



XXIV SEMANA DE LA FACULTAD

ARQUITECTURA E INGENIERÍA



Encofrados y Obras Falsas en Proyectos de Construcción

Juan Felipe Ramirez – Director de Ingeniería

Generalidades

Terminología :

- **Encofrado:** molde en contacto con el concreto fresco.
- **Cimbra:** Estructura temporal de soporte.

Referencia Normativa

- NSR-10
- ACI 347
- UNE EN 12812



Puente Pumarejo - Barranquilla

NSR-10

C.6 - Cimbras y encofrados, embebidos y juntas de construcción

ALCANCE

En este capítulo C.6 se especifican solamente los requisitos mínimos de desempeño de las cimbras y encofrados, incluyendo su diseño, construcción y desencofrado.



NSR-10

DISEÑO

- Garantizar la forma de los elementos estructurales.
- Hermeticidad para evitar la fuga de lechadas.
- Garantizar estabilidad y posición durante el proceso de vaciado.
- Ni la cimbra ni sus apoyos pueden deteriorar la estructura previamente construida.

Considerar:

- Velocidad y método de colocación del concreto.
- Cargas de construcción en todas las direcciones aplicadas.
- Verificar requisitos especiales según la forma a encofrar.

Ejercicio retaque

Datos:

Estructura de parqueadero

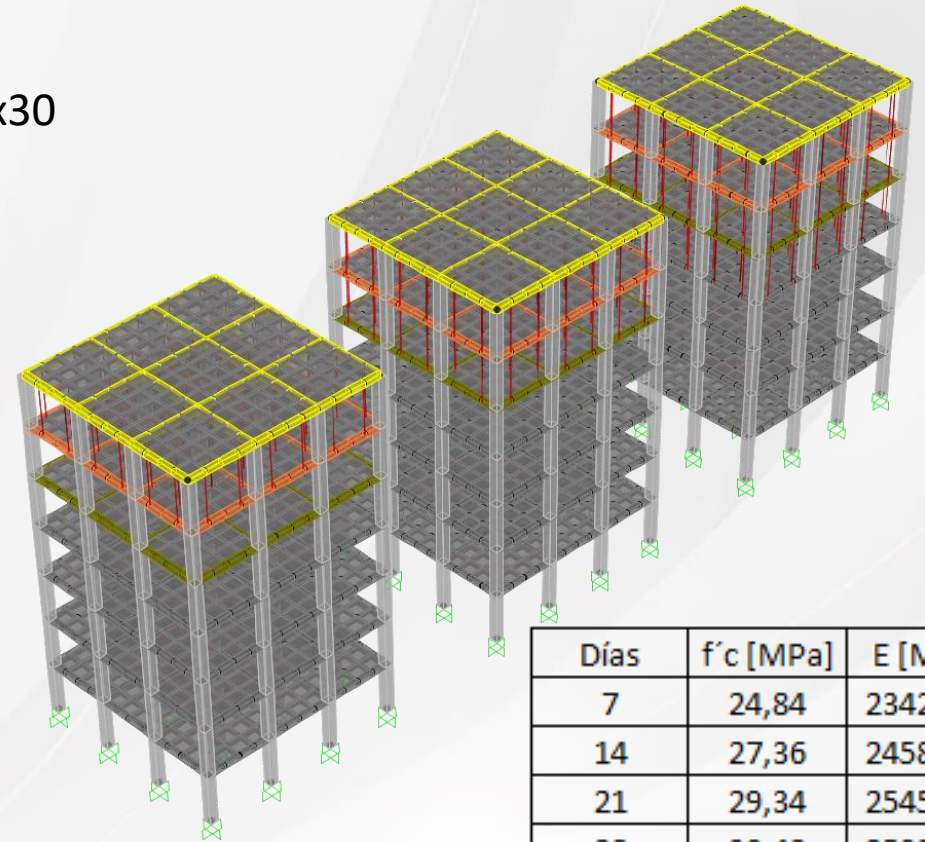
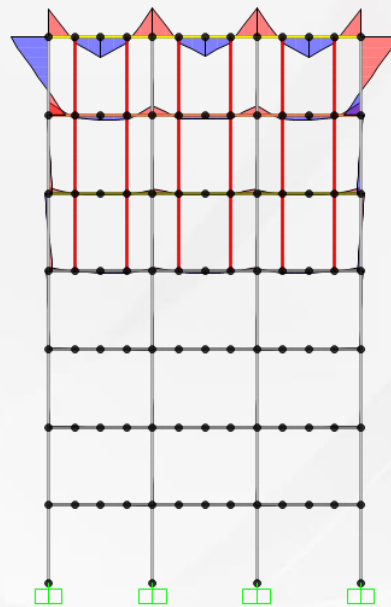
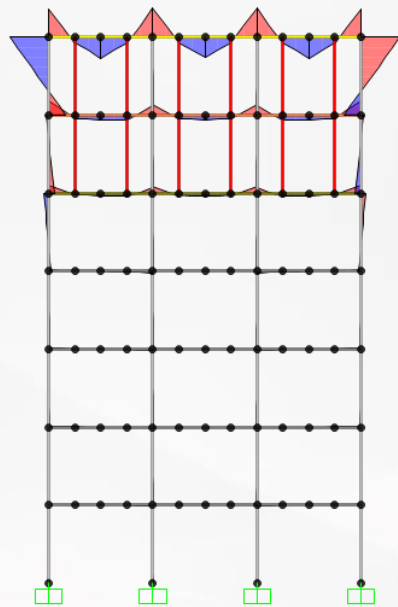
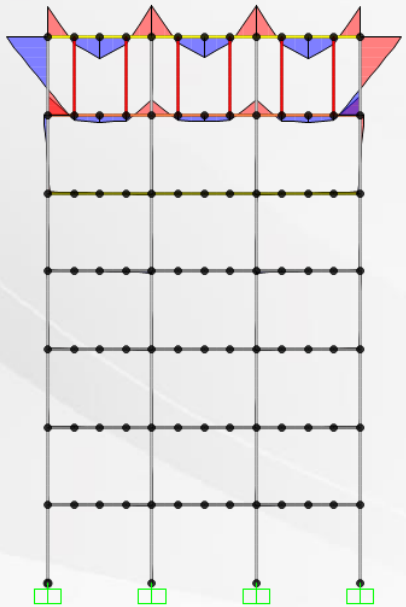
L: 2.5 kN/m^2

D(sobreimpuesta): 0.5 kN/m^2

Para el pórtico de 4m son vigas de 30x30

Para el de 6m de 35x35

Para el de 8m de 45x45



Días	f'_c [MPa]	E [MPa]
7	24,84	23424,68
14	27,36	24584,46
21	29,34	25457,90
28	30,42	25922,53

Factores relevantes en la selección de encofrados

Técnico



Económico



Estético



Logístico



Seguridad



Factor técnico

- **Proceso de vaciado**
- **Modificaciones constructivas**
- **Programación de obra**
- **Cantidad y rotación del equipo**
- **Geometría**
- **Características del concreto**
- **Juntas del vaciado**
- **Cálculo estructural de la cimbra**
- **Acompañamiento técnico**



Factor económico

- **Compra o Alquiler**
- **Consumibles**
- **Mano de obra**
- **Rendimiento**
- **Estructuras complementarias para la construcción**
- **Herramientas de apoyo**



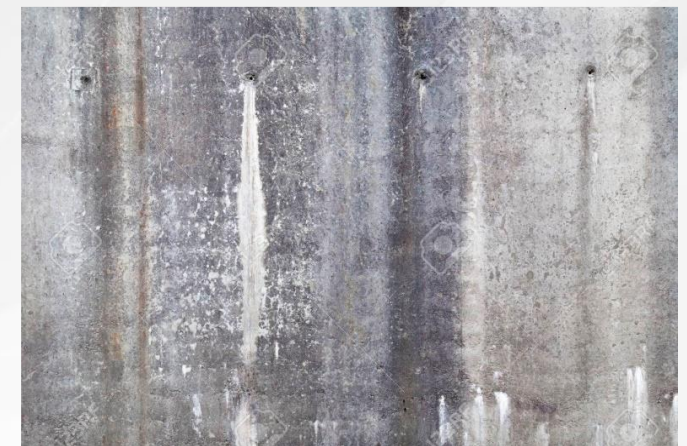
El Toyo Puente 7- Santa Fe de Antioquia

Factor estético

- Definición cara de contacto
- Requerimiento de acabado por parte del cliente
- Control de costos en reparación del acabado de concreto

Referencias:

- Concrete Industry Board
- The American Society of Concrete Contractors



Factor seguridad

- Soporte técnico de la solución
- Trabajo en alturas
- Condiciones climáticas
- Superficies antideslizantes
- Seguridad perimetral
- Normativa vigente

Escaladores de andamios
1948



El Toyo Puesto 1 - Santa Fe de Antioquia

Factor logístico

- Ubicación
- Restricciones de transporte
- Restricciones de espacio
- Disponibilidad de medios de elevación
- Recurso humano



Puente San José - Campamento

Encofrados verticales en edificaciones

Encofrado de bastidor y cara de contacto metálica



Encofrados verticales en edificaciones

Encofrado de bastidor y cara de contacto en aluminio



Encofrados verticales en edificaciones

Encofrado de vigas de madera y cara de contacto en madera.



Encofrados verticales en edificaciones

Encofrado de vigas de madera y cara de contacto en madera.



Encofrados verticales en edificaciones

Bastidor acero y cara de contacto en madera.



Encofrados verticales en edificaciones

Encofrado tradicional de madera.



Encofrados horizontales en edificaciones

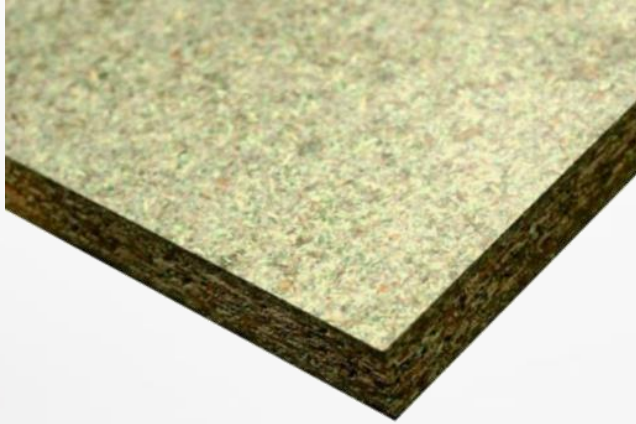
El encofrado de losas de concreto depende de la tipología de la losa, y la altura de entrepiso, a continuación se ilustran algunos de los principales sistemas de encofrado utilizados.

Estos sistemas están compuestos generalmente por:

- Cara de contacto.
- Viga secundaria.
- Viga primaria.
- Puntal o vertical para sostenimiento.



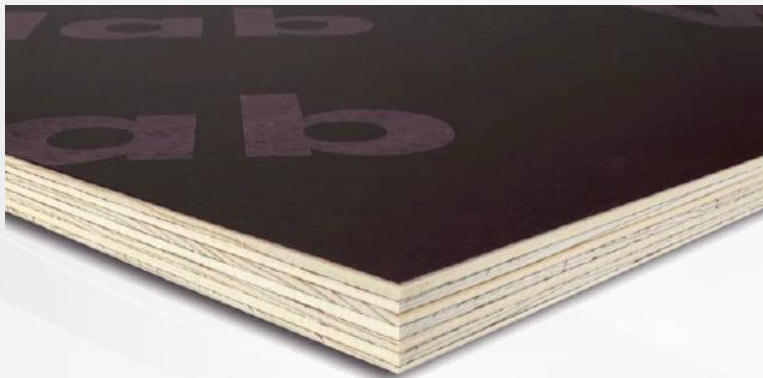
Encofrados horizontales en edificaciones



Aglomerados



Contrachapados 3 capas



Contrachapados



Tablero de madera
“Telera”

Encofrados horizontales en edificaciones



Encofrado de losas tradicional de madera

Ventajas

- Liviano y manoportable.

Desventajas

- Ensamble complejo y demorado.
- No existe posibilidad de regular altura.
- Anti-ecológico.
- Vida útil muy reducida.
- Gran incertidumbre en la resistencia.
- Baja precisión en las medidas.
- Mayor mano de obra.
- No proporciona acabado a la vista.
- Carece de hermeticidad.

Encofrados horizontales en edificaciones



Encofrado para losas cercha, taco y telera.

Ventajas

- Liviano y manoportable.
- Baja inversión inicial.
- Modular y adaptable en altura y en planta.
- Existe gran cantidad de mano de obra con experiencia en su armado.

Desventajas

- Gran incertidumbre en la resistencia de la cara de contacto.
- Deficiencias en el acople entre la madera y el acero.
- No proporciona acabado a la vista.
- Es restringida la ubicación de puntales.

Encofrados horizontales en edificaciones



Encofrado de losas con puntales y paneles.

Ventajas

- Liviano y manportable.
- Regulable en altura.
- Alta resistencia.
- Proporciona acabado a la vista.
- Ensamble muy ágil.
- Desencofrado seguro y hermético.
- Larga vida útil en todos sus componentes.
- Gran estabilidad lateral.

Desventajas

- Es restringida la ubicación de puntales.
- Es complicado realizar los ajustes donde no encajen los paneles de medidas estándar.
- Alta inversión inicial.

Encofrados horizontales en edificaciones



Encofrado para losas con viguetas metálicas y cara de contacto en madera.

Ventajas

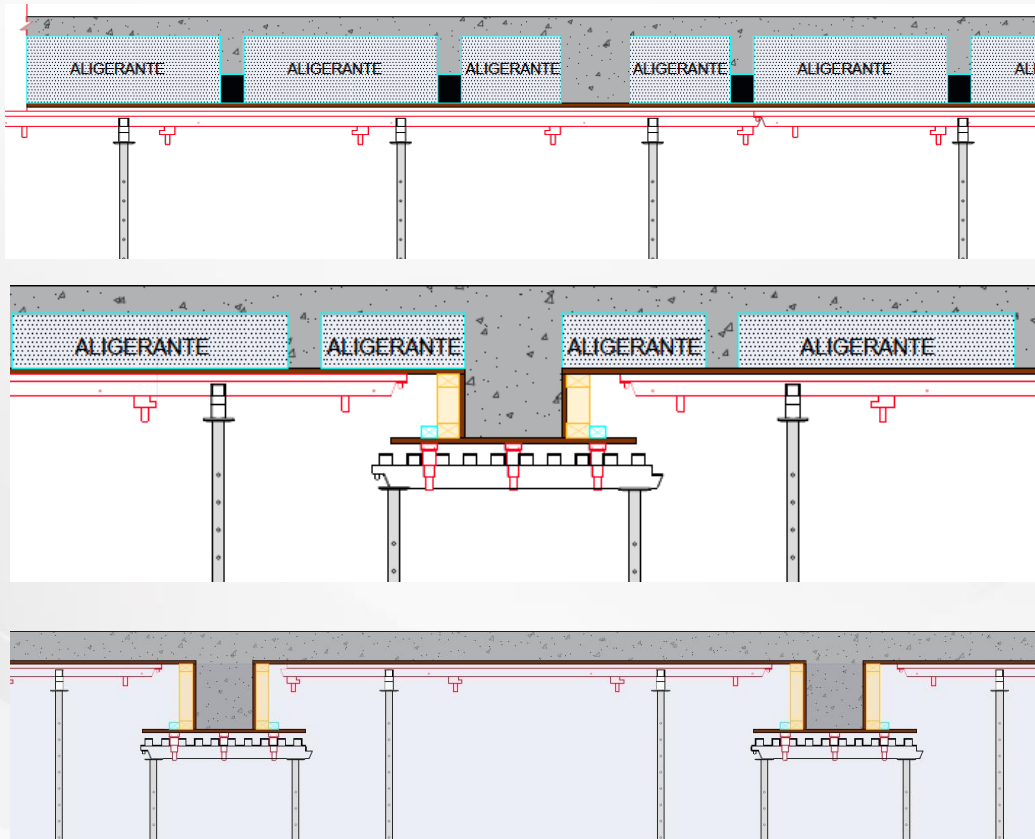
- Liviano y manoportable.
- Permite modificaciones en la separación de todos sus elementos.
- Gran estabilidad lateral.
- Hermético.
- Larga vida útil de su estructura principal.
- Proporciona acabado a la vista.
- Se adapta con facilidad a diferentes geometrías.

Desventajas

- Alta inversión inicial.
- Durante el desencofrado se deteriora progresivamente su cara de contacto.

Encofrados horizontales en edificaciones

TIPOS DE ARMADOS CARA DE CONTACTO.



Encofrados horizontales en edificaciones

ENCOFRADOS HORIZONTALES DE GRANDES ALTURAS

Cuando la altura del encofrado es tal que la manipulación de los elementos se convierte en un problema, además los puntales convencionales se ven afectados por el pandeo, es necesario recurrir a otros tipos de elementos para el sostenimiento del vaciado de concreto.

La falla en un elemento tipo paral, ocasiona una reacción en cadena que en la mayoría de las situaciones termina en un colapso, es por esto que es indispensable analizar las solicitaciones y las resistencias de los elementos.

Para el incremento de la rigidez de los parales se conectan entre sí varios elementos, para así evitar manipular parales muy robustos que puedan ocasionar accidentes.

Encofrados horizontales en edificaciones

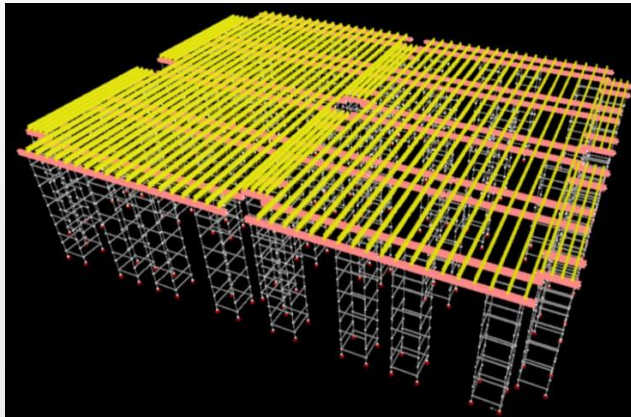


Andamio multidireccional (Ring lock):

Está compuesto por gran cantidad de elementos, los cuales permiten el armado de torres que pueden conectarse entre sí, permite controlar su resistencia modificando el arriostramiento de los elementos verticales.

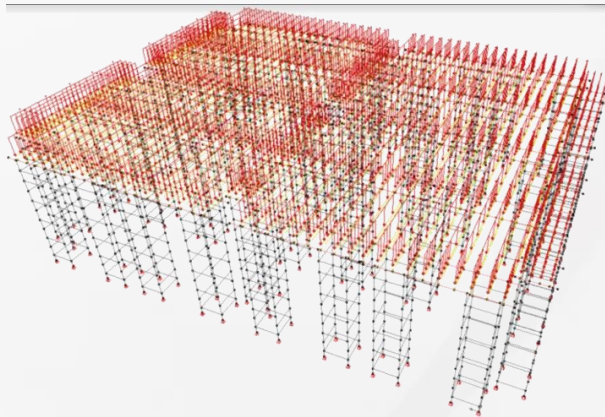
Encofrados horizontales en edificaciones

Análisis y diseño estructural encofrados horizontales



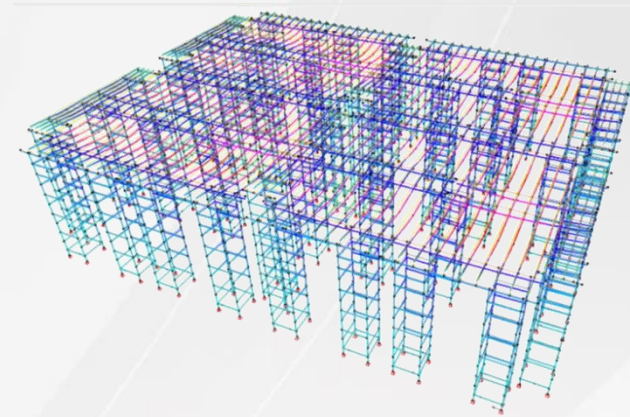
Paso 1:

Representar la porción típica de losa, teniendo en cuenta las separaciones reales de vigas y torres.



Paso 2:

Aplicar las cargas en la cara de contacto, esta se transmitirá a las torres, es importante representar muy bien las zonas de vigas y losa.



Paso 3:

Leer las solicitaciones y comparar con la resistencia de los elementos, hasta llegar al resultado deseado.

Alternativas de soporte y encofrados en puentes

- En la construcción de puentes es común que se elija la alternativa de soporte y el encofrado que garantice el menor tiempo de ejecución, aunque esto implique el uso de diferentes medios de elevación.

Máxima longitud elemento: 12 m

Elemento más pesado: 2.5 ton

Luz: 31 m



Alternativas de soporte y encofrados en puentes

Máxima longitud elemento: 30.5 m
Elemento más pesado: 65 ton
Luz: 32 m



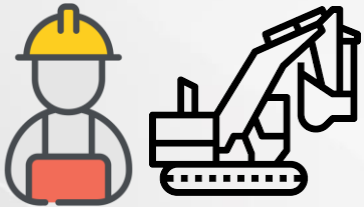
Puente Guayacanes - Bogotá

Alternativas de soporte y encofrados en puentes

Máxima longitud elemento: 6 m

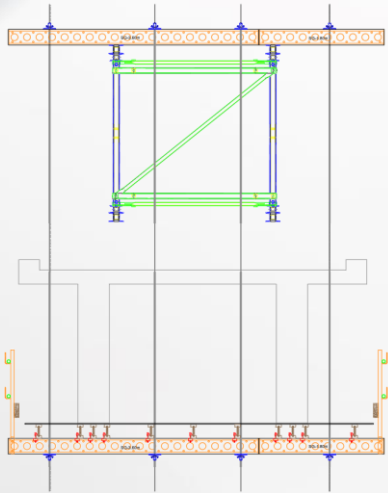
Elemento más pesado: 1 ton

Luz: 24 m



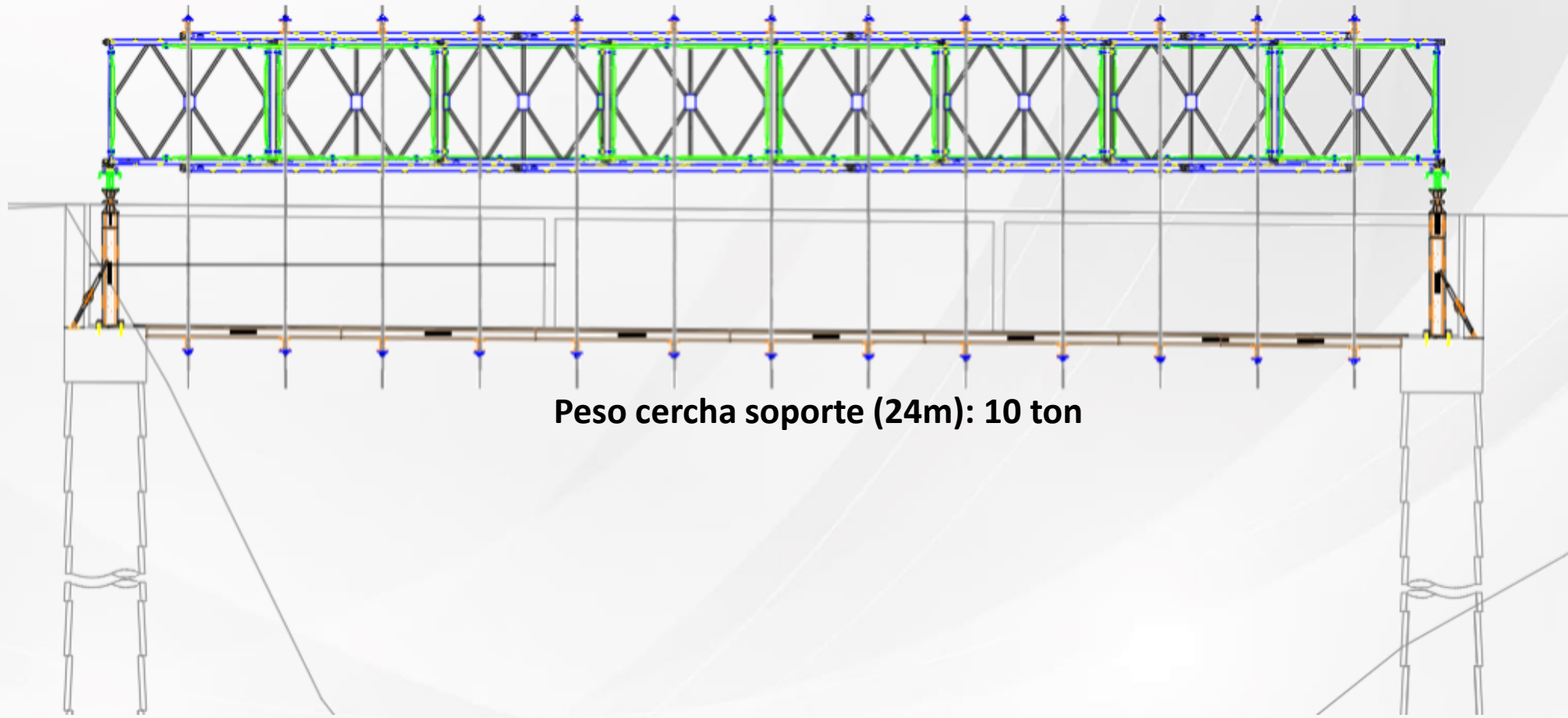
Puente La Marranera - Manizales

Alternativas de soporte y encofrados en puentes



Datos del tablero

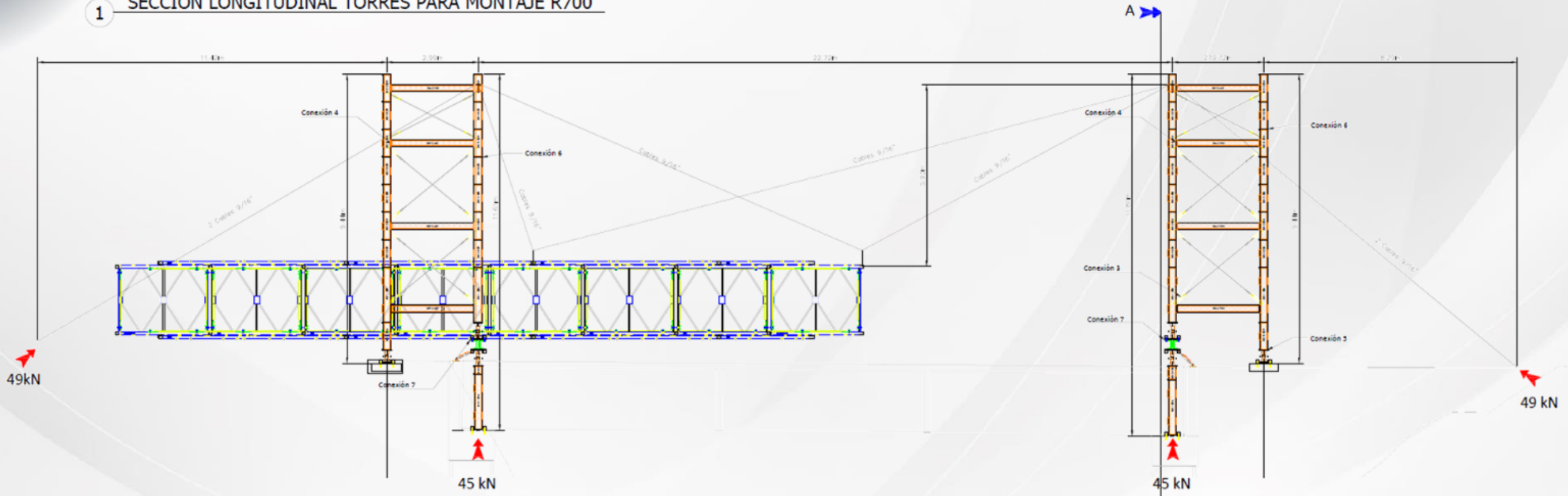
Ancho: 5 m
 Altura: 2.2 m
 Peso: 7.25 ton/m
 Luz: 24 m



Peso cercha soporte (24m): 10 ton

Proceso de montaje – Lanzamiento cercha

1 SECCION LONGITUDINAL TORRES PARA MONTAJE R700



Proceso de montaje – Instalación fondo tablero





EQUIPOS GLEASON S.A.

GRACIAS POR HACER PARTE
DE NUESTRA HISTORIA

#63 AÑOS



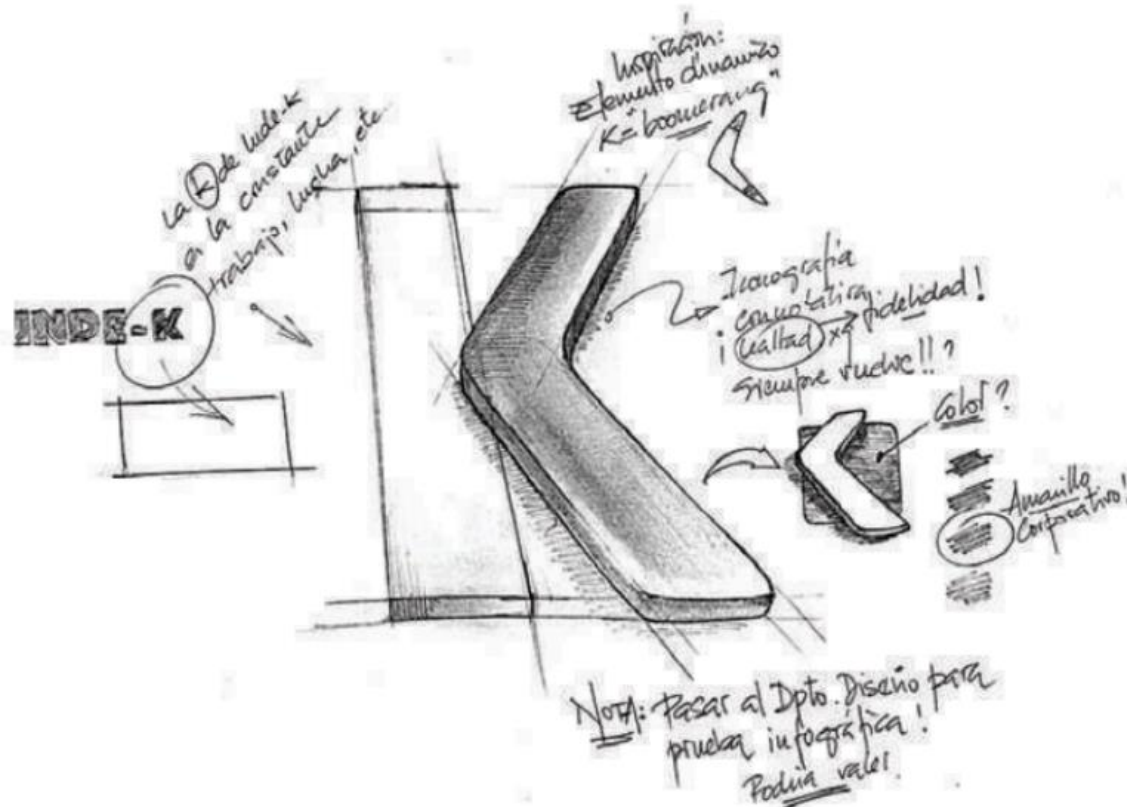
XXIV SEMANA DE LA FACULTAD

ARQUITECTURA E INGENIERÍA





SOLUCIONES EFICIENTES DE ENCOFRADO



Versatec UNO97

Versatec JÁCENA

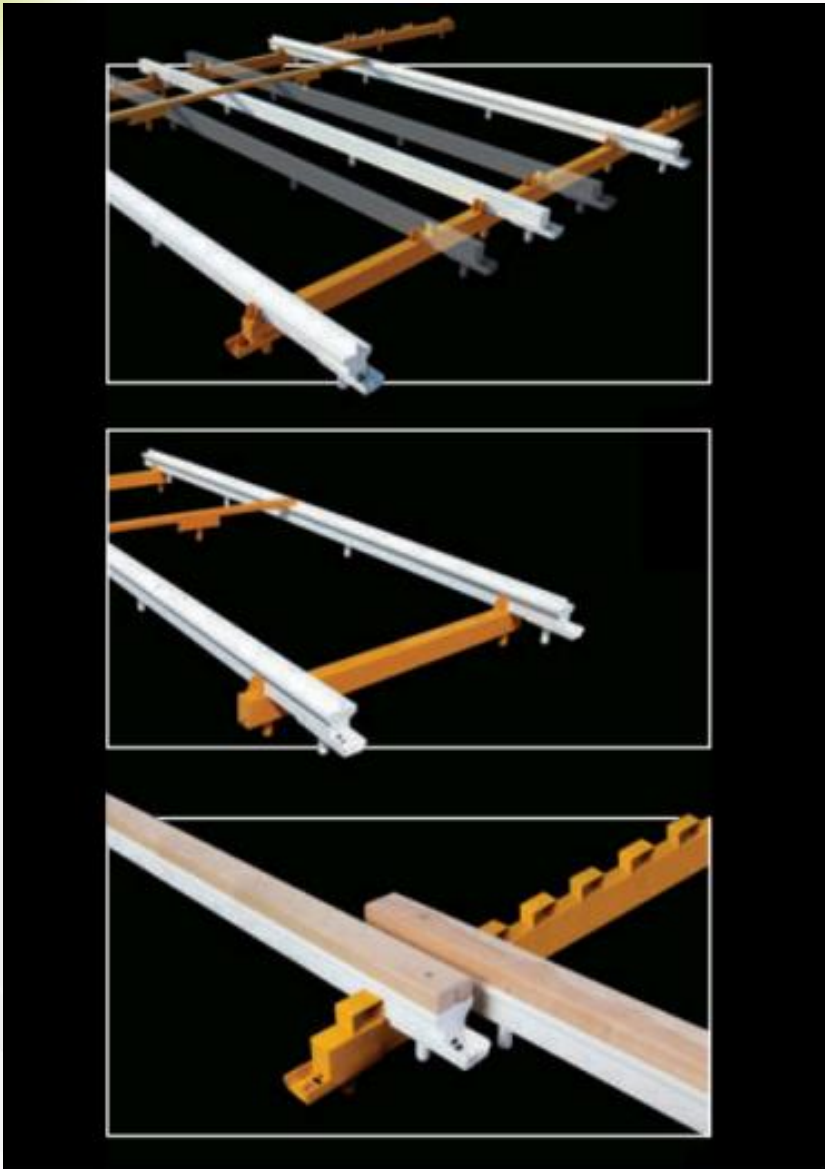
Versatec PLUS

Versatec UNO97

La Solución más Ágil
para cada Obra



VERSATEC | BEST FORMWORK SYSTEM SINCE 2000



Versatec JÁCENA

INDE-K FORMWORK SOLUTIONS

Encofrado lineal de vigas



EXTREMA
APEO

Versatec Jácena

Para resolver losas en dos o

VERSATILIDAD

1 Sistema, 4 Soluciones

Utilizando las mismas piezas, conseguimos encofrar 4 tipologías de estructuras distintas: losas planas de 10 cm hasta un metro de espesor, forjados de doble altura o aligerados, así como elementos lineales de hormigón como vigas colgadas, independientes o aéreas.

VERSATEC BEST FORMWORK SYSTEM SINCE 2000

Versatec UNO97

Versatec JÁCENA

Versatec PLUS

Versatec PLUS

Encofrado lineal de vigas



Un PLUS de versatilidad para un producto perfecto.

ACABADOS VISTOS

En la mayoría de los países de Latinoamérica las obras de edificación cuentan con unas características singulares en cuanto a diseño. La necesidad de disponer de un sistema de encofrado que permita que las piezas puedan intercalarse o traslaparse, nos llevó a diseñar una nueva configuración, pero sin perder la esencia de **VERSATEC**. Esta nueva versión, **VERSATEC PLUS**, nos ofrece la posibilidad de resolver estructuras horizontales "confinadas" entre

VERSATEC BEST FORMWORK SYSTEM SINCE 2000



GRAN ALTURA



Cimbra Resistente

Es habitual que la ejecución de una estructura, tanto en edificación como en obra civil, nos obligue a encofrar a alturas superiores a las convencionales. Para resolver esta necesidad, **INDE-K** cuenta con un sistema de cimbrado que permite alcanzar las alturas proyectadas asegurando la máxima fiabilidad y garantizando la seguridad durante el proceso constructivo.



VERSATEC BEST FORMWORK SYSTEM SINCE 2000



Su diseño modular permite el fácil manejo y montaje en obra, características que están acordes a las demandas actuales de los más exigentes constructores.



*Vertimiento
del concreto*





Encofrado vertical en viviendas VIS y VIP





Encofrado vertical en proyectos INDUSTRIALIZADOS

OBRA BARLOVENTO
Bogotá DC

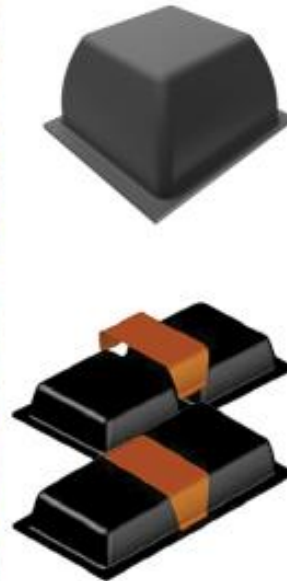




ENCOFRADOS PARA LOSA NERVADA

Colaboración Atex Colombia

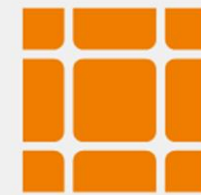
SISTEMA
PLANEX



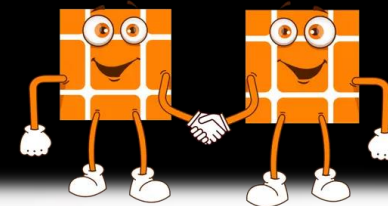
VERSATEC BEST FORMWORK SYSTEM SINCE 2000



SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

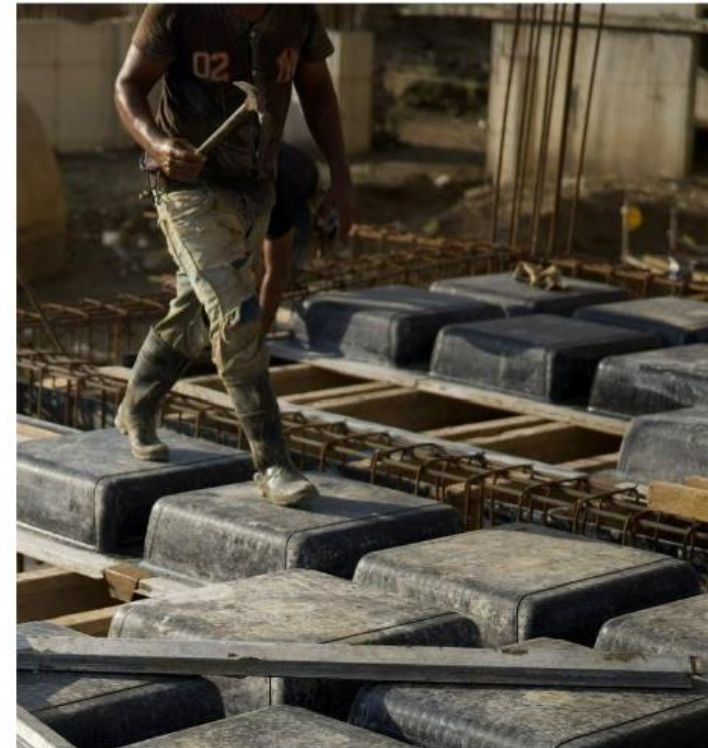


atex



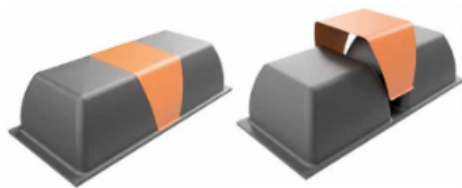
ALGUNAS VENTAJAS DEL SISTEMA DE CASETONES atex

- Minimiza el uso de madera en la zona a aligerar de la losa, generando hasta un 80% menos de basura (mejorando la disposición de residuos sólidos y gastos de transporte)
- Disminuye el uso de EPS (Icopor - Porón), lo que nos hace una opción amigable con el medio ambiente y otorgamos puntos Leed o Casa Colombia.
- Garantizamos la correcta posición de la malla electro soldada y el recubrimiento de la misma por medio del uso de distanciadores, disminuyendo costos de resanes y postventas.
- Facilidad en el trazado de los nervios, sistema tipo leggo.
- Permite el desencofre en menos tiempo, una vez el concreto haya alcanzado el 65% de la resistencia, manteniendo la losa estática sin riesgo de deformación lenta por medio del uso de **Cabetex**.
- Reutilización y rotación del equipo, disminuyendo costos de alquiler.
- Elimina la contratación de mano de obra especializada para el aligeramiento de losa.
- Optimización de la logística interna, ocupando un espacio hasta 5 veces menor en almacenamiento (obras más limpias y seguras).
- Sistema apilable que genera ahorros de hasta un 350% en transporte.
- Sistema liviano e intuitivo que brinda mayor seguridad y salud en el trabajo.





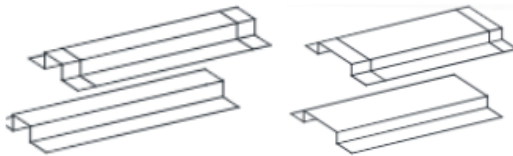
COMPOSICIÓN DEL SISTEMA DE CASETONES atex



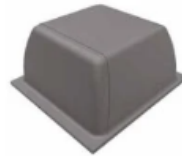
ANULADOR DE NERVADURA



CÁBETEX



REGLAS DE 3.0cm Y 7.5cm



CASETONES
MEDIOS Y ENTEROS

Losa Bidireccional

Casetones que dan forma a los nervios en ambas direcciones con secciones iguales, generando la relación apropiada entre el vano menor / vano mayor $> 2 < 0.5$.

Losa Unidireccional

Casetones modulares con más de 150 geometrías, generando una losa nervada en una sola dirección utilizando el anulador de nervio con posibilidad de colocar riostras.

- Sistema de apuntalamiento a elección (sugerido sistema Versatec Inde-k) consta de tacos, porta sopandas y sopandas.
- Reglas del sistema Atex según sugerencia del departamento técnico.
- Casetones para el aligeramiento según modulación sugerida por el departamento técnico (Atex posee más de 150 geometrías entre tamaños y alturas para adaptarse a las necesidades de cualquier proyecto según las luces y cargas de este)
- Anuladores de nervaduras según modulación sugerida por el departamento técnico.

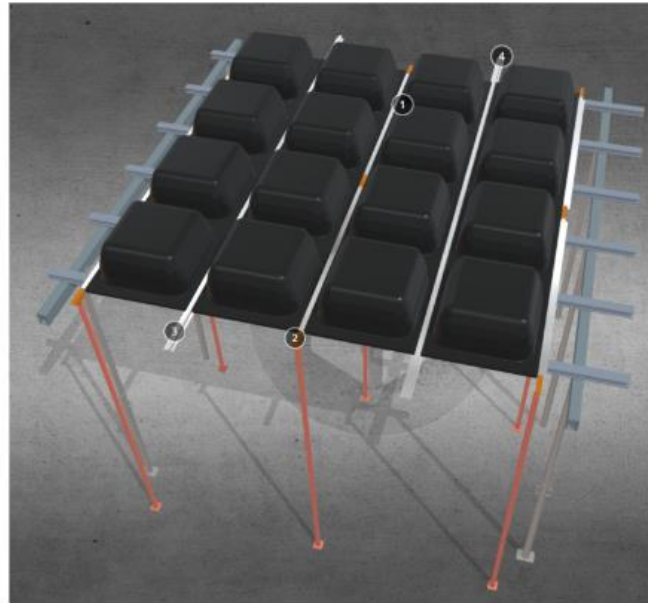
ARMADO SISTEMA atex

NERVIO TRAPEZOIDAL

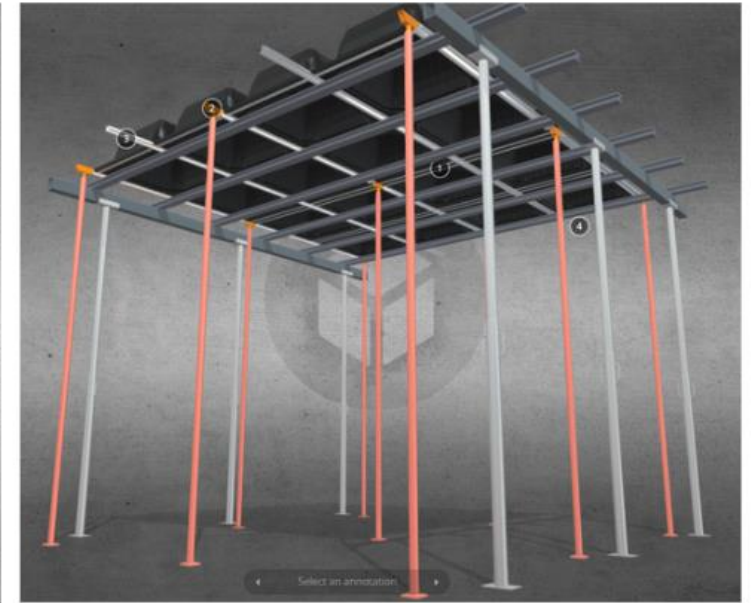
AUMENTO DE INERCIA

MENOR ALTURA DE NERVIO

MAYORES LUCES



VISTA SUPERIOR DE ARMADO



VISTA INFERIOR DE ARMADO

**Rendimientos
Con Atex**

- **Montaje:**

Rendimiento aproximado de **25 m2/hora/persona**

- **Desmontaje**

Rendimiento aproximado de **50 m2/hora/persona**

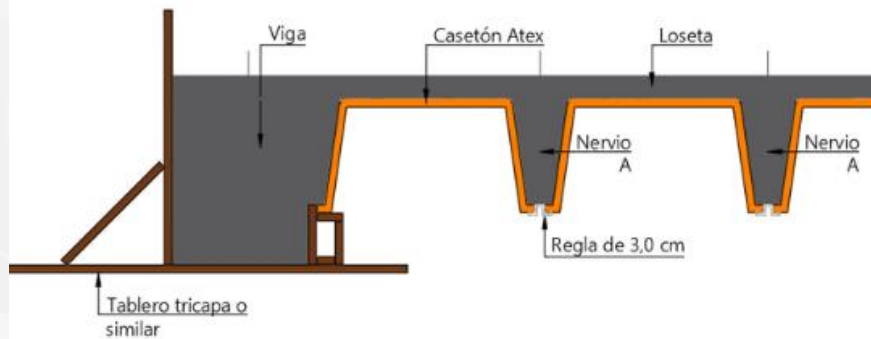




SECCIÓN DE LOSA atex



Detalle 2C. Losa a doble nivel - Viga intermedia



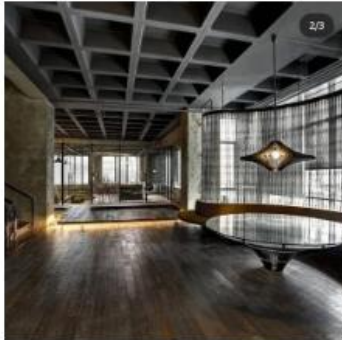
Detalle 1C. Losa a doble nivel - Viga de borde



Detalle 4. Losa a doble nivel - Anuladores de Nervios y Ajustes

ACABADOS DE LOSA atex

LOSA BIDIRECCIONAL



LOSA UNIDIRECCIONAL

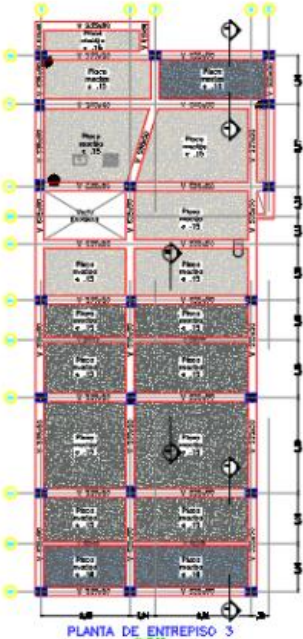


AHORRO EN RESANES Y MAYOR PRODUCTIVIDAD

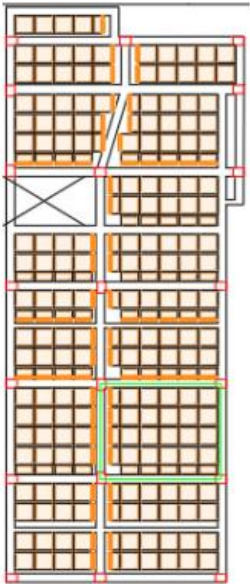


CASOS DE ÉXITO atex

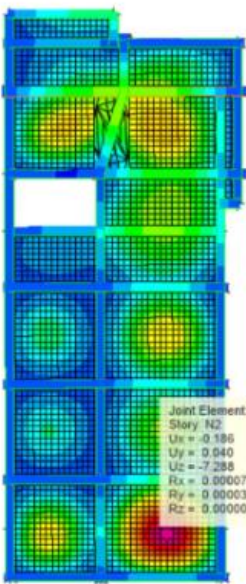
PROYECTO HOTEL JOY - MEDELLÍN



DISÑO ORIGINAL LOSA
MALLA DE 0,15m Y 0,18m



SUGERENCIA LOSA NERVADA
BIDIRECCIONAL 800X200x5



DEFLEXIONES A LARGO PLAZO
7,3*2,5= 18,25

El factor 2.5 correspondiente con inercia efectiva de la sección de concreto luego de la fisuración y con cuantía de refuerzo entre mínima y máxima.

Deflexión a largo plazo= 2.5*7.3 = 18.25cm

La deflexión permisible a largo plazo por norma es de 18.5mm, para lo cual el sistema se comporta adecuadamente ante cargas permisibles por la NSR-10, se podrá controlar las deflexiones a largo plazo mediante contra flechas que permitan terminar en ceros las deflexiones a las cuales llegará la losa a largo plazo.

DATOS GENERALES		Descripción
Losa Piso Típico	210,5 m2	Área medida por todo el perímetro
Área de vacíos	6,64 m2	Vacios de la losa evaluada
Área icopor	150,16 m2	Evaluada con el diseño original
Área aligerada e icopor bajo nervios	150,16 m2	Evaluación solo de los paneles internos, sin vigas auxiliares o nervios
Ancho Vigas principales	0,35 m	Geometría y distribución crítica evaluada del proyecto
Altura Vigas principales	0,50 m	
Lx Crítica (a ejes)	4,93 m	
Ly Crítica (a ejes)	3,97 m	

DATOS LOSA ACTUAL		DATOS LOSA ATEX	
Altura Loseta	0,15 m	Referencia del caseton	800x250x5
Altura Nervios	0,35 m	Enteros	177 Und
Diferencia entre viga y nervio	0,00 m	Medios	70 Und
N de nervios o viguetas Lx	0 Und	Área ocupada por atex	135,68 m2
N de nervios o viguetas Ly	0 Und	Factor m3/m2	0,13
Riostras Lx	0 Und	Altura de loseta	0,05 m
Riostras Ly	0 Und	Altura caseton	0,25 m
		Diferencia entre viga y nervio	0,20 m
		Riostra Lx	0 Und
		Riostra Ly	0 Und
		# de nervios en x	4 Und
		# de nervios en y	5 Und

Hotel Joy			
DATOS INICIALES	M	M2	M3
Área de losa	210,5		
VACIOS	6,64		
Losa sin vacíos	203,86		
Vigas principales	51,65	27	

LOSA ACTUAL			
Nervios de 0,35cm	M	M2	M3
Icopor	0,35	150,16	-53
Área de icopor de bajo de nervios	0,00	150,16	0
Concreto			40
m3/m2			0,23

LOSA ATEX			
800x250x5	M	M2	M3
Zona aligerada	0,30	150,16	-75
Área ocupada por atex		135,68	18
Vigas secundarias			
Concreto (sin macizo)		45	9%
m3/m2		0,23	

	DISEÑO ACTUAL		DISEÑO ATEX	
CONCRETO (M3)	197,5	\$ 95.732.000,00	180,1	\$ 90.046.240,00
VARRILLAS LONGITUDINALES (Kg)	0,0	\$ -	5.278,9	\$ 23.755.224,24
MALLA ELECTROSOLDAD (Kg)	11.761,9	\$ 56.949.404,11	1.127,6	\$ 5.072.900,67
SINIMA CONSTRUCTIVO (\$)		76.183.791,93		62.626.872,95
TOTAL	\$	231.265.195,04	\$	182.041.243,85
Ahorro total	\$		\$	49.223.951,18

NOTA: Todos los análisis estructurales son realizados por el departamento técnico a la luz de la NSR 10 y los programas utilizados son Etabs, Safe o Midas

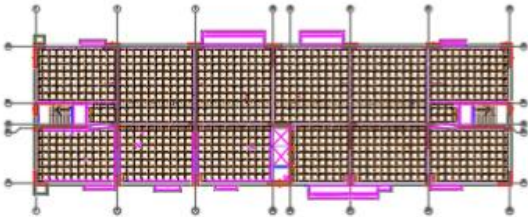
CASOS DE ÉXITO atex



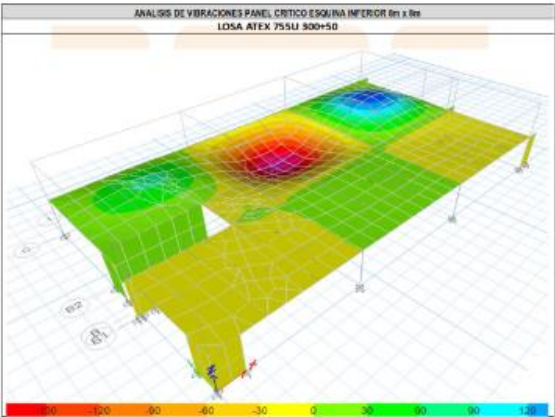
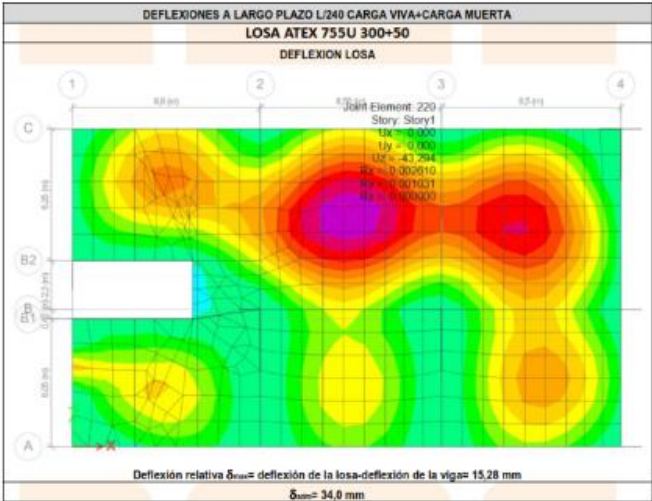
PROYECTO MOSAIKO (PARQ) - PEREIRA



DISEÑO ORIGINAL LOSA UNIDIRECCIONAL DE 0.70m CON NERVIOS DE 0.60m Y LOSETA DE 0.10m



SUGERENCIA LOSA NERVADA UNIDIRECCIONAL 755UX300+5



DATOS GENERALES		Descripción
Losa PARQUEADERO	857,9 m ²	Área medida por todo el perímetro
Area de vacios	35,91 m ²	Vacios de la losa evaluada
Area icopor	610,85 m ²	Evaluada con el diseño original
Area aligerada e icopor bajo nervios	683,14 m ²	Evaluación solo de los paneles internos, sin vigas auxiliares o nervios
Ancho Vigas principales	0,50 m	Geometría y distribución crítica evaluada del proyecto
Altura Vigas principales	0,70 m	
Lx Crítica (a ejes)	8,08 m	
Ly Crítica (a ejes)	8,05 m	

DATOS LOSA ACTUAL		DATOS LOSA ATEX	
Altura Loseta	0,10 m	Referencia del caseton	755Ux300x5
Altura Nervios	0,60 m	Enteros	981 Und
Diferencia entre viga y nervi	0,00 m	Medios	121 Und
N de nervios o viguetas Lx	3 Und	Area ocupada por atex	629,07 m ²
N de nervios o viguetas Ly	0 Und	Factor m ³ /m ²	0,10
Riostras Lx	0 Und	Altura de loseta	0,05 m
Riostras Ly	1 Und	Altura caseton	0,30 m
MOSAICO		Diferencia entre viga y	0,35 m
DATOS INICIALES	M1 M2 M3	Riostra Lx	0 Und
Area de losa	857,88	Riostra Ly	1 Und
VACIOS	35,91	# de nervios en x	10 Und
Losa sin vacios	821,97	# de nervios en y	0 Und
Vigas principales	138,85		

LOSA ACTUAL			
Nervios de 0.6m	M1	M2	M3
icopor	0,60	610,85	-367
Area de icopor de bajo de nervios	0,00	683,14	0
Concreto		299	
m ³ /m ²		0,24	

LOSA ATEX			
755Ux300x5	M1	M2	M3
Zona aligerada	0,70	683,14	-478
Area ocupada por atex		629,07	61
Vigas secundarias			
Concreto (sin macizo)		158	
m ³ /m ²		0,14	24%

	DISEÑO ACTUAL		DISEÑO ATEX	
CONCRETO (M3)	0.048,4	\$ 2.711.761.138,10	4.581,1	\$ 2.061.501.272,83
VARILLAS LONGITUDINALES (KG)	95.786,6	\$ 350.725.134,00	134.112,1	\$ 549.856.412,84
MALLA ELECTROSOLDAD (KG)	116.895,4	\$ 643.412.980,00	33.122,9	\$ 155.677.786,67
SISTEMA CONSTRUCTIVO (\$)		2.828.809.872,00		1.871.753.124,40
TOTAL		\$ 6.086.788.644,10		\$ 4.638.791.596,76
Ahorro total				\$ 1.447.917.047,34



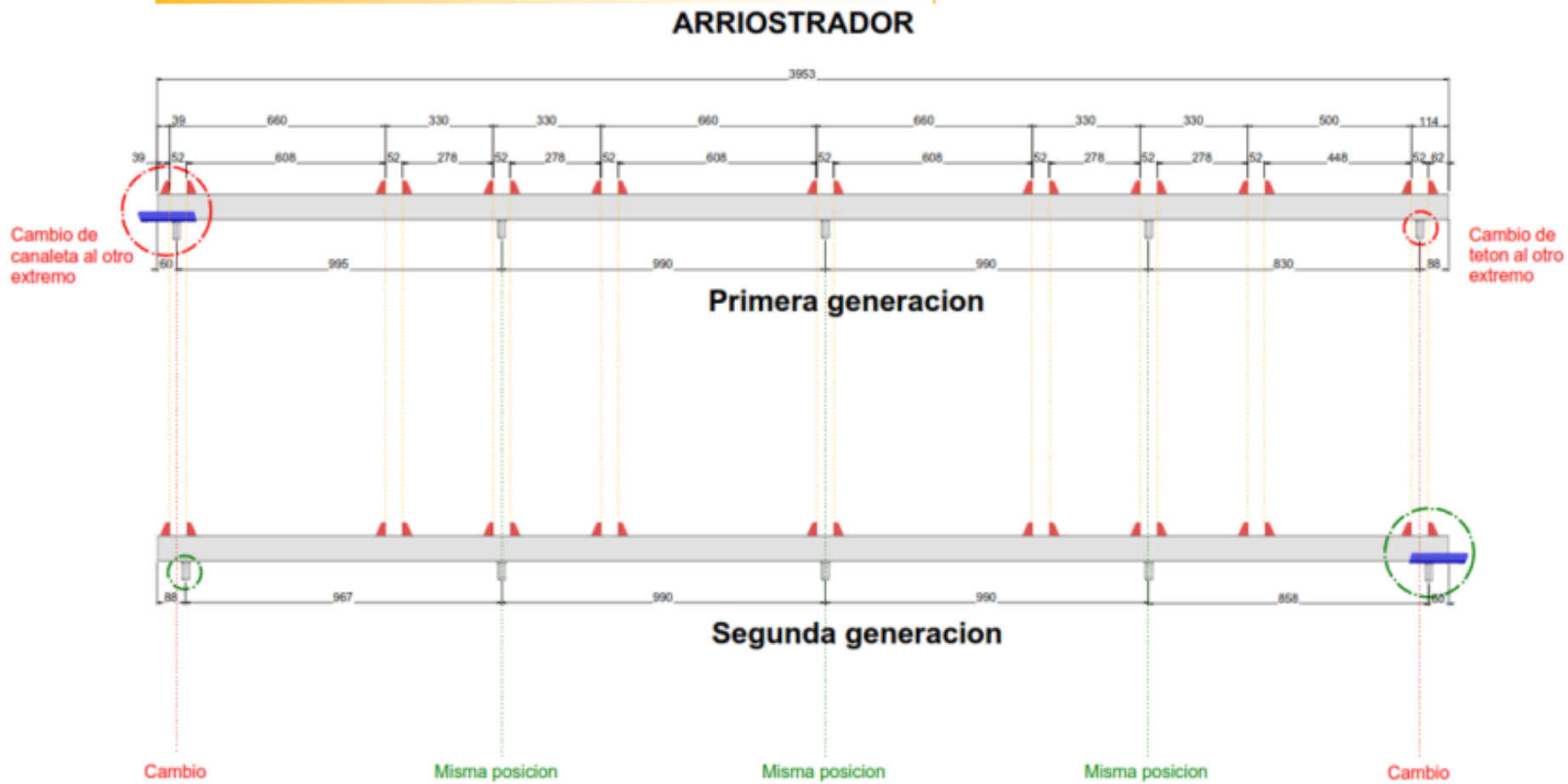
INNOVACIÓN

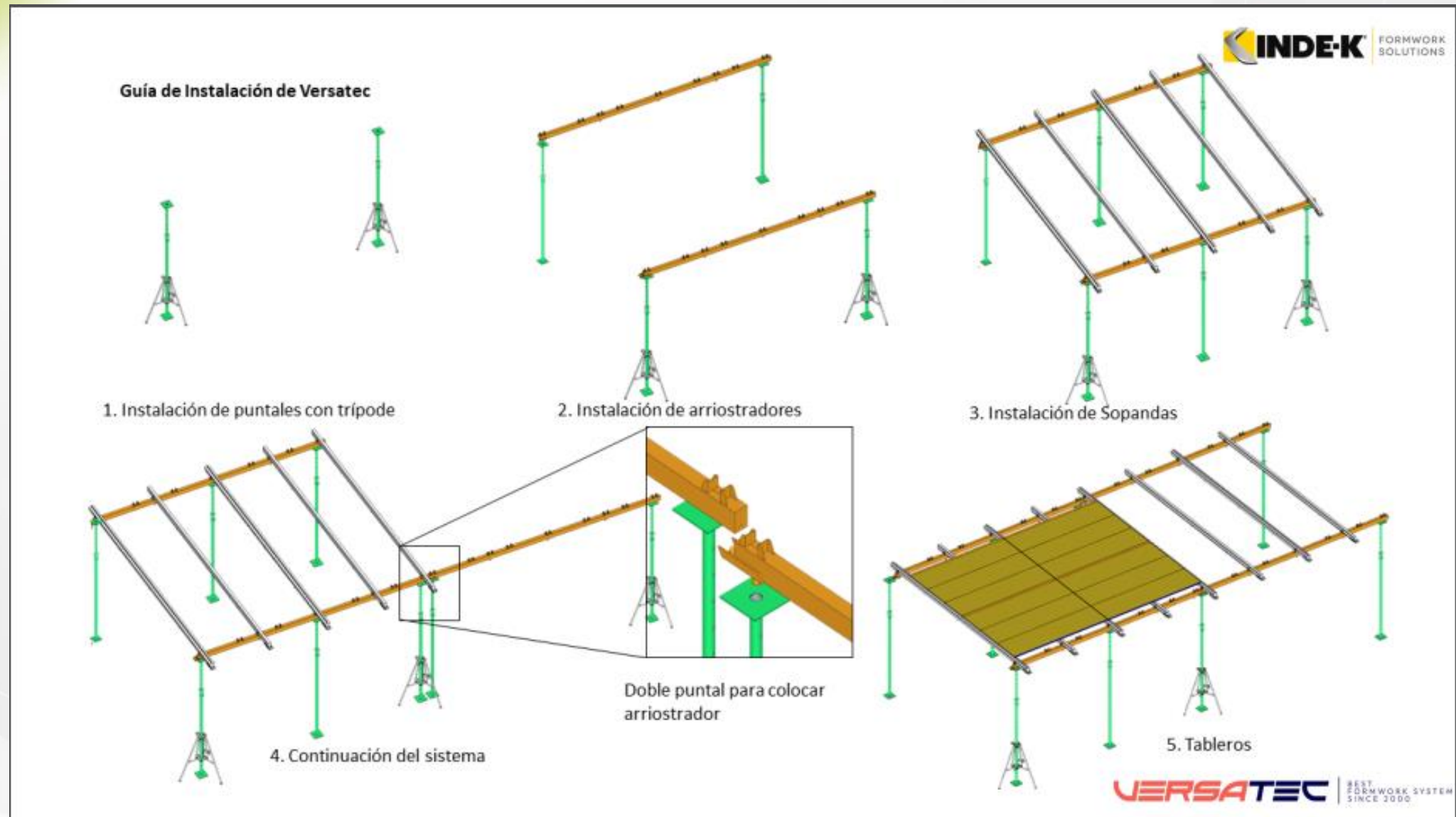
Optimización y Desarrollo

VERSATEC SEGUNDA GENERACION

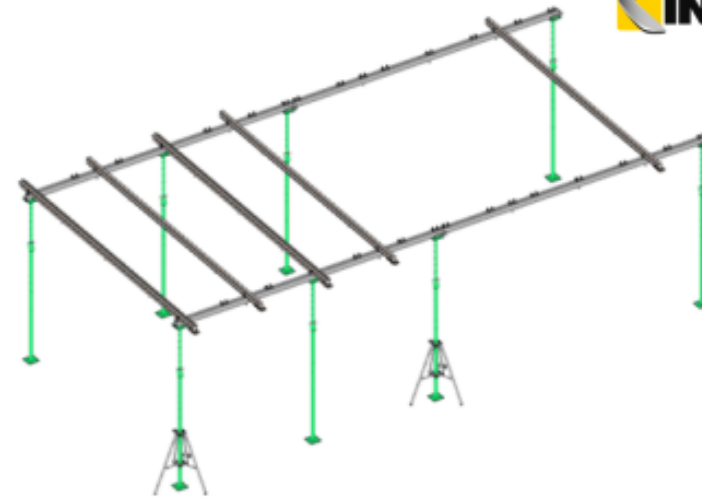
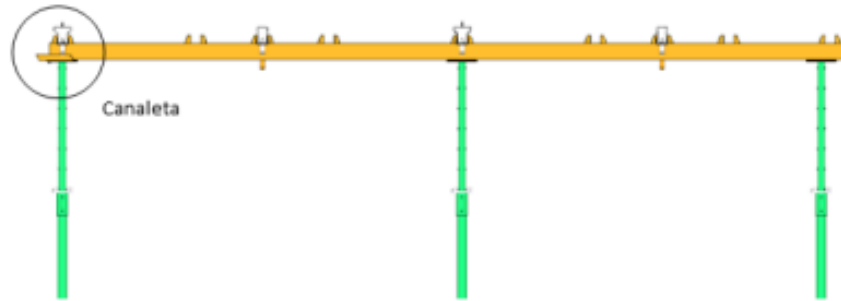
Galvanizado en Caliente
Mayor durabilidad
Mayor Versatibilidad

VERSATEC BEST FORMWORK SYSTEM SINCE 2000

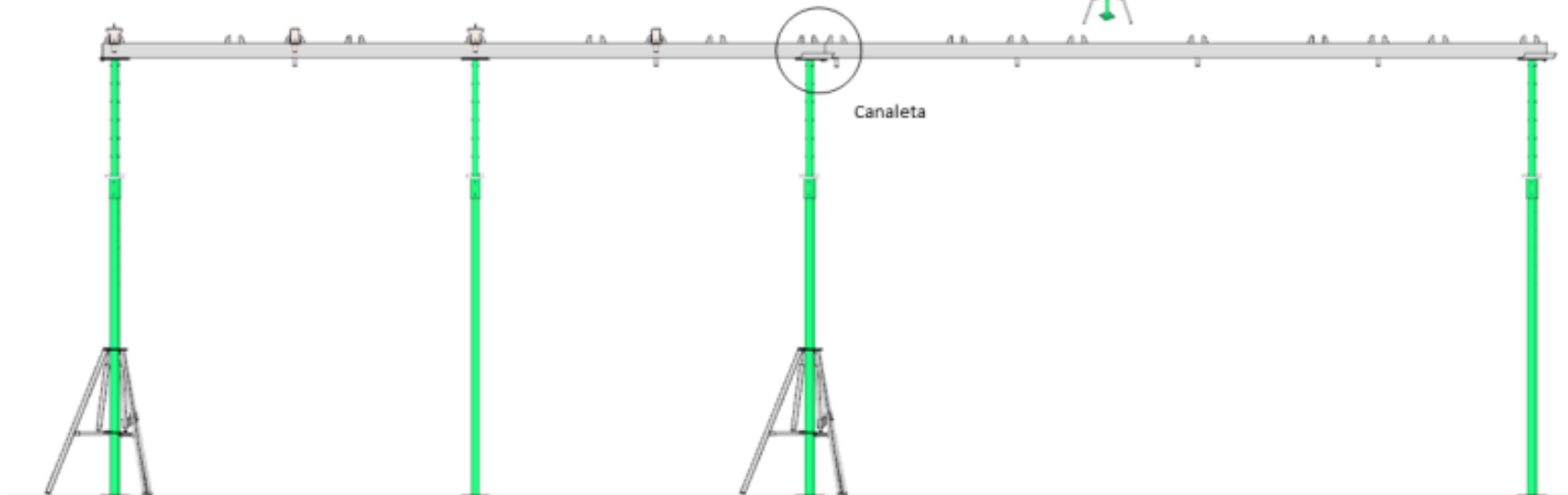




Versatec primera generación



Versatec 2.0 segunda generación



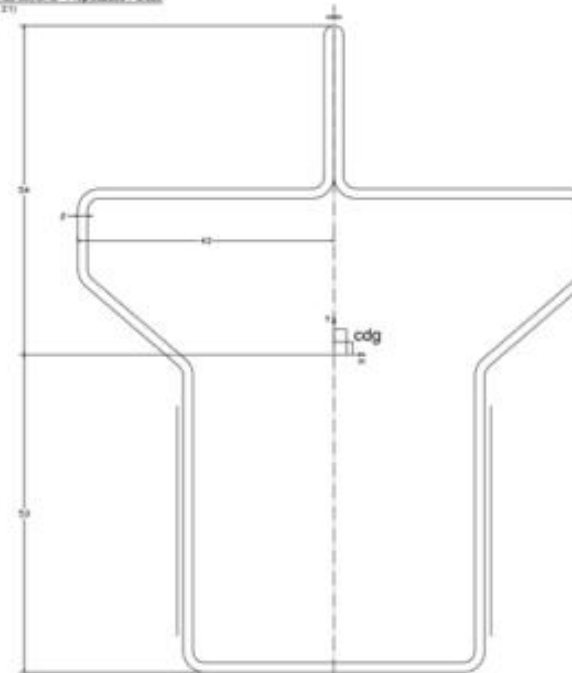
FABRICACION DE VERSATEC SEGUNDA GENERACION



VERSATEC | THE BEST FORMWORK SYSTEM SINCE 2000

Sopanda Extrema

Sopanda Extrema - Propiedades Físicas
(A2 - E 21)



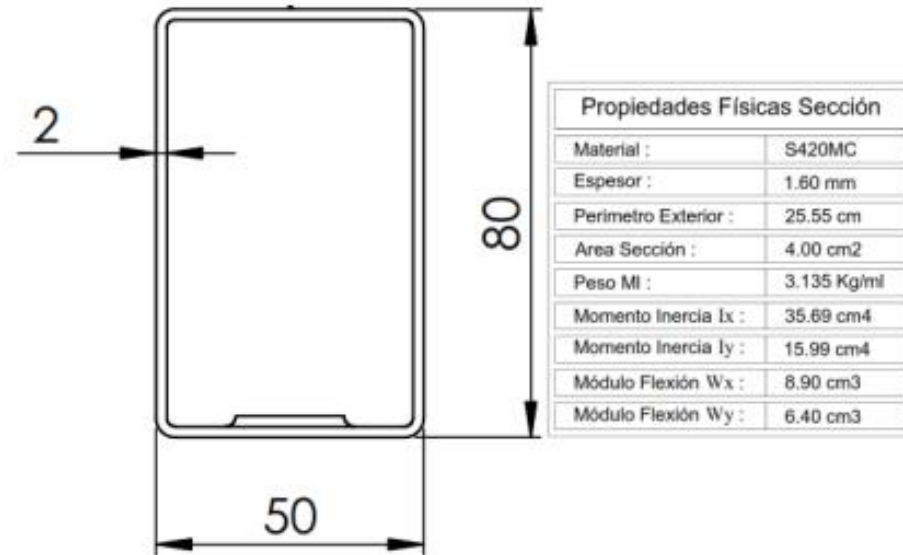
Sopanda Extrema
Perfil en acero S42mc
Hecho en Austria

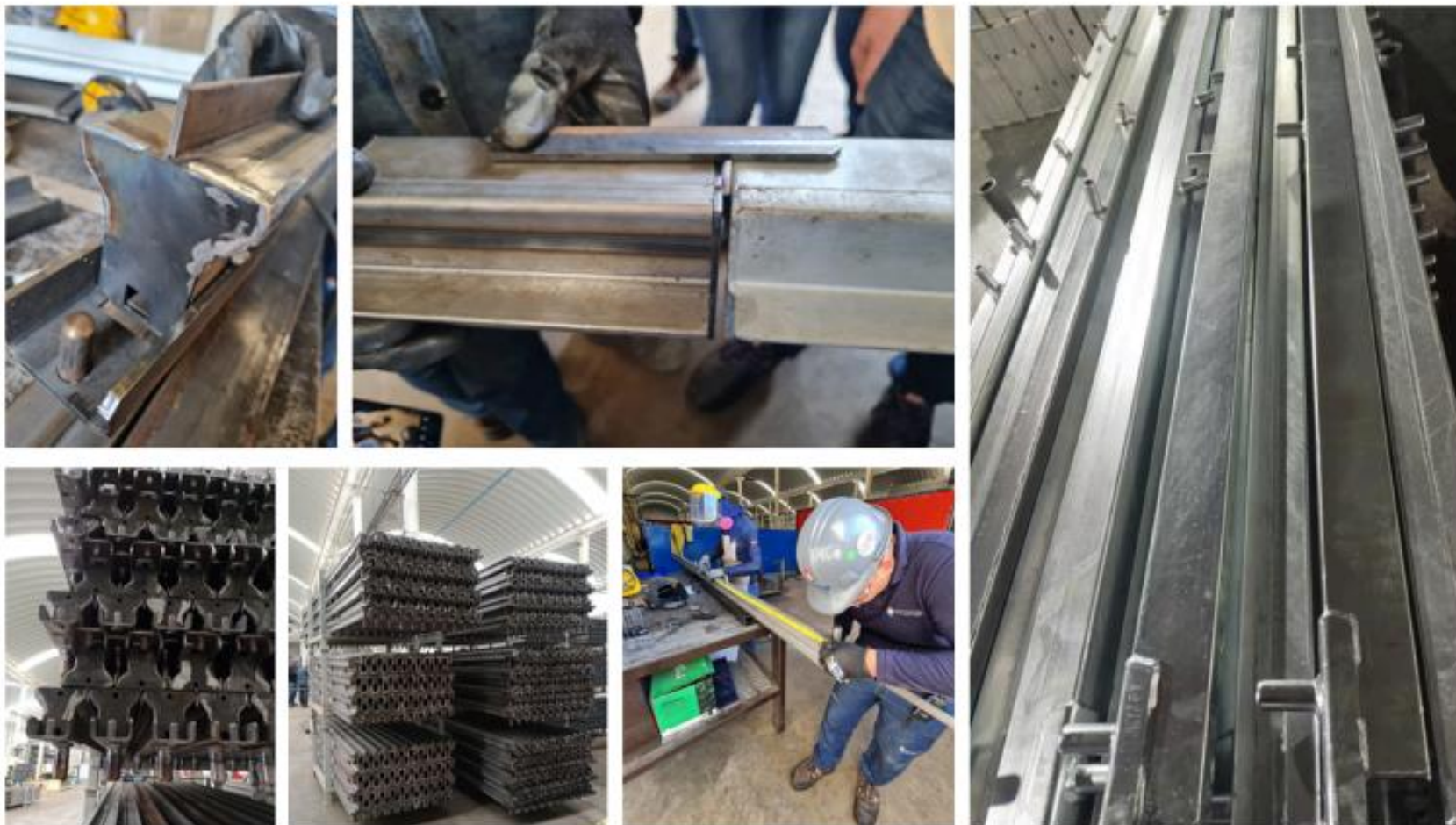
Propiedades Físicas Sección

Material :	S420MC
Espesor :	1.60 mm
Perímetro Exterior :	35.52 cm
Área Sección :	5.60 cm ²
Peso MI :	4.35 Kg/ml
Momento Inercia I _x :	60.25 cm ⁴
Momento Inercia I _y :	33.41 cm ⁴
Módulo Flexión W _x :	11.10 cm ³
Módulo Flexión W _y :	7.90 cm ³



Sopanda Intermedia y Arriostrador







¡MUCHAS GRACIAS!

INDE-K Y ATEX
SOLUCIONES
PROFESIONALES

Búscanos como:

@atexcolombia
@indeklatam

Teléfono:

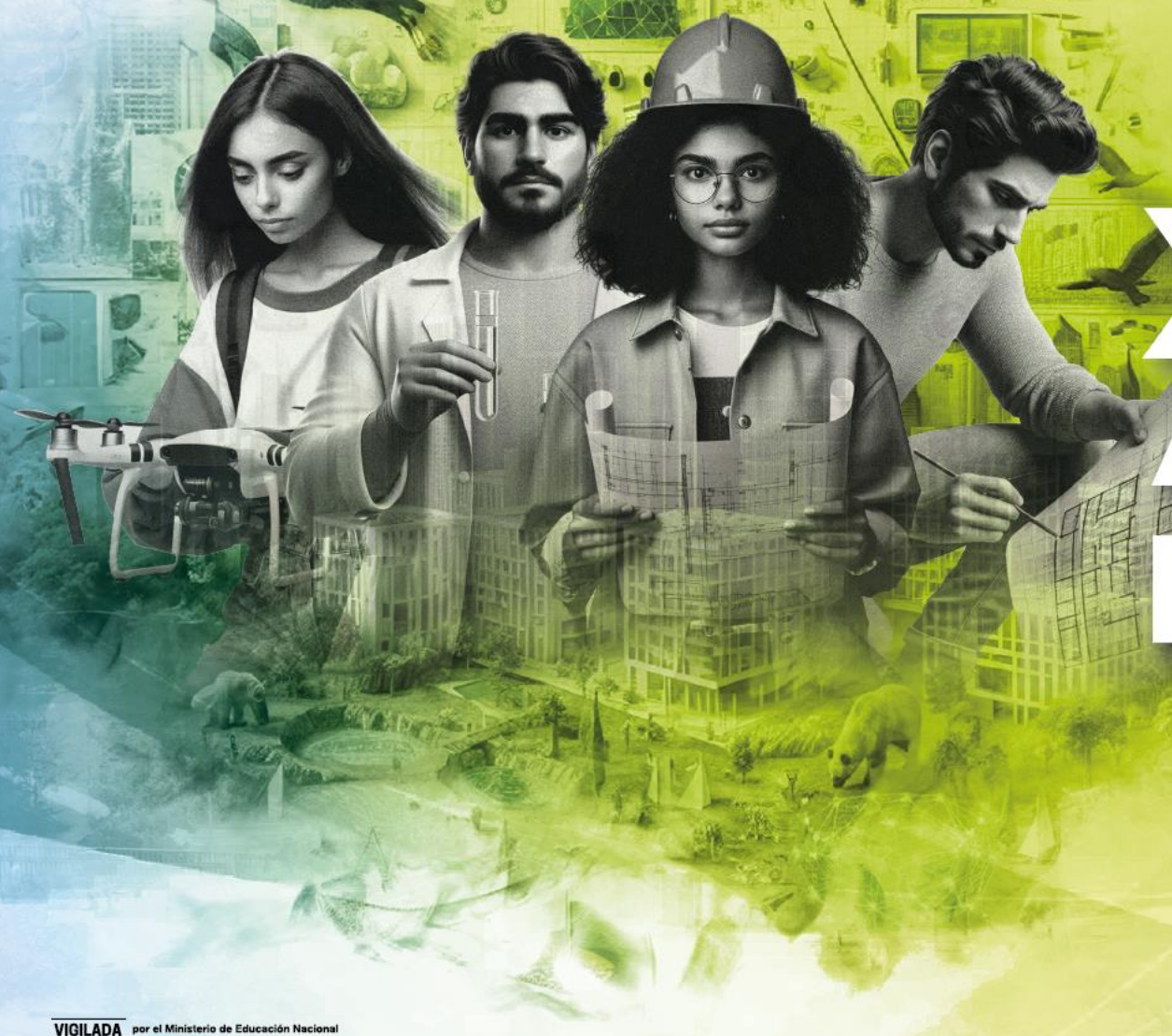
(57) 312 742 31 66
(57) 318 417 21 36

Visita nuestra web:

www.atex.com.co
www.indeklatam.com

Correo:

j.mosquera@atex.com.co
gcastano@indeklatam.com



XXIV SEMANA DE LA FACULTAD

ARQUITECTURA E INGENIERÍA



Eficiencia en Proyectos con Equipos de Bombeo de Concreto



C|B
CRISTÓBAL BOTERO

Ing. Cristóbal Botero



Cristóbal Botero

Ingeniero mecánico, especialista en gerencia de mantenimiento y experto en torre grúas y equipos de transporte de concreto.

Mi experiencia abarca tanto la gestión técnica como la comercial, desempeñándome en roles de liderazgo en áreas como izaje de cargas, mantenimiento y manejo de equipos de construcción. Trabajo con la maquinaria clave en obra como son las bombas de concreto, grúas, elevadores de construcción y equipos de movimiento de tierra.

He trabajado en el sector de grúas y equipos de construcción desde 2010, lo que me ha permitido adquirir una sólida experiencia en diversas áreas como el izaje, movimiento de cargas, el bombeo y preparación de concreto. Mi enfoque siempre ha sido ofrecer soluciones integrales para optimizar la logística y eficiencia en obra, con una perspectiva estratégica que abarca desde la operación hasta la gestión de equipos.

Durante mi trayectoria, he colaborado con algunas de las constructoras más importantes del país, con proveedores de alquiler de equipos de izaje y con empresas especializadas en la importación y comercialización de bombas de concreto, grúas torre y plantas de concreto de las principales marcas a nivel mundial.



Grúas y Equipos

All In Concrete



Propósito



Somos progreso

Ayudamos a **construir**, con **eficiencia** superior, viviendas, puentes y **carreteras** para el **logro de sueños** de muchos **colombianos**

¿Estás poniendo ladrillos o construyendo una catedral?

¿Qué nos hace diferentes?



SIN TIEMPO PERDIDO

Ofrecemos **servicios y equipos** con la más alta **confiabilidad** del mercado, para clientes que valoran la disponibilidad y el **cumplimiento** de los **compromisos**.

Nuestro **mercado objetivo** entiende que dicha **disponibilidad** exige recursos adicionales, los cuales son **ampliamente compensados** con los **beneficios** de terminar su proyecto a tiempo, o **antes de lo esperado**.

C|B
CRISTÓBAL BOTERO



Grúas y Equipos

All In Concrete



Bomba de concreto. ¿qué es?

- Es todo aparato o equipo destinado a bombear o transportar concreto a través de tubería o mangueras hasta la zona de aplicación



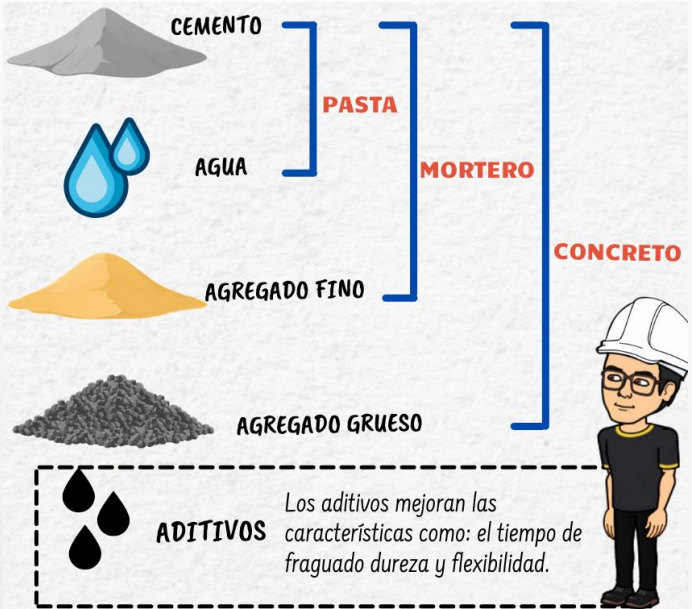
Bombeo de concreto



C|B
CRISTÓBAL BOTERO

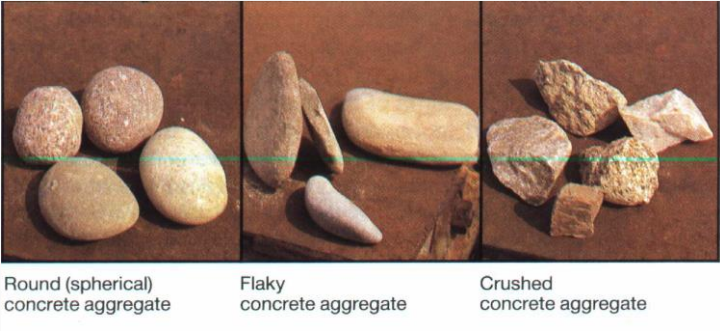
GRUAS
G&E
EQUIPOS
45 AÑOS
Instituto de
programas

Concreto



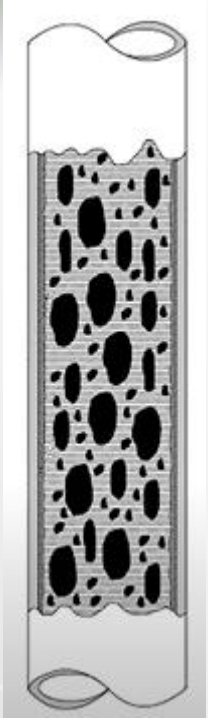
Variación	Efecto sobre la consistencia	Efecto sobre la resistencia a la compresión
Mejoramiento de la continuidad en la granulometría	↑	→
Aumento del tenor en agregados redondos	↑	→
Aumento del tenor en agregados triturados	↓	↑
Aumento del agua de la mezcla	↑	↓
Aumento de la temperatura del hormigón fresco	↓	↓
Empleo de superfluidificantes	↑	↑
Empleo de incorporadores de aire	↑	↓
Empleo de retardadores	↑	↑

↑ Efecto favorable ↓ Efecto desfavorable → Ningún efecto particular



Concreto

BOMBEABILIDAD



- Segregación: Evitar separación de agua cemento y agregados
- Temperatura: No mayor a 35 °C en el concreto
- Granulometría y tipo de agregado: Menor al indicado por el fabricante; especialmente si es triturado
- Lubricación de las paredes de la tubería: Buena lubricación con lechada al iniciar el bombeo
- Asentamiento: de 15 a 20 cm. (menos importante de lo que se cree)
- Operación : Pericia para des taponamientos (El 70% de taponamientos es operación)
- Sentido común: Aspecto visual del concreto
- Contenido de arena y cemento: 400 y 250 kg/m³ respectivamente
- (1/3)D: Diámetro de agregado no mayor a 3 veces diámetro de tubería
- Tubería y abrazaderas: Fugas, abrazaderas mal puestas o tubería desalineada
- Relación agua / cemento: Entre 0,42 y 0,65
- Velocidad: Entre 0,5 y 5 m/s. Bombeos continuos (sin paradas de mas de 1 min)



C|B

CRISTÓBAL BOTERO

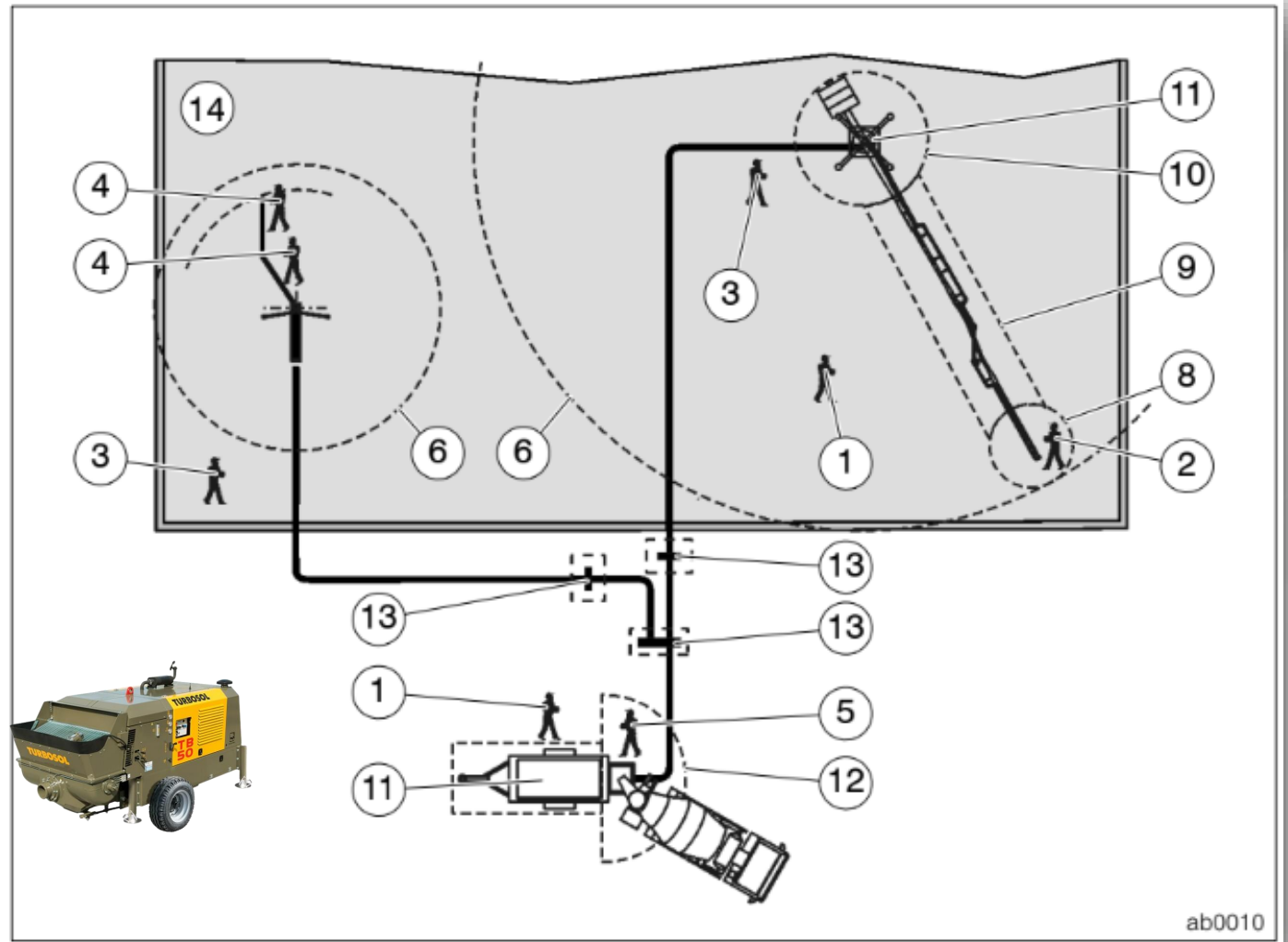
DEL 28 DE OCTUBRE AL 1 DE NOVIEMBRE

VIGILADO Por el Ministerio de Educación Nacional

Bombeo de concreto

TB 50

Motor	Kubota V3307 / 74Hp
Sistema hidráulico	Rexroth
Caudal Max:	50 m ³ /h
Presión Max:	80 Bar
Alcance teórico vertical:	120 mts*
Alcance teórico horizontal:	300 mts*
Diámetro camisa	200 mm
Ciclos-pistón Max / Min	27
Capacidad de la tolva	500 L
Tamaño máx. agregado	38 mm



ab0010

Bombeo de concreto



C|B
CRISTÓBAL BOTERO

Bombeo de concreto

Cuadrilla de trabajo



Bombeo de concreto

- TB50 (50m³/h y 54 kw)
- Diámetro tubería
- 5" o 125 mm

- Asentamiento 13 cm
- Long equivalente 200m
- 80m de altura

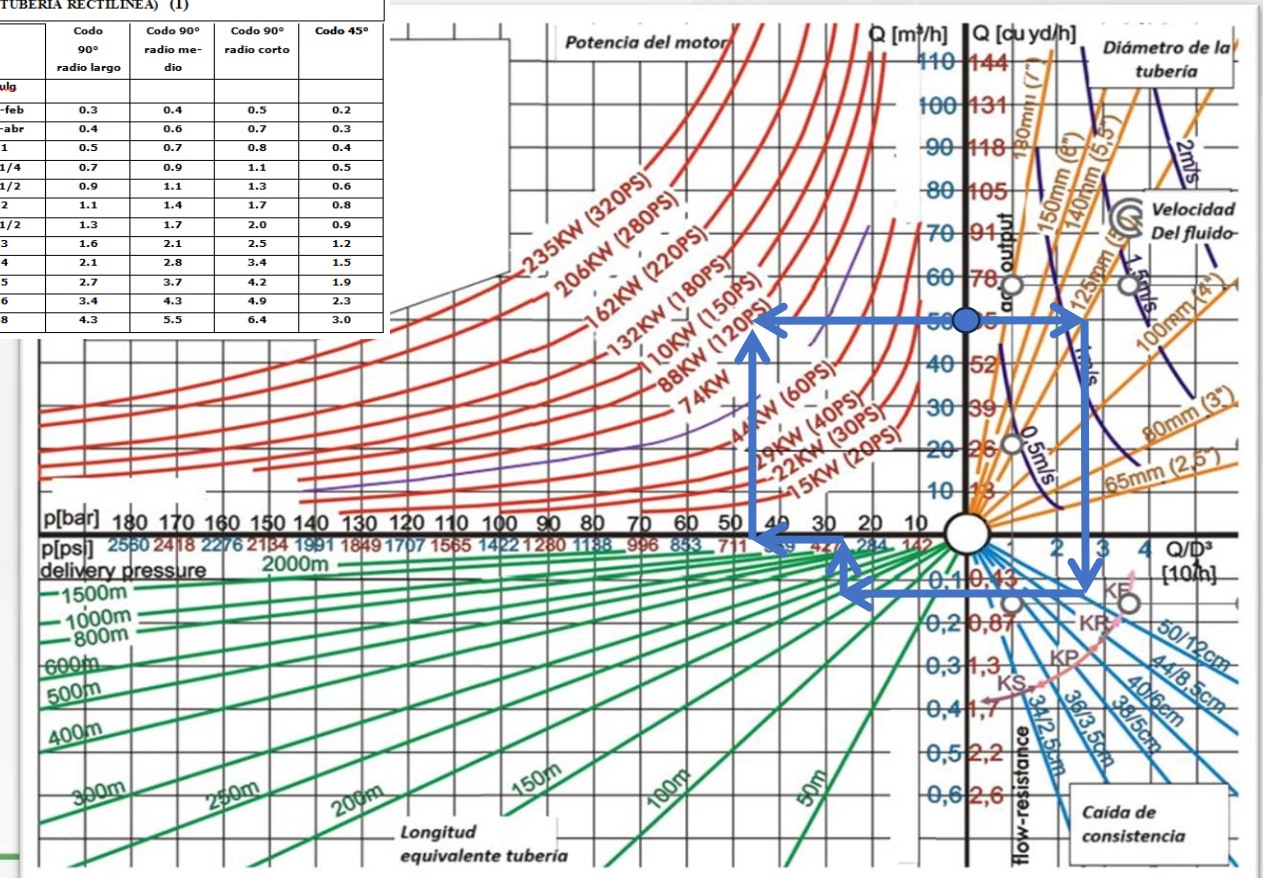
LONGITUDES EQUIVALENTES A PERDIDAS LOCALES (EXPRESADAS EN METROS DE TUBERÍA RECTILÍNEA) (1)					
Diámetro		Codo 90° radio largo	Codo 90° radio me- dio	Codo 90° radio corto	Codo 45°
mm	pulg				
13	01-feb	0.3	0.4	0.5	0.2
19	03-abr	0.4	0.6	0.7	0.3
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8
63	2 1/2	1.3	1.7	2.0	0.9
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0

NOTAS

- Hay que calcular las pérdidas en la tubería que se añaden a la longitud real para calcular la longitud equivalente. Los codos de 30°, 60° y 90° equivalen a 1, 2 y 3 m de tubería. Si la manguera es flexible, la longitud hay que multiplicarla por 2. El conducto en vertical hay que multiplicarlo por 1,1.
- No hay que olvidarse de sumar la presión necesaria para el bombeo en altura. En el caso de un peso específico del hormigón de 25 kN/m³, supone añadir 1 bar por cada 4 m de altura.

C|B

CRISTÓBAL BOTERO



Eficiencia en la colocación y bombeo de Concreto

Establecer
cronograma
de obra

Definir las
cantidades

Definir los
sistemas
constructivos

Definir los
equipos

Cálculo de
cadencia

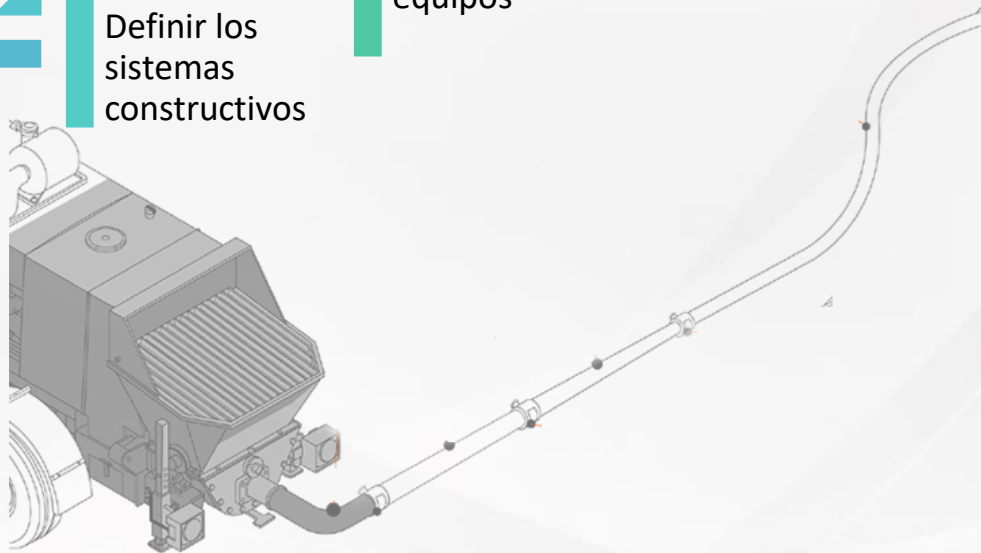
Plan de
instalación

Planeación
del horario

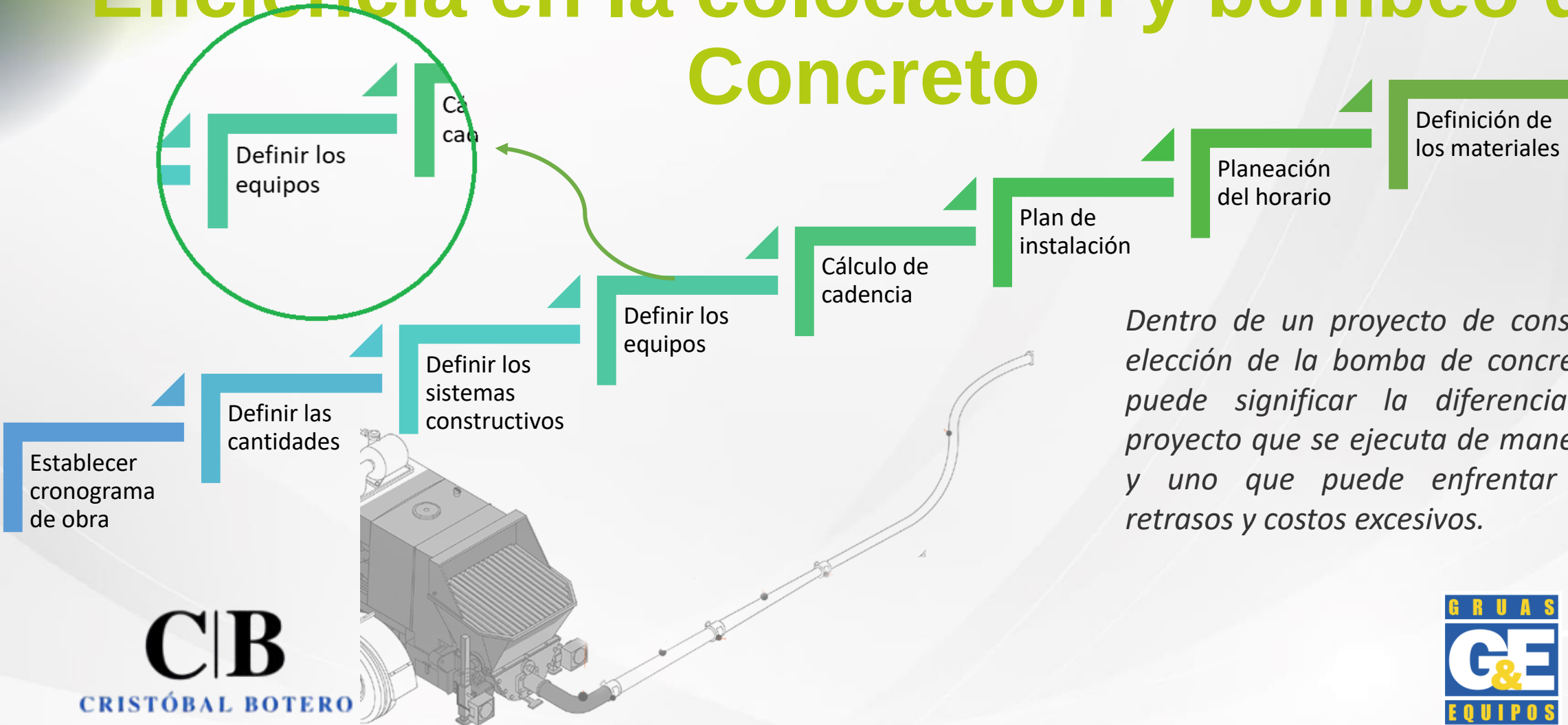
Definición de
los materiales

Dentro de un proyecto de construcción, la elección de la bomba de concreto correcta puede significar la diferencia entre un proyecto que se ejecuta de manera eficiente y uno que puede enfrentar constantes retrasos y costos excesivos.

C|B
CRISTÓBAL BOTERO



Eficiencia en la colocación y bombeo de Concreto



Dentro de un proyecto de construcción, la elección de la bomba de concreto correcta puede significar la diferencia entre un proyecto que se ejecuta de manera eficiente y uno que puede enfrentar constantes retrasos y costos excesivos.

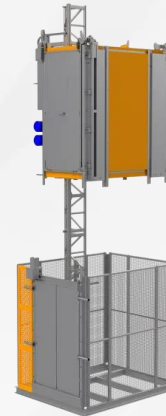
Eficiencia en la colocación y bombeo de Concreto



Planta de concreto



Bomba de concreto



Elevador de obra / malacate



Torre grúa



Eficiencia en la colocación y bombeo de Concreto

Definir los
equipos

Cálculo



Planta de concreto

Bomba de concreto



Elevador de obra / malacate



Torre grúa

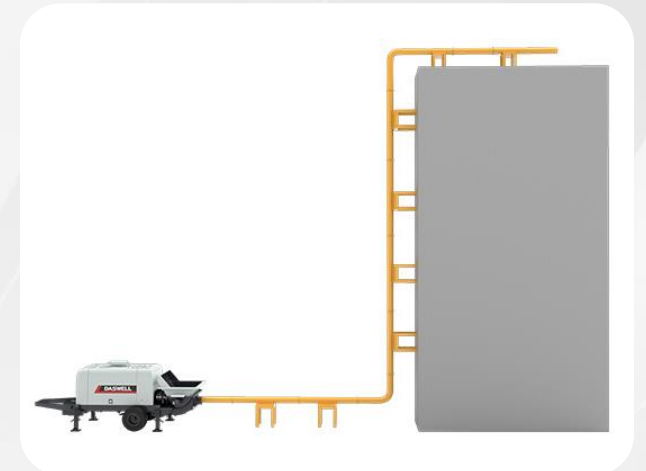


Eficiencia en la colocación y bombeo de Concreto

Bomba de concreto



- Altura del edificio
- Longitud de tubería
- Cantidad total de concreto en obra (m3)
- Rendimiento esperado por vaciado
- Capacidad de colocación de concreto por el personal en obra
- Capacidad de bombeo (bomba)
- Capacidad de suministro (planta)
- Tipo de concreto
- Tamaño de agregado
- Dimensiones y peso del equipo
- Diferencial del proveedor
- Servicio post venta
- Precio



C|B
CRISTÓBAL BOTERO

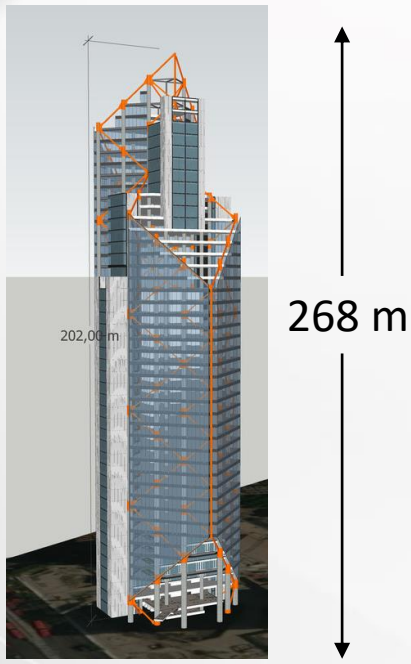
DEL 28 DE OCTUBRE AL 1 DE NOVIEMBRE



VIGILADO Por el Ministerio de Educación Nacional

Eficiencia en la colocación y bombeo de Concreto

Atrio Torre Sur Bogotá

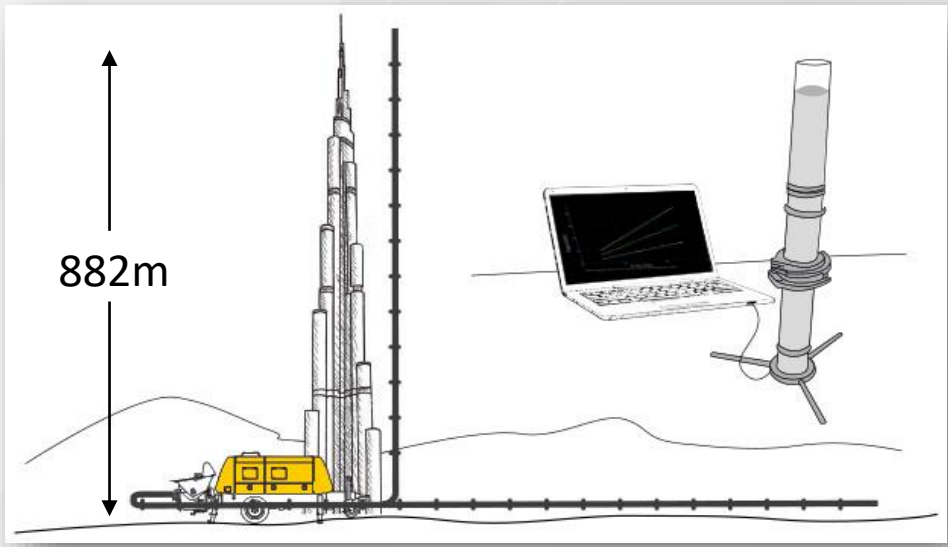


Bomba Zoomlion
CIFA HUNAN C1116



Model		PP1116DC
Drive power	kW	2X186
Max. theoretical output	m³/h	112/73
Max. pressure on concrete	bar	260/160
Max. number of cycles per minute		29/19
Concrete cylinders (diam. x stroke)	mm	200X2100
Concrete hopper capacity	L	800

bombeo de concreto burj khalifa



Colocación y bombeo de Concreto



inicio

nosotros

servicios

proyectos



Más de
1.3M
m³ Bombeados

Más de
200
Clientes Satisfechos

Más de
50
Bombas a nivel nacional con tecnología Europea

Confiabilidad de
99.8%
Disponibilidad de equipos en obra



C|B
CRISTÓBAL BOTERO

DEL 28 DE OCTUBRE AL 1 DE NOVIEMBRE



VIGILADO Por el Ministerio de Educación Nacional



Cristóbal Botero
Ingeniero mecánico – Especialista en gerencia de
mantenimiento

Director comercial Grúas y Equipos

3043803161

3115389121

ingeniero@cristobalbotero.com

dir.pesado@gruasyequipos.com





XXIV SEMANA DE LA FACULTAD

ARQUITECTURA E INGENIERÍA



FUNDAMENTOS EN ANCLAJES

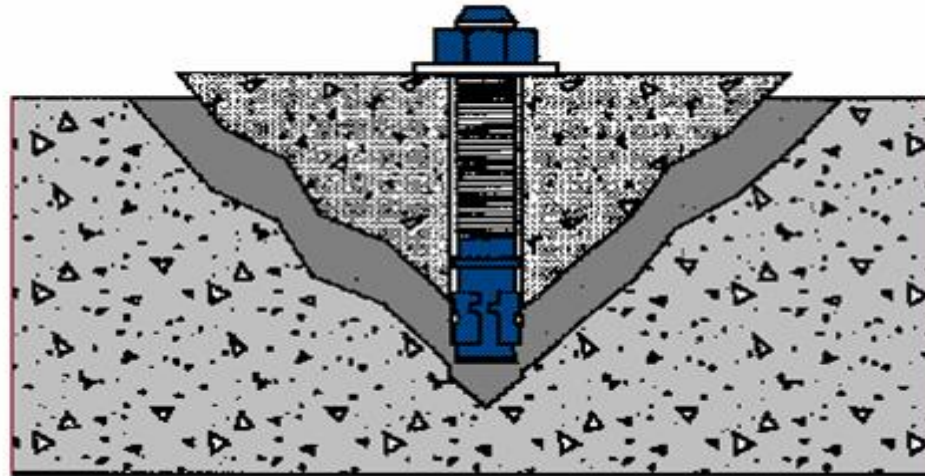


Jorge Mario Villegas E.

IDEAS CIVILES S.A.S.

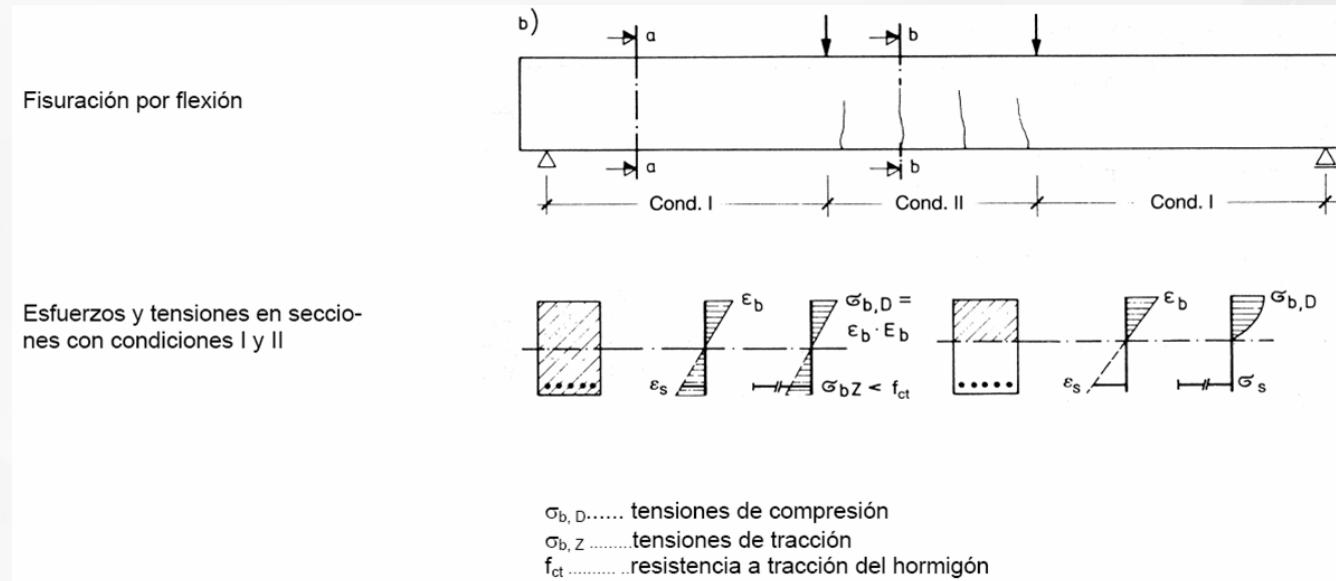
INTRODUCCION

- Generalidades: Los anclajes trabajan trasladando las cargas al material base mediante la fricción, adherencia o forma.



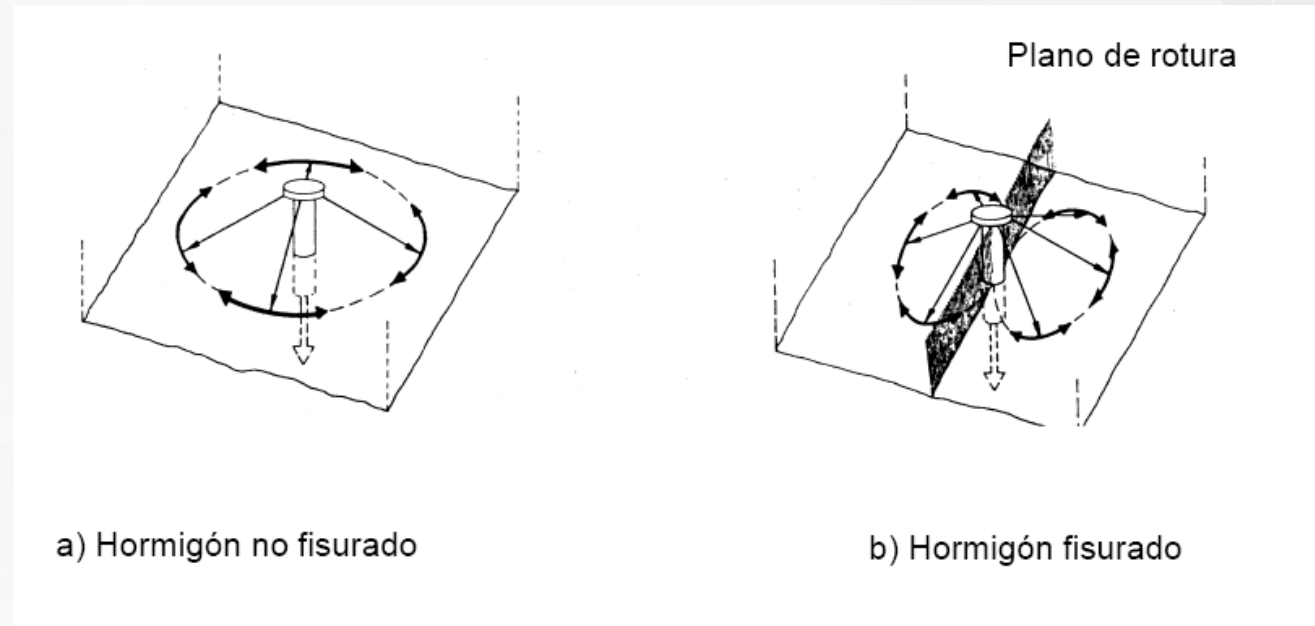
MATERIAL BASE

- El diseño y la ubicación de anclajes deben tener en cuenta las condiciones del concreto debido a la fisuración por flexión



MATERIAL BASE

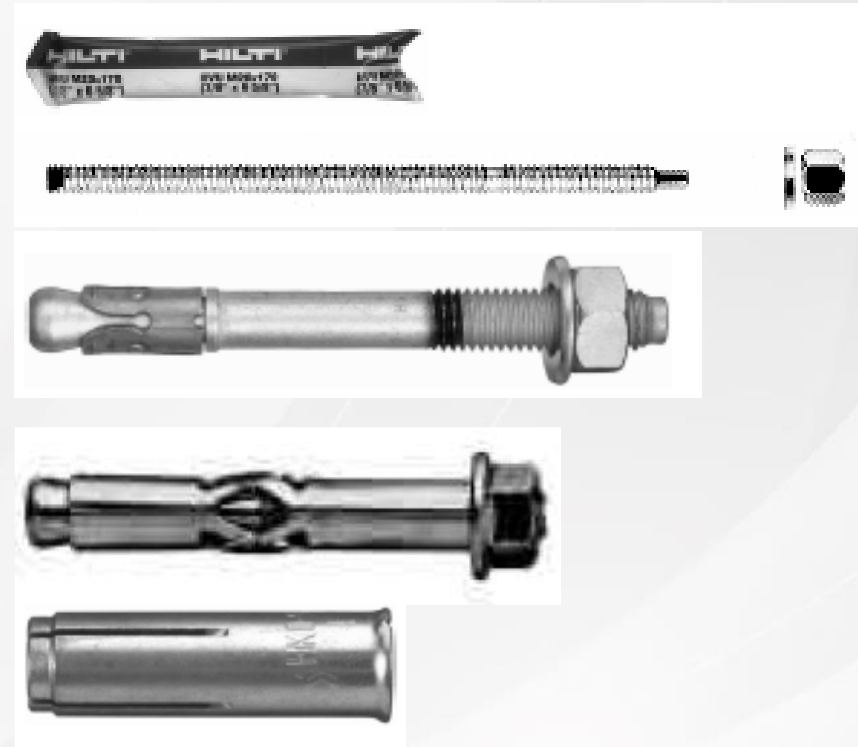
- El concreto fisurado por efectos de flexión puede generar reducción de eficiencia entre un 60-70%



TIPOS DE ANCLAJES

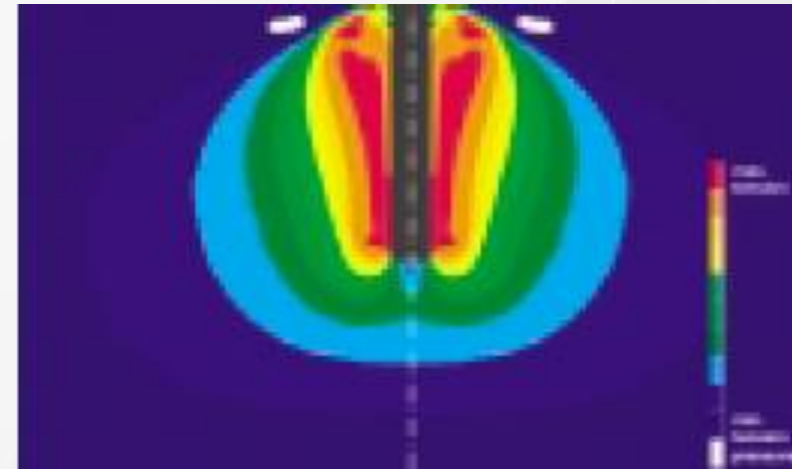
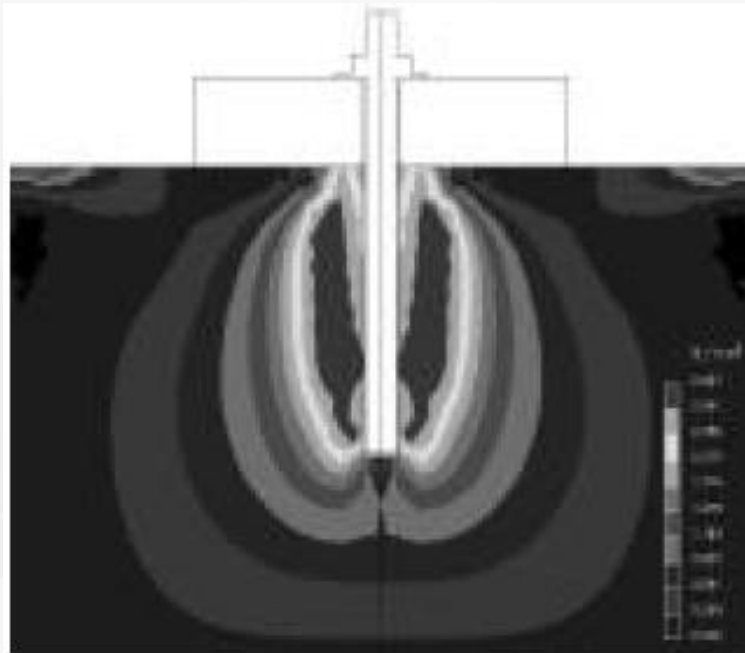
Los anclajes se dividen en 3 grupos dependiendo de su forma:

- Por adherencia
(Químicos)
- Por forma
(Cuña, tamiz)
- Por fricción
(Camisa, hembra)

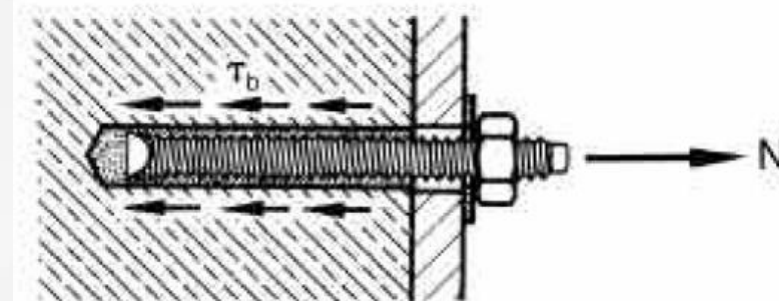


ANCLAJES POR ADHERENCIA (Químicos)

Se presentan mediante una traba química entre el adhesivo y los poros del concreto

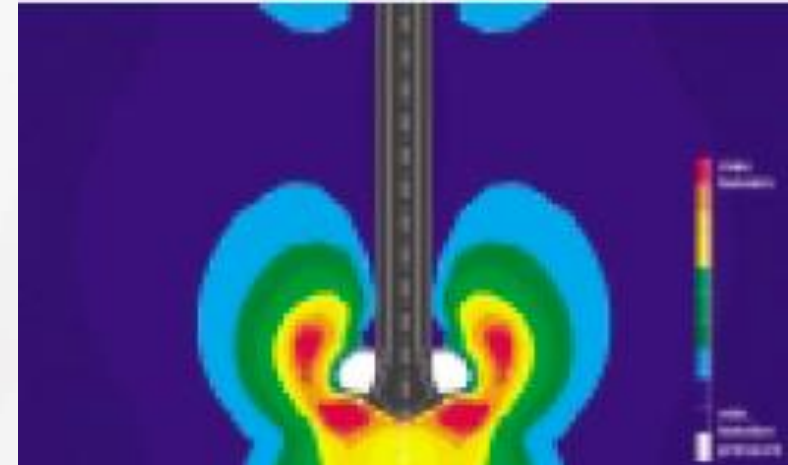
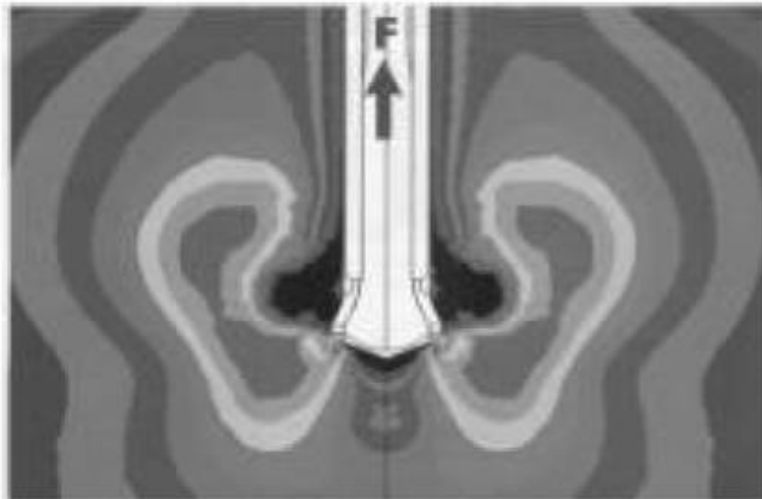


Adherencia

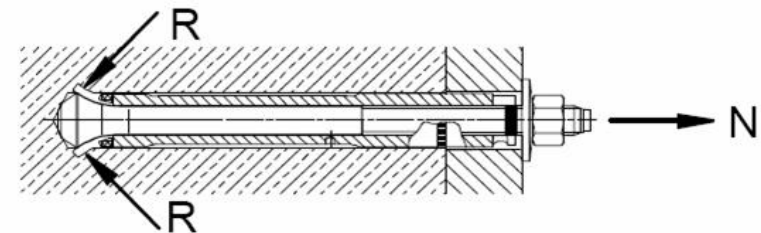


ANCLAJES POR FORMA

Desarrollan su eficiencia por expansión de sus elementos al generarse la fuerza de tensión en el anclaje.



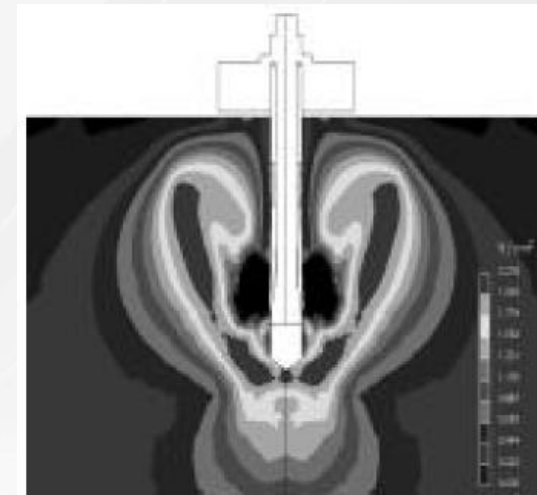
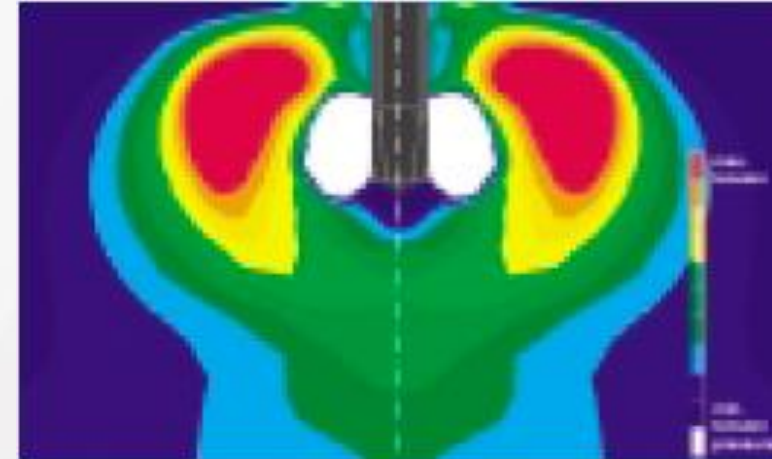
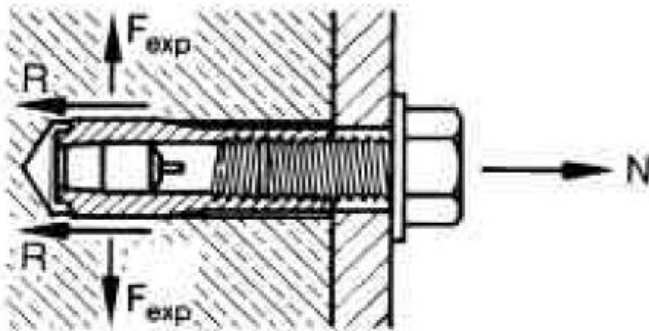
Forma



ANCLAJES POR FRICCION

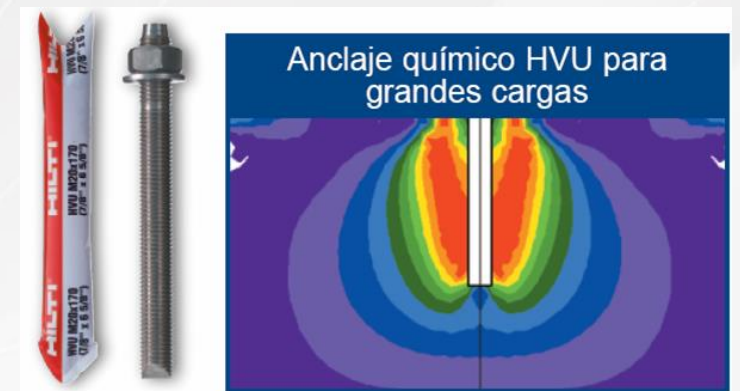
Generan su resistencia mediante deformación de sus partes las cuales entran a dar mayor área de contacto y presión al material base

Fricción



CLASES DE ANCLAJES

- Químicos: ampollas, inyección.
- Mecánicos: Cuña, camisa, hembra, nylon.
- Mampostería: Químicos con malla, toggler.



ADHESIVOS QUIMICOS (POLIMEROS ADHESIVOS)

Existen de varios tipos de adhesivos que presentan diferentes características de endurecimiento, los mas usados son de origen:

- Epóxico
- Poliester
- Viniléster
- Acrílico
- Metacrilatos

ADHESIVOS PARA ANCLAJES

Los adhesivos se rigen por la norma ASTM E-881, el ICC (International Construction Council) es la entidad encargada de juzgar la eficiencia para el área de la construcción.

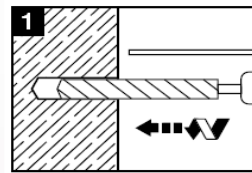
Todo adhesivo debe ser evaluado por ellos, y en www.icc-es.org existen los reportes en donde se concluyen las condiciones que se encontraron para cada adhesivo.

ADHESIVOS PARA ANCLAJES

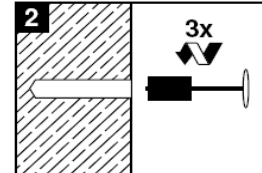
Los adhesivos se dividen en tipos, grados y clases.

- Tipos: Nos indican la aplicación del adhesivo, van del I al VII según el uso que se requiera. Para construcción se trabajan tipos IV y V.
- Grados: Informa la viscosidad del producto y van del 1 al 3, para construcción lo usual es el 3 (gel)
- Clase: Nos indican el rango de temperatura de trabajo en relación al tipo de adhesivo, estos van entre A y F

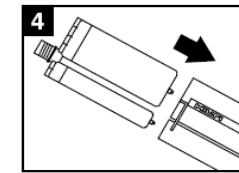
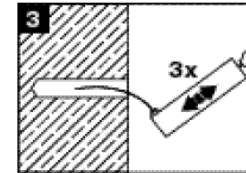
PROCEDIMIENTO DE ANCLAJE



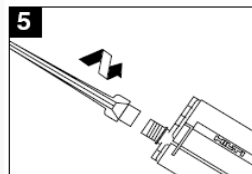
Realizar el taladro



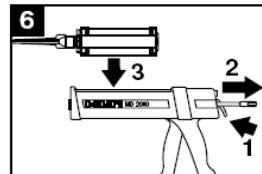
Limpiar de polvo y fragmentos. Eliminar el agua estancada del taladro.



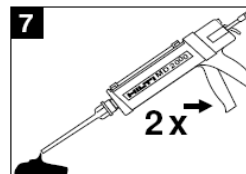
Insertar el cartucho en el soporte.



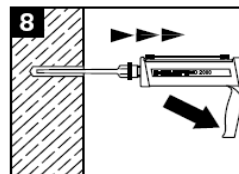
Roscar el mezclador



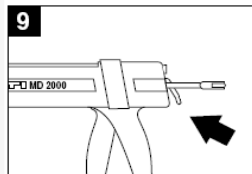
Poner el cartucho dentro del aplicador



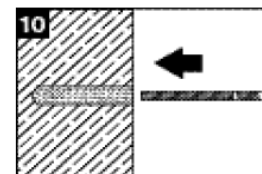
Tirar las dos primeras emboladas con el cartucho de 330ml



Inyectar la resina

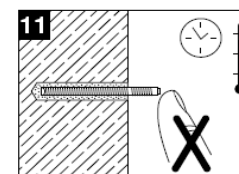


Descargar el aplicador



Insertar la varilla antes de que transcurra el tiempo t_{rel} .

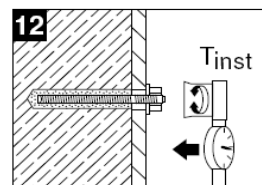
10	°F	°C	t_{gel}
	23	-5	90 min
	32	0	45 min
	41	5	25 min
	68	20	6 min
	86	30	4 min
	104	40	2 min



Esperar el tiempo de fraguado t_{cure}

11	°F	°C	t_{cure}
	23	-5	6 h
	32	0	3 h
	41	5	1.5 h
	68	20	50 min
	86	30	40 min
	104	40	30 min

Tiempos t_{cure}



Aplicar el par de apriete con llave dinamométrica.

SUPERVISION DE ANCLAJES

- De acuerdo a las normas ASTM el 25% de los anclajes debe llevar supervisión técnica durante la perforación, limpieza, inyección y anclajes de las varillas o pernos, y un 5% de los anclajes debe ser sometido a ensayos de tracción a un 95% del límite de fluencia o fallo.

SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA



ADHESIVOS PARA ANCLAJES

CONCRETO FISURADO/NO FISURADO

MARCA			ADHESIVO CONCRETO FISURADO / NO FISURADO								NORMA ASTM C881			
			DAYTON	HILTI			SIKA		SIMPSON	ITW RAMSET	I	II	IV	V
REFERENCIA			PROANCHOR ELITE	RE-500 V3	RE-100	HY-200 R	ANCHORFIX 3001	ANCHORFIX 3030	ET-XP	G-5				
NORMA			24°C	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.				
Tipo			Epoxico	Epoxico	Epoxico	Hibrido	Epoxico	Epoxico	Epoxico	Epoxico				
Esfuerzo de adherencia 2 días de curado	C882	Mpa	19,20	10,80	20,10	N.D.	N.D.	N.D.	16,10	N.D.	7,00		7,00	7,00
Esfuerzo de adherencia 14 días de curado	C882	Mpa	21,40	11,70	21,00	N.D.	N.D.	N.D.	17,08	N.D.	10,00	10,00	10,00	10,00
Resistencia de compresion	D695	Mpa	99,80	82,70	74,30	N.D.	85,00	95,00	114,1	103,58	55,00	55,00	70,00	55,00
Modulo de compresion	D695	Mpa	3.281,00	2.600,00	3.731,00	N.D.	5.000,00	5.500,00	4168,5	N.D.	1.000,00	600,00	1.400,00	1.000,00
Resistencia a la traccion 7 días	D638	Mpa	46,70	49,30	11,70	N.D.	23,50	23,00	N.D.	N.D.	35,00	14,00	50,00	40,00
Elongacion en la ruptura	D638	%	1,0%	1,1%	0,1%	N.D.	5,9%	N.D.	N.D.	N.D.	1%	1%	1%	1%
Temperatura de deflexion termica	D648	°C	64°C	50°C	56,8°C	N.D.	49°C	50°C	56°C	93°C			50°C	50°C
Absorcion de agua	D570	%	0,02%	0,180%	0,060%	N.D.	N.D.	N.D.	0,34%	N.D.	1%	1%	1%	1%
Coeficiente lineal de retraccion en el curado	D2566	%	0,0003	0,0080	0,0001	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,005	0,005	0,005	0,005

Nota:

N.D. = No Disponible

N.A. = No Aplica

TIPO	DESCRIPCION
I	Para uso en aplicaciones sin soporte de carga para unión de hormigón endurecido a hormigón endurecido y otros materiales, y como ligante en morteros epoxi u hormigones epoxi
II	Para uso en aplicaciones sin soporte de carga para unión de hormigón recién mezclado con hormigón endurecido
IV	Para uso en aplicaciones de soporte de carga para unión de hormigón endurecido con hormigón endurecido y otros materiales y como aglutinante para morteros y hormigones epoxi.
V	Para uso en aplicaciones de soporte de carga para unión de hormigón recién mezclado a hormigón endurecido

ADHESIVOS PARA ANCLAJES

CONCRETO NO FISURADO

			ADHESIVO CONCRETO NO FISURADO								NORMA ASTM C881			
MARCA			DAYTON	HILTI			SIKA		TOXEMENT	BASF/MBT				
REFERENCIA			PROPOXY 300 FAST	RE-10	MM-PLUS	RE-100	ANCHORFIX 2	ANCHORFIX 4	EUCO 452 GEL	MASTEREMACO ADH 330	I	II	IV	V
Tipo	NORMA		Epoxico	Epoxico	Hibrido	Epoxico	Epoxico	Epoxico	Epoxico	Epoxico				
Esfuerzo de adherencia 2 dias de curado	C882	Mpa	20,68	21,20	N.D.	20,10	N.D.	N.D.	17	17,3	7,00		7,00	7,00
Esfuerzo de adherencia 14 dias de curado	C882	Mpa	21,78	23,10	N.D.	21,00	N.D.	N.D.	19,9	20,10	10,00	10,00	10,00	10,00
Resistencia de compresion	D695	Mpa	86,18	88,10	N.D.	74,30	60,00	N.D.	70	70,90	55,00	55,00	70,00	55,00
Modulo de compresion	D695	Mpa	N.D.	5.380,00	N.D.	3.731,00	4.000,00	2.829,00	3103	2.380,00	1.000,00	600,00	1.400,00	1.000,00
Resistencia a la traccion 7 dias	D638	Mpa	48,20	53,20	N.D.	11,70	24,00	29,70	N.D.	49,00	35,00	14,00	50,00	40,00
Elongacion en la ruptura	D638	%	N.D.	1,3%	N.D.	0,1%	N.D.	0,01	N.D.	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Temperatura de deflexion termica	D648	°C	N.D.	58°C	N.D.	56,8°C	N.D.	N.D.	54°C	52°C			50°C	50°C
Absorcion de agua	D570	%	0,10%	0,18%	N.D.	0,060%	N.D.	N.D.	0,004	0,0061	0,01	0,01	0,01	0,01
Coefficiente lineal de retraccion en el curado	D2566	%	N.D.	0,006%	N.D.	0,0001	N.D.	N.D.	N.D.	0,0016	1%	1%	1%	1%

Nota:

N.D. = No Disponible

N.A. = No Aplica

TIPO	DESCRIPCION
I	Para uso en aplicaciones sin soporte de carga para unión de hormigón endurecido a hormigón endurecido y otros materiales, y como ligante en morteros epoxi u hormigones epoxi
II	Para uso en aplicaciones sin soporte de carga para unión de hormigón recién mezclado con hormigón endurecido
IV	Para uso en aplicaciones de soporte de carga para unión de hormigón endurecido con hormigón endurecido y otros materiales y como aglutinante para morteros y hormigones epoxi.
V	Para uso en aplicaciones de soporte de carga para unión de hormigón recién mezclado a hormigón endurecido

ADHESIVOS PARA ANCLAJES

ANCLAJES ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Utilizar adhesivo epóxico, que cumpla normas AASHTO M235 o ASTM C-881 y Tipos I, II, IV y V, Grado 3, Clase B y C.

ENSAYOS DE ANCLAJES

Deben ensayarse anclajes a cortante o tracción según sea el caso a razón de 5% para los anclajes estructurales y mínimo 3 ciclos de 5 ensayos por cada diámetro de barra utilizado para los anclajes de elementos no estructurales.

Los ensayos deben realizarse bajo la norma ASTM E-488 por medio de intervalos de carga (Ver 8.4). Aplicando carga inicial del 5% e intervalos de carga del 15% cada 2 minutos hasta llegar al 95% de la carga o límite de fluencia de la barra.

RESISTENCIAS MINIMAS

Los anclajes estructurales deben siempre garantizar fluencia en las barras durante el ensayo, o como mínimo el 95% para que el ensayo sea no destructivo.

Los ensayos en anclajes no estructurales se deben llevar a una carga mínima definida por el ingeniero estructural, la cual dependerá de la profundidad del anclaje, resistencias del concreto y condiciones de borde. El responsable de los ensayos no debe tomar partida en las cargas a aplicar en el ensayo. En el caso de no tener las resistencias mínimas, se debe aplicar el procedimiento de intervalos de carga según ASTM E488 llevando la carga hasta el 95% f_y , con el fin de obtener la carga última de los mismos y que el ingeniero calculista determine si el nivel de resistencia obtenido cumple con los requisitos de diseño.

ANCLAJES ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Utilizar adhesivo epóxico avalado para concreto fisurado / no fisurado, que cumpla normas AASHTO M235 o ASTM C-881 y Tipos I, II, IV y V, Grado 3, Clase B y C, con reportes de evaluación ICC o UES, y ser avalado para cargas sostenidas, sísmicas y de fatiga. El producto debe cumplir criterios de instalación de ACI 355.4 y ICC-ES AC308.

ENSAYOS DE ANCLAJES

Deben ensayarse anclajes a cortante o tracción según sea el caso a razón de 5% para los anclajes estructurales y mínimo 3 ciclos de 5 ensayos por cada diámetro de barra utilizado para los anclajes de elementos no estructurales.

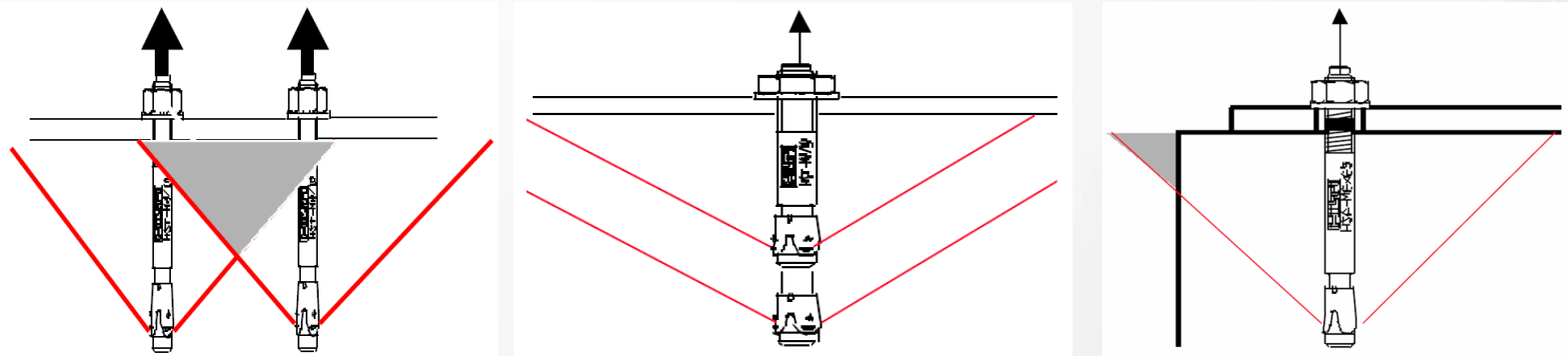
Los ensayos deben realizarse bajo la norma ASTM E-488 por medio de intervalos de carga (Ver 8.4). Aplicando carga inicial del 5% e intervalos de carga del 15% cada 2 minutos hasta llegar al 95% de la carga o límite de fluencia de la barra.

RESISTENCIAS MINIMAS

Los anclajes estructurales deben siempre garantizar fluencia en las barras durante el ensayo, o como mínimo el 95% para que el ensayo sea no destructivo.

Los ensayos en anclajes no estructurales se deben llevar a una carga mínima definida por el ingeniero estructural, la cual dependerá de la profundidad del anclaje, resistencias del concreto y condiciones de borde. El responsable de los ensayos no debe tomar partida en las cargas a aplicar en el ensayo. En el caso de no tener las resistencias mínimas, se debe aplicar el procedimiento de intervalos de carga según ASTM E488 llevando la carga hasta el 95% f_y , con el fin de obtener la carga última de los mismos y que el ingeniero calculista determine si el nivel de resistencia obtenido cumple con los requisitos de diseño.

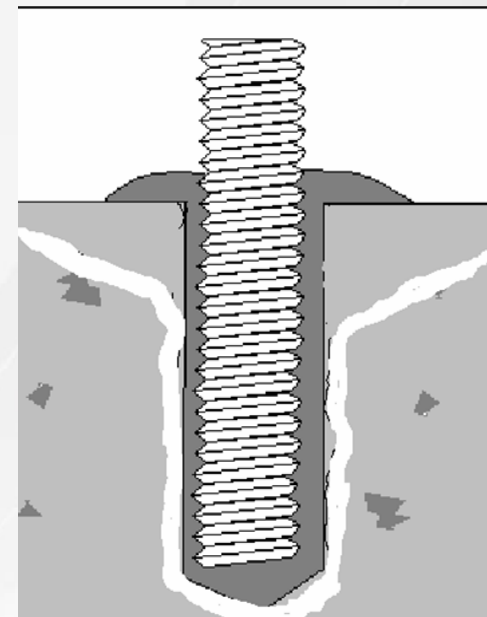
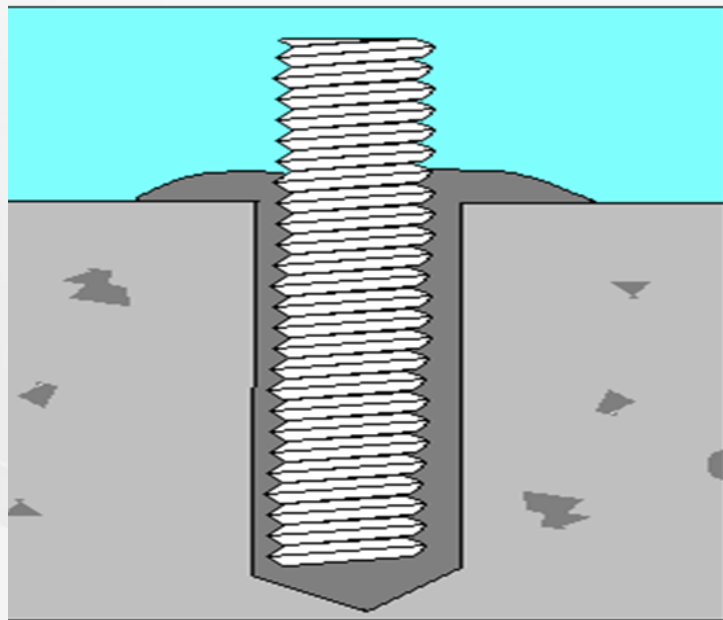
SEPARACION Y PROFUNDIDAD



Anclaje aislado	Dos anclajes	Una fila de anclajes
	$s < 3c$	$s_1 < 3c, s_2 < 3c, s_3 < 3c$
La resistencia por borde de hormigón para un anclaje aislado depende de la distancia al borde. La forma del área de tensiones es aproximadamente un triángulo de altura c y base $3c$ tal como se muestra.	Si hay otros anclajes y están suficientemente cerca ($s < 3c$) se verá influenciada la resistencia al borde ya que las áreas de tensiones se solapan	

FALLOS EN ANCLAJES

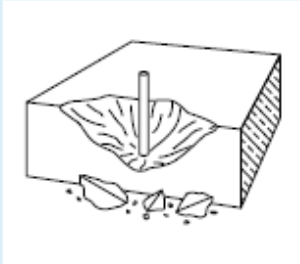
- Debido a la naturaleza de las fuerzas los anclajes pueden presentar fallos por tracción , por cortante o combinados



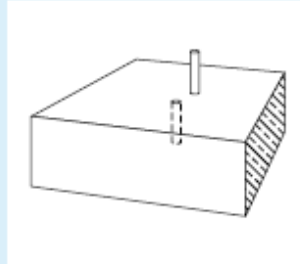
FALLOS EN ANCLAJES

- Las fallas se presentan por que alguno de los elementos que compone el sistema supera la resistencia.
- Estas fallas se pueden presentar en el concreto, adhesivo-adherencia o acero.

Cortante

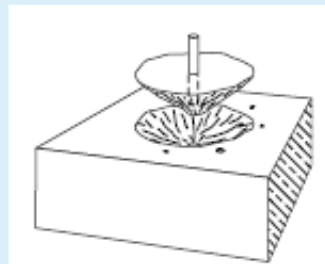


Por desconchamiento del hormigón (distancia al borde reducida).

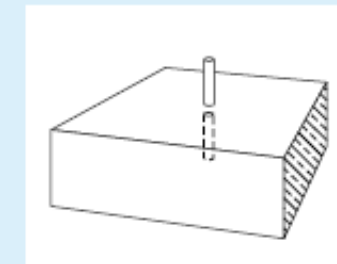
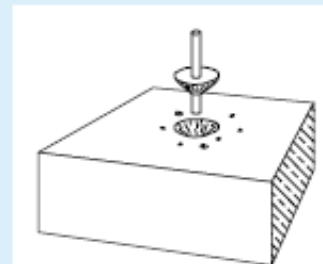


Por rotura de acero.

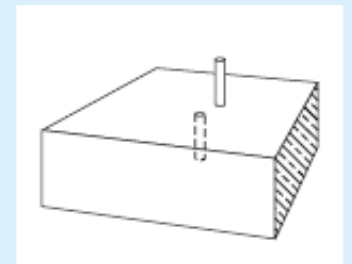
Tracción



Por desconchamiento del hormigón.



Por deslizamiento.

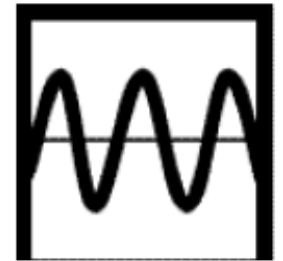


Por rotura de acero.

ASPECTOS ESPECIALES

- En el diseño de anclajes se debe tener especial cuidado con el diseño a cargas especiales, procurando generar mayores profundidades de anclaje para que el material base no falle, pero teniendo en cuenta la estabilidad del perno.
- Estas condiciones se deben tener muy en cuenta en los anclajes de los equipos electromecánicos e instalaciones de redes de fluidos.

Fatiga



Impacto



Terremotos

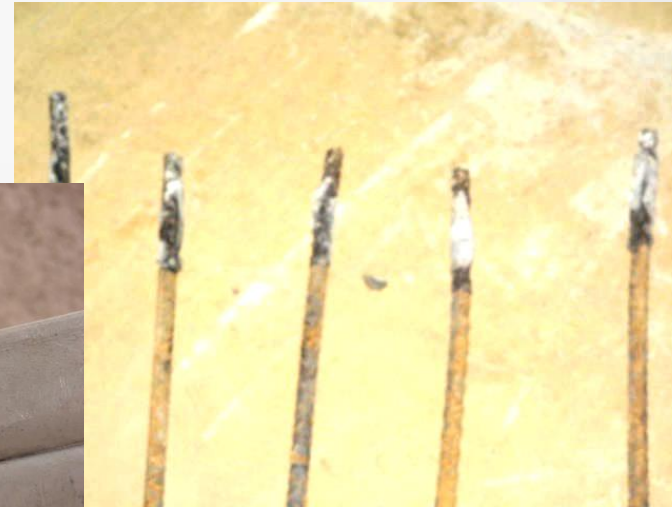


FALLOS EN ANCLAJES



FALLOS EN ANCLAJES

SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA



DEL 28 DE OCTUBRE AL 1 DE NOVIEMBRE

VIGILADO Por el Ministerio de Educación Nacional

PLANILLAS Y RESULTADOS

IDEAS CIVILES S.A.

Tel: 230 87 03 Fax: 436 50 72 - Medellín

ENSAYO DE TRACCION ESTATICA PARA ANCLAJES

NORMA ASTM E-488



OBRA:

CLIENTE:

FECHA:

TEL/FAX:

ESPECIFICACIONES EQUIPO	MARCA	REF	RANGO DE TRABAJO	AÑO
BOMBA	ENERPAC	P-80	0 - 10.000 psi	2005 - REPARADA
CILINDRO	ENERPAC	RCH-302	30 toneladas, 2" de desplazamiento	2006 - COMPRA
MANOMETRO	ASHCROFT	2074SD O2L DIGITAL	0 - 10.000 psi	2005 - COMPRA
CUNAS Y BARRILETES	PAUL	MULTIUSOS	3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 7/8", 1", 1 1/4"	2005 - COMPRA
INDICADOR DE CARATULA	MITUTOYO	2113F	0.001 - 2.000 mm	2005 - COMPRA

PARAMETROS DE TRABAJO	Area cilindro	7.22 pulg2	Resistencia a fluencia	4280 kgf/cm2	Resistencia ultima	5630 kgf/cm2
-----------------------	---------------	------------	------------------------	--------------	--------------------	--------------

INFORMACION GENERAL	MARCA EPOXICO	REFERENCIA	DIAMETRO
LONGITUD ANCLAJE	UBICACIÓN ENSAYO	CARGA FINAL	

DIAM	3/8"	0.7118	1/2"	1.2667	5/8"	1.9780	3/4"	2.9502	7/8"	3.8777	1"	5.0670	1 1/4"	7.9173	DESPLAZAMIENTO			PRESION	HORA
	F (Kgf)	P (Psi)	F (Kgf)	P (Psi)	F (Kgf)	P (Psi)	F (Kgf)	P (Psi)	F (Kgf)	P (Psi)	F (Kgf)	P (Psi)	F (Kgf)	P (Psi)	ANCLAJE-μm	CILINDRO-mm	ACERO-mm		
0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
5%	152	46	271	82	423	129	631	192	830	252	1,084	329	1,694	515					
20%	609	185	1,084	329	1,693	514	2,525	767	3,319	1,008	4,337	1,317	6,777	2,058					
35%	1,066	324	1,898	576	2,963	900	4,419	1,342	5,809	1,764	7,590	2,305	11,860	3,602					
50%	1,523	463	2,711	823	4,233	1,286	6,313	1,918	8,298	2,520	10,843	3,294	16,943	5,146					
65%	1,980	601	3,524	1,070	5,503	1,671	8,207	2,493	10,788	3,277	14,096	4,282	22,026	6,690					
80%	2,437	740	4,337	1,317	6,773	2,057	10,101	3,068	13,277	4,033	17,349	5,270	27,109	8,234					
95%	2,894	879	5,150	1,564	8,043	2,443	11,996	3,643	15,767	4,789	20,602	6,258	32,192	9,778					
Fluencia	3,047	925	5,421	1,647	8,466	2,571	12,627	3,835	16,597	5,041	21,687	6,587	33,886	10,292					
Rotura	4,007	1,217	7,132	2,166	11,136	3,382	16,610	5,045	21,831	6,631	28,527	8,665	44,574	13,539					

NOTAS

CORTE PROFESIONAL DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO

- CORTE CON MAQUINA DE DISCO DE DIAMANTE
- CORTE CON MAQUINA DE HILO DE DIAMANTE
- CORTE CON MOTOSIERRA DE DIAMANTE
- CORTE CON SIERRA CAMINADORA DE PISOS
- PERFORACIONES CON EXTRACTOR DE NUCLEO

CORTE CON SIERRA CAMINADORA DE PISOS



PERFORACIONES CON EXTRACTOR DE NUCLEOS

