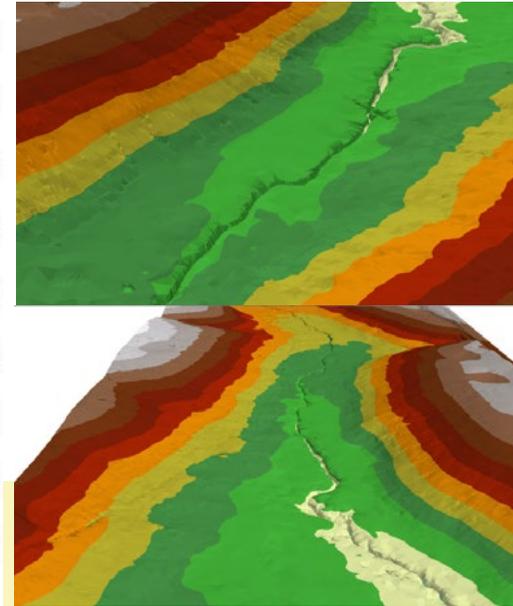
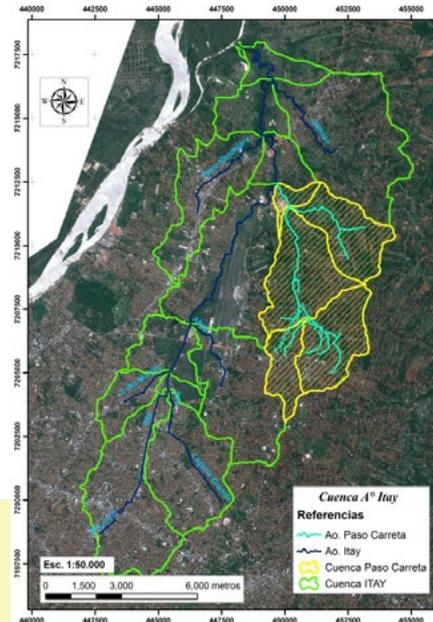


Figura 2: TIN del cauce principal

En la Figura 1 se muestra la cuenca completa del arroyo Itay. La parte sombreada en amarillo es la cuenca completa del arroyo Paso Carreta.

Se utiliza el modelo de la EPA, SWMM para realizar simulaciones hidrológicas, con usos de suelos actuales y futuros, determinando los hidrogramas correspondientes. Luego, se simula el modelo hidráulico HEC-RAS, determinándose niveles de agua y el área a inundarse para lluvias con TR de 2, 5, 10, 25, 50 años. Para ello se requiere de un geoprocesamiento que proporcione datos de entrada a los modelos:

- Un Modelo Digital de Elevación (DEM) a partir de la grilla de puntos cada 20 m, productos del vuelo de marzo de 1994 para la confección de las ortofotocar-

tas (CEITE, 1997). Estos puntos fueron interpolados con el método Kriging, generando un ráster de elevaciones referidos al elipsoide WGS 1984 y al GEOIDE 96.

- Un Mapa Digital del Uso de Suelo Actual en formato vectorial. El mismo se realizó a partir del trazado de polígonos georreferenciados con imágenes de Google Earth, más la clasificación interactiva supervisada de un mosaico NDVI de la cuenca, generado a partir de una imagen satelital del SPOT 6, con resolución espacial de 1.50m x 1.50m

- Un TIN (figura 2). Superficie que representa la forma del cauce principal, con su planicie de inundación. Confeccionado a partir de curvas de nivel cada

1m del catastro urbano (PFM, 1999), más la introducción de puntos del relevamiento topográfico del cauce, breaklines y puntos corregidos del modelo digital de superficie, del arroyo Itay.

MODELOS HIDROLÓGICOS

ESCENARIO 1: Uso de suelo actual, sin intervención en el cauce: Corresponde a la situación actual, con el uso de suelo del presente.

.....

ESCENARIO 2: Uso de suelo actual, con intervención de canales: Se condiciona el tránsito del agua en un canal revestido y rectificado, sin la posibilidad de tener planicies de inundación.

.....

ESCENARIO 3: Uso de suelo futuro, con intervención de canales: Se asume que aumentará el porcentaje de áreas impermeables, al continuar con el crecimiento urbano.

.....

ESCENARIO 4: Uso de suelo futuro, sin intervención en el cauce: Uso de suelo futuro, pero sin ninguna intervención en el arroyo.

.....

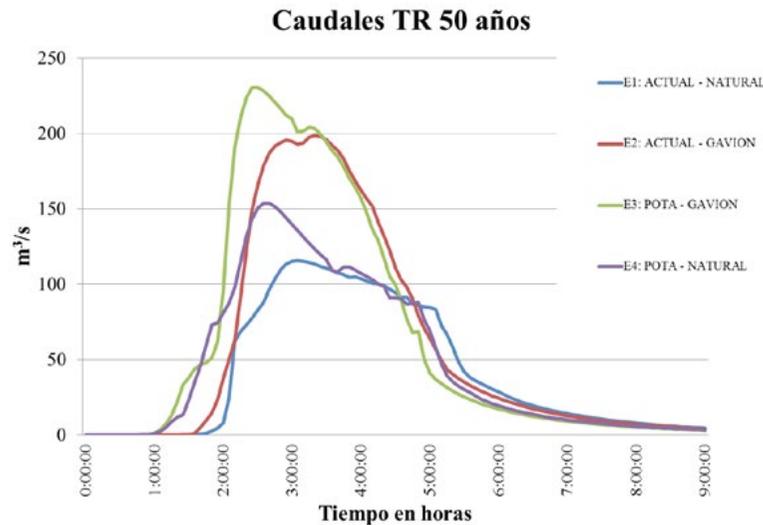


Figura 3: Comparación de hidrogramas

Analizando el caso más desfavorable, el cual corresponde al paso de la situación actual a una futura en donde no hubo una buena gestión de los recursos hídricos, se ve como el caudal se ha duplicado, repercutiendo negativamente aguas abajo, en el arroyo Itay. Se ve que este aumento se debe a dos causas bien definidas e independientes entre sí:

- **73%** es consecuencia de la rectificación, y revestimiento de canales.
- **27%** es consecuencia del aumento de la impermeabilización en la cuenca.

Se demuestra que la canalización tiene un efecto mucho más importante en el aumento del caudal que el incremento de la impermeabilización debido al proceso de urbanización.

MODELO HIDRÁULICO

Con los caudales obtenidos se han calculado los niveles que alcanzará el agua en el arroyo, y conociendo las cotas de los terrenos edificados, se pueden determinar las viviendas que se encuentran afectadas por las inundaciones para distintos TR y elaborar un mapa que muestre los niveles de agua.

Área inundada y viviendas afectadas. Situación actual.

TR	2	5	10	25	50
Área inundada (hectáreas)	92.0	101.9	110.3	116.1	116.2
Viviendas afectadas (cantidad)	218	229	247	253	255

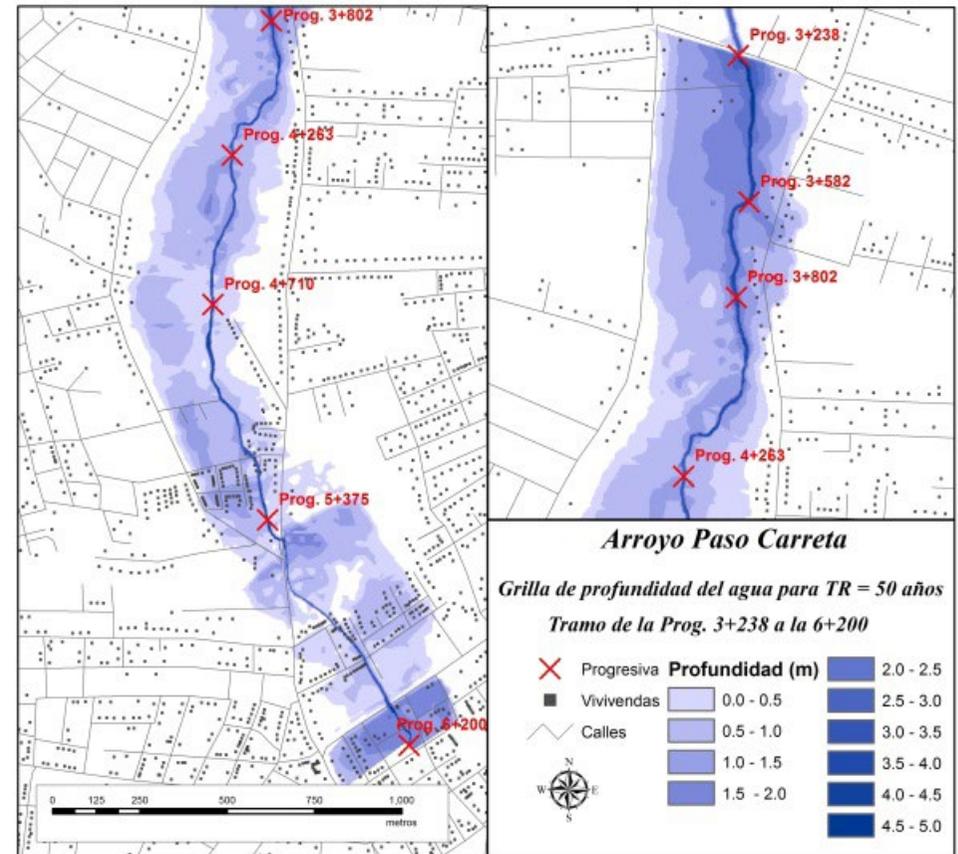


Figura 4: Polígono de inundación para TR 50

CONCLUSIONES

1 El costo de canalizar el arroyo es menor al costo de adquirir las planicies, sin embargo, con la canalización no se está impidiendo su ocupación, debiéndose considerar el costo recurrente de asistencia a las viviendas afectadas por inundaciones.

2 Si se canaliza el cauce, se aumenta la capacidad de conducción del agua, pudiéndose tener un aumento innecesario del 50% en los caudales, en comparación a la de un caudal futuro en una situación ideal con planicies de inundación no alteradas.

3 Las lagunas propuestas para el arroyo Itay atenuarán el caudal del mismo, disminuyendo en 110 m³/s. Sin embargo, los caudales del Paso Carreta, con respecto a la situación actual podrían aumentar hasta 115 m³/s, dejando sin efecto las lagunas de retención.

4 Al canalizar el cauce, el nivel del agua aumenta, al final de la cuenca, el agua subirá 45cm más por encima del nivel al que llegaría si se mantiene las planicies de inundación del arroyo.

5 Actualmente existe entre el 12 y 13% del total de las viviendas potenciales a ubicarse en las planicies de inundación, que si no se compran las planicies y no se impide la ocupación de las áreas inundables, este porcentaje puede llegar al 100%.

6 Al revestir el cauce, se tiene que 3,5 km de canal tienen velocidades mayores a las admisibles, requiriendo algún tipo de protección contra la erosión, aumentando el costo de mantenimiento, sin embargo con el cauce en estado natural se tienen velocidades menores.

7 Al canalizar el arroyo Paso Carreta, se produce un aumento de velocidad y del nivel de aguas abajo, lo que se traduce en un riesgo mayor para las personas.

8 Si se eliminan planicies, se pierden todas las ventajas ambientales, principalmente se deja de lado el hecho de que la fauna y flora de un canal natural con su planicie contribuye a la depuración de contaminantes, influyendo en la calidad del agua al final del arroyo.

ACUÍFERO PATIÑO.

FUENTE DE AGUA ESTRATÉGICA DEL GRAN ASUNCIÓN

Dr. Félix A. Carvallo Vargas, Docente Investigador

Unidad de Estudios Hidroambientales, Centro de Tecnología Apropriada, Facultad de Ciencias y Tecnología – Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción

Dr. Félix Benjamín, Profesor de la Cátedra de Aguas Subterráneas
Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción

1 INTRODUCCIÓN

Los pueblos originarios, así como los primeros habitantes de la colonia en el Paraguay, asentaron sus poblados en las cercanías del río Paraguay, éste fue la principal vía de comunicación que, además, les proveía de alimento y agua para su subsistencia.

Con el correr del tiempo, los asentamientos humanos fueron alejándose de la ribera del río, cubriendo sus necesidades de agua con otras fuentes, recurriendo a arroyos, manantiales y pozos excavados, haciendo uso de agua del acuífero Patiño.

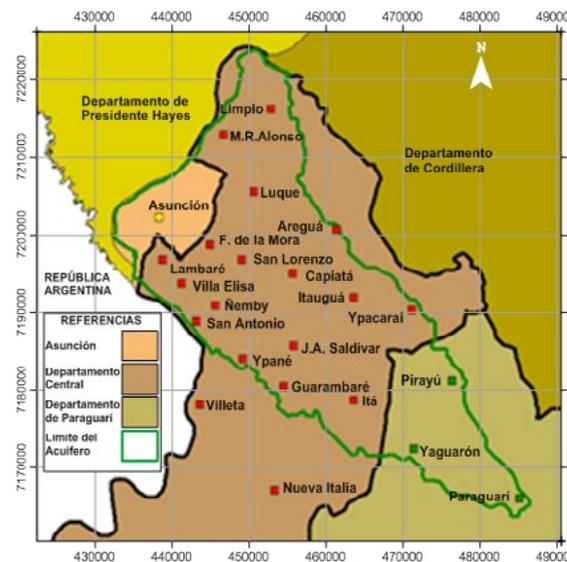


Fig. 1 - Distribución del acuífero Patiño en Asunción y los Departamentos de Central y Paraguari

(*) Docente e investigador, Unidad de Estudios Hidroambientales Centro de Tecnología Apropriada, Departamento de Ingeniería Civil, Industrial y Ambiental, Facultad de Ciencias y Tecnología UC.

(**) Profesor de la Cátedra de Aguas Subterráneas – Facultad de Ingeniería, Carrera de Ing. Civil, Universidad Nacional de Asunción UNA.

Este cuerpo de agua subterránea se extiende en una superficie de 1.173 km², tiene forma triangular con vértices en las ciudades de Asunción, Limpio y Paraguarí. Está situado en el centro del país, beneficia a la capital de la república, así como a ciudades importantes de los Departamentos de Central y Paraguarí. La capital del primero: Areguá, y la del segundo: Paraguarí, se abastecen totalmente de las aguas del acuífero Patiño para cubrir las demandas de agua potable de sus respectivas poblaciones. De la misma fuente se abastecen las ciudades de Villa Elisa, Ñemby, Capiatá, Itauguá, J. Augusto Saldivar, Limpio, San Antonio, Itá, Yaguarón, Guarambaré e Ypané, y parcialmente, pero con persistente incremento en el uso, las ciudades de Asunción, Luque, Lambaré, Fernando de la Mora, Mariano Roque Alonso y San Lorenzo (Figura 1).

2 ANTECEDENTES

Como se ha expresado, siempre existió un estrecho relacionamiento de los habitantes de estas tierras con el acuífero Patiño. El uso del mismo se fue acrecentando en la medida que la población del Gran Asunción se fue ampliando y se fueron asentando en ella poblaciones -de migraciones internas del país- e industrias hidrodendientes y, estos eventos sociales han generado cambios en el uso del recurso, tanto en la calidad como en la cantidad del agua subterránea, escenario que despertó la preocupación por la suerte del acuífero.

● 2.1. El uso del agua del acuífero Patiño

El uso de las aguas subterráneas por medio de manantiales y pozos excavados para el consumo hu-

mano, se remonta a la época pre colonial. Los primigenios habitantes del Paraguay contaban con la capacidad suficiente para buscar, encontrar y almacenar agua del subsuelo, según, Godoy, E.; Villar, F.; Carvallo, F.; Jara, S. (1991).

Juan de Salazar y Espinosa funda, el 15 de agosto de 1537, la casa fuerte de Nuestra Señora de la Asunción en zona de ocurrencia del acuífero Patiño.

En las épocas de la conquista, colonial y del Paraguay Independiente, las principales fuentes de agua eran el río Paraguay y los arroyos afluentes del mismo. El crecimiento de la población dio como resultado la expansión urbana, alejándose las fronteras del río Paraguay. Para cubrir las necesidades del recurso se apelaron a los arroyos, manantiales

y pozos excavados de poca profundidad. En los sitios donde el nivel freático estaba muy profundo fue muy común la cosecha de lluvia y el almacenamiento del agua en aljibes.

Fue en principio y mediados del siglo XVII, cuando hacen su aparición los pozos excavados y aljibes, especialmente en las zonas altas de Asunción, conocidos como Lomas. Según Gómez Silgueira, P. (2014). En la segunda década -años 1920- del siglo XX, llegó a nuestro país, contratado por la empresa taninera Carlos Casado, el prestigioso técnico francés Don León Fragnaud, a quien precede la fama de haber dotado del sistema de agua corriente a la ciudad de Mar del Plata por medio de pozos perforados y de haber perforado más de 1.000 pozos en toda la provincia de Buenos Aires. Debido a la aceptación de su técnica para la obtención de agua del subsuelo, el Señor Fragnaud se radica en el Paraguay perforando numerosos pozos a empresas y particulares, concretando el servicio de agua corriente para una buena parte de la sociedad asuncena. ABC (2003).

El señor Fragnaud tuvo destacada participación durante la guerra del chaco, dotando de agua dulce a los combatientes, hecho que lo hizo merecedor, además de ser ascendido a Mayor del Ejército Para-

guayo, a la Cruz del Defensor, la Medalla de Boquerón y la Cruz del Chaco. Por otra parte, formó a los primeros técnicos paraguayos especializados en la perforación de pozos tubulares profundos, entre otros, Brígido Franco y los Tenientes Soto, Estigarribia, Ocampos, Campercholi, Farías y Segovia, ABC (2003).

En el año 1953, con la finalidad de beneficiar el abastecimiento de agua potable a la población de los barrios de Asunción en constante expansión, se inicia una campaña de construcción de pozos perforados para su utilización a través de grifos públicos. Las tareas son ejecutadas por el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, en el marco del Programa de Saneamiento Ambiental, gracias a una máquina perforadora donada por la UNICEF.

En la década del 50 es creada también la Corporación de Obras Sanitarias de la Ciudad de Asunción (CORPOSANA), con el propósito de abastecer de agua potable a la ciudad de Asunción utilizando como fuente agua del río Paraguay. Sin embargo, la red no alcanzaba a las ciudades del interior del país. Para cubrir dicha demanda es creado, en el año de 1972, el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA) Organismo Técnico del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. El SENASA, promueve la creación de las Juntas de Saneamiento Am-



- Mayor (H.C.). León Fragnaud
Fuente: El narrador (2005)

biental, responsables de los sistemas de provisión de agua potable en ciudades del interior, muchas de ellas, ubicadas en zona de influencia del acuífero Patiño. Entre las primeras ciudades en ser beneficiada con el servicio están las de: Itauguá, Limpio, Guarambaré y Capiatá.

En los diversos proyectos de abastecimiento desarrollados por el SENASA y los organismos multilaterales, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco de Reconstrucción y Fomento (BIRF), en la década de los años 80 y 90, en los Departamentos Central y Paraguairí, la principal fuente de agua de los sistemas fueron los pozos tubulares profundos que extraen agua del acuífero Patiño. De igual forma, la CORPOSANA (hoy día ESSAP S.A.) construye pozos perforados para complementar el volumen de agua requerido para su área de cobertura, práctica que se lleva adelante hasta nuestros días.

El resto de la población, donde no llegaban los servicios de agua potable, cubría sus necesidades a través de pozos excavados o utilizando el servicio de provisión de agua a través de los carritos, con tracción de mulas o caballos. Según Gómez Silgueira, P. (2015) estos retiraban el agua de instalaciones que poseían un pozo perforado, que extraía agua del acuífero Patiño y un tanque donde se almacenaba el agua obtenida. Este ser-



Itauguá – Perforación del Pozo 1 de la Junta de Saneamiento, predio de la iglesia. Construido por SENASA. Perforistas: Faustino Franco, Gregorio Bazán – Fermín Cristaldo – Año 1975 – Foto Dr. Félix Villar

vicio era muy solicitado en zonas donde la profundidad del nivel freático impedía el aprovechamiento del agua subterránea por medio de pozos excavados. Eran zonas altas de Lambaré, Fernando de la Mora Zona Sur, Ñemby, San Antonio, Villa Elisa. Con el tiempo, especialmente en los años 90 del siglo pasado, estos proveedores y otros nuevos, construyeron redes de distribución que sustituyeron a los carritos, convirtiéndose en lo que hoy se conocen con el nombre de “Aguaterías”.



Es preciso mencionar que todas las industrias afincadas en el Gran Asunción y parte de los Departamentos de Central y Paraguairí, cubren sus necesidades extrayendo agua del acuífero Patiño, es el caso de los productos Coca Cola (PARESA), Pulp (Bebidas del Paraguay S.A.), Pepsi (AJ Calidad ante todo S.A.), Niko (Embotelladora Central S.A.), Agua Seltz, Watson’s, entre otros.

2.2. Estudios sobre la problemática del acuífero Patiño

Durante los trabajos de Estudios Hidrogeológicos, realizados y orientados a la selección de sitios para la perforación de pozos tubulares profundos, en el marco del proyecto SENASA BIRF III (Tercer Proyecto Rural de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento), en el año 1994, se detectaron algunos hechos sintomáticos en el acuífero. En efecto, se registraron la desaparición de algunos manantiales, diferencias en la profundidad del nivel de agua de pozos perforados (nivel inicial y posterior), inicio de salinización al Oeste, reducción o desaparición de surgencias tradicionales como el Ycuá Paí de San Lorenzo. Los resultados y conclusiones son presentados - por Departamento de Recursos Hídricos del SENASA - en el Primer Congreso Paraguayo de Agua Potable, organizado por la Cooperativa de Juntas de Saneamiento del Paraguay, realizado en la ciudad de Ypacaraí, en octubre del año 1996.

2.2.1. El estudio del acuífero Patiño en la cuenca del arroyo Guazú

La preocupación del SENASA con respecto al estado de la principal fuente de abastecimiento de los sistemas de agua potable en los Departamentos de Central y Paraguari (construidos por el SENASA y administrados por las Juntas de Saneamiento), motivó la inclusión en el Proyecto BIRF IV (Cuarto Proyecto Rural de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento. SENASA – Banco Mundial) del

estudio sistemático de una cuenca piloto en el acuífero Patiño, incluyendo - en primer término - la capacitación del personal técnico del Departamento de Recursos Hídricos.

La cuenca escogida fue la del Arroyo Guazú (Figura N° 2) que abarca parte de los municipios de San Lorenzo, Fernando de la Mora, Villa Elisa, Ñemby, San Antonio y Capiatá.

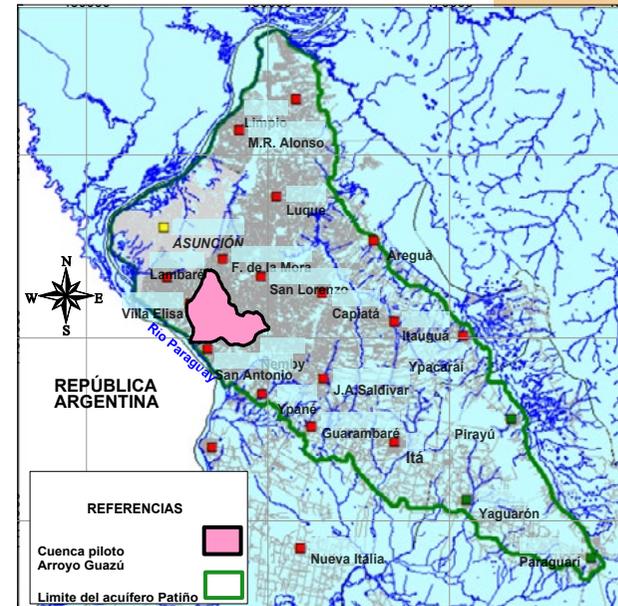


Fig. 2 - Proyecto Fortalecimiento de los Estudios Hidrogeológicos del SENASA (FEHS) - Ubicación del área piloto, Cuenca del Arroyo Guazú

Los trabajos fueron ejecutados por el instituto Holandés de Geociencias Aplicadas - Servicio Geológico Holandés - (TNO-NTG) y consistió en estudio de la calidad del agua subterránea (toda el área del acuífero) y en la cuenca piloto (estudio geofísico, inventario de puntos de agua, ensayos por bombeo, la ejecución de un pozo exploratorio de 300 metros de profundidad, diseño e instalación de una red piezométrica e inventario de fuentes de polución), dando como resultado, un modelo hidrodinámico del acuífero, mapas temáticos, como el de vulnerabilidad y el riesgo a la contaminación y un banco de datos.

El producto más importante consistió en el diagnóstico del acuífero Patiño que fue definido como de fácil accesibilidad, de productividad moderada y de buena recarga de agua. Abastece a una población cercana a los 2.000.000 de habitantes, sufre una explotación intensiva, en general de baja salinidad y vulnerable a la polución.

Sus problemas principales son: la presencia de agua salada en la zona Oeste, riesgo de polución y de sobre explotación futura. En relación a la calidad del agua se encontró que, en el 70% de los pozos tubulares profundos analizados, existían bacterias coliformes, demostrando así la gran vulnerabilidad del mismo. SENASA – TNO (2001).

2.2.2. Estudio de Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción

Los resultados, las conclusiones y recomendaciones obtenidas con el proyecto anterior, acrecentaron el interés del SENASA en ampliar el conocimiento sobre el acuífero, motivando la búsqueda de medios para un estudio en la totalidad del mismo. En efecto, a mediados del mes de julio del año 2005, se iniciaron los trabajos del proyecto “Estudio de Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción”, bajo la denominación de Cooperación Técnica no reembolsable ATN/JC – 8228, del Fondo Fiduciario Japonés (JCF), administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Los trabajos fueron ejecutados por el Consorcio Chuo Kaihatsu Corporation (CKC) – Engenharia, Consultoria e Gerenciamiento s/c Ltda. (JNS) e Hidrocontrol S.A. y culminaron en mayo, 2007, beneficiando directamente al SENASA, la Secretaría del Ambiente (SEAM), el Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSSAN), la Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ESSAP S.A.) y las Municipalidades del Área Metropolitana de Asunción.

El objetivo del proyecto fue la elaboración de un plan de gestión del agua subterránea, basado en un modelo matemático hidrodinámico y de calidad del agua, así como la capacitación y entrenamiento del personal del SENASA y profesionales de otras instituciones,

para la transferencia de tecnología en el uso del modelo como instrumento de gestión del recurso natural.

Los resultados obtenidos del estudio, permitieron elaborar conclusiones en dos cuestiones principales: la primera relacionada con límites de extracción y la segunda, concerniente a áreas de extrema vulnerabilidad.

Los resultados del balance hídrico indican que, la disponibilidad hídrica es del orden de los 229 Hm³/año que, de acuerdo a las proyecciones efectuadas, se estaría agotando para el 2020. De igual forma, se concluye que el abatimiento regional máximo de 10 metros es producto del incremento en el bombeo de agua subterránea.

Con respecto a las áreas de extrema vulnerabilidad, el modelo demostró que la mayor parte del acuífero es altamente vulnerable a la contaminación, debido las características litológicas permeables, resaltando que, las zonas extremadamente vulnerables se encuentran en lugares donde el nivel del agua está muy cerca de la superficie. CKC-JNS (2007).

2.2.3. El acuífero Patiño en la cuenca del arroyo San Lorenzo y en el Chaco

Posteriores a los proyectos mencionados se han ejecutado otros, donde el acuífero fue estudiado en detalle pero en áreas específicas, sean éstas cuencas de arroyos o en los límites de municipios seleccionados.

En el contexto mencionado, adquiere gran relevancia el estudio integral realizado por la Secretaría del Ambiente (SEAM) y el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales BGR, en el marco del proyecto "Manejo Sustentable y Protección de Agua Subterráneas", iniciado en el mes de abril del año 2007 (Proyecto PASPY), cuyo objetivo fue el manejo sostenible y la protección del agua subterránea en áreas piloto prioritarias, mediante el fortalecimiento de Consejos de agua, compuesto por usuarios públicos y privados.

Entre las áreas piloto prioritarias fueron seleccionadas, la cuenca hídrica del arroyo Capiibary (Departamento de Itapúa), la cuenca hídrica del arroyo San Lorenzo (Departamento Central), y el cuerpo de agua dulce contenido en rocas sedimentarias del Grupo Asunción, conocido como el acuífero Patiño del Chaco (Departamento de Presidente Hayes). PASPY (2012)

De las tres áreas mencionadas son de interés para el presente análisis de la situación del acuífero Patiño, las dos últimas.

La cuenca hídrica del arroyo San Lorenzo, desarrollada en zona de ocurrencia del acuífero Patiño, fue seleccionada por su característica urbana y por estar dentro de la cuenca del arroyo Yuquyry que aporta la mayor carga orgánica (contaminantes) al lago Ypacaraí. Involucra a los territorios de los municipios de San Lorenzo, Capiatá, Luque, Fernando de la Mora y Ñemby, abarcando un área de 79 Km² de superficie con un 96% de áreas urbanas y, aproximadamente, 350.000 habitantes.

Por su parte, el distrito de Benjamín Aceval, con una superficie de 110 km² y una población de más 16.500 habitantes, fue seleccionado debido a que se abastece de agua de un cuerpo de agua dulce contenido en areniscas del Grupo Asunción, de condiciones muy limitadas rodeada por agua salada. Del mismo cuerpo extraen agua para cubrir sus necesidades las industrias y los emprendimientos agropecuarios.

En todos los casos, los estudios consistieron en el desarrollo de cuatro componentes:

Componente 1 – Marco regulatorio

Componente 2 – Información para la gestión integral de los recursos hídricos
Componente 3 – Fortalecimiento de Consejos de Agua por Cuencas Hídricas

Componente 4 – Mejorar el nivel de conciencia de la ciudadanía

2.2.4. Otros estudios referentes al acuífero Patiño

Existen trabajos de investigación en el área del acuífero relacionados a proyectos específicos para aumentar el conocimiento científico del Patiño, así como trabajos orientados a la gestión del mismo, tales como:

- **“Ciudad + Agua. Recursos hídricos en la Zona Metropolitana de Asunción. Una perspectiva del Diseño y la Planificación Urbana”** – Gill Robiani M.; Peroni, M. – 2015 – Proyecto de Investigación – En ejecución con fondos del CONACYT.
- **“Monitoreo y Simulación de Transporte de Contaminantes en zonas urbanas del Acuífero Patiño”** - Noguez, J.P.; Urbietta M. - 2015 - Proyecto de Investigación Facultad Politécnica UNA - En ejecución con fondos del CONACYT.
- **“Determinación del Metil Terc Butil Eter (MTBE) como agente contaminante en el Acuífero Patiño. Departamento Central”** - Facetti, J.F.; Werlhe A., - 2015 - Proyecto de investigación Facultad de Ingeniería UNA - En ejecución con fondos del CONACYT.
- **“Proyecto de Modernización del Sector Agua Potable y Saneamiento PMSAS”** – Gobierno Nacional / Banco Mundial – Entre otras actividades, se encarga del registro de pozos piezómetros distribuidos en el área del Acuífero.
- **“Intrusión de aguas salinas en la frontera oeste del acuífero Patiño”** – Achucarro, G. - 2014 - Trabajo de Tesis, Facultad de Ciencias Agrarias UNA - Determina el nivel de intrusión salina en el Acuífero Patiño, utilizando el borde oeste como referencia.
- **“Saneamiento del arroyo Ñemby”** – Casati, R.; Thielmann, J. Pereira, M. – 2014 - Publicación científica - Revista de Ingeniería Edición 2014 de la UniNorte - Constataron un desplazamiento respecto a la posición original de las nacientes de los arroyos Ñemby y Mbocayaty (descarga del acuífero Patiño).
- **“La recarga del acuífero Patiño, estrategias para la utilización sostenible del mismo”** - Gill Robiani, M. – 2015 - Tesis de grado Facultad de Arquitectura Universidad Nacional de Asunción - Define las áreas de recarga del acuífero y propone zonas para la recarga artificial del mismo.

- ***“Detección de hidrocarburos en las aguas subterráneas en pozos de control de estaciones de servicios en la ciudad de Asunción y alrededores, Paraguay”*** – Martínez, L.; Pérez, J. - 2014 - Publicación científica - En 15 pozos de control, en las 7 estaciones de servicio estudiadas, mediante análisis físico-químico, demostraron que las aguas subterráneas de cada estación se encuentran con alto contenido de hidrocarburos, lo que significa la contaminación por el compuesto. - Publicado en la Revista de Ingeniería Edición 2014 de la UniNorte.
- ***“Nivel de concentración de bacterias coliformes fecales y totales en agua de pozos de abastecimiento público de la ciudad de Ñemby, Dpto. Central”***, Paraguay – Ortiz, J.; Pérez, J. – 2014 - Mencionan que los parámetros de coliformes fecales y totales en agua cruda, medidos en 13 pozos de 4 Juntas de Saneamiento de Ñemby, se encuentran en rango aceptable, dentro de lo establecido en la ley 1614/00, además de poseer niveles aceptables de pH, temperatura, conductividad eléctrica y de sólidos totales disueltos - Publicado en la Revista de Ingeniería Edición 2014 de la UniNorte.
- ***“Mapeo de vulnerabilidad y riesgo de contaminación de aguas subterráneas del Gran Asunción”*** – Báez, L.; Villalba, C.; Nogués, J.P. – 2014 – Publicación científica Facultad Politécnica UNA – Fondos del CONACYT - El propósito general de este trabajo fue estudiar la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero Patiño, basado en un análisis de datos hidrogeológicos y de urbanización de la zona como son el uso de la tierra, la densidad de pozos ciegos y la influencia de las vías principales de transporte.
- ***“Building coalition for the conservation and sustainable use of the Patiño Aquifer (Fase I y II)”*** - WWF – 2014 – Entre otras actividades, se procedió al diagnós-

tico sobre el consumo de agua del acuífero y la identificación de fuentes de contaminación.

- ***“Proyecto de Zonificación Urbano – Ambiental del Municipio de Ñemby”*** – ORDAZUR (SEAM/BGR) – Municipio de Ñemby – 2011. A principios del año 2011, la Municipalidad de Ñemby, con apoyo de BGR de Alemania, dio inicio a un trabajo en el marco de la Segunda Fase del Proyecto ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE ZONAS URBANAS (ORDAZUR – SEAM/BGR), cuyo objetivo es implementar tanto en áreas urbanas y departamentos seleccionados como en la Secretaría del Ambiente (SEAM), instrumentos eficientes y modernos de planificación, incluyendo conceptos de Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) y de protección de los recursos naturales, orientados a un desarrollo sostenible, El objetivo general, establecido en el proyecto de referencia, fue el de “Mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio de Ñemby mediante la implementación de instrumentos de planificación que contemplen el uso sostenible de sus recursos naturales”.

Mientras que los objetivos específicos fueron:

La elaboración de una ordenanza marco de zonificación que sirva de base a la municipalidad para el desarrollo e implementación de ordenanzas específicas en el ámbito de la planificación urbana y ambiental; y la capacitación en servicio de Ordenamiento Ambiental del Territorio, de funcionarios - contrapartes - de la municipalidad.

Los logros más importantes del proyecto fueron: el anteproyecto de desagüe cloacal y la Ordenanza para la protección de pozos.

- ***“Estudio de la vulnerabilidad ambiental de los acuíferos en las áreas urbanas de San Juan Bautista e Itaiguá”*** – Banco Interamericano de Desarrollo (BID). – 2011 - Informe técnico - El estudio define la geome-

tría del acuífero presente, sistema de flujo, definición de zona de recarga y descarga y vulnerabilidad del agua subterránea, además de la identificación de fuentes reales y potenciales de contaminación contenida en la zona de captura dentro del municipio de Itauguá. Se identifica además, un acuífero local en sedimentos recientes, suprayacente al acuífero Patiño que sirve como amortiguación a la contaminación de éste.

○ **“Calidad del agua de los pozos de abastecimiento y vulnerabilidad del acuífero Patiño en el municipio de Itauguá”** – Leguizamón, M. – 2011 – Trabajo de tesis, Facultad de Ciencias Agrarias – UNA. La medición en 30 pozos de agua potable determinó una calidad de agua aceptable, no sobrepasando los parámetros definidos por la ley 1614/00. Además de determinar una vulnerabilidad de acuífero despreciable, baja y moderada dentro del municipio de Itauguá.

○ **“Problemáticas ambientales americanas – Caso del acuífero Patiño en Paraguay”** – Báez, R.; Urbanovich, D. – 2009 – Informe técnico. Relaciona la problemática del acuífero Patiño a la urbanización y falta de acción del Estado Paraguayo.

○ **“Paraguay, salinización del acuífero Patiño”** – Morinigo, R. – 2009 – Informe técnico. Se trata de un análisis de las condiciones en las que se encuentra el acuífero respecto a la invasión salina, realiza un resumen de publicaciones, opina sobre las causas del estado de deterioro y comenta sobre los impactos que tendrá sobre la población la pérdida del acuífero.

○ **“Delimitación de perímetros de protección de pozos por el método Wyssling en el acuífero Patiño. Estudio de caso: Microcuenca del arroyo Paí Nú distrito de Nembu, Departamento Central, Paraguay”** – Arias Amarilla, M. – 2009. Trabajo de Tesis, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UNA. Se determina la factibilidad de la aplicación del método Wyssling para la delimitación de perímetros de protección de pozos en la Microcuenca del arroyo Paí Nú. Se delimitan las áreas de protección de los pozos de la Junta de Saneamiento de Paí Nú.

○ **“Revisión del conocimiento acerca del acuífero Patiño”** – Lampert, I.; Quevedo, J.M.; Santacruz, F. – 2009. Trabajo de Tesis, Facultad de Ingeniería – UNA. Se registró la evolución del área de invasión salina, se realizaron encuestas de grupos sobre el conocimiento acerca del acuífero Patiño, registro de la evolución del pH y la conductividad eléctrica del agua.

○ **“Alcantarillado y Capital Social”** – Díaz, A. – 2008 – Informe técnico. Con el trabajo se busca comprender el desempeño del saneamiento básico, cuya falta es causante de, entre otras cosas, la contaminación de aguas subterráneas, el trabajo de investigación, estudio de caso. Se desarrolla en parte, en el área del acuífero Patiño. El trabajo fue publicado por el Centro de Estudios interdisciplinarios y patrocinado por la Gobernación de Central.

○ **“Estudios de los riesgos de contaminación en pozos profundos en el Campus de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay”** – Alvarenga, D.; Jara S.; Fariña, S.; Larroza, F.; Cabral, N. – 2006. Publicación científica, presentado en el VII Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea y Expo agua 2006, Asunción Paraguay. El objetivo principal del estudio fue conocer la calidad de las aguas y sus posibles riesgos para el abastecimiento en el Campus de San Lorenzo, cuenca del arroyo San Lorenzo.

○ **“Metodología del agua subterránea y determinación de zonas de protección para pozos en Areguá – Paraguay”** – Avalos, Y.; Jara, S.; Houben, G. – 2006. Publicación científica presentado en el VII Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea y Expo agua 2006, Asunción Paraguay. Los objetivos fueron: relevar datos, elaboración de un mapa piezométrico, delimitación de áreas de recarga y descarga, propuesta de una ordenanza municipal.

○ **“Usos y Gobernabilidad del agua en el Paraguay”** – PNUD – 2006. Informe técnico. Presenta los resultados del estado de los recursos hídricos en el Paraguay, hace una reseña de la problemática del agua subterránea donde, en el análisis, resalta el caso del acuífero Patiño.

- **“Estudio de la contaminación del acuífero Patiño”** – Crosa, C.; Cardozo, S. – 2006 – Trabajo de Tesis Facultad de Ingeniería – UNA. Revisión de datos de calidad del agua en pozos de agua (6 años después) realizados en el proyecto Fortalecimiento de los Estudios Hidrogeológicos del SE-NASA (2001), análisis de la evolución de parámetros como la conductividad eléctrica y el pH.
 - **“Iniciativa para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el Paraguay – Lineamientos para la Política Nacional de Recursos Hídricos”** – Global Water Partnership – CEPAL – 2005. Contiene un diagnóstico de la situación de los recursos hídricos en general y refiere a la situación del acuífero Patiño, en el apartado correspondiente a las aguas subterráneas.
 - **“Conflicto por sobreexplotación de aguas subterráneas en el área de Ñemby”** – Villalba, H.; Carvallo, F. – 2004 – Publicación científica, Revista N° 15 de la Sociedad Científica del Paraguay, junio 2004. Recrea una hipotética situación generada por la competencia del uso de las aguas subterráneas entre usuarios industriales y abastecedores de agua para consumo humano.
 - **“Paraguay: el uso de agua subterránea en Gran Asunción – Problemas actuales y regulación propuesta”** – Foster, S.; Garduño, H. – 2002 – Informe técnico publicado por el Banco Mundial GW MATE. Documento en el cual se presenta un diagnóstico sobre las condiciones, uso y el estado de las aguas subterráneas en el Gran Asunción, así como la identificación de asuntos que pudieran influir en las políticas generales del sector hídrico que requerirán la intervención del Ente Regulador de los Servicios Sanitarios (ERSSAN).
 - **“Observaciones geológicas de Paraguay Central en relación a las aguas subterráneas”** – Bartel, W.; Muff, R. – 1995 – Publicación científica, II Simposio de aguas subterráneas en Paraguay. Ubica al acuífero Patiño dentro de la Provincia Hidrogeológica de Asunción.
 - **“Contaminación del agua subterránea en áreas puntuales del Gran Asunción”** – Ríos, J.; Martínez, O.; Centurión, C. – 1995. Publicación científica, II Simposio de aguas subterráneas en Paraguay. Presenta indicadores del estado de la calidad del agua del acuífero Patiño.
 - **“Contribución al conocimiento Hidrogeológico del área de Guarambaré”** – Carvallo, F.; Villar, F.B.; Villalba, H.; Montanholi, A. – 1995. Publicación científica, II Simposio de aguas subterráneas en Paraguay. El aumento de la población, así como el de las actividades industriales en el área de Guarambaré, presenta una gran demanda de agua para cubrir las necesidades. Los objetivos del trabajo son: exponer los resultados obtenidos durante los trabajos de investigación hidrogeológica y perforación de pozos en el área de Guarambaré, Departamento Central, así como presentar propuestas sobre sitios para perforación de pozos en el futuro.
- De igual manera, muestra la relación de las unidades geológicas productoras de agua y las intrusiones de rocas ígneas. Presenta además, un mapa zonificado, una sección hidrogeológica y la distribución de los tipos de agua.
- **“Memoria del Mapa Hidrogeológico de la República del Paraguay”** – MDN PNUD – 1986. Calificación y descripción oficial del acuífero Patiño

3

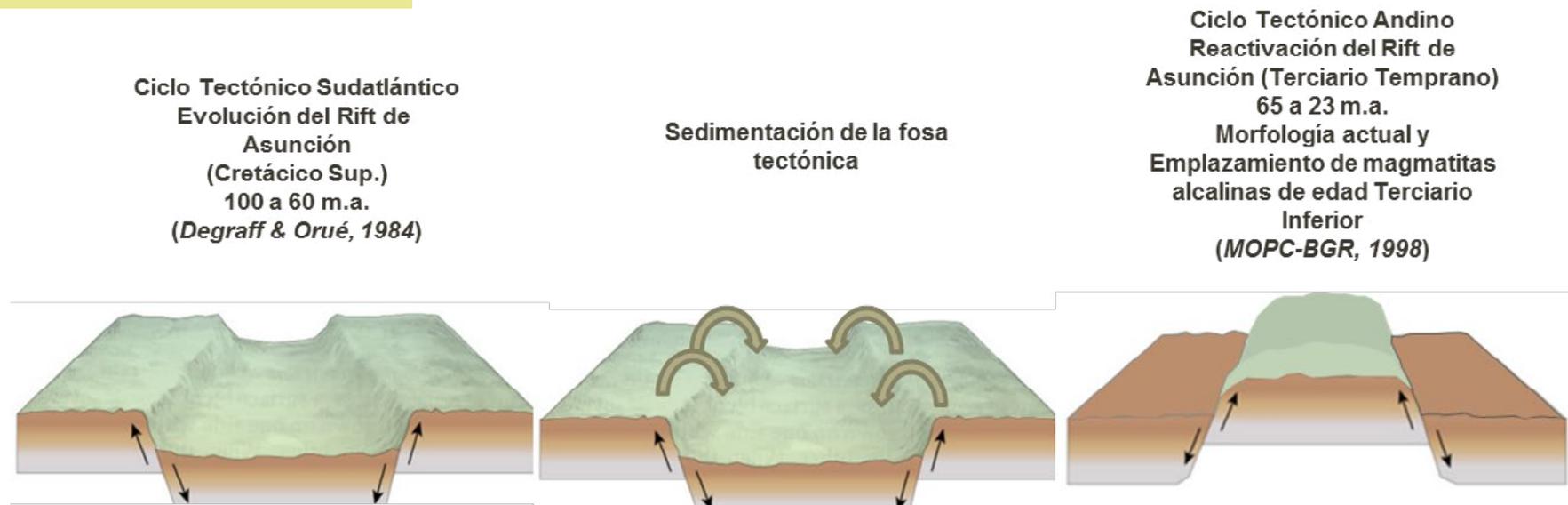
CARACTERÍSTICAS DEL ACUÍFERO PATIÑO

3.1. Geología

Las aguas del acuífero Patiño están contenidas en rocas sedimentarias de edad Cretácica, formadas durante el relleno del graben de Asunción y expuestas por eventos tectónicos posteriores.

Según DeGraff, J.M.; Orué, D. (1984), el rift de Asunción evoluciona durante el Ciclo Tectónico Sudatlántico (Cretácico Superior 100 a 60 m.a.), y vuelve a reactivarse durante el Ciclo Tectónico Andino (Terciario Temprano 65 a 23 m.a.) donde adquiere su morfología actual. Entre los ciclos mencionados se produce el relleno de la fosa tectónica con sedimentos de los bordes de la misma, MOPC-BGR (1998) (Figura 3)

Fig. 3 – Esquema de la evolución del rift de Asunción



La fosa fue rellenada con materiales de variada textura, el rápido hundimiento de la estructura, sumado al reducido espacio existente para la deposición de los sedimentos y a la distancia corta de transporte, factores condicionados por una paleomorfolología abrupta, dieron como resultado la conformación de fanglomerados ubicados principalmente en la margen oriental de la estructura, con un gran contenido de bloques y fragmentos de rocas ígneas alteradas de edad mesozoica (fotografías N° 1 y 2), suprayaciendo a estas areniscas poco consolidadas, friables, con escasa matriz o en su defecto, matriz arcillosa en ciertos lugares. Por efecto de intrusiones ígneas locales, se observa alta silicificación quedando las unidades geológicas expuestas como cerros testigos, como el caso de los cerros: Ñanduá, Yaguarón y otros (fotografías N° 3 y 4). MOPC-BGR (1998). Los primeros en caracterizar estos sedimentos, Harrington (1950); Eckel (1959) y otros, por su parecido, lo relacionaron con la Formación Misiones (continente del acuífero Guaraní), siendo Spinzi, A. (1983), quien denomina conglomerado Patiño a la secuencia fanglomerádica aflorante en las cercanías del cerro Patiño MOPC-BGR (1998).

Sin embargo, el proyecto PAR 83/005 (1986) denominó Formación Patiño a la totalidad del relleno de la fosa del área de Asunción, Gómez, D. (1991), y separa a las unidades geológicas del relleno en tres Formaciones: Patiño, Cerro Perú e Itapytá Punta, conformando el Grupo Asunción. Wiens, F.

González M.E.; Muff, R. (1993) identifican tres ciclos de deposición gradacional para la fosa tectónica originada durante la apertura del rift de Asunción (Jurásico tardío – Eoceno). El ciclo inferior caracterizado por conglomerados y fanglomerados de sedimentación caótica, el ciclo medio de sedimentación con aporte de material magmático alcalino de edad cretácico y por último, un ciclo superior constituido por areniscas heterogéneas, denominaron al conjunto como Formación Palacios.



Fotografía N° 1 – Fanglomerado, Cerro Perú Paraguari. Coordenadas (UTM) X: 484941 E; Y: 7166923 N. Clastos angulosos y redondeados de rocas pre existentes en matriz arcillosa



Fotografía N° 2 – Fanglomerado, Cerro Perú Paraguari, (Corte de talud) Coordenadas (UTM) X: 484924 E; Y: 716693 N. Clastos de rocas pre existentes en matriz arcillosa



Fotografía N° 4 – Areniscas del Cerro Yaguarón (Acercamiento). Coordenadas (UTM) X: 470450 E; Y: 7172199 N



Fotografía N° 3 – Areniscas del Cerro Yaguarón. Coordenadas (UTM) X: 470450 E; Y: 7172199 N

Bartel, W. (1994). Adopta la denominación de Grupo Asunción, conformado por dos Formaciones: la Formación Patiño y la Formación Yaguarón.

BGR-MOPC (1998) denomina Grupo Asunción a las sedimentitas cretácicas de los alrededores de Asunción.

De acuerdo a MOPC-BGR (1998), el ambiente de deposición de estos sedimentos corresponde, en los bordes abruptos a abanicos aluviales.

A medida que se alejan del mismo, ríos torrentosos y luego amplios ríos entrelazados alcanzan la planicie; el depósito de sedimentos. Al ir perdiendo energía, es grano decreciente desde fanglomerados de bloques, conglomerados hasta areniscas puras.

El Proyecto PASPY (2012) señala que las areniscas en San Lorenzo fueron conformadas en la fosa termo, tectónica triangular del bloque de Asunción. La base de las mis-

mas forman amplios conos de bloques, cantos rodados, conglomerados y fanglomerados, típico de ambientes de sedimentación rápida, de derrumbes y de abanicos aluviales, dando como resultado una deposición caótica epiclástica hasta fanglomerática de unos 150 a 500 metros de espesor. Suprayaciendo a este nivel, fueron depositadas areniscas cada vez más homogéneas con mejor selección, son intercalados niveles y bolsones de conglomerados – fanglomerados.

El Grupo Asunción de acuerdo a PASPY (2012) está conformado por tres Formaciones: la Formación Palacios Inferior, media y superior.

Las areniscas están instruidas localmente por magmatitas aisladas, diques y coladas de pocos a cientos de metros de espesor, causando a las mismas un metamorfismo local.

La Tabla N° 1 resume las denominaciones adoptadas por diversos autores sobre los sedimentos de relleno del rift de Asunción.

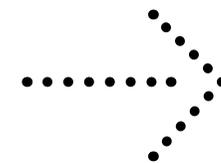


Tabla N° 1 – Denominaciones adoptadas para el relleno del rift de Asunción según distintos autores

AUTOR	EDAD	DENOMINACIÓN	UNIDADES GEOLÓGICAS
PAS – PY (2012)	Meso - Cenozoico	Grupo Asunción	Fm. Palacios Sup. Fm. Palacios Med. Fm. Palacios Inf.
MOPC – BGR (1998)	Cretácico	Grupo Asunción	Areniscas mal seleccionadas interdigitadas con fanglomerados (Cretácico Inf. Sup. al Cretácico Superior/Terciario Inferior) Formaciones no diferenciadas
Bartel, W. (1994)	Cretácico Inferior	Grupo Asunción	Fm. Yaguarón (Areniscas) Fm. Patiño (Conglomerado basal)
Wiens, F.; González, M.E.; Muff, R. (1993)	Jurásico tardío - Eoceno	Formación Palacios	Superior (Areniscas heterogeneas) Medio (Aporte de material magmático alcalino del Cretácico) Inferior (Conglomerados y fanglomerados)

AUTOR	EDAD	DENOMINACIÓN	UNIDADES GEOLÓGICAS
Gómez, D. (1991)	Cretácico	Grupo Asunción	Fm. Itapytá Punta (Areniscas de grano fino) Fm. Cerro Peró (Conglomerados brechosos con clastos de rocas ígneas del Mesozoico) Fm. Patiño (Areniscas de grano fino, areniscas de grano grueso, conglomerados líticos con clastos de rocas sedimentarias del Silúrico)
PAR 83/005 (1986)	Cretácico Sup.- Terciario	Formación Patiño	Conglomerados con cantos de la Fm. Misiones e intrusiones alcalinas del Jurásico Superior
Spinzi, A. (1983)		Conglomerado Patiño	Conglomerados, aglomerados y meta conglomerado con matriz silicificada de arena gruesa y arcilla, de colores rojizos

3.2. Características hidráulicas del acuífero Patiño

El proyecto PAR 83/005 (1986) considera al acuífero Patiño como granular, regional de extensión restringida.

El agua está contenida en areniscas friables de granulometría fina a media, el espesor es de algunas centenas de metros de permeabilidad (conductividad hidráulica) variable, con una media de 0,4 m/día y una transmisividad media del orden de los 25,1 m²/día. Es generalmente libre pero se dan casos localizados de artesianismo con surgencia, la infiltración que se le atribuye es del 1 a 2% (14 a 28 mm.). PAR 83/005 (1986)

Por su parte, CKC-JNS (2007), considera que el principal nivel de producción del Acuífero Patiño corresponde a la Formación Yaguarón consistente en una arenisca de grano fino a medio con ocasionales niveles arcillosos.

Mientras que, para SENASA – TNO (2001), el acuífero Patiño en el área piloto de la cuenca del arroyo Guazú, tiene las siguientes características:

En varios sectores se comporta como un acuífero multicapa de entre 2 y 4 capas, donde las capas superiores tienen comportamiento de acuíferos libres o semi libres con transmisividades (T) del orden de los 10 a 30 m²/día, y conductividades hidráulicas (K) horizontales de entre 0,3 y 0,6 m/día. Mientras

que las verticales son de magnitudes de entre 2 a 5 veces menores.

La porosidad eficaz estimada es de 10 al 20 % y un coeficiente de almacenamiento, para condiciones elásticas, de 10⁻³ a 10⁻⁵. La capa inferior de comportamiento semi confinado con transmisividad (T) del orden de los 30 a 200 m²/día y conductividades hidráulicas (K) horizontales del orden de los 1 a 4 m/día y las verticales de entre 2 a 5 veces menor. La porosidad eficaz estimada en 10 al 20% y un coeficiente de almacenamiento para condiciones elásticas es de 10⁻⁴ a 10⁻⁷.

La heterogeneidad de las unidades geológicas presentes, da como resultado la variabilidad de las características hidráulicas, por otro lado, la infiltración es del orden de los 250 a 500 mm, mayor a la estimada por trabajos anteriores.

Según CKC-JNS (2007), de acuerdo a resultados obtenidos del análisis de pozos existentes y de ensayos por bombeo al que fueron sometidos pozos distribuidos en diversas zonas del acuífero, se obtuvo que la transmisividad es del orden de los 2 a 300 m²/día y la conductividad hidráulica (K) de entre 0,085 y 15 m/día.

Durante la ejecución del proyecto Estudio de Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas en

el Área Metropolitana de Asunción (Acuífero Patiño), se han construido 50 pozos de observación, cuya finalidad fue la de monitorear la calidad del agua y registrar la variación de los niveles del agua. De acuerdo al monitoreo de los niveles realizado entre los años 2006 y 2015, la tendencia de los mismos es al descenso. García, D. (2015).

SENASA –TNO (2001) relaciona la intrusión de agua salada de los bordes Norte y Noroeste del acuífero a la sobre explotación del acuífero que da como resultado un descompensación en el equilibrio agua dulce – agua salada, permitiendo el avance de esta última hacia el Este (centro del acuífero).

En el monitoreo de los pozos de observación realizado en el año 2015, se constató el aumento de la conductividad eléctrica de las aguas de los pozos cercanos al río Paraguay, así como en sectores cercanos a Areguá – Patiño, el río Salado y en la parte sur del acuífero que descarga en el arroyo Caañabé. García, D. (2015)

Con respecto al balance hídrico, CKC-JNS (2007) señala la existencia de un déficit entre la recarga y la descarga (incluye la extracción a través de pozos perforados) que se irá agudizando con el paso de los años, como puede observarse en la tabla N° 2.

En el mes de febrero del 2016, la Secretaría del Ambiente presentó en su página web resultados de cuatro campañas de medición de niveles de pozos piezómetros distribuidos en toda la superficie del acuífero. Las mismas fueron ejecutadas en los años 2007, 2010, 2013 y 2014. Los registros fueron dispares comparando con el inicio, año 2007.

En algunos casos los pozos mostraban descensos, en otros descensos y ascensos de nivel y hasta ascensos constantes en algunos. Fueron agrupados en pozos con nivel negativo aquellos que presentaban niveles por debajo del registrado en el año 2007 (rojo), y pozos con nivel positivo aquellos cuyos niveles registran valores iguales o por encima del registrado en el año 2007 (negro), SEAM (2016).

En la figura N° 4 se presenta el mapa elaborado por la SEAM con la distribución de los pozos que experimentaron descensos de nivel.

Cooperación Técnica ATN/JC - 8228 – PR – SENASA - BID								
Balance hídrico integrado		Años						
Item	Variables del Balance	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Entradas								
1	Precipitación (P)	1624	1624.0	1624.0	1624.0	1624.0	1624.0	1624.0
2	Importación de Cuencas Ext. (Im)	105.6	111.0	116.7	122.6	128.8	135.4	142.3
3	Retornos (Cons. H, I, A) (R)	93.6	101.2	122.2	143.1	164.0	185.0	219.5
4	Retorno de ANC (R1)	37.1	37.9	40.0	42.2	44.3	46.4	49.9
5	Bombes (B)	126.0	154.1	182.4	210.7	238.9	267.2	295.6
Salidas								
6	Evapotranspiración Real	1265	1265	1265	1265	1265	1265	1265
7	Escoorrentía de caudal Base (Ess)	123	123	123	123	123	123	123
8	Escoorrentía de lluvia (E _l)	211	224.7	238.2	251.7	265.3	278.8	292.3
9	Consumo Humano (Ch)	162.3	193.5	225.0	256.5	287.9	319.4	351.1
10	Consumo Industrial (Ci)	10	13.4	16.7	20.0	23.4	26.7	30
11	Consumo Agrícola (Ca)	10	16.6	23.3	30.0	36.6	43.3	50
12	Infiltración de retorno (Ir)	9.3	11.5	13.6	15.6	17.7	19.8	21.9
13	Infiltración de ANC (Ir1)	18.5	19.5	20.6	21.6	22.7	23.8	24.9
14	Infiltración de lluvia (Il)	148	134.5	120.95	107.4	93.85	80.3	66.7
Δ V (Variación del volumen superficial)		29.2	26.5	39.0	51.6	64.6	78.0	106.4
Δ S (Variación del volumen subterráneo)		-73.2	-111.6	-150.3	-189.0	-227.7	-266.4	-305.1

Tabla 2 – Acuífero Patiño balance hídrico integrado. Fuente: CKC-JNS (2007)

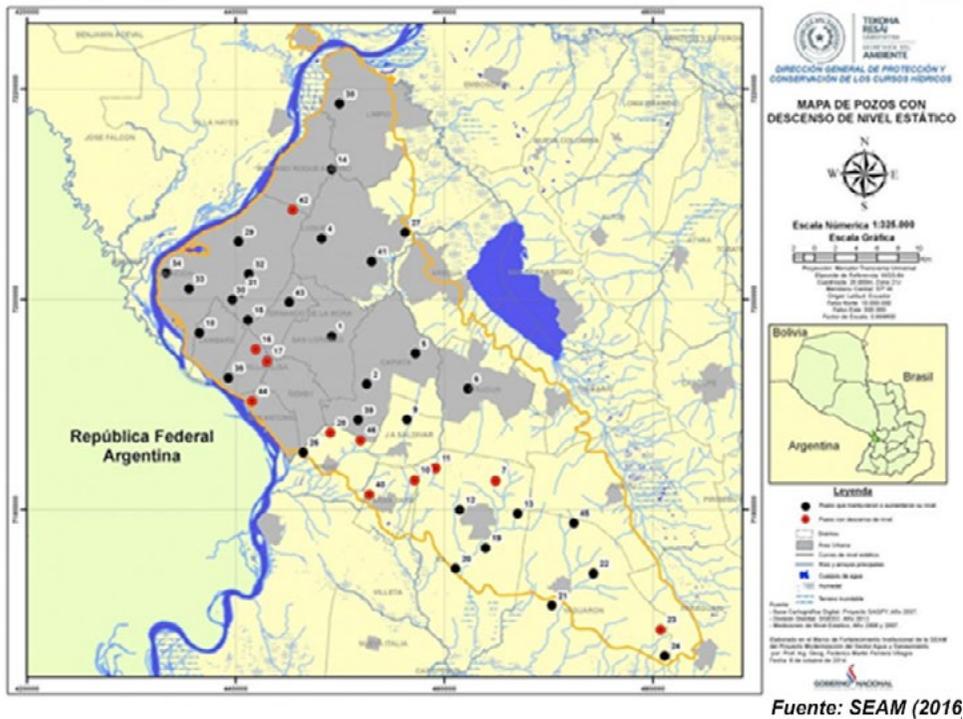


Fig. 4 – Mapa de distribución de pozos con descenso del nivel del agua

Finalmente, SEAM (2016) concluye de forma preliminar que los descensos no son producto de algún efecto local sobre el pozo, sino que afecta a varios pozos cercanos. Dicho de otra manera, tiene carácter regional. Sin embargo, se nota claramente que no se produjo un rebajamiento de niveles muy acentuado como había modelado por el proyecto ejecutado por CKC-JNS (2007).

En la zona de Itauguá se han registrado espesores de material sedimentario reciente (edad Cuaternaria) por encima de unidades geológicas del Grupo Asunción, estos sedimentos conforman acuíferos locales con patrones de flujo diferentes

al de las aguas del acuífero Patiño, BID (2011). El escenario expuesto se estaría repitiendo en otras áreas del Patiño.

El patrón de flujo local y general de las aguas subterráneas estarían, también, en función a la presencia de intrusiones ígneas, por lo que se hace necesario un mapeo de estructuras sub superficiales, a los efectos de identificar y caracterizar la compartimentación del acuífero. Estas estructuras sub superficiales tendrían un rol importante en el avance de la intrusión salina proveniente de la región occidental. García, D. (2015).

3.3. La calidad del agua del acuífero Patiño

Con respecto a las características hidroquímicas de las aguas del acuífero, el proyecto PAR 83/005 (1986) señala que las mismas son, por lo general, de buena calidad, excepto las áreas de las ciudades de Limpio, Mariano Roque Alonso y alrededores de Asunción. En estas el tipo de agua presente corresponde a la categoría Sulfato Clorurada Sódica, lo cual significa la presencia de aguas bastantes mineralizadas.

Por su parte SENASA-TNO (2001), basado en el análisis de más de 100 muestras de agua, señala que, las mismas tienen grado bajo de mineralización, con excepción de las aguas presentes en una faja de 2 a 8 km a lo largo del río Paraguay, donde en profundidad se ha comprobado o se asume la presencia de agua salobre o salada.

Las principales características físicas de las aguas del acuífero Patiño son: temperatura en promedio de 25 °C, el pH indica condiciones ligeramente ácidas.

Con respecto a la conductividad eléctrica, ésta es muy variada pero en la mayoría de los casos - 75 % de las muestras - son

muy bajas indicando contenido de sólidos disueltos mínimos. Sin embargo, algunas muestras registraron valores altos de conductividad eléctrica, especialmente aquellas tomadas en los puntos cercanos al río Paraguay.

Sobre la turbidez, ésta, por lo general es muy baja aunque se han registrado algunas con valores altos de turbidez. SENASA – TNO (2001).

Existe gran variedad de tipos de agua, predominando el tipo Bicarbonatadas en las aguas con bajo contenido de sólidos disueltos, mientras que, el tipo Cloruradas Sódicas, lo hacen en las muy mineralizadas.

El nitrógeno se presenta en forma de nitratos y amoníaco, de todas las muestras analizadas, solo tres contenían nitratos en cantidades que podían indicar contaminación ligera.

Con respecto a la dureza, es muy baja, excepto aquellas muy mineralizadas. Se han registrados contenido de hierro de alto a muy alto, hecho atribuido a minerales de hierro componentes de las areniscas.

Los valores de oxígeno consumido que indica la presencia de materia orgánica, son bajos, registrándose, sin embargo, un número reducido de pozos cuyas aguas contenían, además, bacterias coliformes, por lo que se presume que los mismos se encontraban contaminados. SENASA – TNO (2001)

El hecho de mayor importancia registrado en el análisis de las muestras de agua de los pozos perforados en el acuífero Patiño, refiere a que, casi el 70% de las aguas contenían bacterias coliformes, y en el 28% de las muestras se detectaron coliformes fecales. SENASA – TNO (2001)

La contaminación bacteriológica, el pH ácido, el alto contenido de hierro y la turbidez, constituyen las limitaciones principales del agua con respecto a su potabilidad. Si se la compara con las normas Paraguayas vigentes, el 78% de las aguas no son aptas para el consumo doméstico sin tratamiento previo. Durante los trabajos del proyecto Manejo Sostenible y Protección de aguas subterráneas – PASPY (2012), desarrollado en la cuenca del arroyo San Lorenzo, se han tomado muestras de pozos de agua situados en el acuífero Patiño. Los resultados de los análisis determinaron que, el 38 % de las muestras superaron los límites permitidos para consumo humano del contenido de coliformes totales, de igual forma, los análisis detectaron la presencia de Escherichia coli en 9,23 % de las 65 muestras.

Con relación al nitrato, el 17 % de las muestras superaron los valores máximos, también los valores de fosfatos - por encima de los valores máximos - se presentan en el 15,38 % de las muestras, mientras que, en el 2,4 % de las muestras se registraron valores superiores al máximo permitido del contenido de hierro, y de manganeso en un 6,16 % de las muestras. El arsénico y el plomo presentan valores muy elevados en el 6,15 % de las muestras, y el aluminio, sobrepaso los valores permitidos en el 4,6 % de las muestras. Los valores de pH tienen indicadores promedio de 5,49 - en un rango de entre 4,59 a 6,63 (PASPY (2012).

Haciendo el análisis de resultados de calidad del agua registrados en trabajos de investigación de tesis de grado, entre los años 2006 y 2009, Villar, F.B. (2015), concluye que los valores del pH son bajos - las aguas del acuífero son ácidas - razón por la cual se debe levantar el pH para su distribución a los consumidores.

Por otro lado, se registra un avance importante en la salinización de las áreas de Mariano Roque Alonso y Limpio, hecho puesto de manifiesto por el aumento de la conductividad eléctrica del agua de los pozos muestreados.

El aumento registrado en un periodo de 14 años (1995 – 2009) es del orden del 62,86 %. Otro parámetro en aumento, corresponde al contenido de nitratos.

Lima Morra, R. (2015), entresaca los resultados correspondientes al área de ocurrencia del acuífero Patiño, del proyecto ERCA (2012) (Evaluación Rápida de la Calidad del Agua), donde haciendo la salvedad de que trata sobre el universo de muestras de fuentes de pozos tubulares profundos de prestadores del servicio de agua potable (ESSAP, Juntas de Saneamiento y Aguaterías Privadas), se logran los siguientes resultados:

Con respecto al pH, los pozos de ESSAP S.A., al igual que el de las Aguaterías Privadas están, entre los 4,5 y 6, por debajo de los límites recomendables, en el 100% de los casos.

En el caso de las Juntas de Saneamiento, el 91,67% de los casos están entre los 4,5 y 6,5 (8,33% entre 6,5 y 8,5 % - valor recomendable).

Los valores del contenido de nitratos, para el caso de la ESSAP S.A, en el 100 % de los casos están por debajo de los 10 mg/l, los pozos de las Juntas de Saneamiento, 58,33 % por debajo de los 10 mg/l; y el 41,67% entre los 10 y 45 mg/l. Mientras que, en el

caso de las Aguaterías privadas el 66,67 % de los casos se encuentran entre los 10 y 45 mg/l y en el 33,33 % de los casos, con valores mayores a los 45 mg/l., superando el límite recomendable.

En la zona de Itaiguá, la presencia de un acuífero somero en sedimentos del cuaternario, actúa como un amortiguador ante la contaminación. En efecto, los efluentes domésticos son descargados en este y la afectación al acuífero Patiño, es menor, BID (2011).

4 BENJAMIN ACEVAL, EL ACUÍFERO PATIÑO A ESCALA REDUCIDA

La ciudad de Benjamín Aceval situada en el Departamento de Presidente Hayes, Región Oriental de la República del Paraguay, distante a 42 Km de Asunción (Figura N° 5), fue seleccionada en el mes de abril del año 2007, como área prioritaria para el desarrollo del proyecto “Manejo Sustentable y Protección de Aguas Subterráneas en el Paraguay”, ejecutado por la Secretaría del Ambiente (SEAM) y el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR)



Fig. 5- Ubicación de la ciudad de Benjamín Aceval

La zona de Benjamín Aceval, tiene la particularidad de abastecerse con agua potable, casi en exclusividad, de un acuífero de buena calidad y cantidad de agua dulce, rodeado de agua salobre o salada, a la situación, se suma el hecho de ausencia de servicios alcantarillado sanitario.

El propósito específico del proyecto en Benjamín Aceval, fue el de conocer la oferta de agua dulce disponible (Recarga Natural y Artificial) y la Demanda requerida por la población en un tiempo determinado (Extracción a través de pozos). Y con los datos colectados, proyectar escenarios de planificación adecuada o de continuación con las condiciones tradicionales. PASY (2012).

En tal sentido, se realizó un relevamiento de informaciones de gabinete, complementadas con datos obtenidos en el campo, tales como la conformación del subsuelo, características hidráulicas e hidroquímicas del acuífero presente, alturas y caudales de cursos superficiales, calidad y cantidad de aguas atmosféricas, censo de usuarios del agua, sistema de distribución de agua a través de redes.

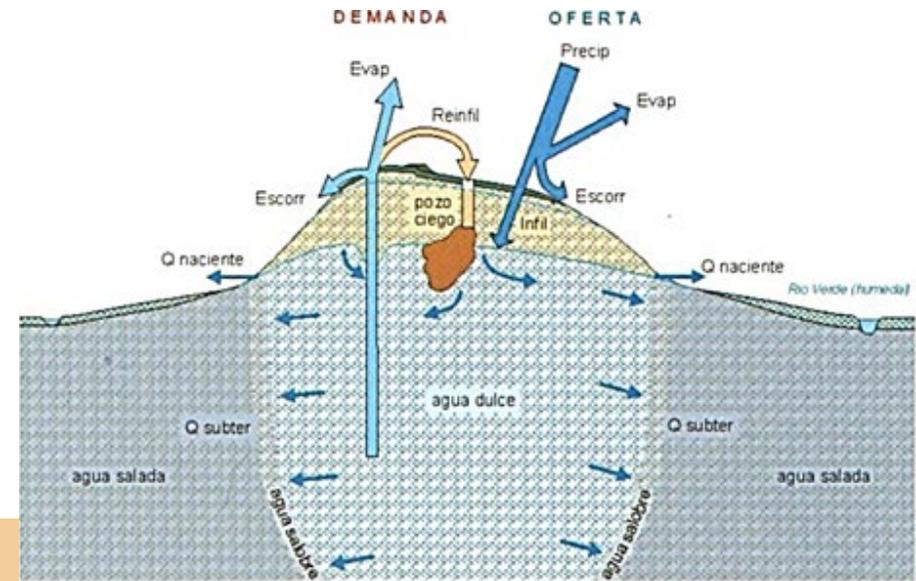


Fig. 6 – Modelo hidrogeológico conceptual del balance hídrico para Benjamín Aceval

Con las informaciones obtenidas se elaboró, entre otras cosas un Modelo Hidrogeológico Conceptual (Figura N° 6). El Balance Hídrico, un mapa con las zonas limitadas de agua dulce, agua salada (Figura N° 7) se calculó: la Tasa de recarga de agua subterránea y tiempo de permanencia promedio, la recarga natural (oferta) y el consumo (demanda) y el balance entre la oferta y la demanda.

Finalmente se diseñaron escenarios posibles de acuerdo a cómo se utilice el recurso: I) Estado natural II) Uso sostenible III) Uso no sostenible y IV) Colapso, dichos escenarios son presentados en la figura 8. Es importante recordar que, la recuperación del acuífero colapsado (proceso por el cual el agua dulce desplaza al agua salada) es extremadamente lento y puede durar de varias décadas a siglos.

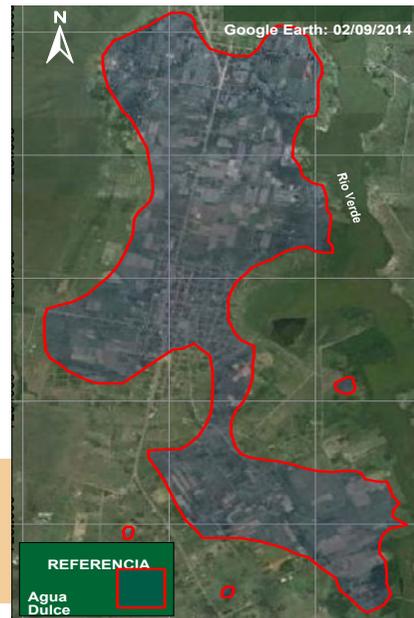


Tabla 2 – Acuífero Patiño balance hídrico integrado. Fuente: CKC-JNS (2007)

En la actualidad, de acuerdo al plan de manejo se puntualiza como prioridad establecer el equilibrio entre la oferta (recarga) y la demanda (extracción), este hecho implica, de por sí, restricciones para el desarrollo, para nuevos asentamientos o en su defecto, el asentamiento de industrias con elevado consumo de agua.

De igual forma, se han determinado áreas con restricciones para la perforación de pozos.

Con respecto a la calidad del agua, se pudo comprobar la contaminación del acuífero con bacterias fecales en el área de estudio, sin embargo, no se ha comprobado contaminación química. Para afrontar el problema, se han recomendado acciones a corto, mediano y largo plazo. En este último, proponen sistemas de alcantarillado sanitario, advirtiendo que el tratamiento de los efluentes y posterior descarga en un cuerpo de agua (por Ej. Río Verde), provocará un desequilibrio en el balance hídrico, salvo que el agua tratada sea derivada de nuevo al acuífero.

No se contempla el uso del agua del río Verde puesto que carece del caudal necesario y puede llegar incluso a secarse. En cuanto a la calidad, el agua del río Verde no es apta para el consumo humano, ya que la misma, además de bacterias coliformes, contiene grandes cantidades de ácidos húmicos que le

confieren al agua color y sabor desagradable e implicarían costos altos en el tratamiento para volverla potable.

Villar, F.B. (2015), señala que el comportamiento del pozo N° 1 de la Junta de Saneamiento de Benjamín Aceval, resume el proceso de salinización en el área. Efectivamente, el mismo con un caudal de bombeo de 25 m³/h, registra una conductividad eléctrica del agua del orden de 603 μ S/cm pero al pasar el bombeo a 40 m³/h la conductividad eléctrica se eleva a 2.490 μ S/cm.

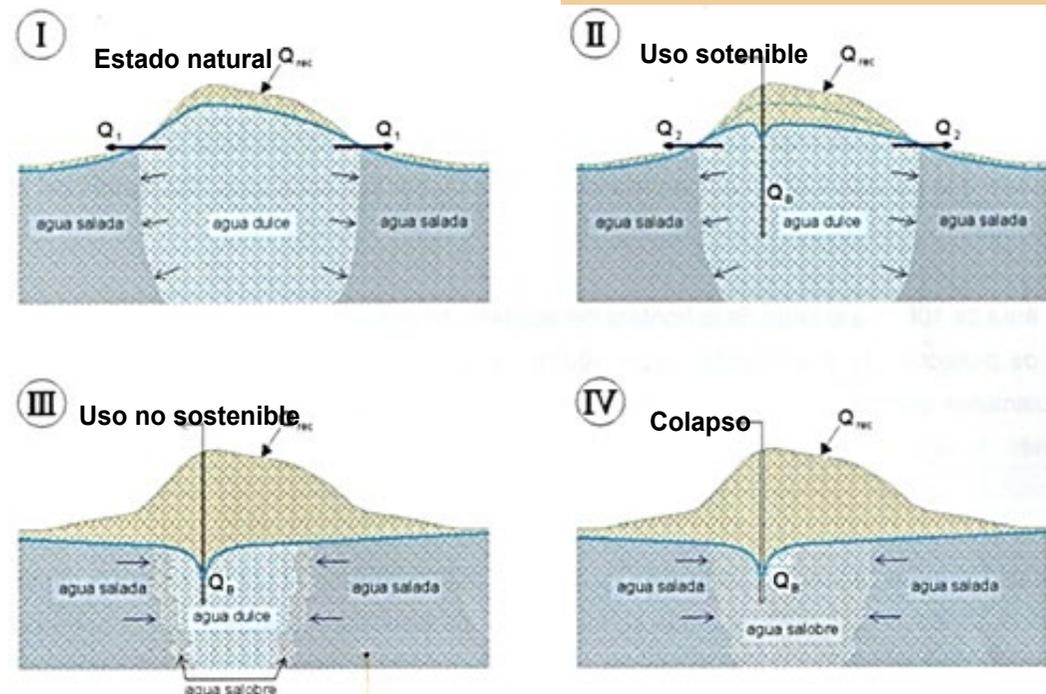


Fig. 8 – Escenarios según la forma de uso del acuífero

5

CONSIDERACIONES FINALES

Se destaca la condición estratégica para el desarrollo social y económico del acuífero Patiño, así como su importancia ambiental, dado que, las descargas del mismo alimentan los arroyos de su área de ocurrencia. Si bien en tamaño y distribución es superado ampliamente por otros acuíferos, éste fue, es y será de vital importancia para una buena parte de los habitantes del Paraguay afincados en Asunción y en los departamentos de Central y Paraguarí.

Es importante señalar la evolución del uso del agua del acuífero en el contexto del crecimiento demográfico, acompañando el proceso de urbanización de la región central del Paraguay (Asunción y alrededores) de pequeñas extracciones a través de pozos excavados familiares, a ser la única fuente del abastecimiento de agua potable para ciudades con más de 50.000 habitantes tales como: Areguá, Capiatá, Ñemby, Villa Elisa, Itauguá, Ypacaraí, Limpio e Itá.

De acuerdo a los resultados del registro de los niveles realizados por SEAM (2016), se observa una tendencia al descenso de los niveles de agua, aunque no en la medida concluyente expresado por CKC-JNS (2007), sin embargo, la falta de un registro sistemático y el gran espaciado en el tiempo del registro, dificulta el análisis de la evolución de los mismos.

Con respecto al balance hídrico integrado deficitario de acuerdo a CKC – JNS (2007) en las condiciones actuales (con retorno del agua no contabilizada y de efluentes domésticos), para el año 2020 el déficit sería del orden de los 189 Hm³/año, pero si se corrige el valor por pérdida de agua contabilizada, así como, la puesta de en funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario (que llevaría el agua de los efluentes domésticos - de retorno en el balance - al río Paraguay), el déficit sería de 225,6 Hm³/año y para el año 2035 alcanzaría 351,9 Hm³/año.

El hecho mencionado nos ubica frente a un problema que debe tener un enfoque integral al pretender corregir el daño ambiental por contaminación, en detrimento de los volúmenes de agua, que se puede traducir en la aceleración del descenso de los niveles y la agudización de la intrusión salina.

En función a la evolución de los resultados de los análisis de laboratorio y registro de características físicas de las aguas del acuífero puede afirmarse que el deterioro en la calidad va en progreso, las principales amenazas son los efluentes domésticos (aumento de los niveles de nitrato y coliformes) y la intrusión salina (aumento de los valores de conductividad eléctrica)

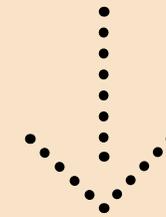
Las intrusiones de rocas ígneas afectan las condiciones originales de las rocas presentes en lo que respecta a la porosidad y conductividad hidráulica, así como, al patrón de flujo de las aguas subterráneas. Esta situación merece un estudio profundo sobre la ocurrencia, distribución y disposición de estos cuerpos ígneos en relación a las unidades sedimentarias del Grupo Asunción. Del mismo modo, es necesario un análisis estructural detallado a fin de definir cuál es la relación de las estructuras con respecto a la intrusión salina.

En otra línea de investigación se propone el estudio referente a la identificación de acuíferos someros, probablemente del cuaternario, situados por sobre el acuífero Patiño. Es importante definir la existencia, distribución y disposición de estos cuerpos de agua, dada su importancia ambiental.

Por otro lado es importante definir cómo impacta en los niveles del agua del subsuelo los rebajes de napas para la construcción de edificios.

La situación de la ciudad de Benjamín Aceval puede calificarse de muy peligrosa si no se articulan soluciones a corto plazo para frenar el deterioro de la calidad del agua del acuífero presente. Entre las tareas a ejecutarse en dicha área, debe incluir la existencia o no de conexión hidráulica entre el cuerpo de agua dulce y el acuífero Patiño de la Región Oriental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



ABC (2003) – El Pocero francés – Publicación del diario ABC Color de fecha 08/06/2003 - <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-revista/el-pocero-frances-703600.html>

Bartel, W.; (1994): Strukturell-sedimentäre Entwicklung des Blocks von Asunción, Paraguay.- Clausthal - Zellerfeld.

BID (2011) – Estudio de la vulnerabilidad de los acuíferos en las áreas urbanas de San Juan Bautista e Itauguá – Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – Asunción – Paraguay.

CKC-JNS (2007) – Informe Técnico Final del Proyecto Estudios de Política y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas en el área Metropolitana de la ciudad de Asunción (Acuífero Patiño) - Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental – Consorcio Chuo Kaihatsu Corporation – JNS Engenharia, consultoría e Gerenciamiento s/c Ltda. - Asunción –Paraguay.

DeGraff, J.M.; Orué, D. (1984) – Proyecto tectónico del Paraguay sur oriental. Informe de progreso. Dindusmil – Universidad de Pordue.

El narrador (2005) – León Fragnaud: Guerrero y Rabdomante - <http://elnarradormdp.blogspot.com/2005/12/leon-fragnaud-guerrero-rabdomante.html>

García, D. (2015) – Registro, evolución y tendencia de los niveles estáticos del acuífero Patiño – Disertación panel debate sobre el acuífero Patiño, abastecimiento con agua potable en la región – Aula Magna de la Universidad Católica – 01/12/2015 – Asunción - Paraguay.

Godoy, E.; Villar, F.; Carvallo, F.; Jara, S. (1991) – Evolución y estado actual del conocimiento hidrogeológico del Paraguay - 1er Simposio sobre aguas subterráneas y perforación de pozos en el Paraguay. Asunción – Paraguay.

Gómez Silgueira, P. (2014) – Los aljibes de Loma Tarumá – Publicación del diario ABC Color de fecha 08/08/2014 – <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/locales/los-aljibes-de-loma-taruma-1276763.html>

Gómez Silgueira, P. (2015) – Aquellos carritos aguateros – Publicación del Diario ABC Color de fecha 18/10/2015 - <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/locales/aquellos-carritos-aguateros-1418161.html>

Gómez, D. (1991) – Consideraciones morfoestructurales y estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su relación con la Exploración de Aguas Subterráneas, 1er Simposio sobre aguas subterráneas y perforación de pozos en el Paraguay. Asunción – Paraguay.

ERCA (2012) – Evaluación Rápida de la Calidad del Agua de consumo en los sistemas de agua corriente y de pozos someros individuales en el Paraguay – Programa conjunto gobernabilidad en agua y saneamiento – Asunción – Paraguay.

Lima Morra, R. (2015) – Aspectos cualitativos de la fuentes de agua en la región acuífero Patiño - Disertación panel debate sobre el acuífero Patiño, abastecimiento con agua potable en la región – Aula Magna de la Universidad Católica – 01/12/2015 – Asunción - Paraguay.

MOPC – BGR (1998) – Texto explicativo del mapa geológico de la República del Paraguay, Escala 1:100.000 – Hoja PARAGUARI 5469

– Dirección de Recursos Minerales (MOPC) - Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales - Asunción – Paraguay.

PAR83/005 (1986) – Mapa Geológico de la República del Paraguay Escala 1:1.000.000 – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Ministerio de Defensa Nacional – Asunción Paraguay.

PASPY (2012) – Informe Técnico Final Proyecto Manejo Sostenible y Protección de las Aguas Subterráneas del Paraguay – Investigación de la calidad del agua en la Cuenca del Arroyo San Lorenzo y el Distrito de Benjamín Aceval – Secretaría del Ambiente – Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales - Asunción – Paraguay.

SEAM (2016) – Informe sobre el monitoreo de pozos en el acuífero Patiño – Febrero de 2016 - <http://www.seam.gov.py/content/seam-presenta-informe-de-los-monitoreos-realizados-en-el-acu%C3%ADfero-pati%C3%B1o>

SENASA – TNO (2001) – Informe Técnico Final del Proyecto Fortalecimiento de los Estudios Hidrogeológicos del SENASA (Proyecto FEHS) – Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental – Instituto Holandés de Geociencias Aplicadas – Asunción - Paraguay

Villar, F.B. (2015) – Situación del abastecimiento con agua potable de la ciudad de Benjamín Aceval - Disertación panel debate sobre el acuífero Patiño, abastecimiento con agua potable en la región – Aula Magna de la Universidad Católica – 01/12/2015 – Asunción - Paraguay.

Wiens, F.; González, M.E.; Muff, R. (1993). Desarrollo tectónico – sedimentario del bloque de Asunción, Paraguay. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Mendoza – Argentina.

ESTIMACIÓN DE INVENTARIO

DE EMISIONES DE AUTOBUSES DE LA CIUDAD DE ASUNCIÓN

EMPLEANDO EL MODELO INTERNACIONAL DE EMISIONES VEHICULARES – IVE

Mabel Noguera; Prof. Ing. Quím. Fabiola Adam
Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción"
 e-mail: mabenoguera@hotmail.com; fadam@uca.edu.py

Palabras Clave: inventario de emisiones, fuentes móviles, modelo IVE.

RESUMEN

Se estimó un inventario de emisiones de fuentes móviles de la ciudad de Asunción en la categoría de autobuses con el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares – IVE, como herramienta de cálculo.

Se realizaron evaluaciones de tres escenarios relacionados con los niveles de emisiones de contaminantes en la ciudad.

Se verificó la viabilidad de utilización del Modelo IVE para la realización de inventarios de emisiones de fuentes móviles en la ciudad de Asunción, identificando las variables de mayor importancia así como los datos de entrada necesarios para hacer correr el modelo.

El porcentaje de emisión estimado de gases contaminantes de un autobús que circula en Asunción es de 97% de CO₂, 2,17% de NO_x, 0,63% de PM, 0,27% de CO, 0,1% de SO_x y 0,06% de VOC.

Se presentaron recomendaciones respecto del uso del modelo IVE para la realización de inventarios de emisiones futuros en la ciudad de Asunción como herramienta de gestión de emisiones del parque vehicular.

Se determinó que la calidad del combustible Diesel así como la implementación del Proyecto Metrobus con la renovación de la flota de autobuses es la mejor estrategia para la reducción de las emisiones de gases contaminantes en la ciudad de Asunción.

1 INTRODUCCIÓN

Antes de desarrollar estrategias para mejorar la calidad del aire es necesario recopilar información sobre las emisiones para determinar los tipos de fuentes, cantidades de contaminantes emitidos, características temporales y espaciales de las fuentes, así como procesos y prácticas de control de emisiones aplicadas en la región.

En Paraguay actualmente se están realizando acciones tendientes a proporcionar información necesaria para desarrollar políticas públicas adecuadas y estrategias de control acordes a la realidad socioeconómica. El avance más importante logrado sobre la gestión de calidad del aire hasta la fecha, constituye en la promulgación de la Ley 5211/14 de Calidad del Aire.

Un inventario de emisiones permite identificar fuentes que están sujetas a posibles medidas de control para medir la efectividad de los programas de control y predecir futuros niveles de calidad del aire a través de modelación, el cual es un componente clave de todo programa de gestión de calidad del aire [SEMARNAT, 2005].

Los inventarios de emisiones vehiculares se desarrollan de manera eficiente y rápida mediante modelos,

que utilizan como datos de entrada las características de la flota vehicular, el nivel de actividad y otros factores locales.

El Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares - IVE ofrece a los países en desarrollo una alternativa económica y fácil de utilizar para obtener información relevante de la flota vehicular, su actividad y emisiones, con el fin de tomar decisiones y diseñar políticas y regulaciones sobre el futuro del transporte. Adicionalmente, esta herramienta permite analizar escenarios para determinar e identificar factores que tienen mayor influencia en las emisiones de la flota vehicular de la ciudad [ISSRC, 2008].

El presente trabajo investiga la factibilidad de utilización del Modelo IVE como herramienta de cálculo para estimar inventarios de emisiones de fuentes móviles en la ciudad de Asunción. Desarrolla una estimación del aporte de gases contaminantes (CO₂, NO_x, PM, CO, SO_x y VOC) de los autobuses (transporte público) que circulan en Asunción, y realiza evaluaciones de escenarios para determinar e identificar los factores que tienen una mayor influencia en las emisiones de la flota vehicular de autobuses de la ciudad.

2. OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo es evaluar la viabilidad del Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE) para realización de inventarios de emisiones de fuentes móviles en la ciudad de Asunción, mediante su aplicación a la categoría de buses.

Los objetivos específicos planteados son:

- Determinar los datos de entrada en cuanto a composición de flota y actividad vehicular.
- Estimar los niveles generales de emisión producidos por buses en el área de estudio.
- Realizar recomendaciones respecto del uso del modelo IVE para la realización de inventarios de emisión en la ciudad de Asunción como herramienta de gestión de emisiones del parque vehicular.

- En primer lugar se investigó el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares – IVE.

A fin de comprender su funcionamiento, se identificaron los datos y crearon los archivos de entrada necesarios para el modelo.

- Una vez relevada toda la información necesaria (ya sea bibliográficamente o experimentalmente), se procesaron estos datos a fin de organizar y clasificar la información para realizar la corrida del modelo IVE.

Los datos obtenidos fueron analizados a escala espacial y temporal, y se elaboraron diferentes escenarios a fin de obtener una evaluación de la eficiencia de algunos cambios que pudiesen afectar las características de la flota de transporte público de la ciudad.

3. METODOLOGÍA

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estimación se realizó para una flota de 35 buses procedentes de la parada de ómnibus de la empresa de transporte que colaboró con la realización del proyecto (caso de estudio).

La concentración de azufre adoptada fue de 5000 ppm teniendo en cuenta las limitaciones del modelo así como las informaciones actuales acerca de la comercialización de combustible gasoil en Asunción.

Los resultados fueron extrapolados a la flota total de buses que circulan en la ciudad de Asunción (según informaciones del Viceministerio de Transporte).

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos por el modelo sobre las emisiones totales de buses que circulan en la ciudad de Asunción, y también los resultados obtenidos en tres escenarios planteados.



ESCENARIO 1: Renovación de la flota que circula en la ciudad de Asunción según el Plan de Renovación de Buses propuesto por el MOPC que consiste en la renovación de 500 buses con tecnología Euro III. Para la estimación se consideró la concentración de azufre en el combustible Diesel de 500 ppm, siendo el valor admitido por el modelo más cercano al exigido por la norma Euro III (350 ppm).

ESCENARIO 2: Consideración del Metrobus como sistema de transporte complementario a los buses en el cual la flota de circulación diaria en la ciudad de Asunción se reduciría de 2500 a 1800 buses aproximadamente; para la estimación también se consideró la renovación de buses por tecnología Euro III mencionada en el Escenario 1.

ESCENARIO 3: Renovación de la flota total de buses que circulan en la ciudad de Asunción, el total de buses que circula en la ciudad de Asunción es de 2500 vehículos aproximadamente y se optó por realizar el cálculo de la flota total con tecnología de la norma Euro III y concentración de azufre de 500 ppm.

En función a los datos relevados experimentalmente, se tuvo en cuenta en promedio, una operación de los buses de 12 a 14 horas y una velocidad de 25 km/h por día.

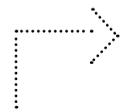


Tabla 1. Estimación de emisiones provenientes de buses que circulan en la ciudad de Asunción con los respectivos escenarios planteados.

Contaminante	Asunción 2014 (ton/año)	Escenario 1 (ton/año)	Diferencia Porcentual con Asunción 2014	Escenario 2 (ton/año)	Diferencia Porcentual con Asunción 2014	Escenario 3 (ton/año)	Diferencia Porcentual con Asunción 2014
CO	467,14	458,92	2%	330,42	29%	377,03	19%
VOC	108,48	107,42	1%	77,34	29%	87,97	19%
NOx	3.749,96	3.545,68	5%	2.552,89	32%	1.481,39	60%
SOx	167,79	165,97	1%	119,50	29%	147,80	12%
PM	1.084,06	990,44	9%	713,11	34%	45,55	96%
CO2	167.136,24	165.126,24	1%	118.890,89	29%	145.110,41	13%

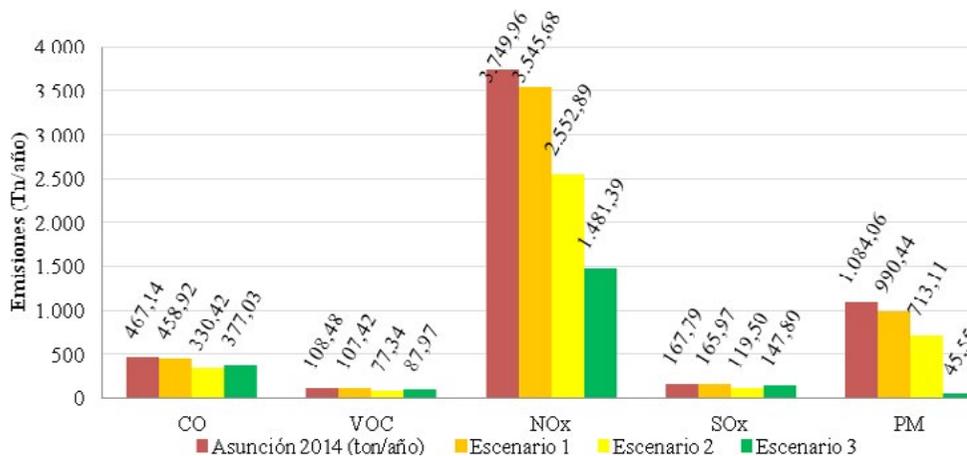


Gráfico 4. Estimación de Emisiones para la Ciudad de Asunción

Se puede observar en la columna Asunción – 2014, que el contaminante con mayor emisión anual es el CO₂ con 167.136 ton/año, este gas se produce al ser quemado el combustible que contiene carbono, en este caso el gasoil, el cual se combina con el oxígeno aspirado, por lo tanto, las emisiones son directamente proporcionales al consumo de combustible; luego los NO_x con 3.750 ton/año que se producen en altas cantidades con temperaturas muy elevadas de combustión, después el PM con 1.084 ton/año que se forma por la falta de homogeneidad en la mezcla del combustible y por la concentración de azufre del mismo.

A continuación el CO con 467 ton/año que se genera por una combustión incompleta del combustible debido a la elevada admisión de aire de los motores, seguido por los SO_x con 168 ton/año que se encuentran relacionados directamente con la cantidad de azufre en el combustible, por lo que a mayor emisión de SO_x mayor emisión de PM, y por último los VOC con 109 ton/año que se producen por una combustión incompleta del combustible [Carcelén, E. 2014].

Los resultados obtenidos en el Escenario 1 demuestran que el Plan de Renovación de Buses presenta una reducción de emisiones totales entre 1% y 9% para todos los contaminantes, el mayor porcentaje de reducción presentan los PM con 9% y las menores reducciones corresponden a los gases VOC, SOx y CO2 con 1%.

La utilización del Metrobus como sistema de transporte público masivo, como se presenta en el Escenario 2, demuestra una reducción de emisiones entre el 29% y 34%, las mayores diferencias se observan para las emisiones de PM (34%) y NOx (32%). Esto se encuentra relacionado con el consumo de combustibles de mejor calidad como lo requiere la norma Euro III y la importante disminución de rodados que utilizan Diesel por vehículos eléctricos (suponiendo que se adopte este criterio).

En el Escenario 3, que contempla la renovación de la flota total de buses de la ciudad de Asunción por vehículos con tecnología Euro III y combustibles Diesel de 500 ppm de concentración de azufre, se presentan diferencias de emisiones entre el 12% y 96% dependiendo del contaminante. Se observa el mayor porcentaje de reducción para las emisiones de PM con un 96%, luego los NOx con 60% y los demás en el rango entre 12% a 19%.

Es importante destacar que cada contaminante actúa de manera diferente para los distintos escenarios. En el Gráfico 1 se puede observar que para los

CO y SOx, la alternativa que presenta mayor reducción de emisiones es el Escenario 2, para los VOC, NOx y PM es el Escenario 3 y según la tabla 4, para los CO2 es el Escenario 2. Por lo tanto, en resumen, los resultados con mayores reducciones se encuentran en los Escenarios 2 y 3.

Las emisiones de CO, SOx y CO2 según el Escenario 2 son reducidas no sólo por la renovación de buses con mejor tecnología sino con la disminución de los mismos (implementación del Metrobus), ya que se encuentran relacionados con el proceso de combustión del gasoil teniendo en cuenta el porcentaje de oxigenación, calidad del combustible, consumo del combustible, combustión completa o incompleta, etc. Por lo tanto, con menor cantidad de unidades de combustión (buses) por día, se obtiene como resultado menor contaminación.

Las mayores reducciones de las emisiones de VOC, NOx y PM presentadas en el Escenario 3, se encuentran relacionadas directamente con el cambio de tecnología de los buses, los cuales ya poseen catalizadores y filtros de fábrica que demandan una mejor calidad de combustible con menor cantidad de concentración de azufre.

Si la totalidad de la flota renueva la tecnología de los buses, resulta en una menor combustión de azufre que es uno de los principales emisores de PM y NOx.

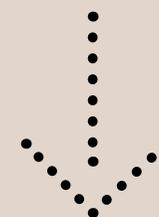
.....

5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se encuentra factible la utilización del Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE) para realizar un inventario de emisiones atmosféricas producidas por fuentes móviles en la ciudad de Asunción.
- Se verifica la viabilidad del Modelo IVE para la realización de inventarios de emisiones de fuentes móviles en la ciudad de Asunción mediante su aplicación a la categoría de buses.
- El análisis de composición de flota y actividad vehicular que se realizó en este estudio proporcionó información relevante logrando determinar de manera efectiva los datos de entrada necesarios para hacer correr el Modelo IVE.
- Se recomienda ampliar las campañas de medición a la totalidad de los recorridos de las empresas de transporte público que circulan en la ciudad de Asunción. Del mismo modo, ejecutar estudios para determinar factores de emisiones correspondientes a los buses, teniendo en cuenta que en este trabajo se implementó el Modelo IVE con factores de emisiones pertenecientes a la base de datos del modelo, de esta manera se podrían obtener resultados más cercanos a la realidad de la ciudad.
- Algunas consideraciones para ejecutar una campaña de emisiones y desarrollar inventario de emisiones en la ciudad de Asunción son:
 - Incluir en las normativas condiciones que hagan posible el acceso a los datos necesarios para la determinación del inventario de emisiones atmosféricas y su periódica actualización, considerando que las empresas de transporte público son privadas y actualmente no existe obligación en ese sentido.
 - Fortalecer las instituciones del estado involucradas en el funcionamiento de la circulación de vehículos, autobuses, automóviles y otras fuentes móviles, para que tengan capacidad de realizar mediciones y control de emisiones de contaminantes atmosféricos.

- Recursos humanos: para llevar a cabo cada parte del proceso correspondiente se debe considerar equipo humano con los conocimientos necesarios, ya sea para la preparación de la campaña, manejo de los equipos hasta el encargado de la búsqueda de los vehículos a medir.
- Los recursos técnicos, donde se deben considerar los equipos adecuados para la medición, en caso que se realice mediciones in situ.
- Los recursos económicos, por ejemplo el traslado de equipos, gases de calibración, centro de operaciones, alquiler de vehículos, pago de honorarios, etc.
- El tiempo requerido para la preparación de la campaña, contacto con instituciones locales y traslado de equipos.
- Se recomienda seguir realizando investigaciones que mejoren y actualicen los resultados adquiridos en este estudio.



6. RECONOCIMIENTOS

A la Empresa de Transporte Público que cooperó con la realización de este Proyecto. A la Municipalidad de Asunción, al Viceministerio de Transporte del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, y a IVESUR Paraguay por la colaboración en el suministro de datos necesarios para el desarrollo del trabajo.

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN LA CIUDAD DE ASUNCIÓN Y DEL GRA- DO DE MOLESTIA QUE ÉSTE OCASIONA A LOS POBLADORES

M. Gabriela Cazenave S.;
Prof. Ing. Quím. Fabiola Adam
*Facultad de Ciencias y Tecnología, Univer-
sidad Católica "Nuestra Señora de la Asun-
ción"*
e-mail: gabicazenave@gmail.com; fadam@uca.edu.py

RESUMEN

Se evaluaron los niveles de polvo atmosférico sedimentable (PAS) en la ciudad de Asunción, y las molestias generadas por éste en los pobladores.

Se empleó la metodología de la norma ASTM D1739 para la medición de los niveles de PAS. Se evaluaron cinco sitios en un período de cinco meses.

El 75% de los valores de PAS superaron la guía de la OMS de 0,5 mg/cm²*30d y el nivel medio de PAS en la ciudad fue de 0,7 mg/cm²*30d. En cuanto a la evaluación del grado de molestias, se empleó un muestreo aleatorio estratificado con afijación simple para asignar muestras a cada área de estudio, y las entrevistas se realizaron con un cuestionario estructurado a 150 personas. Como resultado se obtuvo que al 85% de los encuestados el PAS le genera molestia y el 87% vincula al mismo como contaminante del aire.

Palabras clave: polvo atmosférico sedimentable, niveles, molestia, Asunción

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire causa enormes pérdidas de productividad, competitividad, inversión y oportunidades, lo cual constituye una pesada carga en contra del logro de los objetivos de desarrollo del país, el bienestar y la salud de sus habitantes, y la protección del patrimonio natural (Banco Interamericano de Desarrollo, 2014).

En la ley N°5211/14 "De Calidad de Aire" de Paraguay, la definición de contaminación atmosférica hace alusión a que el polvo sedimentable (PAS) debe encontrarse regulado, por sus efectos perjudiciales para la calidad del ambiente que pueden causar daños a los bienes materiales, deteriorar o perjudicar el disfrute u otras legítimas del ambiente. Sin embargo, actualmente no se encuentra regulado, haciéndose aún más relevante la identificación del grado de la problemática del polvo atmosférico sedimentable en la ciudad de Asunción.

El polvo atmosférico sedimentable está constituido por partículas presentes en el aire que se depositan por acción de la gravedad <<deposición seca>>, y por contaminantes gaseosos y partículas no sedimentables arrastradas por la lluvia <<deposición húmeda>> (Seinfeld & Pandis, 2006).

La mayoría de los países del continente ya han incluido al polvo atmosférico sedimentable dentro de sus normativas de calidad de aire. En Paraguay, sin embargo, no se regula, pese a que existen varias fuentes potenciales de polvo atmosférico sedimentable que no se encuentran reguladas y/o controladas de manera a prevenir o mitigar la generación el mismo.

Es necesario regular las obras civiles, las actividades en las industrias u actividades en la ciudad, porque si bien el polvo sedimenta muy rápido, los efectos son visibles en su entorno inmediato.

Esta investigación permitirá establecer panorama general de los niveles de PAS en la ciudad de Asunción y los diferentes porcentajes de molestias generadas por el mismo, para posteriormente definir la relevancia de estudios más prolongados de los niveles de PAS y su caracterización química, o bien, a establecer normativas de los niveles permitidos, además de la relevancia de establecer normativas de prevención y mitigación en fuentes la generación de PAS.





2. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar el grado de contaminación por Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en la ciudad de Asunción, y estimar el grado de molestia que ocasiona a pobladores.

2.2 Específicos

- Determinar niveles de PAS, total y fracciones soluble e insoluble mediante muestreo pasivo y gravimetría.
- Evaluar los niveles de PAS total en base al valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud.
- Caracterizar el PAS soluble en cuanto pH, conductividad, nitratos y sulfatos.
- Determinar el grado de molestia por PAS percibida por la población afectada.

3. METODOLOGÍA

En cuanto a la medición de los niveles de polvo atmosférico sedimentable (PAS) se utilizó el método de Bergerhoff según la norma ASTM D1739, el cual consiste en dejar expuesto a la atmósfera durante 30 ± 2 días, un colector de 15cm de diámetro y 30 cm de alto, colocado a 2 m por encima del nivel del suelo.

Se caracterizó el área de estudio, se estableció la estrategia, la red de monitoreo y se obtuvieron los datos de niveles de PAS total y sus fracciones soluble e insoluble, pH, conductividad, nitratos y sulfatos, durante un periodo de cinco meses (abril a agosto de 2015), en cuatro sitios, dos residenciales (R1 Campus Sta. Librada, R2 Barrio San Jorge), uno industrial (I1 Tablada) y uno de alto tráfico (T1 Centro).

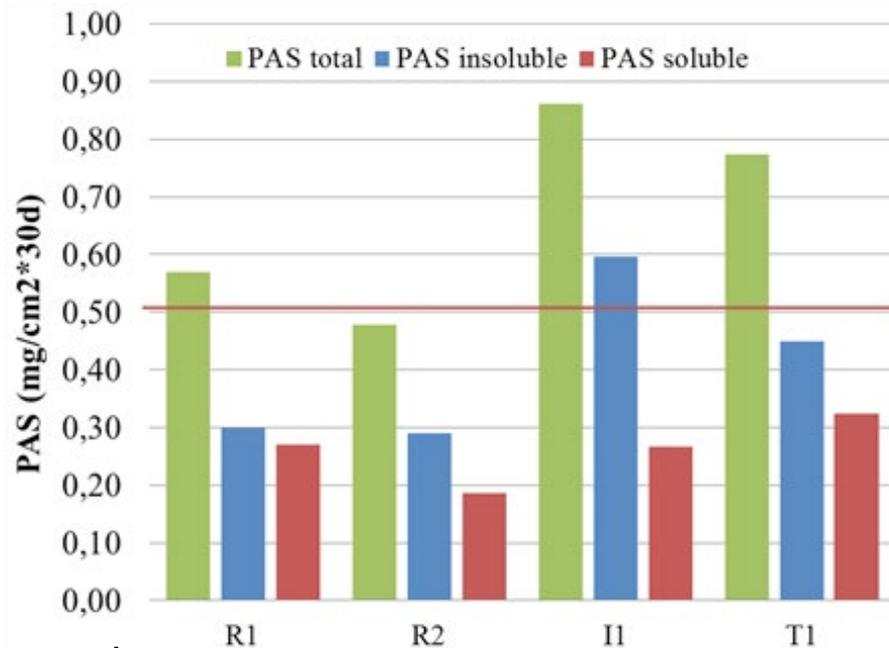
En cuanto a la evaluación del grado de molestia generada a los pobladores, se definieron las cuestiones que debían ser analizadas para poder realizar una evaluación de la molestia generada a los pobladores, el tipo de muestreo y tamaño muestral, y se definieron los análisis estadísticos a ser realizados sobre los datos obtenidos.

Se realizó la encuesta a un total de 150 personas.

4. RESULTADOS

En el Gráfico 1 se muestra que los valores máximos fueron: PAS total 0,86mg/cm²*30d, PAS insoluble 0,56mg/cm²*30d y PAS soluble 0,41mg/cm²*30d.

El pico del PAS insoluble puede vincularse a la menor frecuencia de precipitaciones y el soluble a la mayor frecuencia de precipitaciones lo que favoreció la eliminación efectiva de partículas en la atmósfera.

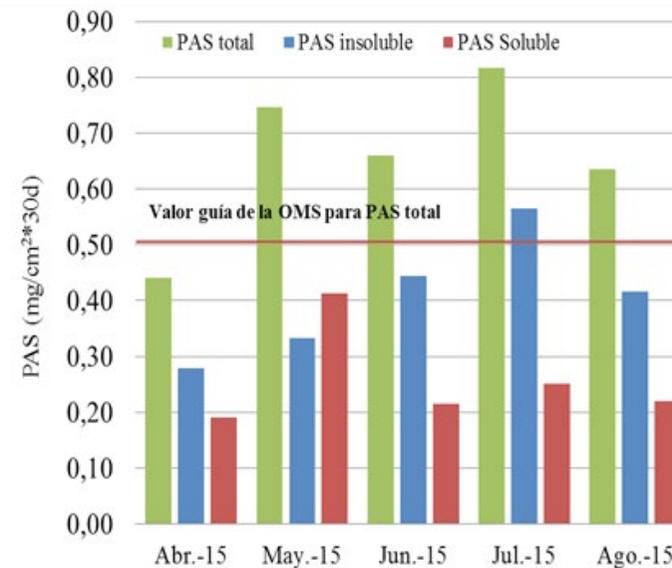


● Gráfico 1. Promedio de PAS total, soluble e insoluble por mes.

Del Gráfico 2 podemos inferir que, el sitio I1 es el que mayor contaminación por PAS presenta con un promedio de PAS total de 0,86 mg/cm²*30d. Así también es el que mayor valor de PAS insoluble presenta (0,60 mg/cm²*30d). En cuanto a PAS soluble, el sitio T1 es el que registra un mayor valor promedio (0,45mg/cm²*30d).

El 90% de los encuestados calificó como pésima o regular la calidad del aire de sus barrios, y un 83% de los encuestados vincula al parque automotor como principal responsable de la contaminación.

En los Gráficos 3 y 4 se muestran los resultados del porcentaje vinculación de PAS a la contaminación del aire y de la molestia que este genera.



● Gráfico 2. Promedio de PAS total, soluble e insoluble por sitio.

¿Perciben los encuestados la contaminación del aire a través del PAS?

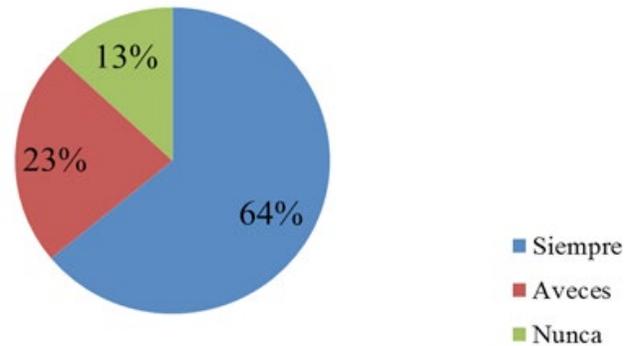


Gráfico 3. ¿Perciben los encuestados la contaminación del aire a través del PAS?

¿Qué grado de molestia genera el polvo atmosférico sedimentable a los encuestados ?

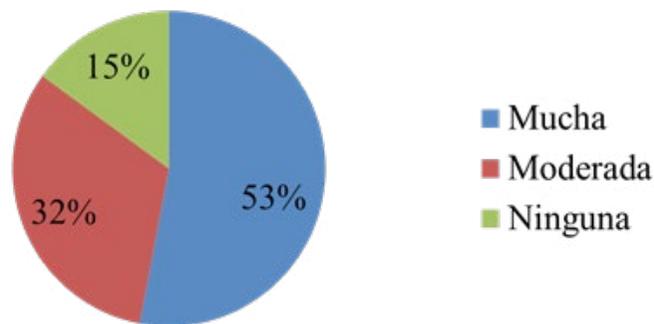


Gráfico 4. ¿Qué grado de molestia genera el polvo atmosférico sedimentable a los encuestados?

5. CONCLUSIONES

- En cuanto a los resultados de los niveles de PAS total, se concluye que en todas las zonas de Asunción se registraron superaciones al valor guía de la OMS de $0,50 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$ en al menos dos de los cinco meses de muestreo para los sitios residenciales, y en los cinco meses de muestreo para los sitios de alto tráfico e industrial.
- Se registró que al 85% de los encuestados el polvo atmosférico sedimentable le genera algún tipo de molestia. Se concluye por tanto que el polvo atmosférico sedimentable es un factor de generación de molestias a los pobladores de la ciudad de Asunción, y si bien, éste no es el único contaminante emitido a la atmósfera, es el más visible y por eso es percibido por las personas, aún a niveles por debajo del valor guía recomendado por la OMS.
- Se determinaron los valores medio en la ciudad de Asunción de PAS total ($0,70 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$), de la fracción insoluble ($0,41 \pm 0,11 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$) y de la soluble ($0,23 \pm 0,09 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$). Se evaluaron los niveles de PAS total registrados en la ciudad de Asunción en base a la guía de la OMS y se determinó que el 75% de las mediciones superaron a la guía de $0,5 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30\text{d}$. Así también superaron al valor guía de la OMS los valores medios de los sitios y de la ciudad.

- Se caracterizó a la fracción soluble del PAS en cuanto a pH, conductividad, nitratos y sulfatos. El rango de valores registrados de pH fue de 5,57 a 8,49, de conductividad fueron de 13,61 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 598,60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y de nitratos de 0,19mg/L a 1,59mg/L
- Tanto el pH, la conductividad, los nitratos y los sulfatos, presentaron tendencias a aumentar a lo largo del período de muestreo. Se concluye por tanto que el aumento de la conductividad, nitratos y sulfatos, se debe a que en los meses de menor precipitación, la muestra se encontraba más concentrada, y en el caso del pH se asoció a procesos de neutralización del agua de lluvia por los iones disueltos.
- En cuanto a la percepción de la contaminación del aire y generación de molestias, se encontró que en ambos sitios residenciales (R1 y R2), y en uno de alto tráfico (T2) más del 30% calificó como pésima la calidad del aire, y más del 85% vinculó al polvo atmosférico sedimentable como contaminante del aire generando a más del 80% alguna molestia.
- Sin embargo en el sitio industrial (I1) y en el sitio de alto tráfico (T1) más del 50% de los encuestados calificó como pésima la calidad del aire, y más del 80% vinculó al polvo atmosférico sedimentable como contaminante del aire generando algún tipo de molestia a más del 80%.
- Fue posible verificar que la consecuencia principal atribuida por los encuestados a la contaminación del aire fue el aumento de la frecuencia con la que se debe realizar la limpieza del hogar, la ropa y artículos de uso cotidiano, seguida por el aumento de la frecuencia de visitas al médico a causa de molestias respiratorias principalmente alergias.
- La identificación de fuentes de contaminación del aire variaron acorde a la zona donde se realizaba la encuesta, en el área del sitio R1 se identificó al vertedero, en el área del sitio T2 y T1 a los vehículos, en el área del sitio R2 a las construcciones y en el área del sitio I1 a las Industrias.
- Finalmente se concluye que, en la ciudad de Asunción se registran niveles de contaminación por polvo atmosférico sedimentable que sobrepasan la guía de la OMS de 0,5 $\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot 30\text{d}$, y que los niveles actuales del mismo generan molestias a los pobladores.

ZONAS BIOAMBIENTALES DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL PARAGUAY

DEFINICIÓN BIOCLIMÁTICA PARA EL DISEÑO

Arq. Gloria Melian PhD, autor
Departamento de Arquitectura. Facultad de Ciencias y Tecnología.

Colaboración: MsC. Julián Báez Benítez, Lic. Max Pasten
Asesores: Arq. John Martin Evans PhD
Arq. Carlos Gómez-Núñez PhD

RESUMEN

La zonificación bioambiental de un territorio o de una Región como en este caso, se basa en la reciprocidad entre el ser humano, el clima (sujeto a las variaciones climáticas durante el año), el sitio y la edificación.

La finalidad de conocer las distintas zonas bioambientales, obedece a la necesidad de diseñar y aplicar estrategias de diseño arquitectónico, bioclimáticas, con enfoque de eficiencia energética acordes a la zona, para mejorar el confort y por consiguiente reducir del consumo energético en nuevas construcciones y/o rehabilitación de las existentes.

Las zonas bioambientales se definieron, con variables relacionadas al clima y los recursos naturales, como instrumentos para el desarrollo de proyectos arquitectónicos, de bajo impacto ambiental, adaptados al ambiente donde se inserte. Podrá ser utilizada como herramienta de planificación y diseño de nueva edificación, así como para transformar y adaptar las edificaciones existentes.

El trabajo definió criterios a tener en cuenta en el diseño arquitectónico para las edificaciones en la Región Oriental del país, en cuanto al confort higrotérmico de los espacios interiores. Por ello se formulan dichas zonas con pautas específicas para prever en el desarrollo de proyectos y para que las edificaciones puedan adaptarse al ambiente en donde están insertos y así mitigar su impacto negativo.

Las zonas bioambientales de la Región Oriental se definieron con variables relacionadas al clima y los recursos naturales como instrumentos para el desarrollo de proyectos arquitectónicos, de bajo impacto ambiental, adaptados al ambiente donde se inserte². Podrá ser utilizada como herramienta de planificación y diseño de nueva edificación, así como para transformar y adaptar las edificaciones existentes.

Se determinaron las zonas bioambientales en la Región Oriental, teniendo en cuenta las variaciones climáticas anuales de cada zona definida, en un lapso de 30 años.

Para el análisis se establecieron dos períodos, el mes de julio (invierno) con índices de grados: día de calefacción GDC, confirmándose la demanda de energía para la calefacción; y el mes de enero (verano) con índices de temperatura efectiva TE, una escala de sensación térmica en la que incidió la humedad relativa con la temperatura.

Así, de acuerdo a los resultados comparados con los niveles de confort necesarios para la habitabilidad, se plantearon estrategias para mejorar las condiciones.

Palabras clave: Zonificación, eficiencia energética, variables climatológicas, diseño bioambiental.

²Tanto en periodos cálidos como fríos o frescos, teniendo en cuenta la iluminación natural, con miras a reducir el acondicionamiento artificial y optimizar el acondicionamiento natural, a fin de reducir la dependencia energética de la red eléctrica y la demanda de horas pico de energía.

CALIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE HACIA LA CERTIFICACIÓN EN LA REGIÓN ORIENTAL DE PARAGUAY

Arq. Gloria Melian PhD, autor
Departamento de Arquitectura.
Facultad de Ciencias y Tecnología.

RESUMEN

El trabajo presenta una guía como instrumento de calificación de las edificaciones en la Región Oriental del Paraguay, con pautas y criterios específicos para el desarrollo de proyectos de edificación sostenible. Podrá ser utilizada como herramienta de planeación, así como para transformar o adaptar las edificaciones actuales, dentro de esquemas basados en conceptos de sostenibilidad ambiental.

El producto de este trabajo de investigación pretende ser un documento de consulta para la calificación de la construcción sostenible con miras a su certificación, a través de la adopción voluntaria por parte de arquitectos, ingenieros, constructores, y/o como soporte para la reglamentación en Gobiernos Locales.

Las estrategias de sostenibilidad en la edificación deben diseñarse de acuerdo al fin al que se destina la obra y al contexto en donde se inserta, teniendo en cuenta las regiones bioambientales (definiendo las zonas bioambientales), además de los aspectos sociales, económicos y su carácter local.

Las edificaciones están estrechamente interrelacionadas con los recursos naturales del sitio de emplazamiento. Del respeto al lugar en que se proyecta la edificación, depende el

mayor o menor impacto ambiental que implicará la obra una vez concluida.

La mayoría de los municipios necesitan de políticas de edificación sostenible para sus distritos de manera a enraizar el concepto de preservación de los recursos naturales y el ambiente, que disponen localmente, y a su vez mantener acuerdos entre municipios vecinos a fin de fortalecer sus ordenanzas, sobre el cuidado de sus recursos naturales

El objetivo de esta investigación fue elaborar una guía como herramienta para arquitectos, ingenieros, constructores, y ser también como soporte para la reglamentación de Códigos de sostenibilidad en las edificaciones de Gobiernos locales, que oriente la calificación de diseños y edificaciones sostenibles para su futura certificación en procesos susceptibles de ser analizados con criterios que respondan al uso racional de los recursos naturales y el ambiente

Palabras clave: eficiencia energética, estrategia, criterios de diseño, construcción.

LO TIPOLÓGICO

(PARTE 2)

Arq. Carlos Sosa
Departamento de Arquitectura.
Facultad de Ciencias y Tecnología.



En sentido lato, la tipología estudia los tipos de arquitectura. Pero una mirada atenta percibe la complejidad que constituye la tipología como ámbito especializado de la configuración integral y sistemática del hecho arquitectónico, sujeto siempre a los vaivenes de cambios tanto de baja como de alta intensidad. Como disciplina especializada, los estudios tipológicos se componen de elementos que desbordan o se ubican más allá de lo meramente práctico funcional y buscan en la complejidad de lo espacio-temporal, de lo técnico-constructivo, de lo formal, su correspondencia y adecuación en la dinámica del sistema urbano y socio-cultural; dimensión en la que tradicionalmente se gesta el significado de lo tipológico.

Si buscamos en el sistema urbano algún elemento que transparente lo tipológico, no estaríamos lejos de establecer relaciones entre los usos espaciales y las formas construidas como metáfora del dominio sobre el tiempo y el espacio. Toda tipología da cuenta del triunfo de la imaginación sobre lo informe, inestable y desordenado.

Desde esta perspectiva, recordemos, podemos considerar que la organización tripartita del espacio de la vivienda campesina, supuso el triunfo sobre la concepción indígena del es-

tablecimiento en el tiempo y el espacio; cuestión que aparejaba la revolución tecnológica: técnicas constructivas de mayor complejidad para manipular materiales que provenían de procedimientos más artificiales que naturales y proyectaban la duración de lo construido hacia un tiempo más extenso.

Ubicada la cuestión tipológica en la dinámica temporal, nos percatamos que su función, en el ámbito proyectual, por ejemplo, integra la discusión sobre el significado y la eticidad de los cambios que deben producirse en el momento de responder a nuevas necesidades de habitabilidad. Es en este sentido que:

(...) la noción de referente tipológico surge de la siguiente consideración: cada diseño está en alguna relación con respecto de sus antecesores, se diferencia en cierta medida de ellos, y se parece en otra. Esta referencia a diseños anteriores es inevitable por cuanto constituye el medio por el cual se trasladan los significados de una forma arquitectónica a otra. Enunciados así el concepto de referente tipológico, que comprende a los edificios que, para uno nuevo, se constituyen en referencia, sea por continuidad o por oposición (Alfonso Corona Martínez, Ensayo sobre el Proyecto, 1998).



Muy provechosa resultan las aproximaciones de lo tipológico a los diversos campos que hacen a la experiencia urbano-arquitectónica: lo técnico-constructivo, lo formal y lo referente a la inserción en la trama urbana.

El primer aspecto expone las relaciones y correspondencias espaciales con un momento histórico del desarrollo de la técnica constructiva y los materiales regionales, ambos constituyendo el significado y la identidad del fenómeno, es decir, una abierta definición cultural y epistemológica en la habitabilidad histórica.

Del mismo modo lo formal –la geometría, el aparato iconográfico, la volumetría y lo gestual–, una vez integrado como elemento expresivo en el sistema, hace visible los modos tradicionales de las ideas constructivas de un momento y lugar y guarda una sensible vinculación con la lógica tipológica.

Ciudad y tipología, tercer orden de nuestro planteamiento: compromete los modos de las edificaciones en la trama urbana, tradición que establece las características y los valores específicos de las partes que constituyen a una ciudad o pueblo. Así, para Aldo Rossi, la reformulación de este concepto iba relacionada con la importancia otorgada a la trama urbana –cada tipología arquitectónica debe entenderse en función de la morfología urbana–, con la voluntad de señalar que aquello que está más cerca de la esencia de la arquitectura es la forma y la estructuración de los espacios.



Para Muratori, el tipo es un concepto variable relacionado en el tiempo y el lugar. Sin embargo, para Rossi -partiendo en la confianza y en la capacidad de permanencia de la forma-, se trata de un arquetipo, de un principio lógico e inmutable (Josep María Montaner, en Después del movimiento moderno-arquitectura de la segunda mitad del siglo XX, 1993, 142).

Por su lado, Ramón Gutiérrez, estudiando el fenómeno urbano arquitectónico del Paraguay, establece una tipología arquitectónica particular cuyo elemento clave es la galería cubierta, espacio que se integra al sistema siguiendo reglas claras. Este fenómeno va vinculado a la evolución de lo tipológico hasta lo que se conoce como el corte formal acaecido durante el gobierno de Carlos Antonio López entre los años 1840-1962. En un momento del discurso señala:

En lo concreto: ¿Cuáles son las modificaciones de la arquitectura? La adopción del clasicismo como se señaló pero al mismo tiempo la idea de arquitectura de fachada. Esto se ve muy claro en los templos donde se elimina la galería perimetral y al atrio se le adosa una fachada que incluye ahora una torre-campanario (68).

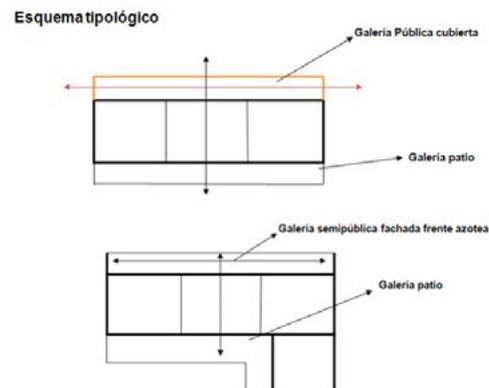
El Táva de Yaguarón y el imaginario artístico



Este espacio fundacional emerge de la profundidad de las Leyes de Indias y tiene en el cuadrado la regla geométrica-espacio-temporal del devenir de lo urbano y de lo arquitectónico en el mundo a civilizar; principio que regiría la configuración de las primeras células espaciales civiles y religiosas como despunte de la tipología histórica.

Encarando la vivienda, en el siguiente párrafo nos dice:

La misma idea individualista de “casa de fachada singular” se nota a nivel de las viviendas urbanas. En general la eliminación de las galerías (iniciada, es cierto, en los últimos años de la colonia, pero mantenida por Francia), marca la ruptura del concepto de ciudad como pertenencia común a todos, al de la ciudad como simple sumatoria de casas individuales (68).



BREVE RESEÑA DE LA MODERNIDAD EN LA ARQUITECTURA PARAGUAYA

Prof. Dr. Arq. Jorge
Carlos Fernández
*Departamento de Arquitectura
Facultad de Ciencias y Tecnología
– Universidad Católica Nuestra
Señora de la Asunción*

Se puede pensar que el Movimiento Moderno, en sus distintas versiones (Racionalismo, Funcionalismos, Purismo u Organicismo), fue unificador e integrador de la diversidad, en cuanto a pensamiento, estilo de vida, arte y arquitectura. Ello, debido al planteamiento de un modelo en base a determinadas normativas en su propuesta funcional, formal como constructivo a escala internacional.

Su oferta innovadora y liberadora constituyó una potente fuerza emancipadora tanto de modelos clásicos, vernaculares, como de las distintas líneas historicistas decimonónica.

En la década de 1940, luego de la II Guerra Mundial, empezaron nuevos cambios en el panorama de la arquitectura europea como norteamericana, debido a que el Movimiento Moderno entró en una etapa de revisión por parte de los miembros del CIAM (Congreso Internacional de la Arquitectura Moderna). Por tanto, la arquitectura

inicia la búsqueda de nuevos rumbos, tomando una vertiente más humanista y realista con las nuevas tendencias dentro del Brutalismo que explora. Básicamente, la estructura como la materialidad totalmente a la vista, proponiendo así una estética de lo natural, escultórico, rustico e inacabado, dejando lentamente atrás esa línea positivista y maquinista que se identificó plenamente con la Arquitectura Moderna.

En esta misma década hacen su arribo a nuestro país los primeros profesionales paraguayos egresados en universidades del exterior como Homero Duarte, Francisco Canese, Natalio Barreiro, entre otros, provenientes del Uruguay, Oscar Rivas del Brasil. Con ellos se accede lentamente al lenguaje de la arquitectura moderna en el escenario urbano de nuestra capital, mientras que en los países de origen entraba en su etapa de decadencia, o, en las naciones vecinas ya llevaban como dos décadas de su inicio, como en el caso puntual de la Argentina que se introduce a mediados de la década del 20.

.....

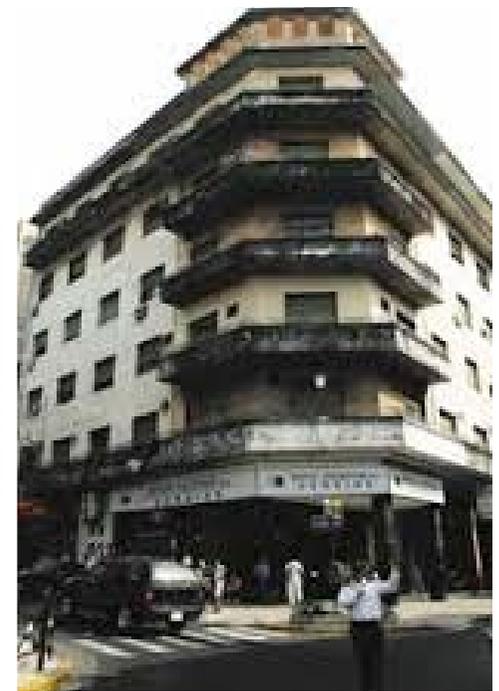
Este estilo arquitectónico de líneas puristas, abstractas y con énfasis en el funcionalismo sufre algunos cambios adaptándose, en cierta manera, al contexto local, como se presentaron tanto en México con las obras de Luis Barragán al absorber elementos como el carácter masivo de la arquitectura prehispánica, e igualmente el colorido de la arquitectura popular de aquel país.

En el caso de Brasil, con la figura de Niemeyer, apunta hacia la búsqueda de la monumentalidad escultórica, conjuntamente con el manejo de las formas curvas, sintonizándose de este modo con la geografía local.



Pero, igualmente, cabe resaltar, ya como lo afirmó el Arq. Jorge Patiño, como también Ramón Gutiérrez, que la antesala de la arquitectura moderna en estas latitudes, estaba dada en el Art Decó, ya que dicho estilo sigue un proceso de reducción y abstracción formal, con cierto énfasis en el funcionalismo. Esto, debido a que la burguesía de todas las épocas siempre han buscado elementos con los cuales tener una identidad propia, y esto lo consiguen con el manejo de un ornamento de línea sobria, discreta y geométrica, evitando la arquitectura homogénea y totalmente desnuda del lenguaje moderno.

En el caso específico de nuestro país, y sobre todo en los programas de viviendas unifamiliares, la arquitectura moderna se presenta más sensible al contexto abriéndose a la naturaleza, retomando las galerías como espacios de transición y hasta en muchos casos, con el empleo de techos cerámicos inclinados. Con respecto a los primeros edificios de cierta altura, los volúmenes se presentaron más pesados, cerrados, de vanos más pequeños, empleo de cornisa, y a veces con ciertas tendencias eclécticas.



Quizá en el edificio para la Junta de Gobierno del Partido Colorado, Homero Duarte dio un paso más adelante frente a sus predecesores, en el sentido de que su lenguaje se volvió más puro en el juego de volúmenes, manejo de los pilotes para sobre elevar las cajas prismáticas, el aligeramiento de los muros con la ampliación de las superficies de los vanos, alejándose de esta manera de toda reminiscencia historicista y aproximándose a la línea europea de Le Corbusier.

planos. Cabría hablar de una arquitectura anticúbica como lo manifestó Theo van Doesburg de la vertiente Neoplasticista Holandesa, que influyó en gran manera sobre los diseños de Mies.

Otra obra que marcó nuevos rumbos en la arquitectura paraguaya, constituyó el edificio del Colegio Experimental Paraguay Brasil; obra de uno de los más destacados arquitectos de la modernidad brasilera Alfonso Eduardo Ready.

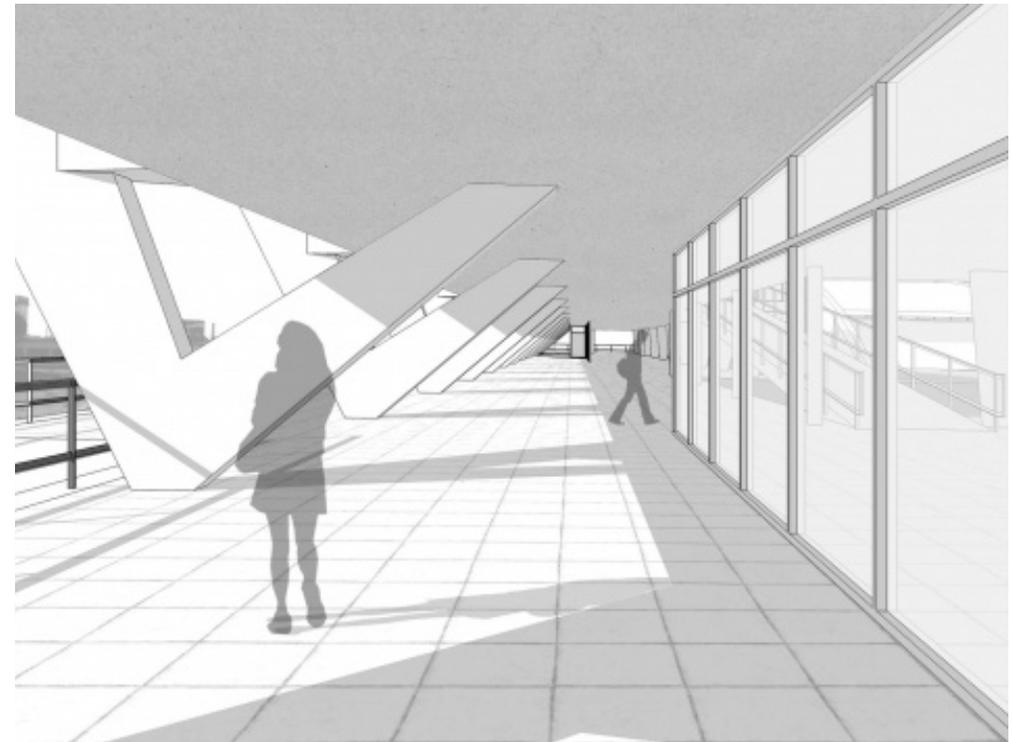
Entre sus obras representativas, inaugurada en 1948, cabe mencionar el Museo de Arte Moderno de Río de Janeiro. Esta obra marcó nuevas pautas en la arquitectura del vecino país ya que introduce elementos claros del brutalismo europeo con la estructura de hormigón



En la década del 50 y 60 se producen nuevos cambios, como parte de las aportaciones del movimiento moderno de la arquitectura brasilera a nuestro país, con una orientación más internacional.

Con la llegada al país del arquitecto Saturnino de Brito, se introduce un lenguaje más acorde a la línea de Mies, en donde la arquitectura maneja volúmenes más puros, ligeros y sobre todo transparentes, como se observa en una serie de viviendas para la oligarquía de la época.

Aquí ya se percibe la destrucción de la caja cúbica a cambio de una arquitectura configurada a partir de la asociación de



armado totalmente a la vista, acompañada de una amplia marquesina a modo de quiebrasol, de la que suspende un volumen prismático con amplias superficies acristaladas a la manera de Mies. Ready utilizó claramente las premisas de diseño de su museo para el proyecto de Asunción.

De los tres bloques que se componía el diseño del colegio, el de mayor relevancia y destaque es el volumen de las aulas dispuesto en sentido longitudinal al terreno, consiguiendo de este modo una excelente orientación para las aulas y logrando magníficas vistas al exterior.

Como en el museo de Río, la estructura de hormigón armado es la que le da carácter al edificio. Igualmente, a la manera de Le Corbusier, en





la Unidad habitacional de Marsella, al sobre elevar el volumen de las aulas se genera una amplia visual de los jardines hacia el río, generando así en planta baja una amplia área cubierta de uso múltiple.

Otro de los aportes brasileros a la arquitectura paraguaya fué el Hotel Guaraní, diseño de los arquitectos Rubens Vianna, Rubio Morales y Ricardo Sievers; construido entre 1958 y 1961.

Constituyó el lenguaje claro y representativo de la arquitectura moderna que se impuso con todo en ese momento con la construcción de la nueva capital, Brasilia siguió las pautas marcadas por Oscar Niemeyer en su búsqueda de la monumentalidad y trascendencia otorgada en su concepción arquitectónica para dicha ciudad.

Niemeyer logró configurar una arquitectura de carácter monumental, icónica y escultural, características utilizadas por los arquitectos que participaron en el concurso para dicho hotel.

Se destaca la gran plataforma o basamento que cubre toda la manzana, apoyada sobre monumentales columnas de sección triangular, que mantiene ciertas reminiscencias con las columnas diseñadas por Niemeyer para el Palacio del Planalto. Sobre dicho basamento, se apoya el monumental volumen triangular rompiendo con todo el contexto del centro de Asunción, pasando a constituir un nuevo hito emblemático de la capital paraguaya.



Como siempre he afirmado que, tanto el tiempo como la distancia hacen de un estilo, que sus for-

mas vayan distorsionándose, alterando, para dar paso a un amaneramiento de las formas acorde a ese contexto, es decir, a ese momento y al sitio específico. Y este fenómeno se presentó claramente en nuestra modernidad, en que la arquitectura de los grandes maestros al escalar en Latinoamérica, como los casos de México y Brasil hecho mención, ya sufren cierta simbiosis con los elementos locales. Considerando, más aún, que la modernidad llegó a nuestro país a través de los países limítrofes; estos primeros profesionales egresados en dichos países al introducir el estilo al Paraguay, dichas formas del movimiento moderno vuelven a sufrir nuevamente ciertos cambios adaptándose a las peculiaridades de nuestro tierra, gestándose así una modernidad mas castiza.

Cabría pensar, igualmente, que esta Modernidad no tuvo tanta fuerza en nuestro país por las condiciones socioeconómicas del momento, y, considerando como se presentó en el Viejo Mundo, que, de una arquitectura que debiera estar destinada a la

masa terminó constituyéndose en una arquitectura para la élite entendida del momento, aspecto similar dado en nuestro país.

Hasta podríamos decir que los ejemplos más representativos de nuestra arquitectura moderna se aproximaron mucho más a aquella arquitectura racionalista de un primer momento desarrollada en Europa, es decir, al Proto Moderno de Adolf Loos, o las primeros trabajos de Le Corbusier y Gropius, en la que se perciben claramente el uso de elementos arquitectónicos de la época anterior como la cornisa, aventanamientos más reducidos, ciertas molduras más esquematizadas, pesadez volumétrica, entre otros, en la mayor parte de las obras.

Quizá, con la incursión de los diseños de Saturnino de Brito, década del 50, es cuando la arquitectura moderna clásica se introduce al país acercándonos mucho más a los modelos claros de la modernidad europea.

.....

PLAN DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO ANTE LAS INUNDACIONES PARA LA CIUDAD DE NANAWA

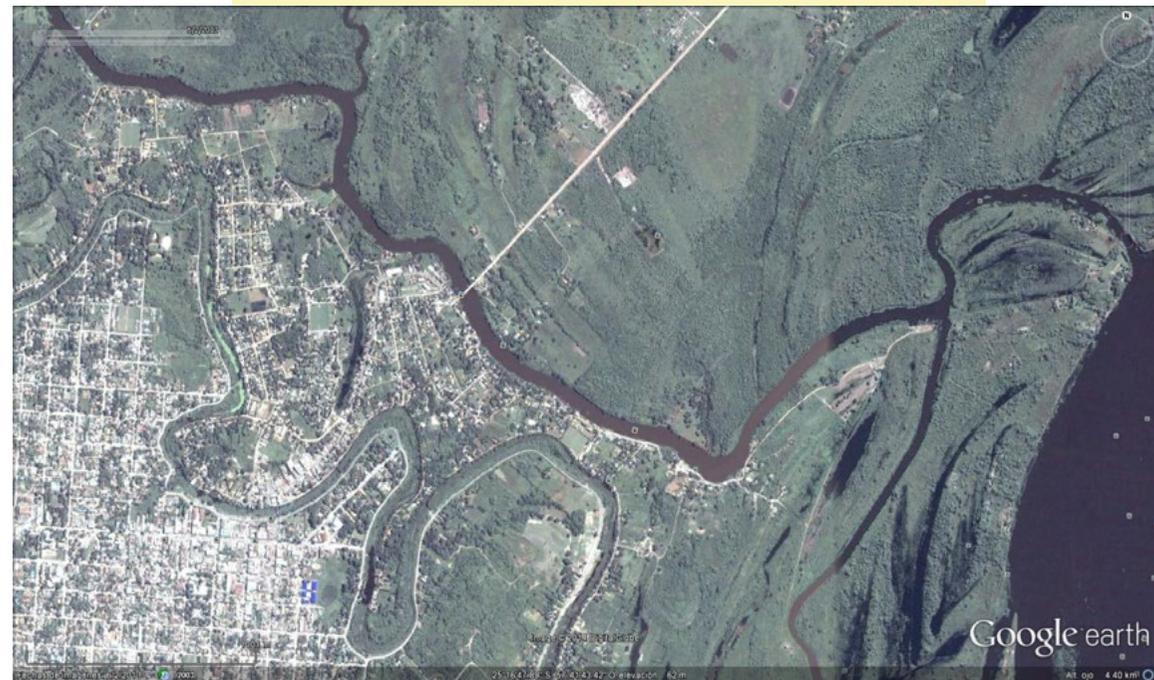
(Proyecto de Investigación de carácter extensivo)

Prof. Javier Corvalan
Facultad de Ciencias y Tecnologías

RESUMEN

Ante la problemática de las inundaciones ribereñas en zonas de ocupación urbana; en este caso en la ciudad de Nanawa, se decide proyectar un plan de prevención y reducción de riesgos, pues a consecuencia de inundaciones por la crecida del río Paraguay, la ciudad sufre periódicamente múltiples perjuicios como: la aislación de su población, disfunción de sus actividades cotidianas, pérdidas materiales, desarraigo, deterioro de calidad de vida, etc. Todos, problemas de repercusión altamente negativa dentro de la sociedad.

Nanawa sin inundación - 02/06/2013



Nanawa inundada - 15/07/2014

1- INTRODUCCIÓN

Las inundaciones por riadas podrían ser la mayor amenaza de catástrofe natural en el mundo, debido a que la mayoría de las ciudades se construyen a lo largo de cursos hídricos y no se encuentran preparadas para reaccionar de manera eficiente ante la presencia del agua, por lo que conciben al hecho de la inundación como un suceso fatídico que altera el orden regular de las cosas, trayendo pérdidas y desequilibrios dentro de un sistema social y económico que no logra relacionarse con su medio natural.

Según la Swiss Re, (una de las empresas de reaseguradoras más importantes con sede en Zúrich - Suiza), que ha analizado el potencial de desastres para las 616 ciudades más grandes del mundo, las inundaciones fluviales son una amenaza para más de 379 millones de habitantes en el planeta. En el 2014, solo Paraguay ha llegado a la suma de 246 mil afectados de los cuales casi 8mil son de la ciudad de Nanawa, dicha ciudad tuvo una inundación de casi el 90% de su superficie.

El plan de prevención y reducción de riesgo para la ciudad de Nanawa, se enmarca dentro de los lineamientos del PN-DPy 2030, buscando tratar temas específicos como: el establecimiento de un modelo de ocupación y organización del territorio, el planteamiento de nuevas infraestructuras elementales y la adecuación de las ya existentes; con la intención de aprovechar las posibles ventajas que pueda proveer el medio, modificándolo mínimamente bajo criterios de sustentabilidad.

2 - OBJETIVOS

2.1 General

.....

Realizar un plan maestro de prevención y reducción de riesgos para la ciudad de Nanawa que sufre periódicamente múltiples perjuicios: la aislación de su población, disfunción de sus actividades cotidianas, pérdidas materiales, desarraigo, entre otros.

2.1 Específicos

.....

Elaborar / producir informes técnicos y relevamientos topográficos necesarios, fundamentales para el estudio y la comprensión de la situación actual del territorio.

Realizar Informes sociológicos (cualitativos) a través de grupos focales dentro de la comunidad de Nanawa.

Plantear intervenciones urbanas específicas que sirvan a la prevención de los daños ocasionados a los pobladores durante épocas de crecida de los ríos.

3 - METODOLOGÍA

La metodología de Investigación es mixta, donde según el nivel de complejidad se utiliza el enfoque epistemológico apropiado al problema.

1- El empírico Positivista: Recopilación de datos cuantitativos, verificables, estudios técnicos. Percibe la realidad en forma lineal y mecánica. En primer lugar se realizará una recopilación de datos primarios de la ecología del lugar, las irregularidades y naturaleza

del suelo, topografía, clima, paisaje y sociedad (demografía, densidad poblacional).

2- Investigación Acción Participación- I.A.P.: Se busca conseguir resultados concretos para necesidades básicas insatisfechas, utiliza la dialéctica (encuestas).

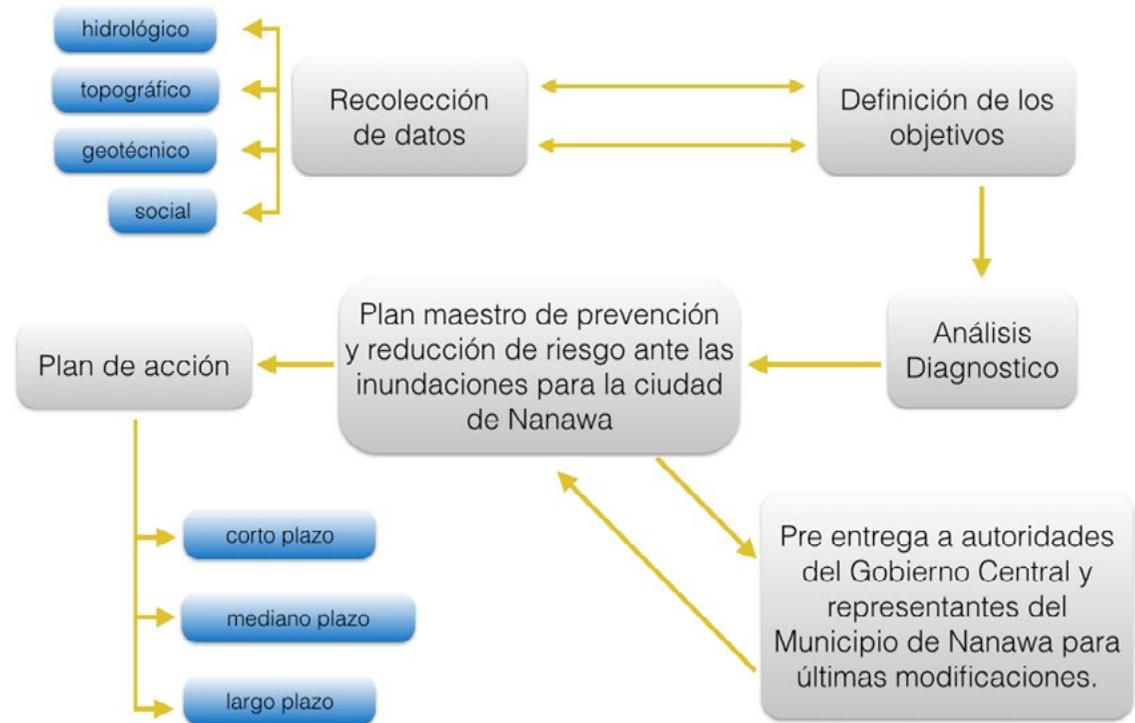
Los miembros de la comunidad son los actores críticos de la transformación de su propia realidad social. El grado del mando, colaboración y compromiso de las personas involucradas en el proceso de la investigación, determina su nivel de participación.

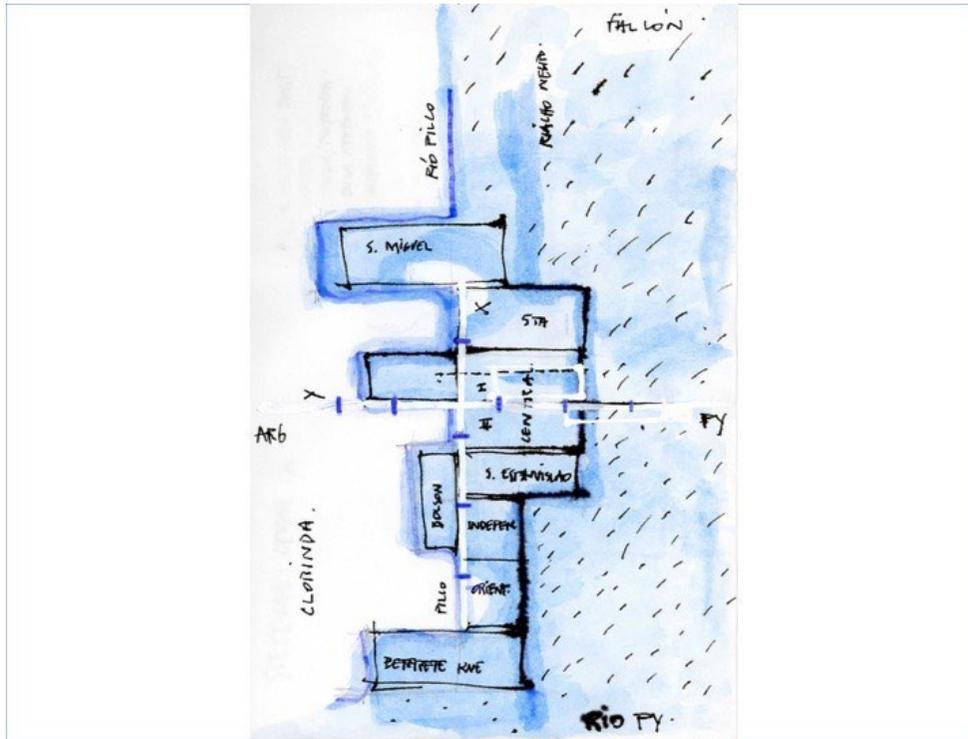
Los actores poseen necesidades urgentes con producción de conocimientos válidos, legitimados por la comunidad con información trabajada, donde éstos conocimientos alimentan los planes y proyectos que al ejecutarlos responden a las necesidades iniciales complejas de la gente.

Se procederá a recoger datos secundarios de las experiencias sociológicas espontáneas de las personas, con sus necesidades y comportamientos que permitan tomar decisiones sobre el planeamiento, registrándolos ordenada y disciplinadamente en fichas, informes, fotos, etc.

3- Teoría General de Sistemas: T.G.S: Percibe la realidad de forma Holística como conjunto de partes coordinadas y en interacción para alcanzar un conjunto de objetivos. Es un grupo de partes y objetos que interactúan y forman un todo o que se encuentran bajo la influencia de fuerzas en alguna relación definida.

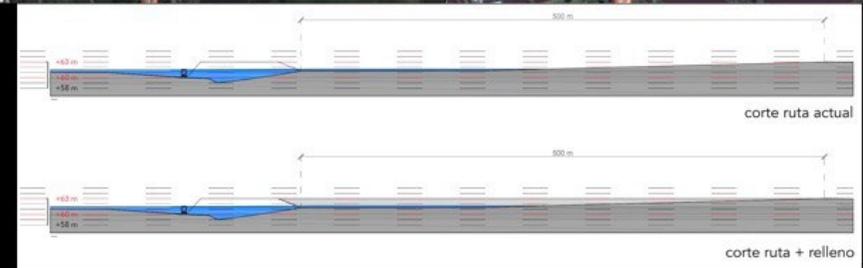
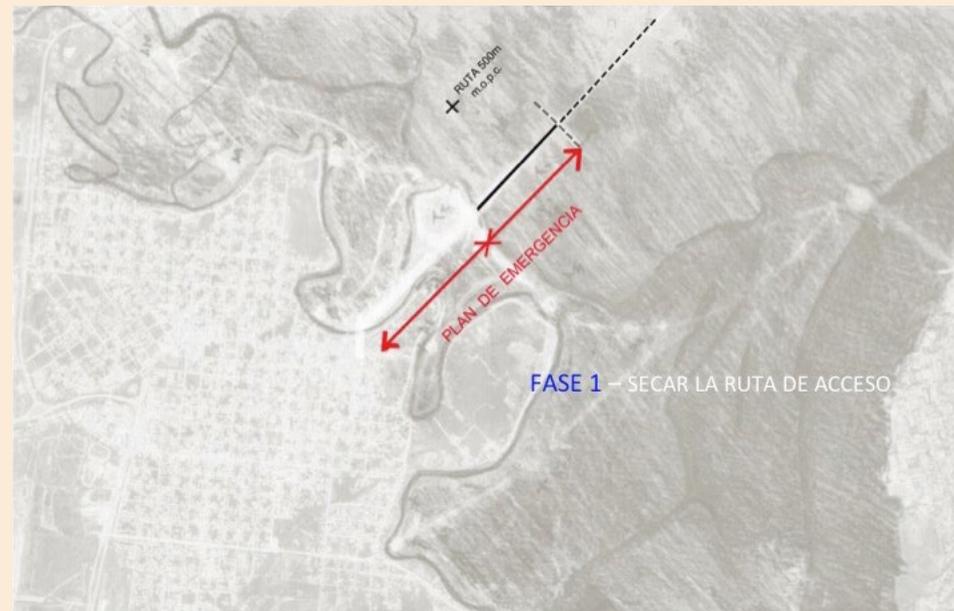
Esquema Metodológico

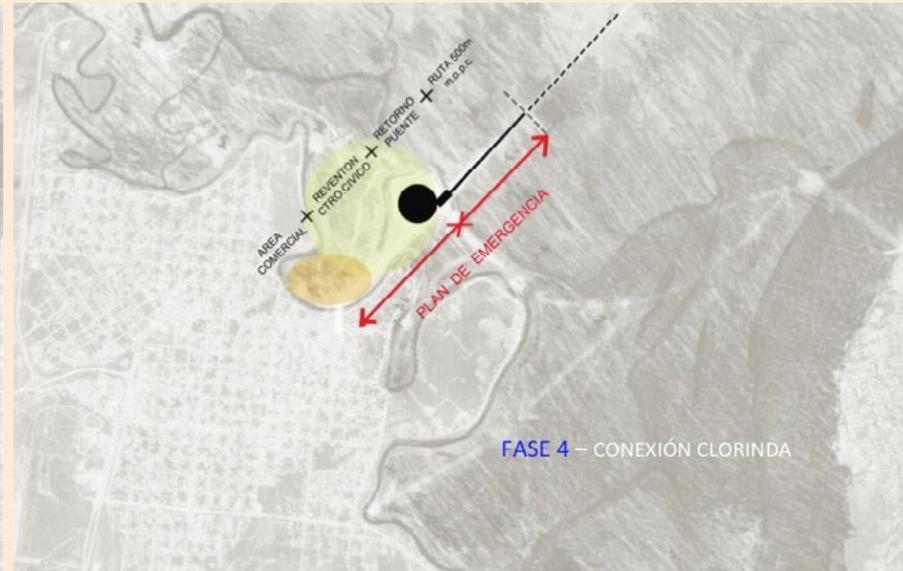
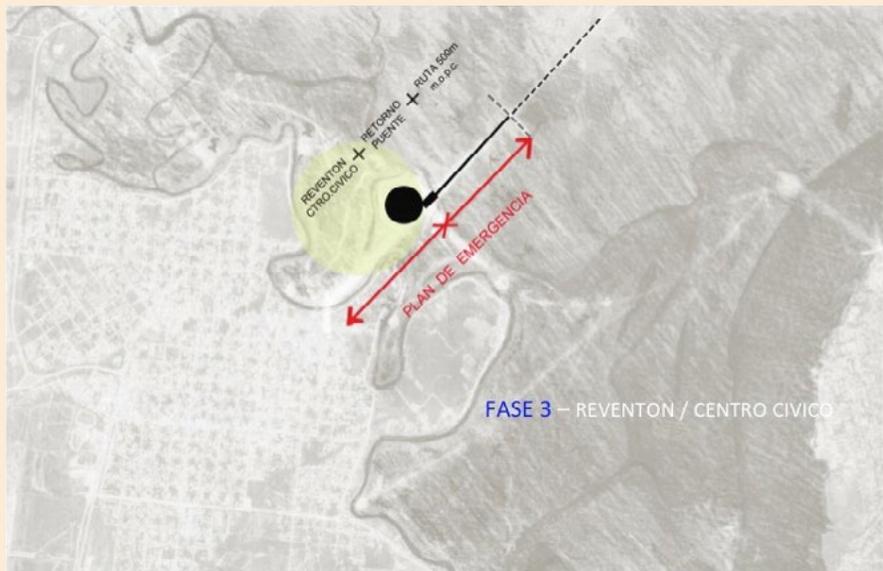




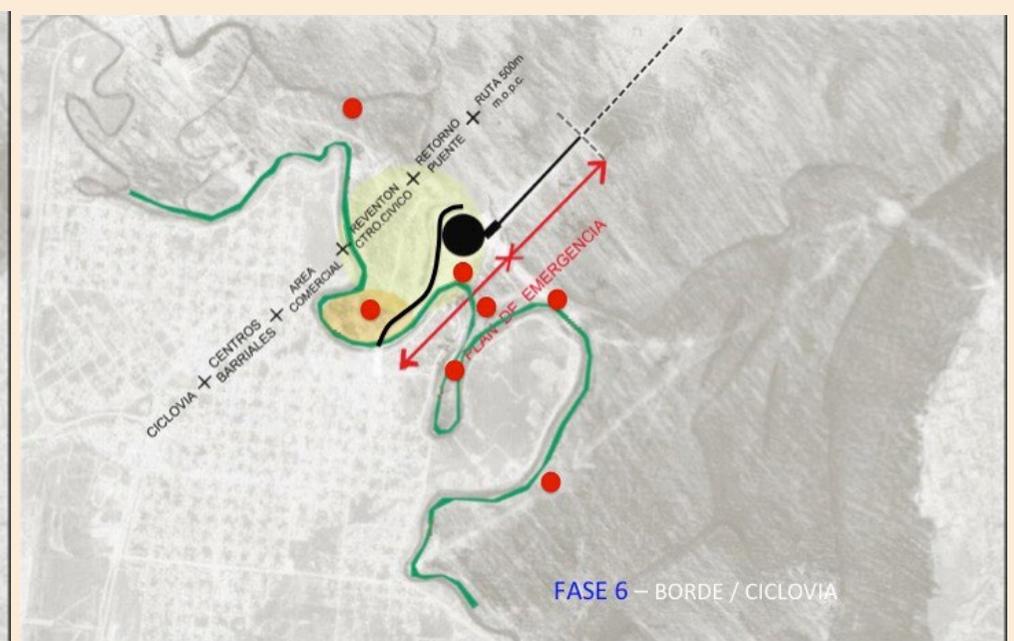
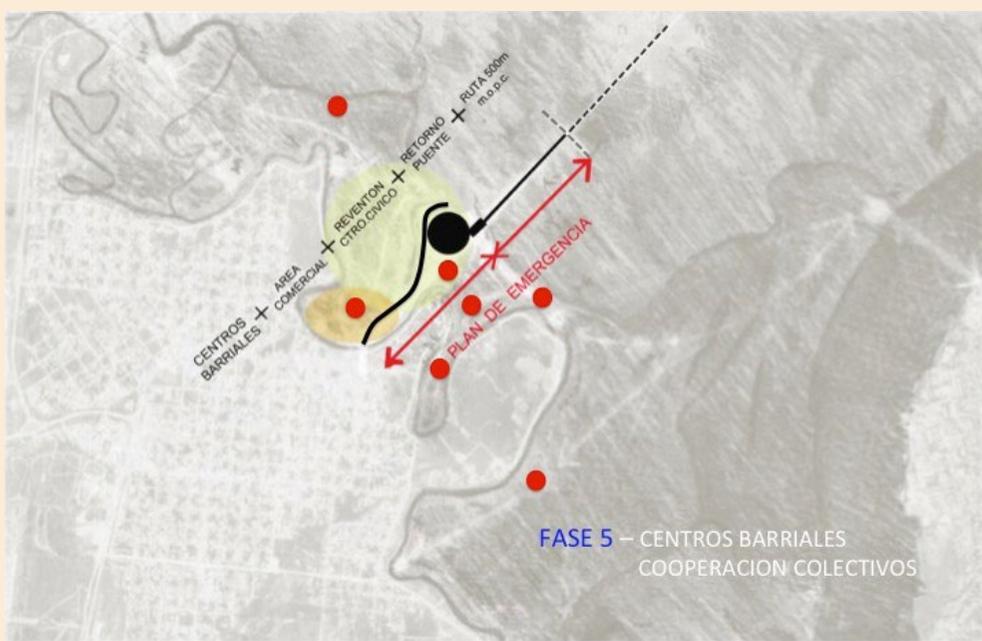
Un aspecto fundamental son los retornos entre las diferentes fases, los que producen movimientos cíclicos que aclaran los conflictos y facilitan el proceso evolutivo del planteamiento de las soluciones. En este caso, buscará coordinar los resultados y observaciones obtenidas mediante el Método Empírico Positivista y el de la investigación de Acción Participación, para obtener una propuesta que integre el mayor número de factores para una propuesta de solución eficiente y efectiva.

Es asumido que un plan de esta envergadura cuenta con un proceso extenso de investigación, elaboración y más aún de aplicación, por lo que todavía se está elaborando el plan definitivo, pero ya se cuenta con la estrategia de una serie de etapas previas a la solución definitiva a modo de plan de emergencia, que son una secuencia de acciones mínimas ante puntos críticos de la problemática.





Situación sin inundación	Situación inundación cota: 61
Comercio en el agua	



SISTEMA DE COMUNICACIÓN

AUDIOVISUAL

PARA NIÑOS CON AUTISMO DE 3 A 5 AÑOS DE EDAD

Amanda Bertón y
Viviana Martínez
*Departamento de
Diseño Gráfico e Industrial*

El Autismo es un trastorno del desarrollo, de carácter biológico, de desconocida especificidad y es diagnosticado generalmente en la primera infancia de un niño. Este trastorno se caracteriza por incrementar la capacidad de aprender y pensar de manera visual de los niños. Es decir, utilizan imágenes, colores y dibujos. Es una condición que como diseñadoras, aprovechamos para ayudarlos a comunicarse y expresarse de manera clara y sencilla.

El auto cuidado es la habilidad que tenemos para realizar las actividades de la vida cotidiana como lavarse las manos, ir al baño, vestirse o atarse los cordones. Esta habilidad no solamente nos ayuda a valernos de nosotros mismos, sino que también ayuda a dignificar la vida.

Teniendo en cuenta estos dos conceptos, llegamos a la escuela "Inclúyeme", fundada en el año 2.000, forma parte de la CEDINANE, Centro de Desarrollo Integral para Niños y Adolescentes con Necesidades Especiales. Esta escuela cuenta con 100 niños y 30 profesionales distribuidos en 4 salas de acuerdo a sus características, edades y posibilidades de crecimiento.

La sala seleccionada para desarrollar el proyecto fue la Sala Amarilla que comprende a niños de 2 a 6 años de edad con Trastorno del Espectro Autista, niveles de motricidad y mentales bajos y poca esperanza de inclusión escolar posterior.

La sala cuenta con materiales educativos y de apoyo de utilización diaria: pictogramas, cuentos y videos, pero al ser una escuela de escasos recursos, estos materiales son descargados de páginas de internet y blogs por lo que muchas veces no tienen coherencia, no están redactados de manera correcta, poseen lenguajes diferentes a los que utilizamos nosotros y, obviamente, no poseen una línea gráfica definida que los unifique. Encontrando de esta manera el problema inicial de toda nuestra investigación.

Se llevó a cabo una serie de encuestas a padres, madres y profesores de la escuela, ellos ayudaron a determinar las características necesarias para los materiales y los puntos críticos a mejorar en el desarrollo de los nuevos. Cabe resaltar que la mayoría de los encuestados



Universo Azul

UNA PLATAFORMA ESPECIAL

resaltaron que los niños se llevan bien con la tecnología, ya que les ayuda a crear una rutina y les proporciona una respuesta predecible; además de ser un medio para la reproducción de materiales audiovisuales.

Luego de investigar sobre el tema y sobre los PECS (Sistema de Comunicación de Intercambio de Imágenes), se ha encontrado una solución adecuada al problema: Diseñar una Plataforma Digital que contenga un Sistema Audiovisual Didáctico y Educativo.

El primer paso fue determinar el tono comunicacional del proyecto que sería informativo, didáctico y educativo; teniendo en cuenta el mensaje, las tipografías, los colores y las imágenes a utilizar para lograr transmitir el mensaje de la manera correcta. El siguiente paso fue determinar los objetivos principales que serían crear una marca gráfica, desarrollar un sistema de comunicación audiovisual y diseñar un sitio web que contenga el sistema.

Como resultado de la investigación, la marca gráfica se denominó: "Universo Azul", representando que cada niño con autismo es un Universo diferente al otro y utilizando el color que representa mundialmente a este Trastorno. También, fue desarrollada una familia ficticia para ir contando las historias y los cuentos que contiene el sistema.

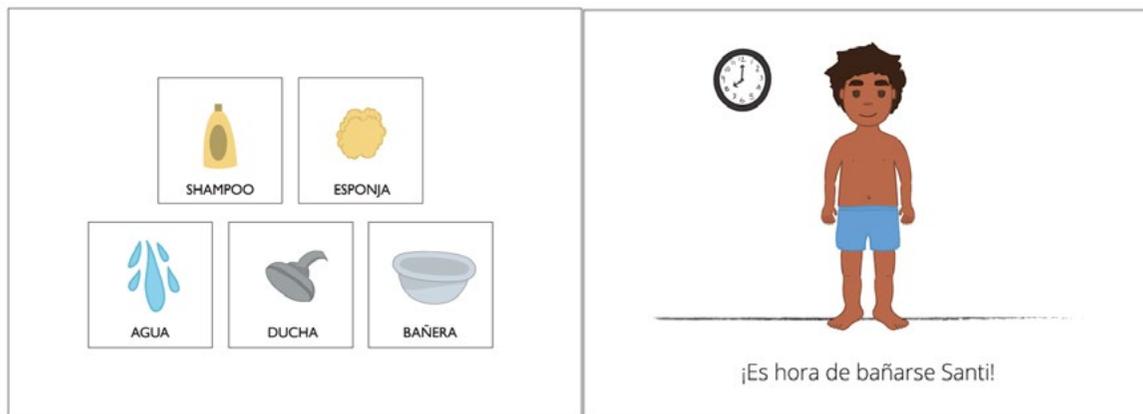
El siguiente paso fue la creación de Pictogramas, que son el elemento clave y principal de todo el Sistema. Son la base de todos los otros materiales a desarrollar. Ayudan al niño a hacer la relación imagen – palabra a través de una serie de imágenes ilustrativas pero bien figurativas que lo ayudan a relacionar con el objeto en su día a día.



Teniendo en cuenta esto, se realizó la creación de una serie de cuentos y videos instructivos que consisten en un "paso a paso"; utilizan los pictogramas anteriores para narrar las actividades de auto cuidado diario tales como:

- Bañarse.
- Cepillarse los dientes.
- Atarse los cordones.
- Comer.
- Vestirse.

Estos cuentos están separados en Niño (Santi) y Niña (Oli) y son materiales de uso diario; por lo que son impresos y plastificados con un anillado que permiten su fácil uso y lo hacen duradero al paso del tiempo, y al agua o materiales que puedan dañarlo. Los videos tienen el mismo sistema con pictogramas y actividades que van acompañadas de ilustraciones, frases y reforzadas con un audio.



La intención de estos materiales, es hacer que los niños creen una rutina y puedan así realizar de manera correcta las actividades diarias de auto valimiento. El paso final fue el desarrollo de La Plataforma Digital que es el Sitio Web que contiene a todo el Sistema Audiovisual Educativo anteriormente mencionado.



El sitio es dinámico, de fácil uso y Sencillo; cuenta con el color azul y con elementos como estrellas, nubes y planetas, que hacen alusión a un Universo. La ilustración es el principal recurso utilizado pero sin dejar de lado la simplicidad y la fácil lectura.

Posee diferentes internas que ordenan los pictogramas, cuentos y videos. Los materiales se encuentran en formato digital para impresión y en un pdf; para que, de esta manera, cada padre o profesor pueda utilizarlos como les convenga. También cuenta con una interna de Contacto que ayuda a las personas a con-



tactar con la escuela, aclarar sus dudas y ayudar a aumentar la información del Sitio Web.

Una vez concluidos los materiales, se aplicó una prueba en los niños, padres y profesores; viendo de esta manera que los materiales llegan de manera clara y correcta a todos los receptores.

Conclusión final del proyecto:

Fue un proceso exitoso de diseño que contempló bases teóricas pero también ayudadas por la ilustración, lo audiovisual y el diseño editorial. Es decir que, la solución planteada fue la correcta tanto para el emisor, como para el receptor.

Lo más importante es que es un proyecto que fue creciendo día a día, empezó como un sitio web pero terminó convirtiéndose en una Plataforma Digital. Además, queda abierto a la adición de nuevas informaciones y aportes todos los días.

Fue gratificante trabajar con un tema desconocido para la mayoría de las personas y contribuir de esta manera a la educación y calidad de vida de niños y niñas autistas de 3 a 6 años de edad.

Link de canal de Youtube para ver videos:

<https://www.youtube.com/watch?v=8UqzAoR-2K9g&feature=youtu.be>

Link de Prueba de la Plataforma:

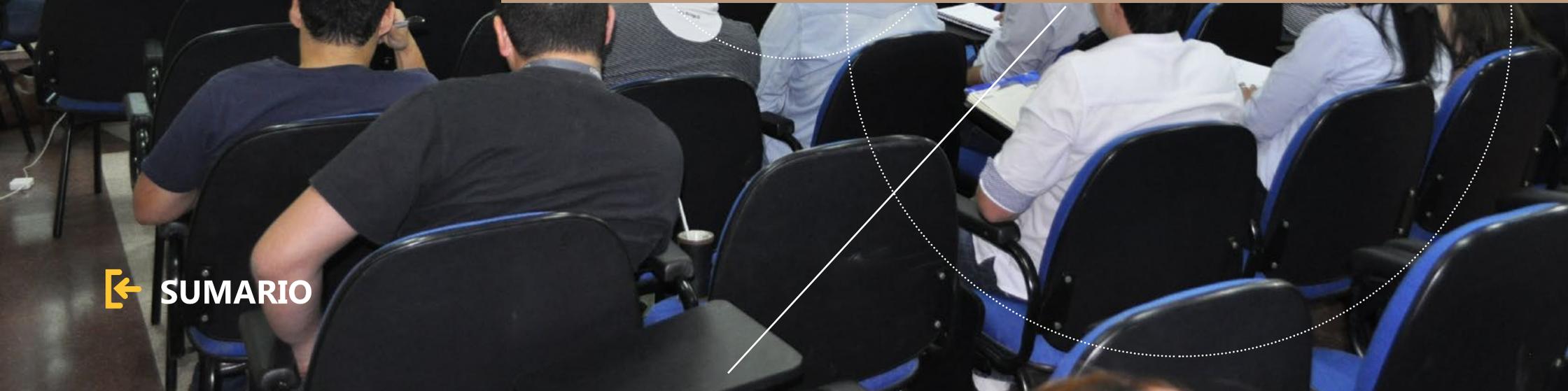
<http://mongaru.com/universo/>

Reducción de los riesgos de desastres
pasar a ser, para todos nosotros,
preocupación y una causa
prioritarias.
Vamos hoy en un futuro más seguro.

Ben-Gurion
Secretario General de las Naciones Unidas



EVENTOS





**DÍA MUNDIAL
DEL AGUA DE 2016:
«EL AGUA Y EL EMPLEO»¹**

Hoy en día la mitad de los trabajadores del mundo (1500 millones de personas) trabajan en sectores relacionados con el agua. Por otra parte, casi todos los puestos de trabajo con independencia del sector, dependen directamente de ésta. Sin embargo, a pesar del vínculo indisoluble entre el trabajo y el agua, millones de personas cuyas vidas dependen del líquido elemento, a menudo no son reconocidos o protegidos por los derechos laborales básicos.

El poder del agua y del empleo transforman la vida de las personas.

La mitad de todos los trabajadores en la tierra están empleados en sectores relacionados con el agua, pero millones de ellos no son reconocidos ni protegidos.

¹Parte del mensaje del Secretario General de las Naciones Unidas con ocasión del Día Mundial del Agua

Cada 22 de marzo se destaca la función esencial del agua a fin de propiciar mejoras para la población mundial que sufre de problemas relacionados con ella. Es un día para debatir cómo debemos gestionar los recursos hídricos en el futuro. En 1993, la Asamblea General de las Naciones Unidas lo designó como Día Mundial del Agua. Han pasado 23 años y se sigue celebrando en todo el mundo.

El Día Mundial del Agua de este año está dedicado a los vínculos existentes entre el agua y el empleo, ya que prácticamente todos los empleos dependen de que se disponga de agua dulce.

Pese a su primordial importancia, en general, como sector, el agua no recibe la atención que merece.

El agua es esencial para la supervivencia del ser humano, el medio ambiente y la economía.

Las deficiencias en el abastecimiento de agua y el saneamiento, pueden perjudicar a todos los trabajadores. La mala calidad del agua potable, el saneamiento defectuoso y la mala higiene originan casi una de cada cinco muertes de los 2 millones de muertes relacionados con el trabajo que se produce cada año.

Con frecuencia, las personas que tienen menos acceso al agua y el saneamiento también carecen de acceso



a atención de la salud y a un trabajo estable, lo cual perpetúa el ciclo de pobreza. Me preocupan especialmente las diferencias existentes entre las ciudades y el campo, los hombres y las mujeres, los ricos y los pobres.

El suministro básico de servicios adecuados de agua, saneamiento e higiene en casa, en la escuela y en el lugar de trabajo, propicia la solidez de la economía al contribuir a que la población y la fuerza de trabajo estén sanas y sean productivas.

Como parte de la labor encaminada a hacer efectiva la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, podemos adoptar medidas audaces para hacer frente a la desigualdad en materia de agua.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 consistente en garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, hace referencia a la necesidad de acceso.



LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DESDE LA PERSPECTIVA ACADÉMICA

Dr. Félix Carvallo
Unidad de Estudios Hidroambientales,
Centro de Tecnología Apropriada,
Facultad de Ciencias y Tecnología

En nuestro país, donde la economía depende del agua ya sea para la producción agropecuaria, así como la generación de energía y la producción industrial, es fundamental el manejo racional de los recursos hídricos en el contexto integral del ambiente, tendiendo hacia un desarrollo sostenible.

Convencidos de que la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos entendida como: “un proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas”, debe estar basada en el conocimiento, en el año 2014 es creada la Unidad de Estudios Hidroambientales (UEH).

La UEH es una coordinación del Centro de Tecnología Aplicada con el objetivo de:

- ✓ Promover el desarrollo de investigaciones que mejoren el conocimiento de los aspectos vinculados al agua y el ambiente.



- ✔ Aportar conocimientos y datos basados en evidencias científicas para incidir en Políticas Públicas que apunten al mejoramiento de los recursos hídricos del país y por ende, en el aumento de la calidad de vida de sus habitantes.

La UEH enmarca sus actividades en líneas de trabajo tales como: El clima, su variabilidad y cambio, impactos y aplicaciones en los procesos de toma de decisión, particularmente en los sectores de producción de alimentos e hidrología superficial; Planificación y gestión de recursos hídricos con énfasis en gestión de

cuencas hidrográficas; Diseño de obras hidráulicas; Estudios hidrometeorológicos e hidrológicos de superficie, drenajes urbanos / viales; Gestión de riesgos hídricos asociados a las inundaciones en el Paraguay y la región; mapas de riesgos de inundación; Balances hídricos atmosféricos superficial e integrado; Curvas IDF a nivel nacional; Estudios de eventos extremos: sequías e inundaciones; Políticas públicas en agua y saneamiento; Ingeniería Sanitaria y Ambiental con énfasis en gestión y tratamiento de residuos sólidos y líquidos; seguridad del agua potable; preservación y conservación de recursos hídricos; Exploración, evaluación regional, aprovechamiento estratégico y protección de aguas subterráneas.



CONMEMORACIÓN DÍA MUNDIAL DEL AGUA Y JORNADA DE PLANIFICACIÓN DE LA MIAS CHACO

El 22 de marzo se llevó a cabo la Conmemoración del Día Mundial del Agua y la Jornada de Planificación de la Mesa Interinstitucional de Agua y Saneamiento (MIAS) – Chaco. Fue organizado por el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA) y la MIAS – CHACO, con el apoyo de la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN), El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Cooperazione Internazionale (COOPI). La actividad fue

desarrollada en el salón auditorio de la Secretaría de Emergencia Nacional.

El responsable de la Unidad de Estudios Hidroambientales (UEH) del Centro de Tecnología Apropriada (CTA); Dr. Félix Carvalho, tuvo a su cargo la exposición de la "Importancia de las fuentes de agua subterránea en el Paraguay y su incidencia en la provisión de agua potable".



TERCER TALLER SOBRE SISTEMA INTEGRADO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO (SIAT)

En fecha 11 de marzo del corriente año, en el Laboratorio de Informática de la Facultad de Ciencias y Tecnología, se realizó el Tercer Taller sobre el Sistema Integrado de Accidentes de Tránsito (SIAT). La finalidad del taller es socializar con los participantes del proceso SIAT la plataforma de información virtual desarrollada en el marco del Programa de Pavimentación de Corredores de Integración y Rehabilitación y Mantenimiento Vial. Contrato de Préstamo 1822 OC-PR BID. Contrato S.G. Ministro N° 311/2014 MOPC/UCA.

En el Plan Nacional de Seguridad Vial 2008-2013, se ha definido entre las estrategias, establecer sistemas modernos de registro e informaciones de accidentes, vehículos y conductores, lo cual está enfocado a tener un solo registro nacional unificado con información de accidentes, de conductores, de licencias de conducción, de infracciones y de vehículos para todo el país, con la idea de que sea confiable y útil para la toma de decisiones en materia de tránsito y seguridad vial. A estos efectos, se ha definido un objetivo específico que es diseñar e implementar un Sistema de Información de Accidentes de Tránsito (SIAT).

Del taller participaron 21 personas representantes de las siguientes instituciones;

Dirección de Observatorio Vial, Estadísticas y Registro de Datos (ANTSV), Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Sistema 911Policía Nacional, Ministerio de Salud Pública y Bienestar, Administración Nacional de Electricidad, Policía Caminera, Hospital del Trauma Manuel Giagni, entre otros. El objetivo de este taller fue ilustrar el estado de avance de la plataforma.

Los avances realizados a la fecha es el reconocimiento de campo, relevamiento en instituciones, reuniones con perso-

nas directamente involucradas, análisis de registros en otros países y sistemas de recolección de datos.

Diseño del Sistema de Información de Accidentes de Tránsito (SIAT)

Según las normas y la realidad de cada institución, capacidad dinámica de adaptación e integración del sistema, registros de datos relevantes, sistemas de localización y presentación de los datos, adaptable al entorno tecnológico actual y formulario dinámico y adaptable a nuevos requerimientos.

El modelado de datos se ha reconocido en cada caso de uso, establecimiento de un sistema crecimiento dinámico de los requerimientos que puedan surgir en el futuro como requerimiento de información a ser registrado por el SIAT.

En cuanto al Formulario, se establecen componentes básicos en el formato del formulario único, se toma como base sistemas de registros de instituciones nacionales e internacionales, se diseña mecanismos de crecimiento dinámico y adaptabilidad a nuevos requerimientos según cada institución.

Las actividades pendientes son el despliegue del entorno de alojamiento, tarea de pruebas e implementación del SIAT.

Sobre la presentación del sistema desarrollado, se abordó las configuraciones generales, las preguntas, el formulario único y su dinamismo, la carga de accidentes, las autorizaciones y derivaciones.



CONCURSO PÚBLICO NACIONAL DE IDEAS Y ANTEPROYECTO DE ARQUITECTURA PARA LA CREACIÓN DEL SITIO DE LA MEMORIA "1A YCUA BOLAÑOS



El concurso fue organizado por la Secretaría Nacional de Cultura (SNC), la Comisión de Huérfanos Ycuá Bolaños, la Coordinadora de Víctimas del Ycuá Bolaños con la dirección técnica y gerenciera del Colegio de Arquitectos del Paraguay (CAP) y el apoyo de la Municipalidad de Asunción.

De 60 proyectos inscriptos, se presentaron 32 equipos que cumplieron con todos requisitos. Se destacó la participación abierta y democrática de todos los equipos de arquitectura.

El jurado estuvo conformado por las siguientes instituciones: Secretaría Nacional de Cultura, Colegio de Arquitectos del Paraguay, Intendencia Municipal, Junta Municipal de Asunción, Coordinadora de Víctimas de Ycuá Bolaños, Comisión de Huérfanos de Ycuá Bolaños, Universidad Columbia de Asunción, Universidad Católica, Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Asunción, Honorable Cámara de Diputados y un representante de los concursantes.

.....

La premiación del concurso se realizó el 17 de marzo del 2016 a las 10:00 hs. en el predio del siniestrado supermercado Ycua Bolaños. Se llevó a cabo el acto de entrega de premios del Concurso.

El arquitecto Francisco Antonio Tomboly Gianotti egresado de la Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción", Facultad de Ciencias y Tecnología, carrera de arquitectura, promoción 2005, fue el ganador del concurso de ideas para la construcción del memorial donde hoy en día están ubicadas las ruinas del supermercado Ycuá Bolaños

El segundo premio se adjudicó al proyecto presentado por los arquitectos María Liz Gulino Torres y Christian Ceuppens docentes y egresados de la Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción". Facultad de Ciencias y Tecnología, carrera de arquitectura, promoción 2013 y 1994 respectivamente.

El tercer premio se acreditó al Gabinete de Arquitectura bajo la dirección del arquitecto Solano Benítez. La primera mención honorífica se otorgó al arquitecto Gonzalo Sevillano y la segunda al arquitecto Carlos Agüero.

Los tres primeros puestos fueron premiados con 70, 25 y 10 millones de guaraníes respectivamente. Asimismo, el ganador firmará un contrato para el desarrollo y ejecución del proyecto.

El memorial comenzará a construirse el 1 de agosto de este año.

El Proyecto ganador expone el siguiente mensaje:

"Mantener viva la memoria del sufrimiento, permitir el encuentro y el aprendizaje para un futuro mejor. Este espacio símbolo mantendrá viva la herencia del aprendizaje y el brío de la lucha por las causas justas".

Rescatan elementos simbólicos, la rampa, la escalera y el estacionamiento siniestrado que se prevé intervenir con el espacio denominado "Plaza de Sombras", conformando un espejo en que la losa superior dejará caer constantemente gotas de agua, como símbolo de vida.

El Memorial comprende otros programas como un Salón de Vida (sector de usos múltiples, iluminado con luz natural), talleres, bibliotecas, un santuario y amplios espacios abiertos.



CLAUSURA DEL CURSO DE CAPATAZ DE CAMPO VIAL

Este año, el día 12 de febrero se llevó a cabo la clausura del Curso de Capataz de Campo Vial, el mismo fue organizado y desarrollado por el Laboratorio de Ingeniería del Centro de Tecnología Apropiada.

La finalidad del curso fue formar al personal técnico y operativo en el desarrollo de conocimiento, habilidades y destrezas para desempeñarse como técnico-capataz vial.

Inició a finales del mes de octubre del año 2015 finalizando en diciembre del mismo año. Fueron 15 semanas (viernes y sábados) y la carga horaria fue de 208 horas en las instalaciones de la Facultad de Ciencias y Tecnología.



40 alumnos (participantes) egresaron satisfactoriamente. Los docentes que tuvieron a su cargo el desarrollo de las lecciones, pertenecen al equipo del CyT, asociados y reconocidos exponentes de la ingeniería vial en el Paraguay.





INVESTIGACIÓN

 **SUMARIO**

AVANCES
DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



PROYECTO MEJOR MDD - 14-INV-056

“Mejorando el proceso de desarrollo de software: propuesta basada en el Desarrollo Dirigido por Modelos” (Mejor MDD), es el nombre del proyecto de investigación que están ejecutando el Departamento de Electrónica e Informática (DEI) de la Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción" en conjunto con el Centro de Investigación en Métodos de Producción de Software (PROS) de la Universidad Politécnica de Valencia, España. El mismo es financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del Programa Paraguayo para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (PROCIENCIA).

El Desarrollo Dirigido por Modelos (Model Driven Development - MDD) es un paradigma para el desarrollo de software en el que los modelos constituyen el elemento principal del proceso de desarrollo. La idea básica consiste en modelar una aplicación y luego generar (semi) automáticamente el código a partir de los modelos.

La ejecución de Mejor MDD inició en octubre, 2015. Hasta la fecha cuentan con dos trabajos relacionados al proyecto que han sido aceptados para ser publicados y presentados en una revista y en una conferencia, respectivamente.

Por una parte el artículo denominado "A navigational role-centric model oriented Web approach - MoWebA", cuyos autores son Magalí González, Luca Cernuzzi, y Oscar Pastor, será publicado en la revista International Journal of Web Engineering and Technology en el primer semestre de 2016.

El artículo denominado "Una Propuesta Basada en Model Driven Architecture para el Soporte de Rich Internet Applications", cuyos autores son Iván López, Magalí González, Nathalie Aquino y Luca Cernuzzi, ha sido aceptado para ser presentado en el XIX Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Software (CIbSE 2016), que se llevará a cabo del 27 al 29 de abril en Quito, Ecuador.

El material será publicado en las actas del congreso. Cabe destacar que CIbSE es la principal conferencia relacionada a Ingeniería de Software en Iberoamérica. Su objetivo es promocionar la investigación e innovación en el área de Ingeniería de Software en el contexto de Iberoamérica, tanto en la academia como en la industria. Para ello, CIbSE ofrece un foro de debate sobre trabajos de innovación en el desarrollo de software.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

**A SER DESARROLLADOS POR LA FCyT EN EL
MARCO DEL ACUERDO CONACYT-PROCIENCIA/
UNIVERSIDAD CATÓLICA NUESTRA SEÑORA DE
LA ASUNCIÓN**



.....> **TÍTULO DEL PROYECTO:**

Señalización de puntos críticos y propuesta de desvíos alternativos como medida de mitigación sostenible a impactos por eventos hidrometeorológicos severos

.....> **RESPONSABLE TÉCNICO:** Ing. Dipak Kumar

.....> **EJECUCIÓN:** Mayo 2016 a Julio de 2017



Resumen

El Paraguay se encuentra en una región favorecida por tormentas intensas que producen volúmenes extraordinarios de lluvias, asociados a eventos fuertes, descargas eléctricas y eventualmente granizos, especialmente durante la primavera y el otoño. Son bien conocidos los efectos negativos en zonas urbanas por precipitaciones intensas debido a deficiencias en lo relacionado al creciente grado de urbanización, entre otros factores. Además los indicadores sociales no dejan dudas con respecto a la inadecuación de los criterios de gestión y de las practicas sociales dominantes para mitigar los impactos económicos durante lluvias importantes. En un estudio desarrollado desde el año 2012 (culminado en el 2014) por el Centro de Tecnología Apropriada (CTA) de la UCA denominado "Puntos

Críticos y Medidas de Mitigación para Inundaciones Urbanas de Asunción" se identificaron 84 puntos críticos en la ciudad de Asunción, con esta nueva propuesta (continuidad y complementariedad de la ya iniciada en el 2012) se pretende contribuir con medidas de mitigación de tipo correctiva consistente en el estudio de estos puntos críticos, estableciendo un ranking de los 25 puntos más críticos a través del relevamiento de 42 de los 84 puntos críticos que se consideren de mayor interés o urgencia según criterios técnicos y sociodemográficos, en esos 25 puntos más críticos se instalaran señaléticas acorde a las normas viales.

El objetivo principal de esta iniciativa es la señalización vertical de los puntos más críticos a inundaciones urbanas de la ciudad de Asunción en orden del grado de afectación a la comunidad y a la elaboración de una propuesta de desvíos alternativos para los puntos críticos señalizados como medida sostenible para disminuir los efectos provocados por las inundaciones urbanas fortaleciendo la capacidad de respuesta a nivel comunitario.

Los objetivos específicos comprenden los siguientes;

- Análisis y elaboración de un ranking de 25 puntos críticos con mayor grado de afectación a la comunidad a partir de los 84 que fueron identificados en el trabajo denominado Puntos Críticos y Medidas de Mitigación para Inundaciones Urbanas de Asunción (trabajo de grado del CTA-UCA).
- Análisis, trabajo de campo para identificación de requerimientos y elaboración de propuestas de desvíos alternativos para los puntos críticos del ranking.



- Acciones de publicación y cobertura de los medios para divulgar, capacitar y socializar tanto la señalización de puntos críticos y desvíos implementados como resultados del proyecto.

Los resultados que se esperan de esta intervención son; ranking de los 25 puntos más críticos a inundaciones en zonas urbanas. Propuestas de desvíos alternativos para los puntos críticos del ranking. Instalación de señalética en los 25 puntos más críticos. Elaboración e implementación de una estrategia de comunicación y trabajo interinstitucional en el municipio de Asunción para el fortalecimiento de la capacidad de respuesta a las inundaciones que afectan a las zonas urbanas.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN**

Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT)

Campus "Santa Librada"

Tte. Cantaluppi esq. G. Molinas, Barrio Santa Ana

Tel.: 595 21 310.071

Fax : 595 21 311.820

revistacyt@uca.edu.py - tgamarra@icloud.com

<http://www.cyt.uc.edu.py>

