Universidad de La Salle
Ciencia Unisalle

Ingeniería Civil | Facultad de Ingeniería

9-2017

Evaluación técnica y económica de sistemas constructivos sten vs sistema tradicional

Juan Francisco Chaparro Rojas
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil

Part of the Civil Engineering Commons

Citación recomendada

Chaparro Rojas, J. F. (2017). Evaluación técnica y económica de sistemas constructivos sten vs sistema tradicional. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/141

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Civil by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

EVALUACIÓN TECNICA Y ECONOMICA DE SISTEMAS DE FORMALETA HORIZONTAL STEN VS SISTEMA TRADICIONAL

JUAN FRANCISCO CHAPARRO ROJAS

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2017

EVALUACIÓN TECNICA Y ECONOMICA DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS STEN VS SISTEMA TRADICIONAL

JUAN FRANCISCO CHAPARRO ROJAS

Trabajo de Grado para optar al Título de

INGENIERO CIVIL

Director.

SANDRA LILIANA URIBE CELIS

Profesor del programa de Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2017

“Ni a la Universidad, ni el asesor, ni el director, ni el jurado calificador son Responsables de las ideas y conceptos expuestos por los autores”.

Reglamento Estudiantil Universidad de la Salle.

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

_____

Director.

Bogotá D.C. Septiembre de 2017

Dedico este proyecto a Dios por ser quien me ha dado las fuerzas cuando algún día creí que todo había terminado, siendo la fuerza del espíritu Santo y los Santos del cielo quienes rompieron y romperán todas las barreras que se me han presentado en el camino. Dedico mi trabajo a mi familia la mejor del mundo, a todos los que están en el cielo, que desde arriba están apoyándome.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi director de tesis Sandra Liliana Uribe Celis por su tiempo, por sus conocimientos y dedicación para la elaboración de este proyecto, agradezco a Marlene Cubillos por el tiempo y crítica constructiva necesaria para la obtención de un buen documento.

Agradezco a la Universidad de La Salle y a todos los profesores por la formación académica que me brindaron y por haber sembrado en mí un potencial para obtener el título profesional.

CONTENIDO

CONTENIDO	pág.
PORTADA, AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA	1-8
INTRODUCCIÓN	8
1. EL PROBLEMA	9
1.1 TÍTULO DEL PROYECTO	9
1.2 LÍNEA –GRUPO-CENTRO	
2. RESUMEN DEL PROYECTO	10
3. DECRIPCIÓN DEL PROYECTO	
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	11
3.3 JUSTIFICACIÓN	12
3.4 OBJETIVOS	13
3.4.1 Objetivo general	13
3.4.2 Objetivos específicos	13
4. MARCO REFERENCIAL	14
4.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS	14
4.2 MARCO TEÓRICO	15-71
4.3 MARCO CONCEPTUAL	
4.4 MARCO NORMATIVO	15-71
4.5 MARCO CONTEXTUAL	

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

5.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

5.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

6 BIBLIOGRAFÍA 72

7 CONCLUSIONES 73

INTRODUCCIÓN

En Colombia la industria de la construcción es un motor fundamental para la economía, generando empleo, infraestructura y crecimiento económico, por tal razón y como ingeniero civil se pretende mediante el uso de nuevas tecnologías mejorar y optimizar los tiempos y recursos de las actividades que interfieren en la construcción, para lo cual se evaluara desde el parámetro técnico y económico la formaleta sten metro y la tradicional, buscando eliminar el **paradigma** de que los nuevos sistemas son más costosos y de difícil acceso, generando así proyectos con enfoques diferentes(lean construction)

1- PROBLEMA

En Colombia se trabaja con sistemas de encofrado horizontal tradicionales, como lo es la cercha, la camilla, el paral, las crucetas; sin embargo hay sistemas nuevos como el Sten Basic, que permiten mayor velocidad de armado, mayor velocidad de descimbrado y recuperación de material así como también dan mejores acabados en losas con concreto a la vista.

Como no hay claridad y es un sistema relativamente nuevo, las personas optan por no utilizarlo, lo que se pretende es comparar ambos sistemas de formaleta horizontal para de esta manera evaluar cuál sería mejor en cuanto a costo beneficio.

1.1- EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DE SISTEMAS DE FORMALETA HORIZONTAL(STEN METRO VS SISTEMA TRADICIONAL)

1.2- INGENIERIA CIVIL, LINEA 3 ECONOMIA, ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS

2. RESUMEN

En Colombia se ha trabajado con el sistema de formaleta tradicional, sin embargo también se encuentra el sistema sten Basic, lo que se pretende seria realizar un análisis comparativo, costo-beneficio para de esta manera romper mitos y demostrar que hay que perder un poco el miedo a adoptar sistemas nuevos y nuevas tecnologías que nos permiten facilidad, velocidad y finalmente economía.

Este análisis lo desarrollare directamente desde la obra (Torre Imperial), obra que por su nivel de complejidad y proceso constructivo trabaja ambos sistemas de formaleta, evidenciando los costos de alquiler y reposición de los dos sistemas de equipos, así como también medición de los tiempos de armado, encuellado y nivelación, rapidez y ventajas de descimbrado y apuntalamiento, evaluación en la calidad de acabados y cantidad de mano de obra necesaria para armar y desarmar cada uno de los sistemas.

Una vez realizado este trabajo de medición en campo proseguiré con la etapa de análisis de información, comparaciones técnicas entre ambos sistemas para llegar finalmente a concluir que ventajas y desventajas tiene cada sistema y para qué casos es más conveniente utilizar uno u otro sistema, suministrando así una herramienta técnica para la toma de decisión por parte de obra sobre qué equipo es más conveniente utilizar.

3- DESCRIPCION DEL PROYECTO

Esta evaluación parte de la necesidad nuestra como ingenieros sobre tener herramientas que nos permitan comparar los distintos sistemas de formaleta, para en el momento de toma de decisiones poder hacerlo de la mejor manera y beneficiarnos técnica y económicamente de esta decisión, se analizaran los sistemas tradicional, sten metro y formaleta de entrepiso sistema tradicional forsa.

3.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Estamos viviendo una era de avances tecnológicos representativos, sin embargo por falta de conocimientos y miedo a innovar no hacemos uso de los mismos.

Por esa razón pretendo realizar una evaluación técnica y económica que permita al constructor en el momento de planeación del proyecto tener claridad sobre el tema.

3.2- FORMULACION DEL PROBLEMA:

En el momento del análisis previo de obra surgen las siguientes preguntas qué sistema debo utilizar?, cual es más beneficioso para lo que necesito? , en qué casos es mejor un sistema y en qué casos es mejor el otro?

3.3- JUSTIFICACION:

El crecimiento de las ciudades es parte del proceso de desarrollo normal y al mismo tiempo consecuencia y motor de crecimiento económico de las mismas, esta natural y continua expansión, hace que sea necesario disponer de una adecuada elección de los procesos constructivos y sus respectivos sistemas, para construir de forma rápida y eficiente ofreciendo confiabilidad y economía.

Este proyecto se realiza al ver la necesidad de implementar nuevos métodos y tecnologías en la industria de la construcción, pero por desconocimiento y miedo al cambio no se implementan y se continúa trabajando con lo tradicional.

Debido a esto analizare los dos sistemas de formaleta horizontal para la obra Torre Imperial y se observara cual es más conveniente.

3.4- OBJETIVOS

3.4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar a partir de la comparación el sistema tradicional y Sten Metro de formaleta horizontal, con el fin de identificar cual es el más conveniente económica y técnicamente.

3.4.2 -OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas.
- Realizar una evaluación técnica de los sistemas.
- Realizar una avaluación económica de los sistemas.
- Analizar cuál de los sistemas es más conveniente a nivel costo-beneficio.
- Analizar cuál de los sistemas es más eficiente, eficaz y efectivo

4- MARCO REFERENCIAL

Parto de la experiencia propia en obra con estos sistemas de formaleta, para realizar el análisis comparativo y planteamiento inicial del problema, buscando marcos referenciales no encontré textos sobre estos análisis y evaluaciones en específico, sin embargo se tomaron los catálogos técnicos de cada una de las empresas fabricantes de estos sistemas de encofrados para poder realizar un análisis técnico preciso.

4.1- ANTECEDENTES TEÓRICOS:

En Colombia la industria de la construcción es un motor fundamental para la economía, generando empleo, infraestructura y crecimiento económico, por tal razón y como ingeniero civil se pretende mediante el uso de nuevas tecnologías mejorar y optimizar los tiempos y recursos de las actividades que interfieren en la construcción.

Una de ellas es la formaleta horizontal que es básicamente la que permite fundir las placas de la estructura, como no hay antecedentes de este tipo de análisis vamos a evaluar los dos sistemas de formaleta, el tradicional y el Sten Basic para generar una herramienta comparativa entre estos dos sistemas y así poder tomar la mejor decisión y optimizar el proceso constructivo de nuestras obras.

En los manuales del Sena sobre procedimientos de construcción de estructuras de concreto se encuentra información sobre sistemas de formaleta horizontal, en la universidad de los andes

también se realizó un proyecto llamado simulacro constructivo en el cual modelaron a escala y realizaron un análisis de los elementos de formaleta horizontal, en las páginas web de proveedores y fabricantes de formaletas se encuentran especificaciones técnicas de los sistemas de formaleta, también me apoyare con la NSR-10 y con textos de construcción, sin embargo en la literatura existente específicamente no existe una comparación puntual de estos dos sistemas de formaletas.

4.2- MARCO TEÓRICO:

Generalidades:

Formaletas: Son estructuras usadas de forma temporal para sostener la placa de entrepiso mientras ésta adquiere las propiedades mecánicas óptimas para la cual fue diseñada. En conjunto con elementos verticales (parales) y horizontales (cerchas metálicas u otros) conforman el sistema de encofrado sobre el cual se apoyan los tableros o camillas que sirven como base de la placa que se va a fundir. Para su armado se inicia con módulos rectangulares o similares, los cuales van arriostrados para dar rigidez a la estructura temporal en caso de que se presenten movimientos horizontales, sin deformarse y/o colapsar. Al final se colocan los elementos que soportan los tableros o camillas y se instala el entramado de madera para dar inicio a las actividades planeadas.

Caracterización de los sistemas:

- Estabilidad
- Planeidad
- Dimensiones
- Resistencia estructural y tiempo de descimbrado
- Acoplamiento o facilidad de nuevo ensamblaje
- Acabados
- Limpieza y mantenimiento
- Desmonte
- Costos

Normatividad:

CAPÍTULO C.6 — CIMBRAS Y ENCOFRADOS, EMBEBIDOS Y JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

REGLAMENTO

C.6.1 — Diseño de cimbras y encofrados

C.6.1.1 — El objeto de las cimbras y encofrados es obtener una estructura que cumpla con la forma, los niveles y las dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones.

C.6.1.2 — Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.

C.6.1.3 — Las cimbras y encofrados deben estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre sí, de tal manera que conserven su posición y forma.

C.6.1.4 — Las cimbras y encofrados y sus apoyos deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida.

C.6.1.5 — El diseño de las cimbras y encofrados debe tener en cuenta los siguientes factores:

(a) Velocidad y método de colocación del concreto;
(b) Cargas de construcción, incluyendo cargas verticales, horizontales y de impacto;
(c) Requisitos especiales de las cimbras y encofrados para la construcción de cáscaras, losas plegadas, domos, concreto arquitectónico u otros tipos de elementos similares;

C.6.1.6 — Las cimbras y encofrados para elementos de concreto preesforzado deben estar diseñadas y construidas de tal manera que permitan desplazamientos del elemento sin causar daños durante la aplicación de la fuerza de preesforzado.

C.6.2 — Descimbrado, puntales y reapuntalamiento

C.6.2.1 — Descimbrado

La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.

C.6.2.2 — Retiro de puntales y reapuntalamiento

Los requisitos de C.6.2.2.1 a C.6.2.2.3 se deben cumplir en la construcción de vigas y losas excepto cuando se construyan sobre el terreno.

CR6.2 — Descimbrado, puntales y reapuntalamiento

Para determinar el tiempo de descimbrado deben considerarse las cargas de construcción y las posibles deflexiones.[C.6.3] Las cargas de construcción son, frecuentemente, por lo menos tan altas como las cargas vivas de diseño. A edades tempranas, una estructura puede ser capaz de soportar las cargas aplicadas, pero puede deflectarse lo suficiente para causar un daño permanente.

La evaluación de la resistencia del concreto durante la construcción puede llevarse a cabo utilizando probetas curadas en obra, o mediante otros procedimientos aprobados por la autoridad competente, tales como:

FORMALETA ENTREPISO -- SISTEMA TRADICIONAL

Componentes:

- camillas
- parales
- Crucetas
- Cerchas

Camillas: Las camillas más utilizadas son de madera por su economía y durabilidad, pero también se encuentran en fibra y aluminio. Con el tablero armado se procede a la

nivelación más cuidadosa de la formaleta, graduando la altura de los parales con el regulador de rosca, y controlando en varios puntos con ayuda de un listón con la medida exacta del entrepiso.

Cuando se presenten imperfecciones en las camillas, estas se pueden reparar usando materiales como tela asfáltica o la guadua con los cuales se sellan las aberturas y roturas para tener una superficie uniforme en el tablero. Seguido a esto se cubre con un removedor de formaleta ayudado de un cepillo o un rodillo para facilitar el posterior proceso de desencofrado.

Es muy importante armar los cuellos de las columnas ya que no siempre el tamaño de las camillas coincide perfectamente con el espacio que hay que dejar para que pase la columna. Estos cuellos se arman en tabla, bordeando la columna y bien fijados al tablero para evitar vacíos y grietas en la formaleta.

Es una estructura en madera con 3 repisas principales y una serie de listones que soportan

una carga de 750 kilos x metro ² aproximadamente, su área es de 1m2, se usa para fundir placas o losas de concreto.

DIMENSIONES	PESO (kg)
banda madera 40 x 1,40 mt	13,0
banda madera 50 x 1,40 mt	17,0
tablero de madera 70 x 1,40 mt	26,0

Cerchas:

Son elementos metálicos conformados con ángulo de 1"1/4 x 1/8, varilla redonda corrugada de 5/8 y zigzag en varilla redonda corrugada de12mm.

DIMENSIONES CERCHA	PESO (kg)
cercha 1,40 mt	9,0
cercha 2,00 mt	14,0
cercha 3,00 mt	25,0
cercha 4,00 mt	35,0

FICHA TECNICA CERCHAS

Longitud	**3 m**
Altura	0.30 m
Ancho	13cm
Angulo	1"x¼" x1/8"
Flejes	Varilla de 1/2"
Capacidad de Carga	1 Tonelada por mL

Parales:

Fabricados en tubo Telescópicos aguas negras tipo a de 2" calibre .98 (2.5mm).

Estándar: 1.50mts a 2.60mts de longitud(8kg)

Largo: 2mts a 3.60mts de longitud(13kg)

Extra largó: 3 mts a 5.60 mts longitud (16kg)

FICHA TECNICA PARALES

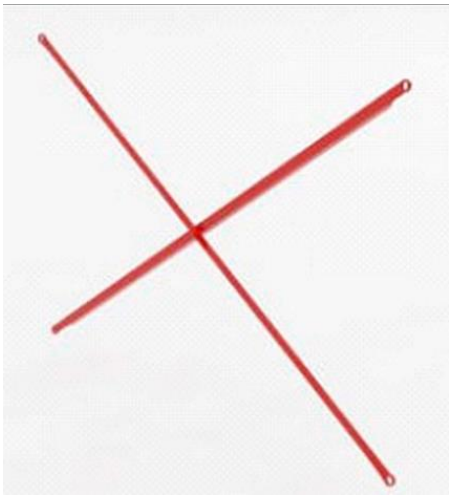
Tuberia Aguas Negras	**Cal. 2,30**
Longitud de Base	1.50m
Flauta	1.50m
Perforaciones	11 cada 10 cm
Tuerca	12 cm
Platinas	12"x12"x ¼"

DIMENSIONES PARALES	PESO (kg)
paral metálico 1,00 mt	8,0
paral metálico 3,00 mt	13,0
paral metálico 4,00 mt	16,0
paral metálico extra-largo 6,00 mt	29,0

Crucetas:

Es un elemento que al abrirse queda como una tijera y sirve para arriostrar los parales en una obra y viene fabricada en Angulo diaco de 1” x 1/8 “ en dos longitudes de 1.95 y 3.30 mts.

CRUCETA	LONGITUD (mm)	ANGULO	PESO (kg)
cruceta corta	1870	1" x 1/8"	4,0
cruceta larga	3280	1 1/4" x 1/8"	10,0



FORMALETA ENTREPISO -- SISTEMA TRADICIONAL (FORSA)

- Componentes:
- Andamio de carga
- Vigas IPE 120
- Panel forsa aluminio
- Accesorios forsa aluminio

Elementos del sistema tradicional forsa

Andamio multidireccional certificado:

Su diseño modular, es la solución óptima en los montajes que representan grandes dificultades, tanto por su forma, como por falta de espacio.

Su diferencia la encontrará en el sistema Ring Lock a base de rosetas de unión, que permiten ajustar el nivel de las plataformas a la altura deseada.

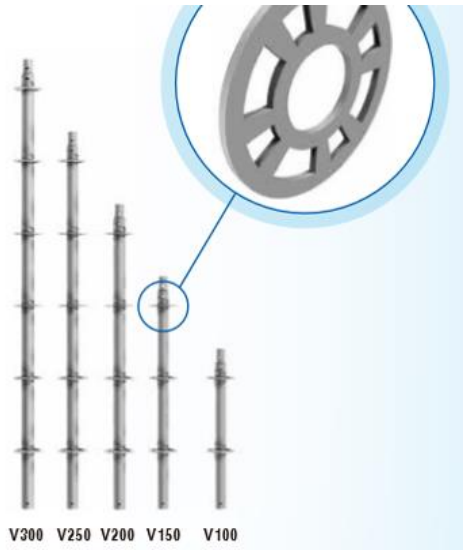
Collar de inicio

Elemento base para el montaje del andamio. Sobre él se inicia el armado de los postes verticales.

Postes verticales

Proveen el soporte vertical para el andamio. Están equipados con Ring lock cada 50cm los cuales sirven para unir los elementos horizontales y diagonales. Tienen espigo en el extremo que permiten la conexión con otro vertical.

Cada Ring Lock permite 8 conexiones para los elementos rigidizadores.



1. Diámetro externo del tubo: 48.3 mm

2. Galvanizado por inmersión en caliente

3. Mínima resistencia a la fluencia: 50.000 PSI = 3500 kg/cm2

4. Mínima resistencia a tracción: 67.000 PSI = 4700 kg/cm2

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
V100	Poste Vertical con Espigo 1.0 m	5.13
V150	Poste Vertical con Espigo 1.5 m	7.36
V200	Poste Vertical con Espigo 2.0 m	9.59
V250	Poste Vertical con Espigo 2.5 m	11.82
V300	Poste Vertical con Espigo 3.0 m	14.05
CA	Collar de Inicio	1.47

Elementos rigidizadores

Los elementos horizontales y diagonales garantizan un arriostramiento perfecto, brindando la rigidez y estabilidad necesaria, en un proceso de montaje sencillo y rápido

1. Diámetro externo del tubo: 48.3 mm

2. Galvanizado por inmersión en caliente

3. Mínima resistencia a la fluencia Horizontales: 50.000 PSI = 3500 kg/cm2

4. Mínima resistencia a tracción Horizontales: 67.000 PSI = 4700 kg/cm2

5. Mínima resistencia a fluencia Tubos y Diagonales: 36.000 PSI = 2500 kg/cm2

6. Mínima resistencia a tracción Tubos y Diagonales: 60.000 PSI = 4200 kg/cm2

Horizontales

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
H50	Horizontal 0.50 m	2.58
H73	Horizontal 0.732 m	3.34
H107	Horizontal 1.070 m	4.49
H150	Horizontal 1.500 m	5.99
H207	Horizontal 2.072 m	8.02
H257	Horizontal 2.572 m	9.80
H300	Horizontal 3.000 m	10.96

Diagonales y tubo rigidizador

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
D107	Diagonal 1.070 m	7.10
D150	Diagonal 1.500 m	8.58
D207	Diagonal 2.072 m	9.28
D257	Diagonal 2.572 m	10.27
D300	Diagonal 3.000 m	11.20
TR300	Tubo Rigidizador 3.00 m	11.50

Elementos complementarios:

Soporte voladizo

Este elemento permite dar apoyo en la parte superior del montaje de andamios para el apuntalamiento de vigas y generar una plataforma perimetral de movilización del personal de obra y acarreo de materiales

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
SV73	Soporte voladizo 0.732 m.	5.93

Plataformas en acero galvanizado

Elementos fabricados en acero galvanizado diseñados con propiedades que garantizan resistencia al deslizamiento, únicas para las condiciones más extremas, que requieren rendimiento y seguridad.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
PA 107	Plataforma acero galvanizado 1.07m	11
PA 150	Plataforma acero galvanizado 1.50m	14
PA 207	Plataforma acero galvanizado 2.07m	18
PA 257	Plataforma acero galvanizado 2.57m	21
PA 300	Plataforma acero galvanizado 3.00m	25

Set escalera completa

Su rapidez y facilidad de montaje, versatilidad y resistencia convierten a este sistema en la mejor opción para adaptarse a sus necesidades de trabajo en interiores y exteriores.

Proporciona accesos seguros: cuenta con peldaños antideslizantes, y descansos en cada nivel.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
ESC257	Set Escalera Completa 2.57x2.0 m	23.48

Gata base(GB)

Tornillos roscados que se Instalan en la superficie sobre la cual se armará la estructura de andamios y garantiza la nivelación de la misma.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
GB	Gata Base	4.01

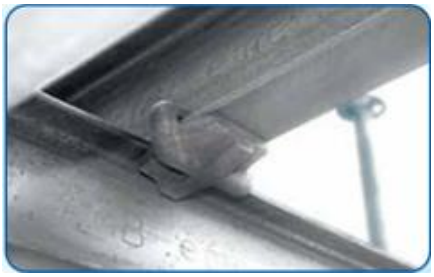
Gata u(GU)

Tornillos roscados que se instalan en la parte superior del montaje de andamios, sobre las cuales se apoyan las vigas metálicas que soportarán la estructura a apuntalar.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
GU	Gata U	5.56

Prensa para viga

Elemento en acero que permite unir entre sí dos vigas IPE y/o una viga IPE con la gata U para restringir el movimiento entre ellas. El ajuste se logra con un golpe con el martillo.



Viga IPE 120

Vigas IPE 120 que se instalan longitudinal y transversalmente sobre la estructura de

andamios y configuran un entramado para soportar la formaleta.

Sujetador formaleta-viga

Elemento que permite la fijación de la formaleta y las vigas IPE. Consta de una platina en acero que se sujeta mediante un tornillo roscado al marco de la formaleta

PROCESO DE ARMADO Y DECIMBRADO:

- 1 aseguramiento de la superficie
- 2 ubicación de bases
- 3 colocación de collares

de inicio

2

3

- 4 armado del marco base
- 5 chequeo de nivelación
- 6 postes verticales

4

5

6

- 7 horizontales
- 8 diagonales

7

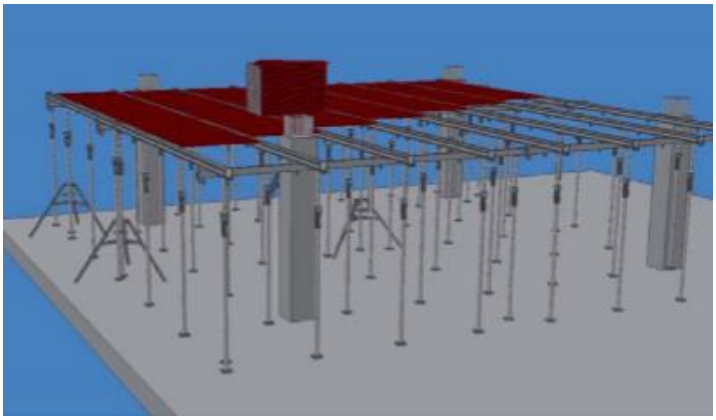
8

- 9 escalera
- 10 plataformas y barandas de seguridad

- 11 montaje para vigas o losas
- 12 montaje de laminas

FORMALETA ENTREPISO – SISTEMA STEN METRO

Componentes:

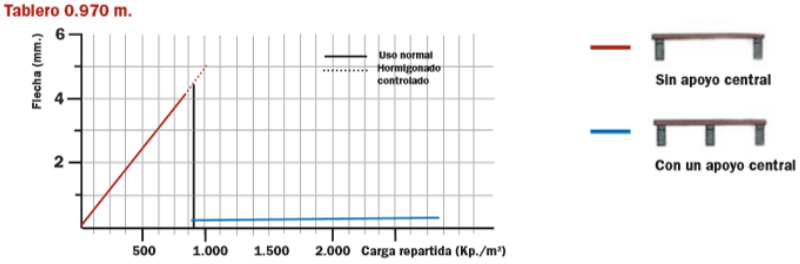


- **Tablero Tricapa**
- **Parales Sten**
- **Porta correa**
- **Correa**
- **Sten tri(trípode)**
- **Herramientas menores**

Tablero Tricapa:

Los tableros Sten proporcionan excelentes resultados en cualquier tipo de encofrado. Usados adecuadamente, permiten un elevado número de usos.

Su estudiado diseño y la calidad de sus componentes hacen que el tablero Sten pueda resistir las duras condiciones de la obra, proporcionando un excelente acabado en el hormigón.



Tiene 3 capas de madera con la dirección de los nudos distinta, lo que permite mayor resistencia y evita deformaciones por humedad.

El tablero más resistente y duradero

Madera de primera calidad

Tablero, formados por tablas de madera, unidas longitudinalmente mediante un sistema de machiembrado y encolado con adhesivos especiales.

Gran durabilidad en obra

Las testas de los tableros están rematadas con perfiles metálicos galvanizados, que las protegen contra los golpes, a la vez que aseguran una estrecha unión entre las tablas.

Tratamiento superficial para la protección de la madera

Los tableros Sten son sometidos a un tratamiento superficial a base de materias grasas que lo impermeabilizan y facilitan el desencofrado aumentando la resistencia del tablero y prolongando su vida útil.

Tableros con varillas: máxima resistencia

Los tableros Sten también están disponibles con varillas roscadas introducidas transversalmente que refuerzan las uniones laterales.

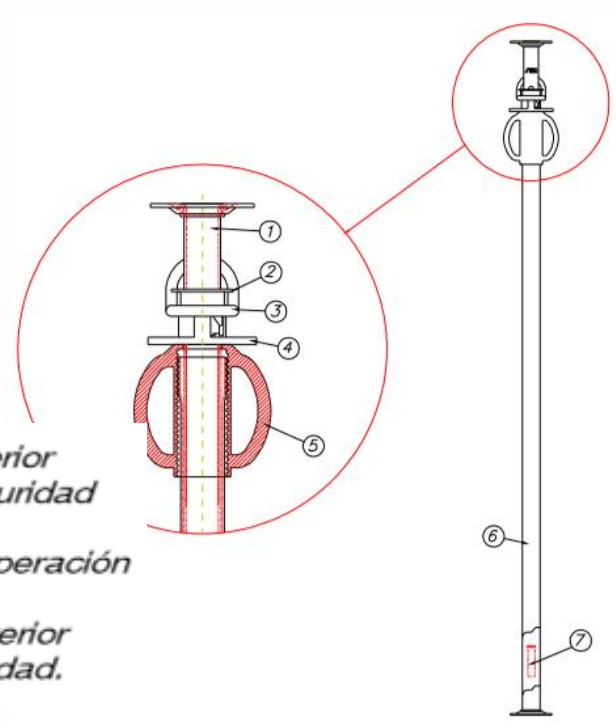
Paral Sten:

Elemento en acero galvanizado proyectado y diseñado para que tenga una larga vida útil y bajo peso comparado con los del mercado actual (11kg)

Puntal seguridad STEN 3.20 m

Altura (m)	Carga (KN)
1.65	27.00
2.00	27.00
2.25	25.20
2.50	20.70
2.75	17.10
3.00	13.95
3.20	11.70

Coeficiente de seguridad: 2



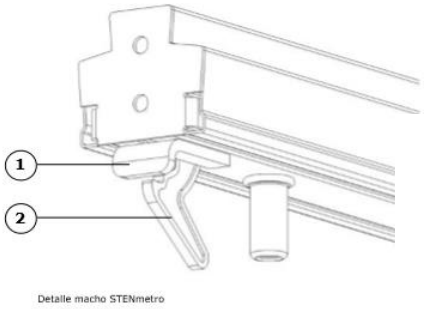
(1) *Caña* o *Tubo interior*
(2) *Casquillo de seguridad*
(3) *Pasador*
(4) *Cabezal de recuperación*
(5) *Conjunto tuerca*
(6) *Vaina* o *Tubo exterior*
(7) *Muelle de seguridad.*

Correa:

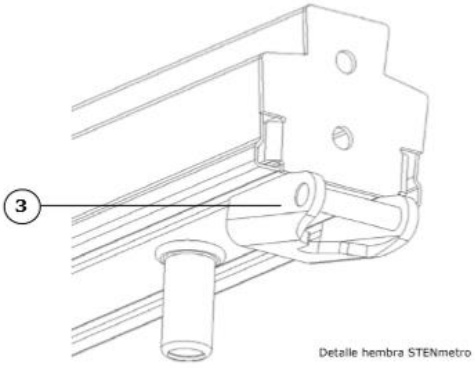
Cada correa contiene un sistema de anclaje compuesto de dos partes (macho y hembra) que permite un ensamblaje rápido y seguro.

El basculante de seguridad permite un montaje rápido y evita el desmontaje accidental de las correas

El centraje entre correas es preciso y evita el giro relativo entre ellas.



Detalle macho STENmetro



Detalle hembra STENmetro

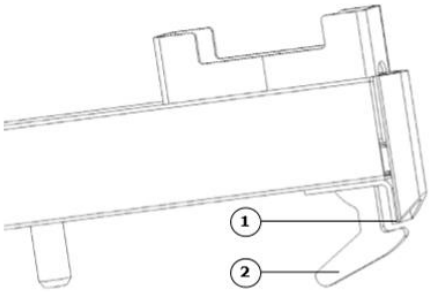
1 Macho STENmetro

2 Basculante

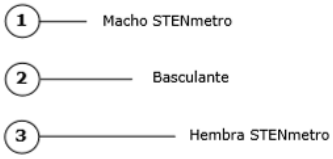
3 Hembra STENmetro

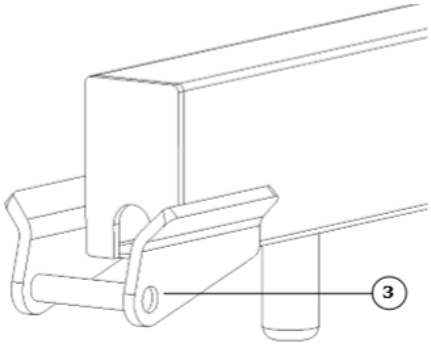
Porta Correa:

Cada porta correa contiene un sistema de anclaje compuesto de dos partes (macho y hembra) que permite un ensamblaje rápido y seguro.



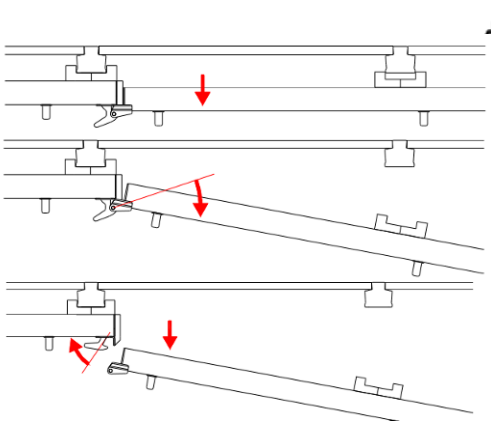
Detalle macho portacorrea STENmetro

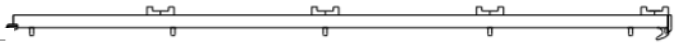




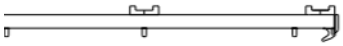
Detalle hembra portacorrea STENmetro

Desencofrado rápido, sencillo y seguro por su sistema de basculante.

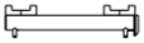




Portacorrea STENmetro 4m
Permite un guiado eficaz de 4 correas. Será la portacorrea usada en la práctica totalidad de los casos



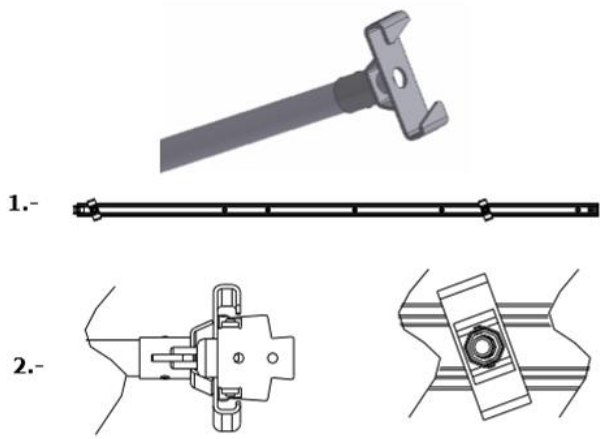
Portacorrea STENmetro 2 m
Usada como complemento de la portacorrea de 4 m para dotar de mayor flexibilidad y ajuste a distancias diversas



Portacorrea STENmetro 0,5 m
Evite los encuentros con pilar de manera elegante. Con la portacorrea de 0,5 m usada convenientemente podrá ahorrar muchas horas de remates.

Pértiga:

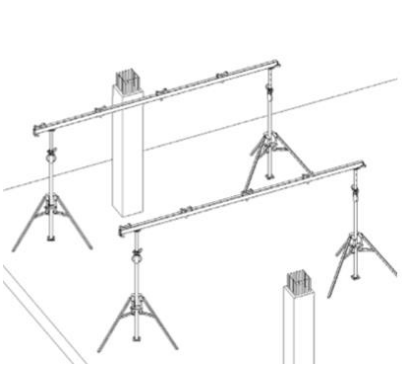
Accesorio del sistema que permite encofrar y desencofrar cómodamente, con seguridad y cuidando el material

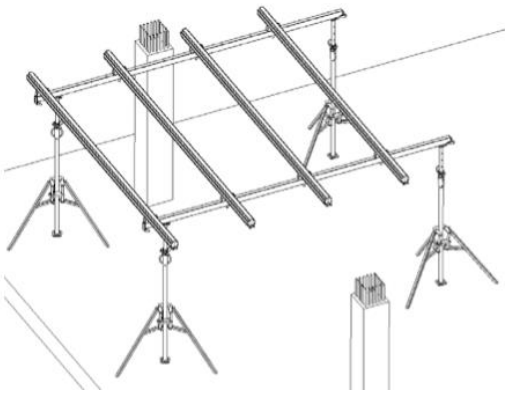


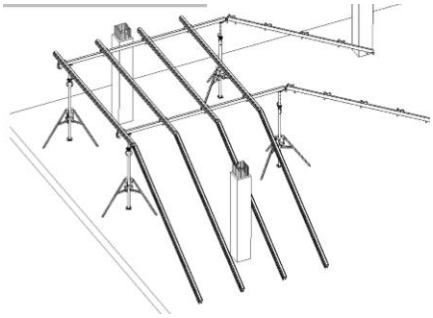
Sten Tri:

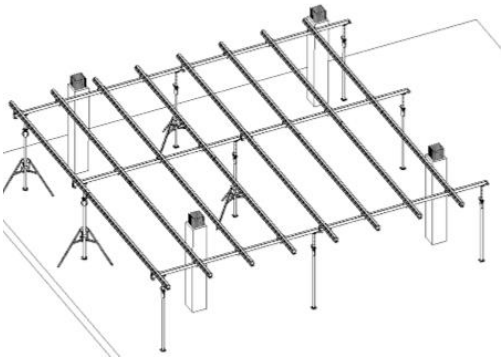
Este elemento evita el desmonte accidental del mismo, disminuye Significativamente la capacidad de vuelco y desestabilidad del sistema, también facilita el armado del sistema y minimiza la cantidad de mano de Obra requerida.

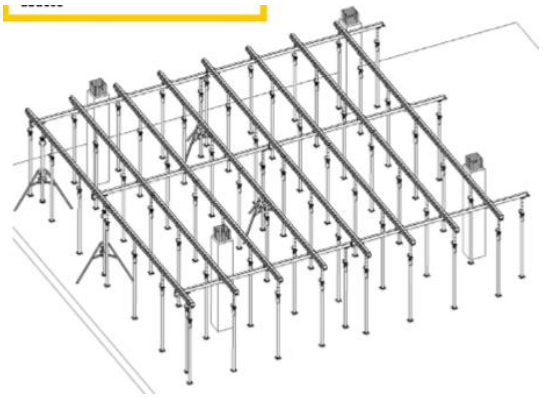
Proceso de armado y descimbrado:

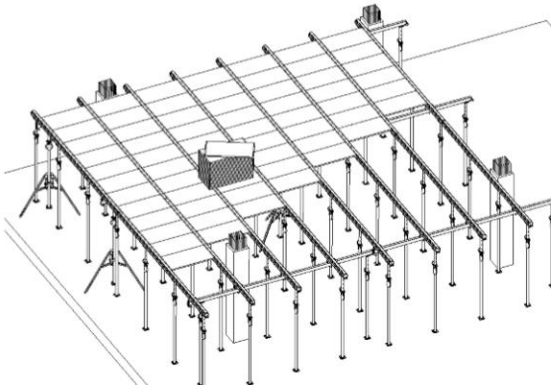


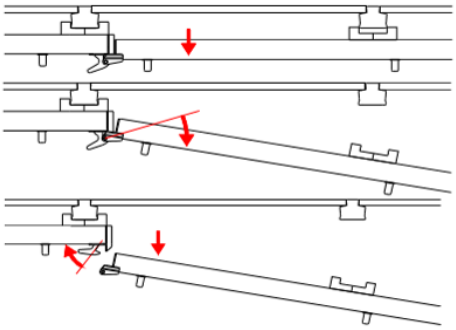


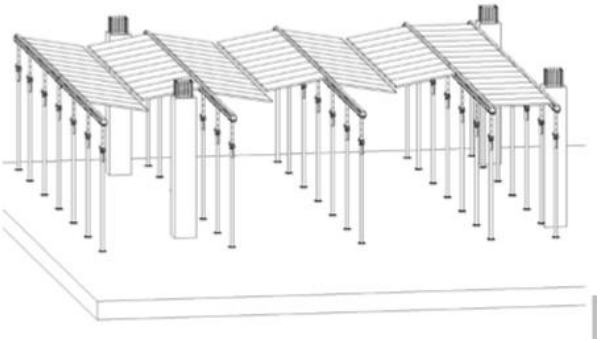


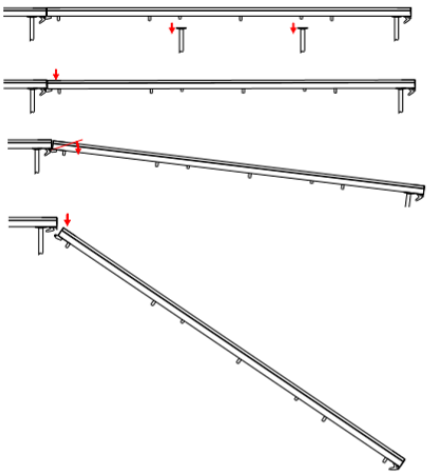


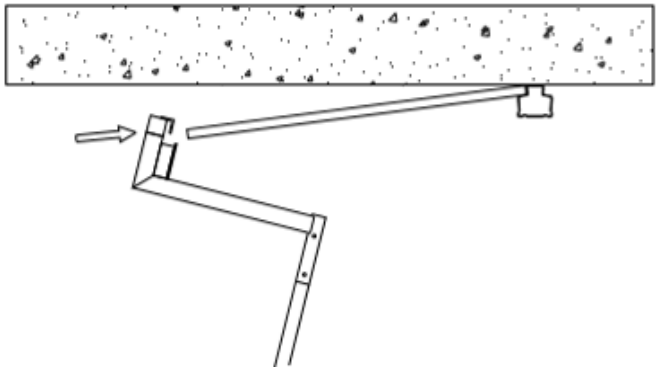












Pesos:

Sistema sten metro:

- Pesos por m2
- Correas= 4kg
- Porta correas= 19kg
- Tablero= 6.5kg
- Peso total por m2= 25.5kg
- Peso total en 500m2= 12750kg=12.75 T

	Código	Peso (Kp.)	Características
Correas STENmetro			Módulo resistente (cm^3) Wx: 14,51 Momento de inercia (cm^4) Ix: 72,4
Correa STENmetro 4m	1840	22,2	Dimensiones: 4000x100x90
Correa STENmetro 3m	1830	17,5	Dimensiones: 3000x100x90
Correa STENmetro 2m	1820	12,1	Dimensiones: 2000x100x90
Portacorreas STENmetro			Módulo resistente (cm^3): Wx: 11,2 Momento de Inercia (cm^4): Ix: 44,8
Portacorrea STENmetro 4m	2840	19,4	Dimensiones: 4177x50x80
Portacorrea STENmetro 2m	2820	10,3	Dimensiones: 2077x50x80
Portacorrea STENmetro 0,5 m Permite realizar calles de 0,5 m con tablero girado sin recortar para esquivar pilares	1805	4,9	Dimensiones: 750x50x80 mm
Portacorrea STENmetro 4m N12	2844	19,8	Dimensiones: 3979x50x80
Portacorrea STENmetro 2.4m N12	2842	12.5	Dimensiones: 2378x50x80
Portacorrea STENmetro 4.3m N17	2854	20.5	Dimensiones: 4266.5x50x80
Portacorrea STENmetro 2.6m N17	2852	12.5	Dimensiones: 2559x50x80

Sistema tradicional:

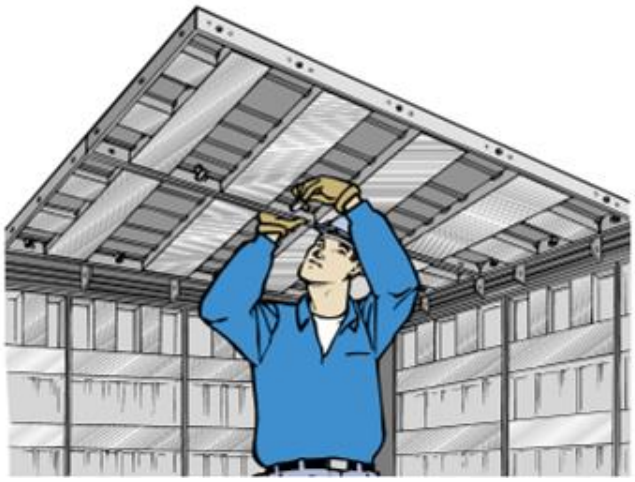
- Condiciones de peso en 500 m2: factor * M2
- Pesos: crucetas corta(4kg) son 2= 8kg 15% = 1.2kg
- Pesos: crucetas Larga(8kg) son 2= 20kg 15% = 3kg
- Cercha: 32Kg 25% = 8kg
- Paral estándar: 13kg 30% = 3.9kg
- Camilla: 26kg 100% = 26kg

Peso*M2= 42.1kg

- Peso en 500m2 = 21050kg=21.05ton

Sistema tradicional forsa:

- Condiciones de peso en 500 m2:
- peso*M2 de lámina forsa= 22kg
- peso*M2 de andamio forsa= 7.8kg
- Peso en 500m2 = 14900kg=14.9ton



Análisis técnico económico de los sistemas:

Población y muestra:

El trabajo se realiza en la obra Torre Imperial, donde se utilizan los dos tipos de encofrado, permitiendo que sean posible los análisis comparativos tanto técnicos como económicos.

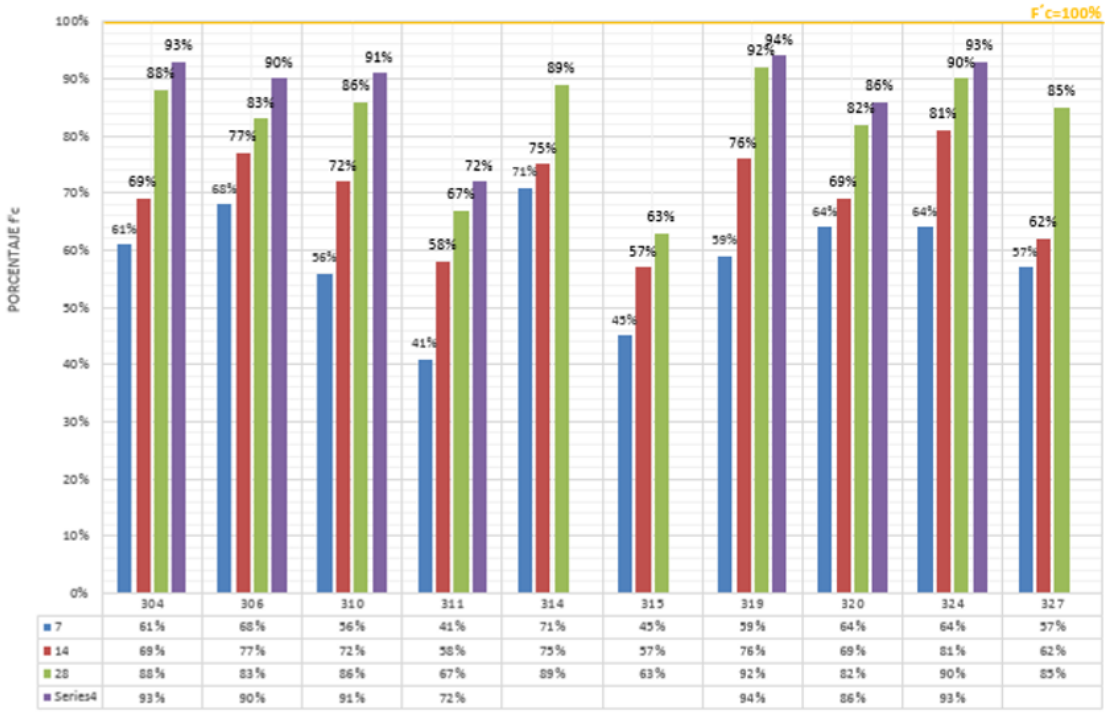
- Área lote: 3089.48 m2
- Área construida : 28661.88 m2
- 28 pisos (estructura pórticos en concreto Sist. Industrializado)
- 3 sótanos (proceso constructivo placa anden)
- Cimentación : Placa – Pilote (Prof. hasta 65 mts)
- 241 apartamentos y 3 locales comerciales
- 266 parqueaderos privados y 21 visitantes

- UPZ 27 – Localidad suba.
- Urbanismo externo 2950 m2 (parque cesión, control ambiental ,vías y Andenes).
- Ubicación: carrera 103b con calle 154

Evolución de la resistencia del concreto según la normativa colombiana:

- **resultados resistencia a la compresión del concreto ntc 673-10**

  Para los resultados de las muestras de cilindros se debe cumplir con la resistencia a las edades siguientes:



RESISTENCIAS ESPERADAS DEPENDIENDO LA EDAD SEGUN LA NSR-10

1dia= 15% 7dias= 60% 14dias= 80% 28dias= 100%

Condiciones técnico-económicas:

Sistema tradicional:

VALORES UNITARIOS ALQUILER

ACOPLES EXPANSIVOS	$	46.72	+ IVA DIA
CAMILLA NUEVA	$	85.00	+ IVA DIA
CAMILLA 1,40X0,70 USADA	$	69.13	+ IVA DIA
FLAUTA NORMAL	$	27.32	+ IVA DIA
BOTELLA NORMAL	$	58,43	+ IVA DIA
FLAUTA LARGA	$	48,16	+ IVA DIA
BOTELLA LARGA	$	105,56	+ IVA DIA
BOTELLA DOBLE PLATINA	$	83,21	+ IVA DIA
SOPORTE B. DOBLE PLATINA	$	21,43	+ IVA DIA
CRUCETA CORTA	$	28,91	+ IVA DIA
CRUCETA LARGA	$	28,91	+ IVA DIA
CERCHA METALICA DE 3 MTS	$	79,16	+ IVA DIA
CUÑA MORDAZA	$	4,92	+ IVA DIA
DISTANCIADOR	$	28.00	+ IVA DIA
FORMCLAMPS	$	49,51	+ IVA DIA
GATO TENSOR	$	433,37	+ IVA DIA
MARCO DE ANDAMIO	$	115,66	+ IVA DIA
MORDAZA CORTA	$	41,89	+ IVA DIA
MORDAZA LARGA	$	51,64	+ IVA DIA
MORDAZA EXTRALARGA	$	69,02	+ IVA DIA

TRADICIONAL	FACTOR X M2	VALOR DIA UNIDAD	VALOR MES UNIDAD
CAMILLA	100%	$ 89.87	$ 2,696
CERCHA 3MTS	25%	$ 22.47	$ 674
PARAL ESTÁNDAR	30%	$ 26.96	$ 809
CRUCETA CORTA	15%	$ 13.48	$ 404
CURCETA LARGA	15%	$ 13.48	$ 404
		TOTAL=	**$ 4,988**
			VALOR ALQUILER M2 /MES

Condiciones de rendimiento:

AREA ARMADURA(M2)	INSTALACION ARMADURA		REPLANTEO		ARMADO REFUERZO ESTRUCTURAL	
	MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO
500	3 OFICIALE + 3 AYUDANTES	4 DIAS FEJAM	1 OFICIAL + 1 AYUDANTE	1 DIAS	3 OFICIAL + 4 AYUDANTE	3 DIAS

INSTALACION ALIGERAMIENTO		FUNDIDA		TIEMPO OBTENER RESISTENCIA MINIMA PARA RECUPERAR PARTE FORMALETA
MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO	TIEMPO TRADICIONAL
1 OFICIAL + 1 AYUDANTE	1.5 DIAS	5 OFICIAL + 5 AYUDANTE	1 DIA	14 DIAS 70% DE RESISIENTCIA F´C -SE RECUPERA 70%

Sistema tradicional Forsa:

Condiciones técnico económicas:

TRADICION FORSA	FACTOR X M2	VALOR DIA UNIDAD	VALOR MES UNIDAD
ANDAMIO-MULTIDIRECCIONAL CERTIFICADO	45%	$ 76.05	$ 2,282
TABLERO FORSA * M2	75%	$ 282.75	$ 8,483
		TOTAL=	$ 10,764
			VALOR ALQUILER M2 /MES

Condiciones de rendimiento:

AREA ARMADURA(M2)	INSTALACION ARMADURA		REPLANTEO		ARMADO REFUERZO ESTRUCTURAL	
	MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO
500	3 OFICIALE + 3 AYUDANTES	2 DIAS	1 OFICIAL + 1 AYUDANTE	1 DIAS	3 OFICIAL + 4 AYUDANTE	3 DIAS

INSTALACION ALIGERAMIENTO		FUNDIDA		TIEMPO OBTENER RESISTENCIA MINIMA PARA RECUPERAR PARTE FORMALETA	OBSERVACIONES
MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO	TIEMPO TRADICIONAL FORSA	
1 OFICIAL + 1 AYUDANTE	1.5 DIAS	5 OFICIAL + 5 AYUDANTE	1 DIA	14 DIAS 70% DE RESISIENCIA F'C -SE RECUPERA 70%	

Sistema Sten Metro:

Condiciones técnico económicas:

TRADICION STEN METRO	**FACTOR X M2**	**VALOR DIA UNIDAD**	**VALOR MES UNIDAD**
STEN PANEL	100%	$ 155.44	$ 4,663
CORREA STEN MERTO 3M	1.2%	$ 379.32	$ 137
CORREA STEN METRO 2 M	2%	$ 283.04	$ 170
PORTACORREA 2 M	1%	$ 257.52	$ 77
PORTACORREA 4M	4%	$ 364.24	$ 437
CORREA STENMETRO 4 M	17%	$ 459.36	$ 2,343
PUNTAL STEN PATENTADO	50%	$ 112.52	$ 1,688
		TOTAL=	**$ 9,514**
			VALOR ALQUILER M2 /MES

Condiciones de rendimiento:

AREA ARMADURA(M2)	INSTALACION ARMADURA		REPLANTEO		ARMADO REFUERZO ESTRUCTURAL	
	MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO
500	2 OFICIALE + 2 AYUDANTES	2 DIAS STEN	1 OFICIAL + 1 AYUDANTE	1 DIAS	3 OFICIAL + 4 AYUDANTE	3 DIAS

INSTALACION ALIGERAMIENTO		FUNDIDA		TIEMPO OBTENER RESISTENCIA MINIMA PARA RECUPERAR PARTE FORMALETA
MANO DE OBRA	TIEMPO	MANO DE OBRA	TIEMPO	TIEMPO STEN
1 OFICIAL + 1 AYUDANTE	1.5 DIAS	5 OFICIAL + 5 AYUDANTE	1 DIA	3- 4 DIAS 40% DE RESISIENTCIA F´C -SE RECUPERA 70%

Sistema Sten Metro clareado a temprana edad:

En cuanto al comportamiento exigible al hormigón para la utilización del sistema STEN, puede analizarse en dos situaciones:

En el momento de recuperación parcial del encofrado, donde la resistencia del hormigón es f1. Se establece esta fase como situación 1.

En el momento de hormigonado de una planta superior, donde la resistencia del hormigón es f2. Se establece esta fase como situación 2.

En el momento de hormigonar un forjado el hormigón fresco se apoya totalmente en los tableros e inicia su fraguado. Cuando el hormigón alcanza la resistencia f1, equivalente a un tanto por ciento de su resistencia característica a los 28 días (fck), puede llevarse a cabo la recuperación de los elementos de moldeo o tableros, y parte de las correas, quedando el forjado apoyado en los pilares de hormigón armado ya ejecutados y en una serie de correas o viguetas situadas paralelamente cada d = 2,00 m, apoyadas a su vez sobre puntales distanciados 1,00 o 1,33 m en función del sistema.

Según el Artículo 31.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), referente a las características mecánicas de los hormigones utilizados, se indica que, si no se dispone de más que de resultados de ensayos a 28 días de edad, se podrá, a falta de datos experimentales correspondientes al hormigón de que se trate, admitir como valores de la resistencia a t días de edad los dados a título indicativo

Con lo cual puede aceptarse que, en el peor de los casos:

La resistencia mínima a compresión del hormigón en la situación 1, es decir, a los 3 días de haber hormigonado, en condiciones normales es del 46% de su resistencia característica a los 28 días. f La resistencia mínima a compresión del hormigón en la situación 2, es decir, a los 7 días de haber hormigonado, en condiciones normales es del 68% de su resistencia característica a los 28 días.

Con lo cual, se justifica que la resistencia a compresión f1 es al menos de un 40% de su resistencia característica (fck) teniendo en cuenta que supera, en Cualquier caso, a la tensión real producida en el hormigón.

Condiciones de resistencia:

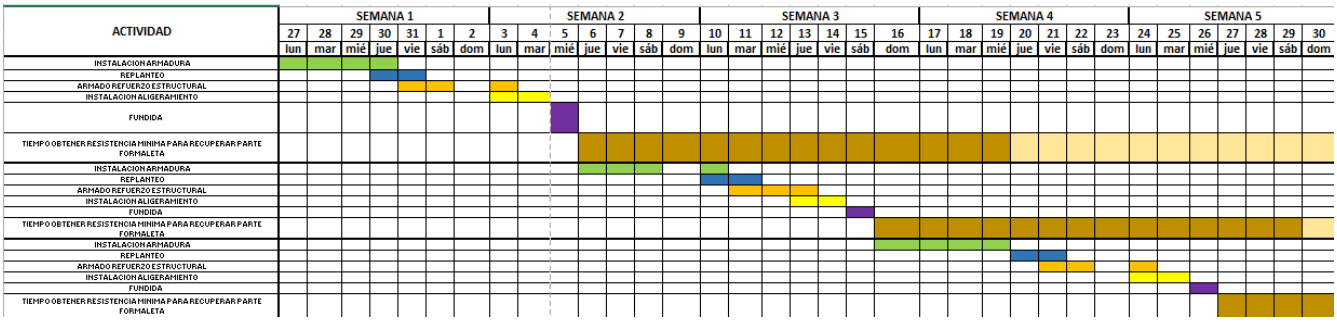
TIPO DE CEMENTO	s	ßcc	
		para *t = 3 días*	para *t = 7 días*
cementos de alta resistencia y de endurecimiento rápido	0,20	0,66	0,82
cementos normales y de endurecimiento rápido	0,25	0,60	0,78
cementos de endurecimiento lento	0,38	0,46	0,68

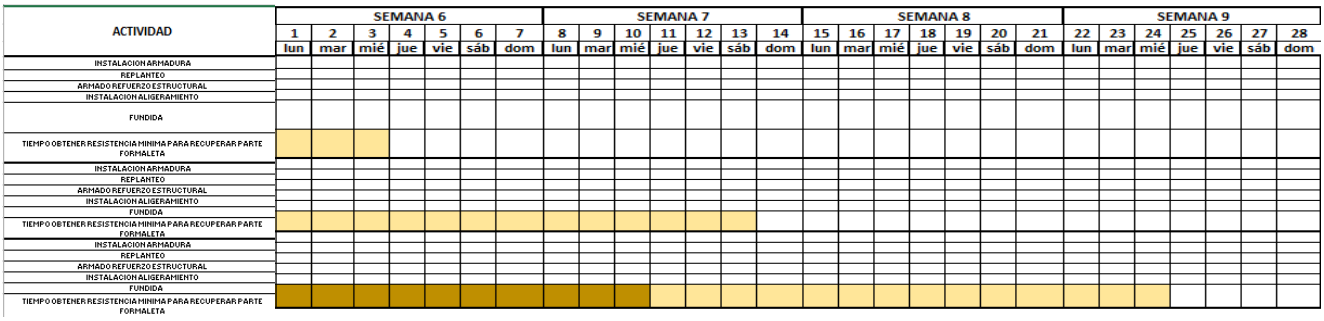
Tabla I-1. Coeficiente β_{cc} a los 3 y 7 días, en función del tipo de cemento utilizado.

Análisis económico sistema tradicional:

LOCALIZACION	SISTEMA TRADICIONAL	PISO	AREA FORMALETA	ALQUILER TIEMPO	VALOR M2 / DIA	VALOR M2 / MES	ALQUILER VALOR TOTAL
PROCESO COSNTRUCTIVOSOTANOS	FEJAM	SOTANO 3	500 M2	100 % (46 DIAS)	125+ IVA	3750+ IVA	$ 3,335,000
				RETAQUE 20% FORMALETA	85.75+ IVA	2572.5+ IVA	$ 457,562
				CUELLOS Y REMATES MADERA COMUN (REPISA Y TABLA CHAPA)			$ 631,330
		SOTANO 2	500 M2	100 % (24 DIAS)	125+ IVA	3750+ IVA	$ 1,740,000
				30 % (14 DIAS)	125+ IVA	3750+ IVA	$ 304,500
				RETAQUE 20% FORMALETA	85.75+ IVA	2572.5+ IVA	$ 238,728
				CUELLOS Y REMATES MADERA COMUN (REPISA Y TABLA CHAPA)			$ 631,330
		SOTANO 1	500 M2	100 % (24 DIAS)	125+ IVA	3750+ IVA	$ 1,740,000
				30 % (14 DIAS)	125+ IVA	3750+ IVA	$ 304,500
				RETAQUE 20% FORMALETA	85.75+ IVA	2572.5+ IVA	$ 238,728
				CUELLOS Y REMATES MADERA COMUN (REPISA Y TABLA CHAPA)			$ 631,330
						TOTAL	**$ 10,253,008**
						REPOSICION 10%	**$ 1,025,301**
						TOTAL	**$ 11,278,309**

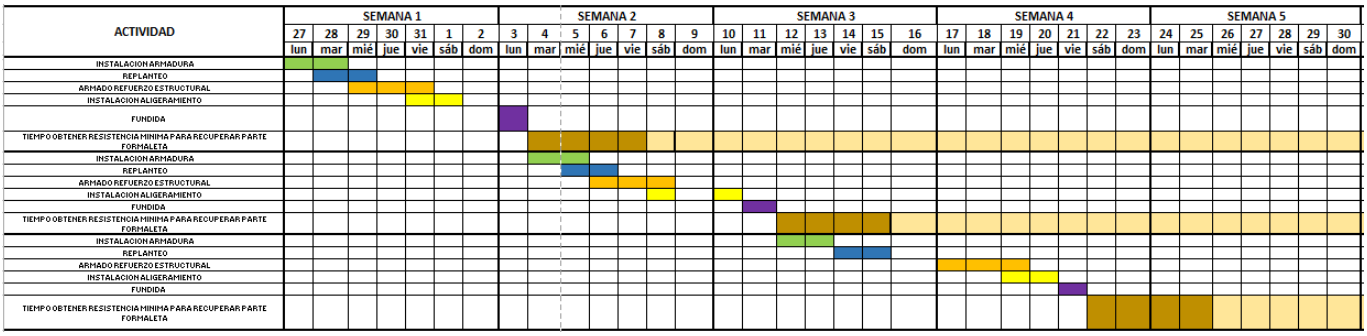
Análisis de tiempos sistema tradicional:

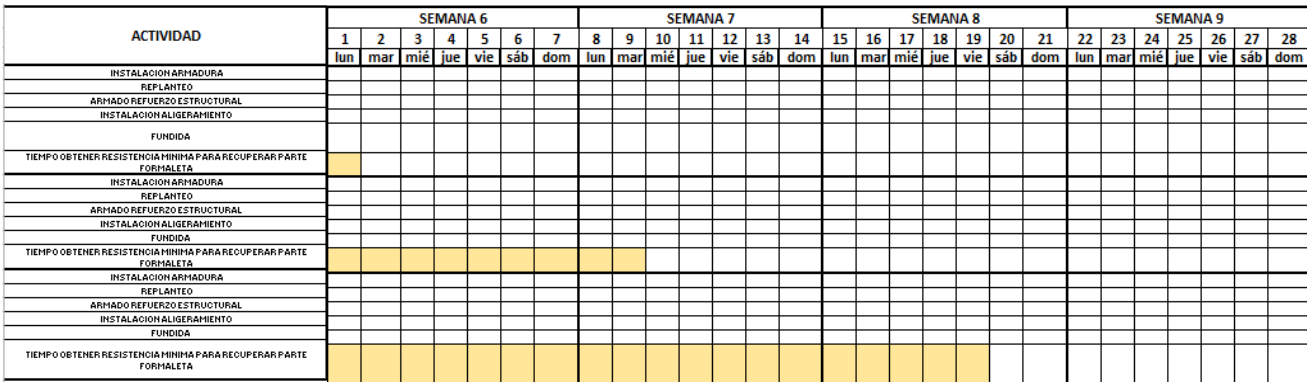




LOCALIZACION	SISTEMA TRADICIONAL	PISO	AREA FORMALETA	ALQUILER TIEMPO	VALOR M2 / DIA	VALOR M2 / MES	ALQUILER VALOR TOTAL
PROCESO COSNTRUCTIVOSOTANOS	STEN METRO	SOTANO 3	500 M2	100 % (12 DIAS)	277.32+ IVA	8319.6+ IVA	$ 2,320,000
				30 % (10 DIAS)	277.32+ IVA	8319.6+ IVA	$ 580,000
				RETAQUE 20% FORMALETA	97+ IVA	2910+ IVA	$ 315,056
				CUELLOS Y REMATES TABLERO STEN RECICLADO			$ 835,200
		SOTANO 2	500 M2	100 % (12 DIAS)	277.32+ IVA	8319.6+ IVA	$ 2,320,000
				30 % (10 DIAS)	277.32+ IVA	8319.6+ IVA	$ 580,000
				RETAQUE 20% FORMALETA	97+ IVA	2910+ IVA	$ 168,780
				CUELLOS Y REMATES TABLERO STEN RECICLADO			$ 835,200
		SOTANO 1	150 M2	100 % (12 DIAS)	277.32+ IVA	8319.6+ IVA	$ 261,000
				30 % (10 DIAS)	277.32+ IVA	8319.6+ IVA	$ 217,500
				RETAQUE 20% FORMALETA	97+ IVA	2910+ IVA	$ 168,780
				CUELLOS Y REMATES TABLERO STEN RECICLADO			$ 835,200
						TOTAL	**$ 9,436,716**
						REPOSICION 5%	**$ 471,836**
						TOTAL	**$ 9,908,552**

Análisis de tiempos sistema Sten metro:





Análisis General:

SISTEMA TRADICIONAL	PESO (KG)	SISTEMA STEN METRO	PESO (KG)	EN PROCENTAJE EL SISTEMA STEN METRO VS EL TRADICIONAL
CAMILLA	26	STEN PANEL	6.5	75.00%
CERCHA 3MTS	32	CORREA STEN MERTO 3M	17.5	45.31%
CRUCETA CORTA	4	PORTACORREA 2 M	10.3	-157.50%
CURCETA LARGA	8	PORTACORREA 4M	19.4	-142.50%
PARAL ESTÁNDAR	13	PUNTAL STEN PATENTADO	11	15.38%

SISTEMA TRADICIONAL	VS	SISTEMA STEN METRO	VOLUMEN
			23 % MENOS ELEMENTOS VS EL SISTEMA TRADICIONAL QUE GENERA MENOS TRANSPORTE , MENOR TIEMPO DE TRASIEGO Y USO DE EQUIPO Y MANO DE OBRA OPTIMIZANDO RECURSOS

SISTEMA TRADICIONAL	RENDIMIENTO (M2/DIA)	SISTEMA STEN METRO	RENDIMIENTO (M2/DIA)
	125		250

SISTEMA TRADICIONAL	VS	SISTEMA STEN METRO	REPOSICION 5- 7 % DISMINUCION DE REPOSICIONES DE EQUIPO DEBIDO A LOS MATERIALES STEN QUE ESTAN FABRICADOS CON ALTAS RESISITENCIAS

SISTEMA TRADICIONAL	VS	SISTEMA STEN METRO	SEGURIDAD INDUSTRIAL MAYOR ORDEN Y ASEO AL DISMINUIR LA CANTIDAD DE MATERIAL, DISMINUCION DE ACCIDENTES, ADEMAS SE PUEDEN GENERAR CORREDORES DE TRANSITO PEATONAL NO SOLO PARA VERIFICAR NIVELES DE PLACA SINO PARA REVISION Y TRASITO PARCIAL, DEBIDO AL NO USO DE ELEMNTO HORIZONTAL EN ZONAS INFERIOS E INTERMEDIAS

SISTEMA TRADICIONAL	VS	SISTEMA STEN METRO	ECONOMICO
PARA 1500 M2 - $ 7519 /M2		PARA 1500 M2 - $ 6606 /M2	DEBIDO AL RENDIMIENTO DEL STEN , CLAREADO DE PLACA A TEMPRANAS EDADES Y VALORES AGRAGADOS PERMITE UN AHORRO DEL 12% EQUIVALENTE ALREDEDOR A 1000$ X M2

SISTEMA TRADICIONAL	VS	SISTEMA STEN METRO	ECONOMICO
PARA 1500 M2 - 8 SEMANAS Y MEDIA		PARA 1500 M2 - 7 SEMANAS Y MEDIA	DEBIDO AL RENDIMIENTO DEL STEN , CLAREADO DE PLACA A TEMPRANAS EDADES Y VALORES AGRAGADOS PERMITE FINALIZAR CADA PLACA UNA SEMANA ANTES COMPARADO CON EL SISITEMA TRADICIONAL, GENERANDO LIBERACION DE AREAS DE TRABAJO AUMENTANDO PRODUCTIVIDAD Y POR ENDE DISMINUYENDO TIEMPOS DE OBRA

Ventajas y desventajas:

SISTEMA TRADICIONAL		SISTEMA STEN METRO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
		económico a largo y mediano plazo	se debe estar pendiente de los tiempos de clareado y reutilización de material ,además de la devolución de equipo que no esté en uso ya que puede generar sobrecostos
permite soporte adecuado	requiere de mayor personal		
buena resistencia durante y posterior a proceso de armado y fundida	elemntos que componen el sistemas son pesados	menor cantidad de elementos que conforman el sisitema	se debe utilizar una combinación de sistema cunado hay cambios de nivel
sisitema robusto y rigido que evita deformaciones horizontales	se rquiere mas elemntos para armado de placa aumentado voluemnes de transporte y traseigo	mayor capacidad de soporte	no tiene porta correas para espacios de longitudes menor a 2 mts lo que genera cambio o combinaciones de sistemas sTEn
superficie de coonreto limpias y libre de astillas	aumento de uso de equipos y personal	mayor velocidad de armado	se requiere de un elemento vertical para iniciar armado
varios usos	materiales de menor resisitencia que proporciona sobrecostos por reposiciones	menor peso en los elementos que conforman el sisitema	costo muy alto en el valor de las reposiciones
permite generar armadura en espacion menores	descimbrado con resistencias mayores a los del sistema Sten	superficie de coonreto limpias y libre de astillas	se debe utilizar puntillas hasta de 2" en tablero sten debido a que sufre astilla miento y el tablero tiene un valor alto
costo de camillas menor frente a panel (si es adquirida por la obra)	no permite el tansito facil bajo placa	varios usos	
	genera accidentes debido a que las peizas de los materiales se suelta facilmente	mayor velocidad de decimbrado	
		decimbrados a tempranas edades de resistencia de coonreto	
		menores costos de reposicion	
		facilita el aseo y orden del proyecto	
		disminucion de accidentes	
		disminucion de trasiego y uso de equipos	
		facilidad de transito debajo de placa	
		facilidad para control de nivelacion	
		facil armado	
		requiere de menos personal	
		buenas superficies y disminucion de deflexiones accidentales de elemntos	
		buena resistencia durante y posterior a proceso de armado y fundida	

5- METODOLOGIA:

1. Recolección de información (teoría, investigación con proveedores y literatura).
2. Medición de tiempos de armado, encuellado, nivelación y descimbrado de ambos sistemas de formaleta en obra
3. Análisis de información económica en el mercado actual para Colombia
4. Análisis de mediciones obtenidas en obra (Torre Imperial)
5. Análisis comparativo de acabados finales de fundida con ambas formaletas
6. Cuadro comparativo y resultados de análisis
7. Conclusiones, recomendaciones y resultados finales.

5.1- TIPO DE INVESTIGACION:

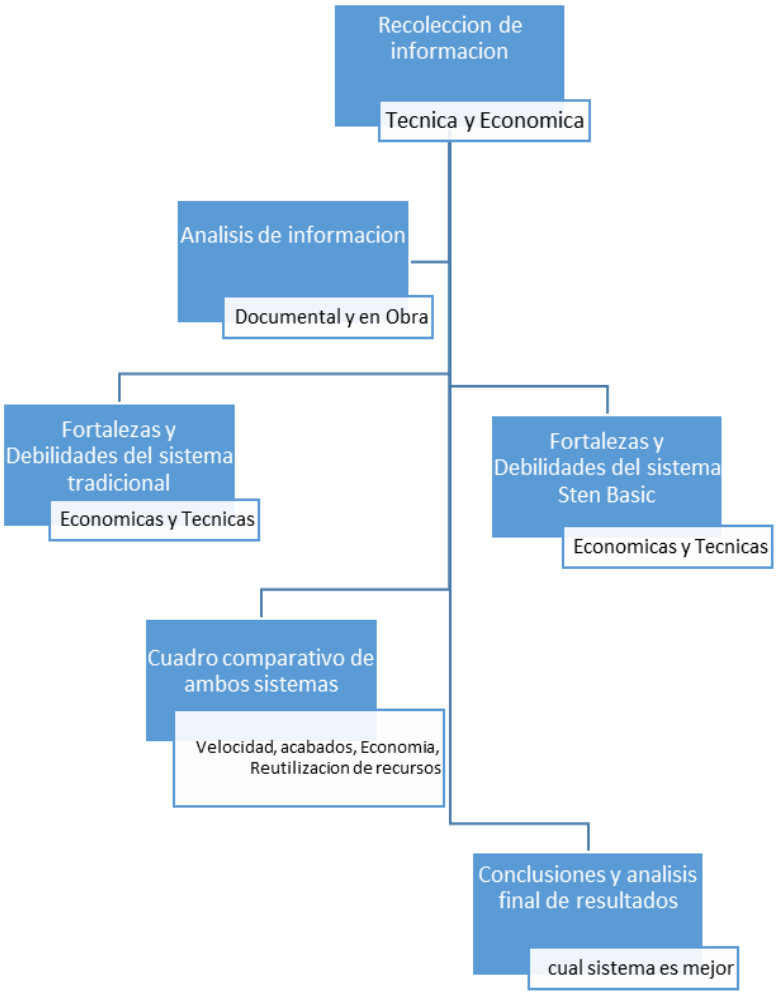
Descriptiva

Describe características de un conjunto de sujetos o áreas de interés. Se interesa en describir. No está interesada en explicar.

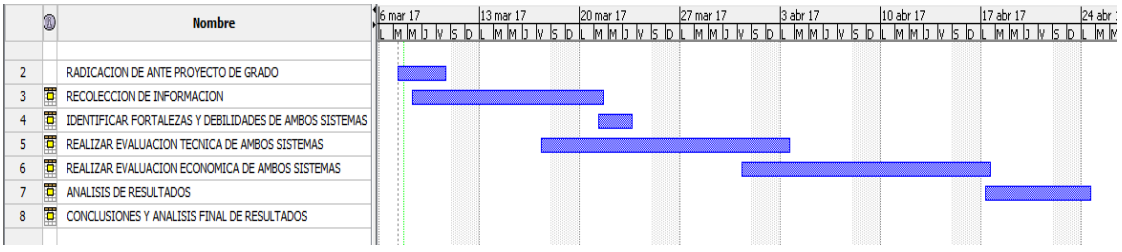
5.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION:

Los diseños de campo, por el contrario, se basan en datos primarios, obtenidos directamente de la observación de los hechos de la realidad. De estos diseños se destacan: el diseño experimental, el experimento post-facto, el diseño encuesta, el diseño panel, el estudio de caso y el diseño histórico.

Debido a la metodología escogida para dar solución al proyecto se escoge los diseños de campo pues utilizare estudios y marcos conceptuales ya elaborados pero la gran mayoría será trabajo de campo e investigación.



5.3- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:



6- BIBLIOGRAFIA:

- NSR -10 (NORMA COLOMBIANA SISMORESISTENTE DEL 2010).
- EHE -08 (NORMA ESTRUCTURAL ESPAÑOLA)
- STEN COLOMBIA.
- FORSA COLOMBIA
- FORSA RENTA
- ARGOS 360°
- ICE INGENIERIA
- OBRA TORRE IMPERIAL
- LIBROS manual de construcción de edificios/ RoyChudler,RoogerGrinch// Temas de Construcción/Roberto Vera Soriano/2001//
- CIBERGRAFÍA

  http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/8830/procesos_procedimientos_para_la_construccion.html//

  http://www.sten.es/productexp.php?sup_sol=15&id_sol=1&id_prod=6 //

7- CONCLUSIONES:

De acuerdo a la evaluación técnico económica se establece que el sistema Sten Metro es más económico frente a los sistemas tradicional , a nivel económico puede oscilar con un ahorro de 12% o más de acuerdo al número de niveles que se requiera realizar, además que sus materiales con altas resistencias , pesos menores y volúmenes menores hacen que los procesos de armado ,transporte trasiego y uso de equipos se disminuya de forma considerable optimizando los diferentes procesos, además su versatilidad permite evitar accidentes , generar orden y aseo, mayor velocidad de instalación , evita lesiones del personal al tener equipo menos pesado, contribuyendo a desarrollar proyecto con parámetros Lean Construction.