

Facultad de Matemáticas e Ingeniería

Decano actual: Ingeniero LUIS ENRIQUE ORDUZ ESPINOSA

(Extracto del Informe del ex-Decano Ingeniero Alfredo D. Bateman)

Pénsum.—Por Acuerdo N° 182 de 1851 y a iniciativa de la Facultad se introdujeron algunas reformas adjetivas que no desvirtuaron la orientación inicial en el pénsum fijado por el Acuerdo 126 de 1950.

La principal de ellas, además de ordenar el desarrollo lógico de las cátedras intensificando el estudio de materias de carácter económico, tan indispensable hoy al Ingeniero, consiste en la diversificación del último año para orientar a los estudiantes hacia tres grandes divisiones de la Ingeniería, cuales son: la Ingeniería Hidráulica y Eléctrica, Ingeniería de Transportes e Ingeniería Sanitaria y Municipal.

Esta división no constituye propiamente una especialización sino sólo una iniciación de ella, ya que por ahora, y hasta una nueva reforma del pénsum que debe emprenderse dentro de algunos años, los estudiantes que culminen sus estudios continuarán recibiendo el título de Ingeniero Civil, entregándoseles por separado una mención de orientación seguida.

Con esta reforma los estudios quedan por desarrollarse en un Año Previo y cinco de Ingeniería.

Programas.—Con la colaboración de Profesores, y en especial de Jefes de Sección, se ha venido adelantando una cuidadosa revisión de los programas de los diferentes cursos que constituyen el pénsum. Esta revisión tiene por objeto colocar la enseñanza a nivel de los avances de la técnica. Así como concatenar las materias unas con otras, evitando por otra parte, repeti-

ciones inútiles. Una síntesis de esta labor corre publicada en el "Boletín Informativo" 1951-1952, publicado por el Departamento Universitario de Extensión Cultural.

Aspirantes inscritos	246
Presentaron examen	235
Aprobados	153

Año previo.—Con el nombre de "Sección de Matemáticas Elementales" funciona en la forma reglamentada por el Acuerdo número 20 de 1950. El fruto de la experiencia aconsejó algunas reformas que se consignaron en los Acuerdos 173 de 1950 y 197 de 1951 del Consejo Directivo.

Matrícula

Año Previo	234	84	143	57
Primer Año	91	56	106	27
Segundo Año	105	93	98	54
Tercer Año	91	82	102	95
Cuarto Año	54	53	44	39
Quinto Año	45	40	58	45

Excursiones.

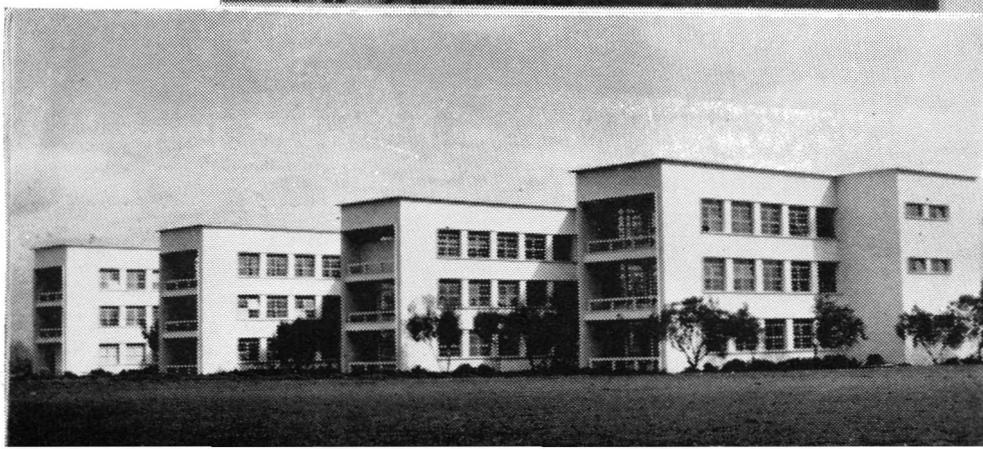
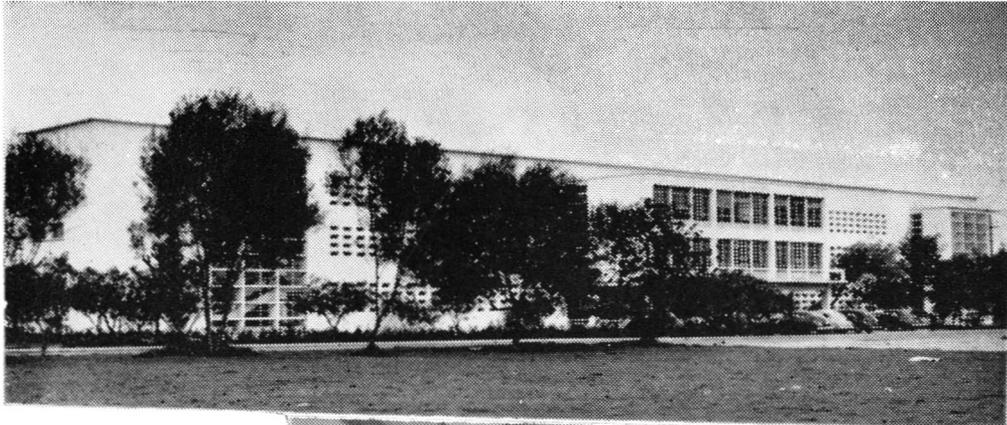
1950. 5º Año.—A los Estados Unidos de América, en compañía del Profesor Roberto Sarmiento Soto;

1950. 4º Año.—A la Costa Atlántica, en compañía del Profesor Hernando Franco S.

1951. 5º Año.—A los Estados Unidos de América, en compañía del suscrito Decano y del Profesor Hernando Correal C.

1951. 4º Año.—Al Tolima y al Huila, a conocer especialmente las obras de irrigación de Saldaña y Coello, en compañía del Profesor Hernando Sánchez.

La excursión a los Estados Unidos se realizó gracias a la espléndida colaboración del señor Ministro de Obras Públicas, así como de otras entidades oficiales y particulares. En desarrollo de las obligaciones impuestas a los estudiantes, éstos presentaron informes sobre la excursión, que están siendo estudiados tanto por la Facultad, como por el Consejo Nacional de Vías de Comunicación, según lo determinó el decreto que



Facultad de Ingeniería

Arriba: vista de frente

Al centro: Decano, Ingeniero Luis Enrique Orduz Espinosa

Abajo: vista posterior del Edificio

autorizó el auxilio, para darles una calificación que entrará dentro del cómputo general de último año.

Premio "Ponce de León".—Se introdujeron algunas reformas a la reglamentación del Premio "Ponce de León", que adjudica la Facultad y entrega la Sociedad Colombiana de Ingenieros, al mejor alumno de cada promoción. Las modificaciones tuvieron por objeto acordarlo con el sistema de calificaciones actualmente existentes en la Facultad y permitir su proclamación en el mismo acto del Grado Colectivo. El premio correspondiente al año de 1950 fue adjudicado al señor Rafael Amaya Ovalle.

Profesorado.—La Facultad cuenta actualmente con cuarenta y ocho (48) profesores, de los cuales once (11) son de tiempo completo incluyendo en este número dos (2) dedicados al Laboratorio de Hidráulica.

El Consejo de la Facultad ha solicitado recientemente el aumento de plazas de profesores de tiempo completo para obtener un mayor porcentaje de asistencia, un mejor desarrollo de programas, más facilidad de constituir jurados de exámenes, etc.

Es Profesor Honorario el Ingeniero Enrique Uribe Ramírez, quien durante muchos años dictó las cátedras de Organización de Empresas y de Estadística.

Viaje de profesores.—Viajaron a Estados Unidos los profesores Gustavo Maldonado y Jorge Bateman, para llevar a cabo estudios de:

a) Confrontación de la técnica de los Laboratorios de la Facultad con la de los Laboratorios Americanos; b) nuevos procedimientos de ensayo y experimentación; c) investigación sobre la adaptabilidad de nuevos equipos a nuestras necesidades y organización de Laboratorios; d) adquisición de nuevos aparatos. Estos estudios fueron llevados a cabo en los Laboratorios de National Bureau of Standards y el del Public Roads y los mencionados profesores rindieron el correspondiente informe.

Igualmente el Ingeniero Gustavo Perry Z., estuvo, a fin del año pasado, visitando varias Universidades americanas.

Becas.—Con becas concedidas por la Facultad, terminan estudios de Electricidad y Física en el State College de Pennsylvania, los Ingenieros Clímaco Gómez y Alvaro Sánchez.

El señor Alberto Ortiz Torres, del Consejo de la Facultad, con una beca por dos años, adelantará estudios de especialización en Estructuras en el Massachusetts Institute of Technology.

Se estudia la adjudicación de dos (2) becas que quedan libres en el año venidero.

Laboratorios.—La Facultad cuenta con los Laboratorios de Resistencia de Materiales, Concreto, Pavimentos y Mecánica de Suelos, Física, Aguas e Hidráulica.

En el Laboratorio de Hidráulica se ha intensificado la instalación de los aparatos esenciales a la enseñanza, dando algunos de ellos al servicio de los estudiantes en el segundo semestre.

Actualmente puede trabajarse en las unidades destinadas al estudio de pérdidas de carga, en tuberías, debidas a accesorios; observación de flujo en canales abiertos. A principios del año entrante se terminará la construcción de los tanques volumétricos, que lo capacitan para patronar los aparatos de medida.

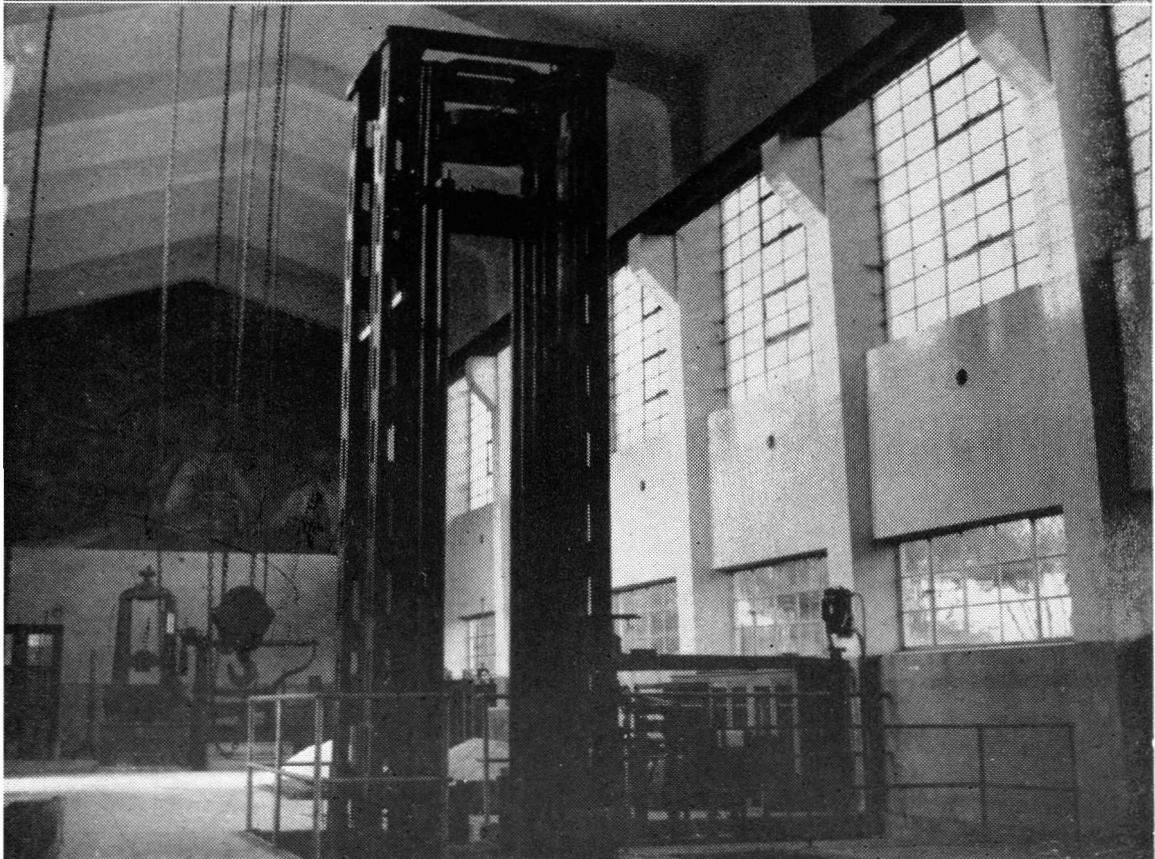
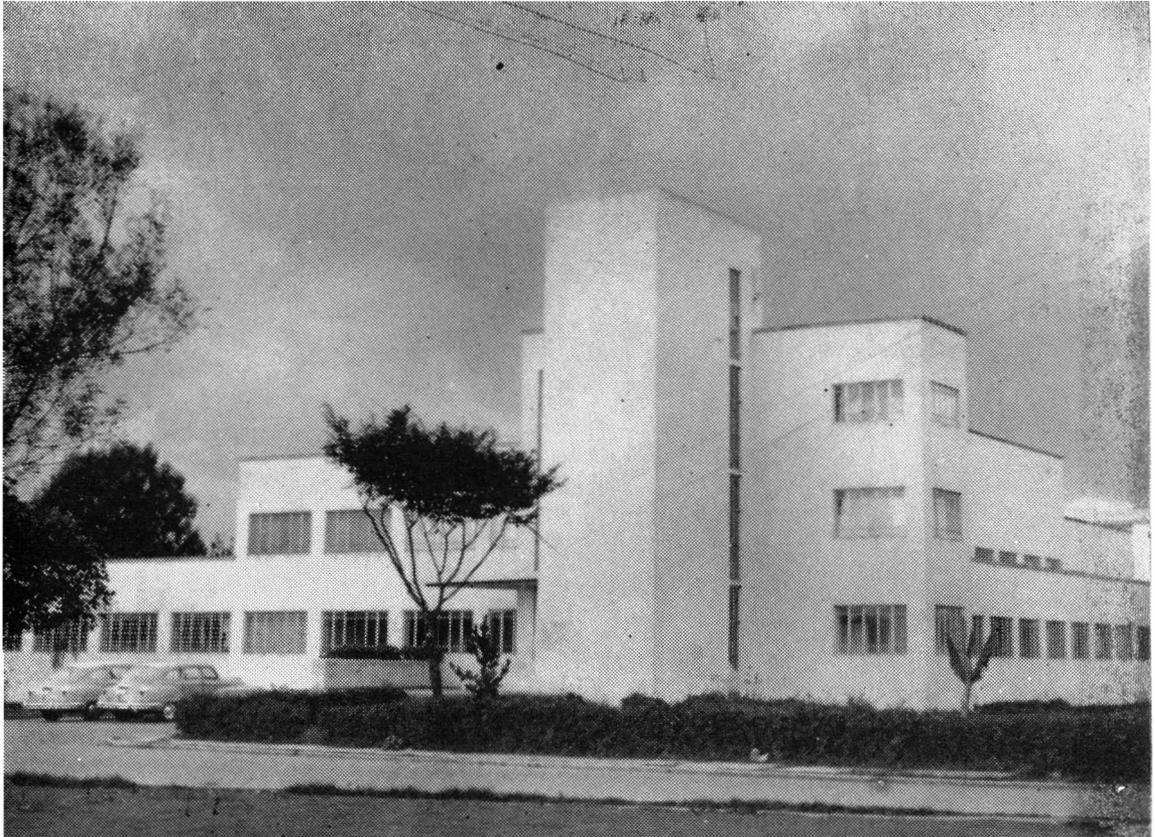
La playa de modelos quedará en servicio tan pronto como se terminen los tanques volumétricos.

Con el fin de intensificar el trabajo de los Laboratorios, no sólo mejorando el sistema de prácticas de los estudiantes sino también para adelantar labores de investigación, se ha considerado conveniente crear dos plazas de personal de tiempo completo, dedicados a ellos.

En esta forma se podrá multiplicar el número de prácticas para que no concurren a ellas cada vez sino un reducido número de estudiantes, al igual a como se hace en las Universidades Norteamericanas, según observación personal que se hizo, con lo cual se obtiene un mejor rendimiento docente.

Museo de materiales.—Como complemento de la cátedra “Materiales de Construcción”, creada este año y que constituye la primera iniciación de los estudiantes en la Ingeniería propiamente dicha, se fundó el Museo de Materiales, el cual se ha venido proveyendo de muestras obsequiadas por las empresas productoras. Este Museo será una valiosa fuente de información para los Ingenieros, máxime si se complementa con estudios de investigación de los mismos materiales que adelantan los Laboratorios.

Publicaciones.—La Revista “Ingeniería y Arquitectura”, ha continuado publicándose, sirviendo de órgano de esa Facultad y de la “AIDUN”.



Dos aspectos del Laboratorio de Resistencia de Materiales

En una de sus entregas se puede ver la lista completa de los títulos expedidos por esta Facultad desde 1870 hasta octubre de 1950, trabajo preparatorio por la Secretaría, en asocio de los Profesores Leopoldo Guerra y Gustavo Perry.

Obras de profesores de la Facultad.—Aparecieron en 1951 dos (2): “Ingeniería Sanitaria” (Planeamiento y Construcción de Acueductos), por el Ingeniero Hernando Sánchez M. (Prensas de la Universidad Nacional). “Análisis Matemático”. Texto de la Facultad (Editorial Minerva), por el Ingeniero Jorge Acosta Villaveces.

Se continuarán editando las conferencias de los profesores en forma de textos, para facilitar el trabajo de los estudiantes y obtener así una biblioteca propia de la Universidad.

“Aidun”.—Se reanudaron las actividades de la “AIDUN”, (Asociación de Ingenieros de la Universidad Nacional). Se han celebrado tres reuniones, comidas, con asistencia de numerosos ingenieros. Se estudió una forma estatutaria de la Asociación.

Entre las iniciativas de la “AIDUN” debe destacarse la implantación de un escudo para los ingenieros graduados en la Facultad, el cual ha tenido mucha acogida.

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería.—Por mandato de la ley, el Decano de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional forma parte de dicho Consejo, encargado de expedir las matrículas para poder ejercer legalmente en Colombia la profesión de Ingeniería y sus similares. Constante ha sido la atención dispensada a este Consejo, el cual, para vincularse más con la Facultad, eligió como Secretario al mismo Secretario de la Facultad.

Centro Interamericano de la Vivienda.—Para atender a los dos compromisos contraídos por la Universidad Nacional con la Organización de los Estados Americanos (OEA) para el funcionamiento en Bogotá del Centro Interamericano de la Vivienda, esta Facultad ha prestado toda su colaboración, destinando para ello parte de su edificio anexo.

Igualmente ha ofrecido parte del mismo edificio para el caso de que la OEA designe a Bogotá como sede del Centro Interamericano de Estadística.

Graduados en 1951.

Ortiz Torres Alberto (Grado de Honor), Abril Muñoz Héctor, Albornoz Plata Santiago, Aldana Sánchez Hernando, Alvarado Cañón Carlos E., Amaya López Antonio, Borda Palma Jorge, Carriazo Paz Eduardo, Carrillo Ortiz Arturo, Castro Holguín Eduardo, Cedeño Saavedra Miguel, Fajardo Loboguerrero Mario, Farías García Eccelino, Gámez Borrero Guillermo V., García Sarmiento Hernán, Hernández Pava Carlos Luciano, León Mendoza Plutarco, Lozano Rodríguez José Joaquín, Mariño Esguerra Enrique, Martínez Londoño Fernando, Matus Hernández Carlos Tomás, Méndez Peralta Gilberto, Monroy Páez José María, Olaya Perdomo Germán, Ortiz Mejía Alvaro, Ospina Vargas Ignacio, Ospina Vargas Paulo, Otero Luna Hernando, Pahde Ten-Kate Holger, Peña Castrellón Darío, Pérez Pizarro Alberto, Pinilla Gordillo Claudio, Pinzón Barco Jorge, Ramos Vengoechea Reinaldo, Reyes Díaz Rigoberto, Rincón Castell Humberto, Romero Brugés Carlos, Rubio Villalobos Guillermo, Salamanca Latorre José Ignacio, Sandoval Lozano Rafael, Solanilla Mosquera Carlos Marino, Uribe Peralta Oscar, Vélez Cortés Gabriel, Vergara Avendaño Emilio.

* * *

I N F O R M E que presentan los Profesores Gustavo Maldonado y Jorge Bateman al señor Rector y Consejo Directivo de la Universidad Nacional y al Consejo de la Facultad de Ingeniería

El Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería tuvo a bien comisionar a los suscritos para visitar los Laboratorios del Bureau of Standards y los del Public Roads de los Estados Unidos, situados en la ciudad de Washington, con el fin de estudiar los últimos adelantos en los métodos de ensayo de materiales, especialmente de los suelos, del concreto y demás, utilizados en la construcción de pavimentos; investigar los procedimientos para la aplicación de los resultados del Laboratorio a la solución de los problemas prácticos de la Ingeniería; comparar detalladamente los procedimientos de experimentación y de ensayo entre esos Laboratorios y los de la Facultad y hacer un estudio de las necesidades de nuevo equipo para reemplazar el ya anticuado de nuestros Laboratorios, a fin de dotarlos conveniente-

mente, según los últimos adelantos y necesidades de esta rama de la Ingeniería.

El Consejo Directivo de la Universidad acogió la recomendación hecha por la Facultad y por Resolución N^o 135 de marzo 9 de 1951, autorizó nuestro viaje.

Salimos de Bogotá el día 10 de junio del presente año y llegamos a la ciudad de Washington el día 14 del mismo mes, pues el recorrido entre Miami y Washington lo hicimos por vía terrestre. En nuestro itinerario se había fijado el día 3 de septiembre para estar de vuelta en Colombia y continuar para esta fecha nuestras tareas en la Facultad. También se había convenido en hacer el viaje de regreso por barco, para poder traer con nosotros el equipo que pudiéramos conseguir durante nuestra estadía en los EE. UU. Para cumplir este programa separamos con anticipación nuestros pasajes para el 24 de agosto en un barco de la Grace Line que llegó a Cartagena el 1^o de septiembre. En esta forma pudimos estar en la Facultad, como lo habíamos previsto, el 3 del mismo mes.

Una vez convenida la fecha de salida, nos quedaban diez semanas aproximadamente para cumplir el resto de nuestro programa, después de descontar alrededor de una semana que deberíamos permanecer en Nueva York para hacer las diligencias de salida del país. Este tiempo lo empleamos en atender a los trabajos que ejecutamos en los Laboratorios americanos y en visitas a otras dependencias, como la Universidad de Maryland, la Universidad Católica, la Sección de Control de la Erosión del Departamento de Agricultura, el Departamento de Geodesia, etc. Esta parte del programa se cumplió en la siguiente forma:

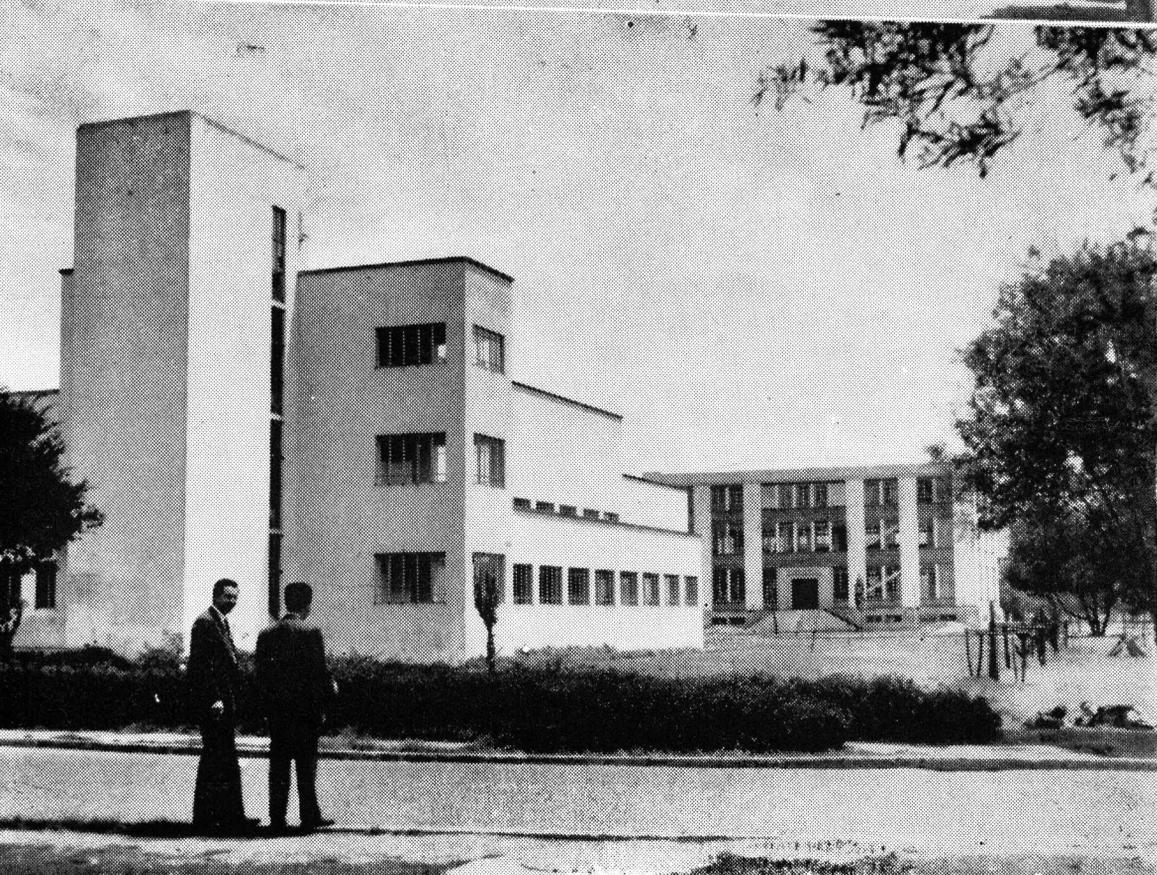
Universidad de Maryland.—Con carta de presentación del señor Decano de la Facultad, visitamos la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Maryland, donde fuimos recibidos por el Profesor Steinberg, Decano de dicha Escuela, quien nos atendió con toda la gentileza que lo caracteriza. Aunque la Escuela estaba en receso por las vacaciones de verano, sin embargo, el señor Decano comisionó a uno de los profesores que allí se encontraban para que nos mostrara los Laboratorios y demás dependencias de la Escuela. Era nuestra intención estudiar allí detenidamente la organización de los Laboratorios de suelos y tener una entrevista con el profesor de Mecánica de Suelos, pero el titular de esta materia, Profesor Barber, se encontraba ausente, en

uso de sus vacaciones, por lo cual sólo pudimos estudiar la organización de dicho Laboratorio, clase de equipo, distribución de trabajos, tipos de ensayo que llevan a cabo allí, etc. Más tarde, en los Laboratorios de Bureau of Public Roads, tuvimos la oportunidad de entrevistarnos con el señor Barber, quien durante sus vacaciones estaba trabajando para este departamento. Pudimos también apreciar en esta Escuela la importancia que se está dando, por parte de los productores, al estudio de los agregados para concreto. Las empresas productoras de agregados tienen allí investigadores quienes, asesorados por la Escuela, estudian los problemas sobre diseño de mezclas de concreto, los efectos que las calidades y propiedades químicas que los agregados tienen sobre la resistencia de las mezclas, los efectos de temperatura, el flujo plástico, etc. También está recibiendo allí estudio muy cuidadoso el efecto de los álcalis, que últimamente se ha encontrado ser, en muchos casos, la causa de la desintegración de los concretos, por desarrollar estos álcalis presiones interiores de gran magnitud.

Bureau of Standards.—Con relación a los trabajos que pudiéramos ejecutar en este Departamento, nuestro interés estaba dirigido principalmente a las investigaciones sobre concreto y en segundo lugar al estudio de los suelos, pues sabíamos de antemano que donde podríamos hacer mejores observaciones sobre esta última materia era en el Bureau of Public Roads.

Mister Blaine, jefe del Departamento de Concreto, nos facilitó todos los medios para llevar a cabo nuestro trabajo de la mejor manera posible; nos puso en contacto con varios investigadores y aun quiso que viajáramos a Chicago al Laboratorio de Concreto de la Portland Cement Association, pero esto último no nos fue posible por falta de tiempo. En este Laboratorio estudiamos los siguientes materiales:

a) **Suelos.**—Los estudios de mayor importancia para nosotros en este departamento, versaron sobre la corrosión que los suelos producen sobre los metales y los métodos empleados hoy para contrarrestar este efecto destructor. El Profesor Donalson, encargado de estos estudios, nos hizo una exposición sobre los procedimientos eléctricos empleados en la protección de tuberías y estructuras metálicas sometidas a la acción de los suelos. Allí se exhiben ejemplares de partes metálicas que han durado enterradas por largo tiempo, y por medio de ellas se establece una comparación de los efectos que producen los suelos según



Facultad de Ingeniería — Dos aspectos de su Edificio

su composición química y según el tiempo a que han estado sometidos estos ejemplares a la acción de los suelos. La importancia que estos trabajos tienen en el país del Norte, se pudo observar por la cantidad de consultas que a diario llegan a aquella oficina sobre esta materia, para su solución. Los procedimientos empleados para contrarrestar la corrosión son muy sencillos y de gran efectividad.

b) **Concreto.**—Ensayo de cemento. Como deseábamos comparar nuestros métodos de ensayo de este material con los del Bureau, para lo cual habíamos llevado de las fábricas colombianas de cemento muestras tomadas al acaso, sin ninguna preocupación distinta de que el cemento no sufriera alteración durante el viaje a EE. UU., solicitamos del director del Laboratorio que los ensayos fueran hechos por su propio personal, sin ninguna intervención de nuestra parte, a fin de que nuestra comparación de procedimientos fuera completa. Mr. Oscar, Jefe del Laboratorio, accedió gustoso y nosotros fuimos solamente espectadores. Tanto el procedimiento de ensayo como los resultados estuvieron en completo acuerdo con los nuestros.

Con los turbidímetros de Wagner y el de Blaine se hicieron las pruebas de finura de los cementos. El aparato de Blaine (diseñado por el actual Jefe del Departamento de Concreto) ha tenido gran acogida en muchos Laboratorios por su sencillez y por la facilidad de llevar a cabo el experimento, además de no tener partes delicadas que puedan dañarse fácilmente como en el caso del aparato de Wagner. El experimento se hace en un tiempo muy corto. Para cualesquiera de estos aparatos se necesita una muestra standard de cemento a fin de tener un medio de comparación con el cemento que se experimenta. El Bureau prepara anualmente muestras que distribuye entre los productores de cemento de los EE. UU. Una de estas muestras nos fue obsequiada galantemente por mister Oscar. Nuestros Laboratorios actualmente poseen el aparato de Wagner, pero también debemos tener el de Blaine, por lo cual ha sido incluido en un pedido que debe estar listo para ser despachado.

Agregados.—En esta sección de los laboratorios se estudia la adaptabilidad de los agregados a una mezcla de resistencia deseada. Son muchos los factores que influyen en la bondad de la mezcla, y allí todo se toma en cuenta. Para el efecto de comparar la calidad de estos materiales se da gran importancia a la uniformidad de la mezcla, por ser éste uno de los factores que

más la afectan. Las facilidades con que cuenta para llevar a cabo las diferentes operaciones en los ensayos son muchas, y consecuentemente, los resultados son muy satisfactorios. Uno de los mecanismos de mayor utilidad en los estudios del concreto es una buena mezcladora de tipo especial para Laboratorio. Las que allí se usan producen mezclas de gran uniformidad, detalle muy importante, pues, en lo general, las diferencias que puedan ocurrir en la uniformidad de las mezclas hacen variar apreciablemente los resultados de los ensayos. No solamente las características físicas de los agregados sino también las químicas reciben un cuidadoso estudio. Las investigaciones que se han llevado a cabo sobre esta materia han dado las normas para clasificar las diferentes rocas según sus efectos sobre las mezclas. Es rutinario ya, en esta clase de trabajos, determinar el tipo de roca que, entre las disponibles, deba usarse para un concreto determinado.

Resistencia.—La determinación de la resistencia del concreto por el procedimiento usual de someter un cilindro a la compresión directa, implica la destrucción de la muestra. La mezcla que ha sido usada para formar la muestra que se ensaya, no puede ser absolutamente representativa de todas las mezclas que se empleen en la construcción de una estructura, puesto que hay variaciones de una a otra, y la misma muestra no puede utilizarse para comprobaciones subsiguientes. El nuevo procedimiento, llamado Sónico, viene a contribuir con un factor de gran importancia al estudio de las resistencias, por ser aplicable a estructuras ya construídas y de condiciones y propiedades no sometidas a la variación que puedan sufrir las diferentes mezclas. Los encargados de la investigación con este nuevo aparato, nos hicieron una demostración práctica de su utilidad, así como de la forma analítica que se emplea para obtener los resultados en los experimentos. Esencialmente, el aparato se compone de un oscilógrafo, un analizador y un amplificador. En este procedimiento se mide la velocidad de propagación de una pulsación acústica. La velocidad de esta pulsación no es afectada ni por el tamaño ni por la forma de la muestra que se estudia. El experimento suministra los datos para obtener el módulo de elasticidad, el cual se calcula con una simple fórmula para todos los casos. Este aparato constituirá una adición de gran importancia para nuestro Laboratorio. Nosotros obtuvimos todos los datos sobre precio y tiempo de entrega, con el fin de hacer todo lo que esté a nuestro alcance para procurar su compra.

Todo lo que en estos Laboratorios se estudia es de tanto interés, que, además del estudio sobre los materiales enumerados, visitamos varias dependencias, tales como el Departamento Químico de los Cementos, el de calibración de termómetros, el de mezclas de asfalto y caucho para pavimentos, el de estudios estructurales sobre materiales plásticos, los modelos para el estudio de la conductividad del calor a través del concreto, tanto en muros como en entramados para pisos, el modelo de habitación para la determinación de las propiedades aislantes de tabiques, pisos, techos, etc., etc.

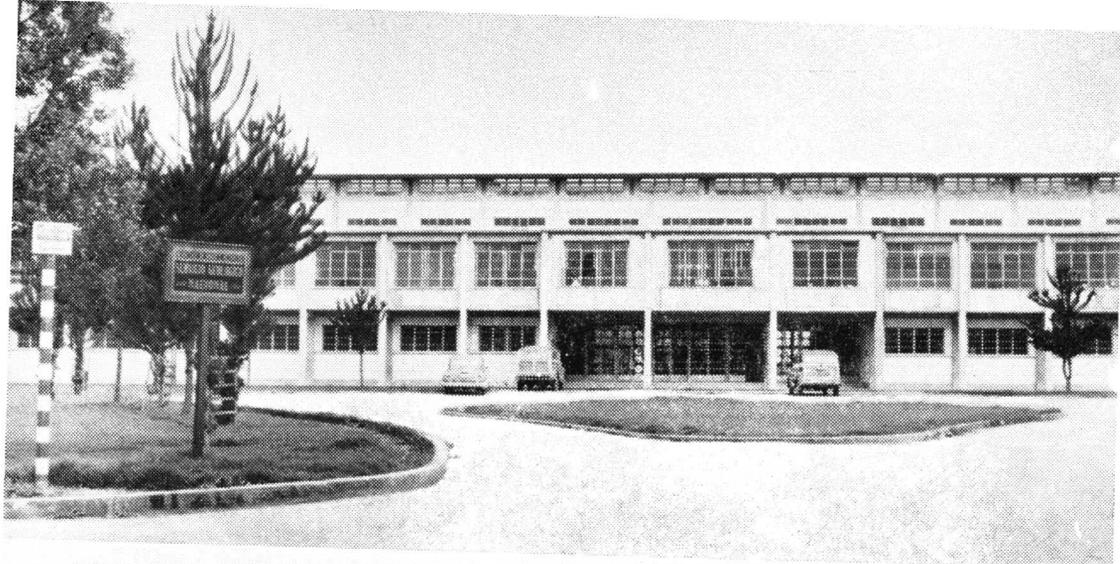
Bureau of Public Roads.—En nuestra primera visita al Departamento de Carreteras fuimos atendidos por mister Rankin, encargado de la organización de todos los estudios que se hacen en ese Departamento. El interés que él tuvo por nuestros trabajos se reflejó en las facilidades que puso a nuestra disposición para que cumpliéramos nuestro objetivo a cabalidad. Para poder hacer estudios en los Laboratorios del Bureau of Public Roads es necesario un permiso especial del Gobierno Americano, y mister Rankin nos ayudó a conseguirlo en el menor tiempo posible. En esta materia, el señor Embajador de Colombia también nos prestó toda su ayuda y puso a nuestra disposición toda su influencia para ayudarnos en todo lo que fuera necesario, y al efecto, se puso en comunicación con el Departamento de Gobierno a fin de obtener la licencia que nos era indispensable. Nuestra visita al Bureau of Standards tuvo lugar mientras se hacían las gestiones para esta licencia.

En nuestras conversaciones con mister Rankin le expusimos el objeto que nos llevaba a ese Departamento, habiéndole informado de antemano, sobre nuestras actividades en la Facultad de Ingeniería. El Bureau da anualmente un curso sobre pavimentos para estudiantes extranjeros durante la primavera y el verano. El sistema de dar conferencias a estudiantes extranjeros que, muchas veces, no conocen el idioma inglés suficientemente para poder aprovecharse de esas conferencias, no ha dado el resultado deseado, según lo informó mister Rankin, por lo cual toda la enseñanza se ha escrito en folletos que en adelante estudiarán los alumnos por su cuenta y luégo se reunirán con el profesor para aclarar las dudas que puedan presentarse. El Bureau nos obsequió toda esta literatura y, en vista de nuestras actividades en la Facultad, se nos formuló un programa especial de trabajo en los Laboratorios que estuviera de acuerdo con el tiempo de que disponíamos para llevarlo a cabo. En

este programa se convino el estudio por nuestra parte de la gran cantidad de literatura que se nos había dado para dedicarnos únicamente a los trabajos en el Laboratorio. También se tuvo en cuenta que gran cantidad de materia nos era familiar y no había objeto en gastar tiempo que nos era de gran valor para estudiar los puntos que eran desconocidos para nosotros. Queremos dejar aquí constancia de nuestro reconocimiento por la galantería, el desinterés, y el deseo que todas las personas con quienes tuvimos contacto mostraron por el éxito de nuestros trabajos. Todos los especialistas que nos ayudaron estuvieron, en todo momento, listos para resolver cualquier duda que se nos pudiera presentar y nos invitaron a consultarles desde Colombia cualquier punto sobre la materia.

Antes de iniciar nuestros estudios en el Laboratorio, presenciábamos la proyección de una película, en colores, que muestra todos los trabajos que se llevan a cabo en el Bureau, no solamente en lo pertinente a ensayos, sino también en cuanto a investigación y construcción de carreteras y pavimentos. Esta clase de proyecciones sería de gran utilidad para la enseñanza en nuestra Facultad, pues no sólo instruye en la manera de ejecutar los ensayos sino que pone de presente la técnica que debe seguirse, basada en la investigación que se ha hecho en los mismos Laboratorios. Una de nuestras mayores preocupaciones fue la de observar minuciosamente las diferentes operaciones en cada ensayo a fin de que nuestros procedimientos en estos Laboratorios de la Universidad, sigan exactamente la misma rutina. Es conveniente observar aquí, que esos Laboratorios cuentan con grandes facilidades para el trabajo, poseen un equipo muy completo y pueden obtener todo lo que les sea necesario para el mejoramiento del mismo, como construcción de nuevos aparatos, etc. El personal se dedica enteramente a los quehaceres del Laboratorio y se trabaja incesantemente. Debido a este trabajo perenne en la investigación es posible introducir modificaciones tanto en los equipos como en las especificaciones, todo lo cual redundará en mejor calidad de los pavimentos y de las carreteras. Es también de gran importancia para nosotros estar en continua comunicación con esos Laboratorios para mantenernos al día en nuestros procedimientos.

Los Laboratorios, situados en el Estado de Virginia, están instalados en una serie de edificios apropiados al trabajo que allí se ejecuta y dotados, como se dijo antes, de todo lo necesario. Están dirigidos por un jefe que coordina todas las actividades, y cada rama de trabajo está encomendada a un director



Edificios de los Servicios Geológicos Nacionales

Campos universitarios

bajo cuya dependencia trabajan especialistas dedicados enteramente a la experimentación o al diseño.

Además, los Laboratorios poseen un campo de experimentación para la comprobación, bajo la carga del tráfico, de todos los desarrollos que se llevan a cabo. Actualmente se conducen experimentos para determinar el efecto de la repetición de las cargas y el de la magnitud de éstas. En el diseño de pavimentos se está considerando el resultado desastroso que en ellos está produciendo el aumento de las cargas de camiones que han llegado ya hasta 70.000 libras. Este estudio limitará la magnitud de las cargas, pues por los experimentos hasta ahora hechos, las carreteras actuales serán destruidas en corto tiempo.

Con el programa de trabajo que se nos había ya formulado, el Jefe de los Laboratorios, mister James Kelly, organizó nuestras actividades y nos puso en contacto con cada uno de los especialistas, quienes nos prestaron toda su buena voluntad y dedicaron todo el tiempo que fue necesario para suministrarnos la información requerida.

Nuestros trabajos se desarrollaron de la manera siguiente en estos Laboratorios:

a) **Estabilización.**—Mister J. E. Kelly, investigador en esta materia, nos informó sobre los estudios que se hacen actualmente en esta rama. Se trataron las observaciones hechas hasta el presente sobre la estabilización granulométrica, la producida por medio de los asfaltos, por el cemento y por otros aglutinantes de menor importancia para nosotros. Todos estos puntos fueron ilustrados con muestras ensayadas y con ilustraciones y referencias de trabajos ejecutados. El factor más importante, tal vez, en esta materia es la uniformidad de las mezclas que requieren una cantidad de aglutinante adecuada. Esta cantidad de aglutinante, en el caso de los asfaltos, se determina actualmente por medio de ensayos de compresión sobre cilindros en los cuales se varía la proporción de asfalto. La resistencia que ofrezcan estas muestras se utiliza para dibujar una curva que explica claramente las condiciones de la mezcla según la proporción de asfalto.

b) **Resistencia del suelo.**—En esta parte de los estudios, mister E. S. Barber analizó los diferentes problemas relacionados con la resistencia del suelo y se compararon los procedimientos para determinar los esfuerzos de que pueda ser capaz el suelo. Estos ensayos se refieren a la determinación del esfuerzo

cortante por el sistema directo y por el triaxial, y la influencia que en los resultados tiene la composición granulométrica, la cohesión, la cantidad de humedad, etc. El cambio de volumen de las arcillas debido a la variación de humedad se relacionó con el agrietamiento de muros y cimientos de las construcciones. Se hicieron ensayos de muestras con el objeto de conocer la técnica seguida en esta materia, asunto delicado en el ensayo de las arcillas y también para compararlos con nuestros sistemas de experimentación.

c) **Diseño de mezclas de concreto.**—Se han ideado muchos sistemas para diseñar mezclas de concreto, pero en casi todos hay algún factor que no ha recibido suficiente consideración. El último procedimiento empleado por el Bureau of Public Roads, que se ha venido estudiando por varios años, ha recibido durante este tiempo varias modificaciones de acuerdo con los resultados de constantes investigaciones y por los resultados obtenidos en el campo de la construcción. Se ha procurado incluir en el sistema todos los factores que influyen en los resultados finales. Además, el reciente desarrollo obtenido por la inclusión del aire en las mezclas, ha recibido cuidadosa atención y los resultados obtenidos hasta ahora son prometedores de un mejor sistema de diseño de mezclas que los conocidos hasta hoy. Este diseño de mezcla se hizo bajo la dirección de mister Marr, veterano de los Laboratorios en esta rama de la experimentación.

d) **Mezclas asfálticas.**—Son muchos los factores que afectan la calidad de una mezcla asfáltica, y para definir la posibilidad de una buena mezcla hay necesidad de estudiar no solamente las propiedades físicas de los materiales que entran en su composición, sino también las condiciones químicas tanto de los agregados como de los asfaltos. Los Laboratorios del Public Roads, han construido aparatos e ideado medios de hacer estas mezclas, de tal manera, que cada día se obtienen mejores resultados. Se hicieron determinaciones de la cantidad de asfalto requerida para una buena dosificación por medio de un aparato recientemente desarrollado, en el que se utiliza la vibración y la compresión simultáneamente. Por este medio puede definirse la cantidad de asfalto apenas necesaria para la mezcla, pues, aun cuando la cantidad usada sea mayor a la requerida, el aparato elimina todo exceso y sólo deja la cantidad indispensable para producir la máxima densidad. Se estudió el procedimiento de inmersión-compresión que ha reemplazado los demás procedi-

mientos para determinar las propiedades adhesivas de los asfaltos con relación a las rocas o agregados que se van a utilizar en la mezcla. Con este experimento se determinan las propiedades de los agregados que permite clasificarlos, como hidrófilos o hidrófobos (que atraen o repelen la humedad), propiedades éstas que tienen una gran influencia en la duración de los pavimentos asfálticos. Además, este experimento da un índice de la cantidad de asfalto apropiado, pues la resistencia a la compresión que se obtiene cuando se varía la cantidad de asfalto, nos indica qué proporción de los materiales da el mejor resultado. Estos estudios estuvieron dirigidos por mister J. F. Goode, quien ha intervenido en el desarrollo de este sistema. En los estudios de mezclas asfálticas juega un papel de máxima importancia la uniformidad. En la comparación de diferentes mezclas se requiere que todas tengan una completa uniformidad para poder hacer un análisis certero de las cualidades de ellas. En aquellos Laboratorios se usan mezcladoras especiales para que las mezclas cumplan con este requisito. Nuestros Laboratorios carecen de este tipo de mezcladoras, así como también de los aparatos necesarios para el estudio a que nos hemos referido en relación con el diseño de mezcla. Es de gran urgencia la adquisición de este equipo para poder llevar a cabo la investigación que nos proponemos sobre esta materia, y que es de gran importancia para nuestras carreteras.

e) Métodos geofísicos para la exploración del subsuelo.—

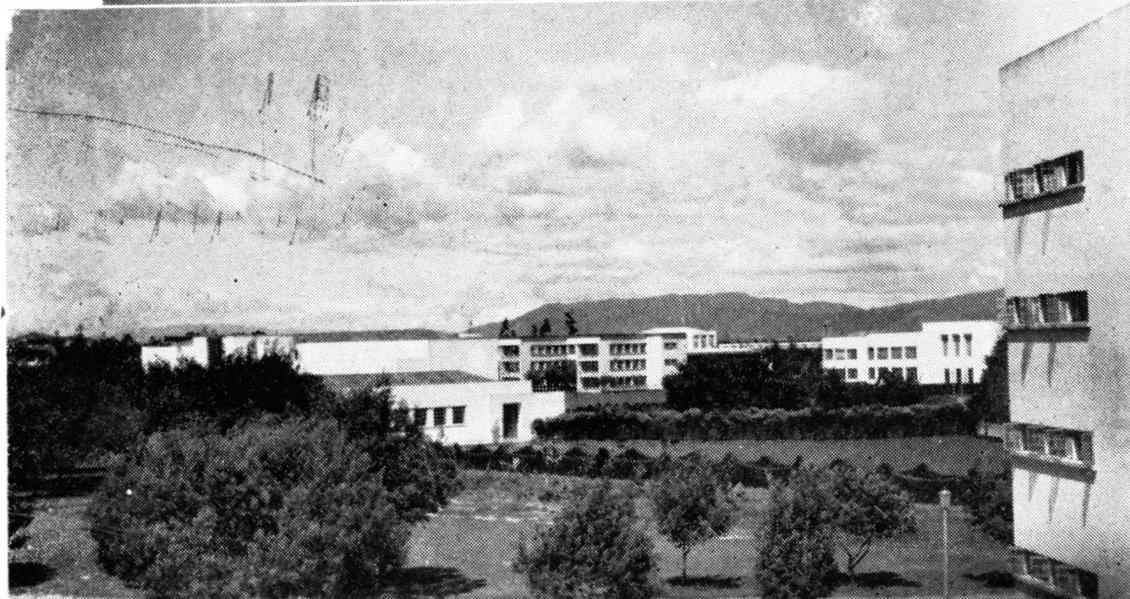
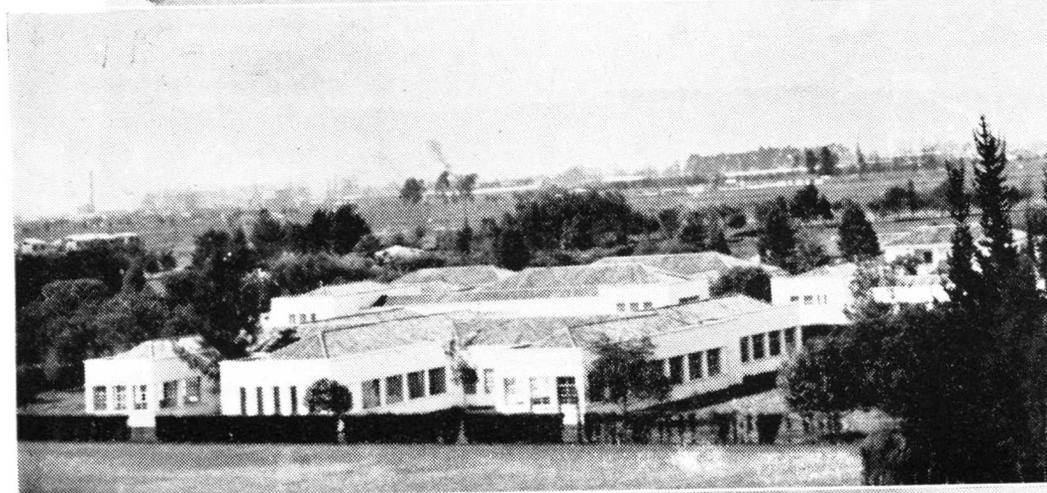
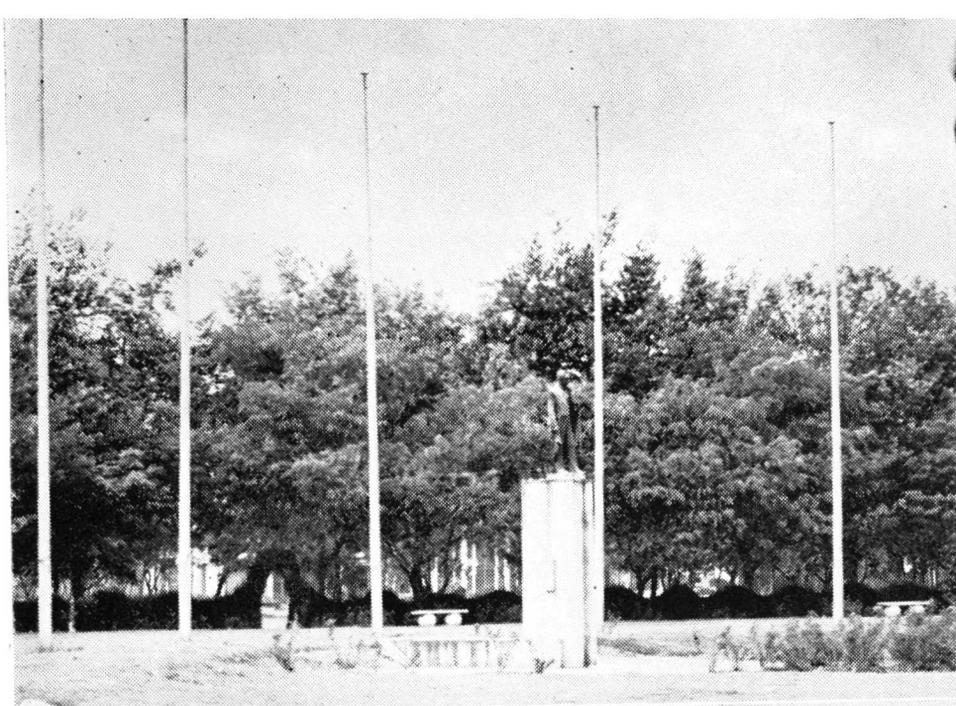
En el Departamento de Investigación tuvimos la oportunidad de estudiar los sistemas sísmicos y de la resistividad, bajo la dirección de mister R. W. Moore, investigador en este tipo de exploración en el Bureau of Public Roads. Después de un detenido estudio de la parte teórica hicimos en el terreno la aplicación directa del sistema de resistividad sobre un campo ya estudiado anteriormente, para que pudiéramos comprobar los resultados ya obtenidos y demostrarnos, de esta manera, la efectividad del procedimiento. Este estudio se llevó hasta visitar la excavación hecha para un cruce de carreteras a diferente nivel, de cuyo subsuelo se había hecho una exploración por el método de resistividad. Con los planos de construcción y los de exploración a la mano, se pudo comprobar no solamente la cantidad del material (gravilla en este caso), sino la profundidad de las diferentes capas, según lo indica el estudio de exploración. Este sistema tiene un valor incalculable, pues, en un corto tiempo, se puede estudiar una gran extensión de terreno, y en carreteras, una

gran longitud. La combinación de los dos sistemas, el sísmico y el de resistividad, dan todavía mayor seguridad en los resultados, pero el sísmico es más demorado y mucho más costoso, no sólo por el valor del equipo sino por el tiempo requerido para llevar a cabo el estudio. El equipo para estos trabajos tampoco lo poseemos y sería de gran utilidad en nuestra Facultad.

f) **Diseño de pavimentos flexibles.**—Este ha sido, y sigue siendo, uno de los problemas en cuya solución han intervenido muchos investigadores, habiendo resultado como consecuencia una gran variedad de métodos de diseño. Casi todos los Estados Americanos han desarrollado su propio método, pero en casi todos estos sistemas se ha incluido algún detalle que no tiene sino un simple fundamento empírico. Con el objeto de buscar la opinión del Departamento de Investigación sobre este punto, planteamos el problema ante sus Ingenieros, lo que dio lugar a una larga discusión sobre la materia, en la cual se recordaron los sistemas desde el comienzo de esta inquietante investigación que hoy anima a esta rama de la Ingeniería. Las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas fueron analizadas y se pudo observar que los investigadores muestran una gran tendencia a abandonar todo lo que sea empirismo y reemplazar los procedimientos actuales por otros de base científica. Con este propósito se estudia el refinamiento de los ensayos de Laboratorio y se revisan procedimientos a medida que la investigación descubre nuevas modalidades en el comportamiento de los materiales.

g) **Método sónico para el estudio de los concretos.**—Aunque en el Bureau of Standards ya habíamos estudiado este método de ensayo, nos pareció de tanta importancia que quisimos oír también las explicaciones y opiniones de los Ingenieros de este Departamento sobre este procedimiento de investigación. Allí se ha ejecutado este ensayo tantas veces en la aplicación a problemas prácticos, que el aparato usado se ha simplificado por el hecho de que los operarios conocen a la perfección detalles de los experimentos que les ha permitido eliminar algunas partes del equipo. Allí pudimos darnos cuenta de la importancia que se le ha dado al nuevo sistema de ensayo en todos los Laboratorios.

h) **Efecto de los álcalis en la duración del concreto.**—En el Departamento de Concreto de estos Laboratorios, Mr. D. O. Woolf, ingeniero de materiales, nos mostró el efecto perjudicial



Monumento al General Santander
Panorámica de la Facultad de Veterinaria
Residencias Universitarias

de los álcalis en las masas de concreto, y nos dio una explicación de su formación y de la manera como produce el deterioro de la estructura. La investigación se ha llevado a cabo por varios años y actualmente se puede observar que los bloques de concreto que se han usado para el estudio muestran una desintegración que aumenta con la edad del concreto. El procedimiento que se está usando para la identificación de las rocas que forman los agregados para el concreto, se está utilizando también para el descubrimiento de los nódulos de álcalis que se forman dentro del concreto. Por medio de láminas, cortadas del cilindro de concreto empleado en los ensayos, tan delgadas que son atravesadas por la luz de un proyector, se amplían las características de la mezcla sobre una pantalla. Con la ayuda de los rayos ultravioleta se descubren en los cortes del cilindro los nódulos del álcali. En estos estudios se utilizan máquinas cortadoras de gran precisión para obtener las láminas de concreto, y lámparas de rayos ultravioletas en combinación con proyectores muy sencillos. Se utilizan también proyecciones luminosas, en colores, de estructuras que han sufrido el efecto destructor de los álcalis.

Durante nuestra estadía en esos Laboratorios pudimos darnos cuenta de gran número de detalles relacionados con la organización de ellos, de diferentes métodos de trabajo, de aditamentos para hacer fácil y rápido el trabajo, de la importancia de determinados procedimientos de ensayo, de la manera de simplificar la aplicación de la técnica de una gran variedad de ensayos, de la importancia relativa que en los resultados de los ensayos tienen muchos detalles al parecer insignificantes, etc. El trabajo de investigación se practica en todas partes y muchos de los materiales que antes no se les daba mayor importancia son sometidos hoy a un minucioso estudio, tal como ocurre con la parte coloidal de las arcillas, cuya influencia en el comportamiento de los suelos es manifiesta. Esta investigación se hace en gran escala y sus efectos en todas las ramas de la Ingeniería son palpables.

Departamento de Agricultura.—Aunque, al parecer, este Departamento no tiene nada que ofrecer en enseñanza a un Laboratorio de Ingeniería, sin embargo allí se estudia la conservación de los suelos, en lo cual toma parte muy importante la Ingeniería. En cuanto a nuestro interés por esos trabajos, debemos hacer notar que los suelos tienen características que hay necesidad de estudiar, cualquiera que sea el fin a que se destinen esos estudios. En el caso de la erosión (problema importan-

tísimo en nuestro país), los trabajos de conservación son en gran parte trabajos de Ingeniería y el suelo entra en ellos bajo un punto de vista estructural. Por este motivo visitamos la hacienda de ese Departamento, en donde se llevan a cabo importantes experimentos. Fuera de la utilización de gran variedad de plantas para el control de la erosión, se utilizan otros medios, entre los cuales se cuenta el mismo suelo junto con pequeñas estructuras, tales como muros de contención, canales, empalizadas, recubrimientos o alfombras de varias clases, etc. La construcción de terrazas y la arborización son detalles de gran importancia. En los cultivos de las plantas de control se estudian las características aplicables a la conservación de los suelos, así como la adaptabilidad de estas plantas a los diferentes climas.

Conclusión.—El objeto primordial de los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional es dar instrucción a los estudiantes. Nuestras observaciones en las Universidades que visitamos nos llevan a la conclusión de que la enseñanza se encamina hoy hacia la experimentación y que, por consiguiente, hay que dedicar más tiempo, en los programas de enseñanza, a esta clase de trabajos. El Laboratorio ocupa hoy un lugar prominente en el entrenamiento del ingeniero y sus actividades han invadido extensamente al campo que antes ocupaban la enseñanza teórica y de tablero. Se observa no ya la tendencia sino la orientación definida a la moderación en el desarrollo teórico para darle cabida al incremento en la enseñanza práctica. La familiarización con los procedimientos útiles en la solución de problemas prácticos y la disciplina que se adquiere en vencer las dificultades que ellos presentan (objetivo final de la enseñanza), están recibiendo mayor atención y se les está dedicando más tiempo que a los largos desarrollos de fórmulas, incluyendo sólo en la parte teórica lo absolutamente necesario para que el estudiante se de cuenta de la materia que estudia, y dejando que el Laboratorio lo ponga en más íntimo contacto con la realidad.

Para procurar esta enseñanza se requieren facilidades suficientes en los Laboratorios, una dotación más completa, de manera que no se excluyan conocimientos que juegan un papel muy preponderante en la práctica del ingeniero. Es también necesario que el personal sea suficiente y que se dedique por entero a las tareas del Laboratorio. La investigación exige constancia y continuidad en el trabajo, y el personal que tiene que estar

atendiendo a actividades distintas a las del Laboratorio no pueda cumplir a cabalidad con las exigencias de la investigación.

El reconocimiento de la importancia que el Laboratorio tiene en la Escuela moderna, ha hecho que, aun en las Escuelas superiores de enseñanza secundaria en los EE. UU., se estén instalando laboratorios que anteriormente se consideraban adecuados únicamente para la enseñanza profesional. En muchas Escuelas de esta clase se han instalado Laboratorios de Resistencia de Materiales con el objeto de familiarizar a los alumnos con fenómenos físicos de frecuente ocurrencia y que tienen aplicación en gran número de actividades humanas.

El progreso de la Ingeniería ha creado nuevas necesidades en los conocimientos que el ingeniero debe poseer, y las Escuelas que quieran ir a la vanguardia en el entrenamiento del material humano, han tenido que incorporar en sus programas nuevas materias de enseñanza. Para esto han tenido que ajustar el número de materias y el contenido de sus programas a las necesidades actuales, teniendo en cuenta el tiempo que económicamente puede un individuo emplear en adquirir los conocimientos que lo acreditan en una carrera profesional, eliminando aquello que no sea básico, para poder darle preferencia a las nuevas enseñanzas. No es posible seguir incorporando nuevos estudios dentro de programas, de por sí colmados, sin el consiguiente relajamiento de la enseñanza.

Creemos, pues, que es de imperiosa necesidad darle al estudiante un mayor número de horas de trabajo en el Laboratorio para ponerlo más en contacto con los medios de que puede disponer en la solución práctica de sus problemas y para que adquiriera un mejor entendimiento de los principios fundamentales de la Ingeniería.

Todo lo que se haga por el mejoramiento de los Laboratorios redundará, además, en gran provecho para el público que utiliza sus servicios y para la misma Universidad que recibe una compensación monetaria por los servicios prestados.

Esperando haber cumplido satisfactoriamente la misión que se nos encomendó al facilitar nuestro viaje a los EE. UU., y anhelando poder poner nuestras observaciones y el resultado de nuestros trabajos al servicio de la Facultad y de la Universidad, nos suscribimos,

Attos. Ss., Ss.,

Gustavo Maldonado, Jorge Bateman W.