



Departamento
CIVIL Ingeniería
AMBIENTAL

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE PUERTO RICO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA CIVIL Y
AMBIENTAL

OTOÑO 2005

BOLETIN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL



EN ESTA EDICION:

GRADUACION 2005	1
TRIMESTRE WI/05:CURSOS ELECTIVOS Y GRADUADOS	4
¿QUE SE ESTA HACIENDO EN CAPSTONE DE INGENIERIA CIVIL?	5
¿QUE SE ESTA HACIENDO EN CAPSTONE DE INGENIERIA AMBIENTAL?	5
LA PUERTO RICO WATER ASSOCIATION OFRECE EN LA UNIVERSIDAD SERIE DE CONFERENCIAS SOBRE EL MANEJO DE LOS DESPERDICIOS SOLIDOS EN PUERTO RICO	8
PROFESORES NUEVOS EN EL DEPARTAMENTO	10
CRUCIGRAMA ESTRUCTURAL	10
ESTUDIANTES DEL DEPARTAMENTO PARTICIPAN POR SEGUNDO AÑO CONSECUTIVO EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO PROFESIONAL UPR/PUPR/ATI	11
DIRECTIVA CLASE GRADUANDA 2006	12
LOS CAPITULOS ESTUDIANTILES INFORMAN	13
POLYWEATHER INFORMA	15
LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA DE PUERTO RICO	16
LA LICUACION DE LOS SUELOS	19
AYUDAS EN PROGRAMACION	22
SITIOS EN LA RED	25

GRADUACION 2005



Graduandos de Ingeniería Ambiental

En la XXVI Colación de Grados de la Universidad Politécnica de Puerto Rico, que se llevó a cabo el 30 de junio de 2005 en el Coliseo José Miguel Agrelot de Hato Rey, recibieron sus grados académicos un total de 590 graduados: 476 estudiantes obtuvieron grados de bachillerato y 114 de maestría. El grupo incluyó a la primera clase graduanda de Bachillerato en Ciencias en Ingeniería de Computadoras, así como de los diferentes bachilleratos y maestrías que se ofrecen en la Institución. En la ceremonia se destacó la presencia del invitado especial Hiram Carlo, quien se graduó en "la Poli" de Bachillerato en Ingeniería Industrial en 1995 y esta vez recibió su diploma de Maestría en Ingeniería Gerencial, disciplina que cursó en el Recinto de Miami de la UPRR. Este año es el primero que nuestra Universidad gradúa estudiantes de sus recintos en el estado de Florida. La UPRR cuenta con otro campus en la ciudad de Orlando.

Como en años anteriores, el departamento que mayor número de graduados tuvo fue el de Ingeniería Civil y Ambiental con 150 graduados de Bachillerato en Ciencias en Ingeniería Civil, 21 graduados de Bachillerato en Ciencias en Ingeniería Ambiental, dos graduados de Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil y tres graduados de Maestría en Ingeniería en Ingeniería Civil. La Clase Graduanda de Bachillerato de nuestro Departamento la compusieron 127 varones y 44 féminas. De éstos, 25 se graduaron con honores: dos Summa Cum Laude, diez Magna Cum Laude y once Cum Laude en Ingeniería Civil y dos Cum Laude en Ingeniería Ambiental. La Clase Graduanda de Maestría en Ingeniería Civil la compusieron cuatro varones y una fémina. De los 171 graduados de Bachillerato del Departamento, 76 de ellos hicieron todos sus estudios universitarios en la UPRR. Los restantes 95 fueron estudiantes de transferencia que habían comenzado sus estudios en otras instituciones.



El Presidente de la UPRR, el Decano de la Escuela de Ingeniería y el Director del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental con el graduando Jorge J. Echeandía, recipiente de la Medalla Ernesto Vázquez Torres.

**CIVILizate y AMBIENTALizate leyendo todos los
trimestres el Boletín del Departamento**

GRADUACION 2005



Graduandos de Ingeniería Civil

Los recipientes de las Medallas a los graduados con los promedios académicos más altos en Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental fueron Jorge Juan Echeandía González y Eduardo González-Gorbeña Eisenmann, respectivamente. Echeandía González, graduado Summa Cum Laude, también recibió la Medalla Profesor Ernesto Vázquez Torres, el más alto reconocimiento a la excelencia académica ofrecido por nuestra Institución y que lleva el nombre del Fundador y Primer Presidente de la Universidad Politécnica de Puerto Rico. Una medalla especial le fue entregada a Adolfo Israel Ayuso Sáez, también graduado Summa Cum Laude. Cabe señalar que los estudiantes Echeandía González y Ayuso Sáez son los primeros graduados Summa Cum Laude en la historia de nuestro Departamento.

Para seis estudiantes del Departamento ésta fue su segunda graduación de la Universidad Politécnica. Samuel López Díaz e Ingrid V. Gutiérrez Ortiz, quienes se habían graduado de Bachillerato en Agrimensura en 1995 y 1999, respectivamente, y Ramón D. Ferrer Lozano, quien se graduó de Bachillerato en Ingeniería Ambiental en 2003, recibieron en esta Colación de Grados sus diplomas de Bachillerato en Ciencias en Ingeniería Civil, mientras que Pedro Mejía Rosso, quien se había graduado de Bachillerato en Contabilidad en 2001, se graduó esta vez de Bachillerato en Ciencias en Ingeniería Ambiental. Juan G. Rivera Vargas y Evelyn M. Sánchez Zayas, quienes se habían graduado de Bachillerato en Ciencias en Ingeniería Civil en 1997 y 2002, respectivamente, recibieron sus grados de Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil y Maestría en Ingeniería en Ingeniería Civil. La estudiante Sánchez Zayas es la primera mujer que completó un grado de Maestría en nuestro Departamento y primer estudiante que se especializó en el Área de Interés de Ingeniería Geotécnica. Por otro lado, para el graduado de Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil Sigfredo Corraliza Roque ésta fue su tercera graduación de nuestra Institución, ya que había completado un Bachillerato en Ingeniería Civil en 1999 y un Bachillerato en Ingeniería Ambiental en 2003.



Graduandos de Maestría en Ingeniería Civil



El Dr. Bernardo Deschappelles saluda a uno de los graduandos

Durante los actos de graduación, los miembros de la Directiva de la Clase Graduanda 2005, presidida por el graduando de Ingeniería Civil José M. del Valle López, entregaron varios reconocimientos al Presidente de la Universidad, Prof. Ernesto Vázquez Barquet, al Decano de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Geomáticas, Dr. Carlos J. González Miranda, y varios miembros de la Facultad, entre ellos los profesores de nuestro Departamento Francisco Arencibia Llanes, José Borrageros Lezama y Eduardo R. González Vázquez. La Banda de la Policía de Puerto Rico interpretó los himnos de Puerto Rico y Estados Unidos, así como varios números musicales. El Coro de la Universidad Politécnica tuvo también una destacada participación en el acto, en el que estuvieron presentes miembros de la Junta de Síndicos, de la Administración y Facultad de la Universidad, así como familiares y amistades de los graduandos. En su mensaje a la Clase Graduanda, el Presidente de la Universidad enfatizó “la esperanza de la que son portadores los graduandos en cuanto a valores éticos y morales capaces de actuar de forma regenerativa sobre nuestra sociedad”.

Con los graduados de este año ya suman 1,578 los estudiantes que han completado el grado de Bachillerato en Ciencias en Ingeniería Civil en nuestra Universidad, mientras que los graduados de Bachillerato en Ciencias en Ingeniería Ambiental totalizan 73, según se presenta en las tablas de la siguiente página.



Graduandos del Departamento durante la Ceremonia de Colación de Grados

GRADUACION 2005

ESTUDIANTES GRADUADOS DE BACHILLERATO EN INGENIERA CIVIL EN LA U.P.P.R.			
AÑO	NUMERO DE GRADUADOS	AÑO	NUMERO DE GRADUADOS
1977	17	1992	34
1978	0	1993	52
1979	16	1994	58
1980	24	1995	106
1981	0	1996	72
1982	10	1997	110
1983	24	1998	95
1984	19	1999	74
1985	26	2000	69
1986	22	2001	118
1987	12	2002	121
1988	13	2003	131
1989	20	2004	136
1990	24	2005	150
1991	25		

ESTUDIANTES GRADUADOS DE BACHILLERATO EN INGENIERA AMBIENTAL EN LA U.P.P.R.			
AÑO	NUMERO DE GRADUADOS	AÑO	NUMERO DE GRADUADOS
2000	5	2003	15
2001	4	2004	20
2002	8	2005	21

TRIMESTRE WI-05: CURSOS ELECTIVOS Y GRADUADOS

Los siguientes cursos subgraduados han sido programados para ser ofrecidos como Cursos Electivos en el trimestre de invierno (noviembre de 2005 a febrero de 2006):

CODIGO	TITULO	SECCION	PROFESOR
CE 4307	Highway and Transportation Engineering Laboratory	31	Francisco Reyes
CE 5002	Civil Engineering Practice	30	José Borrageros
CE 5208	Soil Improvement	21	Carlos Piñero
CE 5510	Construction Planning, Scheduling, and Cost Estimates	20	Juan C. Piñero
ENVE 5430	Pollution Prevention Engineering	22	Eduardo González
ENVE 5670	Environmental Engineering Undergraduate Research I	05	Edbertho Leal

Los siguientes cursos graduados han sido programados para ser ofrecidos en el trimestre de invierno (noviembre de 2005 a febrero de 2006):

CODIGO	TITULO	SECCION	PROFESOR
CE 6120	Deep Foundations	31	Ricardo Romero
CE 6270	Sedimentation Engineering	22	Gregory Morris
CE 6310	Introduction to Research in Civil Engineering	25	Leonel Almanzar
CE 6340	Advanced Bridge Design	26	Manuel Coll
CE 6360	Bridge Inspection, Rehabilitation, Repair, and Management	21	Balhan Alsaadi
CE 6370	Finite Element Methods in Engineering	31	Bernardo Deschapelles
CE 6430	Remediation in Contaminated Subsurface Environments	21	Mario Castañeda
CE 6460	Water Quality Control and Management	21	Aluisio Pimenta

Se exhorta a los estudiantes del Departamento que al hacer la Matrícula Adelantada (Pre-matrícula) o la Matrícula cotejen con sus mentores si cumplen con los requisitos para tomar alguno de estos cursos.

¿QUE SE ESTA HACIENDO EN CAPSTONE DE INGENIERIA CIVIL?

Los estudiantes que están tomando el curso Civil Engineering Capstone Design, ofrecido por el profesor Raúl Martín, están trabajando desde el trimestre pasado en cuatro proyectos de diseño. Un grupo trabaja en el desarrollo de la urbanización Paseos del Río en el Barrio Tomás de Castro en Caguas. La misma consiste de 159 residencias de interés social con un solar de aproximadamente 300 metros cuadrados cada una y un área recreativa compuesta por una cancha de baloncesto, un parque recreativo infantil y áreas verdes. El área recreativa cubre un diez por ciento del área total del proyecto, que es de 25.20 cuerdas. Un segundo grupo labora en el diseño del condominio Brisas del Mar en Isabela. Cada uno de los cuatro niveles del edificio cuenta con ocho apartamentos y cada apartamento tiene dos habitaciones, un baño, sala comedor, cocina, balcón con vista al mar y lavandería. Otro grupo trabaja en el diseño del complejo de viviendas de bajo costo Valle Sereno en Lajas. El proyecto, que pretende disminuir la demanda de viviendas unifamiliares que actualmente existe en dicho municipio, consiste de 87 unidades con un solar de aproximadamente 300 metros cuadrados cada una, las cuales tienen tres habitaciones, un baño, sala comedor y cocina. Un cuarto grupo trabaja en el diseño de un edificio de 16 apartamentos para familias de bajos recursos en el Barrio Florida de San Lorenzo. La estructura de cuatro niveles ocupa 520 metros cuadrados y el proyecto, de acceso controlado, incluye también áreas verdes y de entretenimiento para los residentes. La finca donde se ubica el proyecto tiene un área de 2,000 metros cuadrados. Cada apartamento tiene dos o tres habitaciones, un baño, cocina y sala comedor.

Durante el trimestre SP-05 los estudiantes visitaron las áreas a ser desarrolladas, prepararon los diseños preliminares para la aprobación de los anteproyectos, así como las consultas de ubicación, evaluaciones ambientales, estudios hidrológicos, determinación de la infraestructura existente en los alrededores y obtención de los permisos y endosos necesarios de las agencias gubernamentales. Durante este trimestre los estudiantes trabajan en el diseño detallado de los proyectos con la preparación de planos finales y especificaciones que incluyen, entre otros, el plan maestro, diseño estructural, detalles de interiores, sistemas de distribución de agua potable y de alcantarillados pluvial y sanitario, así como calles y accesos.

¿QUE SE ESTA HACIENDO EN CAPSTONE DE INGENIERIA AMBIENTAL?

Los estudiantes del curso Environmental Engineering Capstone Design, dirigido por el profesor Eduardo González, están trabajando en dos casos reales que se encuentran incluidos en el Programa de Superfund y bajo investigación de la Agencia de Protección Ambiental federal (EPA, por sus siglas en inglés). La Ley de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental, mejor conocida como Superfund, fue aprobada por el Congreso de los Estados Unidos en 1980 con el fin de identificar, investigar y restaurar lugares que contienen desperdicios peligrosos que provienen o fueron dejados por plantas manufactureras, industrias químicas, vertederos o basureros públicos. Superfund provee fondos que se utilizan para restaurar y mejorar los lugares que contienen estos desperdicios peligrosos. Los fondos son utilizados cuando no se puede determinar la persona o empresa responsable por la contaminación en el área identificada por la Oficina de Remediación e Innovación Tecnológica de Superfund de la EPA o cuando esa persona o empresa no puede pagar por el trabajo para limpiar, mejorar o restaurar el área afectada a niveles que protejan a la comunidad y al medio ambiente. Los estudiantes del curso deben preparar un estudio de viabilidad para la determinación y extensión de la contaminación en el lugar y con los datos obtenidos diseñar una tecnología para la limpieza de los mismos. Por razones de confidencialidad y de posibles implicaciones legales los nombres de las facilidades estudiadas no serán revelados en este Boletín.

El proyecto de uno de los grupos tiene como objetivo investigar, evaluar y remediar una facilidad de reciclaje de baterías de plomo. Los criterios utilizados para evaluar los terrenos y áreas asignadas a la facilidad se basan en una investigación inicial, Fase I, que comprende la compilación de información de datos históricos del sitio en gestión y procura reconocer la naturaleza y posibles amenazas de la presencia, escape o posible escape de un contaminante. Una vez esta información es obtenida, se procede a realizar un "Remedial Investigation and Feasibility Study". Este estudio procura colectar los datos necesarios para determinar la distribución de contaminantes e identificar las rutas de contaminación y los requisitos para eliminar y corregir las mismas.

¿QUE SE ESTA HACIENDO EN CAPSTONE DE INGENIERIA AMBIENTAL?

Una vez esta fase es completada se precede a desarrollar y evaluar las acciones correctivas, las cuales deben cumplir con el Plan de Contingencia Nacional. Los datos obtenidos durante el estudio investigativo, que se realizó durante el trimestre SP-05, identificaron la presencia de contaminantes tales como compuestos orgánicos (tolueno y cloruro de vinilo) y metales pesados (plomo, cadmio y arsénico) procedentes de los procesos del reciclaje de baterías. Como medida de prevención y dada esta información se determinó someter a la industria a un programa de prevención de contaminación, el cual mantiene como objetivo principal el controlar y prevenir la contaminación en los distintos procesos de la facilidad, tales como el horno de fundición del plomo. En la fase de remediación que se trabaja durante este trimestre los estudiantes están considerando diversas medidas para los suelos contaminados, tales como: a) la no acción, b) la acción limitada: atenuación natural, c) la contención utilizando una geomembrana y d) la remoción con solidificación, estabilización y disposición de los suelos contaminados.

Por otro lado el análisis de aguas subterráneas presentó la presencia de compuestos orgánicos tales como tolueno, tricloroetileno, dicloroetileno y cloruro de vinilo. La fase de remediación incluye el diseño, instalación y operación de una unidad de tratamiento para extraer el agua contaminada para procesarla a estándares federales y estatales y luego proceder a una inyección subterránea. Análisis de costos están siendo incluidos como una medida de evaluación.



Area de almacenamiento de baterías en la industria evaluada

El segundo grupo investiga una compañía de reciclaje que compra, acumula y procesa varios tipos de metales para la re-venta de éstos en los Estados Unidos y Brasil. Durante la década de 1990 la EPA y Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico condujeron muestreos en el área como resultado de un informe que indicaba que la compañía descargaba ilegalmente ácidos en un área de sumideros cercana. Las muestras de suelo, escorrentías y aguas subterráneas tomadas presentaron concentraciones de metales y químicos volátiles y semi-volátiles muy elevadas. En el área de la industria existen veintidós pozos activos de producción de agua de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico, el más cercano localizado a solamente 0.3 millas de la facilidad. Estos pozos proveen agua potable a aproximadamente 76,500 personas y pueden estar potencialmente afectados por la migración de contaminantes del área.

¿QUE SE ESTA HACIENDO EN CAPSTONE DE INGENIERIA AMBIENTAL?

El objetivo principal de la investigación de remediación y estudio de viabilidad es determinar la naturaleza y amenaza por la presencia y liberación de sustancias peligrosas y contaminantes, con el fin de evaluar alternativas para remediar los problemas existentes de contaminación. En la investigación para la remediación, se colectaron los datos necesarios para determinar la distribución de contaminantes, identificar las rutas de migración de los contaminantes, los criterios de limpieza y apoyar las alternativas de remediación. En el estudio de viabilidad, preparado durante el pasado trimestre, se desarrollaron y evaluaron alternativas de acciones para la remediación, las cuales deberán ser una protección para la salud pública y el ambiente. Durante este trimestre los estudiantes preparan el Plan de Trabajo y el Plan de Operación de Campo. En el Plan de Trabajo se incluye una descripción del trabajo que se completará, incluyendo las metodologías a utilizarse. El Plan de Operación de Campo, que asegura que la colección de muestras y actividades analíticas sean realizadas en conformidad con los protocolos técnicos aceptables, provee un mecanismo para la planificación de actividades de campo, un plan de proyecto para calidad de certeza, un plan de salud y seguridad y un plan detallado de horarios. Además, los estudiantes trabajan en la fase de diseño de un sistema de bombeo y tratamiento para la remoción de compuestos orgánicos e inorgánicos, principalmente metales de las aguas subterráneas.



Area de almacenamiento y clasificación de metales en la industria evaluada



LA PUERTO RICO WATER ENVIRONMENT ASSOCIATION OFRECE EN LA UNIVERSIDAD SERIE DE CONFERENCIAS SOBRE EL MANEJO DE LOS DESPERDICIOS SÓLIDOS EN PUERTO RICO

En Puerto Rico la entidad gubernamental con jurisdicción principal en asuntos relacionados con el control de contaminación de los terrenos es la Junta de Calidad Ambiental (JCA), pero existen otras agencias que en mayor o menor grado comparten esta responsabilidad. Una de ellas es la Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS). Esta entidad gubernamental, creada en virtud de la Ley 70 del 23 de junio de 1978 “Ley para el Manejo de Desperdicios Sólidos en Puerto Rico”, es la agencia encargada de establecer la política pública para alcanzar un manejo adecuado de los residuos sólidos. La ADS se ha dado a la tarea de estudiar los patrones de generación de los residuos y desarrollar e implantar estrategias que lleven a un manejo adecuado de los mismos.

El primer estudio realizado en 1993 por la ADS para la caracterización de los desperdicios sólidos reveló que en Puerto Rico se disponían más de 2,920,000 toneladas anuales de desperdicios sólidos. El estudio más reciente de la ADS, realizado en el año 2003, revela que la disposición de desperdicios sólidos ascendió a 3,598,972 toneladas anuales. Por otro lado, la ADS ha reportado, conforme a su reciente estudio, que cada habitante de Puerto Rico dispone aproximadamente de 3.91 libras de desperdicios sólidos diariamente, cantidad mayor a las 3.15 libras diarias que dispone cada habitante en los Estados Unidos.

DISPOSICIÓN TOTAL SEMANAL POR TIPO DE DESPERDICIO SÓLIDO		
TIPO DE DESPERDICIO	TONELAJE SEMANAL	POR CIENTO (%) DEL TOTAL
Desperdicios Sólidos Municipales	49,463	71.5
Construcción y Demolición	12,943	18.7
Desperdicios de Jardinería	2,733	3.9
Desperdicios Especiales	3,636	5.3
Automóviles	436	0.6
Total	69,211	100

Para la disposición y manejo de los residuos sólidos generados, Puerto Rico cuenta con 31 Sistemas de Relleno Sanitario (SRS), siete Mini Estaciones de Trasbordo (MET), tres Facilidades de Recuperación de Materiales Limpios (MRF), dos Estaciones de Trasbordo (ET) y centros de acopio de materiales reciclables distribuidos por toda la Isla. Entre los resultados obtenidos se encuentra que aproximadamente 69,211 toneladas son dispuestas semanalmente en los 31 Sistemas de Relleno Sanitarios (SRS). De éstos, un 18.7% son residuos de construcción y demolición, un 71.5% son residuos sólidos municipales (basura doméstica) y el restante 9% pertenece a las categorías de residuos especiales, jardinería y automóviles. Los Sistemas de Relleno Sanitarios, aún con una operación en cumplimiento ambiental, tienen el potencial de impactar todos los medios ambientales (agua, suelo y aire), consumir y prácticamente inutilizar uno de los recursos más escasos y valiosos de la Isla: la tierra. Es por tal razón que se crea la Ley 70 del 18 de septiembre de 1992, según enmendada, mejor conocida como la Ley de Reducción y Reciclaje de los Desperdicios Sólidos. En ésta se establece, como política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, el desarrollo e implantación de estrategias para lograr la disminución del volumen de desperdicios sólidos que requieren disposición final en un SRS o instalación de recuperación de energía.

Parte de los mandatos de la ley van dirigidos a promover la utilización de tecnologías y sistemas para reducir la intensidad del uso de los SRS y recuperar materiales con el potencial de ser reutilizados o reciclados para así devolverse a la economía como productos o materia prima. Para el logro de estos objetivos, la ley ordena la siguiente jerarquía para el manejo de los desperdicios sólidos en Puerto Rico:

- Reducción de la cantidad de desperdicios sólidos que se generen
- Reutilización de materiales para el propósito para el cual originalmente fueron creados o cualquier otro uso que no requiera procesamiento
- Reciclaje o composta del material que no pueda ser reutilizado

LA PUERTO RICO WATER ENVIRONMENT ASSOCIATION OFRECE EN LA UNIVERSIDAD SERIE DE CONFERENCIAS SOBRE EL MANEJO DE LOS DESPERDICIOS SÓLIDOS EN PUERTO RICO

- Recuperación de energía como recurso de desperdicios sólidos, siempre y cuando la facilidad de recuperación de energía conserve la calidad del aire, agua, suelo y otros recursos naturales
- Disposición en vertederos que cumplan con las disposiciones federales y estatales aplicables a los desperdicios sólidos que no puedan ser reutilizados, reciclados o utilizados para la recuperación de energía

Ciertamente, la política pública enunciada en esta jerarquía presta prioridad a las actividades de desvío (reutilización, reciclaje, composta) sobre las de disposición (tratamiento termal o SRS). Esta prioridad responde, en gran medida, al reconocimiento de que el desvío de los desperdicios de su disposición final representa una estrategia de manejo que:

- conserva recursos y energía
- ofrece una operación de menor impacto al ambiente y la salud pública
- tiene el potencial de reducir la disposición en sobre 75% del volumen generado
- desarrolla mayores eslabones y actividad económica
- favorece la participación del sector público, privado y comunitario

A pesar de los propósitos de la Ley 70 y su política pública de reducción y reciclaje, implantada desde el 1992, los Sistemas de Relleno Sanitarios continúan siendo la principal infraestructura para la disposición final de los desperdicios sólidos generados en Puerto Rico. Sin embargo, no se puede perder de perspectiva que, aunque se hayan iniciado esfuerzos para el desarrollo de métodos alternos para el manejo racional de los desperdicios sólidos (reciclaje, composta y tecnologías de tratamiento termal), todavía no se ha eliminado la necesidad de continuar con la disposición sobre el terreno como alternativa complementaria al manejo de los desperdicios sólidos.

Aunque se hayan iniciado esfuerzos para el desarrollo de métodos alternos para el manejo de los desperdicios sólidos, se dista mucho de soluciones que representen alternativas factibles al manejo de los desperdicios sólidos en Puerto Rico por los próximos años. La JCA, en coordinación con la ADS, continuará con los esfuerzos dirigidos a la implantación de un plan integral de trabajo para atender la situación. En el mismo el insumo de la ciudadanía será fundamental para el desarrollo de políticas económicamente viables que vayan dirigidas a la reutilización, la reducción y la recuperación de energía para la conservación de nuestra calidad de aire, agua, y suelos, entre otros recursos naturales.

El Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental se une a los esfuerzos de las agencias fiscalizadoras y la comunidad regulada al presentar una serie de conferencias en conjunto con el Capítulo profesional de la Puerto Rico Water Environment Association (PRWEA) dirigidas a la comunidad universitaria, donde se presentarán criterios de diseño, reglamentación vigente y operación de vertederos. La primera de las tres charlas a ser presentadas por el ingeniero Jaime Abreu, quien labora en MP Engineers y quien trabajó en el último plan presentado a la ADS, se llevó a cabo el 20 de septiembre de 2005 en el salón Milla de Oro de la Biblioteca ante un nutrido grupo de estudiantes y profesores. Esta primera conferencia se centró en las regulaciones ambientales existentes. Las próximas conferencias, a ser ofrecidas los días 4 y 18 de octubre de 2005, enfatizarán en aspectos de diseño y operación de los vertederos municipales. Los estudiantes del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, así como la Facultad y la comunidad universitaria en general, están cordialmente invitados por el profesor Pedro Modesto, coordinador de este ciclo de conferencias, y de la directiva del Capítulo de la PRWEA a asistir a las mismas.

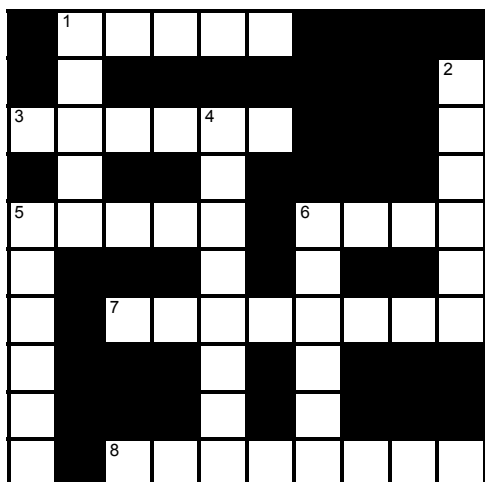
PROFESORES NUEVOS EN EL DEPARTAMENTO

Tres profesores se han incorporado a la Facultad de nuestro Departamento durante este trimestre 05-FA. El profesor Mario Castañeda Muñoz, quien realiza sus estudios de Doctorado en Ingeniería Ambiental en el Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico, comenzó a laborar a tarea completa en la posición de Profesor Investigador y ofreciendo el curso CE 6230 "Groundwater Hydrology". Cabe señalar que las doctoras Dharma Delgado Loperena y Omaira Collazos Ordóñez también comenzaron durante este trimestre su función como Profesoras Investigadoras, aunque continúan ofreciendo cursos en las Areas de Dibujo y Diseño y de Ingeniería Geotécnica, respectivamente.

La profesora Vanessa Amado González, quien completó su Bachillerato en Ingeniería Civil en nuestro Departamento en 1998, y que realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en Ingeniería de Transportación en la Universidad de Missouri, comenzó a trabajar a tarea parcial y está ofreciendo el curso CE 4306 "Highway and Transportation Engineering III". Mientras tanto, el profesor Hugo Peláez Carpio, del Departamento de Ingeniería Mecánica, está ofreciendo el curso CE 6220 "Meteorology".

El profesor Juan C. Piñero Rivera, quien laboró a tarea parcial en el Departamento durante el pasado año académico, se integró a tarea completa y está ofreciendo los cursos CE 3503 "Construction Materials Laboratory", CE 4502 "Construction Project Management" y CE 5512 "Construction Methods and Productivity Improvement". Actualmente, la Facultad del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental la componen 28 profesores a tarea completa, dos de los cuales están haciendo sus estudios doctorales fuera de Puerto Rico, y 21 profesores a tarea parcial.

CRUCIGRAMA ESTRUCTURAL



Vertical

1. Material que se utiliza para reforzar el hormigón.
2. Forma de medir deformación sin unidades (en inglés).
4. Mezcla de cemento, agua y agregados.
5. Dos vectores paralelos de igual magnitud, pero con direcciones opuestas (en ingles)
6. Cantidad con magnitud y dirección

Horizontal

1. Carga o esfuerzo a lo largo del eje longitudinal.
3. Estructura que se analiza con el Método de Juntas o el Método de Secciones.
5. Hormigón que protege el acero de refuerzo contra la corrosión (en inglés).
6. Elemento estructural que soporta cargas flexurales.
7. Fuerza que se opone al movimiento.
8. El centro geométrico de un área (en inglés).

(La respuesta al Crucigrama aparecerá en el próximo Boletín)

ESTUDIANTES DEL DEPARTAMENTO PARTICIPAN POR SEGUNDO AÑO CONSECUTIVO EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO PROFESIONAL UPR/PUPR/ATI

El Programa de Desarrollo Profesional UPR/PUPR/ATI es una colaboración entre la Universidad de Puerto Rico, la Universidad Politécnica de Puerto Rico y la Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico a través de su agencia Alternativa de Transporte Integrado para desarrollar investigación a nivel graduado y subgraduado enfocada en el sistema de transporte de la Región Metropolitana de San Juan. Durante el pasado año académico 2004-2005 tres proyectos de investigación fueron desarrollados como parte de este programa por estudiantes del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de nuestra Institución bajo la asesoría de los profesores Gustavo Pacheco Crosetti y Amado Vélez Gallego. Los estudiantes Jorge Echeandía González y José López Morales presentaron el informe del *Análisis de las Instalaciones Peatonales en las Estaciones Bayamón Centro, Roosevelt y Hato Rey del Tren Urbano y sus Areas Respectives de Influencia*. El estudiante Adolfo I. Ayuso Sáez presentó el informe titulado *Desarrollo de un Programa de Monitoreo y Mantenimiento Estructural* donde establece un plan riguroso de monitoreo y evaluación de los rieles de la alineación de Tren Urbano y de los cables de post-tensado por considerarse estos dos componentes críticos de la estructura y superestructura del tren. Por otro lado, el estudiante Francisco Serrano Monroig sometió el informe *Análisis de las Facilidades Peatonales en el Area de Influencia de la Estación Domenech del Tren Urbano*. Este informe en conjunto con el de Echeandía González y López Morales reveló grandes deficiencias en la infraestructura peatonal dentro del área de influencia de las estaciones estudiadas y presenta recomendaciones puntuales para la mejora de dichas instalaciones.

Como parte del programa estos estudiantes tuvieron la oportunidad de participar de varios talleres y conferencias enfocadas a ampliar el conocimiento general en transportación pública. Entre estas actividades el grupo visitó el Metro de la Ciudad de Medellín, Colombia a finales del mes de marzo de 2005 en donde fueron recibidos por la Administración del Metro de Medellín y fueron expuestos a una serie de talleres de intercambio de tecnología asociados a sistemas de transporte público. Esta experiencia educativa ha sido, según expuesto por los integrantes del programa y de acuerdo al nivel de los informes sometidos, sumamente fructífera y enriquecedora tanto para los estudiantes como para los profesores que participaron del mismo.

Esta experiencia ha motivado a los organizadores del Programa y a la agencia que provee los fondos, la Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico a continuar con el mismo en el año académico 2005-2006. En este año la Universidad Politécnica de Puerto Rico cuenta con cuatro estudiantes en el Programa: Giselle Márquez Berríos, Francisco Serrano Monroig y Frances Tatis Ríos del Programa de Ingeniería Civil de nuestro Departamento y Gilberto Vigo Rodríguez de la Nueva Escuela de Arquitectura. Los Coordinadores del Programa en "la Poli" lo son nuevamente los profesores Gustavo Pacheco Crosetti y Amado Vélez Gallego. Los estudiantes Márquez Berríos y Serrano Monroig están investigando alternativas a la extensión del sistema de transportación intermodal de la Región Metropolitana de San Juan hacia Caguas, mientras que los estudiantes Tatis Ríos y Vigo Rodríguez trabajan en el estudio de alternativas de integración intermodal en la Estación Bayamón Centro del Tren Urbano.

Como parte de las actividades del Programa el grupo estará participando de una serie de conferencias y talleres auspiciados por el Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico del 22 al 24 de septiembre de 2005 para ampliar su conocimiento en cuanto a la situación del sistema de transportación de la región y los desarrollos propuestos para el mismo. Entre los conferenciantes a participar de la actividad se encuentran el Secretario del Departamento de Transportación y Obras Públicas, el Dr. Gabriel Alcaraz, la Presidenta de la Autoridad Metropolitana de Autobuses, la Planificadora Adeline Torres, el Director Interino de la agencia Alternativa de Transporte Integrado, el Ing. Miguel Sierra y el Gerente General de ACI, la compañía que tiene a cargo la operación de Tren Urbano, el Ing. Rodolfo González. Además de los talleres y conferencias previamente mencionados los estudiantes realizarán una gira técnica en helicóptero de la alineación del Tren Urbano: Fase I, talleres de la AMA, Acua-Expreso y la alineación propuesta hacia Carolina.

En enero de 2006 los estudiantes viajarán con los profesores Gustavo Pacheco y Amado Vélez a la ciudad de Washington, DC a participar de la reunión anual del *Transportation Research Board* en donde estarán expuestos a investigación de punta a nivel mundial en el área de transportación. También se aprovechará la ocasión para conocer el sistema de transportación de la ciudad que tiene como sistema troncal el Metro. Durante este año académico el grupo presentará la propuesta y tendrá presentaciones de progreso de los informes una vez la primera sea aprobada. La entrega final de los informes y la actividad para presentar los mismos está pautada para mayo de 2006.

DIRECTIVA CLASE GRADUANDA 2006

La Directiva de la Clase Graduanda 2006 de la Universidad Politécnica de Puerto Rico fue elegida en Asamblea celebrada el 7 de septiembre de 2005. Las principales posiciones de la nueva Directiva (Presidente, Vicepresidente, Secretario y Tesorero) recayeron, al igual que en la Directiva de la Clase Graduanda 2005, en estudiantes del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, señalándose que por vez primera estas cuatro posiciones son ocupadas por féminas. Además, tres de los seis Vocales son también estudiantes de nuestro Departamento y los otros tres son estudiantes de otros departamentos de la Escuela de Ingeniería. La Directiva quedó constituida de la siguiente manera:

Estudiante	Posición	Programa de Estudio
Yvette M. Martínez Gallo	Presidenta	Ingeniería Civil
Lynda Vázquez Cuebas	Vicepresidenta	Ingeniería Civil
Francheska E. Seijo Montes	Secretaria	Ingeniería Civil
Janelise Torres Marrero	Tesorera	Ingeniería Ambiental
Rafael Rodríguez Sierra	Vocal	Ingeniería Civil
Miguel A. Maldonado García	Vocal	Ingeniería Civil
María E. Herrera Torres	Vocal	Ingeniería Civil
Fernando Pérez Ramirez	Vocal	Ingeniería Industrial
Luis G. Moreno Torres	Vocal	Ingeniería Eléctrica
Yaris E. Rodríguez Rivera	Vocal	Ingeniería Mecánica

Se exhorta a todos los profesores y estudiantes del Departamento a que apoyen a este grupo de estudiantes en sus iniciativas y proyectos. Si desean comunicarse con ellos pueden hacerlo enviándoles un mensaje a las siguientes direcciones electrónicas: class2006@pupr.edu o pupr2006@hotmail.com.



Directiva de la Clase Graduanda 2006

LOS CAPITULOS ESTUDIANTILES INFORMAN



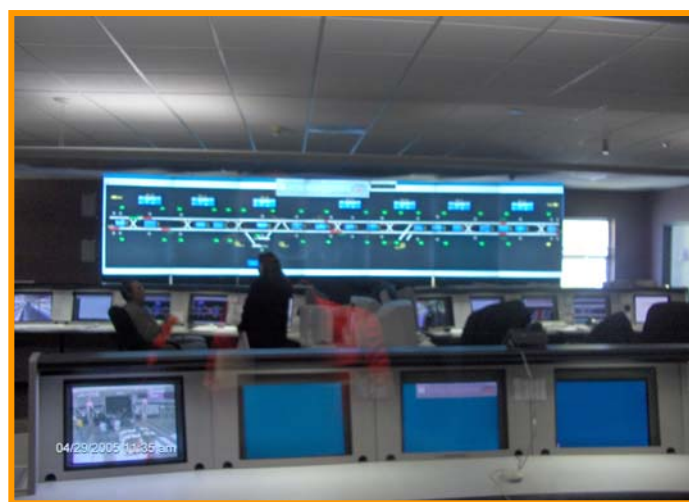
AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS

El Capítulo Estudiantil de la Universidad Politécnica de Puerto Rico de la American Society of Civil Engineers (ASCE) informa que el 29 de abril de 2005, miembros del Capítulo, en conjunto con miembros del Capítulo Estudiantil de la Sociedad de Mujeres Ingenieros (SWE) y profesores del Área de Carreteras y Transportación del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental realizaron una visita de campo a las instalaciones del Tren Urbano. La actividad comenzó en la Estación Roosevelt, donde tomaron uno de los trenes en servicio hasta la Estación Martínez Nadal. En esta estación los participantes escucharon una charla sobre el funcionamiento de este sistema de transportación, las cifras obtenidas de la operación del sistema y los procedimientos usados para la construcción de los túneles de Río Piedras. Una vez finalizada la charla los participantes fueron trasladados en autobuses al Centro de Mando del Tren Urbano. Allí pudieron observar el monitoreo constante que se realiza al sistema y los sistemas de seguridad existentes.

La próxima actividad del Capítulo, pautada para el 18 de noviembre de 2005, lo será una visita a la fase de excavación del Túnel de Mariani en Maunabo, el cual formará parte de la carretera PR-53. Además, se coordina un seminario de Introducción a la Programación en EXCEL usando el programa Visual Basic for Applications, a ser ofrecido por el profesor Gustavo Pacheco Crosetti. El mismo requiere la participación de alrededor de veinte estudiantes. Aquellos estudiantes interesados en participar en estas actividades favor de comunicarse con la Directiva del Capítulo a la dirección electrónica asce_poli@yahoo.com. Deben prestar atención al tablón de edictos de los Capítulos Estudiantiles del Departamento y a sus correos electrónicos para conocer sobre las futuras actividades.



Miembros del Capítulo Estudiantil de la ASCE transportándose en el Tren Urbano



Centro de Mando del Tren Urbano. Al fondo se observa la pantalla donde se localizan los trenes en tiempo real.

LOS CAPITULOS ESTUDIANTILES INFORMAN



COLEGIO DE INGENIEROS Y AGRIMENSORES DE PUERTO RICO

La Directiva del Capítulo Estudiantil de la Universidad Politécnica de Puerto Rico del Instituto de Ingenieros Civiles del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico informa que continúa aceptando miembros para el año académico 2005-2006. Los interesados pueden enviar un mensaje a la dirección electrónica del Capítulo ceiic_ciapr_uppr@hotmail.com. El propósito de los miembros de la Directiva para este año es que los estudiantes puedan disfrutar de varias actividades y que éstas enriquezcan su crecimiento académico y su futuro profesional. Es por esto que están planificando varios talleres y seminarios relacionados a la lectura de planos, seguridad y ética, además de visitas de campo a diferentes compañías como se hicieron durante el pasado año académico. Los interesados en ofrecer sugerencias de excursiones u otros talleres pueden comunicarse con los miembros de la Directiva.

La Toma de Posesión y presentación de la nueva Directiva del Capítulo está planificada para octubre de 2005. La fecha y el lugar de la misma se estarán anunciando próximamente en el tablón de edictos de los Capítulos Estudiantiles del Departamento. La Directiva del Capítulo Estudiantil para el año académico 2005-2006 quedó constituida de la siguiente manera:

Posición	Nombre	Dirección de Correo Electrónico
Presidenta	Arlene Morales Negrón	Lincey_amn@yahoo.com
Vicepresidenta	Enid M. Rodriguez Rivera	enidmrr@hotmail.com
Secretaria	Glorynel Ojeda Matos	Joie_de_dieu@hotmail.com
Tesorera	Anamaris Medina Mora	Davi_tox@yahoo.com
Vocales	Yvette M. Martínez Gallo	y_martinez@hotmail.com
	Ismael J. Marrero Rivera	joygato@yahoo.com
	Paola Colón Colón	paolamjd_poli@hotmail.com
	Juan M. Ayala Padilla	Juan_m_ayala@hotmail.com



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

Durante el trimestre SP-05 se comenzó la creación del nuevo Capítulo Estudiantil del American Concrete Institute (ACI). El 11 de mayo de 2005 se llevó a cabo una reunión donde se escogió la Directiva, que preside la estudiante Francheska E. Seijo Montes, y durante la Semana de las Asociaciones Estudiantiles (5 al 9 de septiembre de 2005) se llevaron a cabo las inscripciones oficiales para nuevos miembros. Los objetivos principales de este Capítulo son promover la ampliación del conocimiento e información necesarios para utilizar el hormigón a su potencial máximo, proveer conferencias y seminarios con este fin y promover la participación de los estudiantes en competencias a nivel nacional donde éstos utilicen su ingenio, creatividad y lo aprendido durante el transcurso de la carrera de Ingeniería Civil para hacer diseños eficientes.

La primera actividad programada por el Capítulo será la competencia conocida como "Egg Protection Device". La competencia consiste en diseñar un dispositivo de hormigón u hormigón reforzado que tenga alta resistencia a impactos con el fin de proteger un huevo. Esta competencia se llevará a cabo en la primavera de 2006 en el estado de Carolina del Norte. Se exhorta a todos los estudiantes de Ingeniería Civil a que se hagan miembros de este Capítulo para que tengan la oportunidad de participar en esta competencia. Próximamente se estarán ofreciendo detalles de la misma en el tablón de edictos de los Capítulos Estudiantiles del Departamento.

POLYWEATHER INFORMA: EL CLIMA EN LA POLI EN LA PRIMAVERA-VERANO DE 2005



De acuerdo a los datos recopilados por la Estación Meteorológica del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, localizada en el techo del Edificio de Laboratorios, el clima en la Universidad Politécnica durante los meses de abril a agosto de 2005 fue uno típico para la temporada de primavera y verano en el Área Metropolitana de San Juan: caluroso y muy húmedo. La temperatura máxima durante este período de cinco meses fue de 92.3°F (registrada en la tarde del 21 de mayo de 2005) y la temperatura mínima fue de 72.0°F (registrada en la madrugada del 22 de abril de 2005). Las temperaturas máximas, mínimas y promedio en cada uno de los cinco meses fueron las siguientes:

Mes	T (máxima)	T (mínima)	T (promedio)
Abril 2005	90.1 °F	72.0 °F	80.1 °F
Mayo 2005	92.3 °F	72.3 °F	80.8 °F
Junio 2005	91.8 °F	73.2 °F	82.3 °F
Julio 2005	90.7 °F	73.7 °F	82.4 °F
Agosto 2005	91.4 °F	74.2 °F	82.5 °F

Durante el período no hubo ningún día en que se midieron temperaturas por debajo de los 70 °F y 16 días en que se midió una temperatura sobre los 90 °F (un día en abril 2005, cinco días en mayo 2005, seis días en junio 2005, dos días en julio 2005 y dos días en agosto 2005).

Por otro lado, durante el período se registró lluvia (0.01 pulgadas o más) durante 97 días (15 días en abril 2005, 18 días en mayo y junio 2005, 25 días en julio 2005 y 21 días en agosto 2005). Los días de mayor precipitación pluvial lo fueron el 25 de junio y el 21 de abril de 2005 con 2.66 y 2.62 pulgadas de lluvia, respectivamente, mientras que el período más seco fue de siete días (entre el 14 y el 20 de junio de 2005) cuando no se registró lluvia. Las cantidades de lluvia registradas en cada uno de los cinco meses fueron las siguientes:

Mes	Lluvia registrada
Abril 2005	8.61"
Mayo 2005	8.50"
Junio 2005	8.80"
Julio 2005	7.07"
Agosto 2005	4.74"



La velocidad del viento más fuerte registrada durante estos meses fue una ráfaga de 37 millas por hora, medida el 5 de julio de 2005, a la que siguieron ráfagas de 33 millas por hora, medidas los días 23 de junio y 12 de agosto de 2005.

Si necesitan tener información al instante de los datos que genera continuamente la Estación Meteorológica del Departamento pueden obtenerlos en la dirección de Internet <http://www.pupr.edu/offices.asp?ID=111>. Además, desde el comienzo de este año académico está en servicio un monitor en el "lobby" del Edificio de Laboratorios, junto al Laboratorio de Ingeniería Ambiental, con información de la fecha, hora, temperatura, precipitación, evaporación, velocidad y dirección del viento en la Universidad, así como imágenes de satélites y radares meteorológicos de Puerto Rico y el Caribe. Así que si les interesa saber qué tiempo está haciendo en "la Poli", pasen y cotejen el nuevo monitor de **PolyWeather**.

LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUERTO RICO

Las muestras de suelos con las que trabajan los estudiantes de nuestro Departamento en los cursos de Laboratorio de Ingeniería Geotécnica son obtenidas al comienzo de cada trimestre académico en el campus universitario mediante una Prueba de Penetración Estándar (SPT, por sus siglas en inglés). A continuación se presenta un resumen de la variación de parámetros de resistencia a la penetración y la resistencia a la compresión no confinada de los suelos obtenidos en dichos muestreos.

Estratigrafía

La Universidad Politécnica de Puerto Rico se encuentra ubicada en la formación Hato Rey y localmente consiste de suelos aluviales antiguos bajo una capa de relleno artificial. Dichos suelos aluviales son una mezcla en la que predominan arcillas marrones y rojizas con proporciones menores de arenas cuárcicas y limo. La investigación consistió de dos perforaciones de 18 y 16 pies de profundidad las cuales fueron realizadas el día 13 de agosto de 2005. Este artículo hace referencia a los resultados obtenidos para muestras de la primera perforación.

Resistencia a la Penetración

La resistencia a la penetración de un suelo se mide mediante el número de golpes necesarios para penetrar un pie dentro de él, los golpes son aplicados por un martillo de 140 libras cayendo una distancia de 30 pulgadas. En suelos cohesivos, que son los que predominan en el sitio, dicho valor determina la consistencia del suelo según se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Consistencia de Suelos Cohesivos

N (Golpes por pie)	Consistencia	Resistencia a la Compresión No Confinada qu (Ton/ft ²)
0 - 2	Muy blanda	0 - 0.25
2 - 4	Blanda	0.25 - 0.5
4 - 8	Media	0.5 - 1
8 - 16	Rígida	1 - 2
16 - 32	Muy rígida	2 - 4
> 32	Dura	> 4

La tabla anterior muestra también la relación aproximada entre la resistencia a la penetración y la compresión no confinada de suelos cohesivos, dicha relación depende de factores como la sensibilidad y la mineralogía de la arcilla.

La Figura 1 muestra los resultados de resistencia a la penetración para las profundidades entre 3 y 15 pies. Los valores varían entre 16 y 38 golpes por pie, lo que corresponde a consistencia muy rígida y dura de acuerdo a la Tabla 1. Se observa también que, como es de esperarse, los suelos más profundos que están sujetos a esfuerzos verticales mayores debido a la sobrecarga de las capas superiores, se han comprimido y endurecido como lo indica la tendencia general de la figura. Cabe señalar que en investigaciones anteriores en el sitio se ha observado una reducción drástica en la resistencia a la penetración en zonas profundas debido a humedad provocada por agua subterránea.

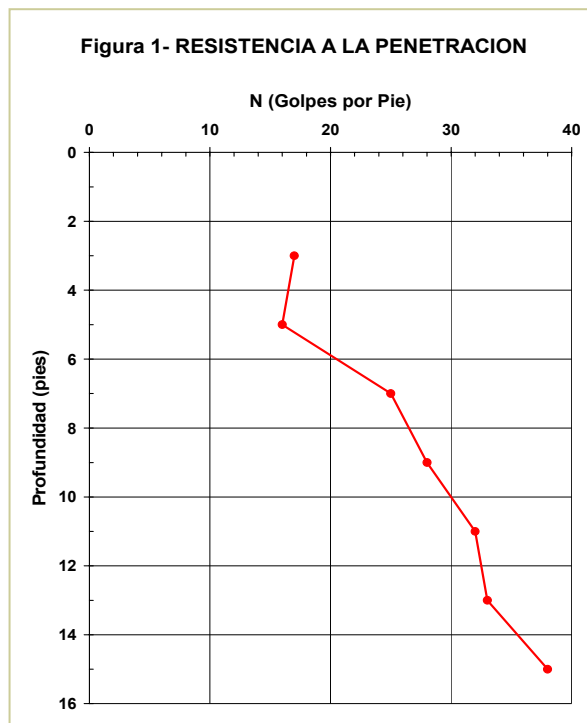
LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUERTO RICO

Resistencia a la Compresión No Confinada

La resistencia a la compresión no confinada, denominada “qu”, se obtiene aplicando una fuerza de compresión axial a muestras cilíndricas de suelos cohesivos preparadas en el laboratorio. Dicha prueba es rápida y relativamente sencilla y es usada en la mayoría de los estudios geotécnicos realizados en Puerto Rico para caracterizar la resistencia del suelo. Dicha prueba tiene sin embargo limitaciones que afectan los resultados como se indica:

- **Falta de confinamiento lateral:** La muestra no cuenta con el confinamiento que le proporciona el resto del suelo en condiciones naturales. Este factor hace que los resultados obtenidos con esta prueba sean menores que los reales.
- **Velocidad de la prueba:** En el laboratorio se aplica en minutos cargas que probablemente tomen meses durante la construcción de la estructura. Este factor hace que los resultados obtenidos con esta prueba sean menores que los reales.
- **Tiempo transcurrido desde la obtención de la muestra:** Las muestras son almacenadas en recipientes de cristal o plásticos con tapas de rosca con el objetivo de minimizar la pérdida de humedad natural y el consecuente aumento en resistencia en suelos cohesivos. A pesar de lo anterior, hay pérdidas menores de humedad que aumentan la resistencia de la muestra.

Se estima que el efecto combinado de los factores mencionados hace que los resultados de esta prueba sean aproximadamente un 60% de los reales por lo que, en general, esta prueba es conservadora.



LA CONSISTENCIA DE LOS SUELOS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUERTO RICO

La Figura 2 muestra la variación de la resistencia a la compresión no confinada en toneladas por pie cuadrado. De acuerdo a la Tabla 1 todos los valores, con excepción del correspondiente a nueve pies de profundidad (consistencia dura), corresponden a una consistencia muy rígida lo que corresponde de manera general a lo indicado por la resistencia a la penetración. Se observa además una disminución significativa en la resistencia a la compresión para las dos últimas muestras, esto puede obedecer a una o la combinación de los siguientes factores:

- Presencia de agua subterránea lo que aumenta el contenido de humedad y por ende el índice de liquidez (cercanía al límite líquido) del suelo
- Presencia mayor de arena que es un suelo no cohesivo que requiere confinamiento para desarrollar resistencia
- Presencia mayor de limo que posee una cohesión mucho menor que la de la arcilla

Todos los factores mencionados han sido observados en estudios anteriores en el sitio.

Figura 2- COMPRESION NO CONFINADA

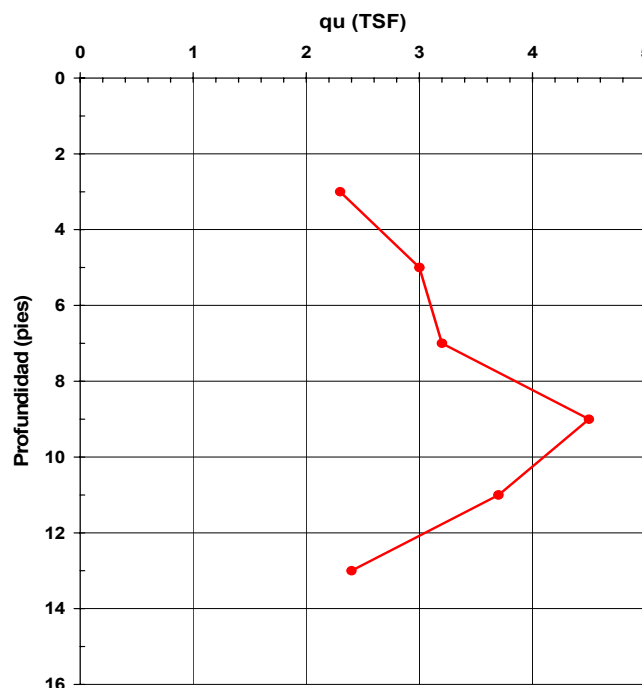
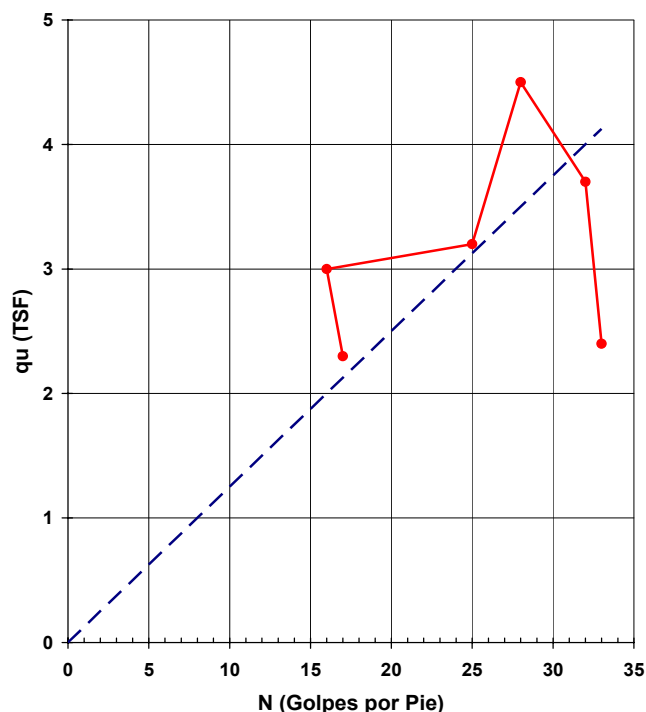


Figura 3 - RESISTENCIA A LA PENETRACION vs COMPRESION NO CONFINADA



Relación entre la Resistencia a la Penetración y la Compresión No Confinada

La Figura 3 muestra la relación entre la resistencia a la penetración y la compresión no confinada para las muestras obtenidas. La línea entrecortada representa la relación mostrada en la Tabla 1, se observa claramente una desviación significativa de esa tendencia en los últimos dos valores ya que son muy por debajo de la relación indicada lo cual es consistente con el carácter aproximado de la tabla.

Los datos aquí presentados son el resultado del diligente trabajo de los estudiantes del curso CE-4205 Geotechnical Engineering II Laboratory, así como la asesoría del personal de apoyo del laboratorio. Un trabajo más detallado se presentará en próximas ediciones de este Boletín.

LA LICUACIÓN DE LOS SUELOS

El siguiente artículo fue preparado por Evelyn M. Sánchez Zayas, la primera mujer que completó un grado de Maestría en nuestro Departamento y primer estudiante que se especializó en el Área de Ingeniería Geotécnica.

Dentro de la Ingeniería Geotécnica, el movimiento del agua a través del suelo siempre ha sido de gran importancia ya que dependiendo del tipo de suelo el agua lo afectará de una manera distinta. Este artículo trata el efecto que tiene el agua en un suelo arenoso, llegando éste a perder toda su resistencia ($\sigma' = 0$). Es importante saber que los suelos granulares que tengan una distribución de partículas uniforme y con cierta cantidad o contenido de materiales finos, como limos o arcillas, son los más propensos al fenómeno de licuación. Se dice que un suelo arenoso totalmente saturado se licúa cuando la resistencia al esfuerzo cortante entre sus partículas disminuye a tal grado que la mezcla agua-suelo se comporta como un semilíquido o líquido. Tal fenómeno está condicionado por la generación de presión en el agua, también reconocida como presión de poro, dentro de la masa del suelo, lo que determina la reducción de los esfuerzos efectivos, y con ello, la disminución y pérdida temporal de su resistencia al esfuerzo cortante. Los aumentos de presión en el agua, que inducen el fenómeno de licuación, son provocados por la acción de los movimientos sísmicos.

Debido a la importancia del fenómeno de licuación, este efecto fue modelado en el Laboratorio de Ingeniería Geotécnica para beneficio de los estudiantes del Departamento, quienes podrán observar dicho fenómeno y entender mejor el comportamiento del agua a través de un suelo arenoso. El efecto de licuación se simuló en un tanque de aluminio de 23.5 pulgadas de diámetro y una capacidad de 37 galones, donde el agua se desplaza hacia arriba como se muestra en la Figura 1. Para evitar migración de la arena y facilitar una distribución del agua se utilizó un geotextil no tejido y un geotextil tejido.

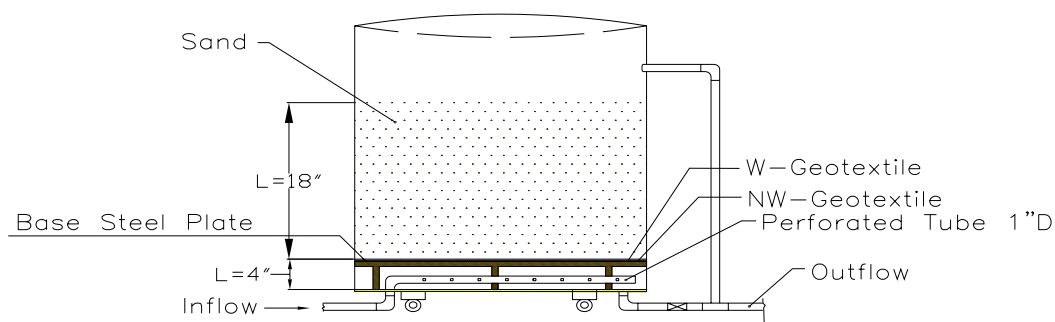


Figura 1. Vista esquemática del tanque de licuación

A la arena utilizada en este experimento, de Yabucoa, Puerto Rico, se le realizaron pruebas de laboratorio como la de la distribución de tamaño de las partículas, realizado en base a USCS (ASTM D 422-63), clasificándose como una arena bien gradada o SW (Figura 2). Para determinar la capacidad de mover agua, se le realizó la prueba de permeabilidad (ASTM D 2434) obteniéndose un valor de 4.8×10^{-3} cm/seg, el cual es un valor representativo para una arena típica.

LA LICUACIÓN DE LOS SUELOS

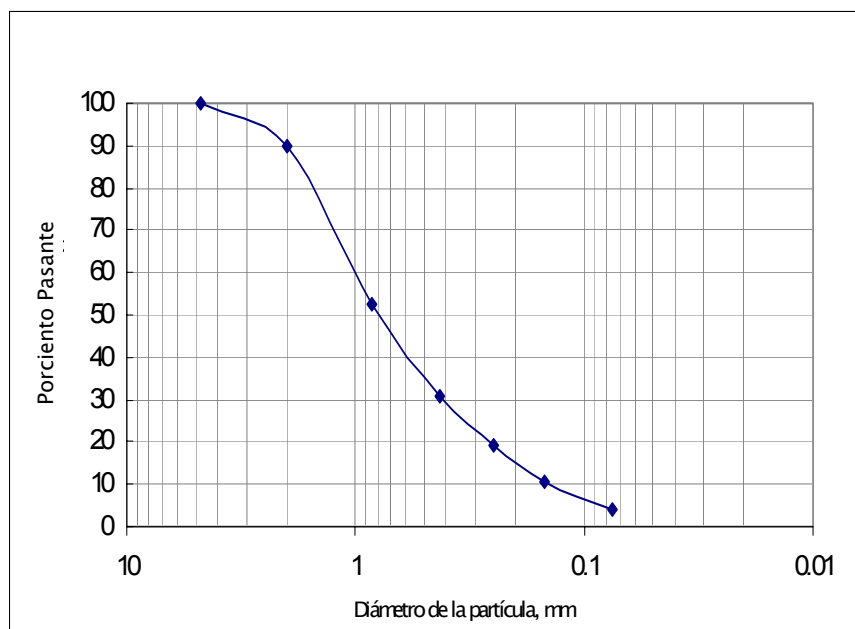


Figura 2. Distribución del suelo arenoso utilizado en el modelo de licuación

Para redistribuir el agua, facilitar el movimiento de ésta hacia arriba y prevenir la migración del suelo se utilizaron geotextiles tejidos y no tejidos. Las propiedades de los geotextiles utilizados, producidos por Amoco Fabrics and Fibers Company, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades de los geotextiles utilizados

Parámetro	Estilo 2000 (Tejido)	4598 Petromat (No tejido)
Espesor (mm)	0.172	0.234
Permitividad (cm/s)	0.05	N/A
Caudal (l/min/m ²)	160	N/A
Perforación (kN)	0.285	N/A
Mullen Burst (kPa)	2240	1370
Tensión / Elongación (%)	15	50
Tamaño equivalente de los orificios (mm)	0.600	N/A
Número del tamiz estándar	30	N/A

LA LICUACIÓN DE LOS SUELOS

Una vez las válvulas de entrada del agua en el fondo del tanque son abiertas, el agua comienza a subir, y la altura de ésta puede ser medida utilizando los piezómetros ubicados a diferentes elevaciones (Figura 3). El agua continúa su ascenso hasta que llega un momento en que se pierde toda capacidad de resistencia del suelo, fenómeno que es conocido como licuación. Para observar este proceso se ubicó en la parte superior del tanque un cilindro de hormigón (Figura 4) y una vez el suelo licuó el cilindro se hundió, ya que el suelo no era capaz de resistir carga alguna, como se puede observar en la Figura 5. Teóricamente, para que ocurra licuación se requiere un gradiente hidráulico entre 0.9 y 1.1. El gradiente hidráulico se midió en cada una de las pruebas y el valor obtenido fue de 1.06, el cual se encuentra dentro del rango esperado.



Figura 3. Piezómetros ubicados a diferentes elevaciones



Figura 4. Ubicación de una carga para ver el efecto de licuación



Figura 5. Licuación del suelo por movimiento del agua hacia arriba

En el experimento se pudo observar el fenómeno de licuación de una arena causado por el movimiento hacia arriba del agua. También se observó una excelente función del geotextil, el cual distribuyó el agua uniformemente e impidió cualquier migración del suelo.

AYUDAS EN PROGRAMACIÓN

Esta sección del Boletín se desarrolló para presentar algunos consejos de cómo programar aplicaciones sencillas en Excel, usando Visual Basic para Aplicaciones (VBA). En esta entrega se presentará el desarrollo de un aplicación completa de ingeniería (se supone que el lector está familiarizado con los tópicos tratados en las entregas anteriores). A manera de ejemplo se implementará un programa sencillo, que consistirá en el análisis estructural de vigas continuas sometidas a cargas estáticas, y que responden en el rango elástico y lineal.

Con el objetivo de simplificar la aplicación, el modelo estará sujeto a las siguientes limitaciones:

- Todos sus soportes tipo “pin”.
- Se supondrá que todos los tramos están compuestos del mismo material (el módulo elástico de Young E es el mismo para todos los tramos).
- Se supondrá que todos los tramos tienen la misma sección transversal (el momento de inercia I de la sección transversal respecto al eje de giro es el mismo para todos los tramos).
- Se aceptarán solo cargas nodales (momentos aplicados), o de tramo (cargas uniformes o puntuales verticales en cada tramo).

El lector puede luego generalizar la aplicación, permitiendo otras condiciones de borde, otros tipos de carga, más cargas por elemento, etc.

La Figura 1 presenta el modelo analítico general a ser analizado. En la misma se presenta la numeración de los nodos (en un círculo), de los elementos (en un cuadrado) y de los grados de libertad (DOF = “Degree Of Freedom”) adoptada. También se muestra la longitud de cada elemento (L_i).

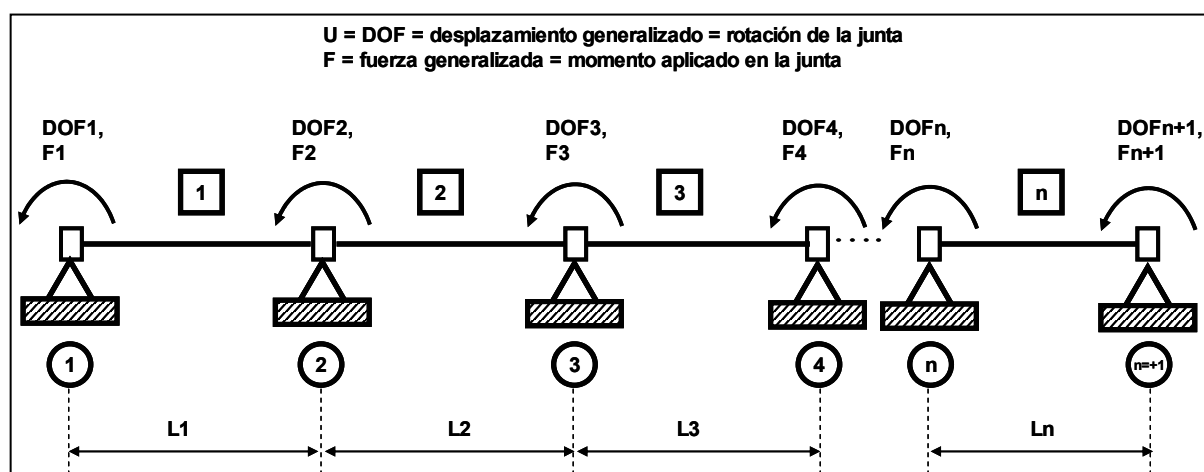
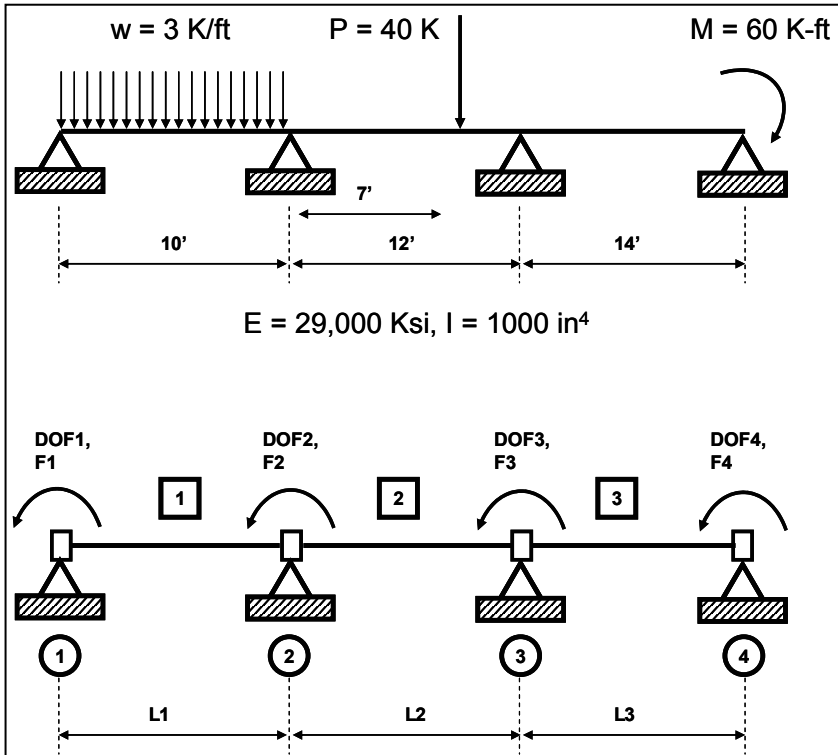


Figura 1. Modelo Analítico Genérico de la Viga Continua

Se puede ver que la viga puede estar compuesta por “ n ” elementos, en cuyo caso habrá “ $n+1$ ” juntas y “ $n+1$ ” grados de libertad (la rotación de cada junta).

En este número del boletín departamental se desarrollará la primera fase de todo programa, que es la de entrada y almacenamiento de datos (pre-procesamiento ó generación de los datos del modelo). Para ello usaremos una hoja de Excel como plantilla, para organizar los datos de manera que el programa pueda analizar vigas continuas con cualquier número “ n ” de elementos. La figura 2 muestra el ejemplo que se ejecutará, y la Figura 3 la hoja de datos que debe llenar el usuario. Los datos que deben entrarse se han sombreado, para orientar al usuario.

AYUDAS EN PROGRAMACIÓN



Notar que cada tramo “i” puede tener una carga distribuida “wi” y una carga puntual “Pi”, localizada a una distancia “Xi” medida desde el nodo izquierdo del elemento. Las unidades deben ser consistentes: por ejemplo, si se usa para E [Ksi], usar para I [in⁴], para L [in], para M [K-in], y para P [K]. Una de las ventajas de usar una hoja de Excel para organizar los datos es que en cada celda se puede entrar una ecuación que calcule el dato en la unidad requerida: por ejemplo, en la celda B13 se ingreso como dato “=10*12” para expresar la longitud del elemento 1 en [in].

Figura 2. Ejemplo a ser analizado

B13		=10*12								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Programa para el analisis de vigas continuas									
2	Gustavo E. Pacheco-Crosetti, MSCE, PE									
3										
4										
5	Datos									
6										
7	E =	29000	módulo elástico del material							
8	I =	1000	inercia de la sección transversal							
9	n =	3	número de tramos							
10										
11	Longitudes de elementos		Cargas por elemento			Cargas nodales				
12	Tramo i	Long. Li	Tramo i	wi	Pi	Xi	DOF j	Mj		
13	1	120	1	0.25	0	0	1	0		
14	2	144	2	0	40	84	2	0		
15	3	168	3	0	0	0	3	0		
16							4	-720		
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Figura 3. Datos del ejemplo que debe llenar el usuario

AYUDAS EN PROGRAMACIÓN

La Figura 4 presenta la declaración de las variables a ser usadas para guardar los datos (se optó por declararlas como variables globales), y la Figura 5 la rutina de lectura de datos.

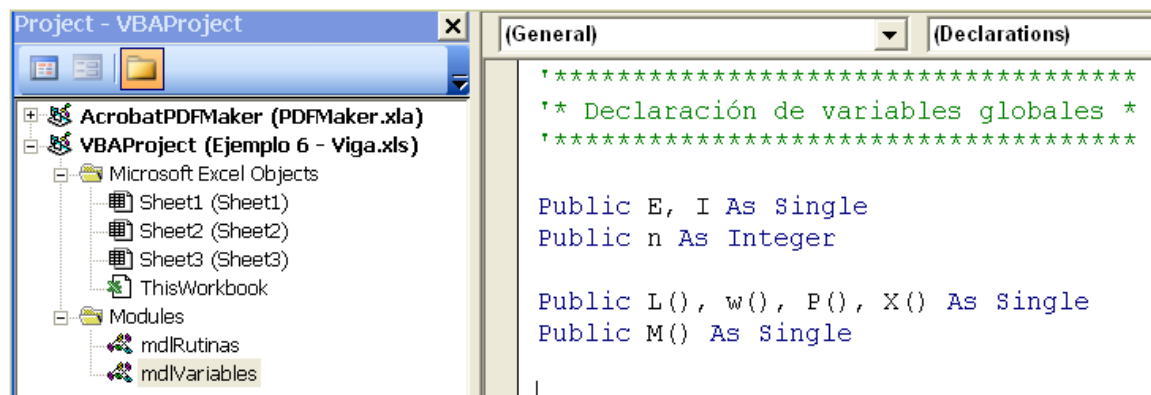


Figura 4. Declaración de variables para almacenar datos

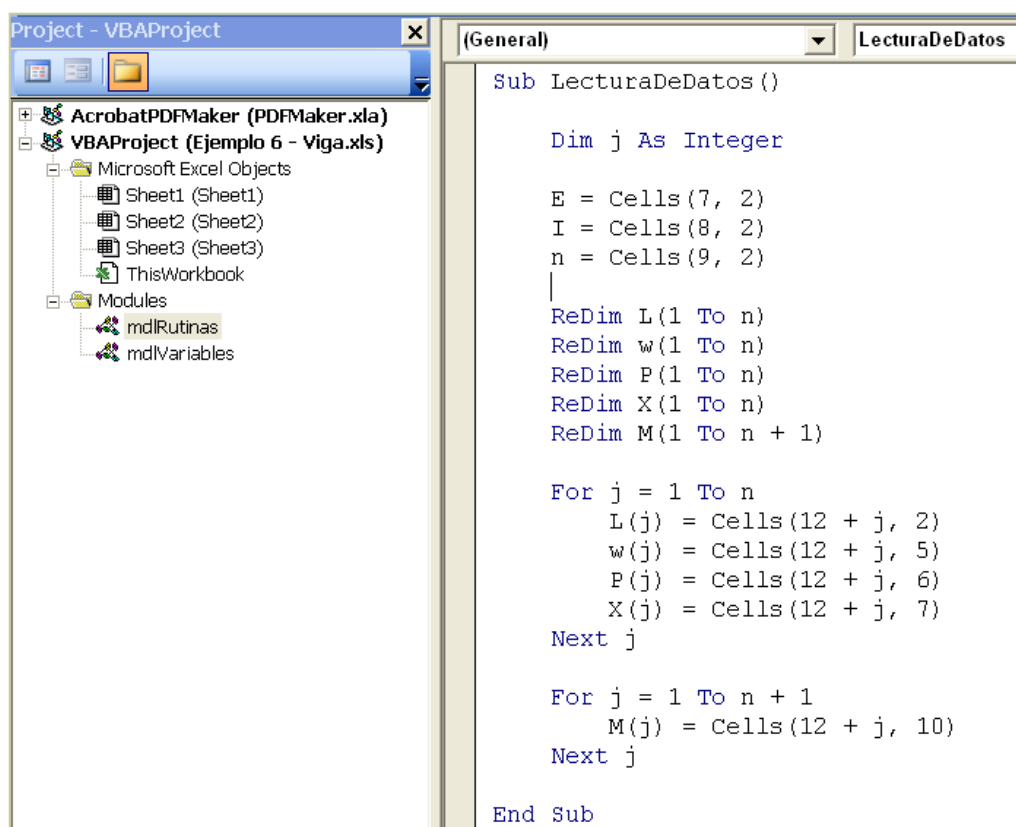
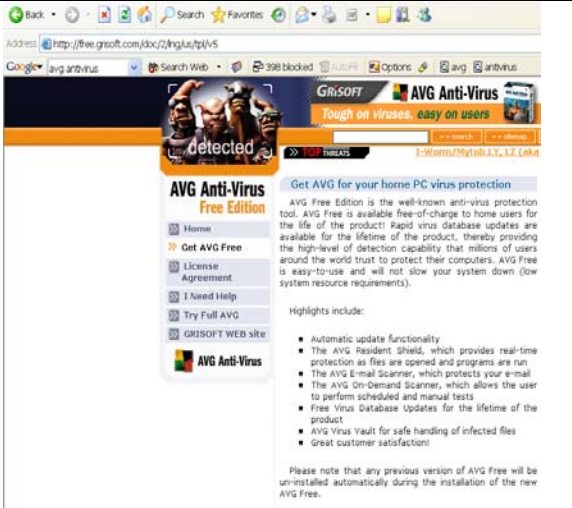
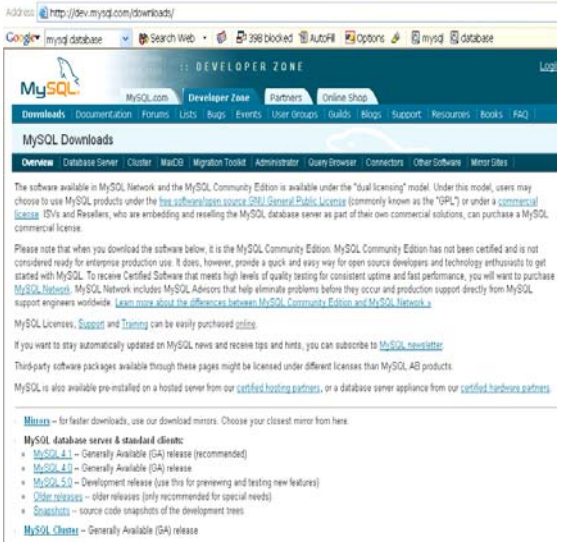


Figura 5. Subrutina de lectura de datos

En próximos números continuaremos con el desarrollo de este programa, en su fase de análisis e impresión de resultados. Si tiene comentarios, sugerencias, inquietudes y aportaciones para esta sección del boletín, todas son muy bienvenidas. Puede hacerlas por e-mail a gpacheco@pupr.edu

SITIOS EN LA RED

Esta sección del Boletín se desarrolló para presentar algunos sitios de interés para el estudio y la práctica profesional de la Ingeniería Civil. En esta octava entrega se presentan dos sitios de interés general. Si tiene comentarios, sugerencias, inquietudes y aportaciones para esta sección del boletín, todas son muy bienvenidas. Puede hacerlas por e-mail a gpatcheco@pupe.edu.

Sitio	Área, Énfasis y Aplicación	Descripción	Ejemplo
http://free.grisoft.com/doc/2/Ing/us/tpl/v5 Grisoft free download	Área: Interés general Énfasis: Antivirus Aplicación: Estudios sub-graduados, estudios graduados, práctica profesional	Este sitio contiene el antivirus AVG que se puede bajar de forma gratuita para el uso personal en su PC En programa antivirus es excelente, y tiene todas las herramientas de los programas pagados (i.e. actualización del listado de virus, etc.)	
http://dev.mysql.com/downloads/ Sitio de la organización "MySQL"	Área: Interés general Énfasis: Bases de dato Aplicación: Estudios sub-graduados, estudios graduados, práctica profesional	Este sitio permite bajar, de forma gratuita, el programa "MySQL", que es una base de datos muy potente del tipo "open source GNU", que permite el uso personal ilimitado, siempre que se desarrolle una aplicación para uso personal y no para vender.	

Este boletín es el órgano oficial del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Se publica con una periodicidad trimestral. Solicitamos colaboraciones, en especial de nuestros estudiantes. Nos reservamos el derecho a publicar, a editar los textos y hacerles las debidas correcciones de estilo que entendamos necesarias.



JUNTA EDITORA

Ing. José Borrageros

Sra. Carmen Rodríguez

COLABORADORES EN ESTA EDICION:

Dra. Omaira Collazos

Ing. Héctor Cruzado

Ing. Eduardo González

Ing. Raúl Martín

Ing. José A. Martínez

Ing. Pedro Modesto

Ing. Gustavo Pacheco

Prof. Ginger Rossy

Ing. Amado Vélez

Directiva Clase Graduanda 2006

Capítulos Estudiantiles

(ASCE, CIAPR y ACI)