

TEMA 1: RÉGIMEN DE ESTUDIO Y ORGANIZACIÓN DE LA CARRERA

Estructura de la carrera:

Las carreras de Ingeniería de FIUBA están estructuradas en dos ciclos: el Ciclo Básico Común y el Ciclo Superior.

- ★ El CS se encuentra integrado por 41 materias obligatorias (222 créditos) y una cantidad variable de materias optativas (34 créditos).
- ★ Esto da un total de 256 créditos a aprobar.
- ★ Para obtener el título además se les solicita acrediten conocimientos de idioma inglés y realicen una Práctica Profesional/Social.
- ★ La duración prevista del CS es de 5 años.

El título que otorga la FIUBA es generalizado, es de INGENIERO CIVIL (no de ingeniero en transporte, en construcciones, ingeniero hidráulico)

Condición de alumno regular

Para mantener la condición de alumno regular es necesario que se cumplan por lo menos una de las siguientes 3 condiciones:

- ★ Aprobar como mínimo 2 asignaturas en 2 años consecutivos.
- ★ No superar en materias aplazadas el equivalente a 1/3 de los créditos de la carrera (84 créditos es lo máximo que se puede aplazar)
- ★ La carrera no debe superar los 12 años de duración

Clasificación de materias:

Ciencias básicas: Las Ciencias básicas tienen por objetivo el conocimiento de los principios fundamentales de la naturaleza y constituyen el sustento académico inicial para la carrera. *ej: MATEMÁTICAS, FÍSICAS, QUÍMICA, MEDIOS, IIC*

Tecnologías básicas: El objeto de las tecnologías básicas es conocer las ciencias físicas y químicas orientadas a la Ing. Civil. *ej: MECÁNICA DEL SÓLIDO: ESTABILIDAD - MECÁNICA DE LOS FLUIDOS: HIDRÁULICA - CIENCIAS MATERIALES: MATERIALES Y SUELOS.*

Tecnologías aplicadas: Buscan conocer los métodos específicos de que se vale un profesional para resolver problemas. *ej: HORMIGÓN, ESTRUCTURAS METÁLICAS, INSTALACIONES, CONSTRUCCIONES, CAMINOS, AEROPUERTOS, PUERTOS, FERROCARRILES, HIDROLOGÍA, INGENIERÍA SANITARIA, HIDRÁULICA.*

Etimología de la palabra ingeniero

La teoría de dónde surge el término de "ingeniero" más aceptada es que se deriva del término inglés "engine'er". Este viene a que a fines del siglo XVIII en vísperas de la Primera Revolución Industrial, había un técnico que acompañaba a cada máquina de vapor y empezó a llamarse "ingeniero civil", para diferenciarse del constructor de máquinas militares.

TEMA 2: ROLES DEL INGENIERO CIVIL

¿Qué es la ingeniería?

Se puede definir como: El arte de aplicar los conocimientos científicos a la eficiente conversión de los recursos naturales para beneficio del hombre.

Son datos conocidos la necesidad a satisfacer y los recursos con los que se cuenta, el resultado es un bien material o un servicio. La función del ingeniero es determinar este camino para alcanzar la solución del problema. Lo que debe resolver el ingeniero es el CÓMO lograr la transformación.

Bienes o servicios, resultado del trabajo de los ingenieros

Se pueden agrupar en tres grandes grupos, en coincidencia con los tres departamentos terminales de la carrera cómo está estructurada en la FIUBA:

CONSTRUCCIONES O ESTRUCTURAS: Viviendas (edificios, barrios de viviendas); hospitales, escuelas, fábricas; líneas de alta tensión; puentes, túneles; represas.

TRANSPORTE: Caminos (rutas, autopistas); ferrocarriles; puertos, vías navegables; aeropuertos

HIDRÁULICA: Captación, tratamiento y distribución de agua; tratamiento de efluentes cloacales; redes de desagües pluviales; obras de riego y drenaje; centrales hidráulicas; redes de gas y oleoductos

Anteproyecto (Etapas)

Identificación del problema: Un problema definido de manera adecuada, es un problema parcialmente resuelto. Plantear correctamente el problema es un paso importante hacia su solución.

Recopilación de información: Reunir la información y los datos que se precisa para resolver el problema. El tipo de información dependerá de la naturaleza del problema a resolver.

Búsqueda de soluciones creativas: Identificar soluciones creativas

Paso de la idea al **diseño preliminar**

Evaluación y selección de la solución preferente: Se descartan ideas que no funcionan y se generan planos y diseños generales. Se elige la solución más adecuada.

Informes, planos y especificaciones

Implementación del diseño

Etapas de una obra

Para ver los roles que puede desempeñar un ingeniero civil, podemos comenzar por conocer las distintas etapas de una obra. Muchas veces no están completamente definidas en su progresión en el tiempo, por ejemplo podrían dejarse las definiciones finales del Proyecto según las posibilidades de las empresas que compiten para la contratación, y en función de ello, los detalles pueden ser definidos al tiempo que ya comenzó la construcción.



Cada paso del proceso creativo viene acompañado con una documentación y un presupuesto asociado.

Proyecto

Cada paso del proceso creativo viene acompañado con una documentación y un presupuesto asociado.

Consultora

- Una empresa Consultora está formada por un conjunto de profesionales de distintas especialidades que son las encargadas de estudiar y llevar adelante el Proyecto o la Dirección de Obra o ambas a la vez.

- Estos equipos intra y multidisciplinarios suelen estar integrados no solo por ingenieros civiles en sus diferentes especialidades: estructuras, transporte, hidráulica, instalaciones, etc., sino también por otras disciplinas arquitectos, abogados, contadores, etc.

- El Ingeniero debe tener conocimientos adecuados para dialogar con las otras especialidades. Podrá carecer de conocimientos específicos pero debe tener una idea de los temas que abordan.

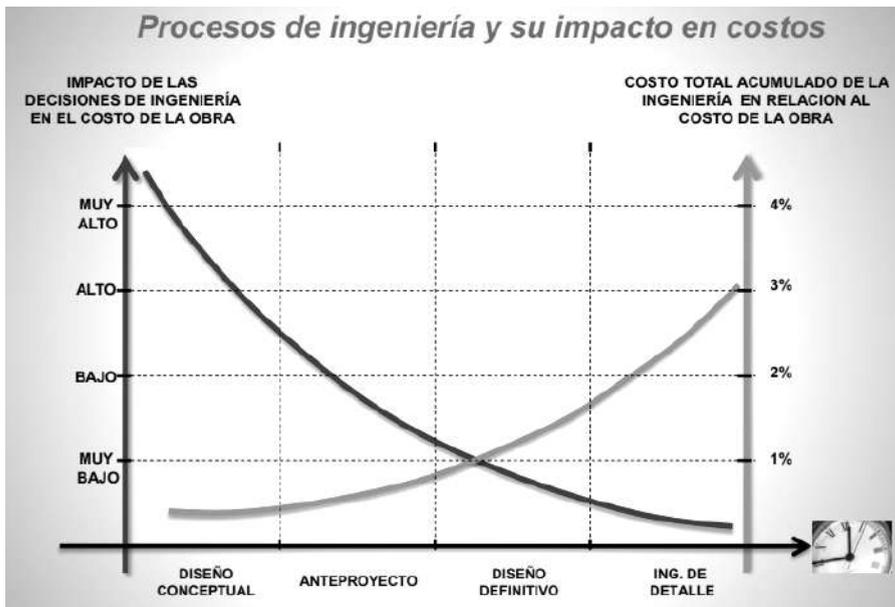
- Este concepto es el que justifica la amplitud de conocimientos que se brinda en la formación de un profesional.

- Hoy en día es una realidad la comunicación en el mismo instante en diseños constituidos por Ingenieros localizados en países diferentes, transmitiendo sus productos electrónicamente a un único centro neurálgico que puede estar en cualquier punto del planeta.

Contratación

Hay 2 figuras en la contratación de obras: **COMITENTE:** quien necesita la obra // **CONTRATISTA:** quien ejecuta la obra (Empresa Constructora)

Existen 3 formas de realizar la contratación de una obra, dependiendo de las características y envergadura de la misma. Estas son:



Licitaciones

- El proceso licitatorio se origina en la confección de un pliego de condiciones por parte del comitente. Por lo general está conformado por dos documentos, aunque pueden ser más:

- ~ Pliego de condiciones generales
- ~ Pliego de condiciones particulares
- Las empresas interesadas deben adquirir el pliego (gratuito o no) como condición para presentarse a la licitación. En la fecha establecida para las presentaciones deben entregarse dos sobres sin identificación de a qué empresa pertenecen:
 - Sobre 1: Se da cuenta de la capacidad técnica (tipo de solución, maquinaria, recursos humanos, etc) para realizar la obra
 - Sobre 2: Oferta económica y financiera
- Las empresas que queden clasificadas luego de la apertura del Sobre 1, competirán por cuál es la que puede realizar la obra por el menor costo. Será ganadora la empresa que haya pasado la primera ronda y ofrezca el menor precio y financiación para realizarla.

Construcción

Es constructor aquel que disponiendo de un proyecto, debe EJECUTAR la obra. Deberá organizar los factores de la producción, que son: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPOS, RECURSOS ECONÓMICOS, RECURSOS FINANCIEROS, ORGANIZACIÓN Y METODOLOGÍA PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS

Empresas constructoras

Quien ejecuta la obra será la EMPRESA CONSTRUCTORA. Existen diferentes empresas que pueden clasificarse de las siguientes maneras:

- ★ Clasificación de empresas según su tamaño: Unipersonal - Pequeña - Mediana - Grande
- ★ Clasificación según la naturaleza de los capitales: Pública - Privada - Mixta: PPP (participación público privada)
- ★ Clasificación según el alcance de sus obras: Nacional - Multinacional

La función del ingeniero dentro de una empresa depende en gran medida del tipo de empresa que se trate.

Para el caso de las pequeñas o medianas empresas (PYMES), el ingeniero debe cumplir el rol de "hombre orquesta". Su carrera depende en gran medida de sus cualidades personales y de su iniciativa. Debe reunir las condiciones de ser versátil y flexible, ser ejecutivo y lograr lidiar con múltiples responsabilidades. Si se tratara de una gran empresa, las funciones del ingeniero son mucho más especializadas, puede lograr escalar en su carrera dentro de la empresa, tendrá más seguridades económicas para libertades más restringidas, tendrá acceso a obras de gran envergadura, dentro de un grupo grande de trabajo.

Roles del ingeniero civil

Equipo de la ingeniería

Dentro de los equipos técnicos los diferentes actores asumen responsabilidades diversas. Todos los trabajos son importantes y el éxito de un proyecto u obra dependen en gran medida de las condiciones de todos los actores. Se pueden distinguir 3 tipos de actores, en orden de jerarquías:

El ingeniero es quien diseña, investiga, planifica, innova, crea, desarrolla y supervisa.

El técnico es quien dibuja, estima, inspecciona, recolecta datos, mide y conduce

El operario es quien opera equipos, utiliza su mano de obra y habilidades

En el proceso de una obra

Existe un equipo de ingeniería que representa al comitente, solicitando, controlando y aprobando y otro que se encuentra ejecutando la obra, que es el equipo de la empresa constructora contratista. Representando al comitente se pueden distinguir dos equipos: quién realiza la dirección de la obra, y quien realiza la inspección de la obra. Muchas veces ambos roles pueden fundirse en la figura de Project Management.

DIRECTOR DE OBRA: Persona o Empresa que contrata el Propietario (COMITENTE) para proporcionarle asesoramientos sobre la marcha del proyecto y de las etapas de obra.

Representando a la empresa contratista se puede distinguir al responsable técnico y al jefe de obra.

REPRESENTANTE TÉCNICO: Responsable técnico legal de la construcción (Requerimiento en la Obra Pública).

JEFE DE OBRA: Responsable de la construcción "a pie de obra".

Si bien ambas partes trabajarán para llevar a buen término las obras, el acento estará puesto en diferentes sitios para cada actor. El comitente dará prioridad a la calidad, luego a los plazos y por último a los costos. El contratista querrá minimizar los costos al máximo, terminar lo antes posible con una calidad aceptable.

Según las especialidades

Por último se puede clasificar los roles de los ingenieros según las especialidades que elijan para su desarrollo profesional.

PROYECTISTA: prepara el conjunto de elementos gráficos y escritos que definen la obra.

ESTRUCTURALISTA: proyecta y dimensiona la estructura

GEOTÉCNICO: estudia las propiedades mecánicas y hidráulica de los suelos y rocas

EMPRESARIO: es la tarea típica del Constructor
OPERACIÓN: ej: programa de operación de un sist. ferroviario
MANTENIMIENTO: ej: mantenimiento de las instalaciones de un edificio
INVESTIGACIÓN: creación del conocimiento
DOCENCIA: difusión del conocimiento

Otras funciones son Peritajes, Tasaciones



TEMA 3: LABORATORIO

LAME en FIUBA

En la sede de Las Heras de la FIUBA existe un Laboratorio de Materiales y Estructuras (LAME). Físicamente el LAME posee un edificio propio, construido en la década de 1960.

Las funciones del LAME dentro de la FIUBA se orientan básicamente a realizar: *DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS A TERCEROS*

Las áreas principales de incumbencia del LAME son, como su nombre lo indica, los Materiales y las Estructuras empleados en el campo de la Ingeniería Civil y la Ingeniería Mecánica, sin ser estos campos excluyentes, ya que ocasionalmente se extienden a la ingeniería naval, la biomecánica, la arquitectura, las pericias y otros.

La organización interna del LAME se basa rápidamente en el agua que es necesaria para su correcto fraguado y endurecimiento, lo que provoca retracciones y fisuraciones con la consiguiente pérdida de resistencia mecánica y durabilidad. El curado es la actividad encaminada a evitar estas pérdidas de agua, manteniendo el hormigón húmedo en el período de tiempo necesario y a su vez protegiéndolo contra otros efectos negativos, tales como vibraciones, impactos y cargas imprevistas. El curado se puede definir entonces como la actividad que consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el hormigón durante las primeras edades de manera que éste pueda desarrollar las propiedades o desempeño deseado. en la existencia de varios Laboratorios, con sus respectivos

grupos de trabajo y equipamiento, que abarcan las siguientes especialidades: *ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE TENSIONES - ESTRUCTURAS CIVILES - ESTRUCTURAS MECÁNICAS - PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES - MECANICA DE SUELOS - METALURGIA - METODOS NUMERICOS EN INGENIERIA - METODOLOGÍA MODAL - PATOLOGÍA EN OBRAS CIVILES - QUÍMICA DE MATERIALES - SOLDADURA - TALLERES - TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN.*

Ensayos de materiales

Cuando se tiene que elegir un material que debe cumplir una función determinada en la construcción, es imprescindible conocer las características físicas y mecánicas que tiene. Debemos conocer a qué tipo de esfuerzos, cargas y sollicitaciones va a estar sometido, para elegir el material que sea capaz de soportar esas situaciones de uso sin sufrir deformaciones excesivas y roturas.

Ensayos de propiedades mecánicas de los materiales

Para determinar las características del material debemos someter a los materiales a ensayos que simulen las condiciones en que van a trabajar. Los ensayos que someten a un material a una determinada carga se llaman ensayos mecánicos y determinan propiedades mecánicas de los materiales. Entre los principales ensayos mecánicos pueden mencionarse el ensayo de tracción y el de compresión. Además se pueden realizar ensayos de flexión, de dureza, de fluencia, de impacto, de fatiga, etc., pero los mismos no se detallan en el presente apunte.

La realización de los distintos ensayos está regulada por la normativa vigente, para garantizar su comportamiento y prever la respuesta que dará en situaciones de trabajo.

Se le llama **probeta** al material que va a ser ensayado. Una probeta normalizada es aquella muestra del material cuya sección y longitud iniciales están fijadas según norma

Se pueden distinguir los ensayos según sean destructivos o no destructivos. Estos últimos permiten realizar la inspección sin perjudicar el posterior empleo del producto, por lo que permiten inspeccionar la totalidad de la pieza luego de ensayada. Según la velocidad de aplicación de las cargas, los ensayos pueden distinguirse en estáticos y dinámicos.

Cuando un material es sometido a una fuerza se produce una deformación del mismo. Si al cesar la fuerza el material vuelve a sus dimensiones primitivas diremos que ha experimentado una deformación elástica. Si el material se deforma hasta el extremo de no poder recuperar por completo sus medidas originales, se dice que ha experimentado una deformación plástica.

El hormigón

El material más utilizado en la construcción es el hormigón.

El hormigón es una piedra artificial, confeccionada por el hombre quien la moldea según la forma que le es conveniente para su utilización. Su principal característica estructural es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, corte, etc.). Por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de hormigón armado, comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitudes.

Componentes

El hormigón es una mezcla de materiales inertes de distintos tamaños unidos entre sí por una pasta de cemento y agua. Los elementos que lo componen 4 son: *CEMENTO (AGLOMERANTE), ÁRIDOS GRUESOS: PIEDRA, ÁRIDOS FINOS: ARENAS, AGUA.*

Además la mezcla puede contener aditivos químicos que, añadidos en pequeñas cantidades, modifican las propiedades del hormigón. Entre los más conocidos existen los acelerantes, retardantes, plastificantes, impermeabilizantes. En estado endurecido debe mencionarse también el aire como componente del hormigón.

Dosificación

No hay una mezcla óptima que sirva para todos los casos. Para establecer la dosificación adecuada en cada caso se debe tener en cuenta la resistencia mecánica, factores asociados a la fabricación y puesta en obra, así como el tipo de ambiente a que estará sometido. Existe un parámetro definido como relación agua-cemento que influye en la resistencia final del mismo. La determinación de la dosificación es realizada por un especialista en tecnología del hormigón.

Mezclado

Determinada la dosificación más adecuada, hay que medir los componentes, el agua en volumen, mientras que el cemento y áridos se miden en peso.

Los materiales se amasan en hormigonera o amasadora para conseguir una mezcla homogénea de todos los componentes. El árido debe quedar bien envuelto por la pasta de cemento.

Si el hormigón se elabora en planta hormigonera deben además emplearse procedimientos que no varíen la calidad del material durante su transporte, normalmente camiones hormigonera. El tiempo transcurrido no debe ser superior a hora y media desde su amasado. Si al llegar donde se debe colocar el hormigón, este ha empezado a fraguar debe desecharse.

Compactación

La mezcla fresca de hormigón recién vertida está normalmente llena de oquedades y burbujas de aire atrapado. La compactación es el proceso de eliminación de las oquedades y el aire atrapado de la mezcla fresca, garantizando que el hormigón adquiera una mayor densidad relativa y con ello una mayor resistencia y durabilidad de la estructura.

Fraguado

El éxito del hormigón como material de construcción se basa en la propiedad que tiene el cemento de endurecer luego de ponerse en contacto con el agua. Este endurecimiento o fraguado es una reacción exotérmica irreversible.

Se distinguen dos estados para el hormigón: estado fresco y estado endurecido. El estado fresco del hormigón es aquel para el cual el cemento está recién hidratado y por consiguiente la mezcla se encuentra en estado plástico, para ser colada dentro de un molde llamado encofrado. El estado endurecido es aquel en el que ha adquirido rigidez, de manera que el molde puede ser retirado, conservando su forma y desarrollando con el tiempo cada vez más resistencia.

El proceso de fraguado comienza en el momento en que el cemento entra en contacto con el agua, comenzando el endurecimiento de 45 a 60 minutos de realizada la mezcla y alcanzando el 95% de su resistencia final a los 28 días.

Curado

El hormigón recién vertido, debido al calor generado por el proceso de hidratación del cemento y en dependencia de la temperatura y la humedad relativa ambientales, tiene una elevada tendencia a perder rápidamente el agua que es necesaria para su correcto fraguado y endurecimiento, lo que

provoca retracciones y fisuraciones con la consiguiente pérdida de resistencia mecánica y durabilidad. El curado es la actividad encaminada a evitar estas pérdidas de agua, manteniendo el hormigón húmedo en el período de tiempo necesario y a su vez protegiéndolo contra otros efectos negativos, tales como vibraciones, impactos y cargas imprevistas.

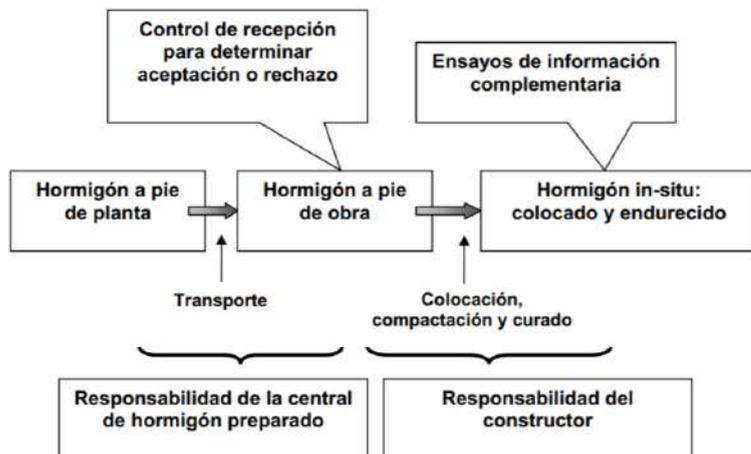
El curado se puede definir entonces como la actividad que consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el hormigón durante las primeras edades de manera que éste pueda desarrollar las propiedades o desempeño deseado.

Ensayo de compresión en probeta de hormigón

Se ha visto que el hormigón es un material muy utilizado en la construcción y que debe estudiarse la dosificación a utilizar según los requerimientos del caso. También se han indicado los distintos recaudos que deben tomarse en cuanto al mezclado, transporte, colocación, compactación y curado.

Por todas estas razones es necesario realizar controles en las distintas etapas. El control de recepción al pie de obra es el más frecuente. Entre los

distintos controles de calidad para el hormigón fresco se encuentra el moldeo de probetas para ser ensayadas a compresión. *IMAGEN: Controles del hormigón en sus diferentes etapas*



Probetas

Las probetas más utilizadas son cilíndricas, guardando una proporción donde la altura es por lo general dos veces el diámetro. La medida de probeta más utilizada en Argentina es de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

El llenado de las probetas se realiza siguiendo un procedimiento determinado, en moldes estandarizados.

La cantidad de probetas debidamente llenadas y curadas a ensayar y la edad de las mismas también deben seguir los lineamientos establecidos por norma.

El ensayo

El ensayo de compresión de probeta de hormigón es un ensayo destruccion cuyo fin es determinar la resistencia a compresión última del material.

Previo a realizar el ensayo se registra la masa y se controlan las medidas de diámetro y altura. Se deben encabezar los extremos o

utilizar almohadillas de neopreno para asegurar una distribución pareja de la carga.

La probeta se coloca dentro de una máquina con un cabezal móvil superior y uno fijo inferior. El cabezal móvil se desplaza hacia abajo imponiendo una fuerza creciente de forma lenta (ensayo estático) y progresiva hasta la rotura.

El hormigón es un material frágil, esto significa que la deformación previa a la rotura es muy pequeña. La rotura del hormigón es por lo general explosiva. Es por ello que muchas de las máquinas para realizar los ensayos cuentan con protección para evitar accidentes.

Resultados del ensayo

La lectura que se obtiene del ensayo es la última carga. Con este valor se calcula la tensión de rotura, que es la carga repartida en la sección circular del cilindro.

Los valores normales de tensión de rotura del hormigón van de los 10 MPa para un hormigón pobre, hasta los 45 MPa para un hormigón de alta resistencia, siendo el hormigón más utilizado el de 20-25 MPa.

Si los resultados del ensayo no fueran los esperados para la edad se deben adoptar decisiones para contrarrestar la deficiencia de resistencia. Las responsabilidades recaen sobre la planta elaboradora o sobre el constructor según sea la etapa en la que fue extraída la probeta

El acero

Se denomina acero a aquellos productos ferrosos cuyo porcentaje de carbono está comprendido entre 0,05 y 1,7 %. El acero es uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil y adaptable. Combina la resistencia y la trabajabilidad, lo que se presta a fabricaciones diversas. Asimismo sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo a las necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico, o mediante aleaciones.

En la construcción es muy utilizado como armadura para el hormigón armado debido a su rápida colocación, y sus óptimas propiedades a tracción. Además de como armadura activa o pasiva, el acero es utilizado en la construcción como material de estructura. Como otras aplicaciones en la construcción se pueden mencionar: acero para tornillos o conectores, como cables para puentes o como rieles para ferrocarril.

Ensayo de tracción en probeta de acero

El acero es un material industrializado cuya fabricación le confiere características muy poco variables en el tiempo. Si se elige el acero adecuado para cada utilización, los controles a realizar serán los que verifiquen las características solicitadas. Por lo tanto, es mucho menos frecuente el ensayo de barras de acero para armadura, que los ensayos de probetas de hormigón.

El ensayo de tracción de una probeta de acero es un ensayo estático destructivo que consiste en aplicar a la probeta, en dirección axial, un esfuerzo de tracción simple creciente, generalmente hasta la rotura, con el fin de determinar una o más de sus características mecánicas. Generalmente un ensayo de tracción estática tiene una duración que varía entre 5 a 20 minutos aproximadamente.

El acero es un material dúctil. Esto significa que sufre grandes deformaciones antes de romperse.

El ensayo

El ensayo consiste en colocar la probeta entre dos mordazas unidas a una parte inferior, fija y una parte superior, que se desplaza hacia arriba, aplicando a la probeta una fuerza de tracción. Durante el ensayo se mide el alargamiento que experimenta la probeta al estar sometida a la fuerza de tracción.

Resultados

Para que el resultado dependa lo menos posible de las dimensiones de la probeta y que resulten comparables los ensayos realizados con probetas de diferentes tamaños, se utiliza el diagrama tensión-deformación, que no es más que un cambio de unidades respecto del diagrama fuerza-alargamiento

ZONA ELÁSTICA: La deformación experimentada por la probeta no es permanente. Si en cualquier punto de esa zona se detiene el ensayo, la probeta recuperará su longitud inicial. Existe una relación de proporcionalidad entre la tensión y la deformación experimentada por la probeta.

ZONA PLÁSTICA: Los alargamientos son permanentes.

TEMA 4: PROYECTOS

Definición de proyecto según el Consejo Profesional de Ingeniería Civil CPIC

Se entiende por proyecto el conjunto de elementos gráficos y escritos que definen con precisión el carácter y finalidad de la obra y permiten ejecutarla bajo la dirección de un profesional. Comprende:

- ★ Planos generales, a escala conveniente, de plantas, elevaciones principales y cortes, acotados y señalados con los símbolos convencionales, de modo que puedan ser tomados como básicos para la ejecución de los planos de estructura y de instalaciones.
- ★ Planos de construcción y de detalles.

- ★ Planos de instalaciones y de estructuras con sus especificaciones y planillas correspondientes.
- ★ Presupuesto, pliego de condiciones jurídico-administrativas, llamado a licitación y estudio de propuestas.

Campos de acción

Los alcances de participación que tienen los ingenieros civiles incluyen los siguientes campos de acción. Esta participación suele estar compartida con otras disciplinas.

Edificios: OFICINAS - VIVIENDAS - SALAS DE ESPECTÁCULOS - HOSPITALES - ESCUELAS - ESTADIOS

Participación por lo general compartida con la Arquitectura.

Instalaciones industriales: GALPONES - FUNDACIONES DE MAQUINAS - HANGARES

Participación básicamente de ingenieros industriales, aunque con gran aporte de ingeniería civil.

Electricidad y comunicaciones: PLANTAS GENERADORAS - ESTACIONES TRANSFORMADORAS - LÍNEAS DE TRANSMISIÓN - TORRES

Los ingenieros eléctricos tienen injerencia en las instalaciones y cableado, pero todo el resto pertenece a la ingeniería civil.

Transporte: CAMINOS - AUTOPISTAS - PUENTES - FERROCARRILES - TÚNELES PUERTOS - MUELLES - ESCOLLERAS - CANALES DE NAVEGACIÓN DE DEFENSA DE COSTAS Y RIBERAS - AEROPUERTOS

Fundamentalmente es parte de ingeniería civil. En algunas universidades esta orientación se distingue en el título.

Urbanismo: PLANES DE DESARROLLO TERRITORIAL - PLANIFICACIÓN DE CIUDADES - DISEÑO DE BARRIOS

Es un campo del que la Arquitectura ha tomado un lugar preponderante. Tanto que la Facultad de Arquitectura en la UBA se llama también de Urbanismo.

Hidráulica: CANALES - REDES DE RIEGO - PLANTAS DEPURADORAS - SANEAMIENTO CONTROL DE LA EROSIÓN - CONDUCCIONES - PRESAS

Fundamentalmente es parte de ingeniería civil. En algunas universidades esta orientación se distingue en el título.

Varios: SITIOS - REFUGIOS BÉLICOS

Estas y algunos otros tipos de obras que no pueden clasificarse dentro de las especialidades previamente citadas también tienen gran participación por parte de la ingeniería civil.

Público – Privado

Según la Cámara Argentina de la Construcción, la distribución de volumen de obras de inversión pública y privada muestra una clara preponderancia de las segundas. *Inversión Pública: 25% Inversión Privada: + 75%*

Para tener en cuenta en la elección de la especialidad, la inversión privada se centra en los siguientes tipos de obras: oficinas, viviendas, salas de espectáculos, galpones y fundaciones de máquinas.

Sin embargo también es frecuente el caso donde si bien la utilización de la obra es pública, como por ejemplo un camino o ruta, la construcción y mantenimiento son privadas y el financiamiento es del usuario, a través del peaje. En estos casos la explotación está en manos privadas y el Estado arbitra la relación entre el privado y el usuario.

Ingeniería civil: el Arte de Construir

La ingeniería civil puede considerarse un arte en tanto que debe coordinar múltiples elementos, haciendo uso de experiencia y creatividad, para lograr visualizar un producto final que es siempre prototípico, es decir: no será nunca una obra igual a otra.

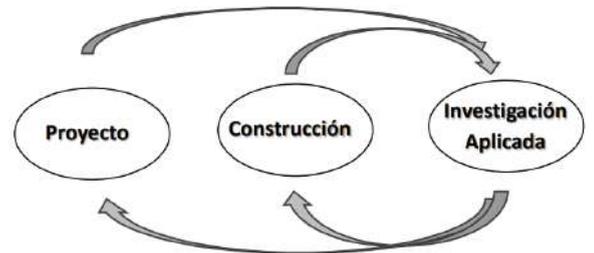
Las etapas de Proyecto y Construcción no son independientes. Quien proyecta debe tomar en consideración cómo va a construirse la obra, además de su utilización.

Por otra parte, la forma de proyectar y construir no es la misma de hace 50 años atrás. Se han simplificado las maneras de representar, de estudiar, de calcular y las tecnologías permiten obras más audaces, más rápidas y más económicas.

Es necesario que la investigación aplicada se encuentre al servicio de los Proyectos y que los profesionales se encuentren en constante actualización.

Los límites entre el Proyecto, la Construcción y la Investigación Aplicada se desdibujan, ya que existe un intercambio entre todas las áreas.

Estas relaciones existentes entre los actores que llevan adelante las áreas del proyecto y la construcción entran en puja debido a que sus intereses no tienen las mismas prioridades. Esta situación no solo es normal, sino que es deseable,



ya que la solución final es el producto de la negociación entre las dos partes. En este aspecto el factor humano cumple una función fundamental que debe estar basado en relaciones de respeto y confianza para que la negociación no llegue a lugares indeseables. Para superar ese problema existe una figura que es la del Project Manager. Esta persona o empresa se encarga de dirimir las cuestiones entre una y otra parte para evitar conflictos, desde una óptica técnica y de experiencia.

Etapas de un proyecto

En cuanto a quién está a cargo de cada una de las etapas, por lo general la Ingeniería de Detalle queda en manos del Constructor, dado que, con la garantía del cumplimiento del proyecto, los detalles son los que modifican plazos y costos.

Otras veces tanto el Diseño Definitivo como la Ingeniería de Detalle quedan en manos del Constructor, lo que tiende a la optimización. En estos casos el rol de la Inspección de Obra pasa a ser fundamental para asegurar la calidad.

Las primeras dos etapas, que corresponden al Proyectista, deben ser de análisis muy profundo. Un error en las primeras etapas conllevan grandes inconvenientes en las etapas subsiguientes. Posiblemente sea muy difícil y costoso de solucionar.



IMAGEN: etapas de un proyecto

Estudios y planes estratégicos

En la obra pública es necesario realizar estudios para tomar decisiones acerca de la realización de obras y planes estratégicos que dicten el orden de prioridades y orden cronológico de realización de las mismas. Por lo general estas decisiones son tomadas por economistas o por políticos que no tienen ningún conocimiento técnico. Es necesario que los ingenieros civiles puedan ocupar puestos

de toma de decisiones para optimizar la administración del erario público.

En el caso de las inversiones privadas, el criterio económico del costo de la inversión inicial muchas veces prima sobre el criterio técnico, dando lugar a altos costos de mantenimiento y operación o, en el peor de los casos, de adaptación de soluciones por decisiones mal adoptadas.

Por esta razón es sumamente importante la compilación de la información previa durante la etapa de Proyecto. Entre estos estudios se pueden mencionar: *INFORMACIÓN BÁSICA // ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - FACTIBILIDAD // PRIORIZACIÓN DE LAS INVERSIONES - CRITERIOS // PLANES DE MEDIANO Y LARGO PLAZO // PARTICIPACIÓN DE LA ACTIVIDAD PRIVADA - ASIGNACIÓN DE RIESGOS // PRESUPUESTOS PLURIANUALES - POLÍTICAS DE ESTADO // SISTEMAS DE CONTROL.*

Tareas de base

Se trata de los estudios que caracterizan el sitio a emplazar la obra según todos los aspectos que sean necesarios para que la obra pueda ser proyectada teniendo en cuenta todos los factores en juego.

Son estudios de mucha importancia y que como pueden ser muy costosos suelen ser pasados por alto. Esto trae como resultado que se puede incurrir en los errores de las primeras etapas, ya mencionados.

Afortunadamente existen tecnologías que logran amenizar y minimizar costos. Por ejemplo la utilización de drones, satélites, infrarrojos, modelaciones, renderizaciones, etc. Sin embargo para la realización de la mayoría de estos estudios es necesario acercarse al sitio, cuestión que implica condiciones muy incómodas, como abrir caminos por la selva o transitar zonas de urbanizaciones precarias.

A continuación un listado de algunos estudios:

Relevamientos de Campo

- ★ Topografía – superficial y batimétrica
- ★ Suelos – resistencia, deformabilidad, granulometría, permeabilidad, etc.
- ★ Geología – fallas, planos de clivaje

Estudios básicos de Demanda

- ★ Búsqueda de Información Estadística macroeconomía y física
- ★ Estudios y Proyectos anteriores
- ★ Hidrología e Hidráulica – lluvias, mareas, etc.
- ★ Censos de Tránsito

Estudios del Ambiente

- ★ Área de influencia del proyecto
- ★ Medio Físico - Condiciones atmosféricas, Aguas superficiales y subterráneas
- ★ Medio Biótico - Flora, Fauna, Ident. y descripción de ecosistemas singulares
- ★ Medio Socioeconómico y Cultural
- ★ Situación económica y sociocultural, Nivel de vida y Organización social
- ★ Sitios históricos y de interés social, Patrimonio arqueológico / paleontológico
- ★ Paisaje, Áreas Naturales Protegidas, Uso del suelo, actual y tendencial y Tenencia de la tierra

Descripción de proyectos según campos de acción

Según el listado del inicio se detalla a continuación la actuación del Ingeniero Civil como proyectista en los siguientes campos de acción:

Edificios de viviendas y oficinas

Esta especialidad se comparte con la Arquitectura. La parte que corresponde básicamente a la Ingeniería Civil es la parte de estructuras e instalaciones: *ELECTRICIDAD, PROVISIÓN DE AGUA Y DESAGÜES CLOACALES Y PLUVIALES, CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO, ASCENSORES Y ESCALERAS MECÁNICAS, TELEFONÍA Y SISTEMAS DE CONTROL Y VIGILANCIA, AISLACIONES ACÚSTICAS*

Líneas de Alta tensión

Esta especialidad, tiene en la Ingeniería Civil el proyecto de las torres, el montaje e izamiento de los cables, proyectados por la Ingeniería Eléctrica.

Presas

Las presas o diques son las obras de mayor complejidad, donde intervienen todas las especialidades de la Ingeniería Civil. Para este tipo de obras es sumamente necesario que las tareas de base se realicen de manera pormenorizada. Un ahorro en esta etapa puede ser una gran pérdida posteriormente. Se pueden clasificar según su tipo (de arco, de material suelto/tierra, de gravedad) o según su utilización (para la producción de energía, para el control de crecidas e inundación, para el riego de uso agro-ganadero, para el aprovechamiento de usos múltiples)

Autopistas

Las autopistas son obras básicamente viales, pero que debido a sus interferencias tanto con otros corredores viales o ferroviarios, como con cursos de agua, requieren de obras de arte mayores, esto es: puentes y distribuidores. Por otro lado, su paso por zonas urbanas o rurales modifican su diseño y proyecto. El conjunto de estudios y documentos que integran el proyecto de una autopista es sumamente extenso y se detalla a continuación:

- ★ Estudio Preliminares y de Base: *RELEVAMIENTOS TOPOGRÁFICOS // MATERIALIZACIÓN DEL EJE DE LA OBRA // ESTUDIOS DE DE SUELOS PARA LOS PUENTES // ESTUDIOS DE LOS YACIMIENTOS (CALIDAD Y CAPACIDAD) // HIDROLOGIA // HIDRAULICA // SOCAVACIÓN DE LOS PUENTES Y PROTECCIONES // ESTUDIOS DE TRÁNSITO // ESTUDIOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS*
- ★ Documentación Técnica: *DISEÑO GEOMÉTRICO (TRONCO DE LA AUTOPISTA - DISTRIBUIDORES - INTERCAMBIADORES) // ESTRUCTURA - PAVIMENTOS // PUENTES Y OBRAS DE ARTE (ALCANTARILLAS) // ILUMINACIÓN // SEÑALIZACIÓN // PAISAJISMO*

Túneles

La realización de túneles se extendió con la incorporación de las tuneladoras. Este es un claro ejemplo de la investigación aplicada en la optimización de proyectos.

Algo más sobre OPTIMIZACIÓN

En obras de tanta complejidad es necesario el trabajo en equipo. Esto implica un buen manejo de grupos de personas. Muchas veces los equipos son interdisciplinarios, lo que complejiza las relaciones.

Por esta razón aparece la figura de Consultora o Consultor. Son personas o empresas que se ocupan de mantener las relaciones en proyectos interdisciplinarios de envergadura. Participan por lo general de la Inspección de Obra.

Hace aproximadamente 20 años surge el concepto de value engineering, o ingeniería de valor, que se introduce para realizar un rediseño sobre la base de alternativas: *PARA REDUCIR EN TODO LO POSIBLE LOS COSTOS // CONVIENE CUANDO EL DISEÑO AÚN ES JOVEN // EL EQUIPO SE CONFORMA CON INGENIERÍA, COMPRAS, MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD, ETC., QUE DESARROLLARÁN LAS ALTERNATIVAS Y EVALUARÁN LOS COSTOS.*

El objetivo es alinear intereses y asignar riesgos: *LA PARTICIPACIÓN PÚBLICO-PRIVADA // LLAVE EN MANO (EPC) - PROYECTAR CONSTRUIR Y ENTREGAR FUNCIONANDO // BOT (COT) - CONSTRUIR, OPERAR Y TRANSFERIR, CON PAGO DIFERIDO // CONCESIONES - PROYECTAR, CONSTRUIR, MANTENER Y OPERAR, CON FINANCIAMIENTO*

TEMA 5: CONSTRUCCIONES

Las construcciones

Una construcción constituye un servicio a la humanidad. Sin embargo, debido a que en general están destinadas a resguardar personas, las fallas en las mismas ponen en riesgo la integridad física de las personas que las transitan. Esta es una realidad con la que debe lidiar cualquier constructor, tenga o no título habilitante.

Situación legal actual

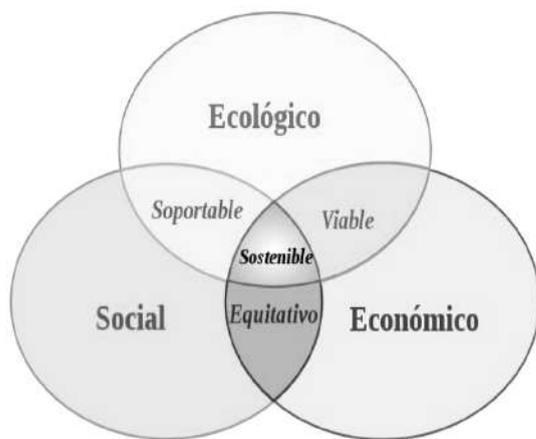
Hoy existen normas y regulaciones que establecen de un modo más civilizado la relación del constructor con el comitente. Actualmente el vínculo con el comitente se establece a partir de un contrato, sea real o implícito, que puede ser: *DE LOCACIÓN DE OBRA MATERIAL O INTELECTUAL. ESTO ES LA EJECUCIÓN O PROYECTO. // MANDATO // LOCACIÓN DE SERVICIOS, QUE ES EL ASESORAMIENTO.*

Ética y responsabilidad social

En primer lugar existe un contrato social que es propio de la actividad de la construcción y que es independiente de cualquier institución. Quién construye está brindando un servicio a la humanidad. Por ello deben cuidarse ciertos aspectos:

- ★ GARANTIZAR LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y POBLACIONAL
- ★ MANTENER LA FUNCIONALIDAD EN NIVELES ACEPTABLES
- ★ MINIMIZAR EL COSTO TOTAL Y MANTENER EL VALOR DEL BIEN EN CUESTIÓN
- ★ CUIDAR EL ASPECTO DE LA CONSTRUCCIÓN
- ★ PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE

Por otra parte, cuando una institución educativa otorga un título que habilita a un profesional para construir, el plan de estudios de la carrera debe ser aprobado por el Poder Ejecutivo de la Nación, de manera que los aspectos anteriormente citados se encuentren debidamente cubiertos por el aprendizaje durante la carrera.



Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible puede lograrse cuando hay equilibrio entre el medio social, el medio económico y el medio ambiente (ecológico).

El equilibrio entre el medio social y el económico se logra cuando hay una distribución de la riqueza justa y por lo tanto se consigue la Equidad.

El medio social y el medio ambiente estarán en equilibrio cuando haya conciencia ambiental, si hay equilibrio se logra la Habitabilidad, que permite una relación soportable.

El medio ambiente y el medio económico, logran su equilibrio mediante una producción ecológica, lo cual asegura la Viabilidad.

Si este equilibrio es alcanzado, habrá desarrollo humano, desarrollo económico y disponibilidad de recursos, lo cual define al desarrollo sostenible.

En el esquema existen dos aspectos fundamentales, el objetivo de la sustentabilidad debe ser mejorar la calidad de vida de las personas y el Desarrollo Sustentable requiere de la participación de todos los actores involucrados, es decir la sociedad en su conjunto.

Las deficiencias para alcanzar este equilibrio dan lugar a situaciones no deseadas.

MEDIO SOCIAL	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECOLÓGICO
<ul style="list-style-type: none"> ★ Seguridad ★ Estética ★ Salud de la población ★ Costumbres y cultura 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Distribución ★ Mantenimiento ★ Financiación ★ Costo del ciclo de vida 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Contaminación ★ Generación de desechos ★ Emisiones ★ Efectos en el cambio climático

Externalidades

Una externalidad de un proyecto se trata de las actividades que afectan positiva o negativamente a terceros sin que éstos paguen por ello. La ejecución de una obra debe buscar mitigar o compensar las externalidades negativas.

El ingeniero siempre se encontrará en un dilema en el que debe poder encontrar el equilibrio que tienda a la preservación de los recursos y de la calidad de vida de las futuras generaciones.

Duración

Una construcción se proyecta para que cumpla su función durante una cantidad de años, que pueden variar entre 50, 100 y 150 años. Sin embargo hay todavía en pie construcciones que tienen más de 2000 años.

Las nuevas tecnologías y materiales dan lugar a geometrías más esbeltas y técnicas más veloces o resistentes.

Entre las nuevas tecnologías se puede mencionar la inclusión de la robótica al servicio de la construcción, la impresión 3D o la implementación de la ayuda a través de drones.

Como materiales nuevos y en desarrollo al servicio de la construcción se pueden mencionar los hormigones de alta performance, hormigones con fibras, hormigones reciclados, hormigones con barras de fibra de carbono, hormigones de alta durabilidad o plásticos.

Etapas de una construcción

Las etapas por las que atraviesa una construcción son las siguientes: 1- *CONCEPCIÓN*. 2- *DISEÑO*. 3- *CONSTRUCCIÓN*. 4- *MANTENIMIENTO Y UTILIZACIÓN*. 5- *DEMOLICIÓN*.

Construcción (etapa de obra)

Seguridad

Para hablar sobre obra antes se debe hablar sobre seguridad. Tan importante como que la obra se ajuste al proyecto, sea realizada en tiempo y forma y sea económicamente viable, es preservar la integridad de los trabajadores. Para ello muchas veces es necesario instruir y recordar las buenas prácticas y proveerlos del equipamiento necesario. Los elementos de protección personal deben ser suficientes para los operarios y debe chequearse que sean correctamente utilizados.

Demolición

En una zona urbanizada, donde se desea realizar una construcción nueva o una remodelación en un predio donde ya existe una edificación, la etapa de demolición total o parcial será previa a la construcción de la edificación nueva.

La demolición es muchas veces una etapa de la misma o similar complejidad que la ejecución de la obra nueva. Si la demolición es total es necesario identificar la estructura y el camino de cargas para establecer el orden de demolición. Si la demolición es parcial, entonces se debe establecer en qué medida podrá utilizarse la parte no demolida frente al cambio de uso y proyectar los ajustes necesarios.

Obrador

Previo al comienzo de cualquier tarea, para comenzar los trabajos en obra, es necesario instalar el obrador.

Se llama obrador a todas las instalaciones provisionales destinadas a dar servicio durante la construcción de una obra. El obrador puede incluir las siguientes instalaciones: *BAÑOS Y VESTUARIOS // COMEDOR // OFICINA TÉCNICA // PAÑOL DE HERRAMIENTAS // DEPOSITO // ZONA DE ACOPIO DE MATERIALES*.

El tamaño, alcance y distribución del obrador depende de las necesidades de la obra y de la disponibilidad del espacio, que va variando conforme la obra avanza. Debe ser proyectado, construido y/o adaptado para cada etapa de avance.

Replanteo

Una de las primeras tareas en el terreno donde se realizará la obra, es la de identificar elementos que sirvan como referencia para establecer un nexo entre el proyecto y la construcción. Para ello se señalan en los planos al menos un par de ejes de referencia, comúnmente ortogonales, llamados ejes de replanteo, que son los que se materializan en obra y en desde los cuales se toman las medidas de cada elemento de la construcción.

Instrumentos de medición

Para ubicar con precisión estos ejes en obra es necesaria la utilización de instrumentos de medición.

MANUALES	ÓPTICOS O ASISTIDOS	ELEMENTOS AUXILIARES
<ul style="list-style-type: none"> ★ Cinta métrica ★ Plomada ★ Escuadra ★ Nivel de manguera ★ Nivel de burbuja 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Plomada óptica ★ Teodolito ★ Distanciómetro ★ Equialtímetro ★ Estación total 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Jalones ★ Miras ★ Estacas ★ Fichas

Relevamiento

Los instrumentos de medición también son utilizados para las tareas de relevamiento. El relevamiento es una descripción técnica de lo existente. Se trata de tomar nota de la geometría y distancias entre los elementos y realizar un plano con estos datos. Puede ser necesario un relevamiento para la etapa de proyecto o bien luego de la demolición.

Fundaciones

Las fundaciones o cimientos son los elementos estructurales por medio de los cuales la estructura se apoya en el suelo. Existen diferentes tipos de fundaciones, que dependen del tipo y capacidad portante del suelo, del tipo de estructura y de las condiciones de borde.

Fundaciones superficiales

Cuando la capacidad portante del suelo es suficiente, se puede apoyar la estructura justo debajo del nivel más bajo de la misma. A este tipo de fundación se le llama superficial. Dentro de las fundaciones superficiales se encuentran;

- ★ Las *BASES AISLADAS* son un ensanchamiento de la columna de modo de que la carga que viaja por las mismas sea distribuida en un área mayor de suelo. Son adecuadas cuando la superficie necesaria para distribuir la carga de las columnas en el suelo no es lo suficientemente grande como para que las bases de columnas vecinas se unan.
- ★ Las *ZAPATAS* corridas tienen una forma parecida a las bases aisladas pero se encuentran debajo de elementos lineales, como muros. Son adecuadas en edificaciones con muros portantes por ejemplo.
- ★ Las *PLATEAS* son elementos superficiales como losas de mayor espesor que distribuyen la carga proveniente de las columnas en toda la superficie bajo el edificio. Pueden utilizarse cuando la carga en las diferentes columnas no es muy dispar. De lo contrario puede utilizarse en conjunto con pilotes.

Fundaciones profundas

Cuando la capacidad portante del suelo inmediatamente debajo del edificio no es suficiente para soportar las cargas del mismo, es necesario llegar al estrato resistente. Esto se hace mediante pilotes, que son elementos verticales como columnas y trabajan confinados en el suelo. Los pilotes pueden ser excavados y hormigonados in situ o puede tratarse de pilotes premoldeados que deben ser hincados a golpes.

Submuración

Si se trata de un edificio entre medianeras y el nuevo edificio tiene un subsuelo de mayor profundidad que las fundaciones de los edificios linderos, es necesario realizar una submuración, que se trata de realizar una fundación del edificio nuevo, garantizando el apoyo del edificio vecino. Para ello se utiliza la técnica de ejecutar de a paños la excavación del suelo donde se apoya el edificio vecino, realizar la fundación correspondiente sobre ese paño y luego avanzar con los paños subsiguientes.

La etapa de excavación es la más comprometida de la obra.

Encofrados y apuntalamientos

El encofrado es el molde sobre el que se cuela el hormigón en estado fresco, que se utiliza para darle la forma a la estructura. El encofrado debe ser lo suficientemente resistente como para soportar la carga de la presión del hormigón, tanto lateral como la vertical. Para colaborar con el molde, en esta etapa en la que el hormigón no puede soportar su peso propio, se utilizan apuntalamientos, que son elementos provisionales verticales o inclinados que soportan esfuerzos de compresión.

Los encofrados suelen ser de madera, utilizando tablas para los arriostramientos o elementos resistentes y fenólicos aglomerados para dar superficies planas. También hay encofrados metálicos modulares que son útiles en estructuras repetitivas. Su superficie en contacto con el hormigón puede ser pintada con aceite para facilitar el desencofrado. Existen empresas que ofrecen soluciones exclusivamente para encofrados.

Armaduras

Las barras de acero que deben colocarse dentro del hormigón para soportar los esfuerzos de tracción se llaman armaduras. Forman el "esqueleto" del elemento estructural. El hormigón con armadura se llama hormigón armado. La forma y disposición de las armaduras se encuentra detallado para cada elemento estructural en planos y planillas, debidamente identificada cada posición. Las barras de acero pueden doblarse en obra o comprarse ya dobladas al fabricante.

Es necesario prever un espacio adecuado para el acopio, si la elección es la compra de barras dobladas, o bien prever el banco de doblado para hacer ese trabajo en obra.

Para los elementos superficiales, como losas o tabiques, muchas veces la solución más adecuada de armadura es una malla, que puede comprarse ya electrosoldada. En el caso de elementos longitudinales, vigas o columnas, las barras suelen ser de mayor diámetro y se distinguen las armaduras longitudinales, paralelas al eje del elemento estructural, y los estribos, que son las armaduras que abrazan a las anteriores.

Deben utilizarse separadores entre la armadura y el encofrado que garanticen el suficiente recubrimiento de mortero de hormigón para que el acero no se encuentre expuesto a la intemperie y consiguiente corrosión.

Elaboración y transporte del hormigón

Dependiendo de la envergadura de la obra, de la ubicación y disposición de la misma y de su relación con la planta hormigonera más cercana, a veces es conveniente montar una planta de elaboración de hormigón especialmente para la obra. En ese caso el sitio necesario para el obrador será mucho más amplio.

Si la planta se encuentra en el mismo predio de la obra, el transporte del hormigón puede hacerse mediante tolvas y grúas. Si en cambio se encuentra a cierta distancia, es necesario realizar el transporte con camiones moto hormigoneros (mixer). Si se opta por la alternativa del hormigón elaborado industrialmente se deberá transportar hasta el sitio de la obra, tomando las precauciones de tiempo de transporte.

En cualquiera de los casos es necesario realizar un control de recepción. Esto significa tomar muestras del hormigón para un chequeo de las propiedades en estado fresco (asentamiento, temperatura) y para conservar probetas debidamente curadas y realizar ensayos corroborativos en estado endurecido.

Colocación y curado

Previo a colar el hormigón es recomendable lavar los encofrados para retirar las impurezas y humedecer las superficies.

El hormigón se debe colar con la manguera muy cercana o sumergida en el volumen de hormigón para evitar que el golpe tienda a que el agregado grueso (piedras) se vaya al fondo. Este defecto se llama segregación.

También es importante evitar que queden oquedades entre las barras de armadura y el encofrado.

Esto se resuelve mediante el vibrado, sin embargo no se debe abusar del mismo ya que también en este caso existe peligro de segregación.

Otra precaución que debe tomarse es evitar pisar las armaduras superiores para no deformarlas previo al hormigonado.

Curado

La resistencia última del hormigón está íntimamente relacionada con la relación agua cemento. La reacción de fraguado es exotérmica, con lo cual debe cuidarse que las superficies estén suficientemente humedecidas para controlar la temperatura que acelera el fraguado y la evaporación del agua. La falta de agua en superficies produce una retracción del hormigón que da lugar a fisuras. El curado debe ser continuo y como mínimo de 7 días.

Desencofrado

El desencofrado debe realizarse cuando el hormigón adquiere la resistencia suficiente para soportar su propio peso. Es diferente para laterales que soportan el empuje horizontal, que para fondos que soportan carga vertical.

Prefabricados y construcción industrializada

Para cierto tipo de obras la alternativa de hormigonado "in situ" no es la más adecuada. En cambio se opta por utilizar piezas de hormigón que han sido confeccionadas en una planta, bajo ciertos controles de calidad, llamado prefabricado. Existen ventajas y desventajas, a saber:

	HORMIGÓN PREFABRICADO (FRENTE AL Hº "IN SITU")
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">★ Necesidad de transporte (costo)★ Necesidad de grúas (costo)★ Estructuras no monolíticas
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">★ Rapidez de ejecución★ Control de calidad★ Trabajo en planta sin condicionamiento climático★ Economía de materiales

TEMA 7: HIDRÁULICA

Definición de hidráulica

Sustentándose en la rama de la física que estudia las propiedades mecánicas de los fluidos, la hidráulica es la rama de la ingeniería que se encarga de los estudios y proyectos de obras de desarrollo hídrico.

Pero recursos hídricos es una disciplina más amplia. Implica: HIDROLOGÍA // TRANSPORTE DE SEDIMENTOS // INTERACCIÓN DEL AGUA Y EL SUELO // PAISAJE // MEDIO AMBIENTE // DESARROLLO URBANO // PARTICIPACIÓN SOCIAL // ETC.

Una mirada integral de la hidráulica

- ★ La hidráulica comprende el estudio del agua en cantidad pero también en calidad
- ★ En las obras tenemos "vida útil" – en los recursos hídricos tenemos también y es el concepto de "sustentabilidad"
- ★ La sustentabilidad apunta al proyecto de obras que garanticen el status quo de los recursos para las generaciones venideras.
- ★ En síntesis hoy en día el estudio de la hidráulica cumple un rol de responsabilidad social a nivel mundial.

Consumidores de agua

	GLOBAL	OCEANÍA	ÁFRICA	ASIA	EUROPA	AMERICA
DOMÉSTICA	17%	10%	9%	16%	16%	11%
INDUSTRIA	10%	4%	9%	55%	35%	19%
AGRICULTURA	73%	86%	82%	29%	49%	70%
TOTAL POR AÑO	26km ³	215km ³	2451km ³	374km ³	790km ³	3859km ³

Propiedades de los fluidos

Toman la forma del recipiente que los contiene; no hay fuerzas restitutivas ni "memoria" de deformación.

La "resistencia" es proporcional a la "rapidez" de deformación. Esta propiedad se denomina viscosidad o "resistencia a fluir"

Tipos de flujo

- ★ *LAMINAR Fuerzas Viscosas >>>> Fuerzas Inerciales*. Trayectoria regular de partículas de bajo gradiente.
- ★ *TURBULENTO Fuerzas Viscosas <<<< Fuerzas Inerciales*. Fuerte intercambio de momento entre trayectoria de las partículas.

Ecuaciones fundamentales

Conservación de masa y la de conservación de energía

Algunas definiciones y relaciones básicas

- ★ VELOCIDAD

- ★ **CAUDAL:** el volumen de agua que pasa por una sección por una unidad de tiempo.
- ★ **PRESIÓN:** la altura hasta la que asciende el agua si colocó un tubito en un caño.
- ★ **PERÍMETRO MOJADO:** el contorno de contacto entre el agua y una superficie por la que escurre.
- ★ **RUGOSIDAD:** la resistencia que tiene que vencer el agua para escurrir.

El agua como un material

Que distingue a estos materiales con los que habitualmente vamos a tener que trabajar:

- ★ **ACERO:** muy útil para trabajar a tracción; tiene una propiedad que denominamos fluencia. Se estira mucho a carga constante.
- ★ **HORMIGÓN:** importante su resistencia a compresión; pobre en tracción (10%?)
- ★ **SUELOS:** la resistencia efectiva la da lo que llamamos presión efectiva es decir el contacto de las partículas entre sí.

En todos los casos podemos hacer probetas y hacer un ensayo para medir la carga y la deformación de un elemento. En el suelo es algo más complejo

Rol del agua en los materiales

- ★ El agua puede erosionar o romper un material estando en contacto con él, por ejemplo producto de la velocidad de circulación del agua o la altura de su caída; es decir mediante una acción mecánica externa
- ★ El agua también puede erosionar un material pasando a través del mismo; esto es típico y grave en los suelos; causa de muchas fallas en las obras; en este caso tenemos una acción mecánica interna
- ★ También, dentro de esa categoría tenemos la acción del agua en el hormigón que causa una acción química generando su endurecimiento.

El comportamiento estructural del agua

El agua como carga (1000kg/m² /m) y el agua como una acción resistente

¿Qué tenemos que saber del agua?

- ★ Que pesa! (1000 kg/m³)
- ★ Que ayuda a flotar (concepto de Arquímedes)
- ★ Que ejerce una carga si se la quiere contener (empuje hidrostático)
- ★ Que a veces es necesario encauzarla
- ★ Que puede ejercer una carga impermanente muy grande

CARÁTULAS DEL PP: Gestión integrada de cuencas (Inundaciones) // La hidráulica no es sólo agua // Presas e Hidroenergía // Obras de "control" // Obras hidroviales // Obras de saneamiento // Infraestructura hidráulica urbana // Obras de toma // Emisarios submarinos // Modelos

Preguntas del cuestionario

- 1- ¿Qué es una cuenca hídrica? *Es un área delimitada cuyas aguas descargan todas en un mismo punto*
- 2- ¿Qué es y para qué sirve un Emisario Submarino? *Grandes conductos que transportan y vierten (lejos de la costa) un efluente poco tratado en un gran cuerpo de agua.*
- 3- ¿Cuál es el orden de mayor a menor consumo del agua a nivel global? *Agricultura > Doméstico > Industrial*
- 4- Defina el tipo de flujo en función de la características descritas: *Las fuerzas relacionadas a las viscosidad de los fluidos superan ampliamente a las inerciales que provocan el movimiento [RÉGIMEN LAMINAR] Las partículas se desplazan en estratos ordenados [RÉGIMEN LAMINAR] Las fuerzas inerciales que provocan el movimiento superan ampliamente a las fuerzas de viscosidad propias del fluido [RÉGIMEN TURBULENTO] Las trayectorias de las partículas se mezclan y se interceptan [RÉGIMEN TURBULENTO]*
- 5- Defina Verdadero o Falso sobre las siguientes sentencias sobre el agua (en estado líquido, y la mayoría de los líquido en general): *Al almacenarse o contenerse no ejerce ningún tipo de presión o esfuerzo sobre el contenedor [FALSO] Permite que todos cuerpos puedan flotar [FALSO] El agua tiene un peso unitario de 1.000 kg/m³ [VERDADERO] En un volumen, la gravedad define una de sus caras mientras se contengan el resto [VERDADERO] Si detenemos un flujo de forma abrupta pueden generarse cargas impermanentes muy elevadas [VERDADERO] Todo cuerpo que se sumerge en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del líquido desplazado [VERDADERO]*

TEMA 8: GEOTÉCNICA

Los suelos y las rocas

Los suelos son (para los ingenieros) conjuntos de partículas, aire y agua con escasa resistencia mecánica, producidos por desintegración de rocas *Un terrón (de suelo) ensucia // Las rocas son (para los ingenieros) materiales geológicos consolidados con importante resistencia mecánica Una piedra (de roca) lastima*

Suelos: grava, arena, limo, arcilla // Rocas y macizos rocosos

¿Qué se estudia?

- ★ Ciencia: propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas
- ★ Tecnología: consecuencias prácticas para el diseño

Ejemplo: ensayo de laboratorio de un suelo expansivo (un tipo de arcilla muy particular)

Suelo expansivo: consecuencias prácticas

Si el suelo es expansivo, cuando se humedece, se hincha (regamos las plantas). La presión de hinchamiento es mucho mayor que el peso de la vivienda. El hinchamiento del suelo produce daños a la construcción

La ingeniería geotécnica

Rama de ingeniería civil que estudia las propiedades mecánicas e hidráulicas de los materiales provenientes de la Tierra

Los ingenieros geotécnicos investigan el suelo y las rocas para determinar sus propiedades y diseñar: *CIMENTACIONES, ESTABILIZAR TALUDES, CONSTRUIR TÚNELES Y CARRETERAS*

Problemas de la ingeniería geotécnica

Son los problemas en los cuales el terreno es una:

- ★ Carga, como en los muros y sótanos
- ★ Apoyo, como en las fundaciones
- ★ Estructura, como en los túneles y presas

Estabilidad de taludes naturales

La acción de la gravedad sobre el terreno inclinado produce fuerzas internas ("tensiones"). Si las tensiones superan la resistencia del terreno: falla el talud

Estabilidad de taludes artificiales

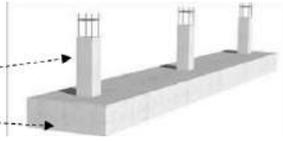
En un corte hecho por el hombre

- ★ Las geometrías son más agresivas que las naturales
- ★ El terreno necesita estructuras de refuerzo para sostenerse
- ★ Nosotros diseñamos esos refuerzos
- ★ Si los refuerzos no son los adecuados

Fundaciones

Las fundaciones son los apoyos de las construcciones sobre el terreno

- Estructura: área pequeña
- Terreno: área mayor



Pilotes

Los pilotes son "columnas" de hormigón que transfieren la carga a suelos profundos más resistentes

Presas, diques, terraplenes y escolleras

- ★ **PRESAS:** Intercepta el curso de agua
- ★ **DIQUES:** Paralelo al flujo de agua
- ★ **TERRAPLENES Y ESCOLLERAS:** camino sobreelevado en tierra/agua

Excavaciones a cielo abierto

EXCAVAR: Quitar de una cosa sólida parte de su masa, haciendo hoyo o cavidad en ella (DRAE). El problema de las excavaciones es garantizar la estabilidad del sólido que no quitamos (el terreno circundante)

Secuencia de construcción

- ★ Desde superficie: pilas de 18m de profundidad
- ★ 4 etapas de excavación y colocación de anclajes
- ★ Segunda pila de 18m de profundidad dde 12m
- ★ 3 etapas de excavación y colocación de anclajes

Túneles para subterráneos

Elementos de un túnel

Los elementos de un túnel son

- Bóveda
- Hastiales
- Solera

Puede construirse en una o dos etapas

- Sostenimiento primario
- Revestimiento definitivo



Principio de funcionamiento de un túnel

Un túnel es un orificio en un sólido tridimensional: el terreno. El sostenimiento es sólo un "refuerzo de borde" del orificio.

Principio de funcionamiento (y de diseño)

- ★ El terreno se sostiene a sí mismo
- ★ El sostenimiento refuerza el borde del orificio

Diseñar es elegir una forma estructural que ayude al terreno a sostenerse a sí mismo

Procedimientos constructivos: ¿Tenemos muchas opciones?

MÉTODO ALEMÁN:

1. Hastiales con hormigón moldeado - 2. Bóveda primaria con hormigón proyectado - 3. Bóveda secundaria con hormigón moldeado - 4. Solera con hormigón moldeado

MÉTODO BELGA:

1. Bóveda primaria con hormigón proyectado - 2. Bóveda secundaria moldeada - 3. Hastiales moldeados por troneras - 4. Solera moldeada

MÉTODO DE FRENTE COMPLETO:

1. Bóveda y hastiales con hormigón proyectado - 2. Solera con hormigón moldeado - 3. Bóveda y hastiales con hormigón moldeado

Preguntas del cuestionario

- 1- ¿Qué es un suelo expansible? *Aquel que modifica su volumen significativamente con la presencia de agua.*
- 2- Clasifique los suelos en orden creciente por el tamaño de sus partículas *Arcillas < Limo < Arena < Grava*
- 4- ¿Qué son los anclajes en las excavaciones? *Barras que se introducen en el suelo para sostenerlo (asegurar su estabilidad) cuando retire el suelo.*
- 5- La Ingeniería Civil se ocupa de las infraestructuras. Completar: *Los puertos y muelles: [INGENIERÍA CIVIL] - Los barcos: [NO INGENIERÍA CIVIL] - Los automóviles: [NO INGENIERÍA CIVIL] - Los aeropuertos: [INGENIERÍA CIVIL] - Las carreteras: [INGENIERÍA CIVIL] - Los aviones: [NO INGENIERÍA CIVIL]*
- 6- Explique como analizamos al suelo en los siguientes problemas de la ingeniería. Completar: *Túneles: [ESTRUCTURA] - Muros de contención (excavaciones a cielo abierto): [CARGA] - Presas y/o escombreras: [ESTRUCTURA] - Sótanos, subsuelos: [CARGA] - Fundación con plateas o zapatas de hormigón: [APOYO] - Fundación con pilotes: [APOYO]*
- 7- Indique verdadero o falso *La diferencia entre suelo y roca esta en su competencia mecánica: [VERDADERO] - La diferencia entre suelo y roca es su composición química: [FALSO] - La ingeniería civil no hace distinciones entre suelos y rocas: [FALSO] - Las rocas son materiales más consolidados que los suelos pero estos comparten muchas propiedades entre sí: [VERDADERO]*

TEMA 9.1: AEROPUERTOS

Estudios de ingeniería y análisis de la situación

Pavimento: Estructura, entre aeronaves y terreno de fundación, que presenta las siguientes características funcionales, estructurales y de durabilidad

SUAVIDAD

- ★ Lisura y Rugosidad

SEGURIDAD

- ★ Fricción
- ★ FOD

CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA DE CARGA

- ★ Distribuir las tensiones generadas en la superficie hasta que alcancen valores admisibles por la subrasante
- ★ Resistir, cada una de sus etapas constitutivas, la mencionada transferencia sin deformaciones permanentes

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

DURABILIDAD

Tareas de Campo

- ★ **DEFLECTOMETRÍA:** Ensayo no destructivo (NDT), mediante equipo deflectógrafo de impacto (FWD). Mediciones cada 30 metros, en 6 líneas sobre la Pista, y en 4 líneas sobre los Rodajes. Sobre la plataforma grillas de 30m x 15m.
- ★ **GEOTECNIA:** 66 Sondeos, con extracción de Testigos y muestras de suelos para clasificación mediante el método Highway Research Board (HRB) y determinación de humedad. 3 Calicatas, con ensayo de densidad in-situ, y toma de muestras para clasificación HRB y ensayos Proctor y Valor Soporte.
- ★ **RELEVAMIENTO VISUAL:** Se siguió la metodología ASTM para la determinación del Pavement Condition Index (PCI), mediante la división en Unidades de Muestra. Se realizó un relevamiento específico de las losas con necesidad de reconstrucción

Fundamento de las obras propuestas

Reconstruir mediante **PAVIMENTO DE HORMIGÓN** la faja central de pista y de calles de rodaje frente a la variante de repavimentar mediante la ejecución de **CONCRETO ASFÁLTICO** en toda la superficie de pista y de calles de rodaje debido a:

- ★ El pavimento de hormigón sobre ambos costados de la faja central se encuentra en buen estado y por tanto con bajos costos de mantenimiento
- ★ La faja central tanto de pista y con más razón de calles de rodaje, porque presentan menores espesores de pavimento de hormigón estructural que la pista, muestran un grado de deterioro de losas que hubiera requerido la demolición y reconstrucción de muchas de ellas en forma previa a la repavimentación con mezcla asfáltica en caliente.
- ★ La durabilidad de la obra con pavimento de hormigón supera en calidad y tiempo la repavimentación con asfalto, corrigiendo los problemas funcionales y estructurales

Proceso constructivo

Aserrado previo - Demolición y retiro de escombros - Ejecución de las losas de hormigón - Tren de Pavimentación, curado y texturado - Tareas de Aserrado en las primeras horas de ejecutado - Tareas de Aserrado en las primeras horas de ejecutado - Controles de obra - Ranurado final - Sellado final siliconas / juntas biseladas - Ejecución final de señalización horizontal - Balizamiento -

Material	Cantidad	Unidad	Cantidad de camiones
CEMENTO	20.800	tn	743
PIEDRA	70.400	tn	2.347
ARENA	40.400	tn	1.347
AGUA	7.800.000	litros	325

COMPARACIÓN VOLUMENES DE OBRA MDZ - AEP

PRINCIPALES ITEMS DE OBRA	MDZ	AEP	MDZ/AEP
ASERRADO Y DEMOLICIÓN	31.000 m ³	10.000 m ³	3*
RECLAMADO	17.000m ³	0 m ³	-
SUB BASE DE HORMIGÓN	17.000m ³	0 m ³	5,2*
PAV. DE HORMIGÓN	35.000m ³	10.000 m ³	
EST. GRANULAR PARA MARGENES	15.000m ³	0 m ³	-
CONCRETO ASFÁLTICO	13.500tn	0 tn	-

ELABORACION DE HORMIGÓN POR DIA : 1.500m³/día

Material	Cantidad	Unidad	Cantidad de camiones
CEMENTO	600	Toneladas	21
PIEDRA	1.800	Toneladas	60
ARENA	1.050	Toneladas	35
AGUA	225.000	Litros	9

Preguntas del cuestionario

- 1- Complete la siguiente definición: *La diferencia entre un Aeródromo y un Aeropuerto radica en que el [AEROPUERTO] cuenta con toda la infraestructura necesaria para el manejo de pasajeros, mientras que la definición de [AERÓDROMO] es más general y refiere a un predio con las condiciones adecuadas para la operación aeronáutica.*
- 2- Las proporciones aproximadas de pasajeros en los aeropuertos nacionales son las siguientes: *Ezeiza [30%] - Aeroparque [30%] - 31 Restantes concesionados a AA2000 [30%] - 20 Concesiones varias y sin concesión [10%]*
- 3- Identifique a los actores responsables de cada tarea: *Seguridad operacional, fiscalización: [ANAC] - Gestión tránsito aéreo: [EANA] - Control de concesión, control y ejecución de infraestructura: [ORSNA] - Seguridad física [PSA]*
- 4- Para que se realiza el aserrado y sellado de juntas en los pavimentos de una pista o calle de rodaje: *Para inducir a las fisuras inhabitables y sellarlas adecuadamente, aumentando la durabilidad de los pavimentos.*

TEMA 9.2: TRANSPORTE CARRETERO Y SU RELACIÓN CON DESARROLLO DEL PAÍS

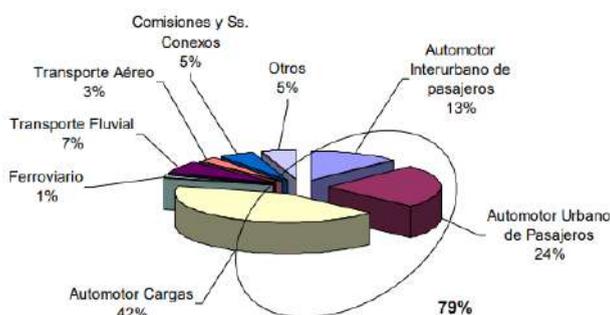
Objetivos

Esta presentación mostrará el rol de la ingeniería civil en la infraestructura del transporte carretero, se partirá de una visión histórica del desarrollo de los Caminos en el mundo y en nuestro país, describiendo la situación actual, el aporte del Ingeniero Civil y su importancia para el desarrollo del país.

Situación Actual

Participación del transporte carretero

El sector Transporte y Almacenamiento en el PBI



Transporte de cargas

PRINCIPALES NODOS DE EXPORTACIÓN: (excluyendo combustibles y derivados - Volumen %) Gran Rosario 58% Necochea/Bahía Blanca 16% Puerto Buenos Aires 7% (90% del Tráfico contenedores) Zárate/Campana 4% Cristo Redentor 3% Paso de los libres 2% Iguazú 1% San Antonio Oeste 1% Santo Tome 1% Otros 7%

Problemas

Congestión en alrededores de Rosario 58% del volumen de exportaciones argentinas Externalidades negativas sobre medio urbano, demoras, deterioro pavimentos, accidentes.

Consecuencias

Total muertos por provincia en accidentes de tránsito automotor. 4000 muertes / año - 95000 heridos / años

CARACTERISTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA

RED NACIONAL DE CAMINOS		
	Longitud (km)	
Caminos de dos carriles indivisos pavimentados	32.994	93%
Autopistas y Autovías	2.538	7%
Total transitable de la red	35.553	
ZONA LLANA	31.354	80%
ZONA ONDULADA	6.756	17%
ZONA MONTAÑOSA	1.212	3%
LONGITUD DE PUENTES	161	0,4%
LONGITUD DE TUNELES	5,5	0,01%

Fuente: Sección Inventario Vial - División Relevamientos -Gerencia de Planeamiento, Investigación y Control- DNV 2009 y 2014

Infraestructura vial

Tránsito

CAMIONES EN LA RED DE CAMINOS: Recorren de 120.000 a 150.000 km. por año, el 70% de las unidades son semiremolques Relación entre trailers y unidades tractoras: 1,5

ACCESOS A LA CIUDAD DE BUENOS AIRES: 290 Km autopistas y autovías

Aporte de la Ingeniería Civil

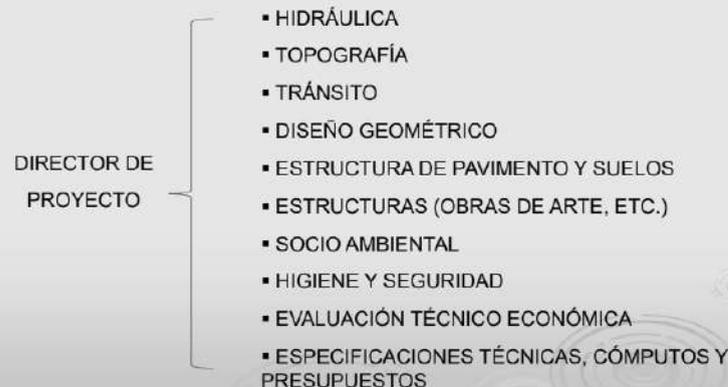
- ★ PLANIFICACIÓN - FACTIBILIDAD
- ★ DISEÑO – ANTEPROYECTO PROYECTO
- ★ CONSTRUCCIÓN
- ★ INSPECCIÓN

★ MANTENIMIENTO

RED VIAL PRIMARIA (NACIONAL)	
Longitud total de la red (Km)	38.920
PAVIMENTADA	34.090
TIERRA	1.232
RIPIO	3.598
RED VIAL SECUNDARIA (PROVINCIAL)	
Longitud total de la red (Km)	200.756
PAVIMENTADA	41.946
TIERRA	109.424
RIPIO	49.387
RED VIAL TERCIAIA (MUNICIPAL)	
Longitud total caminos vecinales (Km)	285.000
TIERRA	285.000
(400.000 km según otras fuentes)	
TOTAL RED	
Longitud total de red vial (Km)	524.676
PRIMARIA Y SECUNDARIA	239.676
TERCIAIA	285.000



TRABAJO INTERDISCIPLINARIO



CONSTRUCCIÓN DE UN CAMINO RURAL
 DESBOSQUE Y DESTRONQUE - LIMPIEZA DE ZONA DE CAMINO - EXTRACCIÓN SUELO YACIMIENTO - EXTRACCIÓN SUELO YACIMIENTO - MOVIMIENTO DE SUELOS - CONSTRUCCIÓN DEL TERRAPLÉN - CONSTRUCCIÓN DE BASE SUELO CAL - COMPACTACIÓN TERRAPLÉN - INSPECCIÓN CONTROL COMPACTACIÓN

Preguntas del cuestionario

- 1- Indicar la máquina de acuerdo a su función en obras viales:
Compacta rellenos y terraplenes [RODILLO PATA DE CABRA] - Genera cortes en el terreno y retira los suelos con su cuchara [RETROEXCAVADORA] - Define la cota de rasante a través de la nivelación de la sub-base [MOTONIVELADORA]
- 2- ¿Para que se ejecutan alcantarillas u obras de arte, en rutas y autopistas?: *Para permitir el paso del agua de los escurrimientos naturales*
- 3- Ubicar las características de acuerdo a cada tipo de pavimento (Flexible vs Rígido): *[ASFALTO] Material [HORMIGÓN] - [NEGRO] Color [GRIS] - [AHUELLAMIENTO] Patología [FISURACIÓN]*

TEMA 10.1: FERROCARRILES

El ferrocarril

Conjunto de Instalaciones, Vehículos y Equipos que constituyen este medio de transporte. Camino con dos rieles de hierro paralelos, sobre los cuales ruedan los trenes.

Instalaciones ferroviarias

Son los dispositivos, aparatos y sistemas que permiten el servicio ferroviario en condiciones de seguridad y confort y las edificaciones que los albergan. Son instalaciones ferroviarias:

- ★ Instalaciones de electrificación: línea aérea de contacto, subestaciones y líneas de acometida energética
- ★ Instalaciones de señalización y seguridad que garantizan la seguridad en la circulación de trenes
- ★ Instalaciones de comunicaciones fijas y móviles.

Explotación ferroviaria

Conjunto de procesos encaminados a ofrecer un servicio al cliente:

- ★ La infraestructura, superestructura, señalización y comunicaciones, entre otros, configuran el equipamiento físico de la línea.
- ★ En función de las necesidades del cliente es necesario integrar una serie de procesos, con objeto de ofrecer el servicio en condiciones de calidad y seguridad: *PLANIFICACIÓN DE ITINERARIOS, CONTROL DEL TRÁFICO, ATENCIÓN AL CLIENTE, CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LAS ESTACIONES, ETC.*
- ★ La explotación se basa en el trabajo de los equipos técnicos para satisfacer las necesidades de los clientes.

Ventajas del sistema ferroviario

- ★ **ECONOMÍA ENERGÉTICA** (baja resistencia a la rodadura debida a la interfase rueda de acero sobre riel de acero y empleo de fuentes de energía renovables) // **VELOCIDAD** (+ sin congestión vía) // **SEGURIDAD** // **REGULARIDAD** // **COMODIDAD** // **BAJO IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE** (menor ocupación de suelo, ruido, emisión CO₂) // **MOVILIDAD SOSTENIBLE**

Integral el sistema ferroviario

- ★ **VÍA / APARATOS DE VÍA / PUENTES - SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIONES - SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA** (Subestación, catenaria) - **CONTROL DE LA CIRCULACIÓN - ESTACIONES** (Pasajeros, carga, mixtas, etc) - **DEPÓSITOS Y TALLERES - MATERIAL RODANTE** → **REMOLCADO:** Coches, vagones // **MOTOR:** Locomotoras, Choques eléctricos

Vía - Camino de rodadura

Características: **RESISTENCIA - FLEXIBILIDAD - CONTINUIDAD**

Infraestructura: **INTEGRADA POR LA PLATAFORMA**

Superestructura: **RIEL + DURMIENTE + BALASTO + FIJACIONES**

Clasificación de las líneas del ferrocarril

POR LA SEPARACIÓN DE SUS RIELES: Trocha ancha: 1.676 mm // Trocha media: 1.435 mm // Trocha angosta o estrecha: 1.000 mm

POR SU SERVICIO: General // Particular (minero, industrial).

POR SU DESARROLLO GEOGRÁFICO: Larga Distancia (Nacional o internacional) // Regionales // Urbanos o suburbanos // Líneas de Montaña

POR LA TRANSMISIÓN DE ESFUERZOS: Adherencia // Cremallera // Tracción por cable

Ancho de vía: TROCHA

Distancia entre caras interiores de las cabezas de los rieles de uno y otro lado de la vía, se mide en un plano situado a 15 mm por debajo del plano de rodadura

Elección de la trocha

Puede ser debida a la conexión con otras líneas, las dificultades orográficas y/o el tipo de explotación (mercancías menor V)

Ventajas de la trocha angosta

- ★ Curvas de menor radio
- ★ Menor volumen de terraplenes y desmontes.
- ★ Economía en túneles, puentes y en el material rodante
- ★ Economía en el balasto, durmientes más cortos.
- ★ Menor ancho de plataforma
- ★ Menor resistencia a la tracción en las curvas, que permite aumentar la inclinación de las rampas.

Inconvenientes de la trocha angosta

- ★ Menor capacidad de tráfico
- ★ Menor velocidad por estabilidad de vehículos
- ★ Conexión con otras líneas

Gálbo

- ★ Contorno de referencia, al cual deben adecuarse las instalaciones fijas y el material rodante para posibilitar la circulación de los vehículos sin interferencias.
- ★ Gálbo del material rodante
- ★ Es el gálbo que limita el dimensionamiento de las secciones del material rodante detenido o en movimiento.
- ★ Gálbo de obra (o de construcción de instalaciones fijas)
- ★ Es el gálbo fuera del cual deben ubicarse o construirse las instalaciones fijas.

Funciones del Balastro

- ★ Conjunto de partículas granulares de diferentes tamaños y formas sobre el que apoyan los durmientes y colocado sobre el plano de formación de la vía.
- ★ Repartir en forma uniforme sobre la plataforma las cargas transmitidas por los durmientes y arriostrarlos.
- ★ Estabilizar vertical, longitudinal y transversalmente la vía.
- ★ Amortiguar a través de su estructura pseudo-elástica las acciones sobre la vía.
- ★ Proteger a la plataforma de las variaciones de humedad y facilitar el drenaje de las aguas de lluvia Posibilitar la recuperación de los parámetros geométricos de la vía

Funciones del durmiente

- ★ Servir de apoyo a los rieles, asegurando su posición e inclinación.
- ★ Recibir las cargas verticales y horizontales transmitidas por los rieles
- ★ Mantener la estabilidad de la vía en el plano horizontal y vertical.
- ★ Mantener el aislamiento eléctrico entre los dos rieles cuando la línea está dotada de circuitos de señalización.
- Los Durmientes de madera: Distancia entre ejes de durmientes consecutivos • > 50 cm (limitación por bateo) • < 70 cm (limitación por deformación) • Valor usual: 60 cm

Funciones del riel

- ★ Resistir y transmitir las tensiones que recibe de los esfuerzos ejercidos por el material rodante
- ★ Efectuar el guiado unidireccional de las llantas en su movimiento

Riel largo soldado

- ★ Fiabilidad alcanzada de los sistemas de soldadura.
- ★ Desarrollo de las fijaciones elásticas aseguran un esfuerzo de apriete constante en el tiempo.
- ★ Mejora en la fabricación de los rieles y de su soldabilidad.
- ★ Mejora en la fabricación de los durmientes de hormigón.

Ventajas del riel largo soldado

- ★ Evita los inconvenientes originados por las juntas de riel, reduciendo los gastos de conservación de vía y Aumenta la vida útil de los rieles y otorga mayor seguridad y confort. Servir de conductor de la corriente eléctrica de señalización y de retorno en líneas electrificadas.

Tipos de soldadura de rieles

ALUMINOTÉRMICA - SOLDADURA ELÉCTRICA A TOPE

Función de las fijaciones

Se clasifican en fijaciones directas, indirectas o mixtas. Su función es:

- ★ Mantener la trocha y evitar el vuelco del riel
- ★ Mantener unido el riel al durmiente
- ★ Impedir el desplazamiento relativo del riel respecto al durmiente
- ★ Adecuado aislamiento eléctrico (Líneas Electrificadas)
- ★ Mantener la inclinación de los rieles

Vía con juntas

- ★ **JUNTA** es la unión entre dos rieles entre sí cuya función es solidarizar los rieles para que presenten un comportamiento frente a la deformación similar al de los rieles que une.
- ★ **CALA** es la separación entre los extremos de dos rieles consecutivos de un hilo de la vía, medida en mm.
- ★ **ECLISA** es la pieza metálica que une los extremos de dos rieles consecutivos de forma que coincidan sus ejes longitudinales, inmovilizando su posición en el plano horizontal y vertical.

Aparato de vía

Dispositivo que permite la ramificación y el cruce de diferentes vías, con máxima seguridad.

Renovación de vía

Es el proceso que tiene por objeto el reemplazo de todos los elementos de su infraestructura y acondiciona esta y su entorno para su función, generalmente más exigente que su anterior estructura.

Persigue una mejora de la explotación adaptándose a nuevos incrementos de velocidad.

Preguntas del cuestionario

- 1- Elegir la trocha más conveniente en función de las siguientes características o necesidades: *Caminos de montaña: [ANGOSTA] - Bajar costos: [ANGOSTA] - Gran capacidad de carga: [ANCHA] - Poco espacio para el desarrollo de la infraestructura ferroviaria: [ANGOSTA] - Grandes velocidades: [ANCHA]*
- 2- Marque las ventajas correspondientes al transporte ferroviario: *Velocidad, Economía energética (sostenibilidad), Seguridad, Regularidad*
- 3- ¿Qué es la trocha? *La luz interior entre los hongos de rieles que conforman una misma vía férrea*
- 4- Complete los nombres de los elementos que componen la vía en el orden en que recién y distribuyen las cargas del material rodante al terreno: *1- [RIEL] 2- [FIJACIONES] 3- [DURMIENTE] 4- [BALASTRO] 5- [PLATAFORMA]*
- 5- En ferrocarriles, complete la siguiente definición: *El gálibo es [UN CONTORNO DE REFERENCIA EL] cual se define para evitar la colisión entre LA INFRAESTRUCTURA Y EL MATERIAL RODANTE. Existen dos tipos de gálibo: [EL GÁLIBO DEL MATERIAL RODANTE] el cual es interior y no debe ser excedido por toda formación que circule por la vía, y el [GÁLIBO DE OBRA], exterior, el cual no puede ser invadido por todo elemento de la infraestructura fija.*

TEMA 10.2: PLANEAMIENTO DEL TRANSPORTE

Transporte VS. Tránsito

El transporte es el movimiento de personas o cargas en un área geográfica, satisface la necesidad de desplazamiento (movimiento en el espacio). Generalmente utiliza vehículos en redes de transporte con sistemas de control. En cambio el tránsito es la circulación de vehículos por redes de transporte

Visión de un sistema de transporte

- ★ INGENIERÍA: Diseño tecnológico, inversión (construcción), mantenimiento
- ★ ECONOMÍA DEL TRANSPORTE: Demanda y oferta, evaluación de proyectos
- ★ LOGÍSTICA (investigación operativa): Operación, aprovisionamiento y distribución de productos, localización
- ★ GEOGRAFÍA: Relación entre el ordenamiento del territorio y el sistema de transporte
- ★ OTRAS VISIONES: Defensa nacional, control del territorio

Características del transporte

- ★ Es una actividad no deseada en sí misma: El objetivo de política o de planificación es minimizar la cantidad (en términos económicos) de unidades de transporte para un cierto nivel dado de actividad económica
- ★ Es una demanda derivada: El servicio de transporte no es requerido por sí mismo sino en relación con la demanda de los bienes o personas a transportar. - El nivel de actividad del transporte depende del nivel de actividad de otros sectores de la economía
- ★ Es un servicio: Queda definido por las características generales de los servicios - Inestockabilidad y estacionalidad: congestión

Ciclo del planeamiento

Metas y objetivos

- ★ Valores de la comunidad: comportamiento / preferencias sociales
- ★ Objetivos: fines generales
- ★ Metas: pasos hacia el objetivo

Cursos de acción

- ★ Políticas: normas para la toma de decisiones y su implementación
- ★ Proyecto: unidad autónoma de actividad (inversión)
- ★ Programa: conjunto de actividades relacionadas → objetivo

Planeamiento del Transporte: Objetivos y programa

Objetivos

- ★ **CONOCIMIENTOS DE LA INGENIERÍA DEL TRANSPORTE:** Estudiar problemas relativos al movimiento de personas o bienes. // Plantear y evaluar variantes de solución. // Controlar la implementación de las acciones correspondientes
- ★ **TEMAS DENTRO DEL DESARROLLO DEL CURSO:** El sistema de transporte // Relación transporte-uso del suelo // Empleo racional de los recursos // Preservación del medio ambiente
- ★ **EJERCICIO PROFESIONAL EN EL SECTOR PÚBLICO Y PRIVADO**

Programa

CONTENIDOS BÁSICOS

- ★ Función política, social y económica del transporte
- ★ Sistemas de transporte, medios, tecnologías (modos), redes



- ★ Transporte y ecología, relación accesibilidad / ambiente / costo
- ★ Economía del transporte, costos, demanda, tarifas
- ★ Planeamiento del transporte, planes, políticas y proyectos
- ★ Modelos de demanda de transporte dirigidos a redes
- ★ Información para el planeamiento del transporte
- ★ Regulación de actividades de transporte, razones e instrumentos para la intervención estatal

Preguntas del cuestionario

1- Asociar la definición correspondiente: *Es la circulación de los vehículos por una red de transporte: [TRÁNSITO] - Es el movimiento de personas o cargas de un área a otra [TRANSPORTE]*

2- ¿Cuáles de las siguientes aseveraciones sobre sistema de transporte son ciertas?: *La actividad de otros sectores de la economía se reflejan en el transporte, El objetivo de la planificación del transporte es minimizar la cantidad de unidades de transporte para una actividad*

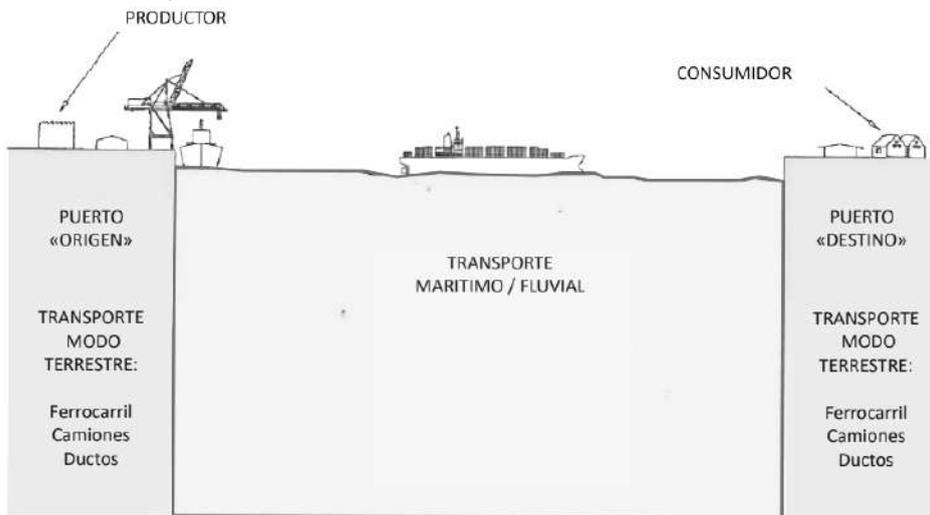
TEMA 11: PUERTOS Y VÍAS NAVEGABLES

Transporte por agua

Ventajas del transporte

Un buque puede mover el equivalente de 6000 contenedores, un tren de barcazas puede transportar hasta el equivalente de 100 contenedores. En cambio un ferrocarril sólo puede hasta 40 y un camión solo 1.

Cadena de transporte



Desarrollo del transporte por agua

- ★ La resolución de las **VÍAS DE COMUNICACIÓN** como elemento indispensable de unión entre **UN ORIGEN** y **UN DESTINO**.
- ★ La ingeniería portuaria proporciona soluciones adecuadas tanto para la materialización de los extremos como para su vinculación.
- ★ Si nos ocupamos del **TRANSPORTE POR AGUA**:
 - EXTREMOS → PUERTOS / TERMINALES
 - VINCULACIÓN → VÍAS NAVEGABLES (naturales o artificiales)

Puertos

Objetivos de un puerto

- ★ Posibilitar la transferencia de cargas entre modos de transporte agua-tierra
- ★ Emplazamiento: en las interfases agua - tierra
- ★ Obra Portuaria está en contacto con: **LA CARGA QUE SE TRANSFIERE // LOS VEHÍCULOS MODO AGUA** (buques y/o barcazas) // **LOS VEHÍCULOS MODO TIERRA** (camiones, ferrocarriles, ductos y/o cintas)
- ★ Requerimientos hacia la obra portuaria: **REQUERIMIENTOS PARA TRANSFERENCIAS // REQUERIMIENTOS PARA MOVIMIENTOS INTERNOS // REQUERIMIENTOS PARA ALMACENAMIENTO // REQUERIMIENTOS DE ACCESOS Y CIRCULACIÓN** (vehículos modo agua y tierra) // **REQUERIMIENTOS PARA ESTADÍA** (vehículos modo agua y tierra)

Funciones de un puerto

- ★ **FUNCIONES BÁSICAS**: Servicios a las cargas - Servicios a buques y barcazas - Servicios a vehículos terrestres - Cubrir propias necesidades de gestión y funcionamiento del puerto
- ★ **FUNCIONES AGREGADAS A LAS CARGAS (LOGÍSTICA)**: Completamiento - Tratamientos para mejoras - Adecuación de embalajes - Fraccionamiento, agrupamiento
- ★ **FUNCIONES COMPLEMENTARIAS**: En relación a los buques (aprovisionamientos, reparación naval) - En relación a medios de transporte terrestre (estacionamiento, etc)

Movimientos de transferencia

Con equipos (utilaje) de muelle o de buque

- ★ Movimientos verticales de izamiento y descenso con movimientos horizontales (Lift on – Lift off) (EMBARQUE / DESEMBARQUE)
- ★ Movimientos horizontales con pequeñas pendientes (Roll on – Roll off) – (EMBARQUE / DESEMBARQUE)
- ★ Movimientos verticales por caída libre (SOLO EMBARQUE)
- ★ Movimientos por bombeo (EMBARQUE / DESEMBARQUE)

TRANSFERENCIA – FLUJO DISCONTINUO Carga general / Contenedores

TRANSFERENCIA – FLUJO SEMI-CONTINUO Graneles sólidos (agrograneles / minerales)

TRANSFERENCIA – FLUJO CONTINUO Graneles líquidos (petroquímicos / aceites vegetales)

Movimientos internos

- ★ **CON EQUIPOS DE RODADURA**: Sobre neumáticos o Sobre rieles
- ★ **CON TRANSPORTADORES MECÁNICOS**: Horizontales ó con pendiente (cintas transportadoras hasta aprox. 20°), Verticales de elevación (cangilones, de tornillo, etc) o Verticales de caída libre (con inclinaciones)
- ★ **CON TRANSPORTADORES HIDRÁULICOS**: Verticales y horizontales (Bombas de succión / impulsión y conductos)

★ CON TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS: Verticales (con inclinaciones) (Bombas de succión y conductos)

Ayudas a la navegación

Se trata de un elemento indispensable para que el navegante desarrolle adecuadas «derrotas», siempre en condiciones de seguridad y eficiencia del transporte.

Se compone de dispositivos visuales y/o electrónicos que brindan información de posicionamiento y otras particularidades de la vía navegable (peligros, obras sobre la vía, bifurcación de canal, etc).

Las ayudas a la navegación se soportan sobre elementos: *FIJOS*: faros, balizas, spar // *FLOTANTES*: boyas (fondeadas a lecho)

Ingenierías de dragado

DRAGAS MECÁNICAS: TIPO “CUCHARA”

DRAGAS MECÁNICAS: TIPO “RETRO EXCAVADORA”

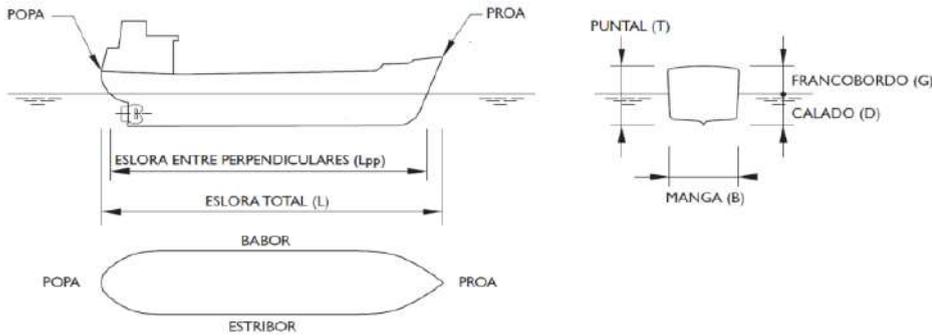
DRAGAS MECÁNICAS: TIPO “CANGILONES”

DRAGAS HIDRÁULICAS: TIPO “SUCCIÓN POR ARRASTRE”

DRAGA MECÁNICA-HIDRÁULICA: TIPO “CORTADOR”

Buque de diseño

Representación geométrica del bloque



Datos geométricos

1. Dimensiones de longitud: Eslora (dimensión medida desde proa hasta popa)
2. Dimensiones de ancho: Manga (M) (dimensión medida desde babor hasta estribor)
3. Dimensiones de altura: Puntal (dimensión medida desde cubierta hasta quilla) Puntal = Calado + Francobordo // Calado (C) (dimensión medida desde plano de flotación hasta quilla) // Francobordo (FB) (dimensión medida desde plano de flotación hasta cubierta)

Diseños

BUQUE DE CARGA GENERAL // BUQUE PORTACONTENEDORES // BUQUE GRANELERO // BUQUE TANQUE – PETROLERO // BUQUE METANERO // BUQUE LNG // BUQUE RO-RO // BUQUE CRUCERO // BUQUES PESQUEROS // TREN DE BARCAZAS // BUQUES – RUTA FLUVIOMARITIMA (Buque tipo Panamax, Buque tipo Cape Size) // BARCAZAS – RUTA FLUVIAL

Cargas

Tipologías de la carga



Obra portuaria

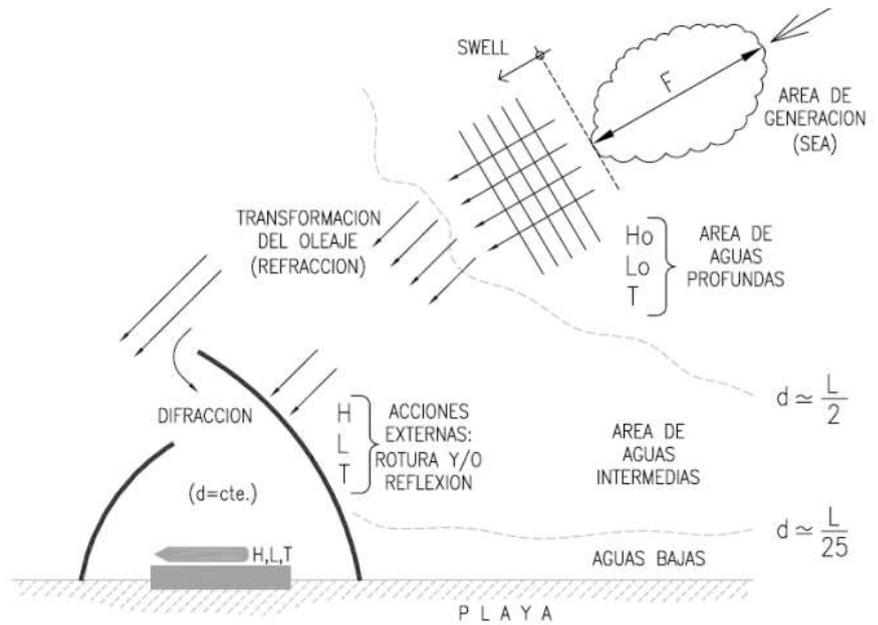
Tipologías de obras portuarias

OBRA PORTUARIA	CARGA	UTILAJE	BUQUE
	Graneles líquidos	Tuberías	Tanque
	Graneles sólidos	Pescante a gravedad (embarque)	Granelero
	Graneles líquidos	Tuberías	Tanque
	Graneles sólidos	Pescante a gravedad (embarque)	Granelero
		Instalación especial con mecanización y cinta transportadora	Granelero
		---	Autodescargable

OBRA PORTUARIA	CARGA	UTILAJE	BUQUE
	Contenedores (por rodadura)	---	Roll On / Roll Off
	Automóviles	---	
	Carga General	Grúas	Carga General
	Contenedores		Portacontenedores
			Multipropósito
			Granelero

Obras de abrigo

Estructura destinada a generar espacio de aguas tranquilas (donde realizar actividades portuarias durante la mayor parte del tiempo) con agitaciones compatibles con las operaciones a realizar de abrigo

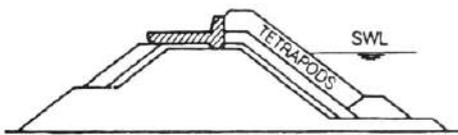


Clasificación de las obras de abrigo

- H : Altura de ola que incide sobre la estructura
- Δ : Masa específica relativa de la estructura
- D : Dimensión característica de la estructura

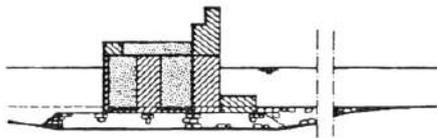
$$\frac{H}{\Delta \cdot D} = 1 a 4$$

Estáticamente estables
(deformaciones reducidas)



Rubble mound breakwater
 $H/\Delta D = 1-4$

TALUD
(ROTURA DEL OLEAJE)



Caisson
 $H/\Delta D < 1$

PARAMENTO VERTICAL
(REFLEXION DEL OLEAJE)

Preguntas del cuestionario

- 1- En los puertos, la carga a operar define las obras y equipos a diseñar para la terminal. Seleccione el tipo de equipo para cada carga a manejar: Carga General / Contenedores: [GRÚAS PÓRTICOS] - Graneles líquidos (aceites y gas licuado): [PIPPING (CONEXIONES TUBULARES Y MANGUERAS)] - Graneles sólidos (granos o minerales) [SILOS Y CINTAS TRANSPORTADORAS] - Vehículos autopropulsados [RAMPAS DE ASCENSO Y DESCENSO]
- 2- Marcar entre los siguientes para que se utilizan de las denominadas "obras de abrigo": Generar un recinto de aguas calmas, Permitir la operación portuaria aún en condiciones climáticas adversas, fuera del puerto, Romper con el oleaje y su energía asociada dentro del recinto destinado a la terminal
- 3- Ubique la nave o el vehículo capaz de transportar las capacidades presentadas: 6000 contenedores [BUQUE] - 100 contenedores [TREN DE BARCAZAS] - 40 contenedores [FERROCARRIL] - 1 contenedor [CAMIÓN]
- 4- Complete la siguiente definición: Una terminal portuaria es un [CONJUNTO DE INSTALACIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA] diseñado y construido para [EL CAMBIO DE MODOS DE TRANSPORTE] un determinado tipo de carga.
- 5- Marcar entre los siguientes cuales están vinculados a las vías navegables: Dragado, Calado, Atraque, Baliza