



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO CALIDAD EN LA CONSTRUCCION

M O D U L O I I

PLANEACION

ING: JULIO VARGAS RODRIGUEZ

1. TEORIA DE LA PLANEACION

1.1 INTRODUCCION A LA TEORIA DE LA PLANEACION

INTRODUCCION A LA TEORIA DE LA PLANEACION

Esteban Figueroa Palacios

La capacidad de prever es una de las cualidades que distingue al ser humano de otros seres y le compensa su limitado sistema de reacción involuntaria, que los animales irracionales la tienen notablemente desarrollada. El ser humano está capacitado para reaccionar en períodos más largos y, por tanto, su capacidad de respuesta se fundamenta en una acción racional y reflexiva; la mayoría de sus actos cotidianos son producto de decisiones que toma a partir de razonamientos lógicos.

El tiempo de reacción de un felino es mucho menor que el de los humanos; el animal posee esta cualidad como un mecanismo de defensa natural, en compensación por no poder crear artificios de protección (armas, áreas protegidas, etc.). El ser humano aplica su capacidad de previsión para no exponerse a eventos en los que solo la reacción refleja casi instantánea de un felino le salvaría de ser agredido por eventos o seres hostiles.

La capacidad de prever, racional y reflexivamente, permite a los individuos obtener de sus actos los resultados que quiere, aunque no siempre los reciba de manera inmediata. En tanto más complejas son las acciones que emprende, mas difícil es la toma de la decisión y menos previsible sus resultados.

Existen personas con una gran capacidad de previsión, que son motivo de admiración por su acierto para anticipar eventos. Esa habilidad se conoce generalmente como intuición. La intuición es en realidad la habilidad de recordar información relevante, que con una cierta capacidad de análisis y síntesis, les permite a los intuitivos, a veces en fracciones de segundo, llegar a conclusiones atinadas. Otras veces se menciona la clarividencia de personas que parecen capaces de conocer el destino. Pero no son magos ni adivinos, también ellas cuentan con la información, la creatividad para relacionar eventos conocidos y el sustento lógico que les permite imaginar el futuro, ya no de las próximas horas o días, sino en períodos más largos (años o a veces siglos). Julio Verne pareció ver el futuro, como lo relata en sus novelas, pero lo que realmente poseía era una sólida formación tecnológica, una extraordinaria creatividad, como da fé su extensa producción literaria, y una mente analítica.

La previsión es, por lo tanto, el resultado de una combinación de cualidades que permiten al ser humano almacenar información (memoria), discernir sobre su uso (razonamiento lógico), combinarla (creatividad) y obtener conclusiones (habilidad para la síntesis).

Las conclusiones que el ser humano obtiene mediante este proceso le permiten tomar decisiones sobre aquellas acciones que más le convienen, según sus intereses. La posibilidad de obtener los resultados deseados depende de su capacidad de previsión.

Concepto de Planeación

El empleo metódico de la habilidad para prever da lugar a la Planeación. La Planeación es, entonces, una disciplina que permite prever. Su orientación al futuro le obliga a usar métodos prospectivos, no determinísticos, y uno de sus propósitos fundamentales es el manejo de la incertidumbre.

La Planeación es, por otra parte, una disciplina prescriptiva, no descriptiva, que trata de identificar acciones, a través de una secuencia sistemática de toma de decisiones, para generar los efectos que se espera de ellas; la descripción de los hechos es, por lo tanto, solo un medio de la Planeación.

Para describir a la Planeación deben tomarse en cuenta, en realidad, varios enfoques. La Planeación como una actividad humana básica puede definirse como **"un proceso intelectual del ser humano basado en la previsión" 1).**

Cualquier persona planea sus actividades cotidianas, de manera formal o informal, premeditada o espontáneamente. Cuando alguien sale de su casa ha tomado la decisión de qué tipo de ropa usar, según sean las actividades que vaya a desarrollar y el clima que prevea para ese día, mediante un proceso de planeación instantánea. Una familia, en otro caso, planea sus vacaciones de manera formal y con mayor anticipación que en el ejemplo anterior; además, en este caso pueden haber distintos deseos de los miembros de la familia, probablemente en conflicto, por lo que el proceso de planeación ya no es espontáneo y es necesario disponer de información (costo de pasajes, hoteles, etc. en los destinos posibles), analizarla (deseos de los miembros de la familia, presupuesto y tiempo disponible para vacacionar contra costos y atractivos de las opciones) y tomar una decisión; los miembros de esta familia no son expertos en planeación pero aplican la metodología básica, como parte de un proceso intelectual innato.

La Planeación ejercicio de elección racional en el que **"...se eligen cursos apropiados de acción, a través de una secuencia de decisiones" 2).**

El problema de esta definición es que asocia a la Planeación solo con la elección de cursos de acción y no existe vínculo con su puesta en práctica. La preparación de un plan que no se lleva a la práctica no es planeación, sino solamente un ejercicio teórico cuyos resultados nunca podrán probarse. La Planeación es indisoluble de la acción, a lo largo de todo el período previsto. Un plan que se abandona antes de completar las acciones que se prescribieron en él, tampoco supone la existencia de la planeación en su sentido estricto.

Para eliminar la limitación del enunciado anterior, se considera más adecuado definir a la Planeación como **"...la habilidad para controlar las consecuencias futuras de las**

acciones presentes" 3). De acuerdo a esta definición la Planeación tiene éxito en la medida que mejor permita controlar el mayor número de consecuencias de las acciones emprendidas ahora. El deseo de controlar las consecuencias de las acciones presentes es uno de los propósitos fundamentales de la Planeación, en la búsqueda de un futuro diferente respecto al futuro resultante de la inacción.

No se puede evitar relacionar el ejercicio de elección racional de la habilidad para controlar las consecuencias de las acciones elegidas, pues es precisamente esa habilidad la que permite elegir racionalmente. El problema de la planeación no es, por lo tanto, el cómo tomar decisiones más racionales, sino el cómo tomar decisiones de mejor calidad, si la calidad se expresa en propiciar que las acciones tengan las consecuencias deseables.

Para cimentar un edificio, un ingeniero no elegiría un sistema de zapatas aisladas si sabe que el subsuelo es de arcillas altamente expansivas y saturadas. Sus conocimientos y la información disponible del sitio le hacen prever las consecuencias futuras de la acción de cimentar el edificio con ese sistema y le ayudan a no tomar una decisión irracional.

Estrictamente solo se pueden elegir cursos de acción irracionales si no se pueden prever las consecuencias futuras de las acciones seleccionadas, pero la irracionalidad de la decisión solo se conoce cuando se comprueba que las consecuencias no son las deseables.

La incapacidad para prever las consecuencias o efectos futuros de la operación de un tren ligero en el sur de la Ciudad de México, condujo a la subutilización de este medio de transporte. Los efectos de la operación se referían principalmente a la disposición de los viajeros a usar el tren. Los usuarios potenciales decidieron no usarlo (al menos durante los primeros años de su operación, lo que hubiera llevado al fracaso financiero al proyecto, de no ser por el subsidio público que recibió). La acción de construir el tren ligero no era, por otra parte, irracional, pues se podía demostrar que sustituía a un gran número de autobuses y microbuses, que desahogaban la vialidad y, en consecuencia, contribuía a abatir el nivel de contaminantes en la atmósfera. La racionalidad de la elección no fué garantía para que las consecuencias esperadas se presentaran.

Es difícil definir a la Planeación de manera amplia y general. Las definiciones expuestas hasta ahora describen los atributos de la Planeación. Vale la pena, para completar el análisis, reflexionar sobre lo que no es Planeación.

La Planeación, como disciplina auxiliar de muchas actividades, no es una actividad individual, ya que la hacen grupos de individuos, cuyas prescripciones y acciones afectan a organizaciones o a otros grupos de individuos. Aunque la Planeación estrictamente individual también existe, como se dijo antes, las decisiones individuales afectan cada vez más a otras personas, debido a la creciente globalización y a la cada vez mayor posibilidad de interacción de la sociedad.

La Planeación no se orienta al presente y, por lo tanto, no trata de ejecutar en el presente las acciones que deben adoptarse en el futuro, sino que ayuda a decidir los cursos de acción que conducirán al futuro deseable.

No es posible hacer de la Planeación una rutina que se pueda repetir en todos los casos. Aunque se aproveche la aplicación limitada del método experimental y el uso de modelos de solución de problemas como herramientas de análisis, la Planeación no puede sustentarse, ante casos especiales (que son la regla más que la excepción), en la práctica del ensayo y error.

Finalmente, la Planeación no es solo un listado de objetivos deseables para el futuro. "La planeación como la utopía describe futuros ideales, pero, a diferencia de la utopía, especifica los medios para alcanzarlos" 4).

Principios de Racionalidad

Se describió a la Planeación en términos de un proceso de elecciones racionales. Aunque esa descripción es limitada, es innegable el hecho de que la racionalidad debe prevalecer a lo largo de la preparación de cualquier plan.

La racionalidad permite tomar decisiones de manera consistente, de acuerdo a ciertos fines deseables. Aunque la actitud racional no asegura tomar la mejor decisión, sí garantiza consistencia en las elecciones. Deben tenerse presentes, entonces, los principios de racionalidad indispensables en la toma de decisiones.

El primer principio establece que las preferencias deben ser transitivas; si A es preferible a B, de acuerdo a ciertos valores y objetivos, y B es preferible a C, entonces A es preferible a C, para ser consistente con los valores y objetivos que rijan en la elección.

El segundo principio se refiere a que las utilidades que se obtengan de una elección son independientes de su probabilidad de ocurrencia.

El tercer principio trata sobre la irrelevancia en la elección de los factores no afectados por las acciones. Aunque parece obvio, este principio se ignora con frecuencia, debido a la tendencia de analizar aquellos factores de los que se dispone de mayor y más accesible información.

El ejemplo del tren ligero en el sur de la Ciudad de México ayuda también a ilustrar estos principios, así sea de manera hipotética. Supóngase que el usuario prefiere usar microbuses a autobuses y autobuses en lugar del tren ligero; estas preferencias no garantizan que el pasajero típico de esa zona de la ciudad prefiera los microbuses al tren ligero, lo que, por otra parte no sugiere ninguna anomalía, sino que simplemente sus preferencias en este caso no son transitivas, debido probablemente a que está ponderando diferentes características de cada medio de transporte (un usuario podría responder que prefiere los microbuses al autobús porque lo puede abordar en la puerta de su casa y que prefiere el autobús al tren porque lo lleva hasta su destino final, pero que por comodidad y costo del pasaje prefiere al tren sobre el microbús). El planificador debe investigar la transitividad respecto a las mismas características específicas en las que el usuario va a basar

su decisión, tales como: seguridad, comodidad, rapidez, precio, etc.

Las autoridades decidieron la construcción del tren ligero debido, entre otros factores, a que las utilidades o beneficios esperados eran grandes (disminución de tráfico en la avenida, abatimiento de la contaminación, aprovechamiento de un derecho de vía y equipos existentes, entre otras) y supusieron que por esa razón el viajero usaría con seguridad ese medio. La utilidad esperada fue independiente de la ocurrencia del evento de interés (en este caso los pasajeros-día transportados por el tren ligero). La probabilidad del evento puede ser dependiente de la utilidad solo si ésta condiciona el evento; por ejemplo que la utilidad hubiera sido definida en términos de una utilidad personal para el viajero, como tarifa mas baja, ahorro de tiempo, mayor comodidad, etc. Por supuesto que en el largo plazo la utilidad analizada por las autoridades constituye un beneficio para la sociedad (que sin duda justificaba el proyecto), pero en países con rezagos en la satisfacción de las necesidades personales, como México, las elecciones del usuario estarán todavía regidas por el beneficio individual.

La disponibilidad del derecho de vía en el corredor vial del sur de la Ciudad de México, sobre el que operaría el tren, y, probablemente el factor más importante, el hecho de contar con los equipos básicos (que requerían solo modernizarse), fueron seguramente sobrestimados en la decisión. La existencia del derecho de vía y del equipo no eran relevantes en el evento de interés que era la decisión del usuario de sustituir su modo tradicional de transporte por el nuevo tren.

Participantes en la Planeación

La condición colectiva de la Planeación hace necesario identificar a los distintos actores participantes y la forma como contribuyen a la elaboración del plan.

El grupo que tiene la responsabilidad de formular el plan, desempeña el papel activo en el proceso. Ellos deben tomar la iniciativa y emprender las actividades que conduzcan a la identificación de las acciones que se requieren en la Planeación. La misión de este grupo es la de detectar las necesidades y deseos de otros grupos que recibirán los efectos de la Planeación.

El grupo que recibe los efectos de la Planeación, da origen al plan si se beneficia de él o será un opositor si se siente afectado por éste. La habilidad del planificador para incorporar las diferencias en los intereses de estos grupos y ponderar su importancia, será la única garantía de que el plan pueda llevarse a cabo.

Otro proyecto de transporte en la Ciudad de México ayuda a ilustrar la creciente importancia de la participación de los grupos a los que va dirigido el plan. En 1994 se tomó la decisión oficial de autorizar la construcción, con financiamiento privado, de un tren elevado que transportaría pasajeros del noroeste al centro de la ciudad (un corredor con grandes conflictos viales). Los grupos beneficiados serían principalmente aquellos de escasos recursos, sin automóvil y que tienen que emplear dos o tres modos de transporte diariamente. Pero el proyecto cruzaba una zona residencial de altos ingresos en la que surgió un grupo, bien organizado, que se opuso al proyecto por considerar que degradaría su barrio. Este caso presenta una falla de planeación al no tomar en cuenta los intereses de los grupos afectados, que emergieron cuando se había avanzado hasta la etapa de inicio de la construcción, lo que supuso un alto costo financiero para los promotores.

El tercer grupo es el responsable de materializar el plan, está integrado por empresas financieras, de ingeniería, constructoras, promotoras y autoridades que norman la ejecución de las acciones.

Un grave error en la elaboración de los planes es el de considerar que cada grupo participa de manera independiente: el grupo de planeación, en la etapa conceptual y de estudios de factibilidad, en la que toma en cuenta al grupo receptor de los efectos del plan solo para fines de investigación, sin ninguna posibilidad de influir en temas diferentes a los propuestos por los planificadores.

El grupo que materializa el plan toma decisiones que buscan, generalmente, mayor eficiencia financiera y que con frecuencia modifican los objetivos fundamentales del plan. Debido a que este grupo es el responsable de la etapa en que se ejecutan físicamente las acciones y, generalmente, se modifica el entorno, además de que en ella se realizan las inversiones, se sobreestima su importancia y, por lo tanto, se le confiere mayor autoridad en el proceso.

La influencia del grupo de planeación en la fase de materialización es decreciente conforme avanza el proceso. Los ejecutores de los trabajos argumentan que nadie puede tomar decisiones por ellos, porque nadie tiene la responsabilidad que ellos tienen. La cada vez más influyente sociedad exige también tomar las decisiones que le afectarán y se opone a que otros decidan por ellos. Es, en consecuencia, muy difícil planear para otros.

Una posibilidad de interacción entre los participantes consiste en responsabilizar a los grupos de planeación de la elaboración del plan, de la implantación de las acciones y del seguimiento de los resultados; es decir, elegir a un solo grupo para la toma de decisiones en toda la vida del plan. Este grupo debe tener la habilidad negociadora y la apertura encauzadora con los grupos de interés otorgándoles la importancia de protagonistas en la elaboración del plan. Sin duda más sencillo le será organizar a los grupos que materializan el plan, que, a sin el argumento de la responsabilidad total, acatarán las decisiones negociadas de los otros grupos; por supuesto que esto último es solo teoría cuando el que aporta los recursos para la ejecución de las acciones pertenece a este grupo; el inversionista, en este caso, reclamará el derecho de ser el único que puede decidir sobre su dinero. En este caso queda siempre el argumento racional, metódico y técnicamente sustentado del planificador, que debe adoptar la posición de participante activo, junto con el eventual tomador de decisiones, en la búsqueda del éxito del plan.

La puesta en marcha del plan requiere, por si mismo, una estrategia para conciliar los intereses de los grupos participantes. El propósito de este esfuerzo es el de llevar al plan a la acción, para que efectivamente exista la Planeación.

Modalidades de la Planeación

Para prever eventos futuros y orientarlos hacia deseos específicos, existen diferentes caminos.

El más elemental es el de no actuar. Ante lo irremediable la inacción. Por supuesto, quien piensa de esta manera no hace Planeación, por tanto no vale la pena la búsqueda de explicaciones a semejante actitud.

Un camino ya orientado por la cualidad preventiva es el de tratar que las cosas no cambien. Voltar al pasado y aceptar que ese escenario es el mejor para el futuro no ayuda a mejorar, pero constituye ya un esfuerzo real de Planeación. Se trata de identificar acciones que impidan el cambio, lo que a veces es tan complicado como la búsqueda de nuevos escenarios. A esta corriente de Planeación se le identifica como **Planeación Reactiva**.

Otro camino es el de reconocer que las cosas están cambiando, pero que nadie puede hacer nada para evitar el cambio. La actitud característica de la **Planeación Preactiva**, como se le conoce a esta corriente, es la de emprender las acciones para aprovechar mejor el futuro irremediable, o verse menos afectado por él. Estrictamente se está definiendo un futuro deseable, en el que el sujeto de la Planeación se ve obteniendo algún provecho de un entorno sobre el que no puede influir. Este enfoque es más ambicioso que el reactivo.

El enfoque más completo de la Planeación es el que describe un futuro deseable, que no está condicionado por el futuro probable, y dicta los medios para alcanzarlo. La **Planeación Normativa o Interactiva**, como se identifica a este enfoque, considera que es capaz de modificar el entorno; esta suposición hace que la planeación sea compleja y que las acciones prescritas sean de gran alcance respecto al entorno y a los grupos de interés del plan.

La Planeación no trata de predecir el futuro sino de controlarlo, lo que parecería una contradicción, pues es difícil manejar algo desconocido. Sin embargo la Planeación proporciona medios para desarrollar los mecanismos de respuesta ante el cambio o el futuro no esperado. En alguna medida la actitud de responder al cambio o a lo imprevisto, define el futuro deseado, si la reacción es en el sentido de aprovechar los eventos que irremediamente se enfrentan (actitud preactiva); de corregirlo para restaurar las condiciones iniciales (actitud reactiva); o de alterar el "statu quo", para crear un ambiente diferente y más deseable (actitud normativa).

Aunque existen muchas opiniones de expertos favorables a la Planeación Normativa o Interactiva, por tratarse de un enfoque más ambicioso y creativo, propiciador de las innovaciones y del cambio positivo, no debe despreciarse la contribución de las modalidades reactiva y proactiva. Bajo circunstancias particulares, la adopción de cualquiera de estos enfoques puede ser la mejor opción. El planificador debe desarrollar la habilidad de percibir cuándo debe aplicarlos.

Es deseable, como gran objetivo de reordenamiento territorial y de las actividades productivas, que la ciudad de México detenga a los inmigrantes que año tras año llegan a ella o, mejor aún, expulse población hacia otras regiones del país; un plan de desconcentración de esta naturaleza tendría una clara vocación normativa, pues se trataría de alcanzar el objetivo deseable de reubicar a una gran masa de población, modificando las tendencias actuales de crecimiento.

Un plan de esos alcances tendría profundas implicaciones sociales, económicas y aún políticas, lo que sin duda requeriría de grandes plazos para alcanzar sus objetivos, pero en tanto la población sigue creciendo al menos al ritmo de la tendencia más reciente, que en valores absolutos significa la incorporación de 180 mil a 200 mil nuevos habitantes al área metropolitana, con la consecuente demanda de vivienda, servicios urbanos, transporte, empleo, educación y servicios de salud. La decisión de mantener vigente el plan normativo sin tomar medidas de satisfacción de necesidades de tal magnitud sería no solo irresponsable sino de gran riesgo social. Las autoridades deben asumir una actitud preactiva y aceptar que el crecimiento demográfico y su correlativa demanda de servicios y empleo es irremediable, al menos en el corto plazo y que deben diseñar un plan de mitigación de los efectos de tal concentración de población.

La planeación preactiva prescribiría, sin duda, la búsqueda de reservas territoriales para la vivienda nueva. En la ciudad de México existen áreas rurales que podrían satisfacer esta necesidad (particularmente en el sur y suroeste del área metropolitana). Sin embargo, estas áreas son verdes y representan el pulmón más importante de la ciudad. La población se opondría seguramente a que estas reservas cambiaran su uso de reservas ecológicas a unidades habitacionales, adoptando una actitud de planeación reactiva, que por otra parte es muy adecuada.

La habilidad de identificar qué modalidad de planeación es más conveniente en ciertas circunstancias y para ciertos plazos, es la cualidad que mejor ayuda al éxito de un plan.

Metodología de la Planeación

La Planeación como disciplina de toma de decisiones que ayudan a prevenir, de manera sistemática, los efectos de los actos actuales, requiere de una metodología que asegure racionalidad y, por lo tanto, consistencia a lo largo del proceso.

Esencialmente el método de Planeación consiste en identificar la problemática, concebir cursos alternativos de acción, elegir uno de ellos para finalmente describir las acciones necesarias y ubicarlas en el tiempo, lo que constituye propiamente el plan. Durante la fase de ejecución de las acciones prescritas en el plan es necesario controlar los resultados para compararlos con lo previsto.

Identificación de la problemática

El problema, o problemática, si se trata de un conjunto de problemas, surge cuando se hallan en conflicto situaciones no controladas con situaciones deseables, es decir, hay discrepancia entre lo que se tiene y lo que se desea. En esta fase se percibe la necesidad de modificar los escenarios futuros y, en consecuencia, aparece la necesidad de planear.

Para definir claramente la problemática se requiere entender la situación actual así como las causas pasadas y presentes que dieron lugar a ella; a este análisis se le llama diagnóstico. El diagnóstico es el análisis de la información que describe a la situación prevaleciente y trata de descubrir la relación causa-efecto de los fenómenos que se observan. El diagnóstico se refiere principalmente al estudio de aquellos elementos que se desean modificar o en los que se ha detectado una situación indeseable. En la identificación de las causas y los efectos se debe cuidar no confundir los síntomas con las causas, por una parte y las causas desencadenantes con las causas primarias o fundamentales, por otra.

En el análisis del transporte ferroviario se suele interpretar como una de las causas de la ineficiencia del sistema al mal estado del equipo tractivo y de arrastre y se ofrece como posible solución o la renovación del equipo o la inversión en partes para la reparación mayor del mismo; la verdadera causa es la inadecuada operación del sistema por una organización rígida y con prácticas que promueven la ineficiencia. Cualquier inversión seguirá siendo mal usada, ocasionando solo dispendio de recursos. En realidad el mal estado del equipo es un síntoma de la causa real que tiene su origen en una organización y administración deficiente.

En otro caso, un ingeniero constructor de carreteras reporta que un terraplén recientemente construido ha sido erosionado por las lluvias; en su informe el constructor registra que la causa del problema, que tendrá por cierto un alto costo de reparación, es la lluvia. La causa desencadenante del problema fué, en efecto, la lluvia, pero la causa fundamental se halla en la falta de previsión del ingeniero que no protegió el terraplén de las lluvias (con bordillos, algún riego de impregnación o lavaderos), que debía saber eran inminentes y si no lo sabía su omisión fué mayor por no recabar información que le permitiera diagnosticar la problemática de su proyecto.

Identificar claramente el problema puede ser una tarea compleja. Es frecuente que ni siquiera los propios afectados por la problemática sean capaces de explicar o describir las causas de su insatisfacción y a veces solo explican los síntomas. Existe en muchos casos lo que se conoce como "agenda oculta", es decir una causa de fondo y un efecto que a veces va más allá de lo percibido. El planificador debe ser capaz de encontrar el verdadero problema, describir sus causas y efectos, y la relación entre ambas.

En una carretera se proyectaron alcantarillas con tubos de lámina corrugada; el constructor solicitó autorización para instalar tubería de acero, que cubría las especificaciones en exceso, y argumentó que por las condiciones del sitio esa era la mejor opción. El cliente aceptó el cambio a condición de pagar el trabajo al precio original, lo que parecía inaceptable para el contratista, sin embargo, sorprendentemente éste aceptó. La "agenda oculta" del constructor era que tenía almacenada tubería de acero en la zona, que le había sobrado de un proyecto de conducción de petrolíferos, y constituía para él un costo ya ejercido y no recuperable, por lo que su uso le ayudaba a no desembolsar dinero y le permitía aprovechar, así fuera parcialmente, un costo ya incurrido. No tenía nada que ver la especificación técnica de la solución, pues el verdadero problema era de costos internos del constructor.

Para el diagnóstico es necesario contar con información que describa la situación prevalente y lo ocurrido en el pasado. La relación del presente con el comportamiento histórico es útil, pero se debe tener cuidado de verificar que la problemática responde a una tendencia poco sensible a factores externos dinámicos, de otra manera el diagnóstico es válido solo para lo ocurrido hasta ahora; pero en Planeación lo que se necesita es el diagnóstico de la situación que permita evaluarla en el futuro. Es necesario, por lo tanto, revisar si las relaciones causa-efecto prevalecerán en el futuro o se verán influenciadas por factores externos que tienen otra dinámica de cambio.

Un hipotético estudio de desarrollo urbano de Ciudad del Carmen, Campeche, hecho en 1970, con información demográfica y económica de 1960-70 y proyectada a 1990, debe haber dado resultados muy conservadores en relación a lo ocurrido, por no prever las inversiones y la actividad desarrollada en la década de los 80's en la región debido a la explotación petrolera en la Sonda de Campeche.

La información que se use en el diagnóstico debe tener las siguientes características:

- Confiable
- Relevante
- Oportuna

La confiabilidad de la información se refiere a la certeza de los datos. La relevancia significa que la información tenga relación con los hechos que se investigan. La oportunidad asegura la disponibilidad de la información en el tiempo y guarda una correspondencia inversa con el detalle de los datos; a veces se procura detallar más la información aún a riesgo de demorar la elaboración del plan y con ello la decisión, lo que puede resultar muy costoso.

En el proyecto de un puente se requiere definir la avenida de diseño y el nivel máximo de las aguas. Cuando no existe información histórica, el problema estriba en buscar información confiable. La observación de las huellas del agua en la vegetación y en el suelo de las márgenes puede ser más confiable, a pesar de lo rudimentario del método, que preguntar a los lugareños, quienes pueden tener diferente percepción del hecho. La existencia, por otra parte, de una estación pluviométrica en una población cercana al puente puede ofrecer información que, aunque confiable, es poco relevante, pues es más apropiado, por su influencia en el fenómeno que se estudia, buscar los datos en alguna estación pluviométrica ubicada en la cuenca que aporta al cauce en estudio. Finalmente, alguien podría proponer instalar una o varias estaciones pluviométricas en la cuenca del cauce y esperar varios años de registros que permitan el mejor diseño posible del puente; es obvio que la información así obtenida será tardía.

Cuando se identifica el problema es necesario describirlo para que todos los involucrados en la planeación se ocupen del mismo de él. La expresión sintética del problema 5), debe:

- . Darle un título adecuado al problema (por ejemplo: escasez de cemento, congestión vial, altos costos de transporte, etc.).
- . Preparar una descripción condensada de la naturaleza del problema y de lo que se espera para el futuro.
- . Identificar a los principales factores o participantes involucrados en el problema.
- . Concluir con una descripción breve del procedimiento de análisis que se siguió.

Establecimiento de objetivos

Enseguida es necesario preguntarse qué partes de la problemática se desea resolver. Es preciso definir con claridad lo que se pretende cambiar, con la indicación de los valores que se desea alcanzar (ya sean cuantitativos, es decir, medibles físicamente o cualitativos, que perciben solo los beneficiarios del cambio). En tanto mejor se describan los objetivos y se ubiquen en el tiempo, más clara será la problemática y mejor información tendrá el planificador para proponer cursos de acción. Es necesario advertir que el establecimiento de objetivos, como elementos que describen la situación deseable, puede seguir diferentes caminos: si se asume una actitud reactiva, se mirará al pasado y se plantearán objetivos que traten de recrearlo; bajo la actitud preactiva, el planificador trata de ver el futuro más probable y establece objetivos a través de los que alcance el mayor provecho; y, finalmente, con el enfoque normativo los objetivos se establecen imaginando primero el futuro deseable y regresando luego al presente para analizar la factibilidad de dicho futuro y redefinir, si es el caso, los objetivos.

Los objetivos (o deseos) deben ser realistas; ello significa que técnica, económica, social y políticamente serán factibles. La factibilidad técnica significa que existe la tecnología para alcanzar los objetivos planteados. Económicamente los objetivos serán factibles si la tecnología disponible no excede en costo a los recursos disponibles. La factibilidad sociopolítica existe cuando los objetivos planteados, generalmente por un sector de la sociedad, serán aceptados por el resto de la comunidad, principalmente por aquellos que tendrán que pagar un costo directo por el efecto de las acciones que se decida ejecutar.

El tren subterráneo de la ciudad de México (Metro) es un ejemplo en el que los objetivos propuestos inicialmente eran o se hicieron factibles. Cuando se planteó como un objetivo del plan de transporte de la ciudad de México ofrecer movilidad a la gran masa de usuarios, principalmente obreros y empleados de servicios, sin causar impacto sobre la vialidad existente, se pensó de inmediato en que dicho objetivo no era técnicamente factible porque, aunque se hablaba del tren subterráneo como la mejor solución, tal como lo ha sido en las grandes metrópolis del mundo, el

subsuelo de la ciudad, de arcillas altamente expansivas y saturadas, hizo inviable cualquier excavación permanente. Sin embargo los promotores del proyecto demostraron que habían desarrollado una tecnología de construcción que hacía posible la solución propuesta, además, habían resuelto la limitante económica al conseguir financiamiento del gobierno únicamente a cambio de emplear tecnología de ese país para el equipo. Los trabajos de construcción, por otra parte, causarían serias molestias a la población que vivía o trabajaba en la ruta del tren, lo que se pensó que podría originar alguna resistencia social hacia el proyecto; sin embargo, la adecuada difusión del proyecto, probablemente a través de despertar el orgullo de la ciudadanía de que su ciudad estuviera a la altura de otras urbes y, sobre todo, de demostrar que contribuiría de modo notable al problema de transporte urbano, consiguió la aprobación comunitaria.

Proponer objetivos no factibles, en alguna de sus restricciones, significa plantear deseos utópicos que no se materializaran nunca.

Con el auxilio del diagnóstico (relaciones causas-efectos), el entendimiento del problema y la descripción de objetivos factibles, el planificador está en condiciones de buscar los medios para que los objetivos se vuelvan realidad.

Alternativas de solución

La solución de la problemática permite alcanzar los objetivos propuestos, mediante cursos de acción que organizados y ubicados en el tiempo constituyen el medio que le da sentido al plan. Se requiere, en esta etapa, proponer el o los medios que lleven a los objetivos.

En esta fase es muy importante la creatividad de los participantes; todas aquellas soluciones que sean tecnológicamente factibles debe ser consideradas para el análisis. Después, en la etapa de evaluación deben introducirse las restricciones económicas y sociopolíticas. Una vez más, los posibles medios son ponderados a través del marco restrictivo tecnológico, económico y sociopolítico, aunque ahora con mayor detalle.

Evaluación

La evaluación de las soluciones debe buscar aquella opción que al menor costo económico y sociopolítico alcance en mayor medida los objetivos establecidos. La visión de los efectos, positivos o negativos, de las opciones es un ejercicio de la mayor importancia en la planeación, porque una inadecuada ponderación de esos efectos puede conducir a elaborar un plan perfecto pero erróneo (hacer bien las cosas equivocadas). La habilidad de prever los efectos futuros de las acciones presentes, como se definió a la Planeación, tiene en esta fase su mayor significado. Ningún esfuerzo es demasiado en esta tarea, siempre que deben participar todos los miembros del equipo de planeación y, en muchos casos, los receptores de los efectos del plan.

En muchas autopistas concesionadas construídas en México entre 1989 y 1994, se previó que un porcentaje del aforo vehicular de las carreteras alternas libres usarían las nuevas vías. En la terminología de Planeación, se considero que el efecto futuro de la acción de construir una nueva carretera de mejores especificaciones, sería un tránsito vehicular de cierta magnitud. A lo largo de los primeros años de operación se ha constatado que el tránsito es sustancialmente menor al previsto, por razones que, al parecer, no se consideraron en la evaluación, tales como la sensibilidad del usuario al peaje.

Formulación del plan

La alternativa elegida comprende un conjunto de acciones integradas en un plan que puesto en el tiempo da lugar a programas. La implantación de las acciones que se describan en la alternativa elegida debe prever un conjunto de **estrategias** que ayuden a la solución, así como un **plan contingente**. Si el plan no incluye estrategias y planes contingentes la implantación será muy difícil o, a veces, imposible.

Mientras que el conjunto de acciones constituyen los medios para alcanzar los objetivos, es decir definen los "qué hacer", las **estrategias** son los instrumentos que permiten ejecutar dichas acciones, es decir, significan el "cómo hacerlas". Por la naturaleza de la Planeación, con orientación al futuro y, por tanto, de carácter incierto, es necesario que cualquier plan contenga acciones contingentes para el caso de que no se presenten las condiciones esperadas en el diagnóstico, en el planteamiento de alternativas o en la descripción de acciones, es decir, es conveniente contar con los "qué hacer si...". El plan contingente no debe contemplar todas las acciones del plan, pues no se trata de hacer tantos planes como posibilidades de ocurrencia de los eventos inciertos existan, lo que llevaría a un trabajo interminable. Es recomendable, entonces:

- . Identificar las acciones de mayor riesgo (o más inciertas)
- . Cuantificar el impacto del no cumplimiento de las acciones más relevantes del plan
- . Seleccionar aquellas de mayor riesgo y mayor impacto
- . Proponer cursos alternativos de acción para mitigar el impacto del riesgo involucrado en dichas acciones ("que hacer si...")
- . Observar, durante la ejecución del plan, la validez de los cursos de acción contingentes.

La secuencia anterior constituye esencialmente un **plan contingente**.

En la elaboración de un plan de recolección y disposición final de residuos sólidos en una ciudad media del país, un inversionista realizó el diagnóstico e identificó la problemática existente. Así, supo que de llevar a cabo la privatización del servicio, se iban a afectar los intereses de grupos de pepenadores y que habría reacción de la población a pagar de manera formal y directa el servicio de recolección, aún cuando ahora pagan de modo informal a los recolectores.

Las acciones, asociadas a los objetivos de ofrecer un servicio eficiente y generar un negocio rentable, se refieren a la instalación de una planta de clasificación de la basura, a la localización y preparación de un sitio para relleno sanitario de los desechos orgánicos no reciclables, a la

comercialización de los desechos reciclables, a la inversión en equipo recolector de basura, a la organización de la recolección y a la facturación y cobro del servicio. Estas acciones, una vez comparadas con el diagnóstico requieren de un plan estratégico. El plan estratégico puede contener las siguientes líneas de acción: ofrecimiento de empleo permanente a los pepenadores, en la planta de clasificación, negociación con los líderes de los pepenadores para que los sigan representando, si es conveniente para todos, en la nueva empresa y la difusión y el compromiso ante la ciudadanía de un servicio que no le debe costar más de lo que ahora pagan a los recolectores municipales pero ahora con un alto grado de confiabilidad respecto al horario de servicio. Sin estas estrategias sería muy difícil que se pudiera implantar el plan.

Del análisis de las variables, el inversionista detecta que las de mayor riesgo son la participación de los pepenadores en la nueva empresa, lo que si no ocurre podría dar lugar a un conflicto político con el gobierno y, eventualmente, a que el proyecto fuera suspendido; también considera que es positivo que la comunidad se oponga a un pago formal por el servicio, de donde se obtiene una parte del ingreso del proyecto. El plan contingente para estas acciones podría consistir en que la empresa única que recolecte la basura y ofrezca a los pepenadores que sigan haciendo su trabajo, pero con el compromiso de venderle a la empresa los materiales reciclables, y en negociar con el gobierno que, a cambio del menor rendimiento en la recuperación de la basura reutilizable, participe con la aportación del terreno para el relleno sanitario. Por otra parte, si la comunidad se opone a pagar directamente, podría ofrecerse el servicio gratuito a cambio de que se entregue la basura ya clasificada. Estas son solo ideas de lo que podrían ser las acciones de un plan contingente, en el hipotético proyecto de recolección y disposición final de basura.

Implantación y Control del Plan

El plan finalmente es un documento en el que se hallan los compromisos de los involucrados en la búsqueda de uno o varios objetivos, las estrategias y las acciones necesarias para lograrlo.

Es necesario ahora llevar el documento a la práctica. Deben detallarse entonces las acciones, los responsables y los recursos necesarios (técnicos, materiales, financieros, humanos e institucionales) y ubicar a las acciones y los recursos en el tiempo, a través de programas. Las responsabilidades en el plan deben describirse mediante el esquema de organización, en el que debe ser conveniente que exista un gerente de proyecto para que coordine los esfuerzos de los participantes a través de una visión general y estratégica del plan; la mayor responsabilidad del gerente del proyecto es la de no permitir, hasta donde sea posible, que se modifiquen los objetivos del plan en beneficio de las acciones (no es aceptable sacrificar el "por qué" por el "con qué" o el "cómo").

Cuando se inician las actividades del plan, la Planeación ha nacido y es necesario velar porque lo previsto se cumpla lo mejor posible. El diseño de un sistema de control es una parte muy importante en la Planeación, porque en primer lugar compromete a los involucrados a mantener las líneas previstas en el plan y en segundo lugar obliga a un ejercicio en el que se hace énfasis en los objetivos como la parte sustancial del trabajo del equipo.

Controlar no significa conocer todo lo que ocurre, en todo momento; entender así al control sería destinar la mayor parte del esfuerzo de los participantes a recabar datos

para el control y olvidando o no disponiendo de suficiente tiempo para la ejecución de las acciones que le dan sentido al plan.

El principio de la planeación contingente descrito antes es aplicable para diseñar el control de un plan. Deben plantearse las siguientes preguntas:

Qué actividades son más importantes para cumplir con los objetivos del plan?

Qué actividades son más importantes en el programa del plan?

Qué actividades son más importantes en el presupuesto del plan?

Qué actividades conllevan riesgos físicos a instalaciones o personas?

Qué actividades implican problemas sociopolíticos?

La respuesta a esas preguntas orienta al planificador en el desarrollo de un sistema de control práctico y oportuno. Finalmente ningún sistema de control es eficiente si no existe una comunicación congruente con la importancia de las decisiones correctivas necesarias; la oportunidad con que el tomador de decisiones del plan conoce las desviaciones será muy importante para que las medidas tengan los efectos esperados.

El control de un plan puede comprenderse mejor a través de la analogía con el sistema de control de un automóvil. Los automóviles tienen dispositivos que permiten conocer la temperatura del motor, la presión del aceite y la carga de la batería eléctrica, con objeto de alertar al conductor sobre la posibilidad de que el motor del vehículo se detenga por alguna falla de esos sistemas básicos; cuenta también con un indicador de combustible para prever la detención por falta de él y tiene un indicador de la velocidad a que circula, para auxiliarle a prevenir el descontrol del vehículo por exceso de velocidad. El conductor de un automóvil no necesita más controles y, por otra parte, tampoco requiere consultarlos de manera permanente. Otros controles, como la verificación de la presión del aire en sus neumáticos o los niveles de otros líquidos, los hace el conductor precavido de vez en cuando, porque no requiere mayor frecuencia de observación.

De la misma manera, en Planeación no se requieren más controles que aquellos que permiten cerciorarse que el plan está marchando en la dirección correcta y al ritmo adecuado de acuerdo al programa.

Alcances de la Planeación

La Planeación se aplica a actividades que ocurrirán en el siguiente momento, como parte de la actividad intelectual humana, o a actividades que se ejecutarán o cuyos efectos se manifestarán en plazos mayores (días, meses o años). La temporalidad de la Planeación es fundamental en el desarrollo del proceso, pues, es necesario insistir, se debe evitar anticipar decisiones y emplear a la Planeación para decidir en qué

momento deben tomarse esas decisiones y en cuánto tiempo se presentarán sus consecuencias. Por convención se aceptan tres plazos de la Planeación: corto, mediano y largo. La extensión de los plazos es, y debe ser, convencional también; en realidad el tiempo es relativo respecto a la magnitud de las acciones y de sus efectos futuros.

En la planeación de la construcción de una casa el corto plazo es una semana, el mediano plazo un mes y la duración total de la construcción será el largo plazo, mientras que en el proyecto de construcción de una línea del metro de la ciudad de México, el corto plazo será probablemente un mes, el mediano plazo un año y el largo plazo el programa completo, que normalmente es de más de un año. La planeación del desarrollo petrolero de la Sonda de Campeche, por otra parte, debe haber considerado el corto plazo como uno o dos años, el mediano plazo 5 o 6 años y el largo plazo la vida del proyecto 25 a 30 años.

Los ejemplos anteriores tratan de explicar la relatividad de los plazos en Planeación, que dependen más de la trascendencia de las acciones, que de un calendario convencional.

En otra dimensión de los alcances de la Planeación se halla la influencia espacial de las decisiones que surgen de ella. La Planeación puede comprender un microentorno, como una empresa o un terreno para construir una vivienda, un entorno urbano, un barrio, sector o una ciudad completa, una región, cuencas hidrológicas, entidades políticas, vertientes costeras, valles, etc, o un país en su totalidad. En tanto mayor sea el ámbito territorial de la Planeación, más complejas son las decisiones y más trascendentes los efectos de las acciones, pero también los plazos de ejecución son, generalmente, mayores. Existe, entonces, una relación entre la magnitud cronológica de los plazos y la cobertura espacial de la Planeación. Las decisiones de corto plazo en el ámbito urbano pueden referirse a algunos meses, mientras que a nivel de regiones puede tratarse de uno o más años, en virtud de que tomará más tiempo ejecutar las acciones y, por tanto sus efectos se presentarán en un plazo mayor,

La dinámica de los fenómenos que se planean tiene gran importancia en la dimensión temporal y espacial de la Planeación. Por ejemplo, el asentamiento urbano irregular en la zona de Chalco, en el Estado de México, creció a tal velocidad que las acciones de corto plazo tenían efectos en las siguientes semanas y el largo plazo bien podía ser un año. La extensión urbana de Chalco no es despreciable, pero no fue condición para que los plazos de la Planeación fueran congruentes con los que se observan en otras áreas urbanas de ese tamaño; en este caso, la dinámica del crecimiento demográfico y, en consecuencia, urbano, excedía todas las previsiones y solo una planeación con capacidad de respuesta muy rápida, y por lo tanto plazos en escala de meses, podía ser eficaz.

Cuando las acciones de la Planeación tienen efecto sobre una gran extensión territorial se habla de Planeación Regional. La Planeación Regional ha sido considerada de gran importancia en los distintos planes de gobierno en México y, en general, en los diferentes ámbitos de las responsabilidades públicas y privadas. Una característica de la planeación con alcance regional es que es integral, es decir, comprende todas las actividades que se desarrollan en el área de interés; por ejemplo, deben planearse los recursos hidráulicos, el transporte, el desarrollo de las áreas urbanas, los recursos

naturales, las actividades agrícolas, pecuarias, silvícolas, piscícolas, industriales y de servicios, así como la relación de todas ellas con la dinámica demográfica y sus necesidades educativas, de salud, alimentación, vivienda, que suelen crear estructuras sociopolíticas también dinámicas, que deben ser incorporadas al plan.

Cuando la región se refiere a un área urbana son válidos también los criterios de la planeación regional, pero ahora se hace referencia a Planeación Urbana, que tiene mayor implicación social que la regional, debido a que el grado de interacción de los habitantes es mayor en este entorno.

La Planeación Nacional supone el ejercicio más ambicioso de la Planeación y sus instrumentos emanan más de las ciencias sociales (sociología, economía, política y derecho), que de la tecnología. En la Planeación Nacional existe el riesgo de no llegar a los niveles de ejecución, por lo lejano que suelen estar de los grandes objetivos nacionales, y plantear solamente objetivos generales y buenos deseos, que al no imaginar los medios para alcanzarlos no constituyen un plan. La Planeación Nacional sigue la metodología teórica básica de la Planeación; la diferencia fundamental aparece en la integración de estrategias y en los programas, que se agrupan por sectores del gobierno (educación, salud, comunicaciones y transportes, energía, etc.).

Más allá de la Planeación Nacional, se han hecho algunos intentos de Planeación supranacional y, en contados ejercicios, mundial. La importancia de la soberanía nacional ha constituido hasta ahora un freno a la planeación de recursos y actividades que trascienden las fronteras políticas, pero la creciente globalización mundial, impulsada por el comercio y las comunicaciones, exige cada vez más la visión de planeación conjunta entre dos o más países. El ejemplo más conocido de un proyecto de planeación de los recursos mundiales es el del Club de Roma, que presentó su informe en un documento conocido popularmente como los "Límites del Crecimiento". Algunos años después, en 1993, se reunieron en Rio de Janeiro los líderes políticos de la mayoría de los países del mundo, para discutir los problemas relacionados con la conservación del medio ambiente (Cumbre de Río); esta preocupación parece haber sentado las bases para intentar un plan mundial de conservación del medio ambiente.

Hacia 1995, los gobiernos americano, a través de los estados fronterizos con México, y mexicano, por medio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, iniciaron un proceso binacional de planeación del transporte fronterizo, en un esfuerzo por romper las barreras que la frontera soberana y cultural suponen para cualquier esfuerzo de empleo conjunto y eficiente de recursos. Este es un excelente ejemplo de un trabajo de planeación conjunto de dos países que no solo son diferentes económicamente, sino que además tienen profundas discrepancias culturales e históricas.

Los errores en la Planeación

Como en cualquier actividad intelectual, en Planeación se pueden cometer errores que conducen a situaciones no deseadas; en el caso de la Planeación, a que se pierda el control del resultado de las acciones prescritas para alcanzar objetivos futuros.

Por convención, en Planeación se pueden identificar errores fortuitos y errores metodológicos. Los errores fortuitos no se pueden prever y por lo tanto tampoco se pueden controlar; estos errores se refieren, entre otros casos, a la omisión de algún factor como resultado de no contar con suficiente información, o porque existen circunstancias externas que lo vuelven intempestivamente muy importante, o por la ocurrencia de fenómenos naturales poco predecibles con la información disponible (ciclones, terremotos, avenidas, etc.). Este tipo de errores ocurren debido principalmente a insuficiencia de análisis por limitaciones de tiempo o recursos.

Los errores metodológicos ocurren por el uso de un criterio de planeación inadecuado o por negligencia en la obtención de información (cuando a pesar de existir recursos para obtener información de mejor calidad, ésta se limita por decisión de los responsables de obtenerla). Como ejemplos de este tipo de errores se pueden mencionar la aplicación de un modelo de pronóstico equivocado o la adopción de una hipótesis no aplicable.

Existen errores metodológicos que suponen una falla de fondo y general en el proceso de Planeación, y no solo de alguna de sus etapas. E. Cohen y J. Gooch en su libro "Military Misfortunes: The anatomy of failure in war", hacen la analogía de los errores en la guerra con los errores en la planeación de empresas o proyectos; el autor supone que en la guerra o batalla, el comandante del ejército (planificador) establece objetivos claros y claros, plantea estrategias para alcanzarlos y define un plan de batalla, métodos que no resulta desconocido para los planificadores.

Cohen y Gooch clasifican los errores en las guerras como: de incapacidad de anticipación, de incapacidad de adaptación y de incapacidad de aprendizaje, además de los que llaman de falla generalizada y de falla catastrófica. La falla por no anticipar se relaciona con la incapacidad para adoptar una actitud preactiva; la falla de adaptación ocurre cuando no hay o son deficientes los planes contingentes; y la falla de aprendizaje del pasado exhibe una incapacidad general de análisis. La falla generalizada tiene que ver más con la mala o inadecuada organización para la puesta en práctica del plan, mientras que la falla catastrófica agrega a lo anterior una deficiente o inexistente comunicación entre los participantes.

Debido a que el ser humano aprende más de sus errores (porque cuando existe una pérdida se razona y se buscan las causas, en tanto que cuando hay éxito todos los participantes consideran que el logro se debió exclusivamente a ellos y, por lo tanto, el motivo del éxito está claro), es apreciable el método de análisis que Cohen y Gooch proponen.

La Planeación de Sistemas en ingeniería civil

La concepción de sistema aparece como una necesidad de la ciencia para explicar fenómenos complejos, en los que intervienen de manera interrelacionada muchos elementos. Esta corriente se opone a la creencia anterior de que un fenómeno complejo podía entenderse mejor si se desagregaban sus partes y se describía cada una de ellas con todo detalle. Un ejemplo muy claro de esta hipótesis es el que ofrecen las ciencias naturales, que se clasificaban en anatomía, zoología, botánica y medio mineral o inerte; ahora, bajo el enfoque de sistemas, los científicos se han percatado que todos los seres vivos conviven en el medio natural no de manera aislada, sino compartiendo entre sí recursos, en un sistema en estrecha correspondencia. Surgió entonces la ecología como la ciencia sistémica por excelencia.

Los resultados de un sistema no se pueden comprender a través de la función independiente de cada uno de sus elementos, sino que son el resultado de la interacción de esas funciones. Aunque son importantes las características particulares de cada elemento, lo es más aún la forma en que se hallan relacionados. El enfoque de sistemas no descarta el análisis de detalle de los elementos pero está más interesado en la visión de conjunto que se describe mejor por las relaciones entre ellos.

Un sistema en ingeniería civil es una hidroeléctrica. La cortina, necesaria para embalsar una corriente, tiene las dimensiones necesarias para lograr una cierta carga de la columna de agua necesaria para que las turbinas puedan generar energía, pero además está regida por otros elementos del entorno, como las poblaciones o tierras productivas vecinas, cuyos habitantes o propietarios tratarán de que no se inunden sus propiedades; también depende de las características topográficas y geológicas de las laderas donde se desplantará. Otro elemento de la hidroeléctrica es el sistema de excedencias, que se relaciona con las dimensiones de la cortina, el régimen hidrológico de la cuenca de aportación al río que se embalsa y a las características topográficas y geológicas de la zona donde se construirá y del área a donde verterá. La casa de máquinas, sitio donde se alojan las turbinas generadoras de energía, depende de la geología del sitio, de la carga de altura necesaria y de las dimensiones de las turbinas. No se puede diseñar cada elemento del sistema que forma la hidroeléctrica en forma aislada, pues se corre el riesgo de que aún habiendo llegado al mejor diseño individual, no pueda integrarse al sistema; el proyectista tratará siempre de encontrar el diseño óptimo del sistema, no de cada uno de los elementos.

En la teoría de sistemas existe una jerarquía que debe ser incorporada en cualquier análisis. Casi siempre existirán sistemas superiores e inferiores. Un sistema, compuesto por elementos, puede constituir, en su conjunto, un elemento de un sistema superior, mientras que un elemento de un sistema puede ser en sí mismo un sistema inferior.

En el ejemplo anterior, la hidroeléctrica puede ser una de las plantas de un sistema que aprovecha una corriente y su tamaño o altura de cortina puede estar regido por las características de otras hidroeléctricas de aguas arriba o aguas abajo, además de las características de sus propios

elementos. En ese sistema superior, llamados sistemas hidráulicos o aprovechamientos hidráulicos, la hidroeléctrica en su conjunto es un elemento más y sus características se decidirán en función del mayor aprovechamiento posible de la corriente en todos los aprovechamientos (que pueden incluir obras de riego y de abastecimiento de agua potable, entre otros).

Un sistema inferior lo constituye la casa de máquinas, por ejemplo. Sus elementos son los tubos de presión, el cuarto de máquinas, los pozos de oscilación, la zona de instrumentación y los desfogues. Cada uno de estos elementos están relacionados entre sí y sus dimensiones y características no se pueden concebir sin tomar en cuenta a los otros elementos y la forma en que se relacionan. Por ejemplo, la ubicación y dimensiones de los pozos de oscilación tiene que ver con el gasto calculado que deben recibir las turbinas para su operación eficiente; al pasar el agua por las turbinas y luego salir hacia los desfogues, se produce un drástico cambio de régimen en la corriente que crea un remanso muy importante en un flujo cerrado; si se dejara operar de esta manera, el flujo se revertiría hacia turbinas y las dañaría. Para contrarrestar este fenómeno, se excavan los pozos de oscilación, cuyas dimensiones y localización dependen de la magnitud del remanso, que a su vez es resultado de las características de todos los demás elementos del sistema.

El análisis de sistemas debe respetar las jerarquías y dicta que primero se deben resolver los problemas que plantean los niveles superiores para descender hacia los sistemas inferiores. En el último paso, el planificador diseña elementos del sistema final (el diámetro, altura, ubicación y características estructurales de los pozos de oscilación, por ejemplo). La Planeación, bajo el enfoque de sistemas, establece entonces un análisis de lo general a lo particular, en el que las prescripciones del sistema superior se convierten en los objetivos del sistema inferior.

Existen, por otra parte, sistemas estáticos y sistemas dinámicos. La definición de sistema estático es convencional, porque en la realidad ningún sistema es perenne. Aún casos como el de una estructura de acero, que se diseña bajo el principio de la estática, en realidad sufre modificaciones en el tiempo, producto de las deformaciones previsible del material o de la fatiga por cargas dinámicas. Sin embargo, si se toma en cuenta el horizonte de análisis, a veces muy limitado en relación a la escala del tiempo en que ocurren ciertos fenómenos, la clasificación anterior es aceptable.

A pesar de ello, la ingeniería civil ha tenido que modificar paulatinamente la percepción estática de los fenómenos, por una concepción dinámica. Los fenómenos hidráulicos habían sido los actores dinámicos de la ingeniería, pero ahora existe mayor interés, en la medida que se buscan diseños más eficientes, en el estudio de las deformaciones de materiales, concreto, acero, suelos y rocas, a los que se les reconocen alteraciones en el tiempo que deben ser tomadas en cuenta en el análisis cada vez con mayor frecuencia, por no mencionar el efecto de los sismos en el diseño de estructuras. Es más claro el caso de aquellos proyectos o características de los proyectos que están regidos por las actitudes del ser humano, como los sistemas de transporte, la demanda de servicios de agua, el tratamiento de desechos, la vivienda, etcétera, cuyas condiciones cambian permanentemente.

El análisis de sistemas que cambian en el tiempo es más complejo que el de aquellos cuyas características son permanentes. En la medida en que el cambio del sistema ocurre en períodos más pequeños, el análisis es más laborioso. En principio, las técnicas de análisis de sistemas dinámicos proponen evaluaciones discretas del estado del sistema, pero en tanto los cambios producidos entre las evaluaciones dan lugar a consecuencias más importantes, la necesidad de reducir el período entre evaluaciones lleva al punto de evaluar el sistema de manera permanente, lo que se conoce como análisis de sistemas en tiempo real. En conclusión, el análisis del sistema dinámico se diseña en función de la magnitud o importancia de los efectos que producen los cambios en un período dado; conforme ese período es menor, el análisis se acerca al tiempo real.

La evaluación de un sistema de semaforización a lo largo de una avenida requiere de una observación en tiempo real, mientras que la resistencia de un concreto, medido a través de una probeta puede evaluarse a través de observaciones discretas cada 7 días, por ejemplo.

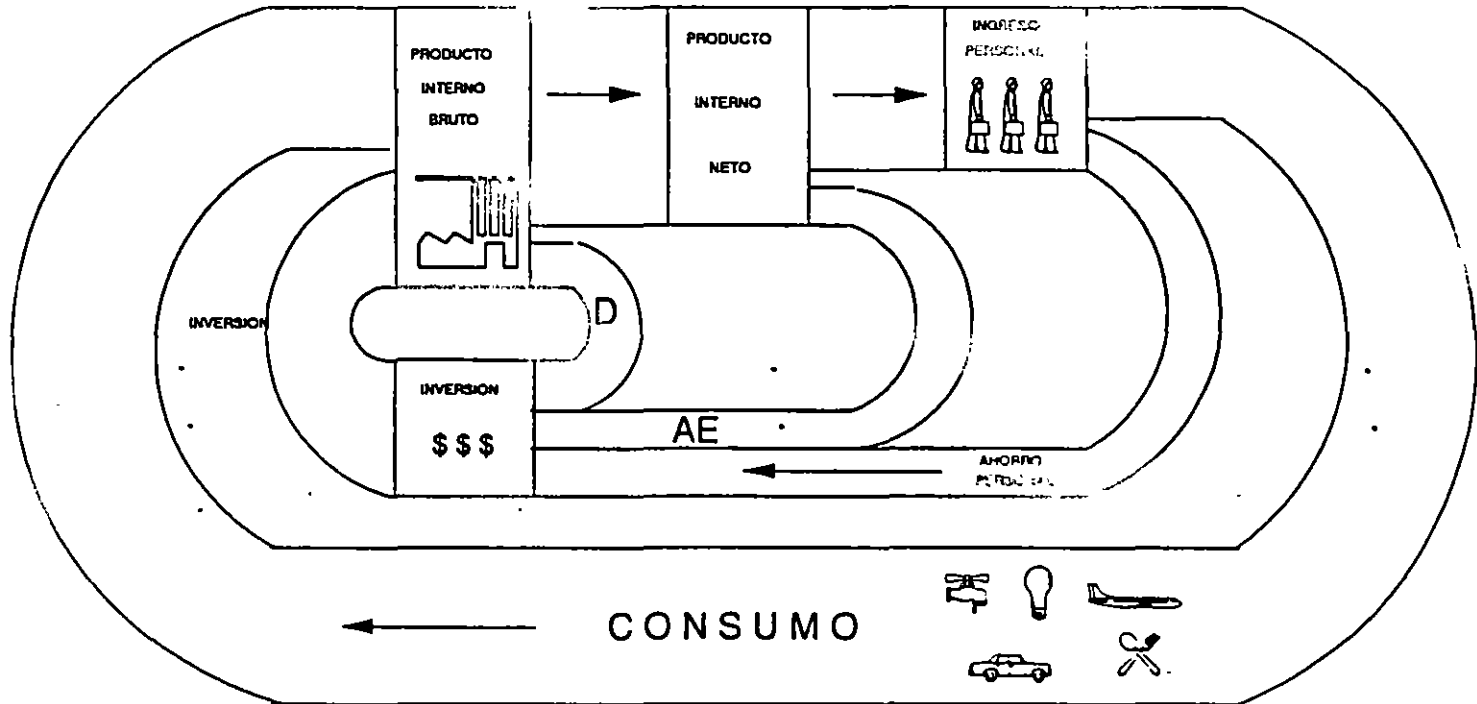
REFERENCIAS

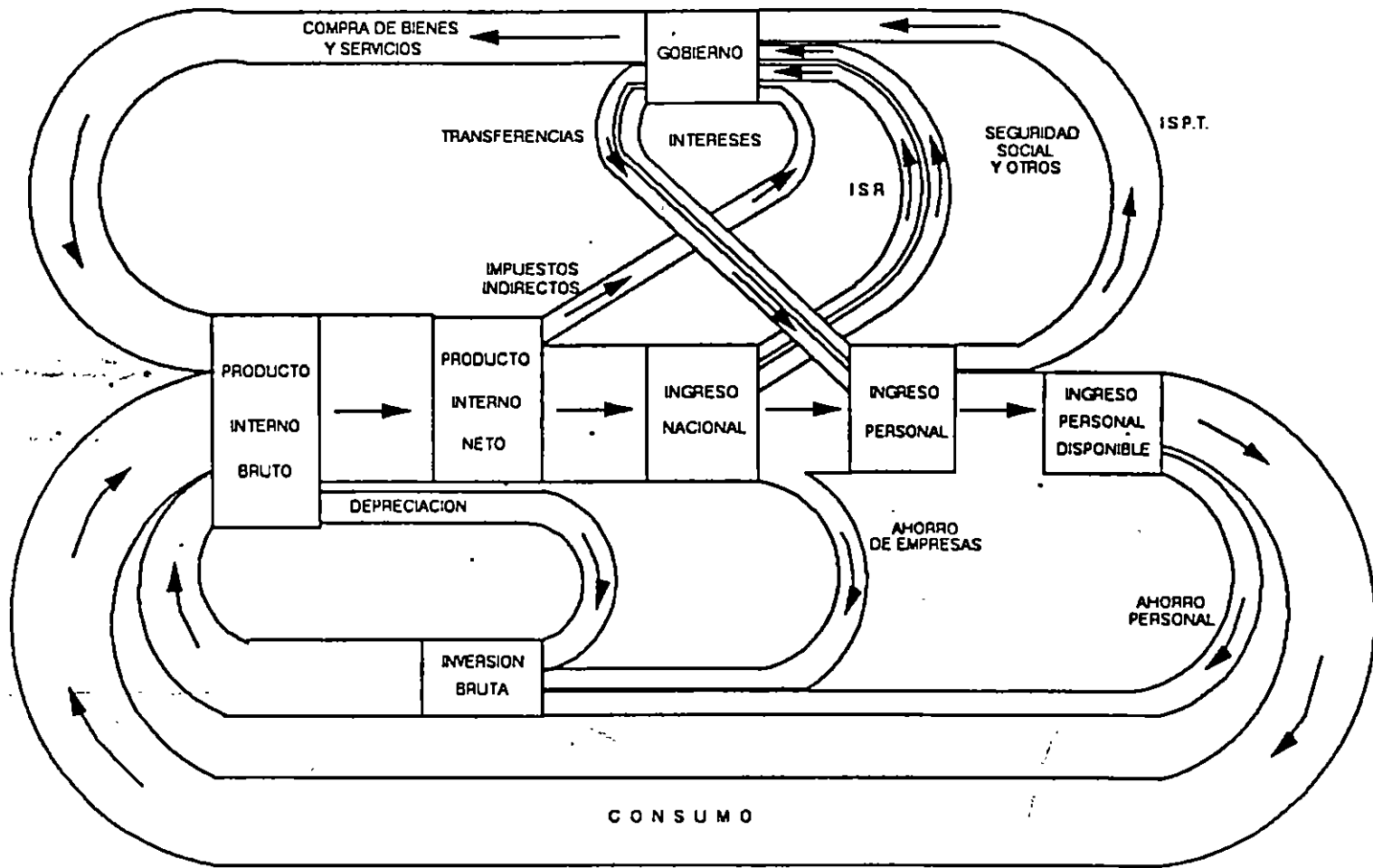
- 1) Chadwick, George. "A system view of Planning". Oxford Pergamon, 1971.
- 2) Davidoff, Paul y Reiner, T.A. "A Choice Theory of Planning". Journal of the American Institute of Planning, No.28, (May 1962).
- 3) Wildavski, Aaron. "Does Planning Work?" The Public Interest, No.24, (Summer 1971).
- 4) Fainstein, Susan y Fainstein, N. "City Planning and Political Values", Urban Affair Quarterly No.6, (March 1971).
- 5) Fuentes Z., Arturo. "Cuadernos de Planeación", División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería-UNAM.

1.2 PLANEACION ESTRATEGICA Y CONTINGENTE EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA

CONTENIDO

1. Entorno Económico
2. La Industria de la Construcción en el Entorno Económico
3. Planeación en la Empresa Constructora
4. El Enfoque de Flujo de Efectivo
 - 4.1 Manejo de Efectivo
 - 4.2 El Concurso de Obra como Flujo de Efectivo
 - 4.3 Crecimiento
5. La Calidad como Factor de Productividad
6. Concepto de Apalancamiento Operativo
7. Conclusiones





CRECIMIENTO E INVERSION EN CONSTRUCCION

AÑO	PIB		INVERSION	
	TOTAL	CONST.	TOTAL	CONST.
1986	-3.8%	-10.3%	-12.0%	-9.9%
1987	1.9%	2.8%	-0.1%	1.9%
1988	1.3%	-0.4%	5.8%	-1.2%
1989	3.3%	2.1%	6.4%	3.2%
1990	4.5%	7.0%	13.1%	7.3%
1991	3.6%	2.4%	8.3%	3.1%
1992	2.8%	7.8%	10.8%	7.3%
1993	0.7%	2.8%	1.2%	3.2%
1994	3.5%	6.4%	9.9%	7.9%
1995 *	-2.0%	-7.3%	-10.2%	-10.3%
1995 **	-3.1%	-9.6%	-13.6%	-15.4%

* ESCENARIO OPTIMISTA

** ESCENARIO PESIMISTA

FUENTE: REVISTA ALTO NIVEL CON DATOS DE LA SHCP

**NUMERO DE EMPRESAS AFILIADAS A LA
CNIC POR ESPECIALIDAD**

RUBRO	1993	1994	1995*
EDIFICACION	4,631	4,374	3,630
CONSTRUCCION INDUSTRIA	1,271	1,296	1,011
CONSTRUCCION PESADA	2,904	2,835	2,041
INSTALACIONES	1,838	1,782	1,158
SERV. PROFESIONALES	1,964	1,863	1,248
DIVERSIFICADAS	4,221	4,050	2,795
TOTAL	16,829	16,200	11,883

* CIFRAS ESTIMADAS

FUENTE: REVISTA ALTO NIVEL CON DATOS DE LA CNIC

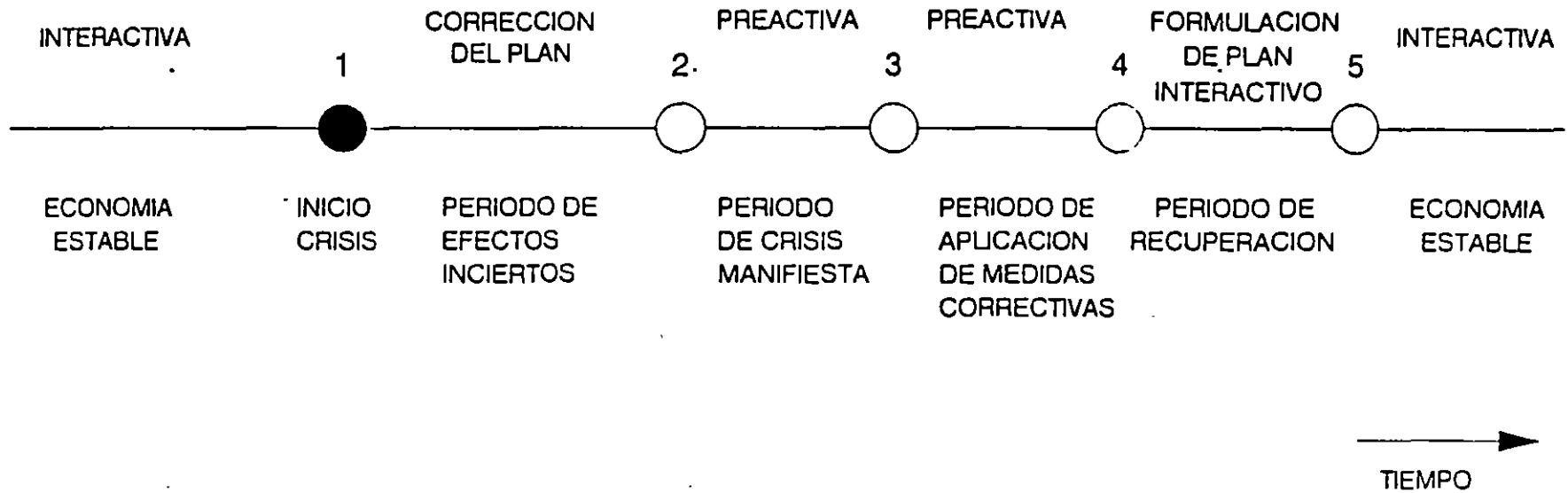
DISTRIBUCION DEL VALOR DE LA CONSTRUCCION
(Participación Porcentual)

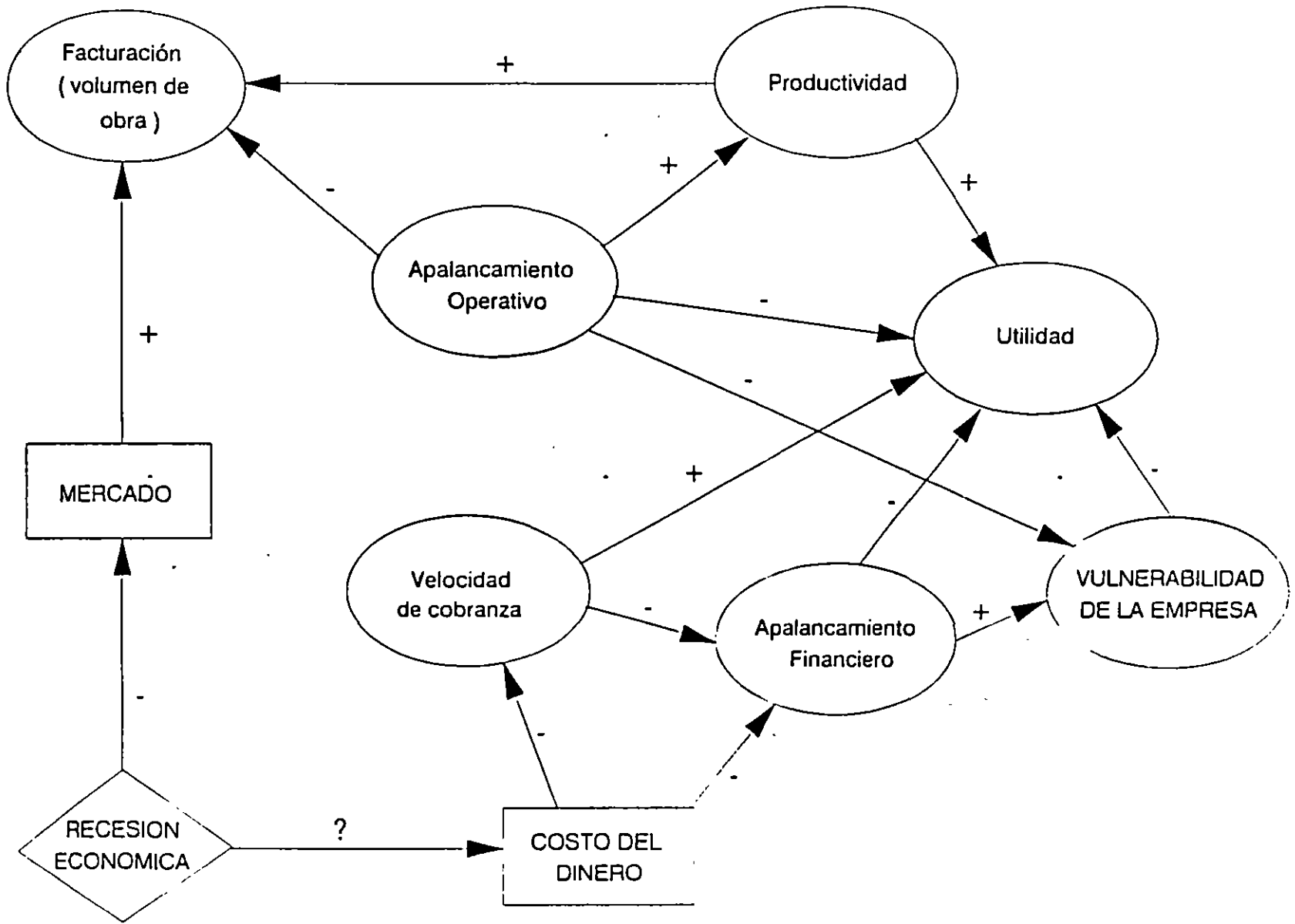
POR TIPO DE OBRA		POR TAMAÑO DE EMPRESA	
EDIFICACION	33.2		
AGUA, RIEGO Y SANEAMIENTO	10.9	GIGANTE	64.4
ELECTRICIDAD Y COMUNICACIONES	10.4	GRANDE	5.0
TRANSPORTE	25.5	MEDIANA	7.3
PETROLEOS Y PETROQUIMICA	8.0	PEQUEÑA	23.3
OTRAS CONSTRUCCIONES	12.0		

FUENTE: REVISTA ALTO NIVEL CON DATOS DE LA SHCP

PLANEACION :

- FLEXIBLE
- ENFOQUE ADECUADO AL ENTORNO

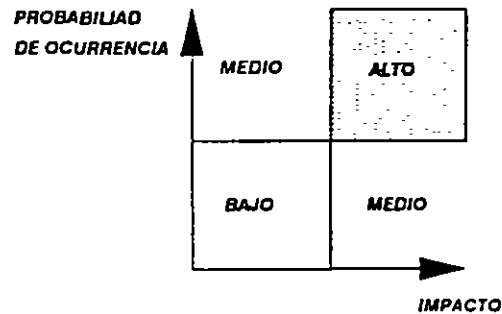




PLANEACION CONTINGENTE

IDENTIFICACION DEL RIESGO	ANÁLISIS DEL RIESGO	MANEJO DEL RIESGO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar el riesgo 2. Calificar al riesgo (alto, medio, bajo) (*) 3. Elaborar programa para enfrentar los riesgos altos 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Identificar las causas del riesgo 5. Calcular la probabilidad de que el riesgo afecte a la empresa 6. Calcular las consecuencias del impacto del riesgo sobre la empresa 7. Desarrollar estrategias para controlar o mitigar el impacto del riesgo 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Elegir y desarrollar una estrategia de respuesta al riesgo 9. Buscar el compromiso de los ejecutivos de la empresa en la estrategia 10. Preparar el plan contingente 11. Controlar el proceso

CALIFICACION



**EL EFECTIVO (\$) ES
EL FACTOR DETERMINANTE
EN LA EMPRESA. (MAS AUN
EN PERIODOS RECESIVOS)**

MANEJO DE CUENTAS POR COBRAR

- * Calcular la cantidad máxima permisible de cuentas por cobrar
- * Usar las cuentas por cobrar como medios para obtener efectivo (colateral de créditos es preferible a factoraje)
- * En el extremo, considerar descuentos por pagos anticipados (tomar en cuenta el valor del dinero)

MANEJO DEL FLUJO DE EFECTIVO

- * Trate de hacer coincidir el desembolso con los ingresos (manejo del crédito de proveedores vs. cobros).

- * Maximice el efectivo mediante las siguientes medidas:
 - + Haga depósitos inmediatamente después de cobrar.
 - + Deposite las inversiones que ofrezcan el mayor interés posible.
 - + Haga pagos en días fijos (preferiblemente viernes).
 - + Transfiera el mismo día de la nómina sólo la cantidad necesaria.
 - + Calcule, de acuerdo a sus estadísticas en los estados de cuenta, el período entre la entrega de los cheques y el cobro de los mismos. Haga las transferencias de acuerdo a ese período.
 - + Pague la nómina preferiblemente cada quincena.
 - + Procure contar dentro de los primeros diez días de cada mes, con sus estados financieros.
 - + Calcule su costo real de financiamiento.

RESULTADOS DE OBRA "X"
CASO BASE

	MES					
	1	2	3	4	5	6
Produccion	N\$10,000	N\$20,000	N\$60,000	N\$70,000	N\$50,000	N\$20,000
Mano de obra	N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000
Materiales	N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000	N\$5,000
Combustibles	N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000
Renta de maquinaria	N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000
Depreciacion maquinaria	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500
Gastos ofna. central	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000
Sueldos personal tecnico	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000
RESULTADO MENSUAL	(N\$15,000)	(N\$18,500)	N\$14,000	N\$29,500	N\$19,000	(N\$5,500)
RESULTADO TOTAL	N\$23,500					
UTILIDAD SOBRE FACT	10.22%					

37

FLUJO DE EFECTIVO
CASO BASE

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
SALDO ANTERIOR		N\$0	N\$30,500	N\$3,500	(N\$20,000)	(N\$18,000)	N\$6,500	N\$21,500
Anticipo		N\$46,000						
Estimaciones			N\$8,000	N\$16,000	N\$48,000	N\$56,000	N\$40,000	N\$16,000
TOTAL EN CAJA		N\$46,000	N\$38,500	N\$19,500	N\$28,000	N\$38,000	N\$46,500	N\$37,500
Mano de obra		N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000	
Materiales			N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000	N\$5,000
Combustibles		N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000	
Renta de maquinaria		N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000	
Gastos ofna. central		N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	
Sueldos personal tecnico		N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	
TOTAL EGRESOS		N\$15,500	N\$35,000	N\$39,500	N\$46,000	N\$31,500	N\$25,000	N\$5,000
SALDO MENSUAL		N\$30,500	N\$3,500	(N\$20,000)	(N\$18,000)	N\$6,500	N\$21,500	N\$32,500

FLUJO DE EFECTIVO CON CREDITO
CASO BASE

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
SALDO ANTERIOR		N\$0	N\$30,500	N\$3,500	N\$0	N\$0	N\$4,550	N\$19,550
Anticipo	N\$46,000							
Estimaciones			N\$8,000	N\$16,000	N\$48,000	N\$56,000	N\$40,000	N\$16,000
CREDITO				N\$20,000				
TOTAL EN CAJA	N\$46,000	N\$38,500	N\$39,500	N\$48,000	N\$56,000	N\$44,550	N\$35,550	
Mano de obra	N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000		
Materiales		N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000		N\$5,000
Combustibles	N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000		
Renta de maquinaria	N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000		
Gastos ofna. central	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000		
Sueldos personal tecnico	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000		
INTERESES CREDITO (5% MES)			N\$0	N\$0	N\$1,000	N\$950		N\$0
PAGO CREDITO				N\$1,000	N\$19,000			
TOTAL EGRESOS	N\$15,500	N\$35,000	N\$39,500	N\$48,000	N\$51,450	N\$25,000	N\$5,000	
SALDO MENSUAL		N\$30,500	N\$3,500	N\$0	N\$0	N\$4,550	N\$19,550	N\$30,550
DEPRECIACION	N\$9,000							
RESULTADO CON CREDITO	N\$21,550							
UTILIDAD SOBRE FACT	9.37%							

UTILIDAD REAL
CASO BASE

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
DEPRECIACION	(N\$9,000)							
FLUJO DEL CONSTRUCTOR		N\$30,500	(N\$27,000)	(N\$23,500)	N\$1,000	N\$23,550	N\$15,000	N\$11,000
VALOR PRESENTE NETO AL 60% ANUAL (5% MENSUAL)	N\$12,898							
UTILIDAD AL	5.61%							

RESULTADOS DE OBRA "X"
CASO REDUCCION \$13,000 EN MESES INICIALES

	MES					
	1	2	3	4	5	6
Produccion	N\$10,000	N\$15,000	N\$52,000	N\$70,000	N\$50,000	N\$20,000
Mano de obra	N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000
Materiales	N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000	N\$5,000
Combustibles	N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000
Renta de maquinaria	N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000
Depreciacion maquinaria	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500
Gastos ofna. central	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000
Sueldos personal tecnico	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000
RESULTADO MENSUAL	(N\$15,000)	(N\$23,500)	N\$6,000	N\$29,500	N\$19,000	(N\$5,500)
RESULTADO TOTAL	N\$10,500					
UTILIDAD SOBRE FACT	4.84%					

FLUJO DE EFECTIVO
CASO REDUCCION \$13,000 EN MESES INICIALES

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
SALDO ANTERIOR		N\$0	N\$27,900	N\$900	(N\$26,600)	(N\$31,000)	(N\$6,500)	N\$8,500
Anticipo	N\$43,400							
Estimaciones		N\$8,000	N\$12,000	N\$41,600	N\$56,000	N\$40,000	N\$16,000	
TOTAL EN CAJA	N\$43,400	N\$35,900	N\$12,900	N\$15,000	N\$25,000	N\$33,500	N\$24,500	
Mano de obra		N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000	
Materiales		N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000	N\$5,000	
Combustibles		N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000	
Renta de maquinaria		N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000	
Gastos ofna. central		N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	
Sueldos personal tecnico		N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	
TOTAL EGRESOS		N\$15,500	N\$35,000	N\$39,500	N\$46,000	N\$31,500	N\$25,000	N\$5,000
SALDO MENSUAL		N\$27,900	N\$900	(N\$26,600)	(N\$31,000)	(N\$6,500)	N\$8,500	N\$19,500

FLUJO DE EFECTIVO CON CREDITO
CASO REDUCCION \$13,000 EN MESES INICIALES

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
SALDO ANTERIOR		N\$0	N\$27,900	N\$900	N\$0	N\$0	N\$1	N\$5,081
Anticipo	N\$43,400							
Estimaciones		N\$8,000	N\$12,000	N\$41,600	N\$56,000	N\$40,000	N\$16,000	
CREDITO			N\$26,600	N\$5,730				
TOTAL EN CAJA	N\$43,400	N\$35,900	N\$39,500	N\$47,330	N\$56,000	N\$40,001	N\$21,081	
Mano de obra	N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000		
Materiales		N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000	N\$5,000	
Combustibles	N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000		
Renta de maquinaria	N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000		
Gastos ofna. central	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000		
Sueldos personal tecnico	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000		
INTERESES CREDITO (5% MES)		N\$0	N\$0	N\$1,330	N\$1,617	N\$472		N\$0
PAGO CREDITO				N\$0	N\$22,883	N\$9,447		
TOTAL EGRESOS	N\$15,500	N\$35,000	N\$39,500	N\$47,330	N\$56,000	N\$34,919	N\$5,000	
SALDO MENSUAL	N\$27,900	N\$900	N\$0	N\$0	N\$1	N\$5,081	N\$16,081	
DEPRECIACION	N\$9,000							
RESULTADO CON CREDITO	N\$7,081							
UTILIDAD SOBRE FACT	3.26%							

UTILIDAD REAL
CASO REDUCCION \$13,000 EN MESES INICIALES

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
DEPRECIACION	(N\$9,000)							
FLUJO DEL CONSTRUCTOR	N\$27,900	(N\$27,000)	(N\$27,500)	(N\$5,730)	N\$22,884	N\$14,528	N\$11,000	
VALOR PRESENTE NETO AL 60% ANUAL (5% MENSUAL)	N\$1,143							
UTILIDAD REAL	0.53%							

RESULTADOS DE OBRA "X"
CASO REDUCCION \$13,000 EN MESES FINALES

	MES					
	1	2	3	4	5	6
Produccion	N\$10,000	N\$20,000	N\$60,000	N\$70,000	N\$42,000	N\$15,000
Mano de obra	N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000
Materiales	N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000	N\$5,000
Combustibles	N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000
Renta de maquinaria	N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000
Depreciacion maquinaria	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500	N\$1,500
Gastos ofna. central	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000
Sueldos personal tecnico	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000
RESULTADO MENSUAL	(N\$15,000)	(N\$18,500)	N\$14,000	N\$29,500	N\$11,000	(N\$10,500)
RESULTADO TOTAL	N\$10,500					
UTILIDAD SOBRE FACT	4.84%					

41

FLUJO DE EFECTIVO
CASO REDUCCION \$13,000 EN MESES FINALES

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
SALDO ANTERIOR		N\$0	N\$27,900	N\$900	(N\$22,600)	(N\$20,600)	N\$3,900	N\$12,500
Anticipo		N\$43,400						
Estimaciones			N\$8,000	N\$16,000	N\$48,000	N\$56,000	N\$33,600	N\$12,000
TOTAL EN CAJA		N\$43,400	N\$35,900	N\$16,900	N\$25,400	N\$35,400	N\$37,500	N\$24,500
Mano de obra		N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000	
Materiales			N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000	N\$5,000
Combustibles		N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000	
Renta de maquinaria		N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000	
Gastos ofna. central		N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	
Sueldos personal tecnico		N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	
TOTAL EGRESOS		N\$15,500	N\$35,000	N\$39,500	N\$46,000	N\$31,500	N\$25,000	N\$5,000
SALDO MENSUAL		N\$27,900	N\$900	(N\$22,600)	(N\$20,600)	N\$3,900	N\$12,500	N\$19,500

**FLUJO DE EFECTIVO CON CREDITO
CASO REDUCCION \$13,000 EN MESES FINALES**

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
SALDO ANTERIOR		N\$0	N\$27,900	N\$900	N\$0	N\$0	N\$1,684	N\$10,284
Anticipo	N\$43,400							
Estimaciones		N\$8,000	N\$16,000	N\$48,000	N\$56,000	N\$33,600	N\$12,000	
CREDITO			N\$22,600					
TOTAL EN CAJA	N\$43,400	N\$35,900	N\$39,500	N\$48,000	N\$56,000	N\$35,284	N\$22,284	
Mano de obra	N\$3,000	N\$4,000	N\$6,000	N\$5,000	N\$3,000	N\$2,000		
Materiales		N\$8,000	N\$10,000	N\$15,000	N\$8,000	N\$6,000	N\$5,000	
Combustibles	N\$500	N\$1,000	N\$1,500	N\$4,000	N\$3,500	N\$3,000		
Renta de maquinaria	N\$0	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$5,000	N\$2,000		
Gastos ofna. central	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000	N\$2,000		
Sueldos personal tecnico	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000	N\$10,000		
INTERESES CREDITO (5% MES)		N\$0	N\$0	N\$1,130	N\$1,087	N\$0	N\$0	
PAGO CREDITO				N\$870	N\$21,730			
TOTAL EGRESOS	N\$15,500	N\$35,000	N\$39,500	N\$48,000	N\$54,317	N\$25,000	N\$5,000	
SALDO MENSUAL		N\$27,900	N\$900	N\$0	N\$0	N\$1,684	N\$10,284	N\$17,284
DEPRECIACION	N\$9,000							
RESULTADO CON CREDITO	N\$7,081							
UTILIDAD SOBRE FACT		3.26%						

42

**UTILIDAD REAL
CASO REDUCCION \$13,000 EN MESES FINALES**

	MES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
DEPRECIACION	(N\$9,000)							
FLUJO DEL CONSTRUCTOR		N\$27,900	(N\$27,000)	(N\$23,500)	N\$870	N\$23,414	N\$8,600	N\$7,000
VALOR PRESENTE NETO AL 60% ANUAL (5% MENSUAL)	N\$3,080							
UTILIDA. AL		1.42%						

CREDITO BANCARIO

1. Calcule sus necesidades de crédito (monto y fecha en que requerirá los fondos).
2. Prepare un programa para la negociación del crédito (tome en cuenta que la autorización toma tiempo).
3. Juzgue su solicitud, poniéndose en el lugar del banco.
4. Prepare una descripción de su empresa (incluya sus planes).
5. Determine el tipo de crédito que necesita (garantías, plazos, interés).
6. Prepare una solicitud detallada del crédito, precisando el uso que le dará, las fuentes de pago de intereses y capital, la fecha requerida y el plazo para el pago.
7. Programe reuniones con su banquero (llévelo a su oficina para que conozca las instalaciones de su empresa).
8. Mantenga contacto periódico con su banco e infórmele de su operación, cuando esté ejerciendo su línea de crédito.

CRECIMIENTO SOSTENIBLE

" la cantidad de efectivo que puede generar una empresa en el futuro, para cubrir sus obligaciones "

1. Calcular el capital permanente de la empresa

$$CP = \text{Deuda de Largo Plazo} + \text{Capital Social}$$

2. Calcular el capital de trabajo neto

$$CTN = CP - \text{Activos Fijos}$$

Representa: Necesidad de efectivo para cumplir obligaciones.

3. Calcular las necesidades de efectivo para operar.

$$EO = \text{Efectivo en caja} + \text{Cuentas por Cobrar} + \text{Inventario en proceso} + \text{Inventario materia prima.}$$

4. Calcular el capital de trabajo requerido

$$CTR = EO - \text{Cuentas por pagar}$$

5. Calcular la posición de la empresa.

$$P = CTN - CTR$$

Si	$P > 0$	Suficiente efectivo
	$P < 0$	Restricción de efectivo (necesidad de financiamiento)
Si	$P < 0$	El crecimiento no es sostenible

¿ QUE TANTO CRECIMIENTO ?

La tasa de crecimiento sostenible puede estimarse (según R. Higgins de la Universidad de Washington)

$$\text{TCS} = \frac{U (1 - R) (1 + L)}{A - U (1 - R) (1 + L)}$$

TCS = Tasa de crecimiento sostenible

U = Utilidad/facturación después de impuestos

R = Porcentaje de la utilidad retenida para socios

L = Relación deuda/capital

A = Relación activos/facturación

ESCENARIOS

	1	2	3	4
Facturación (F)	10,000	10,000	12,000	10,000
Utilidad (U)	8 %	8 %	8 %	8 %
Retención (R)	30 %	30 %	20 %	30 %
Deuda (D)	6,000	6,000	10,000	6,000
Capital (C)	10,000	15,000	10,000	10,000
Apalancamiento (L)	0.6	0.4	1.0	0.6
Activos	12,000	12,000	12,000	10,000
Activos / Fact (A)	1.2	1.2	1.0	1.0

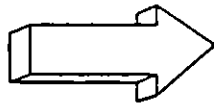
$$TCS_1 = \frac{0.08 (1 - 0.3) (1 + 0.6)}{1.2 - 0.08 (1 - 0.3) (1 + 0.6)} = 8.1 \%$$

$$TCS_2 = \frac{0.08 (1 - 0.3) (1 + 0.4)}{1.2 - 0.08 (1 - 0.3) (1 + 0.4)} = 7 \%$$

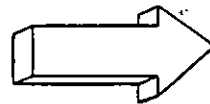
$$TCS_3 = \frac{0.08 (1 - 0.2) (1 + 1)}{1.0 - 0.08 (1 - 0.2) (1 + 1)} = 14.7 \%$$

$$TCS_4 = \frac{0.08 (1 - 0.3) (1 + 0.6)}{1.0 - 0.08 (1 - 0.3) (1 + 0.6)} = 9.8 \%$$

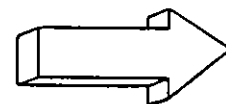
CONTROL DE CALIDAD



AHORRO COSTOS



IMAGEN

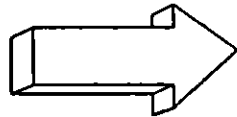


MERCADO PRODUCTIVIDAD



CONTROL DEL PROCESO

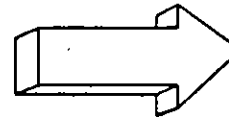
PROBLEMAS
DE CALIDAD



COSTOS EN EL
CORTO PLAZO

RE-HACER
PROCESOS
O ACTIVIDADES

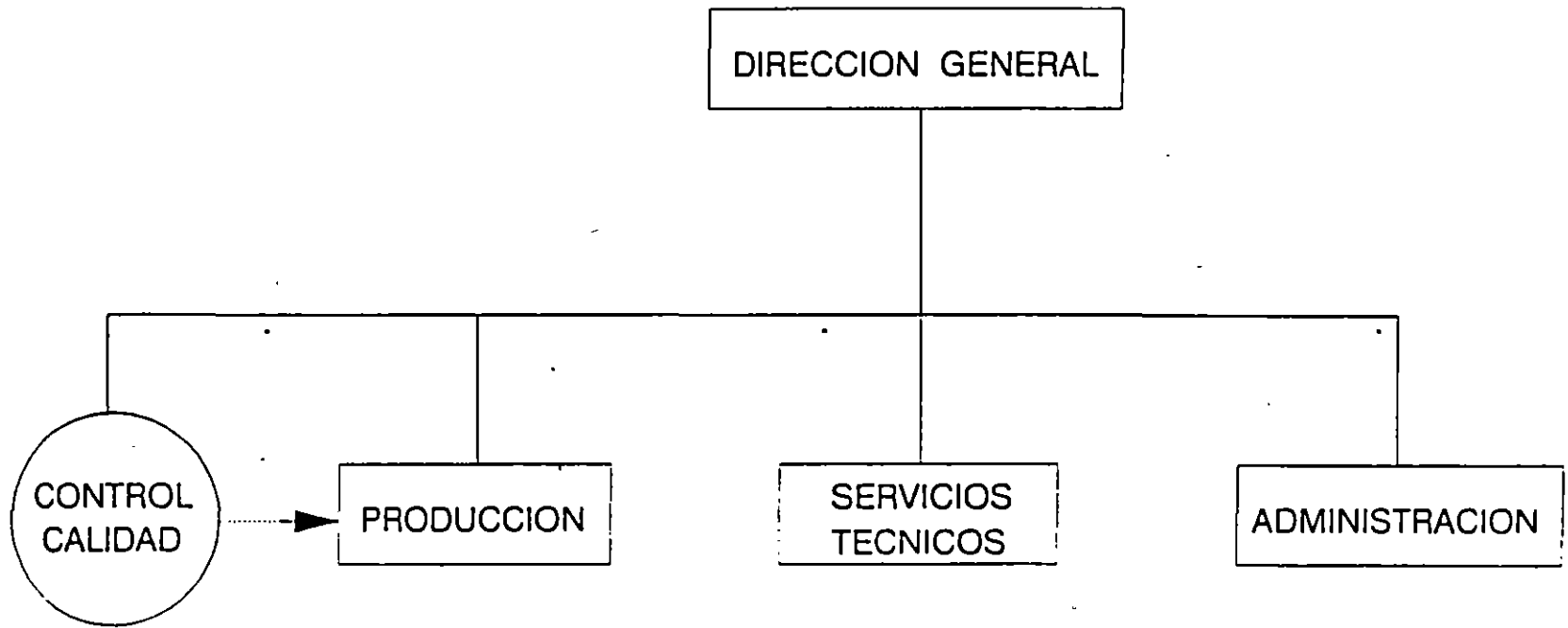
- Demoliciones
- Remoción de inst.
- Movimiento de
equipo
- TIEMPO !

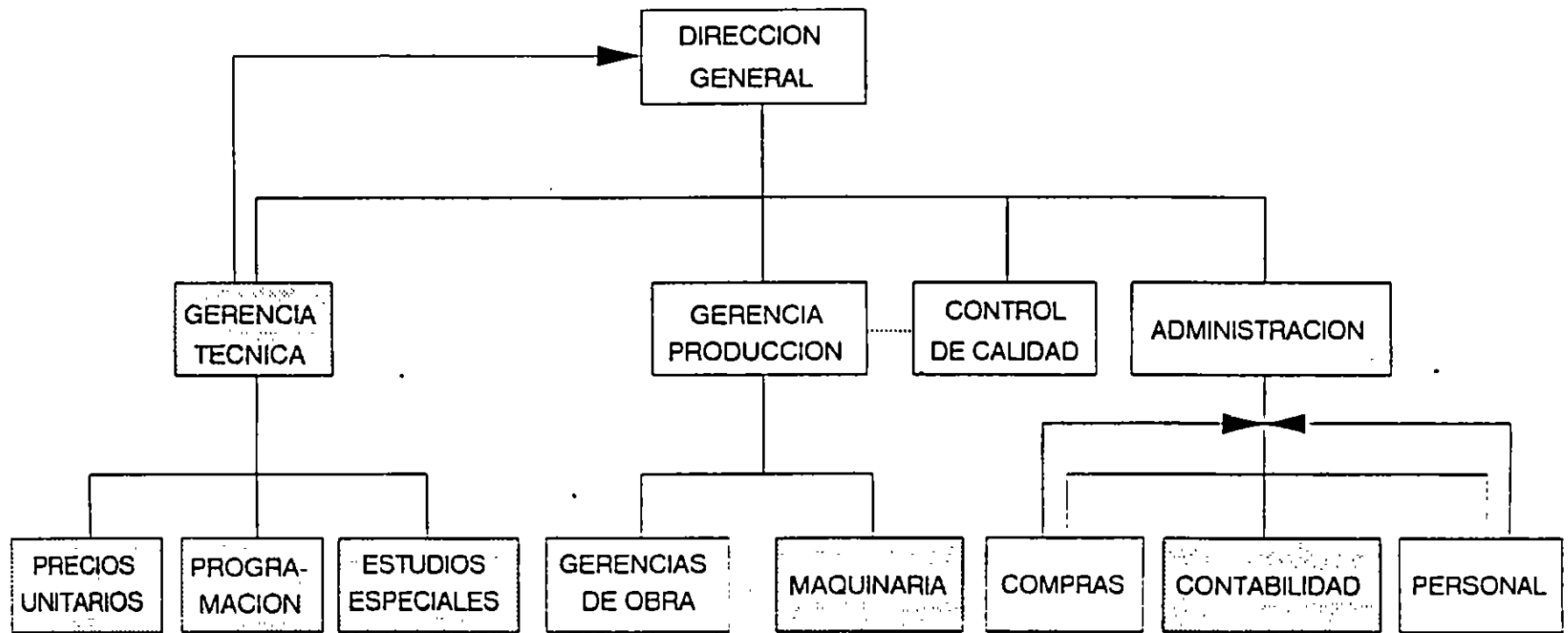


COSTOS EN EL
LARGO PLAZO

DESPRESTIGIO

- Pérdida
de mercado
- Demandas





CONCLUSION

IDEAS PARA LA OPERACION DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA

**(APLICABLES AUN -- 0 CON
MAYOR RAZON -- EN PERIODOS
DE RECESION ECONOMICA)**

SI DECIDE REDUCIR COSTOS EN
UN PRESUPUESTO, HAGALO EN
LOS CONCEPTOS DE OBRA QUE
SE EJECUTARAN EN EL ULTIMO
TERCIO DEL PROGRAMA.

CONSIDERE QUE LA UTILIDAD REAL
DE UNA OBRA DEPENDE DE:

- EL FLUJO DE EFECTIVO DE LA OBRA (QUE INCLUYEN CREDITOS, SI SON NECESARIOS).

- LA TASA DE INTERES DEL MERCADO . (O LA PROPIA DE LA EMPRESA)

**PROCURE CUMPLIR CON EL
PROGRAMA DE OBRA (CALCULE
EL COSTO DE RETRASOS: DIFERIMIENTO
DE INGRESOS, COSTOS FIJOS MAYORES,
INVENTARIO DE MATERIALES COMPRADOS,
ETC.)**

**EL IMPACTO ES MAYOR CUANDO
EL COSTO DEL DINERO ES ALTO**

**CUIDE EL EFFECTIVO (\$)
DE LA EMPRESA: ADMINISTRELO
Y SAQUELE TODO EL "JUGO"
POSIBLE**

CONSIDERE SU MERCADO.
DURANTE Y DESPUES DE UNA
CRISIS RECESIVA LOS MERCADOS
CAMBIAN.

DESARROLLE LA HABILIDAD PARA
IDENTIFICARLOS

BUSQUE APALANCAMIENTO OPERATIVO
(APOYO DE EMPRESAS DE CONSULTORIA,
DESPACHOS CONTABLES, CIERTOS SUBCONTRATOS,
ETC.), PARA REDUCIR EL APALANCAMIENTO
FINANCIERO Y, CON AMBAS MEDIDAS,
SU EXPOSICION A LA CRISIS RECESIVA.

**CONSIDERE ASOCIACIONES ESTRATEGICAS
CON PROVEEDORES Y/O OTRAS
CONSTRUCTORAS**

**CREE SU PROPIO MERCADO
PARTICIPANDO COMO SOCIO TEMPORAL
EN PROYECTOS PRIVADOS**

**VALORE EL CONTROL DE
CALIDAD COMO UN FACTOR
DE INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD
Y DE POSICIONAMIENTO EN
EL MERCADO**

**CUIDE LA NEGOCIACION DE COMPRA
DE MATERIALES.**

**TOME VENTAJA DEL VOLUMEN DE
COMPRA (MUY APRECIADO POR LOS
PROVEEDORES EN PERIODOS RECESIVOS)**

TOME EN CUENTA:

- **Rendimiento del material**
- **Forma de pago**
- **Lugar de entrega**
- **Costo de almacenamiento**
- **Plazo de entrega**
- **Precio**

**CULTIVE Y MANTENGA UNA
BUENA RELACION E
IMAGEN CON SU BANCO**

PREPARE PLANES CONTINGENTES

(QUE HACER SI)

2. DIAGNOSTICO Y PRONOSTICO EN PLANEACION

TECNICAS DE DIAGNOSTICO

Esteban Figueroa Palacios

Con mucha frecuencia sabemos que existe un problema porque percibimos o padecemos sus efectos, pero no siempre somos capaces de describirlo. Descubrir el problema puede ser, en muchos casos, más difícil que resolverlo. La interpretación equivocada de la problemática, reconocida así cuando se piensa que lo que existe es un conjunto de cosas que no marchan como deseamos, interrelacionadas e interdependientes, que hacen aún más complejo la percepción de sus causas, da lugar a prescripciones o soluciones equivocadas que, en el mejor de los casos, no resuelven nada o, en el peor, agravan la situación.

En el aeropuerto de la ciudad de México hay serios problemas de saturación que se reflejan en demoras cada vez de mayor magnitud y más frecuentes, que irritan al viajero y originan grandes costos a las aerolíneas. Es evidente que el efecto del problema son las demoras; las causas no son claras. Se habla de la necesidad de construir una tercera pista que, por no ser operativamente independiente de las dos actuales, incrementaría la capacidad del conjunto solo en un 50%. Pero, realmente el problema de la saturación tiene su origen en las pistas?, qué ocurrirá cuando, al incrementarse la capacidad de las pistas, llegue un mayor número de aviones a los rodajes y plataformas, en períodos menores?, se compensará con el eventual desahogo de los aviones que despegarán más rápidamente por la mayor capacidad en las pistas?. Estas y otras preguntas muestran que no es posible simplificar la causa del problema sin hacer un análisis más completo del sistema completo.

Técnicas de Diagnóstico

Diagnosticar significa encontrar las causas que producen ciertos efectos. Es necesario, primero, identificar los efectos y, si es posible, cuantificarlos. Para este propósito es necesario obtener la información relevante, mediante alguna de las técnicas expuestas más adelante en este capítulo, que permita saber que existe un efecto no deseable.

Surge entonces otra pregunta: cuál es el límite entre lo deseable y lo inaceptable?. La información aportará evidencias sobre la situación actual de un fenómeno, pero se necesita un marco referencial para calificar a esa situación como normal y aceptable o anormal e inaceptable.

En ingeniería civil existen, en general, límites o umbrales para diferentes obras de infraestructura; por ejemplo, se tiene un valor mínimo aceptable para el suministro de agua potable a una población, se cuenta con un criterio para evaluar la saturación de una vialidad, existen estándares para considerar aceptable el nivel de servicio de una carretera o de un aeropuerto, etcétera.

Sin embargo, muchos servicios pueden modificar sus umbrales de aceptación por el usuario bajo ciertas circunstancias. Por ejemplo media hora de espera en un aeropuerto para que un avión despegue puede ser aceptable en un vuelo que tomará 8 horas, pero inaceptable en otro que volará solamente una hora; la relatividad de los umbrales y la sensibilidad del usuario deben ser cuidadosamente confirmadas antes de elaborar cualquier diagnóstico.

La disonancia que aparece cuando se abre una brecha entre lo existente y lo aceptable, alerta sobre la necesidad de emprender un proceso de solución de un problema y de planear las acciones pertinentes. Esta alerta no siempre es oportuna y el proceso de solución del problema puede perder valor al iniciarse tardíamente. Es conveniente prever un mecanismo de alerta en los sistemas de infraestructura más importantes.

Quando el problema supone un riesgo estructural y, por lo tanto, catastrófico, el sistema de alerta consiste en complejos mecanismos o sistemas estructurados para ese propósito. Un ejemplo reciente de este tipo de alertas es el de la Alarma Sísmica en la Ciudad de México, que advierte sobre una disonancia entre el estado cuasiestático del suelo y un estado alterado dinámico, que pone en riesgo la seguridad de estructuras y sistemas urbanos; la existencia de esta alerta oportuna no tienen ninguna utilidad si no se cuenta con un plan para manejar el problema generado. Así, las escuelas y oficinas cuentan con procedimientos de evacuación establecidos y practicados periódicamente por sus ocupantes.

Con frecuencia el mecanismo detector de la disonancia es informal, es decir, los miembros de la comunidad perciben el problema pero son incapaces de darle dimensión o evaluar su importancia.

Solo el diagnóstico permitirá evaluar la magnitud del problema, en relación siempre al umbral aceptable, y la urgencia de atención. El diagnóstico ayudará también, al identificar la causa, a orientar la posible solución.

La magnitud del problema se refiere a la población afectada y al tipo de daño ocasionado. La combinación de ambos factores ponderará la importancia del problema.

El cotidiano congestionamiento vial en ciertos tramos del anillo periférico de la Ciudad de México afecta sin duda a un número considerable de habitantes, pero el daño aceptado hasta hace algunos años era el de pérdida de tiempo y consumo adicional de combustible. Sin embargo, recientemente a esos problemas se ha agregado la contribución de ese fenómeno a la contaminación atmosférica; esta nueva magnitud del perjuicio de tales congestionamientos ha vuelto al problema como de urgente solución y las autoridades ya estudian una notable ampliación a la capacidad vial.

El diagnóstico comprende tres etapas claramente diferenciadas:

- La detección de una disonancia
- La evaluación de la magnitud e importancia del problema
- la búsqueda de las relaciones causa-efecto

Detección de disonancias

Para conocer el problema es necesario enterarse primero de los detalles del ambiente y de los actores. El ambiente del problema es el conjunto de elementos materiales en los que se desarrollan los eventos, tales como espacios físicos, medio natural, máquinas e instalaciones, fenómenos naturales o artificiales (el régimen de un río es un fenómeno natural y el flujo vehicular en una avenida es artificial), entre otros. Los actores son las personas que participan o reciben los efectos, favorables o perjudiciales, de los eventos que se desarrollan en el ambiente. Los actores interactúan con el ambiente y pueden asumir una actitud pasiva o activa; la actitud pasiva se refiere a que los actores reciben los efectos de los eventos que ocurren en el ambiente, mientras que el actor activo interviene en la ocurrencia de tales eventos. Esta diferencia es fundamental para identificar la problemática, ya que la percepción de los efectos es, generalmente, diferente, según sea el papel activo o pasivo del actor.

Evaluación de la magnitud e importancia del problema

El planificador no conoce siempre a todos los actores y menos aún la opinión que tienen del problema y tampoco está familiarizado con el ambiente. El primer paso para evaluar la magnitud e importancia del problema consiste en obtener información que permita constatar la verdadera existencia del problema y su magnitud.. La información debe tener las características que se describieron en el capítulo I, para que sea realmente útil en la identificación del problema (relevancia, confiabilidad y oportunidad).

Es necesario, por lo tanto, el uso de procedimientos sistemáticos y ordenados que permitan obtener información de calidad.

En la formación del ingeniero civil se hace gran énfasis en el desarrollo de la capacidad para resolver problemas, es decir, en el aprendizaje de metodologías que dan por hecho el conocimiento del problema y que ofrecen técnicas para resolverlo. Así, se adiestran en la solución y diseño de complicadas estructuras de concreto o acero, en el diseño hidráulico de túneles de desvío de ríos o de cortinas de enrocamiento o de concreto para embalsar corrientes, en la aplicación de modelos matemáticos para resolver problemas de transporte urbano o regional, etcétera. Sin embargo, en

la vida práctica, cuando el ingeniero está ansioso de aplicar esos conocimientos, se enfrenta al primer obstáculo para el que, se da cuenta entonces, no conoce los métodos para superarlo: qué datos emplear para el modelo de solución. En la universidad esos datos eran proporcionados por el profesor o el libro de texto. La gran dificultad es ahora obtener datos de calidad para que la solución sea no solo la mejor posible, sino válida.

a). Métodos para obtener información

Tipos de Información

La información se puede clasificar, según el tipo de símbolos y referencias que se emplee para representarla, como:

- Nominal
- Ordinal
- De Intervalo
- Escalar

La información con datos nominales se refiere a la descripción de ciertas características que no pueden asumir valores en una escala numérica u ordinal. Tal es el caso de datos como el estado civil (casado, soltero, viudo o divorciado) de las personas, el tipo de material del techo de una vivienda (losa de concreto, lámina, palma, teja) o el tipo de gasolina que consumo el automóvil de una persona (nova, magna sin o diesel, en México). Por su naturaleza, a estos datos solo se les puede describir estadísticamente con la moda y el rango.

Los datos ordinales refieren a la información de acuerdo a un orden o jerarquía preestablecida. Por ejemplo, carreteras de primero, segundo y tercer orden (de acuerdo a sus características geométricas y estructurales) o la calificación de la calidad de servicio del transporte urbano de una ciudad (en escala de 1 a 5). A este tipo de datos se le puede calcular solamente la mediana y la moda, como indicadores de tendencia central, y el rango y rango intercuartil, como medidas de dispersión.

La información expresada en una escala de intervalo puede asumir distintas magnitudes a partir de una referencia arbitraria. Por ejemplo, la temperatura en la escala de grados centígrados, en la que el cero no significa que no exista una temperatura menor.

La información expresada mediante una referencia escalar tiene un cero absoluto. Las unidades de medida, peso y tiempo son ejemplos de este tipo de información. La información que se mide de esta manera puede tener valores continuos, por lo que estadísticamente puede calcularse su media, mediana y moda, y la dispersión se puede medir con la desviación estándar, el rango intercuartil y el rango.

Es muy importante saber qué tipo de información se está empleando para evitar el uso inapropiado de medidas de tendencia central y dispersión. Sin embargo, es válido y frecuente que en el análisis de un problema se empleen datos de los tres tipos, aunque siempre con el cuidado de usar los indicadores adecuados.

De acuerdo a su variación en el tiempo, por otra parte, la información puede ser:

- Estática
- Dinámica

La información estática no varía en sus valores o características en el transcurso del tiempo; por ejemplo, las dimensiones de un terreno, la longitud de una carretera o la resistencia de una viga de acero. En realidad existen pocos datos de característica estática en los problemas de sistemas de ingeniería civil.

La información dinámica varía en su valor o características con el tiempo. La dificultad para obtener información dinámica es mayor que para el caso de la información estática, debido a que la validez de la información obtenida se puede perder si no se toma en cuenta su comportamiento a lo largo del tiempo.

La medición de las secciones transversales de un terreno puede considerarse como información estática, pues a no ser por acciones previsibles (como la modificación del terreno por excavaciones o rellenos), los datos tienen vigencia a lo largo del tiempo. Sin embargo el levantamiento de la sección del lecho de un río no puede considerarse estática debido a los fenómenos de arrastre o depósito de la corriente; su vigencia tiene que ser estudiada en relación a dichos fenómenos.

En otros casos, la información de la capacidad de estacionamiento existente en una vialidad es una información estática, pero no lo es el aforo vehicular, debido a que si el dato se obtiene a las tres de la mañana no será válido extrapolarlo al tráfico de las 8 de la mañana, ni tampoco es comparable el tránsito de un día de mitad de semana con el día domingo.

La información estática no es, por lo antes dicho, función del tiempo, mientras que la información dinámica sí lo es. La dependencia de la información respecto al tiempo dificulta la preparación y el levantamiento mismo de la información; las preguntas que se debe plantear el planificador son:

- a) cuándo se debe obtener la información ?,
- b) es válida la información obtenida en un período dado para cualquier otro tiempo ?,
- c) si no, cuántas observaciones y en que períodos deben hacerse ?

Para responder a estas preguntas es necesario el empleo de métodos estadísticos que aseguren que los datos son representativos de la situación real (datos confiables).

Para estimar la demanda de agua potable en una población debe observarse el consumo a diferentes horas del día, debido a que depende de los hábitos y actividades de los habitantes, en relación al uso de agua. En México existen horas de demanda máxima entre 7 y 9 de la mañana, por ejemplo. Sin embargo, no basta con conocer la demanda máxima, o cualquier otra demanda en otro período, y suponer que este valor será el mismo las 24 horas del día. Se necesita hacer observaciones horarias durante las 24 horas y, probablemente, durante distintos días de la semana, si se estima que la demanda varía a lo largo de ella. A la relación entre la demanda máxima horaria y la demanda horaria promedio se le conoce como coeficiente de variación horaria y se usa para el diseño de las redes de distribución, mientras que la relación entre la demanda máxima diaria y la demanda promedio diaria, conocida como coeficiente de variación diaria, se emplea en el diseño de la capacidad de almacenamiento de los sistemas de agua potable. La calidad de estas observaciones contribuyen a un diseño adecuado y económico de los sistemas de agua potable.

Fuentes de Información

Las fuentes de información para la Planeación se pueden clasificar de manera genérica en primarias o directas y documentales o indirectas. Las fuentes directas son aquellas a las que se recurre de manera específica para la elaboración del plan; el método y los medios de obtención se diseñan a la medida de los requerimientos del estudio. Por esta razón este tipo de fuentes es más confiable y relevante, aunque puede perder oportunidad y, generalmente, es más costosa.

Las fuentes documentales son aquellas que existen desde antes del inicio de la investigación y la obtención de la información allí contenida se hizo para otros propósitos. Estas fuentes ofrecen información de manera casi inmediata y, generalmente, a muy bajo costo, pero no se tiene la certeza de su confiabilidad, porque se desconoce el método de levantamiento, ni de su relevancia, debido a que para poder aprovecharla es necesario hacer extrapolaciones o analogías.

En los estudios de Planeación de obras de ingeniería civil se emplean ambos tipos de fuentes. La información que se considera fundamental para el estudio se procura obtener de fuentes primarias, mientras que la información complementaria se obtiene, si es posible, de fuentes documentales. El criterio de decisión sobre el tipo de fuente de información se complementa con la disponibilidad de recursos y de tiempo para elaborar el plan y el proyecto.

Fuentes primarias de información

La información en las fuentes primarias se encuentra en distintas formas; puede estar inerte, en un objeto, como las dimensiones de un terreno, la resistencia de una probeta de concreto o la capacidad de carga de un suelo. Basta con llegar y tomar la información, aunque no siempre de manera tan directa. La medición del terreno requiere de una cinta o de un tránsito, la resistencia del concreto de una prensa hidráulica y la capacidad de carga de un suelo de una máquina triaxial; es cierto, también, que en algunos casos basta con la observación directa, como el caso del levantamiento de la información sobre el tipo de material de una vivienda.

La información puede referirse a un proceso que transcurre en el tiempo. Tal es el caso del gasto de un río o el aforo vehicular de una avenida. Los procesos dependen de variables físicas, como el gasto del río, o de variables socioeconómicas, y por lo tanto de actitudes del ser humano, como el aforo vehicular. En estos casos, que se refieren a variables dinámicas, la observación de la información es más compleja, como se comentó antes, por tener que introducir al tiempo como variable para hacer válida la información.

La información del gasto de un río tomada en el mes de abril, en México, no puede extenderse a todos los meses del año, porque se subestimaría el caudal y pondría en riesgo a cualquier estructura que se diseñe con esa información; por más que se esmere el planificador en obtener el caudal de la manera más rigurosa posible, para obtener así una información muy confiable, el dato no es relevante porque, aunque preciso para un mes dado, no representa la condición completa necesaria para el diseño.

En el mismo sentido, observar el aforo vehicular en la avenida de los Insurgentes, en la Ciudad de México, a las cinco de la mañana, no es representativo del aforo típico de la avenida en otras horas del día, durante el período de actividad, ni tampoco si se observa a las 8 de la mañana de un día domingo. Los habitantes de la Ciudad de México saben, sin ser ingenieros de tránsito, que esos datos no son válidos, así sean correctos, para estimar la capacidad vial necesaria.

La tercera fuente de información importante para los proyectos de ingeniería civil es el ser humano. La información que solo pueden proporcionar las personas puede ser de tres tipos:

- Información socioeconómica (edad, sexo, estado civil, nivel de ingreso, etc). Esta es la información típica de los censos de población, que en México se realizan cada diez años.
- Información sobre la actitud de las personas. Esta tipo de información se refiere a la forma habitual de sus actitudes respecto a transporte, consumo, esparcimiento, etc. Esta información es de gran importancia en la inferencia del mercado (demanda) de cualquier proyecto; de ella se deduce el nivel de utilización de un sistema de transporte, una autopista, un centro comercial, etc.
- Información sobre la opinión de las personas. Esta información es cualitativa y mide las opiniones o preferencias de las personas. La opinión sobre un servicio de transporte, sobre la actitud de un representante político o la intención de voto en una elección, son casos típicos de información de opinión o preferencia. Debe distinguirse que en este caso se investiga la opinión de algo existente y las preferencias de algo que aún no existe. Las preferencias sobre lo existente constituyen información de actitud.

En el caso de un estudio sobre el uso potencial de una nueva autopista de cuota, la información que se investiga en los usuarios potenciales es de los tres tipos. Es importante conocer su nivel de ingreso y residencia, para considerarlo parte del mercado del proyecto. Por otra parte, es de gran importancia investigar sus hábitos de viaje, especialmente en relación a la ruta de la autopista. Finalmente, sus preferencias de seguridad, comodidad y tiempo de viaje al trasladarse por carretera permiten estudiar su posible disposición a pagar por ellas, siempre y cuando su nivel de ingresos lo respalde; no está demás investigar su opinión de las autopistas de cuota (considera justo el pago, recibe a cambio lo que espera, etc.).

Es más complejo obtener la información cuando la fuente es una persona que en los casos en que la fuente es un objeto o un proceso. La dificultad se debe, por una parte, a que no se puede obligar a una persona a proporcionar la información y, por otra, a que existe la posibilidad de que la persona mienta, lo que no es sencillo de verificar (aunque, como se verá adelante, se puede percibir). Las personas, en otro aspecto, no son objetos inertes o procesos que se repiten a la misma hora, los mismos días o meses, en el mismo sitio; continuamente se movilizan, modifican sus actitudes, sus condiciones socioeconómicas también varían en el tiempo y sus preferencias y opiniones sufren drásticos cambios, cada vez más frecuentes por la influencia de los medios de comunicación, que operan con eficiencia para influir en las personas.

Fuentes documentales de información

Las fuentes documentales o secundarias representan una gran ayuda en la obtención de información, cuando proceden de una fuente institucional cuya seriedad sea reconocida. En México existen fuentes documentales muy útiles para la planeación de obras de ingeniería; instituciones como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Comisión Nacional del Agua, Ferrocarriles Nacionales de México, El Banco de México, la Universidad Nacional Autónoma de México y otras de parecido reconocimiento, editan periódicamente datos de interés para el ingeniero civil. En este tipo de fuentes destaca en México el Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI), que es el responsable de la elaboración de los censos de población y vivienda y de los censos económicos (transporte, industria y servicios, agropecuario, entre otros), así como del levantamiento y edición de la cartografía del territorio nacional, en diferentes escalas y para distintos propósitos (topográficos, usos del suelo, edafológicos, etc). La cartografía del INEGI es de un valor incalculable y su precisión y vigencia se asegura ahora con las modernas técnicas de fotografía desde satélites o, a escalas menores, con la aerofotografía.

Cuando se recurre a información documental es importante verificar, por lo menos, lo siguiente:

- Institución que la emite
- Fecha de levantamiento de la información
- Periodicidad de actualización

- Propósito de la información (divulgación general o uso en un estudio específico)
- Método de levantamiento de la información

Estas características permiten calificar la confiabilidad y relevancia de la información que usará el planificador en su investigación.

b). Diseño de la investigación

Cuando se decide obtener información directa o primaria es necesario preparar con anticipación el levantamiento, de manera ordenada y metódica, mediante el diseño de la investigación que mejor asegure los resultados esperados.

Existen cuatro tipos básicos de diseño de una investigación:

- Diseño experimental
- Diseño longitudinal
- Diseño de panel
- Diseño correlacional

El diseño experimental es el más rigurosos de los cuatro; supone la observación de una base de información experimental, que se verá expuesta a un cambio, y una base de control, que no se verá afectada por el cambio. El método requiere la observación de ambas bases, experimental y de control, antes de introducir el cambio y después de ocurrido éste, con el cuidado de dejar transcurrir un tiempo suficiente para asegurar ya influyó en la base experimental.

	<i>INICIAL</i>	<i>POSTERIOR</i>
<i>EXPERIMENTAL</i>	Y_{1E}	Y_{2E}
<i>CONTROL</i>	Y_{1C}	Y_{2C}

La aplicación de este método es común en la planeación de obras hidráulicas. Supóngase que se construirá un puente a base de pilas en un lecho arenoso y que aguas abajo del puente, el río hace una curva pronunciada, en cuya margen exterior se localiza un poblado. Existe la duda sobre el efecto de las pilas en el comportamiento del fenómeno de socavación y depósito en esa parte del río, y se quiere estudiar pues existe la posibilidad de afectar a la zona habitada. Se hacen entonces observaciones antes de construir el puente y se obtienen valores Y_{1E} , para la zona de depósito y socavación del área urbana, y Y_{1C} para el fenómeno de depósito socavación en una zona no influida por el puente. De esta manera se conoce la relación entre las dos zonas, la afectada y la no afectada por la estructura, respecto al fenómeno de depósito y socavación natural del río. Una vez construída la estructura (lo que es probable que ocurra no en la estructura real sino en un modelo hidráulico), se verifican después los valores Y_{2E} y Y_{2C} , en los que se observará una diferencia relativa respecto a los pares de valores del tiempo 1, si la estructura altera el fenómeno de depósito

y socavación en la sección de interés.

El método longitudinal es menos estricto que el experimental ya que se refiere solo a una base de información a lo largo del tiempo; es decir, este método permite observar el comportamiento de una variable conforme transcurre un período preestablecido.

$$Y_1 \quad Y_2 \quad Y_3 \dots Y_n$$

La observación del aforo vehicular de un punto de una vialidad es un ejemplo de una investigación longitudinal. Se observa el número de vehículos que pasan por el punto de observación en diferentes días de la semana, del mes o de un año. Este tipo de observación permite conocer la influencia del tiempo en la variable.

El método de pánél observa dos o más bases de información, que representan a la misma variable, en diferentes tiempos. Este método tiene la limitante de aceptar que los datos observados de dos bases distintas son equivalentes. El método de pánél es una simplificación del método longitudinal en casos en que es imposible observar la misma base de información.

$$Y_1 \quad Y_2 \quad Y_3 \quad \dots Y_n$$

El estudio de la resistencia de un concreto fabricado en un proceso dado, aplica el método de pánél; el procedimiento es el de separar muestras de la mezcla en probetas. A cada una de estas probetas se le mide su resistencia a los 7, 14 y 28 días. Sin embargo, no es posible medir la resistencia de la misma probeta en los tres momentos, debido a la característica destructiva de la prueba, por lo que se supone que otra probeta tiene las mismas características que las destruidas en pruebas anteriores; esta simplificación, aún si se sabe que el concreto no es estrictamente homogéneo, es aceptable para los propósitos del experimento.

El cuarto método de investigación es el más empleado en la planeación de obras de ingeniería y se conoce como correlacional. Este método correlaciona dos variables observadas en bases de información en el mismo tiempo. Por supuesto que este método se puede combinar con el método longitudinal, si las bases pueden volverse a identificar, o con el de pánél, si no es posible identificarlas.

$$Y_1 \\ X_1$$

En los estudios de demanda de un sistema de transporte es común el empleo de este método de investigación. El consumo de gasolina de los poseedores de automóviles en relación a su nivel de ingreso es un caso de investigación correlacional; existen un sinúmero de casos de aplicación de este criterio.

c). Levantamiento de la Información por Encuesta

La información que se obtiene a través de las personas se investiga a través de una encuesta. La encuesta es un método sistemático de preguntas directas sobre temas específicos. Cuando la información se encuentra en un número pequeño, identificable y localizado de personas, la investigación puede ser exhaustiva y levantar lo que se conoce como censo.

La encuesta aplicada a los alumnos de cada grupo en las distintas materias que se imparten en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, para evaluar el desempeño de sus profesores, es ejemplo de un pequeño censo.

Rara vez existe la oportunidad de levantar un censo en una investigación; en general la población es muy grande y está dispersa, por lo que el costo y el plazo necesarios para el levantamiento de la información resultan generalmente grandes. Se aplica entonces el criterio de muestreo estadístico, que consiste en tomar una muestra relativamente pequeña de la población, de la que se obtiene la información que se busca, bajo el supuesto de que esta misma información es válida para toda la población.

Los análisis clínicos de sangre permiten ejemplificar, mediante la analogía, el concepto de muestreo estadístico. La diferencia fundamental es que una muestra de sangre, dada la homogeneidad del fluido sanguíneo, tiene exactamente las mismas características del volumen total en circulación en el cuerpo humano (la población), mientras que la información típica que se investiga en planeación no se halla distribuida de manera constante en toda la población, por lo que es necesaria la aplicación de métodos estadísticos para tener cierta certeza de la representatividad de la muestra.

El procedimiento general de una encuesta es el siguiente:

1. Definición de la información que se quiere obtener. Identificación de la variable mas importante.
2. Identificación de la población de interés.
3. Selección del método de muestreo.
4. Diseño del cuestionario.
5. Prueba piloto y ajustes al cuestionario.
6. Cálculo del tamaño de la muestra.
7. Capacitación de encuestadores y establecimiento de controles.
8. Aplicación de la encuesta y criterios de supervisión.
9. Codificación y procesamiento de resultados.

1. Definición de la información que se investigará

El primer paso en el diseño de una encuesta consiste en describir de la manera más precisa posible la información que se buscará en la investigación; es muy importante aislar esta información de cualquier otra que se pretenda obtener,

como subproducto de la encuesta, de manera de orientar los esfuerzos hacia ella. La información de interés puede estar expresada en más de una variable, por ejemplo, el nivel socioeconómico de una familia puede ser el resultado de su nivel de ingreso, el tipo de vivienda, el número y modelo de automóviles, sus hábitos de esparcimiento, el número de miembros en la familia, etcétera; sin embargo, la variable clave será el nivel de ingreso. La identificación de la variable (x) más importante en la investigación es de gran importancia en la validación estadística de los resultados, como se verá más adelante.

En una investigación sobre consumo de gasolinas en la ciudad de México, la información de interés es el consumo de gasolina, por mes, de un vehículo, su tipo, modelo y el nivel de ingresos de su propietario; además se aprovecha investigar el número de automóviles que posee el entrevistado, el número de miembros de su familia, su domicilio y la dirección de su trabajo, ya que estos datos pueden ayudar a establecer ciertos patrones de consumo en relación a ingresos, origen y destino de viajes, etcétera. Pero de toda esta información los datos verdaderamente importantes son el consumo de gasolina por período y el tipo y modelo de automóvil, datos que no pueden ser reemplazados por otros o la encuesta no tendrá utilidad. Por otra parte, la variable (x) más importante es el número de litros de gasolina que consume la persona entrevistada en un período dado.

2. Identificación de la población de interés (Marco de la investigación) y de la unidad de muestreo

El siguiente paso es definir claramente a qué población va dirigida la investigación; puede tratarse, por ejemplo, de toda la población del país, los habitantes de ciudades de más de 100,000 habitantes, los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México, los poseedores de automóviles registrados en el Distrito Federal, los clientes de cierta tienda de autoservicio, etcétera. Cualquiera que sea la población de interés, ésta debe responder al propósito de la investigación y cubrir el universo del fenómeno que se investiga.

Es evidente que si para conocer la opinión de los automovilistas del Valle de México respecto al programa "Hoy no circula", implantado como medida de control de la contaminación atmosférica, se define a la población como los automovilistas que llegan al campus de Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, se estará desvirtuando la investigación porque se obtendrá la opinión de otra población distinta a la de interés, aún cuando aquella sea un subconjunto de ésta.

Una vez definida la población de interés, o marco de la investigación, es necesario precisar su ubicación, desde el punto de vista del encuentro que se buscará para la entrevista. La ubicación idónea es el domicilio de los miembros de la población, pero no siempre es posible o práctico concertar la entrevista ahí, debido principalmente a que se afecta a la privacidad de las personas, derecho que defienden celosamente; el encuestado resulta más accesible cuando se halla en un medio público, como la calle, su oficina o un evento deportivo. Con frecuencia el sitio de encuentro puede tener relación con la variable (x) que se investiga, lo que debe tomarse en cuenta para elegir el sitio

de la entrevista.

En el ejemplo de la investigación del consumo de gasolina de los automovilistas de la ciudad de México, resulta muy obvio que los lugares idóneos son las gasolineras.

La unidad de muestreo representa al miembro de la población al que se le aplicará la encuesta. Aunque potencialmente todos los miembros de la población podrían ser entrevistados, se debe analizar cuidadosamente si la información que se investiga la puede proporcionar cualquier persona de la población; en la práctica, esto casi nunca ocurre cuando se investigan datos socioeconómicos (la población menor puede no tener la información o proporcionar un dato erróneo, aun cuando son parte de la población investigada), mientras que cuando se hacen sondeos de opinión o de actitud no solo cualquier miembro de la población puede dar la información, sino que se deben tomar en cuenta a todos en el proceso de selección.

Si se investiga el consumo de gas doméstico en una población, a través de una encuesta domiciliaria, la unidad de muestreo debería ser el conyuge que habitualmente está a cargo de las labores domésticas; aunque el consumo lo hacen todos los habitantes de la vivienda, solo uno de ellos puede, confiablemente, proporcionar la información.

En otro caso, si se hace un sondeo respecto a la opinión sobre un candidato a representante popular, las unidades de muestreo pueden ser cualquier habitante mayor de 18 años de la vivienda.

3. Selección del método de muestreo

El sesgo es el gran enemigo en las investigaciones mediante encuestas. El sesgo es un error sistemático que se comete en la aplicación de la encuesta y que conduce a que la información sea válida únicamente para un segmento de la población.

Si para conocer la opinión sobre la calidad y eficiencia de un sistema de transporte urbano en una ciudad, se entrevista a la muestra por teléfono, los resultados resultan sesgados, ya que se estará obteniendo la opinión solo de aquellos miembros de la población que tienen teléfono.

El sesgo es difícil de detectar y la mejor medida preventiva para evitarlo es la aplicación de un método de muestreo adecuado. La única condición para evitar el sesgo es que la muestra se seleccione de manera aleatoria en la población. La aleatoriedad de la selección significa que todos los miembros de la población tengan la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de la muestra.

La aleatoriedad se consigue, en el caso más simple, mediante una elección de la muestra por azar sin reemplazo, es decir, un miembro de la población elegido no es considerado para la próxima elección; a este método se le conoce como aleatorio simple sin reemplazo. El método aleatorio simple es difícil de aplicar en la práctica, debido principalmente a que no se dispone de una lista de la población (lista marco) de la cual elegir a los miembros para la muestra.

En el caso de muestras aleatorias de un material, como el caso de las pruebas que se hacen a tubos de concreto para obras de drenaje en una carretera, es posible emplear el método aleatorio simple si se considera como la población a los elementos fabricados en un proceso dado o los lotes recibidos en una obra de construcción; los tubos pueden numerarse y luego, mediante la elección de números aleatorios, seleccionar a la muestra.

El método aleatorio simple sin reemplazo tiene el inconveniente de que puede sesgar la muestra cuando la distribución de la población se halla estratificada, ya sea por alguna de sus características o por su distribución espacial. Como la selección aleatoria simple solo asegura que la elección se hace al azar, es posible que alguno o algunos de los estratos de la población no queden representados en la muestra.

Si se deseara investigar los hábitos de transporte de la población de una ciudad media de México (las ciudades medias se consideran aquellas de entre 100,000 y 1,000,000 de habitantes), se debe prever que dichos hábitos tienen que ver con las características de las diferentes zonas de la ciudad, principalmente respecto de su condición socioeconómica y de la infraestructura y servicio de transporte disponibles en cada una de ellas. La encuesta debería, por lo tanto, cubrir a todas las zonas de la ciudad, condición que no se puede asegurar con el método aleatorio simple sin reemplazo.

Para garantizar la representatividad de todos los estratos de la población, se emplea el método de selección aleatoria por estratos. Bajo este criterio se elige el número necesario de miembros de población que compondrán la muestra de manera proporcional a la población de cada estrato; así, si N es la población total y n_1, n_2, \dots, n_i , las subpoblaciones de los estratos $1, 2, \dots, i$, la muestra debe tomarse de la siguiente manera:

<i>ESTRATO</i>	<i>MUESTRAS QUE SE TOMARAN</i>
1	$(n_1 / N) * N$
2	$(n_2 / N) * N$
.	.
.	.
<i>i</i>	$(n_i / N) * N$

Cuando se conoce el número de miembros de la población que se va a investigar en cada estrato, la dificultad surge ahora en la forma de seleccionarlos de manera aleatoria. La ubicación espacial de los miembros de la población es muy importante para planear su selección, ya que si se les buscara en su domicilio la selección aleatoria podría ser la de una manzana y, posteriormente elegir, también aleatoriamente, a una vivienda de esa manzana. Sin embargo, si la entrevista se planea realizar fuera del domicilio del miembro de la población elegido, la dificultad para aplicar el método estratificado es mayor. Una posibilidad es encontrarlos en paradas de transporte público, gasolineras, centros comerciales, etc. En cualquier caso, debe cuidarse que se cumpla la cuota de cada estrato definido, aunque se tengan que hacer más encuestas de las calculadas, debido a que si la entrevista ocurre en un sitio

público, al que pueden concurrir los miembros de todos los estratos, existirá la posibilidad de cubrir la cuota de un estrato en exceso y en otros no cubrirla.

Cuando la elección de un miembro de la población se dificulta con los métodos aleatorios simple y estratificado, se emplea el método de conglomerados. Este método supone la existencia de la población de interés y de una subpoblación cuyos miembros se componen de muchos miembros de la población de interés.

En la investigación de los hábitos de transporte del ejemplo anterior, es posible que la ciudad quede dividida en un número de zonas muy grande (lo que ocurre en ciudades de más de 500,000 habitantes), y que el costo y duración de la investigación excedan a lo previsto. Es necesario, entonces, elegir primero, en forma aleatoria, una muestra de las zonas, es decir investigar solo a un número limitado de zonas. Una vez seleccionadas las zonas, se establece el número de muestras que se requiere en cada una de ellas y se escogen también aleatoriamente; en este caso se estaría aplicando un muestreo por conglomerados bietápico, ya que la selección aleatoria se aplica en dos etapas (la de las zonas y la de los miembros de la población seleccionados en cada zona). A veces es imposible seleccionar a los miembros de la población de cada zona directamente, en forma tal que se asegure la aleatoriedad, por lo que se recurre a otra etapa de elección; por ejemplo, las manzanas de la zona y luego la vivienda de la manzana elegida; en este caso se seleccionaría a la muestra mediante el método de conglomerados en tres etapas, pues se estaría aplicando el muestreo aleatorio tres veces (primero la zona, luego la manzana de las zonas elegidas y, finalmente la vivienda de las manzanas seleccionadas).

En procesos de selección de la muestra en los que los miembros de la población se presentan en un punto de manera ordenada y en líneas de espera, como en el caso de casetas de cobro o gasolineras, puede emplearse el método de selección sistemático, que consiste en elegir a un miembro de la población de cada k miembros que arriban al punto de entrevista, en donde k es un número aleatorio previamente seleccionado.

En esta etapa se decide, también, la forma en que se va a aplicar la encuesta; existen, en general, cuatro formas de entrevista:

- Por correo
- Por teléfono
- Entrevista personal
- En grupos

El envío del cuestionario por correo tiene, en general, muy baja respuesta, lo que obliga a considerar hasta diez veces más cuestionarios de los calculados para validar la encuesta; además, al no existir contacto con el entrevistado se pierde la oportunidad de aclarar preguntas no comprendidas y de estimular al entrevistado para que responda.

La entrevista por teléfono permite establecer contacto verbal con los miembros de la población elegidos para la encuesta, pero tiene el inconveniente de que puede dar lugar a muestras sesgadas, al formar parte de la población elegible

solo aquellos que tienen teléfono.

La entrevista personal es, sin duda, la más confiable. El índice de rechazo suele ser bajo y es posible, cuando el encuestador tiene experiencia, detectar la veracidad de las respuestas.

Es común que se aprovechen grupos de miembros de la población, que se reúnen por razones afines al propósito de la encuesta. Por ejemplo, si la población la constituyen los empleados de una dependencia del gobierno, es muy conveniente aprovechar que se encuentran reunidos en sus oficinas durante las horas de trabajo, para aplicar la encuesta, sin descuidar, por supuesto, la aleatoriedad de la selección.

4. Diseño del cuestionario

Para preparar las preguntas que se harán a los miembros de la población seleccionados, deben tomarse en cuenta las siguientes condiciones:

- Que el entrevistado pueda dar la respuesta en el sitio y momento de la entrevista.
- Que las preguntas sean comprendidas de la misma manera por todos los entrevistados.
- Que no existan preguntas que generen rechazo en los entrevistados (una pregunta típica de este tipo es la que investiga el nivel de ingreso de las personas; en estos casos es preferible plantear la pregunta en términos de rango de ingresos).
- Que no existan preguntas que conduzcan a respuestas excluyentes (por ejemplo: Pregunta 1, qué modo de transporte usa para viajar a su trabajo?; Pregunta 2, usa el metro para trasladarse a su trabajo?).
- Evitar preguntas de respuesta anticipada, por obvias (Le gustaría que operara un nuevo sistema de transporte urbano de lujo en el área donde vive?).
- Que la longitud del cuestionario sea consecuente del tiempo disponible para cada entrevista.
- Que las preguntas que investigan la variable de interés (x) sean cerradas (de opción múltiple).

- Incluir preguntas de control, que ayuden a verificar la certidumbre de las respuestas (por ejemplo, investigar en una pregunta el origen y destino del viaje al trabajo y en otra, de preferencia no inmediata a la anterior, el modo y tiempo de viaje al trabajo; ambas respuestas deben guardar correspondencia).

Es conveniente explicar brevemente, al inicio de la entrevista, el uso que se dará a la investigación, con objeto de garantizar anonimato en las respuestas e involucrar al entrevistado en el cuestionario. Si se les explica que el uso de la investigación será, por ejemplo, el de planear un sistema de transporte más eficiente, probablemente el entrevistado participe con mayor entusiasmo que si se le dice que el uso será el que una empresa privada evalúe si invierte o no en un sistema de transporte urbano; aunque en ninguno de los casos se le está mintiendo, con la segunda versión podría tender a mentir para, por interés personal, invitar a la empresa a que invierta, pues nunca está de más un mejor sistema de transporte aunque la decisión de usarlo la tome posteriormente.

Debe cuidarse también el diseño del formato del cuestionario, para que resulte fácil de llenar en el momento de la entrevista y se disponga de espacio para la codificación posterior de las respuestas.

5. Prueba piloto y ajustes al cuestionario

Cuando se cuenta con una primera versión del cuestionario, es conveniente probarlo mediante la aplicación de una prueba piloto a un número limitado de miembros de la población. El propósito de la prueba piloto es el de medir la eficiencia del cuestionario en términos de:

- Comprensión de las preguntas por parte de los encuestadores.
- Comprensión equivalente de las preguntas por los entrevistados (todos entienden lo mismo de una misma pregunta).
- Posible rechazo a ciertas preguntas.
- Tiempo de aplicación de la entrevista.
- Aceptación general de los entrevistados al motivo de la investigación (eficiencia de la explicación inicial).

Para que la prueba piloto sea realmente útil es conveniente aplicar los criterios de selección aleatoria que se hayan establecido para la encuesta completa. Esta condición responde también a la necesidad de conocer la dispersión (S) del valor de la variable (x) que se investiga en la población, dato que es necesario para calcular el tamaño de la muestra, como se verá adelante.

6. Cálculo del tamaño de la muestra.

Los datos que se obtienen de una encuesta deben tener dos cualidades: ser relevantes y representativos de la población. La relevancia se obtiene mediante un diseño cuidadoso del cuestionario, mientras que la representatividad se asegura con un proceso aleatorio de selección de los miembros de la población y con un tamaño de muestra adecuado.

La representatividad significa que:

$$x_{med} = X_{med}$$

en donde:

x_{med} = Media de la muestra

X_{med} = Media real de la población

El tamaño de la muestra depende de varios factores: primero, del grado de dispersión (S) de la variable (x) en la población; segundo, del error que se acepta en el muestreo; y tercero, del grado de confianza que se desea tener de que el error real esté efectivamente dentro de los límites del error aceptable. Es notable que para poblaciones muy grandes (generalmente cuando el tamaño de muestra " n " no excede al 10% del tamaño de la población " N ", es decir, cuando se cumple $n < 0.1N$), el tamaño de la muestra es independiente del tamaño de la población; la relación del tamaño de la muestra con la población se manifiesta solo en la dispersión del valor de la variable (x).

Si se realizara una encuesta con objeto de conocer la edad de dos grupos: los 9,000 alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y los asistentes a una sala de cine con capacidad para 500 personas, es seguro que se requerirá, para el mismo error aceptable, una muestra más pequeña en el primer caso, en el que la edad de la población fluctuará entre los 19 y 24 años (una dispersión pequeña), mientras que en la segunda población la edad puede variar desde 8 o 10 años hasta 70 u 80 años (una gran dispersión).

El tamaño de la población se calcula con la siguiente expresión:

$$n = S^2/s^2$$

en donde:

n = Tamaño de la muestra

S^2 = Variancia de la población

s^2 = Variancia de la muestra

Por otra parte:

$$s = e/Z$$

en donde:

s = Desviación estándar de la muestra

e = Error máximo aceptable

Z = Medida de dispersión en número de errores estándar en la distribución normal

El valor de Z es de 1.96 errores estándar, si se quiere cubrir el 95% del área a la izquierda de él; de esta manera se tendría un 95% de confianza de que el error de la muestra será menor o igual al error máximo aceptable; el riesgo existe aún, pero solo es del 5%, a lo que se le conoce como nivel de significancia. Aunque, como se deduce de las fórmulas, si se reduce el valor de Z , es posible reducir, para el mismo error, el valor de s y s^2 , y por lo tanto reducir el tamaño de la muestra n , no es conveniente hacerlo debido a que se reduce la certeza del error aceptable, al desplazar el valor de Z hacia la izquierda en la curva de distribución normal. Si por razones de tiempo o presupuesto es necesario reducir el tamaño de la muestra, es preferible aumentar el error máximo aceptable, pues de esta manera se tendrá una medida cuantitativa y precalculada de los resultados de la encuesta.

Otro criterio de manejo del error en la muestra consiste en fijar una cuota de encuestas, es decir, preestablecer un número dado de encuestas n y deducir, después, y ya conocidos s^2 y S^2 , el valor del error e , para diferentes grados de confianza (Z).

Para calcular el tamaño de muestra se necesita conocer la dispersión de la variable en la población (S), dato que evidentemente no se conoce, ya que precisamente se están tratando de investigar las características de la población. Para salvar esta limitación se acepta como válida la hipótesis de que la dispersión de la población S , a diferencia de la media X , se puede inferir de la dispersión de una muestra tomada aleatoriamente y que no depende de un tamaño específico de muestra. Con este criterio, el valor de la desviación estándar de la población se puede calcular a partir de la prueba piloto, de la que se sugiere aplicar de 20 a 50 entrevistas de manera que se defina la distribución de los valores de la variable x y se obtenga un valor característico de la población para S .

Para fijar el valor del error máximo aceptable (e), se debe evaluar su impacto en el cálculo que se hará con la variable x . En algunos casos deberá tomarse el valor $x + e$, y en otros $x - e$.

Si se calcula el consumo mensual de gasolina per cápita para estimar el suministro de gasolina a una población, debe tomarse $x + e$, para evitar subdiseñar el sistema y provocar escasez en el suministro de gasolina. Si la investigación tiene el objeto de calcular el aforo probable en una autopista de cuota, debe aplicarse $x - e$, pues de otra manera se podría sobrestimar la demanda.

En la fórmula que permite calcular el tamaño de muestra se puede observar que existen al menos dos hipótesis concurrentes: suponer que el grado de confianza asegura, con la probabilidad establecida, que la media de la muestra caiga dentro del rango de error aceptable y aceptar que la dispersión calculada a partir de una prueba piloto es un buen estimador de la dispersión de la población; y que, en general, todo el proceso de diseño de la encuesta está asentada sobre consideraciones propias del método experimental. Por estas razones, el planificador debe aceptar a los resultados de una encuesta como una orientación adecuada sobre el valor de la variable x , pero de ninguna manera como datos precisos.

Se requiere calcular el peaje máximo probable que los usuarios de una nueva autopista están dispuestos a pagar y se ha hecho ya una prueba piloto con los siguientes valores:

ENTREVISTA No	PEAJE ACEPTABLE
1	10.00
2	12.00
3	15.00
4	18.00
5	9.00
6	8.00
7	16.00
8	11.00
9	6.00
10	19.00

Por razones del impacto previsible en el análisis financiero, no se acepta un error mayor a \$1.50, y se pide un grado de confianza del 95%.

El tamaño de la muestra resulta de:

$$n = S^2/s^2$$

De la prueba piloto:

$$S = 4.402 \text{ y } S^2 = 19.377$$

y:

$$s = e/Z = \$1.50/1.96 = 0.765$$

$$s^2 = 0.585$$

por lo que se necesitan:

$$n = 19.377/0.585 = 33 \text{ entrevistas}$$

Cuando los datos que se manejan en la encuesta son proporciones en dos respuestas únicas, lo que con mucha frecuencia ocurre en encuestas de opinión, en las que el resultado es que una proporción de los encuestados responda en un sentido y el complemento en otro. En este caso, el tamaño de la muestra se calcula con la siguiente expresión:

$$n = Z^2 * p(1-p)/e^2$$

en donde:

- n = Tamaño de la muestra
- Z = Medida de dispersión en número de errores estándar en la distribución normal
- p = Proporción observada en el premuestreo para la variable que se desea probar
- e = Error máximo aceptable de la proporción que se mide

Obsérvese que $p(1-p)$, representa la varianza de la población S^2 , de la fórmula para datos escalares continuos. De esta manera se infiere que el mayor grado de dispersión que se puede observar en una población respecto a una variable binaria, se presenta cuando la mitad de la población responde en un sentido y la otra mitad en otro, para la que la dispersión adquiere el valor de $(0.5) * (0.5)$ ó 0.25, y del que resulta el mayor tamaño de muestra posible para una misma significancia y un mismo error aceptable.

Cuando se investiga la opinión de la población en relación a si está o no de acuerdo con la medida de continuar el programa "no circula", en la Ciudad de México, que proscribe el uso del automóvil particular un día de la semana laboral, la población se manifiesta con dos opiniones: "sí debe continuar el programa" o "no debe continuar el programa". Se prepara un premuestreo y se obtiene el siguiente resultado:

- "sí debe continuar el programa" : 48%
- "no debe continuar el programa" : 52%

Si se desea un error máximo del 2%, en la muestra, con nivel de significancia del 95%, de qué tamaño debe ser la muestra?

$$n = Z^2 * p(1-p)/e^2$$

$$n = 1.96^2 * (0.48 * (1-0.48)) / (0.02)^2$$

$$n = 2,398 \text{ encuestas}$$

7. Capacitación de encuestadores y establecimiento de controles

El paso previo a la aplicación formal de la encuesta consiste en capacitar a los encuestadores; debe tomarse en cuenta que en la mayoría de los casos los

entrevistadores, no tienen estudios profesionales por lo que el proceso de capacitación es de gran importancia para garantizar el éxito de la encuesta.

La capacitación debe orientarse hacia los siguientes objetivos:

Los encuestadores deben entender el objeto de la encuesta.

Homologar el entendimiento de las preguntas del cuestionario.

Analizar las preguntas que se anticipen, por lo observado en la zona.

Probar piloto o premuestreo, que puedan originar rechazo y proponer alternativas.

Establecer los criterios de selección aleatoria de los entrevistados.

Familiarizar a los encuestadores con la zona en la que aplicarán la encuesta.

Practicar la introducción de la encuesta; esta actividad es de gran importancia debido a que con mucha frecuencia se extiende el tiempo de la investigación por la inhabilidad de los encuestadores para convencer a los entrevistados para que respondan el cuestionario, lo que conduce a cuotas diarias muy pequeñas.

Existen dos riesgos, además del sesgo, en las investigaciones por encuesta: que el entrevistado mienta o que el encuestador invente las respuestas, ambas resultan en conclusiones equivocadas, que si aparecen como práctica generalizada pueden invalidar toda la encuesta. Se requiere establecer algunos controles que permitan inferir estas anomalías. La formulación de preguntas de control, cuya respuesta debe ser congruente con otras preguntas del cuestionario, ayudan a este propósito, tal como se describió antes. Si se detecta que un cuestionario contiene respuestas contradictorias, respecto a las preguntas de control, este cuestionario se debe rechazar.

Aplicación de la encuesta y criterios de supervisión.

La aplicación de la encuesta requiere de una planeación logística cuidadosa, con el objeto de no perder tiempo en actividades de organización en el sitio mismo de las entrevistas. Cada encuestador debe saber a qué zona dirigirse, debe disponer de transporte y de todo el material necesario (tablas con clips, suficiente papelería y material de escritura). Es necesario que cada encuestador ostente un gafete con su nombre y el de la dependencia que patrocina la investigación y, de preferencia, uniformado con un chaleco distintivo. En la medida en que los potenciales entrevistados perciban seriedad en el trabajo, a

es decir, ambas no pueden ser verdaderas y falsas al mismo tiempo. Las hipótesis deben ser exhaustivas, por lo tanto no pueden haber otras posibilidades.

La hipótesis de la investigación plantea generalmente la evidencia de un cambio en la variable, como consecuencia de un cambio que se introdujo en la población; por lo tanto las hipótesis alternativa y nula serán, respectivamente: $H_1: med_1 \neq med_0$ y $H_0: med_1 = med_0$. Una hipótesis nula es la hipótesis de que no hubo cambio en la variable. Una hipótesis alternativa es la hipótesis de que hubo cambio en la variable. La hipótesis nula se plantea generalmente en términos de igualdad, mientras que la hipótesis alternativa se plantea en términos de diferencia. En donde:

med_1 = Valor esperado de la variable X en la población bajo investigación

med_0 = Valor esperado de la variable X en el resto de la población

La hipótesis alternativa reconoce que hubo un cambio en la población investigada, al aceptar diferentes valores esperados de la variable X , en ambas poblaciones. La hipótesis nula, por lo contrario, no acepta que hubo cambio, pues los valores esperados de la variable permanecen iguales.

Si hubiera cambio en la variable entonces se podría plantear:

$$X = med_0 + d + E$$

en donde:

X = El valor de la variable en la población investigada

d = Constante que representa la diferencia entre la media de la población investigada y la media del resto de la población: $d = med_1 - med_0$.

E = Variable de dispersión que denota la desviación de la media de X respecto de med_0 .

La hipótesis nula se acepta si $d = 0$, y la hipótesis alternativa se rechaza.

b). Correlación de variables

Las técnicas de correlación entre dos o más variables constituyen un método de búsqueda de la relación causa-efecto mediante la aceptación previa de la hipótesis de que una o más variables determinan el comportamiento de otra.

La correlación lineal simple relaciona a dos variables, una dependiente de la otra, es decir, la variable que constituye la causa es la conocida como independiente, mientras que la variable dependiente representa al efecto del fenómeno.

La correlación puede ser múltiple, cuando la variable dependiente es función de más de una variable. En la práctica cuanto más complejo es el modelo de correlación menos confiable es la conclusión de la relación causa-efecto.

Una tendencia común es la de suponer que las relaciones causa-efecto son necesariamente lineales; lo cierto es que en el mundo físico de la ingeniería son raros, si no inexistentes, los fenómenos lineales. Lo relevante para considerar a un fenómeno como lineal es observar el horizonte de análisis del fenómeno y precisar si para ese período la línea recta relaciona satisfactoriamente a las variables; si ese es el caso, puede aceptarse la simplificación.

En muchos casos es necesario revisar otros modelos no lineales que ayuden a establecer una correlación más precisa. En realidad es posible establecer modelos matemáticos de cualquier forma no lineal, práctica muy común en la Econometría, sin embargo, la calibración de esos modelos puede resultar complicada y su validez limitada. Es preferible aceptar una relación que presente la forma de una ecuación conocida y con una expresión matemática simple.

Los modelos no lineales más comunes son:

- Modelos exponenciales
- Modelos potenciales
- Modelos a un límite
 - . Exponenciales
 - . Recíprocos
 - . Gompertz
 - . Logístico

Cuando se elige un modelo no lineal es más importante estudiar la validez de los límites de aplicación del modelo que aceptar al modelo solo por su coeficiente de correlación (el coeficiente de correlación es una medida de la precisión del modelo, en términos de qué tan cerca de la curva caen los valores de las variables). Por ejemplo, el uso de un modelo exponencial para proyectar el crecimiento de población de una colonia en una ciudad no es válido en su límite superior, debido a que este límite es infinito, lo que no es real, debido al límite que impone el espacio físico para los habitantes de la colonia (este fenómeno se observa en la ciudad de México, cuyo crecimiento se ha detenido, mientras que en la jurisdicción conurbada de Estado de México, por disponer aún de espacio urbano, el crecimiento es muy grande).

La mayoría de los fenómenos que se estudian en ingeniería tienen un límite físico, por lo que los modelos a un límite son de gran utilidad.

c). Sistemas expertos

Una técnica de diagnóstico en desarrollo es la de los Sistemas Expertos. Mediante el empleo de la computadora y el desarrollo de programas que emplean técnicas de razonamiento lógico, basadas en los principios de comunicación y lingüística humana, se pretende crear inteligencias artificiales que no solamente respondan a un problema de acuerdo a información almacenada en una memoria electrónica, sino que sean capaces de combinar esa información e identificar nuevos códigos de los símbolos resultantes, para llegar a conclusiones nuevas, que son a su vez almacenadas como nueva información para la memoria.

Aunque estas técnicas se hallan en fase de investigación y desarrollo, es indudable que pueden llegar a constituir una poderosa herramienta de diagnóstico, pues la comprensión de la relación causa-efecto tiene como punto de partida la experiencia previa y la combinación de varias experiencias previas.

Un campo de investigación de los sistemas expertos es el de la industria de la construcción, en la que los fenómenos se refieren a procesos artificiales que constituyen experiencias capaces de guardarse en una memoria y combinarse para obtener nuevas conclusiones (ver "Computer Applications in Construction"; Boyd C Paulson. McGraw Hill, 1995).