

REVISTA

N° 5

Julio 2017 - Diciembre 2017


Giicma

ISSN 2591-6602

GIICMA UTN FRCon

**Giicma - CIENCIA, INVESTIGACIÓN,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**



Rector: Ing. Héctor C. BROTTTO

Secretario de Ciencia y Tecnología y Posgrado: Dr. Walter E. LEGNANI

Secretario Académico : Ing. Rudy O. GREETHER

Decano: Ing. José Jorge PENCO

Secretaria de Ciencia, Tecnología y Posgrado: Ing. Nidia G. AZZARETTI

Secretario Académico: Ing. Fabián Andrés AVID

Director del GIICMA: Prof. Jorge D. SOTA

Enero 2017 - Junio 2017

REVISTA

Nº 5



Sumario

Sistema integrado de transporte urbano e interurbano (S.I.T.U.I.C) en la ciudad de Concordia, Entre Ríos. Etapa I.

Integrated system of urban and interurban transportation S.I.T.U.I.C) in the city of Concordia, Entre Ríos. Stage I.

Caballero Cristian G., Lugones Marcela L., Maffei José M., Tonello María S., Waldbillig Juan E. - GliCMA

7

XIX Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano "Nuevas tecnologías, eficiencia y sustentabilidad en el transporte para beneficio de las ciudades"

Monitoreo de material particulado y desarrollo de instrumental, caso de estudio ciudades de Concordia - Los Charruas y zonas aledañas, Entre Ríos.

Monitoring of particulate matter and instrument development, case study of Concordia cities - Los Charruas and surrounding areas, Entre Ríos.

Chury Mario R. H., Sota Jorge D., Wendler Darío M. - GliCMA

13

VI Congreso Bianual PROIMCA, IV Congreso Bianual PRODECA. 6, 7 y 8 de septiembre de 2017. Bahía Blanca. Argentina.

Determinación de parámetros hidrogeomorfológicos de la cuenca del arroyo palmar aplicando técnicas de teledetección

Determination of hydrogeomorphological parameters of the Palmar creek basin using remote sensing techniques

Machado, Patricio; Silva Busso, Adrian; Chury, Mario R.; Salari, Agustin; Ojeda, Cristian - GliCMA

19

PROIMCA - PRODECA 2017

DIRECCIÓN DE LA REVISTA: Salta 277 Concordia Entre Ríos/República Argentina

Director: Prof. Jorge D. Sota

Secretaría General: Becaría Andrea S. Pereyra

Secretario Académica: Ing. Luis P. Traversa

Comité Académico: Ing. Fabián A. Avid, Ing. Nidia Azzaretti, Ing. Luis Benedetto, Arq. Mari A Bruno, Dr. Adrián Silva Buzzo, Ing. Mario Chury, Ing. Alejandro C. García, Ing. Gustavo Larenze, Cont. Marcela L. Lugones, Agrim. Patricio Machado, Ing. Luis Miranda, Ing. Oscar D. Rico, Ing. Carlos O. Vercesi

Los artículos son publicados con la sola responsabilidad de los autores. La Dirección no se solidariza con las opiniones vertidas en los mismos. Los artículos pueden reproducirse total o parcialmente citando la fuente. Registro Nacional de la Propiedad Intelectual Nº 249.362

El **GRUPO GIICMA** fue reconocido el 26 de Agosto de 2010 como Grupo UTN; mediante Resolución N° 794 del Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional. Habiendo cumplido los seis años de existencia.

Desde sus orígenes como Grupo de Investigación de la FR Concordia, las actividades estuvieron focalizadas en aspectos vinculados con la durabilidad del hormigón, contando para su desarrollo con la infraestructura del Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la mencionada Institución.

En este contexto, las líneas de investigación donde inicialmente se ha desarrollado la mayor capacitación es la caracterización de los agregados pétreos regionales para la elaboración de hormigones. Los materiales comprenden, tanto los agregados aluvionales constituidos por gravas y arenas de las cuencas de los ríos Paraná, Uruguay y Gualaguay, como los triturados basálticos de las provincias mesopotámicas.

El equipamiento actualizado y la precisión interlaboratorio lograda han permitido a este Laboratorio posicionarse como centro regional de consulta para la realización de los ensayos de reactividad álcali-agregado mediante el método acelerado de la barra de mortero, Norma IRAM N° 1674. El equipamiento adquirido y el continuo entrenamiento del personal y becarios del laboratorio permitieron incorporar las metodologías de ensayo correspondientes a la variante Australiana RTA363 del ensayo acelerado de la barra de mortero y el ensayo del prisma de hormigón correspondiente al procedimiento RILEM TC 191-ARP-03, incorporado como anexo de la Norma IRAM 1700-.

A los fines de verificar el desempeño del laboratorio de Tecnología del Hormigón de la Facultad Regional Concordia, se efectuaron estudios interlaboratorio conjuntamente con el LEMIT, ICPA y el INTI, con el objetivo principal de asegurar la calidad de los resultados obtenidos. Como objetivo secundario de esta metodología se logró ajustar los protocolos de operación, manejo, registro y análisis de muestras con un interés futuro en la acreditación del ensayo acelerado de la barra de mortero Norma IRAM 1674, estando en este momento con el ejercicio de la documentación.

Por otra parte, se han ampliado los estudios de hormigones reciclados elaborados con canto rodado y basalto, para evaluar su aprovechamiento y establecer relaciones con la corrosión de armaduras y la durabilidad frente a la RAS contando en este momento con metodología y resultados como para usar estos hormigones reciclados como agregados en pavimentos.

En los últimos años, se iniciaron trabajos en líneas de investigación para el desarrollo de equipamientos de madurez en el hormigón para determinar su resistencia y medida de la presión de las expansiones dentro del hormigón, estando en este momento abocados a la redacción de un libro sobre este tema solicitado por una Editorial española. El objetivo principal de los proyectos desarrollados y en curso, abarcan determinar su reactividad potencial álcali-sílice, medir la madurez del hormigón, medir la presión interna de expansión de los hormigones por reacciones químicas o físicas en su masa.

Otra línea de investigación que ha tenido un notable desarrollo e impacto en el medio, es la vinculada con los sensores remotos mediante el procesamiento e interpretación de imágenes Landsat y Radar. Esta tecnología está siendo utilizada para determinar la evolución de la línea de costa en el Embalse de Salto Grande como consecuencia de los procesos de erosión. También se está aplicando en la elaboración de mapas topoclimáticos para la evaluación de sitios con riesgo de heladas, mediante la utilización de sensores térmicos de los satélites Landsat y Modis.

Se han ampliado los estudios en el último año en las áreas de Hidrología, Geología Aplicada y Suelos, contando con la infraestructura del Laboratorio de Geotecnia de la Facultad. En el caso particular de suelos, se han sumado estudios de suelos viales modificados para su caracterización.

En el área de estructuras, se realizaron algunas experiencias trabajando en temas específicos como el

punzonado de placas con la transferencia académica del tema, y el uso de fibras sintéticas en el desarrollo de piezas premoldeadas.

Durante el año se consolidó en el grupo el área de Química Analítica, con el laboratorio de análisis de agua para uso en hormigones y determinación de cal útil vial en la corrección de suelos viales.

Con el Proyecto “Análisis de la infiltración de agua de lluvia en hormigones porosos” para el control en origen de inundaciones el grupo de Hidráulica integra una nueva área en el grupo GIICMA.

Durante el año se incorporaron como Áreas del GIICMA el grupo de Tránsito y Transporte de la Facultad y el grupo de las Cátedras Tecnología de los Materiales y Vías de Comunicación, Áreas Tránsito y Transporte y Área Materiales Asfálticos.

En el caso del Área Tránsito y Transporte participo con un trabajo original internacional y se incorporó al Organismo Universitario Latino americano.

El área de Patrimonio del GIICMA, desarrollo actividades relacionadas con los convenios con la Municipalidad de Concordia: 1) Circuito Turístico que incluya Patrimonio Histórico y Cultural, 2) Relevamiento catastral a editar en cuadernos de difusión, lo que hizo posible la participación en Congresos Internacionales.

Con la presentación del trabajo “Alkali-aggregate reaction in recycled concrete with aggregates qualified as reactivos by the ASTM C 1260 method” en el Congreso ICCAR 2017 en San Paulo, el GIICMA se colocó como referente nacional del estudio de la reacción álcali sílice.

Las actividades principales del año consistieron en la presencia de GIICMA con trabajos originales en Congresos Nacionales e Internacionales, y transferencias de los nuevos conocimientos y/o desarrollos a las cátedras afines.

En el año 2016 se consolidó la publicación de la Revista on line del grupo GIICMA: CITI (Grupo Investigación Ingeniería Civil, Materiales y Ambiente; Ciencia, Investigación, Tecnología e Innovación) y el primer número de 2017 llevara el registro internacional ISSN llegando al número cuatro conteniendo los trabajos de investigación del grupo publicado en los congresos internacionales en los que participaron sus integrantes, aguarda ya el número cinco, estando completo en su contenido.

El nombre de la Revista se ve consolidado por las actividades del grupo en su interdisciplina y en lo producido, que se manifiesta por el tipo y contenido de los trabajos publicados.

El avance nos obliga a mayor compromiso sabiendo que contamos con el apoyo de la Gestión del Rectorado y de la Facultad Regional como así también de organismos Nacionales con los que mantenemos convenios muy fructíferos y los locales que siempre estuvieron presentes.

De manera particular quiero hacer un sincero agradecimiento al Dr. Jose M. Cosentino (Primer Director del Grupo), por haber colocado la “piedra” simbólicamente hablando de este grupo que hoy crece como una “montaña” que merecen escalar todos los “gurises y gurisas” de la Regional Concordia en busca de conocimiento, que ellos también generaran con esfuerzo, dedicación y constancia.

**Prof. Jorge Daniel SOTA
DIRECTOR**

RUS



Org. "El Galpón"
**RIO URUGUAY
SEGUROS®**

SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE URBANO E INTERURBANO (S.I.T.U.I.C) EN LA CIUDAD DE CONCORDIA, ENTRE RÍOS. ETAPA I.

Caballero Cristian G.
Lugones Marcela L.
Maffeis José M.
Tonello María S.
Walldbillig Juan E.

GIICMA -UTN Universidad Tecnológica Nacional -Facultad Regional
Concordia, Concordia, E.R., ARGENTINA -giicma@frcon.utn.edu.ar

Resumen

El presente trabajo se refiere a la Etapa I – Recolección y análisis de datos para la determinación del estado actual del transporte público de colectivos y sus posibles soluciones”, correspondiente a un trabajo de investigación más amplio denominado “Sistema Integrado de Transporte Urbano e Interurbano en la ciudad de Concordia, Entre Ríos (S.I.T.U.I.C)”, llevado a cabo por el área de investigación en transportes (G.I.T) del Grupo de Investigación en Ingeniería Civil y Medio Ambiente (G.I.I.C.M.A) de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia.

Esta investigación tiene como objetivo encarar exclusivamente el transporte regular de pasajeros de corta y media distancia, el análisis de su demanda, su oferta y de esta forma poder establecer parámetros para lograr plantear una solución del tipo integral dentro del tránsito de la ciudad definida como la de mayor población de la cuenca del Río Uruguay.

El disparador ha sido la falta de soluciones integrales y de estudios analíticos y descriptivos que propongan dichas soluciones a la organización del tránsito y su distribución dentro de la urbe como parte de un todo. Dicha falta de un enfoque integral no se trata del resultado de un mero capricho, sino que se halla relacionado con la fuerza de la localidad en su propio esquema

de los sistemas de transporte, de esta forma la dispersión de análisis y estudios dan cuenta de una realidad que se circunscribe al entorno en el que estos se desarrollan y que, de manera involuntaria, conllevan, a juicio propio, el error de la generalización.

Palabras claves: concrete, alkali-silica reaction, recycled, durability.

Introduction

El presente estudio se puede decir, que se ha llevado a cabo, mencionando como referencia una serie de estudios basados en el análisis de datos de redes de transporte, Pérez Llabaca (2000) realiza un estudio -con un importante desarrollo metodológico- del flujo de pasajeros del transporte colectivo en la ciudad de Talca (Chile) a partir de modos de transporte motorizados (microbuses y taxis) y no motorizados (peatones), tomando como unidades de análisis a los distritos censales para describir la conectividad interna de la ciudad. Considerando algunos de los trabajos que se han realizado con aplicación de Sistemas de Información Geográfica, se puede mencionar a Aiello et al. (2001) quien comenta las experiencias de un equipo de trabajo abocado a la reestructuración del transporte urbano de pasajeros en la ciudad de Mar del Plata (Argentina), para lo cual se proponen

rediseñar el trazado de las líneas de colectivos; la información recopilada (referida a variables como flujo de transporte, ascenso/descenso de pasajeros, motivo y tiempo de viaje, distancia caminada) fue ingresada a una base de datos y luego georeferenciada a las fracciones y radios censales de dicha ciudad. La filosofía adoptada por las Redes Integradas de Transporte, se basa en líneas de ómnibus radiales que conducen desde la periferia al centro, vinculadas perfectamente entre sí y con otros medios (tranvía, remises, ferrocarril, entre otros) por líneas circulares en estaciones de intercambio (terminales de integración), que actúan como nodos de la red, cubriendo e interconectando a toda la ciudad. De forma general, se busca establecer aspectos que definan la operatoria del sector de transporte público, de modo tal que se puedan esquematizar los aspectos comunes y no comunes encontrados, en materia de su importancia económica, de los marcos regulatorios, de los organismos de regulación y control, del empleo generado y de la morfología del sistema en el que operan actualmente, y de esta forma poder establecer posibles soluciones que permitan diseñar un Sistema Integrado de Transporte Público, mediante el cual se induzca un modelo de crecimiento de la ciudad en función de la demanda de dicho medio, considerando como características fundamentales la prioridad del tránsito peatonal, estableciendo que el automóvil no es, ni debe ser más importante que los ciudadanos, brindando mayor valor a los mismos, no por estar en contra del uso del auto, sino mas bien por una cuestión lógica de cantidad que no permite establecer soluciones. Contrario a lo que sucede generalmente en la mayoría de las ciudades del país y del mundo, donde a las cuales se las prepara para responder a la demanda vehicular, en lugar de las personas, atendiendo al crecimiento del parque automotor y el incremento del uso del transporte personal, lo que resulta absurdo que sea más económico, confortable y rápido el viaje en automóvil que en el transporte público. De esta forma la ciudad se dirige a un grado de congestionamiento tal que resultaría inadmisibles para el tamaño de la misma, tendiendo como resultado una ciudad “imposible para el bienestar social” (en comparación con ciudades altamente congestionadas y de gran polución tales como Ciudad de México (México), Los Ángeles (Estados Unidos), Bogotá (Colombia), Madrid (España), Buenos Aires (Argentina), São Paulo (Brasil), entre

otras. De acuerdo a lo antes mencionado, teniendo una visión a futuro, se pretende incentivar la adopción de políticas públicas de transporte, que prioricen el mejoramiento del sistema de ómnibus, reduciendo el tiempo de espera de los usuarios, disminuyendo el uso de vehículos particulares, y del tránsito de los mismos en la zona céntrica, fomentando el uso de transportes sustentables (de a pie, bicicletas) y el uso de los espacios públicos, lo que permitirá la revalorización de los mismos.

De modo particular, dentro de la traza urbana se busca establecer los ejes principales que permitan reordenar el tránsito y el crecimiento de la ciudad, priorizando el transporte público, y el desarrollo a partir de dichos ejes, en virtud de la mayor oferta de uso de cada uno, de la urbanización y creación de áreas particulares (Centros comerciales, industriales). Como solución integral se plantea el uso de sistema de carriles exclusivos de ómnibus, lo cual está comprobado en las grandes metrópolis que mejoran la calidad del servicio, el tiempo de recorrido, frecuencias, etc., este aumento inducido de la tasa del transporte de ómnibus comparado con la cantidad de vehículos particulares existentes resultaría más que justo y necesario, como solución al problema del tráfico en Concordia y en cualquier otro lugar. Todas estas soluciones no resultarían efectivas sin el acompañamiento de otros sectores y/o ámbitos que por ejemplo regulen la antigüedad de los ómnibus y sus reglamentaciones, el desarrollo de zonas terminales de embarque y desembarque, carriles exclusivos de diferenciación de tránsitos, etc. Todo ello con el fin de atraer al servicio público, a aquellos automovilistas que no sientan necesario el uso del mismo y vean atractivo al transporte urbano. Todo esto se resume en una ecuación que pretende humanizar a las ciudades, en donde la calidad de vida es fundamental.

Como premisa fundamental se plantea entonces, porque no se puede andar de a pie si es el acto humano más natural, porque existen tantos accidentes, porque debemos aceptar tanta polución en la ciudad, todo ello no es necesario que suceda, es erróneo imaginar que ése es el precio a pagar por el progreso, somos nosotros quienes lo construimos, todos esos errores los cometimos y podemos repararlos, las políticas públicas no caen del cielo, surgen del pensamiento humano y de nuestras manos, razón fundamental y suficiente

para el desarrollo de un Sistema Integrado de Transporte Urbano y la creación de centros de investigación de estudio del transporte.

METODOLOGÍA APLICAR – ETAPAS DE ESTUDIO

Las etapas metodológicas consideradas para llevar a cabo el trabajo en su primera etapa son:

1. Búsqueda e identificación de las fuentes de información: Se trata de identificar y buscar las fuentes relevantes de información para cumplir con el objetivo propuesto. Información de carácter documental (brindada por organismos públicos), Plano del municipio de Concordia y su área metropolitana (brindado por la Dirección de Catastro de la ciudad), con el recorrido de las diferentes líneas de ómnibus (brindada por la Dirección de Transporte y/o tránsito), trabajo de campo que incluye visitas a diferentes organismos públicos y otras instituciones para la recolección de datos primarios.
2. Elaboración del marco teórico: La elaboración del marco teórico, permitirá contextualizar la temática abordada a fin de orientar sobre el modo en que se pretende llevar a cabo el trabajo, y que al mismo tiempo nos facilite interpretar los resultados obtenidos.
3. Selección de las variables: Las variables deben estar referidas a la frecuencia del servicio, capacidad y antigüedad de los vehículos, extensión de los recorridos (para cada línea), densidad de población, etc. También se intentará el cruce entre variables, por ejemplo entre densidad de población y recorrido de las líneas para analizar la relación existente, entre el recorrido de las líneas y los barrios, y entre el recorrido de las líneas y los centros de empleo, compras y recreación, entre otras.
4. Obtención y recopilación de la información gráfica, estadística, cartográfica y bibliográfica: Se incluye a organismos públicos y privados y empresas de interés. En esta etapa se identificarán, aquellos lugares más importantes que actúan como “generadores de movilidad” en la ciudad, tales como, escuelas,

hospitales/sanatorios, oficinas públicas, comercios, etc., y mediante un trabajo de campo se obtendrá información, referida a la población que trabaja en las distintas instituciones u organismos públicos, y de ser posible, la concurrencia diaria que tienen (empleados + población flotante).

5. Tratamiento estadístico de los datos: Normalización de la información; Elaboración de gráficos circulares comparando la cantidad de vehículos que tienen cada una de las líneas; Cálculo del porcentaje de población servida; Construcción de tablas comparativas y demostrativas: parques móviles, características de los vehículos, pasajeros transportados, etc.
6. Representación gráfica y cartográfica con ayuda de Sistemas de Información Geográfica (SIG): Se procederá a Geocodificar aquellos puntos estratégicos donde la población debe acudir, empleando en muchas ocasiones el transporte público. Una vez obtenida la información cuantitativa, específicamente referida a la población que acude a cada uno de los puntos estratégicos, y con la ayuda de un SIG se clasificará automáticamente los elementos según los valores del campo. Posteriormente se construirán, para las diferentes clases, una serie de círculos proporcionales que indiquen la cantidad aproximada de población que concurre en determinadas horas del día a esos lugares, lo cual representaría la demanda potencial de usuarios de transporte público. Se realizará la Digitalización del recorrido que efectúan las diferentes líneas de transporte correspondientes al municipio. Además, en este paso, se agregará otra información de las diferentes líneas, como ser: el nombre de la empresa, el/los propietarios, la cantidad de unidades con que cuenta, la frecuencia en el recorrido, etc. Se elaborará una Cartografía donde se aprecie la distribución espacial de los recorridos, el grado de cobertura, la interconexión barrial, etc.
7. Análisis de los datos recopilados y representados: Se analizará detenidamente que alguna de las líneas de colectivos pase los más próximo posible a los sitios que generan movilidad, para poder cubrir de esa forma la

demanda de los diferentes usuarios y analizar la red de transporte, lo utilizaremos en este caso para descubrir la ruta más óptima para viajar en ómnibus. Debido a que es posible simular el movimiento de personas y recursos sobre una red. Se calculara la ruta o el camino más corto; y en unidades de tiempo, para calcular la ruta o camino más óptimo, para ello se deberá tener en cuenta la velocidad de desplazamiento por cada arco y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

8. Presentación de los resultados obtenidos: y arribo de una síntesis descriptiva y explicativa, incluida también en el informe final, donde además se expondrán las correlaciones más relevantes, debidamente sustentadas por el marco teórico.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los datos analizados hasta el momento en los últimos 10 años la ciudad de Concordia, Entre Ríos, se puede evidenciar un significativo crecimiento de su población y en consecuencia una marcada y constante expansión de su área urbana, como así también de su parque automotor, lo que genera la concentración de las actividades educativas, administrativas, financieras, comerciales, de servicios públicos y privados, fundamentalmente en el área céntrica y en contraposición a ello la generación de urbanizaciones tipo “satélite” aisladas de la ciudad.

En lo que respecta al transporte público y urbano de colectivos de la ciudad, se ha observado una escasa intervención del Estado ya sea en planeamiento, infraestructura, equipamiento, inversiones, entre otras cosas, lo que ha determinado un deterioro de dicho sistema y como consecuencia inmediata la pérdida de usuarios y la confianza como medio de transporte, eligiendo por sobre éste otros tipos de movilidad, especialmente privados.

Todo ello se resume en la disociación entre los puntos de origen y destino de los viajes que la población realiza. Esta alteración de los trayectos cotidianos implica mayores costos y un aumento de los tiempos de desplazamientos.

Toda esta problemática que se pretende abordar

mediante la metodología antes presentada, la cual ya ha sido realizada y experimentada, por lo que se tomó como guía del presente trabajo, la que se considera logrará proporcionar la información necesaria y relevante acerca de la población que utiliza el transporte de colectivos y las áreas en donde se concentran los usuarios potenciales y no potenciales, pero que pueden en un futuro ser atraídos; información técnica como la frecuencia de los recorridos, los tiempos de viaje, velocidades, cantidad de pasajeros, calidad del servicio, tipo de usuarios, etc.

Todo esto no resultaría efectivo sin el acompañamiento de otros sectores y/o ámbitos, que regulen la antigüedad de los ómnibus y sus reglamentaciones, el desarrollo de zonas terminales de embarque y desembarque, carriles exclusivos de diferenciación de tránsitos, entre otras. Todo ello con el fin de atraer al servicio público, a aquellos automovilistas que no sientan necesario el uso del mismo y vean atractivo al transporte urbano.

A pesar que en la práctica es corriente adoptar experiencias externas y tratar de adaptarlas a nuestra región en algunos casos resultan en cierta medida satisfactorias, no siempre se da de esta forma, y hasta surge la tendencia de convencionalizarlos, hoy en día es muy complejo llevar a cabo un estudio serio y riguroso en materia de transporte urbano en la Región del Mercosur, ya sea por sus costos elevados y las diferencias en materia de tecnología e infraestructura en comparación con los países europeos, y en especial por su relativa baja accesibilidad.

Ante esta realidad, el ámbito académico no permanece ajeno, por lo que resulta necesario para toda la comunidad universitaria y particularmente para la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concordia, el lograr la introducción de sus estudiantes en estos nuevos temas que, en un futuro próximo, formarán parte de la currícula cotidiana de sus carreras profesionales. Contando para ello y en vistas a este futuro, con la inserción de los alumnos en sectores donde estos temas sean tratados con la naturalidad de un sistema constructivo y de planificación en plena vigencia, bajo costos menores y mayor accesibilidad, y no como un hecho extraordinario y de aplicación relativamente lejana.

>> La Gestión de la Movilidad Urbana Sustentable, supone para la ingeniería civil un cambio de paradigma respecto a la idea convencional y tradicional de desarrollar las ciudades para atender una demanda vehicular, lo que condujo a altos niveles de contaminación y deterioro de la calidad de vida en las ciudades. De esta forma con la revalorización de la idea de que las ciudades deben ser pensadas para las personas y a la existencia de nuevas tecnologías en materia de energía y transporte, se genera una vinculación más fuerte entre la “movilidad, el transporte y la sustentabilidad”, forjada en base a políticas de transporte planteadas con un criterio ecológico y a largo plazo.

REFERENCIAS

- 1.- Pérez Llabaca, Girlain. (2000). Geografía del Transporte, metodología del flujo de transporte en la movilización colectiva. Caso de la ciudad de Talca. 8 páginas.
- 2.- Aiello et al. (2001). Reestructuración del Transporte Urbano de Pasajeros en la Ciudad de Mar del Plata y el GIS. Universidad Nacional de Mar del Plata. <http://www.datarq.fadu.uba.ar/cao/seminario/La%20reestructuracion%20del%20transporte/transporte.html>
- 4.- Bonfanti Fernando A., Cardozo Osvaldo D., Parras Alejandro M. (2006). Metodología de Análisis del Transporte Público de Pasajeros con sistemas de información geográfica (SIG). Resumen S-049. Universidad Nacional del Nordeste. Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.
- 5.- Bonfanti Fernando A., Cardozo Osvaldo D., Parras Alejandro M. (2006). Los sistemas de información geográfica y la planificación del transporte público. Aplicaciones en la ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina). Resumen S-050. Universidad Nacional del Nordeste. Instituto de Geografía, Facultad de Humanidades. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.



LABORATORIO DE ENTRENAMIENTO MULTIDISCIPLINARIO PARA LA INVESTIGACION TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA DEL HORMIGON

- Estudio de materiales y componentes del hormigón armado
- Estudio de hormigones convencionales y especiales
- Durabilidad de agregados y de hormigones en distintos ambientes
- Métodos no destructivos
- Elaboración de especificaciones técnicas para obras civiles
- Evaluación de estructuras construidas afectadas por patologías
- Corrosión de armaduras



Investigación y desarrollos tecnológicos

Capacitación RRHH

Servicios Tecnológicos a terceros

52 e/121 y 122 - La Plata - Buenos Aires - Argentina

Tel.: (0221) 4831141/44

www.lemnit.gov.ar

MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO Y DESARROLLO DE INSTRUMENTAL, CASO DE ESTUDIO CIUDADES DE CONCORDIA - LOS CHARRUAS Y ZONAS ALEDAÑAS, ER.

Chury Mario R. H.
Sota Jorge D.
Wendler Darío M

GIICMA -UTN Universidad Tecnológica Nacional -Facultad Regional
Concordia, Concordia, E.R., ARGENTINA - mrhchury@frcon.utn.edu.ar

Resumen

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la alta carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma, producto de la contaminación del aire, representa un importante riesgo medioambiental para la salud en todo el mundo. Para su control se han establecido parámetros de concentraciones máximas de material particulado en el aire, ozono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. La monitorización continua del material particulado (PM) es una herramienta útil que permite identificar a los generadores de dicha contaminación permitiendo realizar acciones correctivas para reducir su valor. Este trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Concordia, provincia de Entre Ríos, donde se ubicaron equipos registradores de material particulado, diseñados en nuestro laboratorio e instalados en lugares con distintas posibilidades de contaminación a fin de conocer los valores y distribución de los contaminantes presentes. Los resultados obtenidos indican que, si bien el tipo de zona controlada incide en los contenidos, estos pueden ser ajustados con variables fáciles de implementar en poco tiempo y a costos razonables.

Palabras claves: Contaminación del aire, Material particulado, Monitorización continua.

Introduction

La problemática ambiental en el mundo, en cuanto a contaminación atmosférica refiere, se ha extendido en este último tiempo, preocupando a investigadores de diversas ramas relacionadas en la búsqueda de soluciones.

La OMS considera riesgosas las altas concentraciones de PM₁₀, que son partículas de tamaño menor a los diez micrómetros (10 μm). Estas partículas pueden provenir de distintas fuentes, como por ejemplo la combustión automotriz, algunas industrias y el levantamiento de polvo en calles no pavimentadas debido al pasaje de vehículos.

Una de las formas de determinar estas concentraciones es mediante la medición de la calidad del aire con equipos que registran la cantidad de partículas de este tamaño por unidad de volumen. La medición de concentración de PM₁₀ proveniente de un único sitio de monitoreo, no puede ser precisamente representativa de la concentración de las partículas distribuidas en sus alrededores. Para obtener concentraciones precisas con una resolución de calidad aceptable, es necesaria una alta densidad de sitios de medición, y el costo asociado con instrumentos convencionales es impráctico. A causa que este condicionamiento y que los costos de adquisición de

estos sistemas son onerosos para los presupuestos disponibles en el ámbito de la universidad o del grupo de investigación, el diseño y desarrollo del mismo resulta una alternativa más atractiva y alcanzable para esta investigación, por lo que se siguió dicho camino. Además, se pretende generar un conocimiento propio en el desarrollo de equipos para esta línea de investigación.

En base a ello, se han realizado mediciones en distintos puntos de la Ciudad de Concordia, en la Ciudad de Los Charrúas y en zonas rurales ubicadas a ciertas distancias de esta última, con el fin de comparar la variación de concentraciones. Ambas localidades pertenecen a la Provincia de Entre Ríos, Argentina.

En definitiva, el propósito del presente trabajo es mostrar las mediciones de calidad del aire que se realizaron en diferentes puntos, con el fin de estudiar si estos puntos son o no adecuados para el desarrollo de la vida humana.

METODOLOGÍA

Desarrollo del equipo

El equipo desarrollado, consiste en un sensor de la firma SHARP modelo GP2Y1010AU0F (Figura 1) que trabaja por el principio de reflexión de la luz, el cual es también utilizado en muchos equipos sofisticados. El fotodiodo emite un haz de luz en el interior de la cavidad de medición, y un fototransistor captura la luz reflejada. Cuando las partículas entran en la cavidad de medición y dispersa la luz reflejada, el voltaje sobre el fototransistor cambia porque la luz es bloqueada por la partícula. En la (Figura 2) se puede apreciar la respuesta de salida en voltaje en función de la densidad de polvo para este sensor.

La operación de este sensor requiere pulsos de entrada para la excitación del fotodiodo y la detección de la respuesta del fototransistor a intervalos regulares. Por lo tanto, es necesario conectar el sensor a un microcontrolador (Figura 3).

Para realizar la lectura y captura de los datos del sensor de una manera sencilla, se utilizó una plataforma Arduino Uno. Esta está basada en un microcontrolador ATmega328P que tiene 14

pinos de entrada/ salida, 6 entradas análogas, un cristal de 16MHz y una conexión USB. El programa de medición habilita apropiadamente el uso del sensor y envía cada 5 minutos vía USB los datos a un terminal propio de esta plataforma, que luego pueden descargarse a un archivo Excel. En la (Figura 4) se puede observar el prototipo desarrollado.

Los esfuerzos se concentraron en medir en dos puntos distanciados aproximadamente unos 200 m en línea recta, ambos emplazados dentro de la planta urbana de la ciudad. Los dos puntos de medición cuentan con el mismo grado de urbanización, pudiéndose tomar igual la rugosidad del terreno de la zona circundante a ambos puntos, siendo la misma de magnitud media. A continuación, se muestra una imagen satelital del sitio (Figura 5).

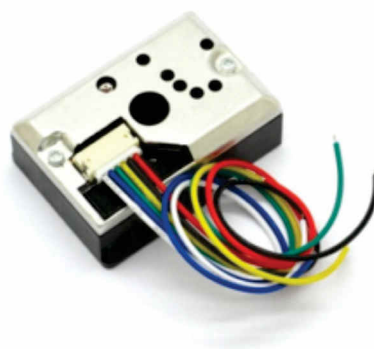


Figure 1. Sensor.

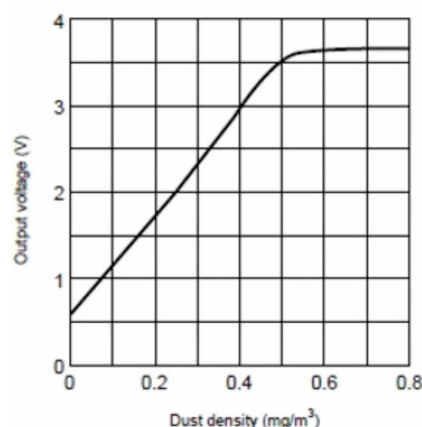


Figure 2. Curva Respuesta en salida de voltaje vs. Densidad de polvo.

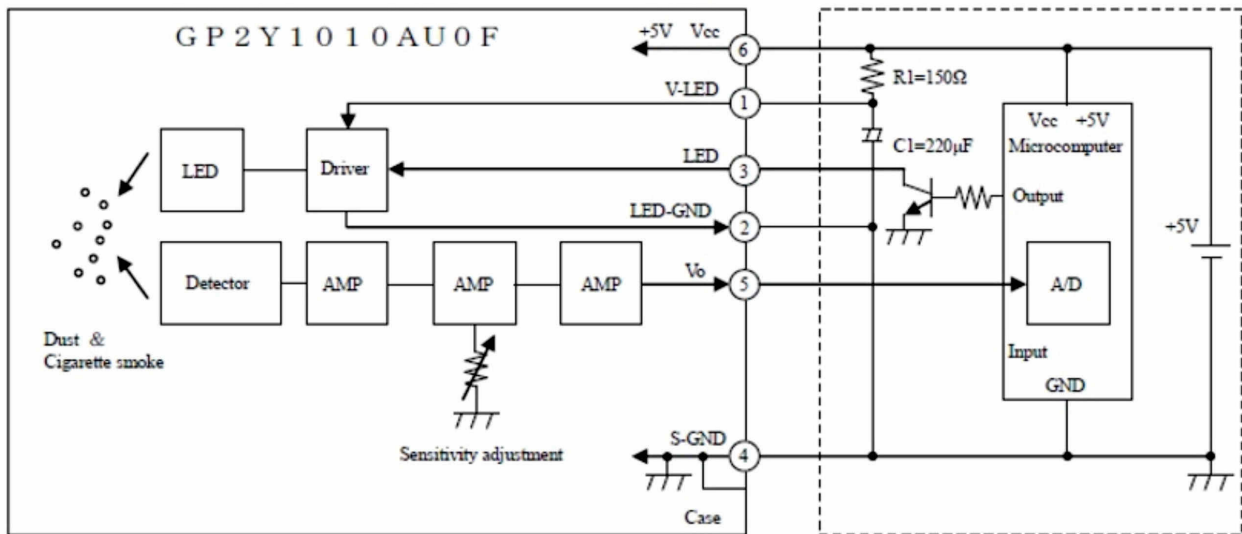


Figure 3. Esquema del sensor y el microcontrolador.



Figure 4. Prototipo desarrollado.



Figure 5. Imagen satelital del sitio de medición. Se observan los puntos de medición.

Descripción de los puntos de medición:

- Punto 1: este punto de medición tiene como características principales la cercanía de una calle de tierra con un volumen de transito medio. Se puede decir, que el material de conformación de la calzada alienta la producción de polvo, o sea, de material particulado, mientras que el volumen de transito aporta en forma moderada a dicha producción.

Respecto a la topografía, se la puede considerar llana con un nivel medio de rugosidad dado por las edificaciones presentes.

- Punto 2: la medición en este punto se vio afectada, principalmente, por las características del pavimento circundante y del volumen de transito que por él

circula. La calzada del pavimento es de hormigón asfáltico, lo cual no produce levantamiento de polvo, y el volumen de tránsito es alto, lo que colabora en forma considerable con la emisión de material particulado a la atmósfera.

La topografía se puede considerar idéntica a la del Punto 1.

Intervalos de medición para Concordia:

Los intervalos de mediciones para los puntos fueron los siguientes:

- Punto 1 : 24 horas
- Punto 2 : 24 horas

Como la cantidad de horas de medición son iguales, la cantidad de registros también lo será. Luego, se compararan los promedios, para estos tiempos de medición, entre ambos puntos.

Mediciones en la Ciudad de Los Charrúas y zonas rurales próximas.

Estas mediciones se realizaron en un punto dentro de la planta urbana del pueblo y en dos regiones ubicadas a unos cinco (5) y diez (10) kilómetros de la misma, las cuales no cuentan con ningún grado de urbanización. Esto lo muestra la (Figura 6).

Descripción de los puntos de medición:

- Punto 1 - Planta Urbana de Los Charrúas: en ella se encuentran diversas industrias productoras de PM₁₀, siendo las más representativas de las emisiones las instalaciones de dos molinos arroceros, los cuales trabajan, en su producción de arroz, durante todo el año en manera continua, emitiendo estos contaminantes de manera permanente a la atmósfera que circunda el pueblo. También, una parte de las emisiones provienen del parque automotor del pueblo, pero en menor proporción que las fuentes mencionadas anteriormente. La altura promedio de las edificaciones no sobrepasan los ocho (8) metros, dando un tipo de rugosidad media al terreno. Esto influirá en el perfil de velocidades del viento, teniendo impacto directo sobre las concentraciones de contaminantes medidas.
- Punto 2 - Zona rural a 5 km de la planta urbana: al ser una zona rural, el aspecto más relevante a mencionar

es el follaje, ya que es un factor que influye directamente sobre la posibilidad de que se generen corrientes de aire que arrastren contaminantes. En particular, este punto de medición cuenta con muy poca vegetación de altura, por lo que se observaron suficientes corrientes de aire durante la medición. Para ser más precisos en la descripción, el punto de medición se encontraba a campo prácticamente abierto, con la existencia de algunos árboles cuya densidad era propicia para la medición.

- Punto 3 - Zona rural a 10 km de la planta urbana: en este punto de medición se encuentra una gran cantidad de cortinas de árboles alrededor, de diversas especies, evitando la entrada continua de flujo de aire al punto, no colaborando de manera efectiva al transporte de contaminantes.



Figure 6. Imagen satelital del sitio donde se encuentran localizados los puntos de medición.

Intervalos de medición para Los Charrúas

Los intervalos de mediciones para los puntos fueron los siguientes:

- Punto 1 : 24 horas
- Punto 2 : 1 hora
- Punto 3: 24 horas

Las mediciones en los puntos 1 y 2 realizados en Concordia y en los puntos 1 y 3 en Los Charrúas, fueron más extensas debido a que se contó con un lugar físico apropiado para resguardar el equipo de medición y el ordenador durante ese lapso de tiempo.

Sin embargo, para presentar datos comparables, es que se

opta por cotejar los promedios horarios de cada una de las mediciones a la hora que se ha realizado la medición en el punto 2 en Los Charrúas, denominada hora de referencia. Esta hora fue desde 11:35 AM a 12:35 PM. Se calculará su promedio aritmético y se hará lo mismo en los restantes puntos de medición para ambas ciudades. Además, se presentaran los promedios para 24 hs para todos los puntos, y se compararan con el promedio de la hora de referencia.

La justificación de la elección de esta hora, radica en uno de los factores más importantes que hacen a la estabilidad atmosférica: la radiación solar. Si la misma es alta, entonces habrá mayor inestabilidad atmosférica, favoreciendo el transporte de contaminantes. Cabe mencionar que la estabilidad atmosférica es, en forma resumida, el grado de dispersión y turbulencia de la masa de aire. Consecuentemente, se considero que este rango horario se correspondía estadísticamente con el mayor nivel de radiación que recibe la atmosfera durante el día.

Resultados

Se resolvió presentar los resultados en forma separada por ciudad, para proporcionar una visión clara de la situación en cada una. Luego, se comparan los resultados entre ellas.

Se muestran los promedios para 24 hs y para la hora de referencia definida con anterioridad.

Los resultados fueron los siguientes:

Ciudad de Concordia:

- Punto 1:
Promedio para la hora de referencia: 55,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Promedio para 24 hs: 50,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Punto 2:
Promedio para la hora de referencia: 82,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Promedio para 24 hs: 86,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ciudad de Los Charrúas:

- Punto 1:
Promedio para la hora de referencia: 60,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Promedio para 24 hs: 58,90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Punto 2:
Promedio para la hora de referencia: 46,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Punto 3:
Promedio para la hora de referencia: 0,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Promedio para 24 hs: 0,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Los datos promedios de las variables meteorológicas influyentes en la estabilidad atmosférica, medidas según las posibilidades, se muestran en la (Tabla 1) para ambas localidades.

La forma de mostrar la variación de la concentración es mediante gráficos, lo que se hace desde la (Figura 7) a la (Figura 10).

**Concentración de PM10 para el Punto 1 -
24 hs - Promedio: 50,83 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)**

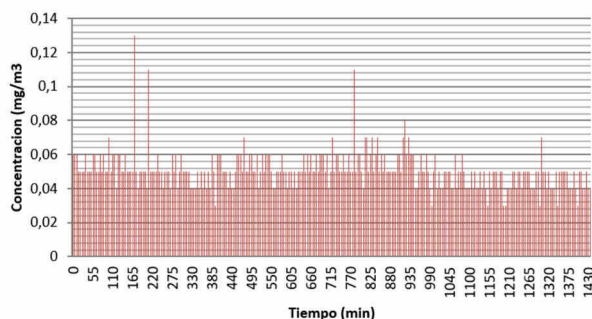


Figure 7. Medición en Punto 1 – Concordia .

CIUDAD	PUNTO	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)	VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/h)	DIRECCION DEL VIENTO PREDOMINANTE
CONCORDIA	1	19,56	84,08	4,83	SW
	2	13,18	64,33	11,12	WNW
LOS CHARRUAS	1	25,36	59,70	10,83	N
	2	22,72	49,50	7,77	NE
	3	22,90	71,86	7,45	NNE

Table 1: Valores promedio de las variables meteorológicas influyentes.

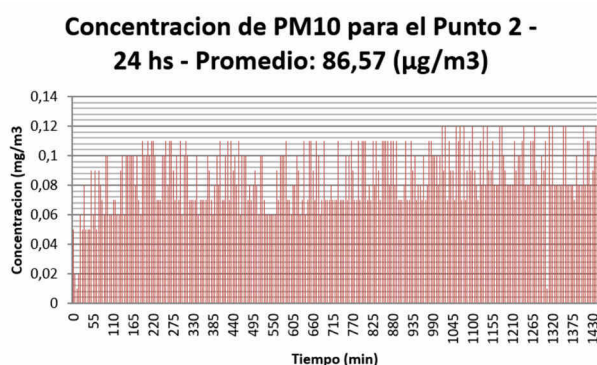


Figure 8. Medición en Punto 2 – Concordia.

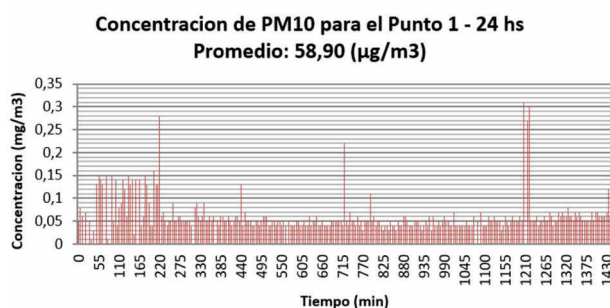


Figure 9. Medición en Punto 1 – Los Charrúas.

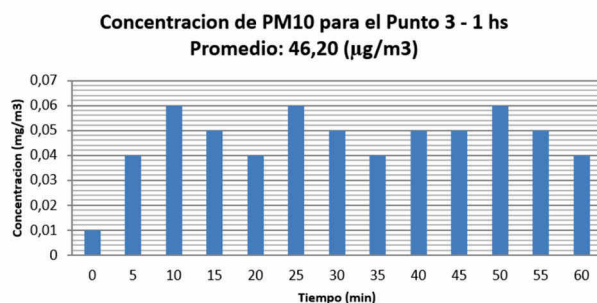


Figure 10. Medición en Punto 3 – Zona rural.

Ciudad	Punto	Concentraciones promedio (µg/m³)	
		Hora de referencia	24 hs
Concordia	1	55,38	50,83
	2	82,31	86,57
Los Charrúas	1	60,00	58,90
	2	46,20	-
	3	0,00	0,00

Table 2: Resumen de las mediciones realizadas.

Se observan todos los resultados en la (Tabla 2).

Conclusiones

- Las concentraciones promedio, tanto para la hora de referencia como para las 24 hs de medición, presentan grandes diferencias entre sí. El punto 2 es en el que se observan los mayores valores, los cuales se pueden adjudicar a su mayor caudal de tránsito y a la mayor velocidad de viento promedio respecto al punto 1. Esta última arrastra contaminantes provenientes de otras fuentes de emisión que se encuentren en correspondencia con su dirección promedio. Otro factor importante es el menor porcentaje de humedad que se presentó en el día de medición del punto 2, lo que no permite la aglomeración de las partículas en tamaños mayores a los 10 µm, por lo cual se registra un mayor número de PM10.
- Como puede observarse, para la ciudad de Los Charrúas, la concentración promedio para la hora de referencia, decae a medida que la medición se hace distante del Punto 1, que es el que mayor proporción de PM10 recibe por parte de las actividades económicas generadoras.
- En base a lo anterior, se puede inferir que la concentración promedio para 24 hs, tendrá el mismo comportamiento.
- Los datos meteorológicos medidos no presentan dispersiones considerables, excepto la humedad del Punto 3. Sin embargo, este dato no es el principal causante de las mediciones nulas en dicho punto, las cuales si se pueden atribuir a la gran cantidad de cortinas de árboles que lo rodeaban y que provocaban un efecto reparo para las corrientes de aire.
- El equipo de medición desarrollado ha mostrado un funcionamiento óptimo. Se lo usará para realizar futuras mediciones con el fin de establecer un panorama más abarcativo de las zonas de estudio, para luego poder tomar algún tipo de decisión si así se requiriera.

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROGEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA DEL ARROYO PALMAR APLICANDO TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN

Machado Patricio
Silva Busso Adrian
Chury Mario R.
Salari Agustin
Ojeda Cristian

GIICMA -UTN Universidad Tecnológica Nacional -Facultad Regional
Concordia, Concordia, E.R., ARGENTINA - machadop@frcon.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta el estudio hidrogeomorfológico de la cuenca del Arroyo Palmar, situado en el Parque Nacional El Palmar en la Provincia de Entre Ríos. Para el trabajo se emplearon técnicas de teledetección sobre imágenes del Satélite ALOS (del inglés Advanced Land Observing Satellite), que aporta un Modelo Digital de Elevación (MDE). Las aplicaciones de este enfoque basado en la captura de datos de imágenes satelitales incluyen la evaluación de todo el sistema hidrográfico y su sensibilidad al uso de la tierra o cambio climático. Como los patrones estacionales no presentan uniformidad es necesario estudiar la variación del ecosistema hídrico sometiéndolo a condiciones extremas para explicar cómo se retroalimenta la cuenca de acuerdo a su geomorfología. El cambio en las variables climáticas de la zona puede generar modificaciones en los procesos hidrológicos que pueden influir en el volumen de agua recibido y transportado por el arroyo modificando las condiciones ambientales. El balance de agua de la cuenca se puede analizar con el conocimiento detallado de la misma a través de sensores remotos que facilitan la planificación y gestión del agua en áreas ambientalmente protegidas.

Palabras claves: Teledetección, MDE, Satélite ALOS, Cuenca Hidrográfica, Áreas Protegidas.

Introduction

La información que brindan los datos que se obtienen a través de las Misiones Espaciales de Observación de la Tierra, se puede emplear con bastante precisión, en el estudio de los recursos naturales y en ellos, los hidrogeomorfológicos. Con éste trabajo se pretende demostrar la importancia del uso de sensores remotos para aislar y hacer las determinaciones morfométricas de la cuenca hidrográfica del Arroyo El Palmar. Antes de procesar éstos Modelos se requiere conocer su proyección geográfica y sistema de referencia utilizado para la incorporación de la coordenada z (altura) referida sobre el elipsoide (altura elipsoidal), o al geoide (altura sobre el nivel del mar), a su vez los MDE pueden representar vegetación, edificios y hechos culturales (Modelos de Superficie), o exclusivamente el terreno (Modelos de Terreno). Aquí nos ocuparemos de los segundos o sea los Modelos de Terreno ya que las mediciones para determinaciones sobre la cuenca hidrográfica deben realizarse sobre la superficie del terreno sin considerar la vegetación natural que registra el Área Protegida en estudio.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

La zona en estudio es el área protegida Parque Nacional El Palmar, situada en la República Argentina, provincia de Entre Ríos, a orillas del río Uruguay (Fig.1).

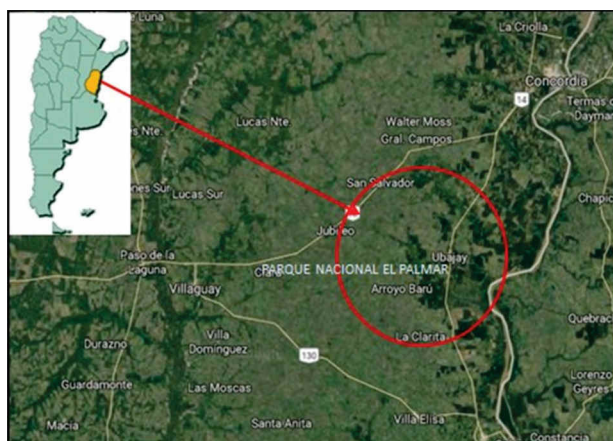


Figure 1. Ubicación de la zona en estudio.

Extracción de Modelo digital de Terreno (MDT)

Para la extracción del MDT se deben tener en cuenta los siguientes procesos:

- Adquisición de imágenes estereoscópicas.
- Normalizar las mismas para obtener imágenes epipolares.
- Calcular la paralaje de cada pixel con la superposición del par epipolar.
- Determinación de la coordenada z (altura) de cada pixel a partir de las paralajes calculadas y la información orbital de la imagen para generar el MDT.
- Geocodificación del MDT con puntos de control.

Sistema PRISM Panchromatic Remote Sensing Instrument fot Stereo Mapping, para la generación de Modelos Digitales de Terreno (MDT). Se compone de un radiómetro pancromático con tres sistemas ópticos independientes que permiten imágenes estereoscópicas. Para explicar la geometría del sistema se presenta la disposición del satélite Fig.2

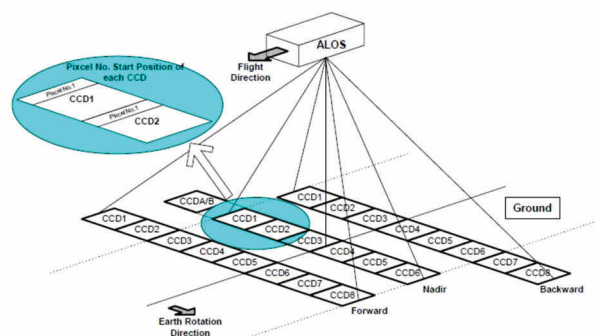


Figure 2. Sistema PRISM Observation Concept. ALOS Handbook.

Extracción de la información hidrológica

A continuación se presentan los pasos a seguir para el cálculo de la red de flujo a partir del MDT con la asistencia del ArcGis (ESRI), Fig.3.

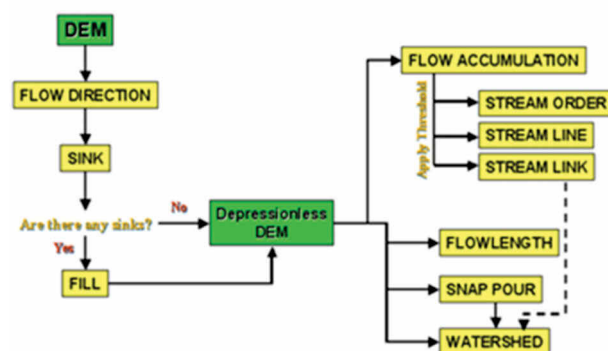


Figure 3. Diagrama de flujo. Información hidrológica.

Delimitación automática de la cuenca para hallar parámetros morfométricos

Secuencia informática del proceso para extraer la información hidrológica Fig.4.

- MDT-FILL Para que un MDT esté libre de sumideros se debe aplicar el comando FILL que rellena aquellos pixeles que puedan registrar una falta o imperfección de datos. La función que rellena requiere una superficie de entrada que es el nivel o punto donde se registra la superficie de llenado y un área de salida. La identificación de sumideros es un proceso iterativo porque cuando el sumidero es detectado, se procede a su llenado, sin

perjuicio que se desarrollen otros sumideros a raíz de esta primera acción, por lo tanto se realiza la operación otra vez hasta que la zona esté libre de sumideros.

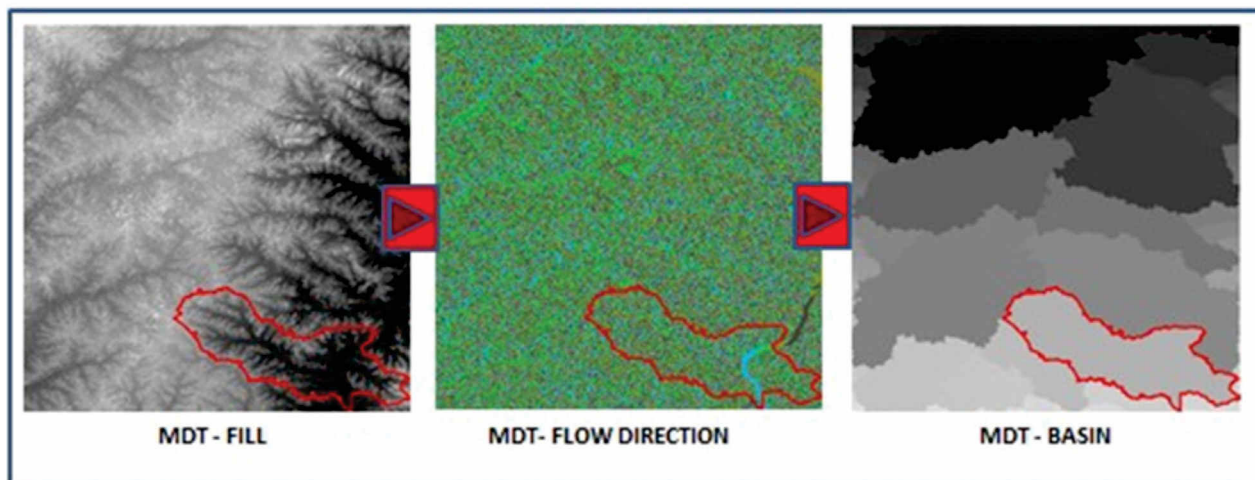


Figure 4. Secuencia informática del proceso.

- **MDT-FLOW DIRECTION** Aquí se origina un raster con la dirección de flujo desde cada pixel hacia el vecino más próximo que tiene pendiente más brusca. Este método se conoce como el modelo de 8 direcciones (8D) Fig.5.

La dirección de flujo está determinada por la dirección del descenso más empinado o la caída máxima de cada celda y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Maximun_drop} = \text{change_in_z_value} / \text{distance} * 100$$



Figure 5. Modelo de las 8 direcciones.

La distancia se calcula entre los centros de las celdas. Por lo tanto si el tamaño de las celdas es 1, la distancia entre dos celdas ortogonales es 1, y la distancia entre dos celdas diagonales es 1,414 (raíz cuadrada de 2). Si el descenso máximo de varias celdas es el mismo, la vecindad se agranda hasta que se encuentra el descenso más empinado.

- **MDT-BASIN** Una cuenca hidrográfica es el área de pendiente que contribuye con el flujo generalmente agua, a una salida común como un drenaje concentrado, puede ser parte de una cuenca hidrográfica más grande y también puede contener cuencas más pequeñas denominadas subcuencas. En éste caso el Arroyo El Palmares una subcuenca de una cuenca mayor. Los límites entre las cuencas se denominan divisorias de drenajes. La salida o punto de fluidez en este caso se encuentra sobre el río Uruguay que es donde vuelca el agua que recibe la cuenca en estudio.

Para aislar la cuenca se realizó un ráster que delinea directamente la cuenca en estudio la hidrografía correspondiente y sus órdenes respectivos, y también el diagrama de áreas Fig.6.

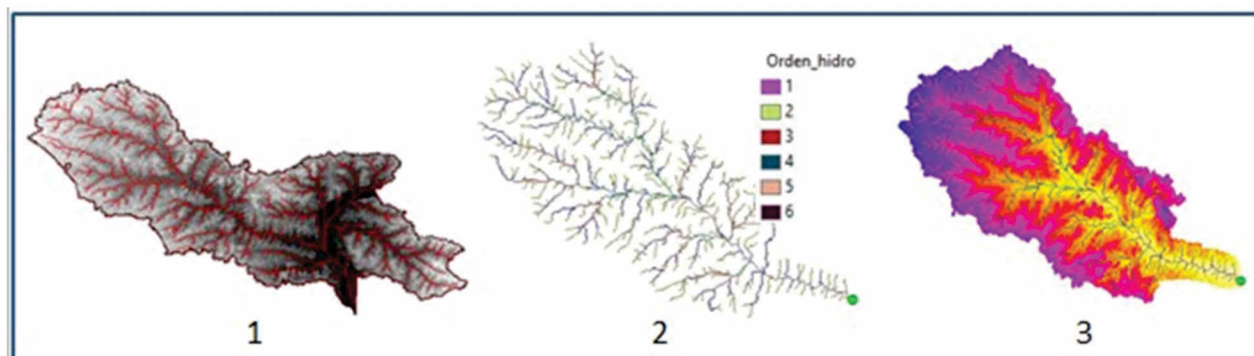


Figure 6. Cuenca aislada con hidrografía, órdenes y diagrama de áreas de pendientes.

1. Este es el MDT ya corregido totalmente y trazado de la hidrografía correspondiente. Al realizar el análisis, si el área de interés es una parte de un dataset ráster mayor, la extensión del procesamiento se puede ajustar para que abarque sólo las celdas deseadas. Todos los rásteres.

2. Los órdenes de la cuenca hidrográfica en estudio permite un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje. Los órdenes encontrados en esta cuenca son en el número de 6 que denota el grado de bifurcación. Las corrientes de orden 1 son las más fuertes transportan el agua de las nacientes. Cuando dos corrientes de orden 1 se juntan generan una de orden 2 u así sucesivamente.

3. Este diagrama de áreas manifiesta los valores de las pendientes del cauce principal y la pendiente media de la cuenca, formando las áreas de los distintos niveles con el correspondiente terreno inundable cuando el agua llegue a esos valores de nivel, por lo tanto es la representación de la superficie, en km^2 o en porcentaje, comprendida entre dos niveles, siendo la marca de clase el promedio de las alturas. De esta forma, con diferentes niveles se puede formar el histograma. El diagrama de barras puede ser obtenido con los mismos datos de la curva hipsométrica. Realmente contiene la misma información de ésta, pero con una representación diferente, y da una idea probabilística de la variación de la altura en la cuenca. La curva hipsométrica representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca. Se construye llevando al eje de las abscisas los valores de la superficie drenada proyectada en km^2 o en porcentaje, obtenida hasta

un determinado nivel, el cual se lleva al eje de las ordenadas, generalmente en metros. Las curvas hipsométricas también han sido asociadas con las edades de los ríos de las respectivas cuencas Fig.7.

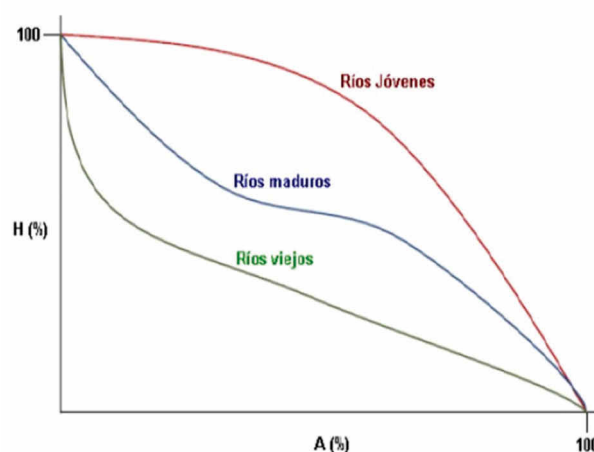


Figure 7. Curvas hipsométricas.

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA A° PALMAR

Parámetros Básicos

Área de la Cuenca (A): 512,48 Km^2
 Perímetro de la cuenca (P): 164,57 Km.
 Longitud de la cuenca (L): 42,20 Km.
 Longitud del Cauce Principal (L_p): 24,55 Km.
 Cota Inicial Cauce Principal: 40,00 m.s.n.m.
 Cota Final Cauce Principal: 20,00 m.s.n.m.
 Longitud total de Cauces (L_t): 688,30 Km.
 Ancho de Cuenca (w): 12,14 Km.

Cuadro de áreas entre curvas de nivel. Tabla 1.

Nº ORDEN	COTA MIN	COTA MAX	Área Parcial (km ²)	Area Acumulada (km ²)	Área que queda sobre la superficie	Porcentaje de area entre C.N.	Porcentaje de área sobre C.N.
1	20	25	1,86	1,86	509,72	0,36%	100,00%
2	30	35	9,74	11,60	507,86	1,91%	99,64%
3	40	45	57,93	69,53	498,12	11,36%	97,72%
4	50	55	106,52	176,05	440,19	20,90%	86,36%
5	60	65	121,48	297,53	333,67	23,83%	65,46%
6	70	75	128,20	425,73	212,19	25,15%	41,63%
7	80	85	78,78	504,51	83,99	15,46%	16,48%
8	85	90	5,21	509,72	5,21	1,02%	1,02%
			509,72			100%	

Tabla 1. Presenta la superficie entre curvas de nivel.

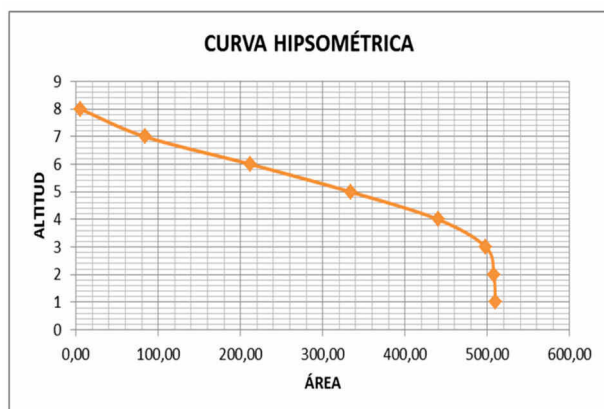


Figure 8. Curva hipsométrica del A° El Palmar.

Altitud media de la cuenca de la cuenca: 55,00 m.s.n.m.

Altitud más frecuente: 52,50 m.s.n.m.

Altitud de frecuencia media (Em): 63,28 m.s.n.m.

Factor de forma de una Cuenca (F) (2):

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

F = 0,29

Relación de Elongación (R) (3)

$$R = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L} \quad (3)$$

R= 0,61

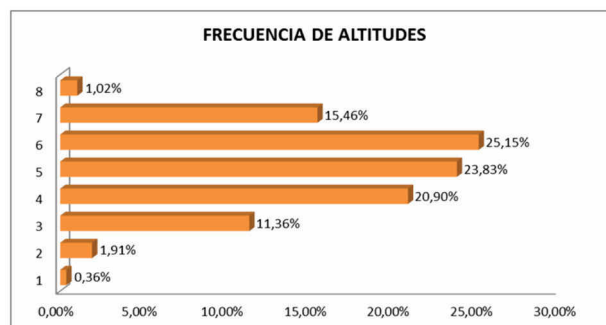


Figure 9. Gráfico de barras de frecuencia de altitudes.

Relación de circularidad (Rc) (4)

$$R_c = \frac{4A\pi}{P^2} \quad R_c = 0,24 \quad (4)$$

Índice de Compacidad o Índice de Gravelius (K) (5)

$$K = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad K = 2,04 \quad (5)$$

Cuadro para el cálculo de la pendiente media de la cuenca. Tabla 2.

Pendiente media de la cuenca: 16,62%

Pendiente media del cauce principal: 0,08%

Clasificación según la pendiente. Tabla 3.

Nº	RANGO PENDIENTE		PROMEDIO	NÚMERO DE OCURRENCIA	PROMEDIO x OCURRENCIA
	INFERIOR	SUPERIOR			
1	0	5	2,5	3420	8550
2	5	12	8,5	4887	41539,5
3	12	18	15,0	5892	88380
4	18	24	21,0	3693	77553
5	24	32	28,0	2386	66808
6	32	44	38,0	1064	40432
7	44	100	72,0	568	40896
				21910	364158,5

Tabla 2. Cuadro de valores para calcular la pendiente media.

Porcentaje %	Tipo
< 5	Plano
5 – 12	Ligeramente ondulado
12 – 18	Ondulado
18 – 24	Fuertemente ondulado
24 – 32	Escarpado
32 – 44	Fuertemente escarpado
> 44	Montañoso

Tabla 3. Clasificación del terreno según la pendiente.

CONCLUSIONES

ALOS permite una solución muy importante para generar los MDT, con una muy buena resolución espacial, sin costo y a través de Internet. Por lo tanto para las determinaciones morfométricas de la cuenca del arroyo El Palmar, se concluye que la potencialidad de los Sistemas de Información Geográfica, y el avance importante de los recursos de los sensores remotos, han mejorado la precisión en el estudio de los sistemas hidrológicos. También la informatización de los procesos de cálculos, aquí se manifiestan con claridad, sobre todo en los resultados, donde antes dichos valores se obtenían de ábacos.

Bibliografía

- 1.- ALOS Data User Handbook – Revisión C – Japan Aerospace Exploación Agency (2008).
- 2.- AESIGT Diccionario glosario de términos SIG. Madrid, AESIGT. (1993).
- 3.- Goodchild, M. F., GUOQING, S., y SHIREN, Y. «Development and test of an error model for categorical data», en International Journal of Geographical Information Systems, Vol. 6, N° 2, págs. 87-104. (1992).
- 4.- Burrough, P. A. Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment. Oxford University Press, New York. 138pp. (1986).
- 5.- Greenlee, D. “Raster and Vector Processing for Scanned Linework.”. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 53 (10): págs. 1383-1387. (1987).
- 6.- Jenson, S.K. y Domingue, J. O. “Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis.” Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54 (11): 1593-1600. (1988).
- 7.- Greenlee, D. D. 1987. “Raster and Vector Processing for Scanned Linework.” Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 53 (10): 1383–1387.
- 8.- Jenson, S. K. y J. O. Domingue. 1988. “Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis.” Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54 (11): 1593–1600.



Ministerio de Educación

***UTN** **UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA
NACIONAL**

Facultad Regional Concordia

Giicma

Salta 277 - Concordia (ER-ARG) - C.P. E3200EKE

Tel/Fax: (0345) 421-4590 / 422-6614

giicma@frcon.utn.edu.ar

www.frcon.utn.edu.ar