



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EL INGENIERO CIVIL EN MEXICO

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
JORGE MONTAÑEZ MORFIN

DIRECTOR DE TESIS:
DR. JESUS ACOSTA FLORES

MEXICO, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION	4
I. FORMACION DEL INGENIERO CIVIL.....	8
1. Cómo Nace un Ingeniero.....	8
2. Ventajas y Desventajas de la Educación Tradicional.....	14
3. Personalidad Profesional del Ingeniero Civil.....	23
II. CAMPO DE TRABAJO.....	29
1. La Industria de la Construcción.....	30
2. El Sector Público.....	40
3. El Sector Educación.....	43
4. Otros Sectores.....	46
III. OPTIMIZACION DEL INGENIERO CIVIL.....	49
1. La Informática.....	50
2. El Ingeniero en Sistemas.....	55
3. Del Tecnócrata al Humanista.....	60
4. La Etica del Ingeniero.....	62

PAGINA

IV. PERSPECTIVAS PARA EL INGENIERO CIVIL.....	67
1. El Pragmatismo como Instrumento de Desarrollo.....	68
2. Por un México más Eficiente.....	70
CONCLUSIONES	72
BIBLIOGRAFIA	74

I N T R O D U C C I O N

Desde la aparición del hombre sobre la tierra, muchos años antes de que éste desarrollara los conceptos de Ciencia y Técnica como calificativos de su actividad intelectual y aplicación, el hombre creaba ya sus primeras obras de ingeniería.

Fue la necesidad del hombre ante un medio que distaba mucho de serle benévolo, lo que lo impulsó a buscar - soluciones a sus problemas de habitación, alimenta--- ción, comunicación y otros por medio de manipular y - transformar el medio ambiente que lo rodeaba.

Muestra fiel del extraordinario perfeccionamiento que se alcanzó en esta materia son las innumerables obras que podemos encontrar en los centros arqueológicos de todo el mundo, obras que han resistido magníficamente el paso del tiempo con un mínimo de deterioro.

México, en la época Prehispánica ya poseía un gran nivel en la construcción de sus ciudades. Sus obras hidráulicas (acueductos), calzadas y magníficas pirámi-des son el resultado de cientos de años de experien-cia que alcanzaron su máxima expresión en esta etapa.

Aunque poca información se tiene en la actualidad a este respecto, a la ingeniería la deberemos considerar como un arte, que manejará eficientemente procedimientos arquitectónicos y constructivos al lado de sencillos conocimientos de estabilidad y resistencia.

Es hasta 1792 cuando se crean los antecedentes de --- nuestra ingeniería contemporánea con la formación del Real Seminario de Minería. En 1867 con la creación de la Escuela Nacional de Ingenieros surge la carrera de Ingeniero Civil.

Es precisamente durante el Siglo XIX cuando se asientan los principios fundamentales sobre los cuales la ingeniería actual descansa. Durante este tiempo la ingeniería mexicana alcanzará un reconocimiento a nivel mundial, reconocimiento que ha recaído año tras año - en las nuevas generaciones de ingenieros y que, pese a los innumerables problemas por los que ha pasado - nuestra nación, ha sido posible mantener en gran medida.

Es intención del presente estudio mostrar una visión amplia y actualizada de la Ingeniería Civil en México, debidamente inscrita en un contexto general.

Es de suponerse que la amplitud a la que se hace referencia en el párrafo anterior implica un sacrificio de la profundidad, en casos donde por su importancia pudiera parecer necesaria. De igual forma el momento en el cual fue realizado este trabajo definió de manera decisiva el enfoque particular que posee, pudiendo cambiar en un futuro a la par de los acontecimientos.

Para alcanzar los objetivos planteados, en rigor debemos hacer un análisis de la trayectoria que el ingeniero tiene desde su infancia hasta el término de su actividad profesional.

El primer capítulo se avoca a los antecedentes del ingeniero civil en funciones. Principia definiendo el perfil del aspirante a la carrera, para después hacer lo mismo con el ya estudiante de ingeniería civil. Finalmente, comenta una serie de cualidades conductuales que pudieran servir como complemento para el recién egresado de la carrera.

Referente al segundo capítulo, explora el inmenso campo donde el ingeniero puede desempeñarse, dando cifras de niveles de empleo, actividades y aptitudes que cada área demanda del ingeniero civil.

El tercer capítulo intenta definir los elementos que en cierta forma completan, actualizan y perfeccionan al ingeniero civil. Partiendo de los conceptos más - específicos hasta los más universales, trato de integrar el perfil del ingeniero civil contemporáneo.

Finalmente el cuarto capítulo comenta lo que el ingeniero puede esperar del futuro inmediato.

I. FORMACION DEL INGENIERO CIVIL

Sería incorrecto tratar de definir las actividades que desarrolla el ingeniero civil, e inclusive someterlas a juicio, sin antes referirnos a los antecedentes necesarios. Es durante la formación del estudiante o futuro ingeniero cuando se comienzan a determinar las capacidades, alcances y limitaciones que tendrá éste. A partir de una adecuada educación se podrá tener profesionales de mayor calidad, capaces de prestar un mejor servicio a la sociedad donde se desempeñarán.

1. Cómo Nace un Ingeniero

Un tema de actualidad -y que lo va a ser por mucho tiempo- es el referente a la orientación vocacional en el adolescente. Difícilmente el joven podrá ver las repercusiones que tendrá sobre su futura vida la decisión de qué carrera seguir finalmente.

Es precisamente en los países con bajo índice de desarrollo donde este aspecto se vuel

ve crítico. Existe un bajo interés en la orientación vocacional, pretextando recursos insuficientes y prioridad en la rapidez de las carreras, sin caer en la cuenta que dicha actitud se revertirá a través de profesionistas mediocres.

Sin embargo se puede decir algo a favor de lo antes mencionado. El descubrir y compaginar las aptitudes y deseos en un individuo no es tarea fácil. Los que han hecho una profesión de esta actividad son muestra del profundo estudio que se requiere para conseguirlo.

El lograr descubrir el gusto o afición que uno tiene por una carrera posee una sola gran limitante; la medida en que uno conozca dicha carrera. Sabemos que en la mayoría de los casos se consigue después de varios años de contacto con ella. Es pues finalmente un juego de probabilidad donde la selección deberá recaer sobre la opción que tenga más peso.

Por otro lado, las aptitudes y capacidades

en el hombre son características de más fácil medición. Aunque muchas de ellas son afines a más de una carrera, en el caso de la ingeniería civil encontraremos una combinación muy característica. El intentar definir las será de gran provecho para futuras referencias:

A. Concepción Pragmática del Universo.

Una visión práctica de todo lo que ocurre a su alrededor, es fundamental en todo ingeniero. La constante búsqueda de la mecánica de los fenómenos es una tendencia que se descubre en el hombre a muy temprana edad. Una facultad de esta naturaleza pondrá al ingeniero en una posición muy favorable ante los continuos problemas de carácter práctico que se le presenten.

B. Aptitudes Matemáticas. A partir del pasado siglo, donde la ingeniería pasó de ser un simple oficio, a toda una ciencia, las Matemáticas han aportado un respaldo de gran valor. El extraor-

dinario desarrollo que ha alcanzado la ingeniería moderna es debido en gran parte a una correcta adecuación de las Matemáticas al medio real. Capacidad para comprender lo abstracto del conocimiento matemático, y lo que es más importante: facilidad para integrarlo a lo práctico, es una facultad que permitirá al ingeniero alcanzar altos grados de desarrollo y efectividad. Para la labor de investigación es un elemento esencial, si no queremos perdernos en esfuerzos improductivos.

- C. Desarrollo Multidisciplinario. Es posible dentro de la ingeniería civil donde una mayor cantidad de especialidades se reúnen, no únicamente pertenecientes al amplio campo de la ingeniería en general, sino a toda una serie de especialidades económico-administrativas y sociales (que se verán posteriormente), donde el ingeniero deberá incursionar -- correctamente. Una mente abierta a todos los géneros del conocimiento es una meta

demasiado ambiciosa; la buena medida que el ingeniero pueda obtener en este sentido, será otro factor que definirá su calidad.

D. Aptitudes Directivas. Una de las principales actividades del ingeniero es la de dirigir: ya sea durante las obras, el ingeniero tendrá bajo su mando desde una hasta miles de personas; su adecuado manejo es fundamental. Capacidad de organización y motivación son unos de los elementos básicos en la buena dirección.

E. Facilidad para Relacionarse. Por lo expuesto anteriormente, es necesidad que el ingeniero mantenga contacto con una gran variedad de personas, de todos los niveles sociales e intelectuales, siendo necesidad que en cada caso el ingeniero logre situarse correctamente.

F. Aptitud Física. La gran mayoría de los ingenieros civiles necesitan desplazarse de sus lugares de origen para ejercer su

profesión; los constantes cambios de medio ambiente -clima, alimentación y horario- exigen en éste una salud física considerable. Un cuerpo sano y resistente es condición necesaria para que el ingeniero pueda desarrollar su máximo potencial en situaciones adversas.

Finalmente, el aceptar como humano las facultades que se poseen, y el avocarse a desarrollarlas, en lugar de tratar de ir contra corriente, es una actitud sana y efectiva que traerá consigo profesionales de gran calidad. Un adecuado equilibrio entre deseos y aptitudes es una labor muy subjetiva que se verá traducida, de así lograrlo, en hombres realizados e ingenieros mucho más útiles a sus fines.

2. Ventajas y Desventajas de la Educación Tradicional en México

En todo proceso de carácter educativo deberemos reconocer dos factores fundamentales. Uno referente al contenido o bloque de conocimientos por impartir; el otro, la forma de ser impartidos (aspecto pedagógico de la educación). A continuación trataremos de hacer un análisis de estos dos factores, según se están presentando en la facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. principal representante de la ingeniería civil en la República Mexicana.

A. Para fines prácticos, la U.N.A.M. puede ser analizada a través de dos etapas, teniendo al año de 1968 como término e inicio de cada una.

Hasta el año de 1967 los programas de estudio y su duración se habían conservado casi invariables, el enfoque técnico era absoluto y existía un gran balance entre las materias introductoras o propedéuti-

cas y las básicas o técnicas (ver cuadro No. 1).

Area	1957 hrs.	1967 hrs.	1968 hrs.	1972 hrs.
Propedéuticas	2278	2244	1376	1104
Humanísticas	--	--	240	192
Básicas	2380	2380	2001	1704
Total	4658	4624	3617	3000

Cuadro No. 1. Organizaciones Académicas

U.N.A.M. Fac. de Ingeniería

Es precisamente durante los bulliciosos años del Rector Javier Barros Sierra cuando las modificaciones a los planes de estudio en la Facultad de Ingeniería se dejan sentir. Las horas de clase se reducen primero en un 22%, y poco después nuevamente en un 17% quedando únicamente un -- 64% del total original; porcentaje que se conserva en la actualidad. Dichas modificaciones fueron posibles a partir de la - eliminación de materias que el tiempo ha-

bía transformado en anticuadas o bien no tan necesarias.

Otro aspecto muy interesante es la introducción de la coordinación de materias socio-humanísticas, como una respuesta a - las deficiencias que el ingeniero había - demostrado en años anteriores en su desempeño dentro de la sociedad donde vivía y laboraba.

Se da una mayor importancia al aspecto de especialización, por medio de las materias optativas y se introducen áreas tales como la Ingeniería de Sistemas y Planeación para así obtener ingenieros con una mejor y más amplia visión de los problemas, más allá de las implicaciones meramente técnicas.

Ingenieros más capacitados en áreas específicas de la Ingeniería Civil y, exigido por las condiciones del país, menor duración de los estudios profesionales es la principal característica en la educación de la Ingeniería Contemporánea.

B. Referente a la manera en que la Universidad Nacional ha buscado mejorar los sistemas de estudio, encontraremos gran cantidad de modificaciones que valen la pena comentar. Uno de los principios que caracteriza los cambios más recientes es el de garantizar una gran flexibilidad y libertad al estudiante para realizar sus estudios.

De igual forma que en la parte anterior, es a partir del año 1968 cuando empiezan los cambios. Primeramente, la eliminación de los cursos anuales por semestrales y posteriormente se pierde el concepto de bloque semestral permitiendo al alumno que diseñe por materia sus cursos. Supresión de la seriación de materias, dejando al alumno en libertad de seleccionar sus asignaturas cada semestre no importando si aprobó los antecedentes de ésta.

Tiempo y oportunidades ilimitadas para aprobar el plan de estudios designado por la facultad y algunas otras de menor re-

levancia.

Si bien la participación de la U.N.A.M. - dentro de la Ingeniería Civil ha decrecido en el contexto nacional pasando de un 65% -en el año de 1958- a un 20% en la actualidad del total de estudiantes, producto - de la gran cantidad de nuevas escuelas de ingeniería -simplemente del año de 1970 a 1980 se triplicó la capacidad instalada - pasando de 2000 a 6000 alumnos de nuevo ingreso-, no se puede negar que ésta marcha a la cabeza de las demás y sirve como ejemplo e imitación para muchas de ellas. Es por ello que algunas referencias estadísticas resultarán de gran ayuda.

Año	Fac.Ing. U.N.A.M. Ing.Civil Pop.Total	1er. Ingreso	Egre- sados	Egresados <u>x 100</u> 1er.Ingreso
1966	2233	---	344	----
1968	2833	479	398	83.1
1970	2831	604	328	54.3
1972	3233	899	154	17.1
1974	3656	771	105	13.6
1976	3212	383	106	27.7
1978	3111	560	184	32.8
1980	3476	538	133	24.7

Cuadro No. 2. Depto. de Estadística. Direc.
Gral. de Serv. Auxiliares. U.N.A.M.

Como se puede observar en el Cuadro No. 2, aproximadamente uno de cada cuatro estudiantes en la actualidad que inicia la carrera logra llegar a término de ésta, notándose que dicho porcentaje ha ido disminuyendo de manera alarmante en el correr de los años.

En un contexto más amplio como se muestra en el Cuadro No. 3 se puede asegurar que -

nuestra facultad, posee uno

Año	Población Total	1er. Ingreso	Egresados
1978	36,881	6876	3441
1979	28,189	3564	3328
1980	31,896	5303	3701
1981	33,831	5867	4069

Cuadro No. 3. Anuarios Estadísticos.

A.N.U.I.E.S. Se incluyen todos los centros de enseñanza de la República Mexicana.

de los índices más bajos de egresados y - que además constituye en la actualidad el 10% de la población total de estudiantes - de Ingeniería Civil (20% si se incluye a - los planteles descentralizados dependientes de la U.N.A.M.).

Según informes de la Dirección General de Profesiones dependiente de la S.E.P. anual

mente se titulan aproximadamente 1500 Ingenieros Civiles, o lo que es lo mismo, poco más del 40% de egresados logran un título profesional.

De la misma forma se puede obtener el índice de deserción general que fluctúa en un 30%. Valor excesivamente elevado si se considera el alto costo y tiempo perdido que esto implica.

Por lo anteriormente expuesto se plantea la necesidad de reconsiderar los mecanismos vigentes que actúan de manera negativa en el logro de los objetivos que de manera inmediata son ingenieros titulados. Recordemos que el egresado o pasante de alguna manera posee un programa de estudios que no ha sido concluído en un cierto grado, repercutiendo en su actuación y aceptación futura.

En cuanto a la Facultad de Ingeniería el problema estará definido principalmente por un factor: el correcto uso que el estudiante pueda dar a su libertad. En la medida que éste responda al pacto de confianza que

la facultad ha realizado con él, se podrá asegurar que los resultados serán positivos.

Al igual que en el pasado, son los tiempos de crisis los que propician el cambio, y la Facultad de Ingeniería no escapa a dicho fenómeno. Si bien toda modificación hecha en el máximo centro de estudios del país debe ser producto de un profundo estudio, es inevitable que así se haga para aliviar un buen número de problemas que ya tienen demasiada importancia en el rendimiento final de dicho centro. Algunos de los problemas más importantes podrán ser los siguientes:

- Incompatibilidad entre estudio y trabajo:
La gran mayoría de la población de estudiantes de Ingeniería Civil trabaja.
- Alto índice de deserción: 30% del total.
- Bajo índice de titulados: 25% del total.
- Excesivo tiempo entre inscripción y titulación: La duración promedio es de 8 años

actualmente.

- Bajo rendimiento de la capacidad instalada: La producción de Ingenieros Civiles - anualmente deberá ser incrementada sustancialmente si no se quiere frenar el proceso económico por el que está pasando el - país.

Las alternativas de solución pueden ser múltiples. Una factible puede ser la siguiente:

Creación de dos opciones dentro de la misma Ingeniería Civil. Una primero, de tiempo - completo, cuyo ingreso se definiera por examen, con un total de horas de clase supe---rior al actual, pero en un lapso no supe---rior a cuatro años de calendario, de práctica de campo y trabajo de casa, hincapié en aspectos técnicos para ser debidamente capacitados en desarrollo de proyectos e investigación. Y uno segundo, de medio tiempo, - con un total de horas similar al existente o inclusive inferior, con una duración promedio de seis años, planes de estudio y traabajo extraescolar que tomen en consideración

el tiempo compartido que el estudiante tiene que hacer entre estudio y trabajo, un enfoque técnico-práctico encaminado a una aplicación inmediata de sus conocimientos.

Aunque a primera vista pareciera ser que se está haciendo una diferencia de calidad y su peditando un plan a otro, la realidad es que el objetivo de cada uno está perfectamente - diferenciado, uno es el de la construcción - propiamente dicha y proyectos generales -casi el 70% del total de Ingenieros Civiles se de dican a este ramo- y el otro avocado a la do cencia, investigación y proyectos especiales. El alto grado en la calidad de los estudios en cada caso evitarían la creación de una ba rraera ficticia entre cada opción.

3. Personalidad Profesional del Ingeniero Civil

Por el título deberemos entender la imagen - que el profesional tiene y deberá tener ante el medio en el cual se desempeña. Medio por supuesto constituido por personas, pero de - la más diversa índole.

Rústica vestimenta, lustroso casco y extraño aparato al hombro, es la representación que la mayoría de la gente tiene del Ingeniero - Civil. Si bien esta es una de las facetas -- más interesantes del ingeniero, donde se - - hermana con lo más íntimo de sus orígenes y lo que es más importante, con los creadores directos de todas sus obras, el trabajador - mismo, no se puede despreciar su otra cara, el del profesional que trata con sus afines de cualquier otra especialidad y niveles de autoridad.

Un trato que sea capaz de comunicar con el - trabajador, donde el lenguaje, la presencia física y las ideas sean congruentes y entendibles para el trabajador es un requisito in

dispensable para obtener confianza y respeto necesarios para el trabajo en equipo.

Un vocabulario y aspecto físico que reflejen cultura y aceptación social, son elementos que el ingeniero debe desarrollar para su buen desempeño en planos sociales medios y altos.

El ingeniero deberá entender que él constituye uno de los poquísimos vínculos de comunicación que aún existen con buen grado de eficiencia, entre grandísimos sectores de población sumamente humilde de poca cultura y, otras con amplios recursos económicos. Y que en buen grado en la medida que el ingeniero sepa comunicarse con ambos exitosamente, logrará desde su modesta posición frenar el distanciamiento de estos dos puntos e inclusive promover el acercamiento en beneficio de todos.

Es seguramente el punto anterior, el poder convivir con dos mundos tan diferentes dentro de nuestra misma nación, uno tan restringido económicamente y otro tan prepotente; y

de alguna manera ayudar a aliviar tal problema una de las principales satisfacciones del Ingeniero Civil durante su vida.

Para terminar a manera de referencia se presenta un cuadro comparativo del perfil del recién egresado de los estudios preparatorios, con el del estudiante de la Facultad de Ingeniería -el cual será producto por supuesto - de las observaciones hechas en el inciso número 2- y el del nuevo profesionalista que se enfrenta al campo de trabajo.

Se hace la aclaración que dichas aseveraciones poseen un carácter fundamentalmente personal, pero que sin embargo no se separan mucho de la opinión general, según una simplificada encuesta entre ingenieros civiles de amplia experiencia.

Concepto	Final de Estudios Preparatorios	Estudiante de la Fac.de Ingeniería	Ingeniero Civil en Funciones
1. Pragmatismo	Existirá básicamente como aptitud, ya que sus conocimientos son esencialmente teóricos.	La aptitud se desarrollará en cierta medida sin lograrse un equilibrio entre teoría y práctica.	La proporción de teoría y práctica termina siendo aproximadamente inversa a lo necesario.
2. Aptitud Matemática	Existe un equilibrio entre conocimiento matemático y humanístico, las diferencias serán determinadas por el interés en el alumno.	Se incrementa sustancialmente tanto la capacidad como el volumen de conocimientos matemáticos.	El profesional tiene un buen y suficiente respaldo matemático en el ejercicio de su trabajo.
3. Desarrollo Multidisciplinario	Existe un conocimiento medio en todas las áreas del conocimiento, definido por la capacidad del alumno.	Existe una polarización hacia áreas específicas de su actividad. La diversificación dependerá del alumno.	Faltarán una mejor preparación en áreas diferentes al de la ingeniería.
4. Dirección	Existirá únicamente como aptitud, su desarrollo será casual.	No se instruirá al estudiante sobre labores de dirección de recursos humanos.	Se manifestará una inexperience en el manejo de personal, teniendo que apresurarse a su aprendizaje.
5. Facilidad para Relacionarse	A este nivel existe un buen desarrollo de relaciones interpersonales, salvo algunas excepciones.	Se manifestará una tendencia a aislarse, surgiendo problemas de comunicación con personas no afines a la carrera.	Faltarán capacidad de interrelación, sobre todo con personas no afines a su carrera.
6. Aptitud Física	Se desarrolla considerablemente gracias a los programas de acondicionamiento físico.	Existirá una tendencia a perder hábitos deportivos y desarrollar actividades sedentarias.	En términos generales la capacidad física es suficiente para desenvolverse.

Concepto	Final de Estudios Preparatorios	Estudiante de la Fac.de Ingeniería	Ingeniero Civil en Funciones
7. Disciplina	La disciplina es un hábito valiosísimo determinado generalmente por la institución educativa de donde provenga.	Tiende a bajar el nivel de disciplina, producto de una relajación en el ambiente universitario.	El profesional en función de sus aspiraciones deberá reeducar sus hábitos de estudio y trabajo.

II. CAMPO DE TRABAJO

Uno de los grandes problemas que afronta el país es el bajo índice de ingenieros civiles -incluyendo tanto titulados como habilitados o pasantes- respecto a la población total del país. En el último censo de población realizado en el año de 1980 se obtuvo un total de --- 67.382,581 habitantes que, comparado con el total de ingenieros civiles en dicho año (ver cuadro anexo) arroja un total de un ingeniero por cada 1,500 habitantes.

Año	1970	1975	1978	1980
I. Civiles	17,640	29,647	38,000	44,500

Según XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil (CICM-1979).

Si comparamos dicho valor con el de otros países con un mejor nivel de desarrollo tales como Estados Unidos de Norteamérica o Francia

que alcanzan valores de 350 habitantes por ingeniero, entonces podremos concluir que existe aún un gran campo de trabajo para el futuro profesionista y que inclusive se requerirán planes para dar cabida a un mayor número de aspirantes a dicha carrera en las diferentes instituciones de enseñanza en el país.

Uno de los grandes inconvenientes que se presenta en la actualidad es el bajo porcentaje de ingenieros civiles titulados del total antes mencionado, además de su poca experiencia. Poco menos del 50% de éstos poseen un título profesional; el resto nunca completó sus planes de estudio. Aproximadamente el 65% del total de ingenieros son menores de 35 años.

1. La Industria de la Construcción

La construcción es en la actualidad dentro del panorama económico nacional, la causante del 5.7% del total del P.I.B. -- (Producto Interno Bruto); genera el 7.9% del total de ocupación -si consideramos -

según la Secretaría de Programación y Presupuesto un total de 18.795,000 personas - remuneradas, estaríamos hablando de casi - 1.5 millones de personas- todos estos datos se refieren a los años 1980-1981.

Se considera que ocupa el 58% de la demanda de ingenieros civiles según el dato más reciente aportado por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. Esto constituye un total de 25,800 ingenieros. El número de pasantes en este sector es mayoritario, alcanzando un 60% cifra que significa 15,500 contra 10,300 titulados.

En el año de 1980 los ingenieros titulados se reparten de la siguiente manera: 48% se dedica directamente a la construcción - - - (4,940), 30% a la administración (3,090) y apenas el 22% al proyecto (2,270). Es de suponerse que en lo que respecta a los habilitados o no titulados existirá una marcada - tendencia a ser asimilados por la construc- ción directa ya que en el área de proyectos se solicita personal altamente calificado.

Por lo anterior podemos asegurar que por lo menos el 78% de los ingenieros civiles dentro del sector construcción tendrá una labor sumamente práctica.

La participación de la construcción en el desarrollo económico de un país es por demás evidente, y los recursos destinados a dicho sector son extraordinarios. Es precisamente en este aspecto donde la acción del ingeniero civil se vuelve fundamental. Es responsabilidad de él el crear obras de alta funcionalidad, suficiente capacidad, bajo mantenimiento y alta durabilidad a un mínimo costo.

Si existe un caso donde cada acción se traduce en dinero, es precisamente en una obra, desde su proyecto hasta la finalización de la obra propiamente dicha, es la labor del ingeniero civil lo que va a definir el costo final.

Es bien reconocida a nivel nacional e internacional la alta calidad técnica constructiva que tenemos en México. La construcción ha dado fama al ingeniero mexicano como un

profesional de extraordinaria adaptabilidad e ingenio para vencer problemas de obra.

Si bien lo anterior es una verdad innegable, también no es menos cierto las considerables fugas de dinero producto de una incorrecta planeación económica y, lo que sí puede ser imputado directamente al ingeniero, una insuficiente administración interna y un desperdicio en recursos humanos.

Toda obra puede ser desglosada para fines prácticos en diversos módulos que, aunque unidos íntimamente, poseen características bien definidas, el correcto conocimiento y manejo de cada una de ellas, conseguirá una obra bien realizada:

Recursos Humanos: Es el elemento más dinámico, y donde el ingeniero deberá poner su mayor empeño. El obtener un máximo rendimiento del trabajador es obligación, pero también su remuneración debe ser analizada con el mismo criterio.

Si consideramos que en el año de 1980, del total de inversiones por concepto de

construcción -\$250 mil 693.8 millones de pesos- aproximadamente el 32.7% se destinó al pago de mano de obra (según cuentas nacionales, S.P.P.) se podrá ver la gran importancia que reviste dicho concepto.

Memorias confiables de rendimientos en cada clase de especialidad es información fundamental para todo ingeniero para su correcta administración.

Las relaciones sindicales son un punto importante dentro de este módulo. La labor mediadora del ingeniero entre trabajador y patrón es vital. La real incidencia de incrementos salariales en el costo de la obra e inclusive el planteamiento de alternativas diferentes para incrementar el ingreso del trabajador es labor del ingeniero, su experiencia e ingenio pueden ser solución a problemas que parecieran insuperables. Recordemos que es según el tipo de obra lo que determina la magnitud del recurso humano, va desde edificación con un máximo hasta construcción pesada con un mínimo. En el caso del último

tipo, no se deberán escatimar esfuerzos - por beneficiar al trabajador.

Maquinaria y Equipo: Este elemento impera en el caso de la construcción pesada y de fine en buena medida el costo final de la obra.

El equipo sustituye a enormes cantidades de mano de obra a cambio de menores costos y mayor velocidad de trabajo.

El conocimiento del costo y rendimiento - de todo equipo es responsabilidad del ingeniero. Pero además su correcto mantenimiento tanto menor como mayor es aconsejable que sea manejado por éste. Un buen conocimiento de mecánica en general es de - aconsejar.

Un mínimo de partes que conforman el equipo que se emplea en la construcción es de fabricación nacional, en su gran mayoría es equipo de importación, con los siguientes problemas de servicios y refacciones, que obedecen a necesidades muy diferentes a las de nuestro país.

Equipo menos sofisticado, posiblemente -- de menor eficiencia, pero compensado esto por su costo y accesibilidad inmediata a refacciones, de menor tamaño pero mayor - en número de éstos, son las característi- cas que deberemos buscar en un futuro pró- ximo al crear nuestra propia maquinaria. Es obvio que países con un gran adelanto requirieron años para crear una sólida in- dustria de maquinaria pesada. Sin embargo, también es cierto que en nuestro país po- seemos gran cantidad de técnicos que debi- damente organizados podrían crear equipos que respondieran a nuestras necesidades. Aceros de alta calidad y piezas de gran - precisión podrían ser los principales obs- táculos. Sin embargo esto no parece ser - un problema sin solución; si la menor du- rabilidad y mayor tamaño de piezas en al- gunos casos, es el precio de que podamos crear una industria pesada propia, debere- mos pensar que es bastante bajo, al lado - de los altísimos costos de importación - - que lesionan al país. Por otro lado, ve-

mos que el objetivo principal no es de -- competitividad, por lo menos por ahora, - sino de urgente sustitución de todo lo ex terno por productos de manufactura nacional.

El ingeniero en este renglón podrá aportar su gran experiencia trabajando al lado de la maquinaria. Nadie mejor que él - sabe qué tanto se necesita de ella, qué - le es superfluo, qué le falta, de qué se puede prescindir, y de qué no. Con un tra bajo organizado multidisciplinario, los - resultados podrían ser excelentes.

Materiales: En lo que respecta a este con cepto representó el 53% del total de erogaciones por construcción en el año de -- 1980 -incluida la maquinaria- y tiende a crecer en el paso de los años producto de los adelantos técnicos encaminados a disminuir la mano de obra. Tendencia que deberá ser analizada y probar si realmente es un beneficio en la situación que guarda nuestro país.

Un estricto control de los inventarios de

materiales y una mente previsoras es un -- complemento ideal en todo ingeniero experimentado. Un mercado sumamente inestable en cuanto a precios y existencias es la -- principal característica de los materiales para la construcción.

Finalmente es de recalcar la gran participación del sector público dentro de la demanda de construcción dejando el resto al sector privado. Es decir más de la mitad del trabajo de la Industria de la -- Construcción está destinada a obras de interés público.

Adentrándonos en las características generales que el ingeniero civil deberá poseer en el ejercicio de esta área, podríamos afirmar lo siguiente, intentando darle un orden prioritario:

- 1o. Pragmatismo y Aptitud Directiva.
- 2o. Desarrollo multidisciplinario y facilidad para relacionarse.
- 3o. Aptitud física.
- 4o. Aptitud Matemática y hábitos de disciplina.

Indudablemente el generalizar a este respecto traerá consigo importantes diferencias, sin embargo por ser el porcentaje predominante dentro de la población total de esta área, se consideró al ingeniero civil que ejecuta directamente la obra como modelo a juzgar.

2. El Sector Público

Es responsable de la ocupación del 42% del total de ingenieros civiles, dando un gran total de 18,690. En este caso la mayoría - constituyen ingenieros titulados con un porcentaje promedio del 56% (10,460).

De los totales antes mencionados son ----- S.A.H.O.P. (S.C.T.), S.A.R.H. y PEMEX las - dependencias que abarcan la mayoría de ingenieros con el 29, 24 y 20% respectivamente.

En términos generales se podría considerar que la mitad de ellos se encargarán de labores de supervisión durante el proyecto y la construcción. Un 20% al proyecto propiamente dicho y un 5% a labores administrativas. El resto a trabajos diversos.

Las cantidades anteriores muestran de mane-
ra clara la razón por la cual el sector pú-
blico ocupa en su mayoría a profesionales -
titulados. La labor de ellos requiere a personal experimentado y con grados de especialización en todas las áreas de la ingenie--

ría. El vigilar los intereses del Estado es velar por el del pueblo. Una labor altamente ética y profesional es un requisito indispensable que se debe buscar en el ingeniero que ingrese en el sector público.

Como originarios de más de la mitad de las obras de construcción en el país, su labor radicará en proyectar y supervisar principalmente dichas obras, distribuidas en el sinnúmero de empresas privadas dedicadas a la construcción.

El sector construcción creció entre los años 1970-1980 a un promedio del 7.0% anual en términos reales (es decir, una vez descontado el factor inflacionario) según lo atestigua la C.N.I.C., alcanzando un total del 8.3% en el año de 1981. Notándose un considerable decremento al inicio de cada sexenio. Si bien todas las predicciones de dicha tasa indicaban un mantenimiento si no es que crecimiento de ella, es de esperarse un fuerte decremento en tal valor en los años futuros, reflejo de una economía en crisis.

Referente al perfil del ingeniero requerido en el ejercicio dentro del sector público, al igual que en caso del inciso anterior, - quedaría como sigue:

- 1o. Hábitos de Disciplina.
- 2o. Aptitud Matemática y Desarrollo Multidisciplinario.
- 3o. Facilidad para relacionarse y Aptitud Directiva.
- 4o. Pragmatismo y Aptitud Física.

Dentro del sector público generalmente se constituyen dos grandes cuadros de ingenieros, los de proyectos o labor altamente calificada, y los directivos o de coordinación, según a los que se está haciendo referencia existirán los pequeños reacomodos en el arreglo anterior.

3. El Sector Educación

Partiendo de un sencillo análisis del cuadro siguiente podemos sacar las siguientes conclusiones:

Año	Fac.de Ing. Pob.Total	Ing.Civil Pob.Total	Pers.Docente Fac. Ing.	Tiempo Completo
1971	10,204	3,169	711	18
1972	10,480	3,233	802	9
1973	11,442	3,370	855	19
1974	11,617	3,656	919	74
1975	11,689	3,466	939	20
1976	10,718	3,212	954	16
1977	11,079	3,284	979	23
1978	10,484	3,111	914	26
1979	9,852	2,995	934	66
1980	10,821	3,476	1,292	103
1981	9,593	2,767	1,241	117

- Aproximadamente el 30% de la población de la Facultad de Ingeniería está constituida por estudiantes de ingeniería civil.

- Actualmente el 9% del profesorado es de tiempo completo, pudiéndose considerar esto como su actividad única.
- Aplicados los anteriores valores se tendrá que un promedio de 35 profesores de tiempo completo son ingenieros civiles.
- Si consideramos que la facultad representa el 10% del total de ingenieros civiles, entonces tendremos 350 ingenieros civiles dedicados por completo a la docencia.

Como se puede apreciar, es mínimo el número de ingenieros civiles que viven de la docencia. Por otro lado la cantidad de ellos que imparten sólo una materia es significativa y complementan su labor profesional con el de la docencia.

No se puede negar el problema que esto trae sobre el aprovechamiento del estudiante. El profesor de tiempo completo podrá poner mayor atención en su labor y adquirir mayor experiencia pedagógica. El profesor de asignatura en términos generales tendrá buena experiencia práctica provechosa para el es-

tudiante, pero su atención y cuidado serán menores.

En lo que respecta al ingeniero tipo en esta área lo definiríamos como sigue:

- 1o. Aptitud Matemática y Desarrollo Multidisciplinario.
- 2o. Disciplina y Pragmatismo.
- 3o. Facilidad para relacionarse y Aptitud Directiva.
- 4o. Aptitud Física.

Es de recalcar que como ingeniero modelo o tipo a imitar para las generaciones futuras, es de innegable necesidad el controlar la calidad y cumplimiento considerable de lo arriba expuesto, para así lograr futuros ingenieros orgullosos de su procedencia y comprometidos con su futuro.

4. Otros Sectores

Contrariamente a lo que se piensa, el ingeniero civil se desempeña en una amplia gama de especialidades muchas veces en apariencia ajena a la suya.

Es la investigación una área de extrema importancia para la ingeniería civil. Si bien en cantidad ocupa un reducido número de ingenieros, es su función la que ha logrado que el nivel tecnológico de la ingeniería civil nacional guarde un primerísimo lugar a nivel mundial.

Según datos proporcionados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en su Plan Nacional 1976, en el área de "Desarrollo Urbano, Construcción y Vivienda" existían 137 investigadores, de los cuales 60 eran ingenieros civiles. Sus proyecciones para el año de 1982 -el dato real aún no se encuentra disponible- eran de 626 investigadores con 264 ingenieros civiles. Sin embargo los índices bajo los cuales fueron calculadas -

dichas proyecciones no fueron alcanzados - (por ejemplo, se esperaba que por concepto de investigación en todas las áreas se aportara el 1% del Producto Interno Bruto alcanzándose únicamente el 0.7%) por lo cual se supone una cantidad ligeramente menor a la antes mencionada.

En el de 1976, teníamos que 42% del total - de los investigadores poseían el grado de - licenciatura, 32% de maestría, 12% de alguna especialidad y 14% de doctorado.

Como se puede apreciar, la cantidad de personal es reducido, sin embargo los resultados son abundantes.

La vinculación entre educación e investigación es fundamental, tanto para la preparación de nuevos investigadores, como para la difusión de los resultados obtenidos producto de la investigación, motivo por el cual los más importantes centros dependen de institutos de enseñanza superior tales como la Universidad Nacional Autónoma de México e - Instituto Politécnico Nacional.

Queda mucho por hacer en esta área; aspectos de contaminación y planeación urbana, bienestar social y político esperan un tratamiento conveniente por el investigador. Aunque el problema técnico generalmente ha sido resuelto de manera satisfactoria dentro de los laboratorios de investigación, es el factor humano el que deberá ser también introducido como importante elemento en el resultado final.

En cuanto el perfil del investigador o científico, se podría intentar definir como sigue:

- 1o. Aptitud Matemática y Desarrollo Multidisciplinario.
- 2o. Disciplina.
- 3o. Pragmatismo.
- 4o. Aptitud Directiva, Facilidad para Relacionarse y Aptitud Física.

Como se puede apreciar las diferencias con el sector educativo se manifiestan básicamente en el hecho de que el investigador tiene un menor contacto con el mundo exterior, sumergiéndose mayormente en sí mismo y su trabajo.

III. OPTIMIZACION DEL INGENIERO CIVIL

Hablar de optimización en el hombre es a todas luces un concepto demasiado ambicioso por no decir que ilusorio. Sin embargo, en este momento definiremos como ingeniero óptimo a aquel que por su extensa preparación y dedicación es capaz de satisfacer de la mejor manera posible metas y objetivos que se le planteen. Por supuesto el hombre capaz de dominar el total de los elementos que constituyen un importante proyecto ha pasado a la historia, no porque en la actualidad estén menos preparados, sino porque éstos han cobrado tal tamaño e importancia que es casi imposible que un solo hombre lo consiga. El enfoque sistémico ha venido a salvar tal situación, permitiendo que todo problema sea concebido como un sistema, constituido por diversidad de componentes íntimamente interrelacionados y que debidamente tratados -en este caso por especialistas- se obtenga un resultado final que satisfaga los objetivos previamente establecidos.

No deberemos olvidar que al final de todo problema, se requiere una solución, producto de una adecuada decisión. Pocas veces tal solución surge como un imperativo, producto de un estudio matemático-técnico, en la generalidad de los casos, el director o decisor juega un papel fundamental en la solución final. Es por ello lógico suponer que dicha persona deberá ser la más calificada dentro del equipo de trabajo.

1. La Informática

La información es uno de los tesoros más apreciados en cualquier organización. Desde la pequeña empresa hasta el país más poderoso requiere de información suficiente, veraz, clara y oportuna. La ciencia que se ocupa de ello es precisamente la Informática.

Es pues la Informática un conjunto de técnicas para el tratamiento sistemático y racional de la información encaminada a una mejor toma de decisiones, para lo cual emplea en la actualidad generalmente medios automatizados.

Es para el ingeniero civil una extraordinaria ayuda el poder contar con técnicas que le ayuden a sobrellevar la gran carga que significaba el realizar un proyecto de principio a fin, más si éste alcanzaba dimensiones considerables.

El realizar por métodos puramente manuales cálculos de estructuras, costos, rendimientos, control de avances y planeación general era tarea dura y requería de mucho personal calificado. En la actualidad, un reducido equipo puede conseguir esto en un corto tiempo y con un mínimo de esfuerzo gracias a la Informática.

Vale la pena aclarar que pese al enorme desarrollo que han alcanzado tales técnicas, éstas valdrán tanto como el correcto uso que de ellas pueda hacer el ingeniero. Resulta común dar por asentado que mientras más complicada a la vista sea la técnica seleccionada, más eficiente será, criterio contrario a la formación del profesional que deberá entender que mientras más sencili-

lla sea una solución mejores resultados se obtendrán.

Pocas disciplinas han sido tan impactadas - por las computadoras como la ingeniería civil. Hablar de Informática es hablar del desarrollo de sistemas para el proceso de datos, que van desde el escrito a principios de siglo hasta el de las modernas computadoras de microcircuitos, pasando por la primera versión de éstas por medio de bulbos - en los años 40s o bien las de transistores a finales de los 50s.

Si bien el poseer un equipo de cómputo en la actualidad es sinónimo de actualización, capacidad e inclusive índice de desarrollo, no se puede negar que en un considerable número de ocasiones no representa más que un carísimo elefante blanco que debe llevarse a cuentas.

Un adecuado uso del equipo implica la existencia de un correcto sistema de información, soportado por personal altamente calificado y debidamente articulado con el usu

rio final o directivo.

El ingeniero civil nunca deberá perder de vista lo que está ocurriendo realmente en el proceso de su información; el así hacerlo implicaría una peligrosa pérdida de sensibilidad en el proyecto e inclusive lo podría llevar a resultados completamente falsos.

Según datos proporcionados por el Grupo Alfa (Grupo Industrial más importante en dicho año) como representativo del sector privado, en el año de 1979, del total de ingresos, se destinó el 1.2% para Informática; de dicho porcentaje, el 60% fue destinado a personal y el resto a equipos y software. De igual forma, en dicho año el sector privado representó el 65% del total de inversión en Informática contra el 35% del sector federal y bancario (Simposio de Informática, C.I.M.E. 1980).

Lo anterior nos lleva a la conclusión de la imperiosa necesidad de formar cuadros altamente calificados para satisfacer la deman-

da de por sí ya grande en esta área. El ingeniero civil tiene aquí un extenso campo de acción y posee una preparación básica que le facilita la tarea de integración en dicha especialidad.

Finalmente, la computación no solamente ha aportado facilidad en el manejo de información para el ingeniero civil, sino que se ha constituido en una importante herramienta para la solución de problemas matemáticos en extremo complejos, sin los cuales la Ingeniería de Sistemas no hubiera alcanzado el nivel de desarrollo e importancia que tiene en la actualidad.

2. El Ingeniero en Sistemas

La Ingeniería de Sistemas debe entenderse - como una ciencia que busca las leyes que rigen a una totalidad dada por complicada que pareciera. Para ésto reúne ciencias sociales con criterios clásicos de ciencias técnicas. Siendo así que su finalidad es cuantificar técnicamente opciones que involucran aspectos sociales.

Cuando se habla de totalidad dada nos referimos a un sistema en particular. Entendiéndose por sistema a un conjunto de elementos debidamente interrelacionados encaminados a cumplir un fin común.

Es de suponerse que todo problema que se - presenta en la actualidad puede ser enmarcado dentro de un sistema, el cual poseerá un sinnúmero de factores o elementos muchas veces difíciles de distinguir y mucho menos - cuantificar. Sin embargo, la Ingeniería de Sistemas se avoca al reconocimiento de todos los factores que influyen de manera determinante en el sistema, desentendiéndose

de los restantes de menor importancia.

La correcta definición del sistema -entiéndase por ello: problema, proyecto o planes el punto de partida para el ingeniero en sistemas, y en muchas ocasiones el final, en casos donde los elementos que lo constituyen posean un carácter subjetivo no cuantificable y por lo tanto no reducible a un modelo matemático. En este caso procesos heurísticos -lógica y experiencia son la única forma de solucionar el problema. Sin embargo, día a día estos casos se vuelven menos frecuentes producto del constante desarrollo de técnicas de la ingeniería de sistemas.

Pasar del sistema real a un modelo físico es tarea delicada y casi imposible cuando se trata de sistemas muy complejos. La modelación matemática salva este problema por su gran flexibilidad y apego a la realidad.

La Ingeniería de Sistemas se vale de la Investigación de Operaciones para conseguir -ésto, a la vez que esta última se auxilia

comunmente de la computación para lograr - sus fines.

La Investigación de Operaciones una vez que hubo formulado su modelo matemático opera - al través algún algoritmo matemático para - crear así todo un espacio o conjunto de so- luciones factibles, muchas veces tan abun- dantes que sólo con el auxilio de un equipo de cómputo es posible lograrlo.

Vale la pena comentar que el sistema que se esté trabajando puede tener solución óptima y en otros casos únicamente será posible observar su comportamiento, es decir simula- ción del sistema, que puede ser una guía para la toma de decisiones que es el objetivo fundamental del ingeniero en sistemas.

La investigación de operaciones ha creado - técnicas específicas para cada tipo de sis- tema. Modelos estáticos donde el tiempo no influye, modelos dinámicos donde el tiempo influye, modelos donde el tiempo y espacio son considerados, modelos probabilísticos o

estocásticos donde la incertidumbre es el elemento crucial.

Las técnicas de optimización son abundantes:

- a) Programación clásica: basada en el cálculo diferencial;
- b) Programación lineal: Maximiza o minimiza una función objetivo sujeta a un conjunto de restricciones;
- c) Teoría de juegos;
- d) Programación no lineal: programación entera, mixta y redes;
- e) Programación dinámica y otras más.

Es de recalcar la importancia que han cobrado algunas de estas técnicas, como por ejemplo las redes en el caso de la Ruta Crítica, técnica no solamente muy empleada dentro de la ingeniería civil sino por casi la totalidad de los profesionales.

Por lo anteriormente expuesto surge el conflicto entre el hombre pragmático, cualquiera que sea su profesión, que difícilmente -

entiende dichas técnicas y el ingeniero en sistemas, que a los ojos de la mayoría aparece como un especialista. Sin embargo, debe aclararse que la ingeniería de sistemas en toda su magnitud, más que una especialidad es una generalidad. El ingeniero de sistemas idóneo es tanto un científico como un artista y aún mas: un filósofo.

Por lo mismo, podemos concluir que la ingeniería de sistemas ha venido a perfeccionar el perfil del ingeniero civil contemporáneo, dotándole de mejores recursos para su desempeño profesional.

3. Del Tecnócrata al Humanista.

En repetidas ocasiones se ha mencionado la necesidad cada vez más urgente de que el ingeniero civil salte de su pedestal meramente técnico y científico y se ocupe de cuestiones que atañen más directamente al hom--bre. El ingeniero ve con incredulidad la efectividad de sus acciones -llegando inclusive a emplear conceptos como "óptimo"- contra lo errático en general del medio que lo rodea. La justificación que generalmente se busca es la de que la ingeniería civil se presta por la situación nacional a obtener altos niveles y no así las demás especialidades: Electrónica, Bienes de capital, agricultura, ganadería, cultura, arte, salud, -comercio y muchas más.

Interesante sería ver el desempeño que el -ingeniero civil tendría en cargos de auténtica importancia, es decir donde sus deci--siones realmente impactaran el curso de - -nuestra historia. La historia nos indica -que dentro del campo de la ingeniería es -

precisamente la civil la que ha tenido mayor participación dentro de los gobiernos postrevolucionarios. Sin embargo, comparado con los profesionales humanistas (abogados, economistas y profesores) está muy por debajo, y casi se equipara con aquellos que no poseen ninguna profesión. Otro punto es la clara disminución de su participación conforme pasa el tiempo. Una prueba de ello es que durante el gobierno del presidente Adolfo López Mateos, el 29% de Secretarías de Estado y Directores de Empresas Paraestatales eran ingenieros, 27% en el régimen de Gustavo Díaz Ordaz, 26% en el de Luis Echeverría Álvarez, y apenas un 12% en el de José López Portillo. (Según XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil, México 1979).

Resulta pues urgente para el ingeniero, demostrar la conveniencia de su intervención en planos políticos, económicos y sociales superiores y así participar más directamente en el futuro crecimiento de nuestro país.

4. La Etica del Ingeniero.

Al conjunto de principios normativos que rigen de la manera más básica la acción del - profesionalista la podemos denominar como ética profesional. Todo ingeniero deberá fin--car su quehacer diario en este conjunto de postulados y así proyectar una imagen de - profesionalismo y confianza.

Tales principios van más allá del aula de - clases y se remontan a la formación perso--nal conseguida en el transcurso de su vida y donde la familia, la escuela y la socie--dad son los principales factores que inter--vienen en la estructuración de tales prin--cipios.

La ennumeración que continúa no pretende - de ninguna manera abarcar la totalidad de principios éticos aplicables a la ingenie--ría, sin embargo busca mencionar los más - significativos e indispensables en la acti--vidad de la ingeniería civil:

A. Prioridad profesional: El conflicto en--tre obligaciones familiares y profesio--

nales generalmente existe, y muy principalmente en la ingeniería civil donde la demanda física y de atención es grande. Un equilibrio razonable es una decisión muy personal dentro de cada ingeniero. - Pero una vez hecho esto es absolutamente necesario que saque el máximo provecho - de su tiempo dedicado al trabajo; no olvidemos que enormes recursos económicos y humanos se encuentran a su disposición.

B. Conciencia Social: El ingeniero en la generalidad de los casos presta sus servicios a un cuerpo directivo, por lo mismo, su mayor obligación se encamina a tal - rumbo. Sin embargo, basándonos en los datos proporcionados anteriormente, tenemos que aproximadamente por concepto de construcción se emplean 1.5 millones de personas, que a un promedio de cinco elementos por familia nos dan un total del 10% del total de población nacional, que puede ser afectada de manera indirecta - por nuestras acciones.

C. Honradez: Una constante actualización profesional y un correcto manejo de recursos, es lo que todo ingeniero debe ofrecer a la empresa. Una justa defensa de los derechos y obligaciones dentro del trabajo es lo que el ingeniero puede ofrecer al trabajador. Y finalmente, un absoluto respeto a sus principios y dignidad es lo que todo ingeniero debe ofrecerse.

La honradez es un valor ya reconocido a través de los años como propia del ingeniero civil. Imagen que debe ser conservada y reforzada en los próximos años.

Indudablemente que los cambios necesarios para que el ingeniero civil en funciones garantice un mejor desempeño, deberán provenir desde su formación universitaria.

Primeramente, programas de estudio que contengan una mayor aplicación de los conocimientos impartidos, lo cual implicará un mayor entendimiento de lo que se está estudiando y dejará sentadas las bases para un

desarrollo equilibrado futuro. Crear, conservar o incrementar en el estudiante hábitos encaminados a una disciplina sólida tan necesaria para las aspiraciones de todo profesionista.

Depurar el ambiente en las escuelas para - que el estudiante se forme correctos marcos de referencia en su formación futura y dé - su real importancia a los valores fundamentales del hombre, asegurando así un máximo esfuerzo y eficiencia dentro de cauces legítimos en beneficio de la sociedad a la que sirve. Dentro de ésto, cambiar la imagen de formada que se crea desde los primeros años de estudio sobre el alumno de alto aprovechamiento, donde se piensa que en cierta forma se contrapone al éxito económico y reconocimiento social, haciendo ver que el aspecto cultural es una de las características - máspreciadas en el hombre, y que en lugar de entorpecer, coloca a éste en una posi---ción privilegiada para aspirar a las metas más importantes, fueran del tipo que sea.

Romper la inercia del trabajo o docencia, según sea el caso -que asimila y ocupa la totalidad del tiempo del profesional- tratando de crear una cierta complementación entre estudio y práctica profesional, logrando el vínculo tan difícil pero decisivo para el progreso de la ingeniería.

IV. PERSPECTIVAS PARA EL INGENIERO CIVIL

De acuerdo al XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil antes enunciado, conservadoramente para el año 2000 se requerirán no menos de --- 130,000 profesionales de la ingeniería civil (titulados y habilitados) para satisfacer la demanda en ese ramo. Es decir, se deberán formar un promedio de 90,000 nuevos profesionales entre 1980 y 2000, (una vez tomado en consideración las pérdidas obvias de la planta establecida de 44,500 como punto de partida). Considerando la capacidad existente escolar de 6,000 alumnos de nuevo ingreso, vemos que mejorando el índice de egresados se puede satisfacer la demanda de 4,800 anuales que requerirá el país. En el mismo estudio se plantean horizontes de desarrollo más optimistas que llevan hasta el doble el volumen de requerimientos, sin embargo las condiciones económicas parecen indicar que una opción conservadora es la más adecuada en el año que fue realizado este trabajo.

Los aspectos habitacional y de servicios serán los que mayor atención exigirán en el futuro - ingeniero civil. Si consideramos que en la actualidad más del 55% del total de viviendas - son de auto-construcción y formadas en su gran mayoría de materiales inadecuados, y por otro lado que de igual manera apenas el 50% del total de vivienda posee servicios de agua potable y drenaje, podremos concluir la enorme labor que queda por hacer en este renglón.

1. El Pragmatismo como Instrumento de Desarrollo.

Las fórmulas bajo las cuales el ingeniero - ha actuado tradicionalmente son sencillas y claras. Primero: en toda solución se debe - buscar su expresión más simple, es decir -- mientras más sencilla sea ésta mayor mérito y efectividad tendrá. Segundo: la medida - del esfuerzo no es indicador de la eficiencia, se debe buscar siempre el mnimo de es fuerzo para un máximo de rendimiento. Tercero: la mejor manera de demostrar que algo funciona es poniéndolo a prueba, con sus de

bidos cuidados por supuesto; todo lo que no trabaja debe ser desechado y debidamente asentado para futuras ocasiones.

Como se puede apreciar, son ideas que marchan extraordinariamente bien para el ingeniero práctico o de campo -que es la mayoría como ya se indicó- y requerirá de ajustes - conforme avance su grado de especialización.

Para el investigador o ingeniero en sistemas, en realidad rigen las mismas fórmulas, aunque para la mayoría no se presenta claramente. El científico posee una gran capacidad de análisis y generalmente trabaja bajo el principio de simplificación, mediante el cual considera que el problema está en vías de solución cuando es capaz de ver a éste - de la manera más clara y sencilla.

2. Por un México más Eficiente.

Buena parte de las páginas que anteceden estas últimas obedecen a un claro propósito: incrementar la eficiencia tanto del ingeniero civil como del extenso personal que lo - rodea.

Todo profesional debe entender que para poseer una fuerte superestructura, es indispensable partir de una infraestructura de - la misma capacidad. La industria de los bienes de capital, tal como la maquinaria para la construcción es un ejemplo triste de tal situación. Mientras que la industria mexicana planea proyectos de extraordinario alcance, se olvida de los medios para así lograrlo.

Una postura modesta, reconociendo nuestras carencias, y empezando por ellas, son las - estrategias a seguir, a mi manera de ver, - para en un futuro vivir en una nación más - estable. Fomentar el incremento en el uso - de mano de obra, materiales de la región y tecnología netamente mexicana serán medios para así conseguirlo.

Finalmente, en lo que resta del siglo se pondrá de manifiesto el poder de acción del mexicano, y es en el ingeniero civil donde encontrará una de sus más efectivas armas.

CONCLUSIONES

Es sin duda la ingeniería civil una profesión demasiado amplia para poder ser abarcada por cualquier estudio por extenso que pareciera.

La ingeniería civil nacional requerirá en un futuro adecuarse a las nuevas situaciones, cambios que se deberán originar en las aulas donde paulatinamente se va adquiriendo tal preparación. Es por ello la urgente necesidad de crear sistemas para depurar al personal docente y definir de manera más ventajosa la situación legal de las diversas instituciones para garantizar así la continuidad de los programas de estudio.

Una considerable retracción en el desarrollo industrial y todo lo que esto implica es de esperarse en los próximos años, fenómeno que afectará directamente a la ingeniería civil, ya que la rama de construcción industrial era una de las más importantes. Sin embargo nuevas ramas volverán a cobrar fuerza tales como vivienda y urbanización que garantizarán la demanda para el ingeniero civil.

Una constante actualización y diversificación debe-

rá ser la actitud del ingeniero a todo lo largo del ejercicio de su profesión, con lo cual tomará mayor conciencia de la importancia de su actuación en el plano nacional y el gran compromiso que representa.

El presente trabajo pretende complementar la imagen que el ingeniero civil debe formarse de sí mismo al término de su preparación universitaria, y en la medida de lo posible respaldar la convicción que todo hombre debe tener de la trascendencia que debe aplicar a todas sus acciones.

BIBLIOGRAFIA

1. Anuarios Estadísticos

Asociación Nacional de Universidades e Institutos
de Enseñanza Superior
México, 1977 a 1981.

2. Cárdenas, Miguel A.

La Ingeniería de Sistemas
Limusa, 1978.

3. Colegio de Ingenieros Civiles de México

Prospectiva de la Ingeniería Civil en México 1980-2000
México, 1979.

4. Colegio de Ingenieros Mecánicos y Eléctricos

Simposio de Informática
México, 1980.

5. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología.

6. Departamento de Estadística, U.N.A.M.

Estadísticas 1929-1979
México, 1980.

7. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
Organizaciones Académicas 1957-1972
México, 1957 a 1972.
8. Hall, Arthur D.
Ingeniería de Sistemas
C.E.C.S.A. 1976.
9. Instituto de Estudios Políticos Económicos y Sociales
Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
México, 1983.
10. Mora José Luis, Molino Enzo
Introducción a la Informática
Editorial Trillas, 1973.
11. Quintana Arrijoja, Bernardo
Aportación al XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil
México, 1979.
12. Secretaría de Programación y Presupuesto
X Censo General de Población y Vivienda 1980
México, 1982.