UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA ENTRE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE ENCOFRADOS DESLIZANTES Y TREPANTES PARA SU APLICACIÓN EN EL MONOLITO 07 Y 09 DE LA ESTRUCTURA DE TOMA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOCOMA

AUTOR: JARAMILLO ALEXANDER

C.I. 18.335.853

PUERTO ORDAZ, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

Jaramillo P. Alexander J.

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA ENTRE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE ENCOFRADOS DESLIZANTES Y TREPANTES PARA SU APLICACIÓN EN EL MONOLITO 07 Y 09 DE LA ESTRUCTURA DE TOMA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOCOMA

Trabajo de Grado presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Ing. Pedro Lespe	**Ing. Iván Turmero MSc.**
Tutor Industrial	**Tutor Académico**

PUERTO ORDAZ, NOVIEMBRE DE 2011

JARAMILLO PARRA ALEXANDER JOSÉ

"Evaluación técnico-económica entre los sistemas constructivos de encofrados deslizantes y trepantes para su aplicación en el monolito 07 y 09 de la estructura de toma del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma", Noviembre 2011.

130 Pág.

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre". Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: Ing. Iván Turmero MSc.
Tutor Industrial: Ing. Pedro Lespe

Capítulos: I. El Problema. II. Marco Teórico. III. Marco Metodológico. IV. Resultados. Conclusiones. Recomendaciones. Referencias Bibliográficas. Anexos

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Trabajos de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Vicerrectorado Puerto Ordaz, para evaluar el Trabajo de Grado presentado por el ciudadano: **ALEXANDER JOSÉ JARAMILLO PARRA** portador de la cédula de identidad Nº **V-18.335.853**, titulado: **EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA ENTRE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE ENCOFRADOS DESLIZANTES Y TREPANTES PARA SU APLICACIÓN EN EL MONOLITO 07 Y 09 DE LA ESTRUCTURA DE TOMA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOCOMA**, el cual es presentado para optar al grado académico de Ingeniero Industrial, consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por tanto lo declaramos: **APROBADO.**

En la ciudad de Puerto Ordaz a los 21 días del mes de Noviembre de 2011.

Ing. Iván Turmero MSc.	Ing. Pedro Lespe
Tutor Académico	Tutor Industrial
Ing. Mayra D` Armas	Ing. Hernán Flores
Jurado	Jurado

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia en especial:

A mi madre querida por ser un apoyo incondicional en los momentos difíciles y por ser una mujer emprendedora que ha sabido guiar a sus hijos por el camino del bien.

A Kerlys Gómez por ser una persona que siempre me ha brindado su ayuda, cariño y amor, logrando con sus consejos conducirme por el camino del éxito.

A la familia Lizardi & Flores porque siempre han sido una gran ayuda y siempre estar dispuestos a brindarme su apoyo, en especial Luisa Lizardi, Magaly Lizardi y Carlos Flores.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, por guiarme en todas mis decisiones, por proporcionarme inteligencia y sabiduría, herramientas fundamentales para el ser humano, por estar allí cuando me he desvanecido y me ha dado fuerzas para seguir por el camino correcto.

Al consorcio OIV Tocoma, por haberme dado la oportunidad de realizar mí pasantía en sus instalaciones.

A mi tutor académico, Ing. Iván Turmero y mi tutor industrial Pedro Lespe, por brindarme su apoyo y conocimientos durante el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros de pasantía y área de trabajo que siempre me brindaron el apoyo en especial a Sergio Apolinar, Luis García, Orlando González, Jesús Moreno y Angel Dalis .

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA ENTRE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE ENCOFRADOS DESLIZANTES Y TREPANTES PARA SU APLICACIÓN EN EL MONOLITO 07 Y 09 DE LA ESTRUCTURA DE TOMA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOCOMA

Autor: Jaramillo P. Alexander J.
Tutor Académico: Ing. Iván Turmero MSc.
Tutor Industrial: Ing. Pedro Lespe

RESUMEN

El siguiente trabajo fue realizado en el área de Estructura de Toma del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma , tiene como objetivo principal evaluación técnico-económica entre los sistemas constructivos de encofrados deslizantes y encofrados trepantes dando a conocer los beneficios y desventajas, así como los riesgos que surgen a raíz de las actividades inherentes del encofrado, con esta evaluación se busca garantizar que el sistema utilizado sea el correcto como solución técnica para acelerar los trabajos de construcción y que las normas de seguridad para cada riesgo estén implementadas. Según el nivel la investigación es de tipo descriptiva porque se van a realizar caracterización de los encofrados deslizantes y trepantes con la finalidad de establecer una comparación entre ambos. Dentro de las técnicas utilizadas para llevar a cabo la investigación se encuentran: la observación directa, entrevistas estructuradas y no estructuradas, el análisis de contenido. Como resultado de la evaluación se obtuvo que el encofrado deslizante es una buena solución para acelerar los trabajos de construcción, aunque representa mayor gasto económico en lo que a mano de obra respecta, debido a que como no es una técnica muy utilizada, es necesario tener en obra técnicos expertos que puedan solucionar y prever todo tipo de problemas que puedan ocurrir, por ejemplo con las bombas y gatos hidráulicos, ya que un mal funcionamiento de estos puede provocar hasta una detención prolongada del deslizamiento.

Palabras claves: sistemas constructivos, Encofrado, evaluación técnico-económica, beneficios, desventajas.

ÍNDICE

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTOS vi

RESUMEN vii

ÍNDICE DE FIGURAS xii

ÍNDICE DE GRÁFICAS xiii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 4

EL PROBLEMA 4

Planteamiento del problema 4

Formulación del problema 5

Objetivo general 6

Objetivos específicos 7

Justificación 7

Alcance 8

CAPÍTULO II 9

GENERALIDADES DE LA EMPRESA 9

Complejo Hidroeléctrico Tocoma “Manuel Piar” 9

Reseña histórica 11

ODEBRECHT 12

IMPREGILO 13

VINCCLER 13

Ubicación geográfica 15

Objetivos 17
Alcance de la obra 18
Misión de la Empresa 19
Visión 19
Estructura de la Organización 20
Características del Proyecto 20
Estructuración de la obra 21
Casa de Maquinas Integrada: 21
Presa Intermedia 21
Aliviadero 22
Presa Margen Izquierda 22
Presa Margen Derecha 22
Variante Ferrocarril 23
Instalaciones para EDELCA 23
Instalaciones del Contratista 23
Plantas Industriales 24
CAPITULO III 25
MARCO TEÓRICO 25
Antecedentes de la investigación 25
Bases teóricas 27
Encofrados 27
Tipos de encofrados 28
Moldajes tradicionales 28
Tipos de encofrados tradicionales 29

Moldajes trepantes y auto trepantes 40
Elementos que conforman los moldajes trepantes y auto trepantes 40
a) Moldajes 40
b) Elementos de conexión 40
c) Cilindros y bombas hidráulicas 41
d) Rieles 42
f) Plataformas de trabajo 43
Montaje de moldajes trepantes 43
Encofrado trepante 43
Moldajes deslizantes 46
Matriz de Riesgo 49
Accidente 49
Incidente 49
Diferencias entre accidente e incidente 50
Origen de los accidentes 50
Clasificación de los accidentes 50
Estimación y valoración de riesgos laborales 51
Aspectos legales 53
CAPÍTULO IV 56
MARCO METODOLÓGICO 56
Tipo de investigación 56
Diseño de la investigación 56
Unidades de análisis 57
Población 57

Muestra 57
Técnicas o instrumentos de recolección de datos 58
Observación directa 58
Entrevistas no estructuradas 58
Análisis de contenido 58
Procedimiento de recolección de datos 59
CAPÍTULO V 62
RESULTADOS 62
Especificaciones técnicas y de ejecución de los encofrados 62
Encofrado trepante 62
Encofrado deslizante 64
Ventajas y desventajas de los encofrados trepantes: 66
Ventajas y desventajas de los encofrados deslizantes 69
Rendimientos para los distintos tipos de encofrados 75
Costos asociados al valor real de construir el monolito 07 con el encofrado trepante 77
Costos asociados al valor real de construir el monolito 09 con el encofrado deslizante. 79
Riesgos existentes en la construcción de los encofrados deslizantes y trepantes 82
Análisis de la encuesta 83
CONCLUSIONES 95
RECOMENDACIONES 97
BIBLIOGRAFÍA 99
APÉNDICE 100
ANEXOS 111

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea de la Central Hidroeléctrica Tocoma..... 10

Figura 2. Central Hidroeléctrica Tocoma "Manuel Piar"..... 11

Figura 3. Ubicación geográfica del proyecto Hidroeléctrico Tocoma 16

Figura 4. Ubicación relativa del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma en el Bajo Caroní 17

Figura 5. Estructura de la Organización..... 20

Figura 6. Ancho de paneles ORMA 29

Figura 7. Grapa de regulación ORMA..... 30

Figura 8. Modulación de encofrados ORMA 31

Figura 9. Alturas de paneles Framax. 31

Figura 10. Grapas de unión de elementos Framax..... 32

Figura 11. Sistemas de anclaje Framax..... 34

Figura 12. Riel de fijación Framax. 35

Figura 13. Esquinas de adaptación Framax 35

Figura 14. Puntales estabilizadores Framax..... 36

Figura 15.Modulación de encofrados TRIO 36

Figura 16. . Grapa de unión PERI..... 37

Figura 17. Disposición y sistema de anclaje TRIO..... 38

Figura 18. 12. Barra rigidizadora TRIO 38

Figura 19. Perno rosca rápida y pasador rápido EFCO 39

Figura 20. Primera etapa del moldaje trepante..... 43

Figura 21. Segunda etapa del moldaje trepante 44

Figura 22.Tercera etapa del moldaje trepante 45

Figura 23. Cuarta etapa del moldaje trepante..... 45

Figura 24. Componentes del sistema de moldajes deslizantes 48

INDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Equipos de protección personal 85

Grafica 2. Riesgos asociados..... 86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unión de elementos verticales ORMA 30

Tabla 2. Unión de elementos horizontales ORMA 30

Tabla 3. Unión de elementos verticales Framax 33

Tabla 4. Unión de elementos horizontal Framax..... 33

Tabla 5. Unión de elementos verticales TRIO 37

Tabla 6.Unión de elementos horizontales TRIO 37

Tabla 7. Probabilidad de los riesgos 52

Tabla 8. Exposición de los riesgos..... 52

Tabla 9. Consecuencias de los riesgos 53

Tabla 10. Resumen comparativo 73

Tabla 11. Equipos y maquinarias..... 74

Tabla 12. Mano de Obra 75

Tabla 13. Rendimientos 76

Tabla 14. Análisis de los costos asociados al encofrado trepante 78

Tabla 15. Análisis de los costos asociados al encofrado deslizante 80

Tabla 16. Resumen comparativo 81

Tabla 17. Personal entrevistado 83

Tabla 18. Formato de la matriz 90

INTRODUCCIÓN

La construcción de represas data de tiempos muy antiguos, forma parte de la historia tecnológica de la humanidad. El empleo del concreto armado para construir cimentaciones y estructuras supuso un salto tecnológico en la construcción a finales del siglo XIX, aunque su uso no se generalizó hasta el siglo XX. Actualmente, el concreto es un material ampliamente utilizado y difundido por varias razones, entre las que destaca su moldeabilidad recién amasado. Esta característica permite obtener formas que con otros materiales serían imposibles o muy costosas. No obstante, para que el concreto alcance, después de su fraguado, las propiedades físicas y las características geométricas requeridas debe ser colocado en unos moldes. Estos moldes, que permiten ejecutar los distintos elementos constructivos de hormigón según las formas deseadas, se conocen con el nombre de encofrados.

Existen diferentes tipos de encofrados que sirven de molde para conseguir las formas proyectadas, evitan la pérdida de la vaciada y finos durante el fraguado, evitan la pérdida del agua contenida en el concreto con la finalidad de garantizar que el proceso de fraguado se produzca en las condiciones adecuadas. Los encofrados aseguran la correcta colocación de las pilas, mediante la ubicación de separadores, de modo que exista entre éstos y la cara interior del encofrado una distancia que garantice que el acero queda suficientemente recubierto después del vertido del hormigón. De este modo, la armadura del concreto queda protegida de las agresiones ambientales, del agua y de otros materiales que pueden dañar el acero. Servir de soporte al elemento estructural, al que da forma, hasta que el concreto alcance la resistencia requerida.

Este trabajo se basa en la evaluación técnico-económica entre los encofrados deslizante y trepante . Estos encofrados se emplean para

construir torres, silos, pilares de puente y estructuras altas similares. Cuando se utilizan elementos de encofrado prefabricados, deben tenerse en mente los riesgos fundamentales. Estos elementos se deben almacenar de modo que no puedan volcarse. Además, como no siempre es posible almacenar horizontalmente los elementos de encofrado, éstos deberán asegurarse por medio de puntales. Los elementos de encofrado equipados permanentemente con plataformas, barandillas y rodapiés facilitan su sujeción por eslingas al gancho de la grúa, además de su montaje y desmontaje sobre la estructura que se está construyendo. Estas plataformas constituyen un lugar de trabajo seguro para el personal y eliminan la necesidad de disponer de plataformas de trabajo para el vertido de concreto. En particular, en el caso de encofrados deslizantes o trepantes, deberán usarse andamios y plataformas de trabajo con barandillas y rodapiés permanentemente fijados a los elementos de encofrado.

El objetivo que se busca con esta evaluación es realizar una comparación entre estos tipos de encofrados y determinar cual de estos sistemas constructivos es el que mayor ventajas muestra, con la finalidad de acelerar el proceso constructivo de los monolitos del área de estructura de toma destacando las medidas preventivas o correctivas de los riesgos que resultan de las actividades de armado, montaje, vaciado y desmontaje de los encofrados.

La investigación realizada se estructuró en cinco capítulos describiendo lo siguiente: Capítulo I: El Problema, la formulación del problema, así como los objetivos de la investigación, alcance y justificación del estudio. Capítulo II: Generalidades de la empresa. Capitulo III: Marco teórico o referencial, donde se encuentran los antecedentes de la investigación. En el Capítulo IV, correspondiente al marco metodológico, se describe la metodología utilizada de acuerdo a los objetivos planteados. En

el Capítulo V se muestran los resultados obtenidos. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este Capítulo se darán a conocer los puntos que muestran y explican el Planteamiento del Problema, el Objetivo General y Objetivos Específicos, la Justificación y el alcance que se presentaron al momento de realizar éste trabajo.

Planteamiento del problema

Los avances de la tecnología para el diseño y construcción de represas y la necesidad, cada vez más exigente de adaptar éstos a los requerimientos de las condiciones del sitio o ubicación geográfica del mismo, la construcción y operación de la mayoría de las represas es la generación de energía eléctrica esto ha obligado al proyecto de nuevos y cada vez más audaces, tipos de represas; aprovechando así los mejores materiales disponibles y los equipos de construcción más sofisticados en cuanto a tecnología, con la ayuda de poderosos programas computarizados.

Ciudad Guayana, es atravesada por inmensas masas de agua, siendo el Orinoco el Río más largo de Venezuela, con una longitud de 2.063 Km. y el Caroní, más pequeño, pero con gran potencial hidroeléctrico; representan un inigualable panorama de majestuosidad hidrológica, y al mismo tiempo fomentan el desarrollo de grandes proyectos hidroeléctricos cubriendo en gran parte con la demanda nacional y regional de energía eléctrica.

Toda sociedad tiene necesidades y demandas sociales que atender y satisfacer adecuadamente, es por ello que en vista del progresivo incremento en la masa de habitantes de ésta Urbe, el cual ha generado un verdadero problema déficit de energía eléctrica siendo gurí la principal fuente de energía para el centro del país, se consideró la construcción de la Central Hidroeléctrica Manuel Piar sobre el Río Caroní, que incluye un importante aporte al Sistema eléctrico nacional con una capacidad instalada de 2160 MW favoreciendo el progreso de nuestro pueblo y mejorando el índice de desarrollo humano. Todo esto debido a que la Región Guayana posee un alto potencial industrial.

Formulación del problema

El Proyecto Hidroeléctrico Tocoma está conformado por varias estructuras de concreto, siendo una casa de máquinas integrada a la estructura de toma y nave Montaje con diez unidades de turbina tipo Kaplan, debido a problemas en el tiempo de ejecución de dicha obra se han presentado distintos inconvenientes entre ellos el tiempo estimado de culminación de la obra, esto conlleva a tomar medidas drásticas para mejorar esos tiempos, una de estas medidas es el innovador aporte que tienen las forma en que se ejecutan los vaciados de los monolitos; específicamente en la estructura de toma, actualmente en esta área se ejecutaban los vaciados de las pilas por medio de los encofrados trepantes teniendo un tiempo de ejecución estimado y conocido, pero se está implementando realizar los vaciados por encofrados deslizantes mejorando los tiempos pero con ciertas desventajas que se estarán presentando a lo largo de la investigación.

Al momento de implementar la nueva tecnología nos encontramos con el desconocimiento de la parte obrera en relación al sistema deslizante, lo que conlleva a que en el momento de ejecución de las actividades se

produzca mayores incidentes y accidentes por el desconocimiento del mismo, siendo de suma importancia para el proyecto y la seguridad de los trabajadores. Dentro de las diferentes actividades que se realizan para la construcción de encofrados existen el montaje, armado, hormigonado o vaciado de concreto y el desmontaje por lo que es necesario que se estudie cada actividad para tener más detalles de los peligros existentes durante la ejecución de las tareas.

Es necesario realizar una evaluación de estos sistemas constructivos para tener una idea más clara y precisa de cual es más factible en relación al tiempo y costos de ejecución. Además de realizar una evaluación de los riesgos existentes en el proceso constructivo de encofrados, considerando aspectos importantes como lo son la mano de obra utilizada y la seguridad con que se ejecutaran cada uno de estos procesos, para esto es necesario evaluar y comparar estos dos procesos y realizar una matriz de riesgo de acuerdo a las actividades que se realizan en el proceso constructivo de encofrados, lo que permitirá brindarle mayor información acerca de la seguridad y salud laboral a todo el personal que trabaje en este tipo de procesos y de esta manera se contribuirá con uno de los objetivos establecidos en la política de la calidad de la empresa, lo que a su vez es un aporte en cuanto al cumplimiento de los requisitos exigidos por las normas donde se establece que se deben elaborar con la participación de los trabajadores y las trabajadoras un programa de seguridad y salud Laboral.

Objetivo general

Realizar una evaluación técnico-económica entre los sistemas constructivos de encofrados deslizantes y encofrados trepantes dando a conocer los beneficios y desventajas, como una solución técnica para acelerar los trabajos de construcción en el Proyecto Hidroeléctrico Tocoma.

Objetivos específicos

- Estudiar las especificaciones técnicas y de ejecución del encofrado trepante y deslizante para poder realizar una comparación entre estos.

- Evaluar los equipos y maquinarias utilizados en la construcción de los encofrados deslizantes y trepantes.

- Estimar los rendimientos para los distintos tipos de encofrados.

- Efectuar un análisis de los costos asociados al valor real de construir el monolito 07 con el encofrado trepante.

- Efectuar un análisis de los costos asociados al valor real de construir el monolito 09 con el encofrado deslizante.

- Identificar los riesgos existentes en la construcción de los encofrados deslizantes y trepantes.

- Elaborar una Matriz de Riesgo del sistema constructivo de encofrados según el nivel de consecuencia, estableciendo las medidas de control de las condiciones inseguras de trabajo.

Justificación

Esta investigación consiste principalmente en evaluar y estudiar lo referente a los encofrados utilizados en obra de toma, es sumamente importante ya que actualmente se están usando dos tipos de sistemas constructivos que son los deslizantes y trepantes, estos sistemas son muy diferentes y tienen ventajas y desventajas considerables, por tanto es

necesario estudiar y evaluar todo lo referente a estos sistemas, costos, equipos, procedimientos, seguridad entre otros, con el fin de garantizar cuál de los sistemas es más factible y cual tiene mejor desempeño, cabe destacar que el consorcio no cuenta con ningún tipo de estudio parecido y es de mucha importancia para ellos garantizar que el sistema utilizado sea el correcto y que las normas de seguridad para cada riesgo estén implementadas ya que permitirá mantener informado al personal de los riesgos presentes en cada actividad ejecutada y la manera segura de realizar las tareas para la prevención de los accidentes que se puedan suscitar. Este estudio facilita la generación de acciones correctivas y preventivas en las condiciones de trabajo considerando todo esto como parte del cumplimiento de las exigencias legales y el proceso de mejoramiento continuo que evidencia el compromiso de la empresa con la misión, visión y política interna de la empresa.

Alcance

La investigación se lleva a cabo en el área de estructura de toma la cual está conformada por varios monolitos; se le realizará una evaluación técnica-económica específicamente a los monolito 07 y el monolito 9, el monolito 07 se está construyendo por el encofrado trepante y el 09 se está realizando por el encofrado deslizante, evaluando estos dos monolitos se busca tener una base para realizar la comparación de estos sistemas mostrando el proceso de cada uno de ellos, analizando costos y riesgos asociados en comparación con las técnicas ya ocupadas, estudiando la factibilidad de la nueva tecnología, todo esto por medio de la observación y seguimientos de los distintos procesos, logrando determinar cuál es el sistema que tiene mejor desempeño y crear conciencia en los trabajadores en materia de riesgos y salud laboral en las actividades que realizan durante los diferentes procesos constructivos.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se exponen las generalidades del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma enmarcadas por la reseña histórica, ubicación geográfica, objetivos, alcance y características de la obra.

Complejo Hidroeléctrico Tocoma "Manuel Piar"

A unos 15 kilómetros aguas abajo de Guri se construye la Central Hidroeléctrica Tocoma, cuarto proyecto que aprovecha el potencial energético del Bajo Caroní, y que destinará una fuente segura y confiable de electricidad al Sector Eléctrico Nacional. En el Bajo Caroní se encuentran en operación las centrales hidroeléctricas de Guri (8.850 MW), Macagua (2.930MW) y Caruachi (2.196 MW) que unido a este último proyecto (2.250 MW) conforman el mayor conjunto hidroeléctrico del mundo asentado a lo largo de 100 kilómetros. Para la construcción de la Central Hidroeléctrica Tocoma, CVG EDELCA ha estimado financiar un 50% con recursos propios, y el resto a través de préstamos multilaterales u otras fuentes de inversión. Dentro de los costos de esta importante obra, se indica que más del 50% corresponde a insumos nacionales, lo que aumenta el valor agregado del país, y producirá un efecto dinamizador de la economía.

CVG Electrificación del Caroní C.A, EDELCA, empresa tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana, ha venido desarrollando el potencial hidroeléctrico del río Caroní, con visión de futuro para garantizar al país una

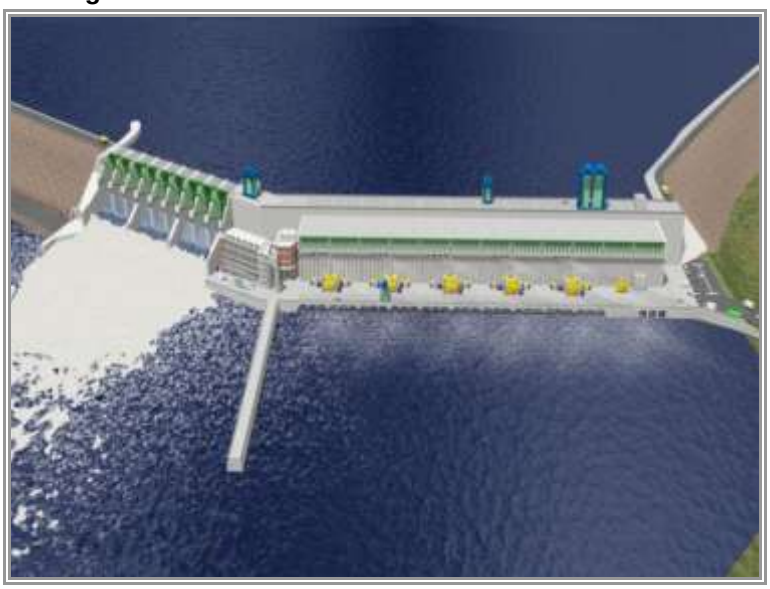
fuente de energía abundante y segura. Con la finalidad de ofrecer al mercado energético más fuentes de energía limpia y confiable, bajo estrictos estándares de calidad y eficiencia, se ha previsto que el Proyecto Tocoma comience su operación comercial en el año 2.012 estará culminada en el 2.014, cuando esta central ofrecerá una energía firme de 10.200 millones de kilovatios hora al año, sumando este aporte al abastecimiento de la creciente demanda nacional.

La construcción de la Central Hidroeléctrica Tocoma, significará el ahorro de 69.000 barriles de petróleo equivalentes por día, ya que el único recurso que utilizará para producir energía eléctrica, limpia y confiable, es el agua. Este nuevo proyecto emprendido por CVG EDELCA, se encuentra dotado de tecnologías de vanguardia y conformada por un recurso humano competente, está orientado a la obtención de altos índices de calidad, rentabilidad y eficiencia. Tocoma recoge la experiencia, inversión y logros ambientales alcanzados en los otros desarrollos hidroeléctricos.

Figura 1. Vista aérea de la Central Hidroeléctrica Tocoma

Fuente: OIV TOCOMA

Figura 2. Central Hidroeléctrica Tocoma "Manuel Piar"



Fuente: OIV TOCOMA

Reseña histórica

En el segundo trimestre de 1.998 se da inicio al Proyecto Hidroeléctrico Tocoma con el proceso licitatorio del contrato preliminar que incluía en su alcance “La Construcción de Ataguías, Excavación para las Estructuras Principales y Construcción Parcial de las Presas de Enrocamiento Izquierda con Pantalla de Concreto y de la Presa de Tierra y Enrocamiento Derecha”. En noviembre de ese mismo año se reciben las ofertas de cinco Consorcios, el inicio de las obras estaba previsto para Enero de 1.999; sin embargo producto de las restricciones financieras por las que atravesó CVG. EDELCA para ese momento, originadas principalmente por las dificultades de flujo de caja, la Junta Directiva de CVG. EDELCA decidió declarar desierto el proceso de licitación de ese contrato, así como dejar sin efecto los procesos de licitación de los dos contratos principales cuyos alcances contemplan la “Construcción de las Estructuras Principales y el Suministro e Instalación de Equipos Electromecánicos Principales para la

Casa de Máquinas” respectivamente, e informar a los posibles postulantes sobre la decisión adoptada.

Para reiniciar el Proyecto Hidroeléctrico Tocoma, se consideró necesario esperar nuevas condiciones tanto para CVG. EDELCA como para el país, así como, la implantación de la nueva ley del sector eléctrico y la aparición de nuevos factores en el campo de la generación; así mismo, la estrategia de establecer un esquema de contratación basado en un número reducido de contratos. En consecuencia el proceso de licitación del contrato preliminar para las “Perforaciones Exploratorias y sus Obras Asociadas” fue completado en diciembre de 2.001. Con la construcción del Proyecto Caruachi, el cual cuenta con una capacidad instalada de 2.196 MW. Tocoma es el último Proyecto en el programa de desarrollo del Bajo Caroní y contará con una capacidad instalada del orden de 2.250 MW. El aumento del consumo de energía eléctrica en el país exige esfuerzos sostenidos de inversión para atenderlo de manera satisfactoria. De allí el papel fundamental que en los próximos años continuaran desempeñando los proyectos hidroeléctricos, como fuente segura de energía económica y no contaminante.

El Consorcio OIV TOCOMA, C.A fue creado en el año 2006 por la unión de las empresas ODEBRECHT, IMPRELIGO, VINCCLER de las cuales se tomaron sus iníciales para dar el nombre a la Organización (OIV).

ODEBRECHT

Es una organización brasileña de niveles globales de calidad. Presta su servicio de ingeniería y construcción en la mayoría de los países de América del Sur, América Central, Estados Unidos, África, Portugal y en el Medio Oriente. Desarrolla y administra Proyectos de infraestructura, focalizados en concesiones y sociedades público-privadas. Invierte, desde

el 2007, en el sector de bioenergía concentrada en la producción de etanol y azúcar y en la generación de energía a partir de la producción de azúcar y alcohol.

Actúa asimismo en los segmentos de crudo y gas, Ingeniería Ambiental y proyectos Inmobiliario y participa en proyectos en los sectores de transporte, en Portugal, y de minería en África. Con cerca de 35 mil integrantes, ODEBRECHT es una de las pioneras en Brasil en la promoción de actividades sociales y, además de sus compromisos empresariales, invierte en proyectos de educación, salud y medio ambiente y apoya a iniciativas culturales, ampliando sus objetivos de aporte al desarrollo de los países a los cuales sirve.

IMPREGILO

IMPREGILO S.P.A. es una sociedad multinacional y uno de los mayores grupos italianos del sector de la construcción y de la ingeniería.
Es la unión de 3 nombres de 3 las empresas entre las más importantes de Italia que hace no sé cuanto se unieron, Impresit, Girola y Lodigiani

IMPREGILO, por dimensiones y facturación, es el principal grupo italiano del sector de la construcción, de la ingeniería, del tratamiento del agua, de las infraestructuras para el transporte, y en obras ambientales. Esta empresa cumple con el ciclo global industrial General Contracting, donde con este término se indica la capacidad del grupo societario y sus consorcios de completar el ciclo pleno de una obra: proyecto, financiación, fase de construcción, gestión de la concesión.

VINCCLER

Venezolana de Inversiones y Construcciones Clerico, C.A. (VINCCLER, C.A.) es una contratista general que participa activamente en

la Industria de la Construcción desde hace más de 40 años. Su trayectoria y crecimiento están asociados al desarrollo del país, habiendo estado presente en las obras de construcción de mayor relevancia, tanto de infraestructura como de desarrollo industrial, acometidas por el sector público y privado. Las primeras incursiones de la empresa correspondieron a obras de infraestructura desarrolladas por los planes nacionales en las áreas de vialidad, riego y electricidad.

En los años 60 VINCCLER, C.A. construye “Los Dos Cerritos”, su primera presa. Posteriormente, en la década de los 70, con los trabajos de Ampliación de la Refinería El Palito en el estado Carabobo, inicia sus actividades en la industria petrolera, que se convertiría en un sector importante de sus negocios durante los años siguientes. En los años 80 VINCCLER, C.A participa en la construcción de la Presa de Tierra y Enrocamiento Derecha, que forma parte de la Represa Raúl Leoni, en Guri, Estado Bolívar, la obra de ingeniería más importante de Venezuela y uno de los hitos mundiales en su género.

A comienzos de los 90 extiende el ámbito de sus servicios al sector marino, realizando inversiones en infraestructura y equipos para la construcción de obras costa afuera, tales como: fabricación e hinca de pilotes, suministro e instalación de plataformas y construcción de muelles, habiendo participado en la construcción del Nuevo Muelle de la Refinería El Palito, una de las obras marinas más importantes del sector petrolero realizada en esta década.

La experiencia acumulada, la magnitud y diversidad de los proyectos ejecutados, ha convertido a VINCCLER, C.A en una empresa líder en el área de la construcción en Venezuela, que le ha permitido, a su vez, asociarse con empresas nacionales e internacionales. La ubicación fiscal del consorcio: Av. Río Caura, Centro Empresarial. Torre Humboldt, Urb.

Parque Humboldt, Caracas, Venezuela. Campamento: Proyecto Tocoma, Central Hidroeléctrica Manuel Piar, Carretera Vía Gurí Km. 85 Municipio Raúl Leoni, Edo. Bolívar – Venezuela. La empresa se enfoca en la Construcción e Ingeniería donde se encarga de planear, crear y ofrecer el mejor método idóneo para la efectiva construcción de las edificaciones, a las exigencias del cliente, el cual en este caso es la empresa EDELCA.

EL Consorcio está conformado por los siguientes departamentos: Directoría, Gerencia de Ingeniería, Gerencia de Administración Contractual, Gerencia Administración, Gerencia de Finanzas, Gerencia Comercial, Gerencia de Producción, Gerencia de Hidromecánica, Gerencia de Producción Concreto, Gerencia de Terraplén - Tierra y Roca, Gerencia de Gestión Calidad, Gerencia de Sustentabilidad; cada uno posee su respectiva área individualizada.

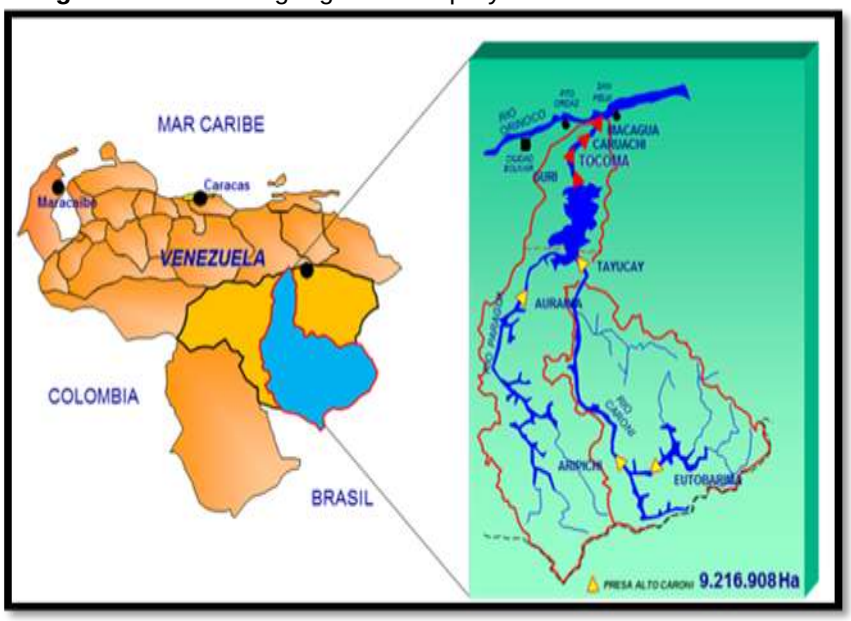
El proyecto Hidroeléctrico Tocoma está conformado por varias estructuras de concreto siendo, una Casa de Máquinas Integrada a la estructura de Toma y Nave de Montaje, con diez (10) unidades de turbina tipo Kaplan y capacidad total instalada de 2.160 MW, una Nave Lateral de Servicios, un Edificio de Operaciones y Control, Presas de transición Izquierda, Derecha e Intermedia, un Aliviadero con nueve (09) compuertas radiales y dieciocho (18) ductos de fondo, una Presa de Enrocamiento con Pantalla de Concreto en la margen izquierda y una Presa de Tierra y Enrocamiento con Núcleo de Arcilla en la margen derecha. Estas estructuras constituirán las obras de retención, control del embalse y generación de energía eléctrica. La cota normal del embalse será a EL 127,00 m.s.n.m.

Ubicación geográfica

El Proyecto hidroeléctrico Tocoma está situado sobre el río Caroní, aproximadamente a 15 kilómetros aguas abajo del Complejo Hidroeléctrico Raúl Leoni (Guri); entre la población de Río Claro y la Serranía de Terecay

(entre los Municipios Raúl Leoni y Piar), al Sureste de la República Bolivariana de Venezuela; comprende una estrechez en un tramo del Río Caroní de 3 Km. de ancho. Las poblaciones más cercanas son Ciudad Bolívar, Ciudad Guayana, las cuales están ubicadas a una distancia aproximada de 70 kilómetros del Proyecto Tocoma.

Figura 3. Ubicación geográfica del proyecto Hidroeléctrico Tocoma

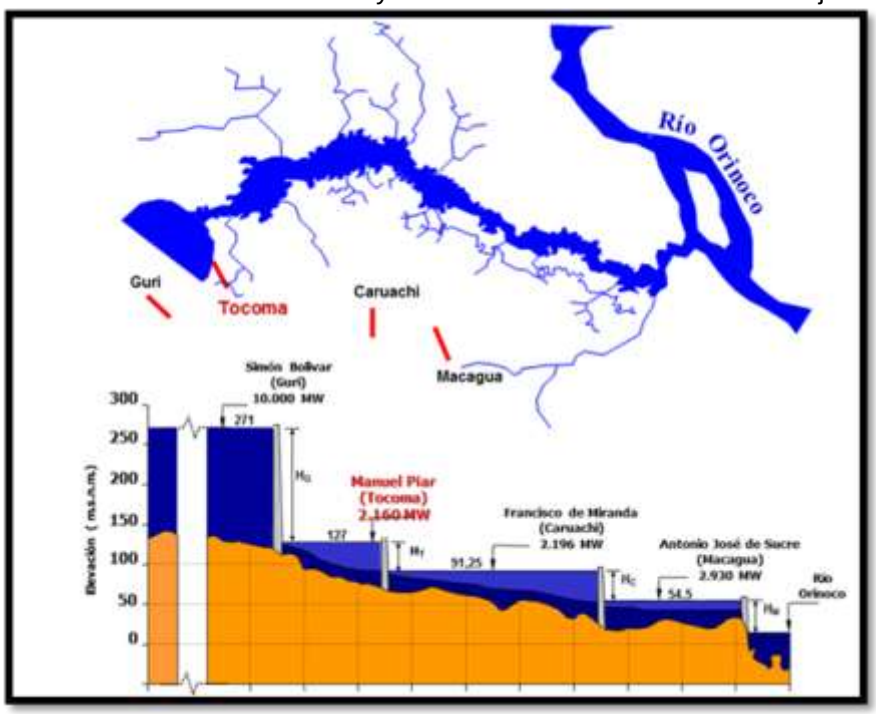


Fuente: OIV TOCOMA.

El Bajo Caroní está constituido por el tramo desde el embalse de Gurí hasta la desembocadura del río Orinoco; en este sector del río Caroní, en solo 62 Km. de su recorrido, se ha planificado el aprovechamiento de su potencial en 5 centrales hidroeléctricas, las cuales se encuentran en diferentes niveles de desarrollo; contando las centrales Raúl Leoni (Gurí), Macagua I y Macagua II, con una capacidad instalada de 13.058 Megavatios, de un total estimado de 17.980 Megavatios del bajo Caroní. La Central Hidroeléctrica Caruachi, en fase de construcción, aportara 2.250 MW. Por último, la Central Hidroeléctrica Tocoma, en estado avanzado de proyecto, generara 2.250 MW (Ver Figura 2.4). El bajo Caroní, desde la confluencia

con el río Paragua hasta la desembocadura del río Orinoco, presenta un área aproximada de 15.000 Km2, un desnivel entre 270 y 6 m.s.n.m y una longitud de 188 Km.

Figura 4. Ubicación relativa del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma en el Bajo Caroní



Fuente: OIV TOCOMA

Objetivos

- Satisfacer las necesidades de los Clientes con productos y servicios que resulten en la mejoría de la calidad de vida en las comunidades en que se encuentra.
- Contribuir para el desenvolvimiento socioeconómico, tecnológico y empresarial en diversos sectores del país.
- Crear oportunidades de trabajo y de desenvolvimiento para las personas, inclusive con revestimiento de los resultados obtenidos.

- Generar riquezas para el Gobierno y para la sociedad, por medio del recogimiento de impuestos y encargos, y de la remuneración a los suministradores, integrantes y accionistas.
- Asegurar el permanente respecto al medio ambiente en las acciones empresariales.

Alcance de la obra

Construcción de una Central Hidroeléctrica con capacidad de generación de 2.250 MW con 10 unidades de generación tipo Kaplan. Este proyecto comprende actividades principales tales como: Diseñar, detallar, fabricar, probar en fábrica, transportar, nacionalizar, entregar en el sitio de la obra, almacenar y mantener, trasladar al sitio de montaje, montar, instalar, probar en sitio, energizar y poner en operación numerosos equipos entre los cuales destacan:

- Diez turbinas hidráulicas tipo Kaplan y sus sistemas de gobernación digitales. Un modelo hidráulico para la optimización del diseño hidráulico.
- Generadores de corriente alterna de 230 MVA. Transformadores elevadores de potencia, pararrayos y sistemas de protección contra incendios. Una grúa puente principal de aproximadamente 800 toneladas y dos grúas puente auxiliares de 80 toneladas de capacidad cada una, para el manejo y montaje de los equipos de la Casa de Máquinas.
- Un sistema de alimentación de los servicios auxiliares de la Casa de Máquinas y el Aliviadero, constituido por: equipos de maniobras, tableros y sub-tableros de distribución, seccionadores y transformadores trifásicos; generadores diesel de emergencia. Un sistema interrumpible de potencia constituido por cargadores de baterías de 400 A, entre otros.

- También se cuentan entre las obras contempladas en el contrato, la: construcción y mantenimiento de talleres y oficinas; contratación de todos los seguros; suministro de los equipos y herramientas requeridos para la ejecución de la obra y el suministro de financiamiento a largo plazo para cubrir el cien por ciento del monto total de la obra a ejecutar, entre otros.

Misión de la Empresa

- Satisfacción del Cliente, con énfasis en la calidad, la productividad y la responsabilidad comunitaria y ambiental.

- Retorno a los Accionistas del capital invertido y valorización de su patrimonio.

- Actuación Descentralizada, basada en la delegación plena y planeada para que los Empresarios-Socios ejerzan, con libertad y responsabilidad, sus Programas de Acción.

- Crear oportunidades de trabajo y de desarrollo para las Personas, inclusive con reinversión de los resultados logrados.

- Sociedad entre los Integrantes, que participan de la concepción y de la realización del trabajo, y de los resultados que generan.

- Autodesarrollo de las Personas, sobre todo por medio de la Educación por el Trabajo, generando el desarrollo de la Organización.

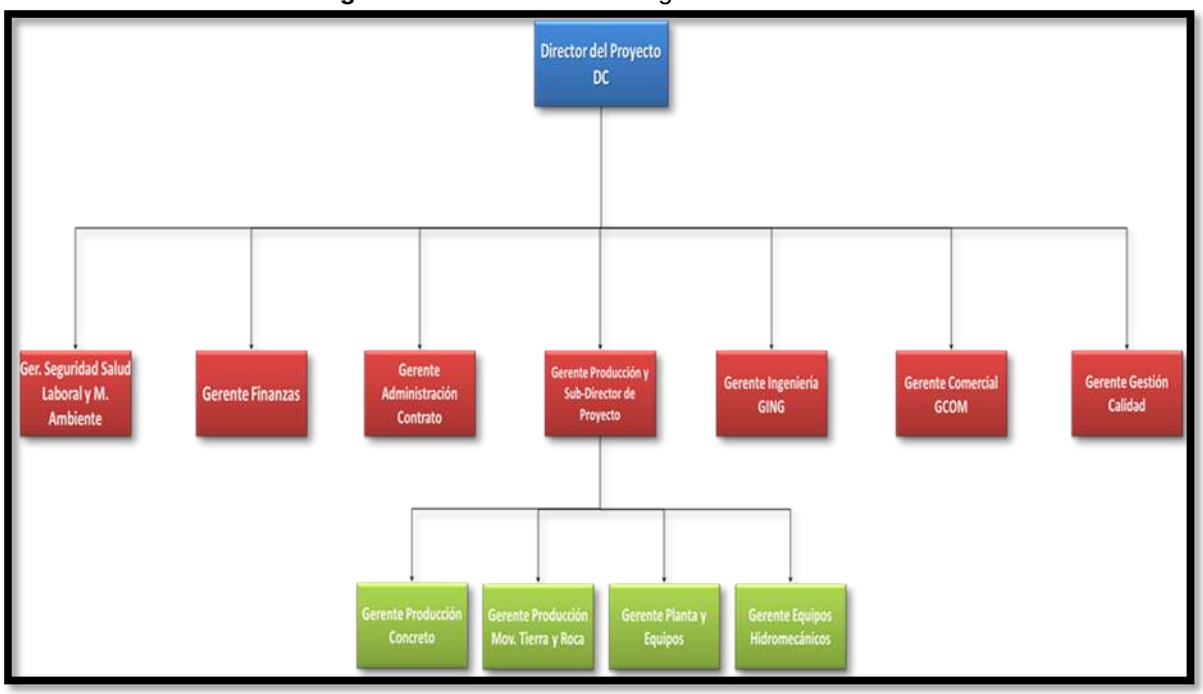
Visión

Satisfacer la necesidad de los clientes con productos y servicios que resulten en la mejoría de la calidad, basándose en sus potenciales,

para generar riquezas al Gobierno y para la sociedad, a los fines de contribuir con el bienestar y desarrollo del País.

Estructura de la Organización
Estructura Gerencial

Figura 5. Estructura de la Organización



Fuente: OIV TOCOMA

Características del Proyecto

- Capacidad Instalada 2.250 MW (Megavatios)
- Energía Firme 10.500 GWh
- Generación Promedio Anual 12.100 GWh/año
- Energía Equivalente 68000 BEPD
- Período de Construcción 2.002 – 2.014
- Entrada en Operación Comercial Julio 2.012 (La primera unidad).

Estructuración de la obra

A continuación se realiza una descripción de detalle particular de los trabajos de las estructuras principales:

- Casa de Maquinas Integrada.
- Presa Intermedia.
- Aliviadero.
- Presa Margen Izquierda.
- Presa Margen Derecha.
- Instalaciones del Contratista.
- Plantas Industriales.

Casa de Maquinas Integrada:

Contiene las estructuras de Toma y está formada por seis monolitos, cinco de los cuales conforman la Casa de Máquinas y el sexto constituye la Nave de Montaje. Esta estructura tiene una altura aproximada de 60 metros, una longitud de 360 y un ancho de 80 metros. La Toma contará con compuertas de emergencia, tapones de mantenimiento y rejas contra basura. La Zona Turbogeneradora y la Nave de Servicio también integran la Casa de Maquinas. En la parte superior, a la El.130, 00 y a todo lo largo de la presa, está prevista una carretera de servicio.

Presa Intermedia

Está ubicada entre la Casa de Máquinas Integrada y el Aliviadero y tiene una totalidad de 70 metros, una altura aproximada de 45 metros y consta de tres (03) monolitos. En su parte superior a la El. 130,00 estarán colocados los rieles para las diferentes grúas pórtico y la abertura para almacenaje de los tapones de mantenimiento del Aliviadero. Aguas Abajo de la Presa Intermedia y completándola, están ubicados el Edificio de

Operaciones y Control, la Nave de Lateral de Servicios. Esta Presa Intermedia aguas arriba se conecta temporalmente con la Ataguía “B”.

Aliviadero

Tendrá una capacidad máxima de descarga de 28.750 m³/s, con una longitud de 175,86 metros y nueve (09) compuertas radiales con descarga de superficie, de 15,24 metros de largo por 21,66 de altura c/u y con dieciocho (18) ductos de fondo de 5,50 x 9,00 metros para efectuar el segundo desvío del río. En uno de sus lados se encuentra ubicado el Dique “G”.

Presa Margen Izquierda

La Presa Izquierda es una estructura típica de Presa de Enrocados con Pantalla de Concreto. Aguas arriba tiene una estructura de concreto, comúnmente identificada como “Plinto”.

Longitud de la Cresta	3.800 m
Elevación de la Cresta	130 m.s.n.m.
Ancho de la Cresta	8 m
Altura máxima desde la Fundación	41 m
Pendiente Aguas Arriba	1,30 H : 1,00 V
Pendiente Aguas Abajo	1,30 H : 1,00 V
Volumen de Enrocamiento	5 x 10^6 m³
Espesor de la Pantalla de Concreto	0,35 m
Espaciado de las Juntas de Construcción	15 m

Presa Margen Derecha

La Presa Derecha es una estructura conformada de un núcleo de arcilla con espaldares de enrocados por ambos lados y filtros. Su longitud total es de 1.900 metros, siendo ejecutada su primera etapa en una longitud de 550 metros desde la margen izquierda antes del Segundo Desvío del Río.

Longitud	550 m
Elevación de la Cresta	130 m.s.n.m.
Ancho de la Cresta	8 m
Altura máxima desde la Fundación	60 m
Pendiente Aguas Arriba	1,75 H : 1,00 V
Pendiente Aguas Abajo	1,75 H : 1,00 V
Volumen de Relleno	2,6 x 10^6 m³

Variante Ferrocarril

Para la vía existente del ferrocarril a Puerto Ordaz, de las denominadas de trocha ancha, por encontrarse parcialmente dentro del límite de inundación del embalse, se contempla el reemplazo por la construcción de un tramo paralelo en extensión aproximada de 7 kilómetros, con dos pasos a nivel y uno a desnivel, como los empalmes respectivos.

Instalaciones para EDELCA

Se deberá construir y equipar, el laboratorio de materiales con un área aproximada de 1.200m², y 20 casetas de campo para la inspección contratada, con un área aproximada de 100m². Adicional en la Presa Margen Derecha se contempló el diseño, construcción, equipamiento y mantenimiento de una oficina de 150m², para uso exclusivo de EDELCA, un laboratorio de 150m². Equipamiento y mantenimiento de 2 edificaciones para el control de acceso a la Obra en Presa Derecha, Casetas y Módulos de Baños para la inspección.

Instalaciones del Contratista

Contrato Principal

Área de Talleres Industriales

El área de talleres industriales se divide de acuerdo a sus funciones: talleres,

almacenes y depósitos, los cuales están descritos a continuación:

- **Áreas de talleres**

Taller de Cabillas

Taller de Encofrados

Taller de Premoldeados

Comedores y Vestuario para obreros

Taller mecánico

Taller Eléctrico

Taller de mantenimiento y Lubricación

Tanque de agua Potable e Industrial

- **Almacenes y Depósitos**

Almacén central

Galpón para Bombonas de Oxígeno

Separador de Grasa

Tanques de aceite y lubricantes usados

Planta de tratamiento

Depósito Elementos de Trabajo metálicos

Depósito Elementos de Trabajo Electro – Mecánicos

Oficinas Principales

Comedor de Empleados

Almacén Tipo A, B, C y D para diferentes tipos de materiales

Plantas Industriales

Las plantas de producción del campamento industrial tienen una capacidad de suplir un volumen de Concreto 600m3/hr., supliendo los frentes de trabajo con los concretos requeridos para las estructuras de los Macrocomponentes y de las presas, como de agregados para las zonas de filtro y transición de las Presas Derecha e Izquierda, o de los enrocados.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hace revisión de las bases teóricas los cuales describen los elementos, fundamentos y sustentación teórica con el propósito de argumentar el proceso de conocimiento del problema que se investiga.

Antecedentes de la investigación

A continuación se hará referencia a algunos trabajos de grado de Ingeniería, que servirán para fundamentar la investigación:

Pérez L. (2007) presentó el trabajo de investigación titulado estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación de la tecnología más adecuada para el procesamiento de los desechos catódicos en CVG VENALUM, llegando a las siguientes conclusiones:

1. En la empresa se generan aproximadamente 7.195,6 toneladas de desechos catódicos anualmente. Se estima que con la construcción de la sexta y séptima línea de producción aumentara en un 130 % la generación de desechos catódicos en CVG VENALUM

2. Actualmente existen aproximadamente 151.251,5 toneladas de desechos catódicos en el relleno industrial de la empresa.

3. Desde el punto de vista económico la alternativa B (Uso de los desechos catódicos como combustible suplementario en la fabricación de cemento) es la más viable debido a que arroja un VPN menos negativo y un CAUE menor que la alternativa A.

4. Desde el punto de vista técnico se selecciona la alternativa A (tratamiento térmico), ya que a pesar que en esta se requiere de materia prima adicional y el material generado debe ser dispuesto nuevamente en terreno de relleno; se tratan los dos cortes del desecho, mientras que en la alternativa B sólo se procesa la parte carbonosa, trayendo como consecuencia que el problema no se solucione por completo.

Quijada C. (2009) presento el trabajo de investigación titulado Evaluación de la gestión de costos del proceso de construcción de la red de cloacas y facilidades eléctricas y mecánicas en el distrito san tome – PDVSA, llegando a las siguientes conclusiones:

1. El manejo de los costos y rendimiento de las actividades programadas en la construcción de cloacas hoya (A), e incorporación de viviendas al colector Campo Sur, se controla por medio de observación continua a los avances de obra.
2. Las mayores desviaciones de los costos y rendimientos son consecuencias de paralizaciones de las obras, incrementando de esta manera los costos de las actividades.
3. Los retrasos en la entrega de las valuaciones, se debe a modificaciones efectuadas en el cuadro de aumento y disminución de cantidades en los contratos.
4. El rendimiento de las actividades varía según la eficiencia del personal perteneciente a dicha zona, donde se vaya a realizar el proyecto.
5. La principal causa de las paralizaciones de las actividades es el retardo en dar permisos de excavación y liberación de calles y avenidas por parte de PDVSA.
6. La empresa no cuenta con un análisis FODA que permita generar estrategias para mejorar la gestión de costos.
7. No se cuenta con un plan de acción que facilite la aplicación de las estrategias para mejorar la gestión de costos.

Bases teóricas

Encofrados

Un encofrado es el sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al hormigón u otros materiales similares como el tapial antes de fraguar.

El uso y la construcción del encofrado es de larga data, si bien el encofrado moderno, flexible a los cambios estructurales y climáticos, como hoy lo conocemos fue ideado en 1950. Es importante describir que cuando se habla de encofrados no sólo se refiere al utilizado en arquitectura, diseño y construcción de obra.

Existen diferentes usos y tipos de encofrados. Desde el conocido en construcción destinado a estructuras de mampostería y cerramientos de lozas, hasta el encofrado arcillosos que se utiliza para recubrir piezas de incalculable valor en orfebrería. Si hacemos un poco de historia nos remontamos hasta los egipcios quienes ya utilizaban una especie de yeso calcinado que aportaba a las construcciones una terminación. La misma utilidad le dieron los griegos. Los romanos agregaron además a esa mezcla ceniza volcánica y la utilizaron para todo tipo de construcción.

Como era acostumbrado, los romanos llevaron con sus conquistas también su cultura. La técnica del encofrado se extendió también por los pueblos a los que invadían. Característica de ello son las construcciones en la actual España y Francia. Pero es particularmente en Inglaterra, en 1774, donde John Smeaton retoma la técnica romana y construyó la primera estructura de concreto con encofrado retomada desde los romanos, en el faro de Eddystone. Los faros anteriores eran consecutivamente destruidos por las tormentas. En América, se utiliza esta técnica por primera vez en Nueva York, en 1825, en la construcción del canal de Erie.

Tipos de encofrados

Para la construcción de elementos verticales se pueden usar diferentes tipos de encofrados tales como: tradicionales industrializados, trepantes, auto trepantes y deslizantes.

Moldajes tradicionales

Inicialmente, las estructuras en altura eran construidas utilizando moldes tradicionales, sistema que actualmente está lejos de ser reemplazado o estar ausente al momento de escoger el moldaje a utilizar en un edificio. La función del encofrado es mantener el concreto en un molde, transmitiendo la forma geométrica y la textura superficial deseadas del hormigón durante su período de fraguado y endurecimiento inicial. Tanto la naturaleza de los materiales empleados (madera, plástico, metal, etc.) en la superficie de contacto entre encofrado y hormigón, como su textura, determinan el acabado superficial que se desea obtener. Los moldes deben ser limpiados cada vez que se utilizan, eliminando restos de hormigón y suciedad. Además se debe asegurar su estanqueidad, evitando fugas de lechada.

Los sistemas de moldajes tradicionales industrializados consisten en una estructura de paneles de acero a la cual se le agrega un tablero que es la base que está en contacto con el hormigón. Las dimensiones del encofrado varían según la altura que se quiere construir. Una mayor altura permite avanzar con mayor rapidez; sin embargo, puede presentar problemas como: nidos en el hormigón por dificultad de vibrado y problemas en su movimiento producto del mayor peso que tiene. A la estructura de moldaje se le agregan puntales de acero ajustables (dependiendo de la altura del panel) que permiten mantener el molde nivelado, sin que se produzcan movimientos durante el hormigonado dadas las altas presiones que se alcanzan. Es importante señalar que los paneles se pueden utilizar varias veces, cambiando o arreglando el tablero en mal estado debido al

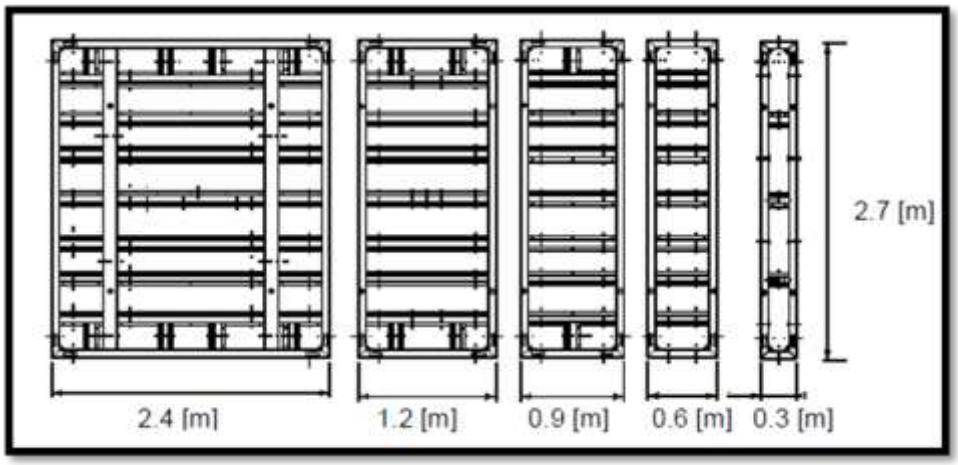
repetido uso en obra. Los tableros se deterioran producto del agente corrosivo que es el hormigón y al mal trato que le dan los trabajadores durante su manipulación.

Tipos de encofrados tradicionales

Para tener una mejor visión de lo que son estos tipos de moldajes y comprender de mejor manera su uso y especificaciones, se tomarán los sistemas que ofrecen las empresas ULMA, PERI, DOKA y EFCO.

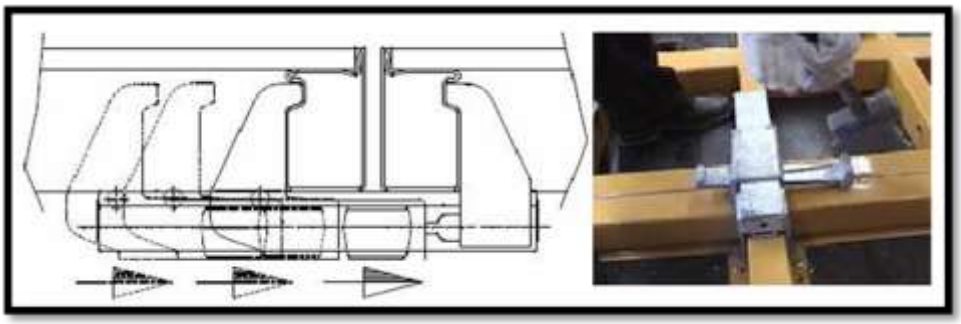
- **ULMA:** El sistema ofrecido por esta empresa se denomina ORMA. Está conformado por paneles de grandes dimensiones y propiedades físicas constantes, lo que permite superficies de acabado lisas y de fácil mantenimiento. Como elementos básicos, este sistema está formado por paneles de hasta 2.7 [m] de altura, 12 [cm.] de espesor3 y 5 anchos diferentes, más una grapa de regulación (figura 7). Esta última es el elemento de unión y rigidización principal utilizada para la formación de conjuntos de paneles. Asegura la estanqueidad del hormigón en las uniones.

Figura 6. Ancho de paneles ORMA



Fuente: Procedimiento de encofrados

Figura 7. Grapa de regulación ORMA



Fuente: Procedimiento de encofrados

Otra característica de la grapa es que es autoalineante, es decir: elimina la necesidad de alienadores cuando se unen los paneles. Además, permite formar una superficie de hasta 39 [m2] (6 paneles de 2.7 [m] x 2.4 [m]), posible trasladar con grúa en una sola pieza. La unión se caracteriza por ser rápida y sencilla, ya que sólo se necesita un martillo como herramienta de trabajo, tal como se aprecia en la figura 7. La disposición de las grapas en el sentido vertical y horizontal depende de la dimensión de los paneles. La cantidad de unidades para la unión de paneles en el sentido vertical y horizontal se muestra en las tablas 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1. Unión de elementos verticales ORMA

Altura del elemento [m]	Número de grapas
0.9	2
1. 2	2
2.7	2

Fuente: el autor

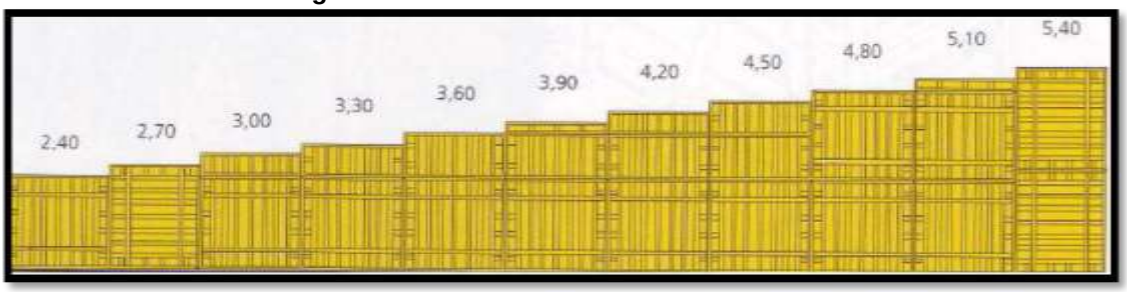
Tabla 2. Unión de elementos horizontales ORMA

Altura del elemento [m]	Número de grapas
0.3	1
0.6	1
0.9	2
1.2	2
2.4	2

Fuente: el autor

Los esfuerzos de tracción y corte que es capaz de resistir una grapa son 15 [KN] y 6 [KN] respectivamente. Como los paneles se encuentran en 5 anchos y 3 alturas diferentes, se puede obtener gran flexibilidad permitiendo realizar una modulación múltiplo de 30 [cm.] tal como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Modulación de encofrados ORMA

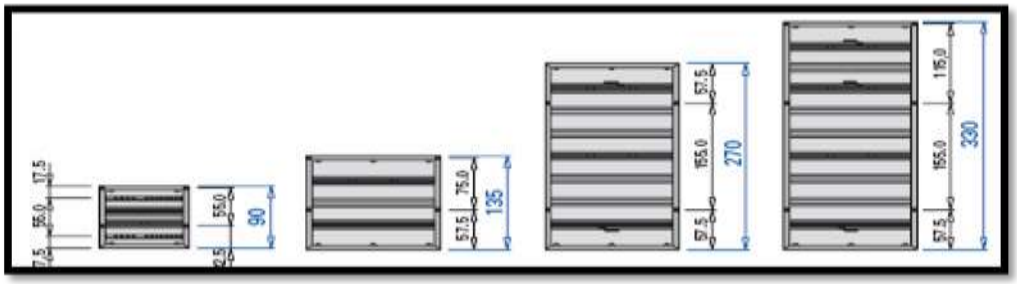


Fuente: Procedimiento de encofrados

DOKA

Framax Xlife es el moldaje que ofrece la empresa DOKA. En edificios es utilizado para grandes muros de hormigón. Sus paneles compuestos por marcos de acero de 12 [cm.] de espesor (sin considerar espesor de tablero) con perfiles que forman una retícula cada 15 [cm.] lo que permite que los elementos de este sistema se puedan combinar en sentido vertical y horizontal, creando así unidades de desplazamiento compactas. Los marcos de acero de los paneles son galvanizados y con recubrimiento pulverizado, que permite una fácil limpieza. Existen paneles de 4 alturas (ver figura 9) y 6 anchos diferentes.

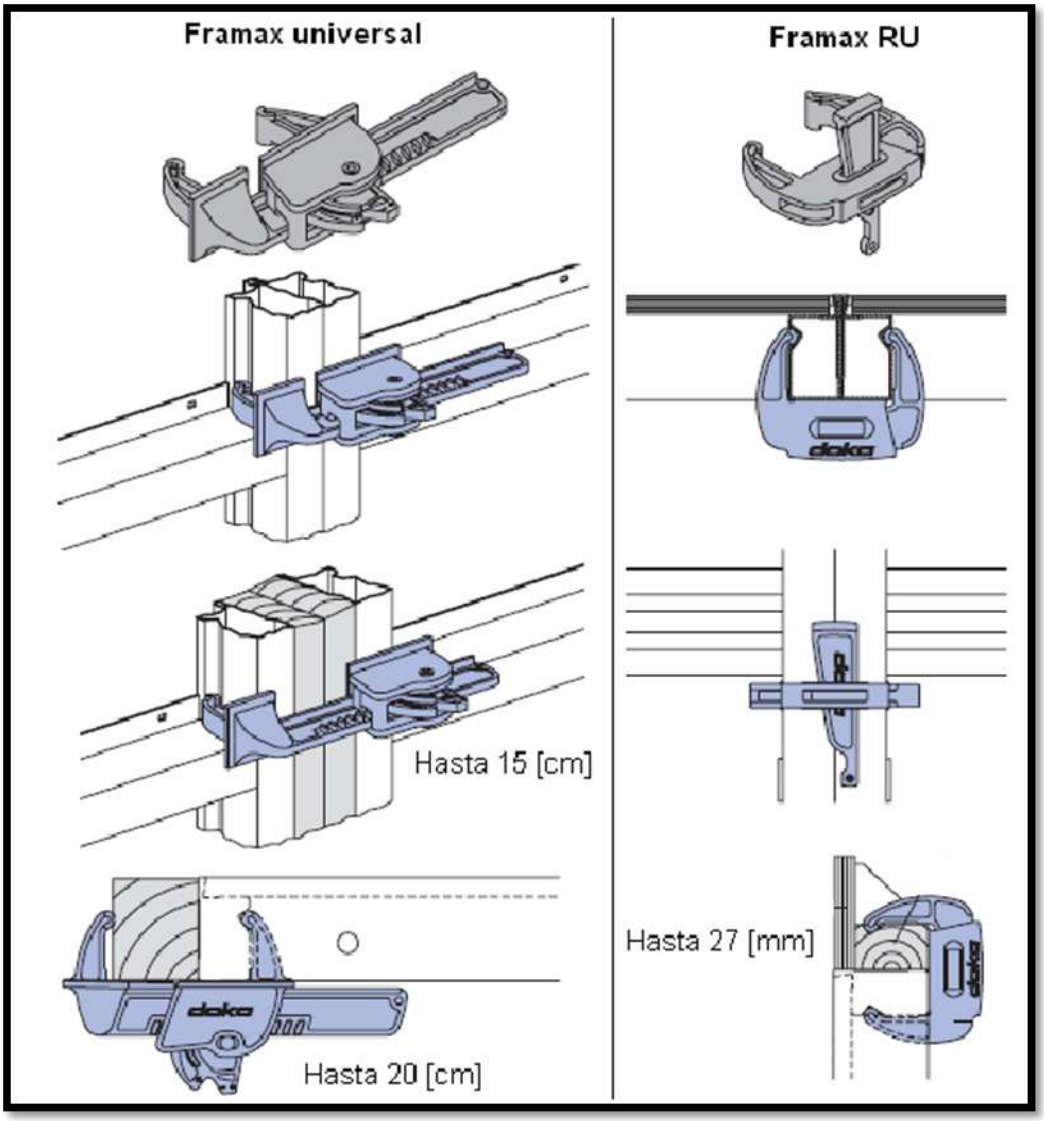
Figura 9. Alturas de paneles Framax.



Fuente: Procedimiento de encofrados

Estos son unidos mediante 2 tipos de grapas, la de uso rápido denominada Framax RU, y la de unión universal denominada Framax universal. Ambas requieren sólo de un martillo como herramienta de trabajo. La primera es capaz de hacer uniones verticales con madera perfilada, mientras que la segunda puede ser utilizada para unir compensaciones de madera entre paneles hasta de 15 [cm.] y unión de panel con tablón de madera hasta de 20 [cm.].

Figura 10. Grapas de unión de elementos Framax



Fuente: Procedimiento de encofrados

Para unir paneles en sentido vertical se usan distintos números de grapas dependiendo de la altura del panel (Tabla 3 y 4), es decir:

Tabla 3. Unión de elementos verticales Framax

Altura del elemento [m]	Número de grapas
0.9	2
1.35	2
2.7	2
3.3	3

Fuente: El autor

Tabla 4. Unión de elementos horizontal Framax

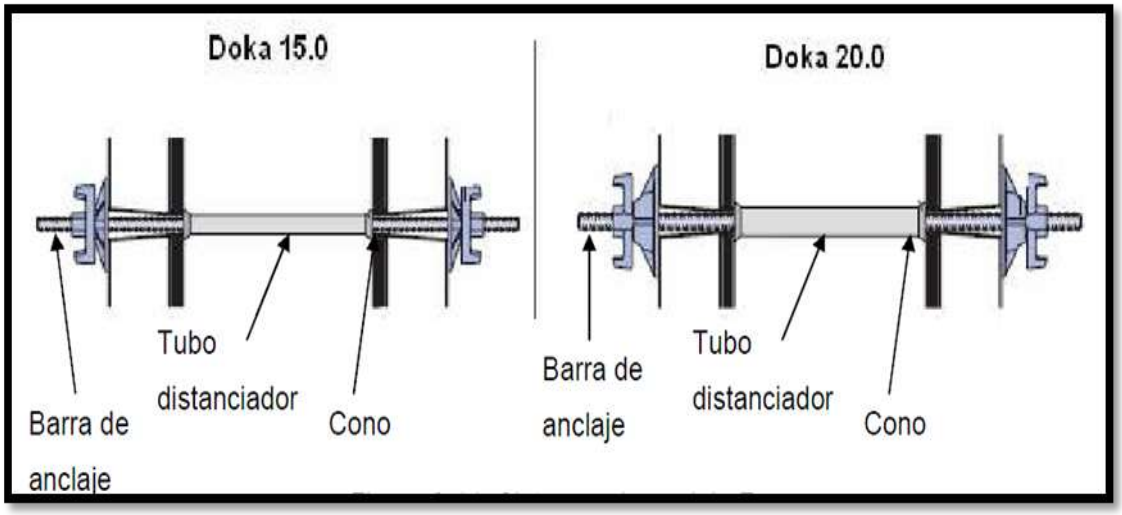
Altura del elemento [m]	Número de grapas
0.3	1
0.45	1
0.6	2
0.9	2
1.35	2
2.4	2

Fuente: El autor

El tablero consiste en una combinación de núcleo de madera contrachapada con un recubrimiento plástico de 1.5 [mm], lo que evita la absorción de humedad y aumenta el número posible de usos. Es de 21 [mm] de espesor y, dependiendo del trato que se le dé en obra, su vida útil es de 60 usos aproximadamente. La presión admisible de hormigón fresco que soportan los paneles para toda la superficie varía entre 60 y 80 [KN/m2], lo que equivale a una altura de 2.4 [m] y 3.2 [m] respectivamente. Dependiendo la capacidad requerida, el anclaje que se utiliza para los paneles, usando el sistema Doka 15.0 para presiones de 60 [KN/m2] y el sistema Doka 20.0 para 80 [kN/m2]. La diferencia entre ellos es que la barra de anclaje posee diferente diámetro; de 15 y 20 [mm] respectivamente. Los anclajes deben estar dispuestos siempre en el marco del panel. Debido a la retícula antes

mencionada, pueden estar distanciados hasta por 1.35 [m] en la horizontal. En la vertical se recomienda usar 2 líneas de anclaje para los paneles de 3.3 y 2.7 [m], asegurando así la capacidad de resistir la presión admisible del hormigón fresco.

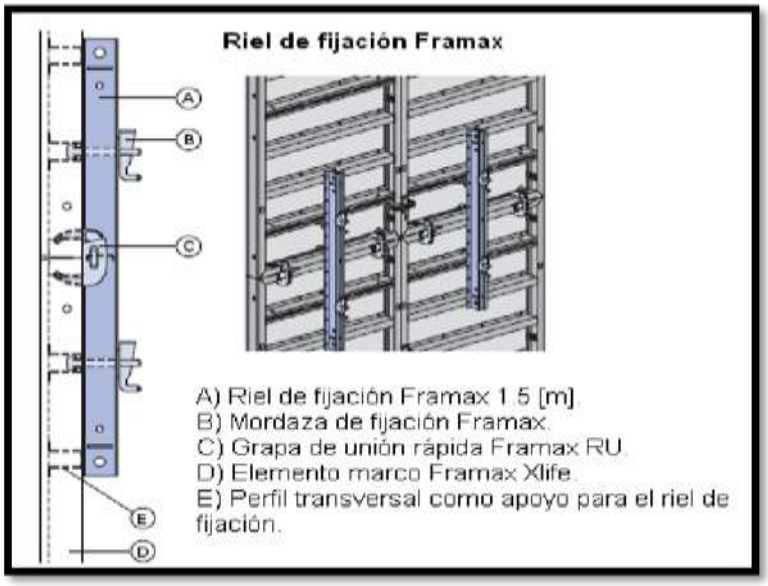
Figura 11. Sistemas de anclaje Framax



Fuente: Procedimiento de encofrados

La diferencia entre ambos sistemas radica principalmente en el tamaño y dimensiones de sus piezas, que es lo que les permite soportar diferentes presiones laterales de hormigón sobre el encofrado para una misma disposición. Los tubos distanciadores, que permanecen en el hormigón, se cierran con tapones los que impiden una posible fuga de la lechada producida por el hormigón. En uniones verticales de mayor altura se utilizan los rigidizadores o rieles de fijación. Con estos se logra una colocación y distribución de elementos mediante el uso de grúa sin problemas. En las uniones y compensaciones que se hacen con las grapas, los rieles de fijación se encargan de alinear los paneles y transmitir las fuerzas del anclaje a los elementos del marco.

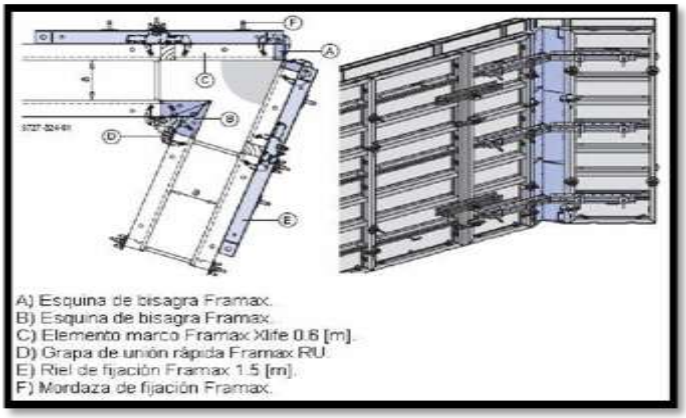
Figura 12. Riel de fijación Framax.



Fuente: Procedimiento de encofrados

Para la adaptación del moldaje a diferentes geometrías, esquinas con bisagras de ángulos agudos y obtusos son la solución ofrecida. Además, es posible fijarlas en ángulos de 90º si es necesario.

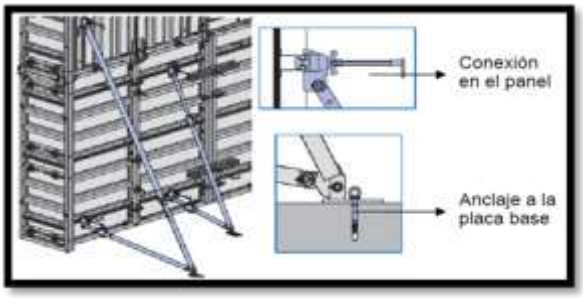
Figura 13. Esquinas de adaptación Framax



Fuente: Procedimiento de encofrados

Para dar estabilidad y aplomado se utilizan los llamados puntales estabilizadores que van rotulados al suelo y a los paneles tal como muestra la siguiente figura:

Figura 14. Puntales estabilizadores Framax



Fuente: Procedimiento de encofrados

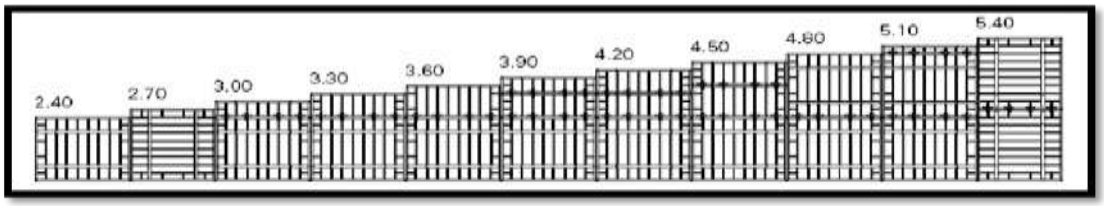
Desde el punto de vista de la seguridad, para evitar las caídas en altura se usa una plataforma de hormigonado plegable de 1.25 [m] de ancho. Esto permite trabajar con mayor comodidad y seguridad. Su sobre carga de uso admisible es de 1.5 [KN/m2] (150 [Kg/m2]).

PERI

TRIO es el nombre del moldaje desarrollado por PERI para grandes puestas. Con pocas piezas y rápido armado aseguran una mayor velocidad de montaje de los encofrados. Los paneles, están conformados por perfiles de acero de 15 [cm.] de espesor, que forman un marco rígido y reticulado, el cual va pintado permitiendo una mejor y más rápida limpieza. Poseen 3 alturas y 5 anchos diferentes. El más grande es de 2.7 x 2.4 [m]. Esto permite generar una modulación que posee 2.7 [m] en la horizontal y varía en altura cada 30[cm.]

Por otra parte, los paneles son capaces de soportar una presión de hormigón fresco de 67.5 [KN/m2], lo que equivale a una altura de 2.7 [m] del mismo material.

Figura 15.Modulación de encofrados TRIO



Fuente: Procedimiento de encofrados

Para unir los distintos tipos de paneles se cuenta con una grapa de unión que, con el uso de un martillo, asegura un rápido ajuste y alineación de los paneles. Además, permite compensaciones de más de 10 [cm.] y extensiones de madera hasta 20 [cm.].

Figura 16. . Grapa de unión PERI

Fuente: Procedimiento de encofrados

Las distribuciones de grapas para las uniones verticales y horizontales se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 5. Unión de elementos verticales TRIO

Altura del elemento [m]	Número de grapas
0.9	2
1.2	2
2.7	2

Fuente: Elaboración propia (2011)

Tabla 6. Unión de elementos horizontales TRIO

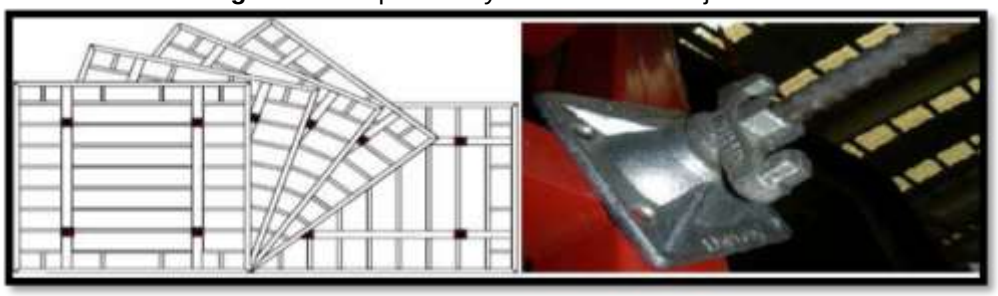
Altura del elemento [m]	Número de grapas
0.3	1
0.6	1
0.9	2
1.2	2
2.4	2

Fuente: Elaboración propia (2011)

Esta grapa resiste 15 [KN] a la tracción y 6 [KN] al corte. El tablero es de madera contrachapada y va cubierto con un producto especial que evita

que la humedad dañe la madera. Posee 21 [mm] de espesor lo que asegura una mayor vida útil; aproximadamente 50 usos en obra. Para asegurar la presión admisible de 67.5 [KN/m2], se disponen 2 líneas de anclaje en la vertical y en la horizontal para paneles de hasta 2.7 [m] de altura; por lo que un panel completo usa 4 anclajes en total.

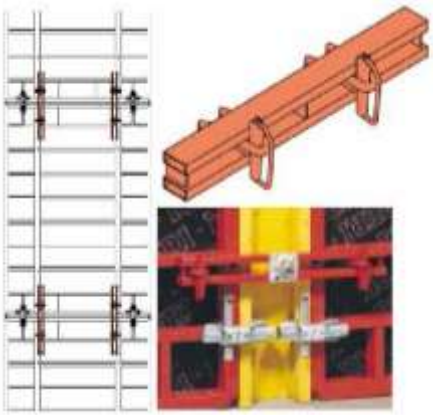
Figura 17. Disposición y sistema de anclaje TRIO



Fuente: Procedimiento de encofrados

Para realizar extensiones en altura y compensaciones de madera de más de 10 [cm.], se utiliza una barra de compensación que actúa como rigidizador. Sus aplicaciones son: ajustes de longitud, extensiones en altura y hormigonado convencional, entre otras.

Figura 18. Barra rigidizadora TRIO



Fuente: Procedimiento de encofrados

Como accesorios al encofrado, existen esquinas interiores y exteriores con ángulos regulables, permitiendo así ajustar el moldaje a la disposición especificada en obra. Si es necesario, el ángulo de dichas esquinas se

puede fijar en 90º. Por otra parte, una plataforma de hormigonado de 1.25 [m] de ancho y 1.25 [m] de alto, que soporta 150 [kg/m2], permite a los obreros trabajar en condiciones de confort y seguridad apropiadas.

EFCO

A diferencia de los encofrados ofrecidos por las empresas anteriormente señaladas, el moldaje PLATE GIRDER de EFCO es metálico, es decir: tanto la estructura del panel como el tablero son de acero. Los paneles tienen un espesor de 21.5 [cm.] y poseen 6 alturas 8 y 10 anchos9 diferentes, lo que junto a las variadas piezas de ajuste elimina el uso de compensaciones de madera en obra.

La conexión y alineamiento de los paneles se lleva a cabo mediante el perno rosca rápida, que es un fijador liviano y de rápido uso que se inserta en la unión de paneles, se le coloca una tuerca y se aprieta utilizando una llave hexagonal. Cuando se requiere una conexión de uso más rápida se puede utilizar en combinación el denominado pasador rápido, que puede reemplazar muchas conexiones apernadas reduciendo aún más los tiempos de ensamble. Además, un solo trabajador puede acarrear del orden de 12 pernos en su cinturón de herramientas.

Figura 19. Perno rosca rápida y pasador rápido EFCO

Fuente: Procedimiento de encofrados

Uno de los beneficios que trae el utilizar estos elementos de unión es que no se necesitan elementos externos que actúen como rigidizadores, ya que la capacidad de trabajo que posee el perno rosca rápida es de 84.5 [KN] a la tracción y 40 [KN] al corte. La cara de contacto con el hormigón está

compuesta por una lámina de acero de 5 [mm] de espesor soldada al marco que conforma el panel. La vida útil teórica de estos paneles es muy alta, ya que supuestamente el acero siempre estaría trabajando en su rango elástico. Sin embargo, considerando las posibles abolladuras del moldaje y que el trato que se les da en obra nunca es el supuesto en la teoría, la vida útil de este encofrado es de 150 usos aproximadamente.

Moldajes trepantes y auto trepantes

Los encofrados trepantes son la derivación de los tradicionales. Se usa un mismo panel que se afirma al muro endurecido por medio de pernos de anclaje que quedan insertos en el hormigón. A pesar de que los moldajes trepantes marcaron un hito en la forma de trabajar con los moldes, disminuyendo los tiempos de montaje y descimbre, el uso de la grúa seguía siendo una limitante. Es por esto que se tecnificó incorporando gatos hidráulicos que hacen subir el moldaje independientemente de la grúa a través de rieles que se fijan al hormigón ya endurecido. A este sistema se le denominó auto trepante.

Elementos que conforman los moldajes trepantes y auto trepantes

Con el objetivo de comprender mejor los elementos que conforman estos sistemas, sedará una explicación general de los elementos que los componen. Como ambas tecnologías son parecidas, se detallarán en manera conjunta agregando al molde auto trepante los gatos hidráulicos y los distintos componentes adicionales que incorpora.

a) Moldajes

b) Elementos de conexión

Como es sabido, en la construcción las pérdidas que se tienen por concepto de pérdida de piezas son muy altas, es por ello que estos sistemas tienen elementos de conexión que se han logrado simplificar aumentando su

tamaño; evitando así pérdidas por traslado desde un frente de trabajo a otro. El sistema de anclaje del molde y de las consolas al muro incorpora piezas que se pueden recuperar a medida que va trepando el sistema, entre las que se encuentran (por cada anclaje): un perno y un cono de anclaje. Por otra parte, existen piezas que quedan embebidas en el hormigón como por ejemplo: una barra de anclaje con hilo a la cual se atornilla el cono por un lado y por el otro una contraplaca o pie de anclaje. Tanto la barra como la contraplaca, al quedar insertas en el hormigón, permiten fijar el sistema al muro.

c) Cilindros y bombas hidráulicas

Estos están presentes sólo en los moldajes auto trepante. La elevación de las consolas, que tienen incorporadas los encofrados y las plataformas de trabajo, se logra a través de cilindros hidráulicos distribuidos uniformemente, los que están conectados a un motor hidráulico que distribuye aceite mediante un circuito de mangueras para que sea posible elevar el sistema de encofrado.

La capacidad de izaje de los cilindros es de aproximadamente 10 [ton] por unidad, la que debe ser mayor a la carga vertical que actúa sobre cada uno de ellos. Este es un punto a considerar en el diseño cuando se determina la separación entre ellos. Dentro de cada cilindro existe una cámara donde se introduce el aceite a presión por medio de mangueras. Esto permite subir un pistón que eleva toda la consola. El cilindro posee en su extremo superior e inferior un cabezal de trepado que se afirma al riel. Se libera el superior al momento de subir la consola de trepado. Luego, se fija el cabezal superior y se libera el inferior para así permitir que el pistón se recupere producto del efecto vacío que se genera al salir el aceite de la cámara. La bomba hidráulica es el conjunto formado por un motor y un estanque de aceite, el cual posee un manómetro para medir la presión

necesaria para distribuir el aceite a presión, mediante mangueras, a los cilindros hidráulicos. Es capaz de abastecer entre 15 y 30 mecanismos de trepado.

La forma de operar el sistema hidráulico completo, bomba y cilindros, es por medio de un control remoto. Con este se puede activar la extensión o retracción de los cilindros con los que se desea trabajar, así como encender o apagar la bomba hidráulica. Como el sistema depende de estos elementos para funcionar, se debe realizar una mantención de los mismos. Particularmente: verificar que las conexiones a la fuente de poder estén operativas; verificar que los cables eléctricos estén en buenas condiciones; chequear que el suministro eléctrico sea el adecuado al número de bombas que se van a mover en conjunto; verificar un correcto funcionamiento de bombas y cilindros hidráulicos; chequear el nivel de aceite del sistema hidráulico en general y verificar que el circuito hidráulico se encuentre en buenas condiciones, particularmente las mangueras que transportan el aceite a los cilindros.

d) Rieles

A diferencia del sistema trepante, en que el encofrado y las plataformas se sostienen directamente en los elementos de conexión puestos en el muro; el sistema auto trepante cuenta con un riel en el que se afirman estos mismos elementos. El riel se apoya sobre bases, que se denominarán cajetines, ancladas al muro de hormigón utilizando los mismos elementos de conexión que los moldajes trepantes. Además, es el medio por el cual los cilindros hidráulicos van trepando. Una vez hormigonado el muro, el molde es desplazado horizontalmente en la plataforma de trabajo perdiendo el contacto con el muro. Luego, el cilindro se encarga de subir el riel que se fija al cajetín puesto en el muro recién desencofrado con los pernos de anclaje insertos en él, para después elevar la estructura completa.

f) Plataformas de trabajo

Tanto el sistema trepante como el auto trepante cuentan con 3 plataformas básicas. La superior es por donde se hormigona; la intermedia o de trabajo es donde se coloca la enfierradura, el moldaje y los pernos de anclaje; la tercera es la de seguimiento, donde se recuperan cono, pernos y se rellenan los orificios dejados por los elementos de anclaje. En la plataforma de seguimiento también se pueden realizar retoques al hormigón de ser necesario. En el caso de los moldes auto trepantes, existe una cuarta plataforma, de las mismas características que la de seguimiento, llamada plataforma de operación. En esta va instalada el sistema hidráulico.

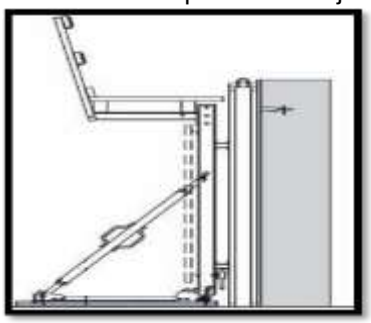
Montaje de moldajes trepantes

Para entender mejor su funcionamiento, en este punto se explicará la secuencia que se emplea para la construcción de muros verticales utilizando moldajes trepantes y auto trepantes.

Encofrado trepante
Primera etapa:

Se coloca la armadura y los pernos de anclaje con sus piezas correspondientes. Luego, se dispone el molde y la unidad de desplazamiento sobre los cimientos de la obra tal como muestra la figura 14. Se nivelan y comienza la primera fase de hormigonado.

Figura 20. Primera etapa del moldaje trepante

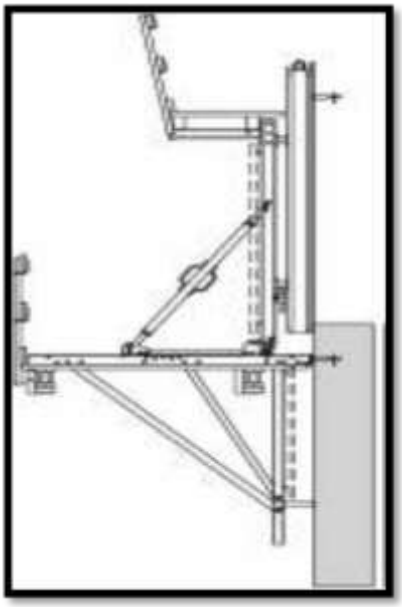


Fuente: Procedimiento de encofrados

Segunda etapa:

Se descimbra. Luego, una vez que el hormigón alcanza una resistencia mínima de 150 [Kg/cm2], se suspende la plataforma de la etapa anterior mediante la grúa y se agrega la plataforma intermedia. Se fija la consola de trepado, se coloca la armadura, los pernos de anclaje y posteriormente se hormigona.

Figura 21. Segunda etapa del moldaje trepante

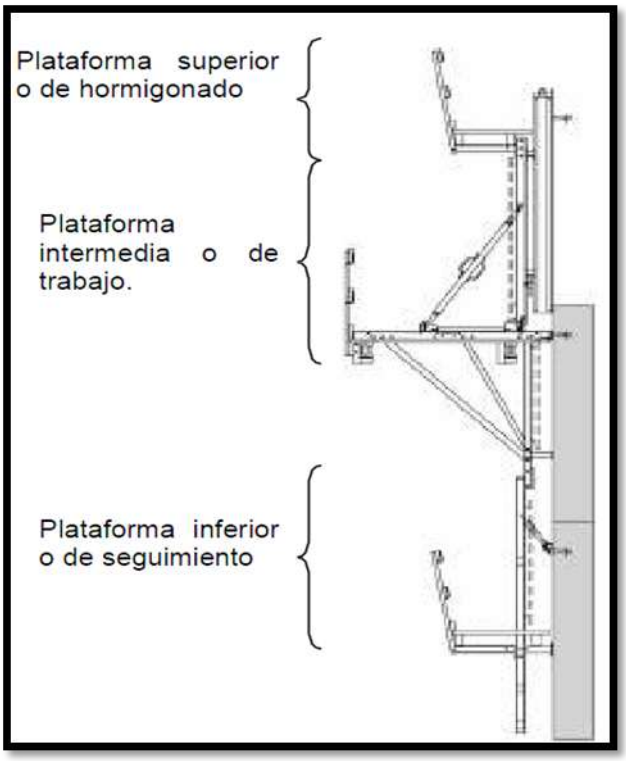


Fuente: Procedimiento de encofrados

Tercera etapa:

Se descimbra mediante un movimiento horizontal de los encofrados por medio de rieles con cremalleras que se tienen en la base de la plataforma intermedia. Cuando el hormigón alcanza una resistencia de 150 [Kg/cm2], se suspende el sistema de la etapa 2 y se completa la unidad agregando la plataforma inferior. Se fijan las consolas de trepado, se coloca la armadura, los pernos de anclaje y posteriormente se hormigona. En esta etapa se completa el sistema trepante a utilizar durante toda la partida de obra gruesa.

Figura 22. Tercera etapa del moldaje trepante

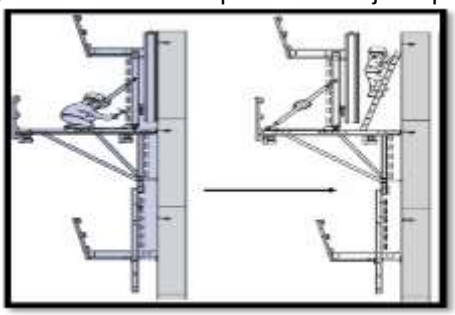


Fuente: Procedimiento de encofrados

Cuarta etapa:

- Se sueltan y se desmontan los anclajes del encofrado.
- Se desplaza hacia atrás la unidad de desplazamiento con el elemento de encofrado y se fija.
- Se preparan los siguientes puntos de suspensión colocando los anclajes con sus piezas correspondientes y se retiran las piezas de anclaje recuperables de la plataforma inferior.

Figura 23. Cuarta etapa del moldaje trepante



Fuente: Procedimiento de encofrados

Moldajes deslizantes

A diferencia de los sistemas trepantes y auto trepantes, estos encofrados no derivaron de ninguna tecnología existente, sino que fue innovación pura desarrollada en EEUU a principios del siglo 20. En un principio tenían una serie de limitaciones por lo que era usada sólo en estructuras simples de hormigón. Estas limitaciones son principalmente porque los métodos de elevación de la época eran mecánicos, lo que no hacía muy eficaz la elevación de los encofrados. Posteriormente, con la aparición de los gatos hidráulicos, la técnica se masificó producto de la rapidez que permite en la construcción.

Este método se ha desarrollado considerablemente en Europa y América del Norte y su uso se ha incrementado en Sudamérica. En Chile la técnica fue introducida en 1953 por la empresa Tasco Ltda. la que, a través de contactos con una empresa sueca, importó los gatos hidráulicos, base del sistema de moldajes deslizantes. En la actualidad no es una técnica masificada en nuestro país, pero se ha ido incorporando lentamente por las razones explicadas anteriormente.

El moldaje deslizante es una técnica que debe estar presente cuando se enfrenta la construcción de elementos verticales de gran altura. Permite construir, en forma continua, con un único encofrado elevado mediante gatos hidráulicos a velocidades que varían entre los 15 [cm/h] y los 30 [cm/h]. Este rango de velocidades existe debido a la variable velocidad de fraguado de los diferentes hormigones y puede representar hasta más de 7 [m] en la vertical cada 24 horas.

Con lo anterior se deduce que es posible obtener economías de materiales, sobre todo de moldaje al tratarse de una sola unidad que va subiendo a lo alto de la estructura. Además se utiliza menos mano de obra y los plazos de construcción se reducen, ya que su velocidad de avance es

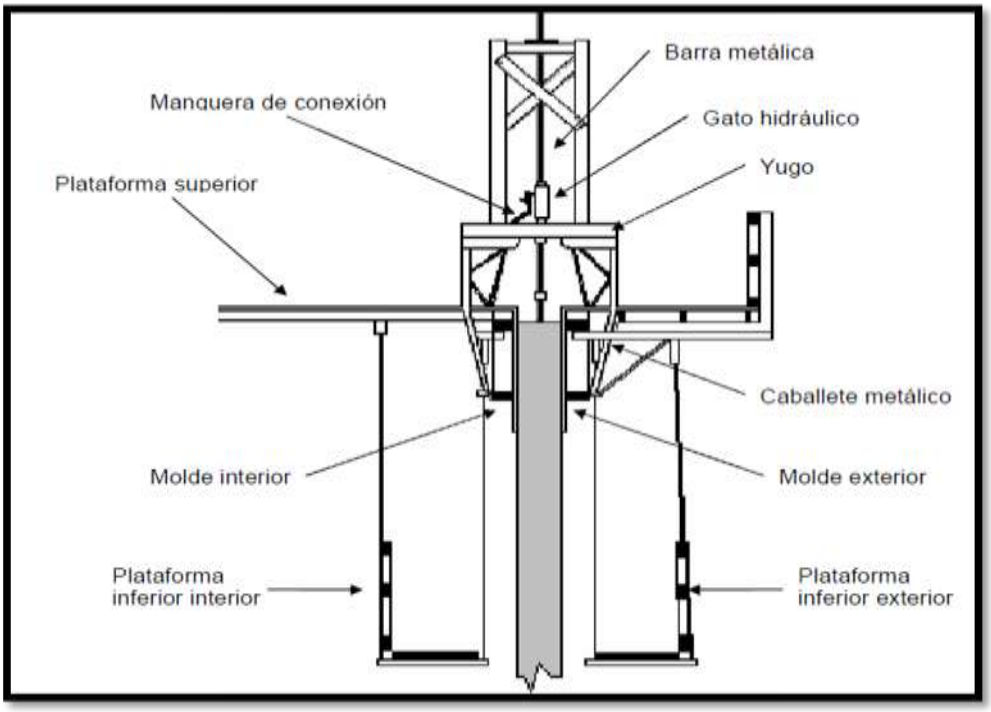
mayor a la de cualquier método existente. La técnica consiste en el uso de un moldaje de muy poca altura, en general de 1 [m] de alto, con la recomendación de que no sea menor a 90 [cm] ni mayor a 1.2 [m] para permitir el correcto armado del sistema. El molde recorre todo el perímetro y muros interiores de la estructura a deslizar. Este molde, de construcción sólida y exacta, es armado a nivel de la fundación o a nivel de inicio del deslizado. Cada cierto trecho se coloca un arnés metálico que afirma y soporta el moldaje, compuesto de dos patas y dos travesaños que sujetan el gato hidráulico que permite la elevación. Este gato se desplaza sobre una barra maciza o hueca de sección circular, de 26 ó 32 [mm] de diámetro, que va apoyada sobre los cimientos o sobre el hormigón endurecido.

De esta forma, el encofrado se apoya sobre los arnés metálicos donde van afirmados los gatos hidráulicos que a su vez se soportan en las barras metálicas señaladas. El hormigón se vierte dentro del molde y a medida que se va endureciendo se va elevando en forma constante el sistema completo.

Se cuenta con una plataforma principal o de trabajo, dispuesta a la altura de los gatos. Esta es una superficie segura desde la cual se opera el sistema. Además permite colocar la enfierradura y el hormigón en el molde. Desde esta cuelgan 1 o 2 plataformas inferiores a uno o ambos lados del muro a deslizar, lo que permite, al igual que en los moldajes trepantes y auto trepantes, controlar la calidad del hormigón después del paso del molde. Desde estas se pueden realizar trabajos de terminaciones y retirar los marcos que han sido dejados para formar vanos propios de la estructuras.

A continuación se presenta un esquema de los componentes que conforman el sistema propiamente (figura 24):

Figura 24. Componentes del sistema de moldajes deslizantes



Fuente: Procedimiento de encofrados

Como el moldaje a utilizar en toda la construcción vertical nace desde los cimientos, antes de operar el sistema hay que tener un cuidado especial en el armado. Para esto existen las siguientes recomendaciones:

- Antes de armar el molde se debe colocar toda la enfierradura inicial, con sus fierros verticales y estribos horizontales, hasta la altura de los travesaños o yugos que soportan los gatos hidráulicos.
- Luego, se inicia el armado del molde partiendo por el tablero interior y su respectivo caballete metálico.
- Posteriormente, se construye la plataforma superior, que va apoyada sobre los moldes interiores.
- Una vez hecho esto se colocan los moldes exteriores, que deben ir muy bien nivelados, con su respectivo caballete metálico.
- Los caballetes interiores y exteriores se unen mediante travesaños o yugos metálicos. A estos se afirman los gatos que quedan conectados

a un compresor mediante un circuito hidráulico, lo que permite operarlos al elevar la presión dentro del circuito.

- Antes de deslizar se deben revisar todos y cada uno de los componentes que constituyen el encofrado.

Matriz de Riesgo

Es una herramienta sencilla que permite realizar un diagnóstico objetivo de la situación global de riesgo de una empresa. Facilitando la participación de los trabajadores operativos y el personal de seguridad en la definición de la estrategia institucional que desee controlar el riesgo en los procesos internos de la empresa.

Una matriz de riesgo efectiva permite hacer comparaciones objetivas entre proyectos, áreas, productos, procesos o actividades de una organización.

Una vez implementada se convierte en soporte conceptual y funcional que permitirá informar a la masa laboral de los niveles de riesgos presentes en las actividades que ejecutan, así como también brinda la facilidad a la organización de contar con el respaldo necesario en materia de seguridad para agilizar futuros procesos de certificación OHSAS 18001.

Accidente

Es todo suceso imprevisto y no deseado que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad y origina una o más de las siguientes consecuencias: lesiones personales, daños materiales y/o pérdidas económicas (COVENIN 2256:2001, Protección radiológica, definiciones. P).

Incidente

Suceso acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo que no implica daños a la salud, que interrumpe el curso normal de las actividades que pudiera implicar daños materiales o ambientales.

Diferencias entre accidente e incidente

Si el accidente es un suceso con daño físico, el incidente, por el contrario, es un suceso que no ha producido un daño a la persona, pero que podría haberlo generado si las condiciones hubieran sido algo distintas. Es en resumen, un suceso o acontecimiento potencialmente productor de daño. (LOPCYMAT, P. 61).

Origen de los accidentes

La causa es una condición insegura, un acto contrario a la seguridad cometido por una persona, o una combinación de ambas cosas. Caídas, quemaduras, lesiones en los ojos, son resultado de accidentes y no pertenecen a ninguna de las dos clasificaciones anteriores. Estas actividades han sido clasificadas en tres campos que se deben tener presente para la identificación de accidentes:

- **Causas técnicas:** son los fallos de las máquinas y equipos, causas originadas en las operaciones mal diseñadas para la seguridad, etc. Estas causas son relativamente fáciles de conocer y de controlar: se descubre dónde está el error dañino y se aplica una medida técnica para corregirlo o reducirlo.
- **Causas Humanas:** son aquellos actos de los trabajadores que por falta de información, formación, atención e interés, producen directamente efectos dañinos.
- **Causas técnicas y humanas:** la existencia de un error técnico más un acto de imprudencia, o el fallo técnico con desconocimiento por el trabajador son fenómenos de este tipo.

Clasificación de los accidentes

Los accidentes se suelen clasificar por su gravedad y si originan o no baja médica.

- **Leves:** Sin baja médica: son aquellos que se caracterizan por una gravedad baja y sin secuelas. Sin embargo, comparativamente tienen una probabilidad de ocurrencia alta (1/100 accidentes por año).
- **Graves:** Con baja médica y mortales: por el contrario, los accidentes graves se caracterizan por una gravedad alta y una probabilidad de ocurrencia baja (1/10000 accidentes por año).

Estimación y valoración de riesgos laborales

Para estimar un riesgo laboral deben tenerse en cuenta tres factores:

- Frecuencia
- Consecuencias.
- Exposición.

La estimación de la probabilidad debe realizarse a través de un análisis estadístico de los accidentes ocurridos en el período de 3 a 5 años para calcular así la frecuencia de ocurrencia de un accidente. Debe aclararse que según José María Cortes Díaz [2000] en prevención de Riesgos Laborales, los términos de probabilidad y frecuencia se utilizan como sinónimo, en realidad se está refiriendo al número de sucesos que ocurren y provocan un cierto daño en un intervalo de tiempo.

El riesgo laboral debe ser valorado cualitativa y cuantitativamente.

Valoración cualitativa: Se utiliza la matriz de análisis de riesgo dada por RMPP (RISK Management and Prevention Program) donde analizándose las probabilidades y las consecuencias de cada riesgo puede obtenerse una valoración cualitativa del mismo.

Valoración cuantitativa: Se utiliza el método de William Fine de la metodología para la valoración del riesgo dada por el Ministerio de Trabajo de Seguridad y Social**.**

RIESGO : P x E x C

Tabla 7. Probabilidad de los riesgos

Probabilidad	Coeficiente
Puede ser esperado en cualquier momento	10
Es muy posible que ocurra (50% de probabilidad)	6
Poco usual pero posible	3
Muy poco usual	1
Concebible pero muy poco usual	0.5
Prácticamente imposible	0.2

Fuente: http://www.megapuntes.com.ar/auditoria/Metodologia_riesgo.pdf

Tabla 8. Exposición de los riesgos

Exposición	Coeficiente
Continuamente (permanente)	10
Frecuentemente (una vez al día)	6
Ocasionalmente (una vez a la semana)	3
Infrecuentemente (una vez al mes)	2
Eventualmente (unas pocas veces al año)	1
Remotamente posible (una vez al año)	0.5

Fuente: http://www.megapuntes.com.ar/auditoria/Metodologia_riesgo.pdf

Tabla 9. Consecuencias de los riesgos

Consecuencias	Coeficiente
Catástrofes	100
Desastres- algunos daños	40
Muy serias - algunos daños	15
Serias - algunos daños	7
Importantes - algunos daños	3
Perceptibles – daños menores	1

Fuente: http://www.megapuntes.com.ar/auditoria/Metodologia_riesgo.pdf

Aspectos legales

Delegados de Prevención registrados ante INPSASEL: Son representantes de los trabajadores que no forman parte de la dirección (jefe, supervisor, coordinador, entre otros) y su finalidad es participar junto con el empleador en las mejoras del ambiente laboral, para la acción preventiva y la promoción de la salud y seguridad en el trabajo, y de este modo promover y fomentar la cooperación de los trabajadores y trabajadoras en la ejecución de la normativa sobre condiciones y ambiente laboral.

Normas Técnicas (LOPCYMAT): El artículo 56, numeral 7 de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo establece elaborar con la participación de los trabajadores y las trabajadoras en la elaboración del programa de seguridad y salud Laboral, la elaboración de la política, entre otros con relación a la seguridad y salud laboral.

Artículo 237 de la Ley Orgánica del Trabajo: Establece ningún trabajador podrá ser expuesto a la acción de agentes físicos, condiciones ergonómicas, riesgos psicosociales, agentes químicos, biológicos o de cualquier otra índole, sin ser advertido acerca de la naturaleza de los mismos, de los daños

que pudieren causar a la salud, y aleccionado en los principios de su prevención.

Normas venezolana COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales)

La comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN esta norma surgió del establecimiento de la normalización en el país en el año 1958. Esta comisión es un cuerpo colegiado que asesora al Ministerio de Fomento y que está integrado por los elementos del sector público y del privado. La garantía o prueba de determinado producto elaborado en Venezuela, que haya cumplido todos los requisitos y que ha sido objeto de certificación de calidad, se tiene con la adquisición del sello o marca Norven y su exhibición en determinado producto significa que este fue elaborado de acuerdo a los requisitos del comité venezolano de normas industriales COVENIN y bajo las rigurosas pruebas y controles establecidos para así lograr una óptima calidad.

Actualmente COVENIN cuenta con una unidad operativa, representada en la dirección de normalización y certificación del control de calidad, que tiene inherencia en las cuestiones técnicas inherentes a la información y aplicación de las reglas que orientan las actividades de normalización y control de calidad, en Venezuela.

Normas para la construcción

Normas ASTM International

Proporciona herramientas, en forma de normas, para diseñar y construir estructuras que cumplan con los requerimientos del código, es revisada anualmente por grupos del código. De esta manera, ASTM Standards in Building Codes incorpora la lista de normas más actualizada de estos códigos: Las normas ASTM las usan individuos, compañías y agencias

en todo el mundo. Los compradores y vendedores incorporan normas en sus contratos; los científicos e ingenieros las usan en sus laboratorios y oficinas; los arquitectos y diseñadores las usan en sus planos; las agencias gubernamentales de todo el mundo hacen referencia a ellas en códigos, regulaciones y leyes; y muchos otros las consultan para obtener orientación sobre muchos temas.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se mostrará el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Se expondrá la manera como se va a realizar el estudio, los pasos para realizarlo, presentando las reglas que permitirán crear, acumular o solucionar el problema descrito.

Tipo de investigación

Según el nivel la investigación es de tipo descriptiva porque se van a realizar caracterización de los encofrados deslizantes y trepantes con la finalidad de establecer una comparación entre ambos, además de identificar los riesgos que existen de acuerdo a las actividades que se realizan para la construcción de encofrados. Arias F. (2006) dice que “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p.24).

Diseño de la investigación

Según el diseño, la investigación es de tipo documental y de campo. Documental porque se requiere de la utilización de referencias bibliografías, manuales, libros, trabajos de grados y normas relacionados con la construcción y de los métodos a aplicar para la comparación de los encofrados y de campo porque muchos de los datos de interés serán tomados directamente de la realidad donde ocurren los hechos.

Unidades de análisis

Población

Según Áreas F. (2006) La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las Conclusiones de la investigación (p.81). Para efectos de esta investigación se consideró como la totalidad de la población toda la estructura de toma conformada por 5 monolitos, ellos están identificados en toda la obra por numero con un total de 18 monolitos que conforman el proyecto Hidroeléctrico Tocoma, en obra de toma se encuentran en construcción los monolitos 5, 6, 7, 8, 9 constituidos por pilas que serían el objeto de estudio extrema1, intermedia 1, intermedia 2, pila central, intermedia 3, intermedia 4, extrema2 todas ellas formando un monolito con dos unidades generadoras.

Muestra

La muestra que se considera para efectos de estudio son el monolito 07 y 09 debido a que en estos monolitos se están empezando a realizar los trabajos de encofrados deslizantes y trepantes logrando tener un mayor alcance al momento de evaluar estos sistemas constructivos y los principales problemas y avances que tenga uno con respecto al otro.

Areas F. (2006) dice que, la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible (p.83).En este sentido, una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido.

Técnicas o instrumentos de recolección de datos

Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular e obtener datos o información. Dentro de las técnicas a utilizar para llevar a cabo la investigación se tienen:

- **Observación directa:** Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. En este caso se observará el proceso de construcción de los encofrados deslizantes y trepantes, logrando de esta manera lograr conocer la situación en estudio y obtener el mayor número de datos.

- **Entrevistas no estructuradas:** Permite que el entrevistador formule preguntas no previstas durante la conversación. El entrevistador inquiere sobre diferentes temas a medida que se presentan, en forma de una práctica común. Según Areas F. (2006) la entrevista, más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un dialogo o conversación "cara a cara", entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida (p.73). Esta técnica permitirá la comunicación entre los trabajadores que se encuentran involucrados en la construcción de los monolitos con los diferentes tipos de encofrados y que con su experiencia pueden suministrar información valiosa que a través de otras técnicas no se podrán conseguir.

- **Análisis de contenido:** El Análisis de Contenido es una técnica que permite reducir y sistematizar cualquier tipo de información acumulado (documentos escritos, films, grabaciones, etc.) en datos, respuestas o

valores correspondientes a variables que investigan en función de un problema. El Análisis de Contenido, se puede definir como “una técnica de codificación, donde se reducen grandes respuestas verbales a preguntas esenciales en categorías que se representan numéricamente” (Doris MUEHL; Análisis de Contenido en el Centro de Investigaciones; Instituto de Investigaciones Sociales; Universidad de Michigan U.S.A. Separata mimeo. S/f. Pp. 1-25). En este sentido para esta investigación se revisaran y analizan fuentes bibliográficas, tesis, manuales, procedimiento relacionados con el tema de encofrados y de las técnicas a aplicar para la comparación entre los distintos tipos.

Dentro de los instrumentos a utilizar se encuentran:

- Libreta.
- Computadora.
- Cámara digital.
- Pen drive.

Áreas F. (2006) dice que, “un instrumento de recolección de datos es cualquier, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p.69).

Procedimiento de recolección de datos

Son todas aquellas operaciones aplicadas a los datos obtenidos a través de las técnicas de recolección. El procedimiento que se siguió para el desarrollo de la presente investigación se enuncia a continuación:

1. Planificación del proceso de investigación, la cual será basada en la elaboración del plan de seguimiento o cronograma de actividades, estrategias y estructura de la investigación y del informe.

2. Selección de los instrumentos de recolección de datos para recabar la información necesaria para el estudio.

3. Diagnóstico de la situación actual de los encofrados utilizados en la estructura de toma y el avance que tienen al momento de empezar la investigación, específicamente en el monolito 07 y 09; recolección de datos e información, utilizándose la observación directa, para la descripción de los equipos, materiales, maquinarias que son utilizados para el armado de los encofrados tanto trepante como deslizante.

4. Recolección de información (procedimientos de vaciados, precios unitarios, descripción del proceso, riesgos asociados a las actividades entre otros) por medio de entrevistas a los inspectores y al personal que labora en obra de toma así como también al personal administrativo del Consorcio OIV TOCOMA.

5. Análisis de los precios unitarios de los recursos que intervienen en el proceso de encofrados, para obtener valores reales de costos de mano de obra directa, maquinarias, plantas, equipos de construcción y materiales consumibles.

6. Determinación de las variaciones más significativas entre los costos que existen entre los encofrados deslizantes y los trepantes con el fin de garantizar cual proceso es más factible económicamente y cual tiene mejor desempeño, logrando estimar el aporte que tienen para obtener el avance esperado en el Proyecto Hidroeléctrico Tocoma y desarrollo de las posibles mejoras y recomendaciones.

7. En base a los resultados obtenidos, realizar una comparación técnica y una evaluación económica que permita comparar los encofrados trepantes

con la nueva tecnología de encofrados deslizantes con el fin de garantizar que la obra culmine en el tiempo estimado utilizando la mejor opción de encofrados.

8. elaboración de la matriz de riesgo para el sistema constructivo de encofrados.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

A continuación se presentan los análisis y los resultados obtenidos del estudio realizado a los encofrados deslizante y trepante.

De acuerdo a investigaciones realizadas y en los antecedentes estos resultados estarán basados en la especificaciones de los encofrados trepante y deslizante, en los rendimientos que tienen cada uno, los costos asociados y riesgos de las actividades inherente a los encofrados. Se analizaron las ventajas y desventajas que tiene uno con respecto al otro logrando tener una idea de que sistema tiene mayor rendimiento para acelerar los trabajos de encofrados, se determinaron los costos asociados a mano de obra, maquinarias y materiales permitiendo realizar una comparación económica; en el aspecto de seguridad se identificaron los riesgos asociados a las distintas actividades pudiendo determinar el nivel de riesgo de acuerdo a la probabilidad, exposición y consecuencias de los mismos.

De acuerdo al procedimiento metodológico utilizado, el cual fue descrito en el capítulo IV se pudieron obtener los siguientes resultados:

Especificaciones técnicas y de ejecución de los encofrados

Encofrado trepante

El encofrado trepante, es en el que se realiza el hormigonado discontinuo, es decir, es necesario despegar el encofrado del hormigón para poder

desplazarlo, con lo que se requieren sucesivas puestas del mismo hasta lograr la altura deseada.

Metodología constructiva

Los sistemas trepantes están compuestos por plataformas situadas a diversos niveles.

- Plataforma de hormigonado/consola de trabajo o superior de vela: Cuya función es facilitar el hormigonado, vibrado y las comprobaciones previas al mismo.
- Plataforma inferior de vela: Cuya función es facilitar la colocación / retirada de las barras roscadas, así como de los elementos de cierre entre encofrados. Si la altura del encofrado es pequeña, es decir, se pueden colocar barras roscadas y elementos de cierres desde la plataforma principal, esta plataforma no se realizará.
- Plataforma principal/plataforma trepante: Es la plataforma más amplia de trabajo y sobre ella se realiza la mayor parte del trabajo, ajuste, aplome, así como la colocación de la ferralla etc.
- Plataforma de recuperación de conos/plataforma inferior trepante o suspendida o plataforma inferior: sobre la que se realizan las operaciones de acabado, ya sea retirada de conos, sellados, atado de encofrados, etc.
- Los medios auxiliares que se pueden emplear en las labores de realización de encofrados trepantes son:
  - Andamios de borriquetas
  - Andamios tubulares
  - Cadenas, estrobos y eslingas
  - Castilletes/torretas de hormigonado
  - Escaleras de mano
  - Escaleras tubulares

• Ganchos y mordazas
• Puntales
• Tensores/ torna puntas
• Manguera y tubería para vertido de hormigón
• Cubo hormigonado
• Herramientas manuales

Secuencia y métodos de ejecución

Los encofrados trepantes están compuestos por moldes de altura variable según las exigencias del edificio a construir. Estos van anclados a los muros ya hormigonados mediante pernos de anclaje que van siendo dejados en la etapa anterior. El ciclo del moldaje es de 4 días aproximadamente, los que se distribuyen de la siguiente manera:

- Día 1: Se colocan las enfierraduras.
- Día 2: Se prepara y se coloca el moldaje en el muro ya enfierrado.
- Día 3: Se hormigona el muro.
- Día 4: Se espera que el hormigón alcance la mínima resistencia para poder empezar nuevamente el ciclo.

Si se quiere minimizar el tiempo de este ciclo, se puede construir la armadura en terreno, subirla ensamblada y colocarla con la grúa a medida que se va subiendo el molde trepante. Como en todo proceso constructivo inicialmente los tiempos pueden ser mayores, sin embargo, al ser un proceso repetitivo, la eficiencia va aumentado debido al aprendizaje que los operarios van ganando entre cada puesta.

Encofrado deslizante

El encofrado deslizante está constituido a base de moldes, generalmente se fabrican con componentes metálicos estructurales o

tubulares. Tienen la propiedad de ir desplazándose hacia las áreas por encofrar, una vez fraguado el concreto de la anterior.

Metodología constructiva

El sistema de encofrado deslizante está constituido por los elementos estructurales que se detallan a continuación:

- Barra lisa de 25 mm de diámetro en acero SAE 1020.
- Gato hidráulico con capacidad de 3,5 toneladas métricas.
- Panel metálico deslizante.
- Andamiaje de trabajo superior.
- Soporte metálico reticular.
- Andamiaje de trabajo inferior.
- Guías metálicas.

Secuencia y métodos de ejecución

- La barra corre a lo largo de toda la estructura a ser deslizada y está sujeto a la viga de soporte superior mediante un tornillo de fijación. La barra trabaja a tracción, permitiendo al gato hidráulico que está colocado en la parte superior del encofrado deslizante ejecutar el izamiento del conjunto.
- La barras están soportadas por la viga superior de soporte, que a su vez se apoya a las torres formadas por armaduras reticulares las cuales absorben el empuje del concreto sobre el panel deslizante, durante la etapa de vaciado o hormigonado.
- Cada 3 metros de altura se colocan filas de tensores horizontales, cuya función es absorber y reducir las fuerzas horizontales actuantes sobre cada una de las guías verticales y de esta forma, arrastrar para garantizar la verticalidad del sistema.

- Estos tensores se remueven progresivamente durante el proceso de deslizado, para permitir el paso del encofrado durante la operación de izamiento.
- Luego del inicio del fraguado, apenas el concreto presenta la resistencia suficiente y después que el encofrado se haya desplazado hasta una cola superior (para no interferir con las operaciones de deslizamiento de los paneles), las torres verticales se sujetan sucesivamente a la estructura vaciada por medio de tornillos de fijación. La operación se ejecuta directamente desde la plataforma inferior del encofrado deslizante.
- En la parte superior del encofrado se colocan 2 unidades de gatos hidráulicos por panel, de esta forma el sistema permite las operaciones de izamiento de los encofrados (con una velocidad de deslizamiento no superior a los 20 cm/hora, valor que depende también de las dimensiones del vaciado, del equipo de distribución de concreto y del tiempo de fraguado de la mezcla.

Ventajas y desventajas de los encofrados trepantes:

Las diferentes tecnologías presentan una serie de ventajas y desventajas que pueden hacer la diferencia en el momento de escoger una para realizar una construcción.

Ventajas

- **Armado simple del moldaje**: Las piezas de los encofrados utilizados son de grandes dimensiones. Ello, sumado a lo sencillo que es la colocación de los elementos de conexión, hace que sean fáciles de armar, por lo que no se hará necesario tener varios especialistas en terreno supervisando el armado. Sólo bastará con uno.

- **Reducida mano de obra especializada:** En el caso de los encofrados trepantes, al ser una técnica relativamente sencilla, basta con que haya un técnico en obra que supervise la correcta instalación de todo el sistema. Como todas las labores van siendo supervisadas por los especialistas en terreno, no se hace necesario que los obreros tengan conocimientos técnicos del funcionamiento de los sistemas, ya que, a medida que avanza la obra, van aprendiendo cómo se suelta el encofrado del muro y cómo se colocan correctamente los pernos de anclaje. A pesar de que los obreros cuentan con una capacitación especial para el uso de estas tecnologías, igual se cometen errores. Es por ello que el período crítico de construcción es durante el desarrollo de los primero ciclos; donde los especialistas hacen mayores intervenciones.

- **Reutilizaciones del equipo**: Las consolas de trabajo, al igual que los paneles, están compuestas por elementos de acero, por lo que no sufren un daño considerable durante la construcción del edificio, pudiendo reutilizarse muchas veces. Además, como los encofrados permanecen unidos a las consolas, sufren menos daño por mal trato en obra. El único elemento que se cambia durante la obra es el tablero de los paneles. Si este es de madera, se cambia fácilmente y por un bajo costo. Si es metálico, se arregla o cambia debido a deformaciones o abolladuras que pueda sufrir durante el proceso constructivo.

- **Buena terminación en los muros:** Se logran buenas terminaciones en los muro de hormigón, los que generalmente no requieren de tratamientos superficiales después de descimbrar. Además, se cuenta con plataformas de seguimiento para reparar o dar un mejor acabado a los muros ya hormigonados. Hay que tener especial cuidado

cuando: se arma el molde, se vibra el hormigón y se descimbra el molde; actividades críticas para el buen acabado final. Si se controla la buena ejecución de las actividades anteriormente señaladas, es posible llegar a terminaciones al nivel de muros arquitectónicos, que exigen hormigones a la vista de muy buena calidad.

- **Capacidad de hormigonar muros de gran altura:** Para ambos sistemas, se puede hacer un montaje y superposición de paneles que permite hormigonar muros de hasta 6 [m] de altura, obteniendo mayores rendimientos y la posibilidad de alcanzar grandes alturas en pocos ciclos de trabajo. Para verter el concreto a esta altura es necesario que: se vacié utilizando mangas 12 y el hormigón o concreto tenga una buena cohesión tal que cuando choque con la enfierradura no se segregue y posea buena fluidez (relación adecuada entre agua y finos). Para una densidad de armadura muy grande, se pueden agregar aditivos y lograr así conos mayores a 10, usados para hormigonar desde grandes alturas.

Desventajas

- **Uso de la grúa:** La grúa es una máquina que puede cumplir funciones en todas las partidas de una obra gruesa. Sube material como fierros y hormigón (salvo cuando este se bombea) y es la encargada de los movimientos verticales de los encofrados trepantes. Por lo tanto, en caso de cualquier falla y por mucho que se encuentren soluciones para trasladar fierros y hormigón, para el caso de los moldajes trepantes se suspende el izado hasta que sea reparada.

- **Endurecimiento del hormigón:** Para cumplir con los ciclos de hormigonado explicados anteriormente se debe alcanzar la resistencia

mínima de 150 [Kg/cm2] para poder descimbrar a las 24 horas de hormigonado. Para esto se deben utilizar hormigones que permitan estas características, ya sean con dosificaciones con baja razón A/C, utilizando cementos de alta resistencia o incorporando acelerantes para disminuir el tiempo de fraguado. Las condiciones climáticas pueden ser un factor que juegue en contra del endurecimiento del hormigón, ya que con tiempos fríos este fragua más lento, con lo cual no alcanzaría la resistencia en los tiempos previstos, lo que generaría un retraso en los rendimientos y en consecuencia un encarecimiento del sistema.

- **Juntas de hormigonado:** Tomando en cuenta los ciclos de hormigonado de ambos sistemas, al descimbrar un muro y hormigonar la continuación de este, van a pasar por lo menos 2 días, tiempo suficiente para asegurar un endurecimiento. Luego, como no se tiene un hormigonado en forma continua, se producirán juntas frías, las que si no son tratadas disminuyen la resistencia final de la estructura.

- **Pérdida de piezas:** Tanto los moldes como las consolas de hormigonado van dejando una serie de piezas embebidas en el hormigón para asegurar su anclaje al muro. Estas son irrecuperables y constituyen una pérdida.

Ventajas y desventajas de los encofrados deslizantes

En este punto se tratarán las principales ventajas y desventajas que presenta el sistema de encofrados deslizantes; características que son evaluadas cuando se debe escoger una alternativa para una determinada construcción.

Ventajas

- **Juntas de hormigonado:** Las juntas de hormigonado, a diferencia de los sistemas trepantes, representan una ventaja para los encofrados deslizantes. Esto es porque al ser un proceso continúo, no se producen juntas frías, por lo que la resistencia final de la estructura será mayor. Además no se debe recurrir a morteros para su tratamiento. La única forma de tener juntas frías usando este sistema es por un problema de detención del deslizado, lo que no ocurre en la generalidad de los casos.

- **Menores recursos utilizados:** La metodología de construcción con moldajes deslizantes es repetitiva, siempre se realiza el mismo procedimiento y los trabajadores realizan trabajos específicos, por lo que se van especializando y mejorando a medida que avanza la obra. Esto genera los altos rendimientos presentados anteriormente. Por la rapidez con la que se ejecuta la construcción, se logran economías en recursos como mano de obra y materiales. Además, como es un proceso continuo, la planificación de la obra obliga a tener los materiales exactos al pie de la obra para ir cumpliendo con las diferentes etapas, evitando así la conocida pérdida de materiales por tenerlos acopiados por mucho tiempo.

- **Buena terminación en los muros**: Como se dijo, al ir deslizando el molde no se producen juntas frías, por lo que las marcas sobre la superficie de los muros hormigonados son producidas por el arrastre del molde. Sin embargo, la terminación sigue siendo lisa, con la posibilidad de ser fácilmente tratada en las plataformas inferiores, ya que el hormigón bajo el molde no se encuentra completamente endurecido.

- **Reutilizaciones del equipo:** Los materiales utilizados durante la elevación como: yugos, caballetes, gatos bombas y elementos de conexión no sufren mayores daños; por lo que con una adecuada limpieza y mantenimiento de cada componente quedan listos para ser reutilizados en otra obra. Los gatos son los más delicados del listado, ya que se deben desarmar, limpiar cada componente, cambiar los resortes vencidos y afilar los dientes de agarre de los cabezales trepadores a las barras metálicas. El elemento que más sufre es el molde debido a su constante roce con el hormigón. El mayor problema para su reutilización es que se debe usar en una obra de similares características porque, como se dijo anteriormente, los moldes son creados para la obra en particular. Las barras metálicas se pueden recuperar una vez finalizada la obra siempre y cuando la mano de obra no resulte más cara que las propias barras.

Desventajas

- **Mano de obra especializada**: Como no es una técnica muy utilizada, es necesario tener en obra técnicos expertos que puedan solucionar y prever todo tipo de problemas que puedan ocurrir, por ejemplo con las bombas y gatos hidráulicos, ya que un mal funcionamiento de estos puede provocar hasta una detención prolongada del deslizamiento. Adicionalmente, los trabajadores deben estar familiarizados con la forma de operar el sistema para que puedan realizar sus labores en forma eficiente y segura. El sistema funciona correctamente si se asegura la continuidad del deslizado. De lo contrario se producen grades pérdidas por la detención de la obra. Es por ello que la ejecución de ésta debe estar supervisada por un ingeniero que conozca profundamente el funcionamiento del sistema. Además, como se trata de un trabajo en altura, los trabajadores deben estar

previamente capacitados para cumplir con las normas de seguridad de un trabajo con estas características.

- **Armado y montaje precisos:** Los problemas de desplomes y giros de la estructura están directamente relacionados con el correcto armado y montaje de las piezas de sistema, tales como los moldes, caballetes, yugos, etc. Si los moldes no quedan perfectamente nivelados y con si conicidad correspondiente se producirán estos problemas desde el inicio de la elevación de la estructura.

- **Rigurosa revisión antes y durante de la elevación**: Antes de partir con el izado de la estructura deslizante, se debe revisar y probar cada componente para evitar parar la obra en reiteradas ocasiones. Además, se necesita tener un duplicado en obra de cada maquinaria, porque los repuestos de estas no se encuentran con facilidad en el mercado. La nivelación y conicidad de los moldajes debe ser revisada rigurosamente junto a la seguridad de las plataformas de trabajo. Hay que tener en cuenta, en el caso de encofrados deslizantes, que generalmente no se paga por un servicio a una empresa externa, sino que es la misma empresa constructora la que implemente la solución en una obra determinada, por lo que el ingeniero a cargo es el que debe revisar cada componente del sistema, ya que la responsabilidad frente a una falla cae directamente sobre él.

- **Limitación en el espesor de muros a construir:** Si se analiza físicamente el proceso de deslizado, el peso del hormigón que se encuentra dentro del molde debe ser mayor a la fuerza de roce que se produce entre el hormigón y las 2 caras del molde que están en contacto con este. Si esto no ocurre, el molde arrastra el hormigón. Si bien la fuerza de roce depende del estado del molde (liso o rugoso),

de la dosificación del hormigón y de la compactación del mismo, se recomienda no construir muros de espesores menores a los 15 [cm].

A continuación se presenta un resumen comparativo entre el encofrado trepante y deslizante (tabla 10):

Tabla 10. Resumen comparativo

Resumen comparativo	
Encofrado trepante	**Encofrado deslizante**
Los encofrados trepantes a diferencia de los deslizantes van anclados al hormigón por medio de pasadores roscados. Tan pronto como el hormigón vertido fragua hasta alcanzar la resistencia requerida, se retiran los anclajes roscados, se sube el encofrado a la siguiente altura a hormigonar, se ancla y se prepara para el vertido de hormigón.	El encofrado deslizante es empujado hacia arriba por los gatos, a medida que el hormigón va fraguando, y la colocación de la armadura y el hormigonado prosiguen sin interrupción. Esto significa que el trabajo debe proseguir, día y noche, sin interrupción.
Es más largo el tiempo de ejecución ya que los vaciados se realizan cada tres metros con una parada aproxidamente de 4 a 7 días para preparar el siguiente vaciado.	Se reduce el plazo de ejecución, al realizarse la estructura sin paradas.
La velocidad de ejecución con rendimientos de 270 m^3 durante 4 días.	Velocidad de ejecución, con rendimientos entre 106 m^3/día a 120 m^3/día
Como no se tiene un hormigonado en forma continua, se producirán juntas frías, las que si no son tratadas disminuyen la resistencia final de la estructura	Las juntas de hormigonado, a diferencia de los sistemas trepantes, representan una ventaja para los encofrados deslizantes. Esto es porque al ser un proceso continuo, no se producen juntas frías.
Al ser una técnica relativamente sencilla, basta con que haya un técnico en obra que supervise la correcta instalación de todo el sistema.	Como no es una técnica muy utilizada, es necesario tener en obra técnicos expertos que puedan solucionar y prever todo tipo de problemas que puedan ocurrir, por ejemplo con las bombas y gatos hidráulicos.

Resumen comparativo	
Encofrado trepante	**Encofrado deslizante**
El personal encargado de ejecutar los trabajos tienen más experiencia, lo cual disminuye en gran porcentaje los accidentes, debido a que las actividades y riesgos son conocidas	Debido a que es una tecnología poco usada los riesgos que se derivan de ella son mayores por el desconocimiento del personal encargado de ejecutar las actividades inherentes al encofrado.

Fuente: Elaboración propia (2011)

A continuación se presentan los Equipos y maquinarias utilizados en la construcción de los encofrados deslizantes y trepantes (Tabla 11).

Tabla 11. Equipos y maquinarias

Encofrado trepante (monolito 7)	Cant.	Encofrado deslizante (monolito 9)	Cant.
Camiones mezcladores	3	Camiones mezcladores	3
Brazo lanzador	1	Carro bomba	1
Bombeadores de concreto	1	Vibradores Neum 03” Princ.	4
Vibradores Neum 03” Princ.	4	Vibradores Neum 03” repuesto	4
Vibradores Neum 03” repuesto	4	Compresor cap. 750 PSM	1
Compresor cap. 750 PSM	1	Camión 350	1
Camión 350	1	Grúa peiner	1
Grúa potain	1	Electrosoldadora	2
Baldes cap. 0.75 m3	1		
Grúa telescópica	1		
Grúa peiner	1		
Electrosoldadora	1		

Fuente: Elaboración propia (2011)

La tabla 12 que se muestra a continuación refleja la Mano de obra utilizada en la construcción de los encofrados deslizantes y trepantes.

Tabla 12. Mano de Obra

Encofrado trepante (monolito 7)	Cant.	Encofrado deslizante (monolito 9)	Cant.
Encargado general	1	Encargado general	1
Caporal (vaciados)	2	Caporal (vaciados)	1
Carpinteros	4	Carpinteros	8
Cabilleros	4	Cabilleros	6
Vibradoristas	10	Vibradoristas	8
Operadores	2	Operadores	2
Ayudantes	5	Ayudantes	5
Chóferes	3	Electricistas	2
		Albañiles	6
		Montadores	6
		Chóferes	4
		Soldador	3

Fuente: Elaboración propia (2011)

Rendimientos para los distintos tipos de encofrados

Cada monolito esta conformado por varias pilas dentro de las cuales tenemos pila intermedia, pila central y extrema, los rendimientos fueron calculados para cada una de ellas de la siguiente manera:

Rendimiento de la partida = cantidad de la partida/duración de la partida

Trepante

Para una pila intermedia:
R= 1060m3/36 días = 29.4 m^3/día

Para una pila central:
R= 1400m3/ 36 días = 38.9 m^3/día

Para una pila extrema:
R= 1300m3/36 días = 36.1 m^3/día

Deslizante:
Para una pila intermedia:
R= 1060m3 / 9 días = 117.77 m^3/día

Para una pila central:
R= 1400m3/ 9 días = 155.5 m^3/día

Para una pila extrema:

R= 1300m3/9 días = 144.4 m^3/día

A continuación se muestra la tabla 13 con el resumen de cada sistema constructivo de acuerdo a las pilas que lo conforman:

Tabla 13. Rendimientos

Rendimiento (m3/día)	
Trepante	
Para una pila intermedia	29.4
Para una pila central	38.9
Para una pila extrema	36.1
Deslizante	
Para una pila intermedia	117.77
Para una pila central	155.5
Para una pila extrema	144.4

Fuente: Elaboración propia (2011)

Observando los distintos rendimientos para los diferentes encofrados utilizados en las pilas que conforman el monolito 7 y 9, se pudo determinar que los encofrado deslizante tienen mayor rendimiento , lo que nos permite decir que el sistema constructivo con deslizante es una buena alternativa al momentos de escoger una técnica para acelerar los procesos de construcción.

Costos asociados al valor real de construir el monolito 07 con el encofrado trepante

Mano de obra Directa

Horas-hombre = nº personas * nº horas/día * total días de trabajo

Costo de Mano de Obra Directa = nº personas * nº hr/día * total días de trabajo * salario

Estos cálculos se realizaron para cada uno de los cargos descritos tanto para el encofrado trepante y deslizante tal como se muestra a continuación en las tablas 14 y 15:

La duración de la partida para un monolito 7 con trepante es de 252 días.

Ejemplo para el cálculo de mano de obra:

Vibradoristas

Horas-hombre = 10* 8 * 252 = 20160 H-H

Costo de Mano de Obra Directa= 10 * 8 * 252* 830 = 16.732.800 Bs.

Maquinaria

Costo total= nº maquinas*nº hr/dia * total de días de trabajo* Bs/hr

Ejemplo para el cálculo del costo de maquinarias:

Camiones mezcladores= 3*8*252*467= 2.824.416 Bs.

Materiales y consumibles

Costo total= cantidad de material * Bs/unidad

Acero de refuerzo= 5806 * 4 = 23.224 Bs.

Tabla 14. Análisis de los costos asociados al encofrado trepante

Trabajo a ejecutar: Construcción de monolito con encofrado trepante

Cantidad de la partida: 252 días

Mano de obra

Encofrado trepante (monolito 7)	Cantidad	N ° de horas trabajadas por días	Salario	Costo Total	Total Horas Hombre
	N ° de personas	Hr/día	Bs/Hr	Bs.	H-H
Encargado general	1	8	90,1	181641,6	2016
Caporal(vaciados)	2	8	204	822528	4032
Carpinteros	4	8	332	2677248	8064
Cabilleros	4	8	332	2677248	8064
Vibradoristas	10	8	830	16732800	20160
Operadores	2	8	288	1161216	4032
Soldadores	2	8	166	669312	4032
Ayudantes	5	8	442,5	4460400	10080
Chóferes	3	8	249	1505952	6048
Total de Mano de obra				30888345,6	66528
Factor de carga social			340,50%	105174816,8	
Costo total de mano de obra				136063162,4	

Maquinaria y equipos

Encofrado trepante (monolito 7)	Cant.	N ° de horas trabajadas por días	Salario	Costo total
	N ° de maquinaria	Hr/día	Bs./Hr	Bs.
Camiones mezcladores	3	8	467	2824416
Brazo lanzador	1	8	768	1548288
Bombeadores de concreto	1	8	489	985824
Vibradores Neum 03" Princ.	4	8	90	725760
Vibradores Neum 03" repuesto	4	8	90	725760
Compresor cap. 750 PSM	1	8	109	219744
Camión 350	1	8	166	334656
Grúa telescópica	2	8	800	3225600
Grúa potain	1	8	877	1768032
Grúa torre peiner	1	8	885	1784160
Electrosoldadora	1	8	47	94752
Costo Maquinarias				14236992

Materiales y consumibles

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	COSTO TOTAL
	CANTIDAD DE MATERIAL Y/O CONSUMIBLE	UNIDAD DE MEDICION DEL MATERIAL	Bs/Unidad	Bs/Total
Acero de refuerzo	5806	kg	4	23224
Concreto	8240	m3		14610718
Aceites p/desencofrar	774	kg	4	3096
Madera	13	m3	3580	46540
Planchas y perfiles	516	kg	4	2064
Electrodos y Mat. De soldadura	774	VA	1	774
Material varios	41289	VA	1	41289
Costo Materiales				14727705
Monto total Monolito con encofrado trepante				165027859,4

Fuente: Elaboración propia (2011)

Los costos fueron bajados de un programa que posee el departamento de costos, este documento refleja los costos previsto y reales de cada mes (ver anexo A).

Con la ayuda de los protocolos del monolito 7 y 9 se pudo determinar qué cantidad de trabajadores, maquinarias y materiales se necesitaban para la construcción de los encofrados según el método utilizado (ver anexo C), luego ubicando los precios unitarios con el material que suministró el departamento se obtuvieron los costos asociados a la construcción de un monolito con encofrado trepante y deslizantes de acuerdo a la cantidad de mano de obra que se requiere así como las maquinarias y equipos requeridos para cada sistema.

Costos asociados al valor real de construir el monolito 09 con el encofrado deslizante.

De igual manera que para el sistema trepante se calcularon los costos asociados al sistema deslizante para la mano de obra, maquinarias y materiales.

Mano de obra directa:

Horas-hombre = nº personas * nº horas/día * total días de trabajo

Costo de Mano de Obra Directa = nº personas * nº hr/día * total días de trabajo * salario

Maquinaria

Costo total= nº maquinas*nº hr/dia * total de días de trabajo* Bs/hr

Materiales y consumibles

Costo total= cantidad de material * Bs/unidad

Tabla 15. Análisis de los costos asociados al encofrado deslizante

Trabajo a ejecutar: Construcción de monolito con encofrado deslizante					
Cantidad de la partida: 100 días					
Mano de obra					
Encofrado deslizante (monolito 9)	**Cant.**	**N ° de horas trabajadas por días**	**Salario**	**Costo Total**	**Total Horas Hombre**
	N ° de personas	**Hr/día**	**Bs/Hr**	**Bs.**	**H-H**
Encargado general	1	8	90,1	72080	800
Caporal (vaciados)	1	8	102	81600	800
Carpinteros	8	8	664	4249600	6400
Cabilleros	6	8	498	2390400	4800
Vibradoristas	8	8	664	4249600	6400
Operadores	2	8	288	460800	1600
Ayudantes	5	8	442,5	1770000	4000
Electricistas	2	8	204	326400	1600
Albañiles	6	8	684	3283200	4800
Montadores	6	8	498	2390400	4800
Chóferes	4	8	332	1062400	3200
Soldador	3	8	249	597600	2400
Total de Mano de obra				20934080	41600
Factor de carga social			340,50%	71280542,4	
		Costo total de mano de obra		92214622,4	

Maquinaria y equipos

Encofrado deslizante (monolito 9)	**Cant.**	**N ° de horas trabajadas por días**	**Salario**	**Costo total**
	N ° de personas	**Hr/día**	**Bs./Hr**	**Bs.**
Camiones mezcladores	3	8	467	1120800
Carro bomba putzmeister	1	8	649	519200
Vibradores Neum 03" Princ.	4	8	90	288000
Vibradores Neum 03" repuesto	4	8	90	288000
Compresor cap. 750 PSM	1	8	109	87200
Camión 350	1	8	166	132800
Electrosoldadora	2	8	47	75200
Grúa peiner	1	8	885	708000
Costo Maquinarias				3219200

Materiales y consumibles

MATERIALES	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO**	**COSTO TOTAL**
	CANTIDAD DE MATERIAL Y/O CONSUMIBLE	**UNIDAD DE MEDICION DEL MATERIAL**	**Bs/Unidad**	**Bs/Total**
Acero de refuerzo	5806	kg	4	23224
Concreto	8240	m3		14610718
Aceites p/desencofrar	774	kg	4	3096
Madera	13	m3	3580	46540
Planchas y perfiles	516	kg	4	2064
Electrodos y Mat. De soldadura	774	VA	1	774
Material varios	41289	VA	1	41289
Costo Materiales				14727705

Monto total Monolito con encofrado trepante	110161527,4

Fuente: Elaboración propia (2011)

A continuación se presenta un resumen comparativo entre los costos de acuerdo al sistema constructivo empleado (tabla 16):

Tabla 16. Resumen comparativo

Resumen Comparativo			
Encofrado Trepante	**Costos**	**Encofrado Deslizante**	**Costos**
Mano de Obra	136.063.162,4	Mano de Obra	92.214.622,4
Maquinarias y equipos	14.236.992	Maquinarias y equipos	3.219.200
Materiales y consumibles	14.727.705	Materiales y consumibles	14.727.705
Total	**165.027.859,4**	**Total**	**110.161.527,4**

Fuente: Elaboración propia (2011)

Los costos asociados a mano de obra en el encofrado trepante presentan una diferencia de 43.848.540 Bs. en relación al encofrado deslizante, considerando que en el deslizante el personal requerido es mayor la diferencia se da por el tiempo de ejecución que tiene uno en relación al otro, es decir en el deslizante son 100 días para la construcción de las pilas que conforman el monolito y para el trepante son aproximadamente 252 días lo que hace que los costos en mano de obra sean más elevados.

En relación a las maquinarias y equipos se presenta una diferencia de 11.017.792 Bs en relación al encofrado deslizante, se toma en cuenta el aspecto esencial de los días en que se ejecutan los encofrados teniendo un impacto considerable en los costos; en el encofrado deslizante el proceso es realizado con gatos hidráulicos que permiten elevar el encofrado sin la ayuda de grúas y de forma continua hasta su culminación a diferencia del trepante que se utilizan tres (03) tipos de grúas para elevar de forma individual cada

elemento del encofrado lo cual conduce a elevados costos en lo que respecta a maquinarias y equipos .

Las exigencias de trabajo en la obra llevan a tomar medidas precisas en relación a los materiales y consumibles, en teoría se trata en lo posible de que no se produzcan perdidas, por tal motivo los costos en relación a los dos tipos de encofrados son iguales.

Riesgos existentes en la construcción de los encofrados deslizantes y trepantes

La identificación del riesgo laboral es una fase contenida en el proceso de gestión del riesgo, esta se realizó tomando como base la información de las características de las actividades que se realizan en la realización de un encofrado deslizante y trepante y la complejidad del trabajo.

Para la identificación de los factores de riesgo a nivel de las actividades que se realizan en los distintos sistemas constructivos se identificaron los riesgos laborales en el ámbito de puesto de trabajo, utilizando para ello:

- Encuestas.
- Entrevistas.
- Análisis de las actividades para la realización de un encofrado.
- Listas de chequeos.
- Revisiones de documentos.

Las encuestas y entrevistas fueron realizadas en un turno de trabajo de 7 a.m. a 7 p.m. (tabla 17):

Tabla 17. Personal entrevistado

Personal entrevistado	Cant.
Encargado general	1
Caporal (vaciados)	1
Carpinteros	8
Cabilleros	6
Vibradoristas	8
Operadores	2
Ayudantes	5
Electricistas	2
Albañiles	6
Montadores	6
Chóferes	4
Soldador	3
Total	52

Fuente: Elaboración propia (2011)

Análisis de la encuesta

La encuesta estaba formulada en dos partes con la finalidad de evaluar dos aspectos importantes respecto al tema de seguridad, considerando como parte fundamental la opinión de los trabajadores.

Protección Personal: en este aspecto se pretende cuantificar si los trabajadores utilizan los equipos de protección personal adecuados al momento de realizar las actividades competentes de proceso constructivo de los encofrados.

Según las políticas internas de la empresa todo trabajador que va a desempeñar una labor dentro de cualquier área de la empresa debe hacer uso obligatorio de los siguientes equipos de protección:

- **Protección Para los Ojos y la Cara:** Las gafas de seguridad o caretas se usan siempre que las operaciones en el trabajo puedan

causar que objetos extraños entren a los ojos. Por ejemplo, cuando se esté soldando, cortando, puliendo, clavando (o cuando se esté trabajando con concreto y/o químicos peligrosos o expuesto a partículas que vuelan). Utilícelos cuando esté expuesto a cualquier riesgo eléctrico, incluyendo el trabajar en sistemas eléctricos energizados (vivos). Protectores para ojos y cara - se seleccionan en base a los riesgos anticipados.

- **Protección para los Pies:** Los trabajadores de la construcción deben utilizar zapatos o botas de trabajo con suelas resistentes a resbalones y perforaciones. El calzado con punta de metal es usado para prevenir que los dedos de los pies queden aplastados cuando se trabaja alrededor de equipo pesado u objetos que caen.

- **Protección para las Manos:** Los guantes deben ajustar cómodamente. Los trabajadores deben usar los guantes correctos para el trabajo que van a hacer (ejemplos: guantes de goma de alta resistencia para trabajos con concreto, guantes de soldar para soldaduras, guantes y mangas con aislamiento cuando se esté expuesto a riesgos eléctricos).

- **Protección para la Cabeza:** cascos de seguridad donde haya potencial de que objetos caigan desde arriba, de golpes en la cabeza por objetos fijos o contacto accidental de la cabeza con riesgos eléctricos.

- **Protección para los Oídos:** tapones para oídos/orejeras en áreas de trabajo de alto ruido donde se usen sierras de cadena o equipo pesado.

En el caso de que se esté realizando alguna de las actividades en estudio adicional a los equipos de protección personal básicos, se debe usar:

- **Cinturones de seguridad para trabajo en altura:** Son elementos de protección que se utilizan en trabajos efectuados en altura, para evitar caídas del trabajador. Para efectuar trabajos a más de 1.8 metros de altura del nivel del piso se debe dotar al trabajador de: Cinturón o Arnés de Seguridad enganchados a una línea de vida.

A continuación se presenta una gráfica donde se refleja la cantidad de personas que utilizan los equipos de protección personal de acuerdo a las personas encuestadas (gráfica 1).

Gráfica 1. Equipos de protección personal

Fuente: Elaboración propia (2011)

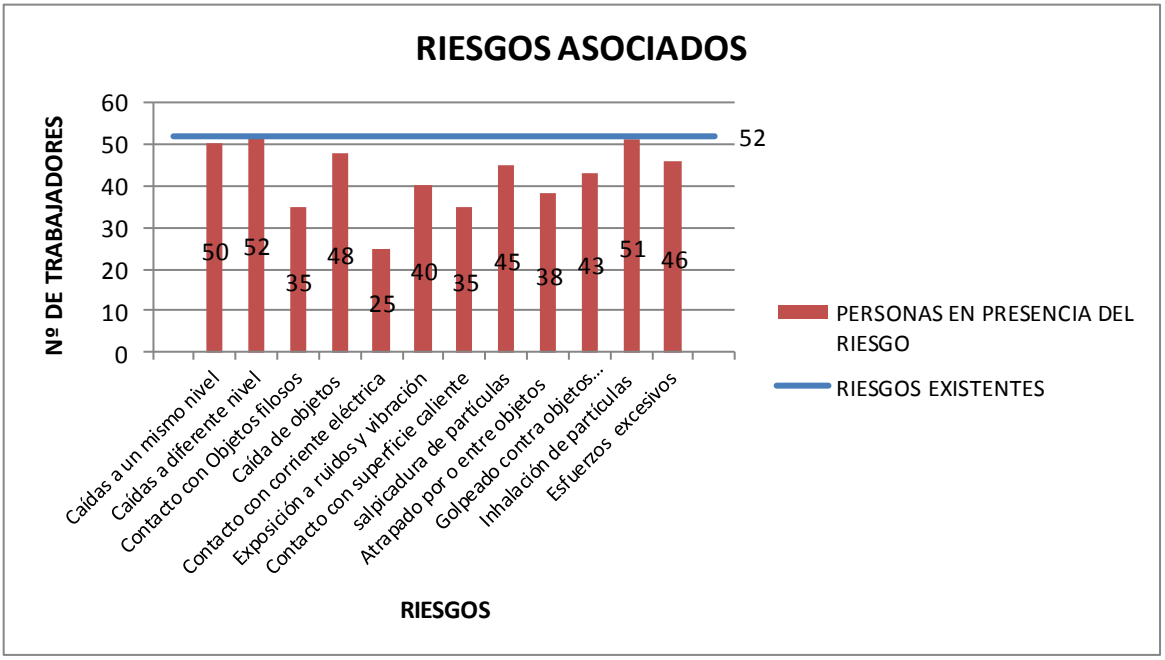
Como se puede observar por medio de los resultados obtenidos en la encuesta que en gran porcentaje los trabajadores utilizan los equipos de protección personal, considerando que hay trabajos que no ameritan protección para los oídos y manos, las actividades que requieren del uso obligatorio de guantes especiales es el caso de la soldadura, existen actividades menos riesgosas pero que también requieren del uso de guantes de carnaza como lo es en el armado de cabillas; los equipos de protección más utilizados son para los pies y la cabeza ya que es obligatorio por la

empresa al momento de salir a campo. En lo que respecta a la protección para los ojos y trabajos en altura también son muy utilizados ya que el área donde se realizan encofrados se trabaja en alturas y existen actividades de esmerilado, soldaduras, corte de cabillas con soplete etc., lo cual provoca desprendimientos de partículas que pueden ocasionar daños a los ojos.

Riesgos asociados a la actividad: en esta categoría se identificaron los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores a las diferentes actividades de encofrados.

Con la ayuda de los trabajadores se identificaron los distintos riesgos a los que están expuestos de acuerdo a la experiencia que poseen realizados las distintas actividades de encofrados, dando como resultado lo siguiente (gráfica 2):

Gráfica 2. Riesgos asociados



Fuente: Elaboración propia (2011)

Se pudo observar que todo sistema constructivo de encofrado se basa en las siguientes etapas y que a ellas están asociadas diferentes riesgos:

- Montaje del encofrado
- Armado
- Hormigonado
- Desmontaje

- **Montaje del encofrado:** Se entiende por montaje de encofrado la unión entre diversos paneles unitarios modulados hasta conseguir el conjunto deseado tanto en longitud como en altura, incluyendo plataformas de trabajo, accesos, etc. Las unidades que se contemplan son montaje, traslado y colocación. Se realizarán en el suelo el mayor número de operaciones de montaje posibles incluido el de las plataformas de trabajo, previas a la colocación "in situ" de los encofrados.

  Riesgos:

  - ✓ Atrapamiento entre objetos al colocar el panel en su ubicación definitiva, al realizar el enganche, al montarlo.
  - ✓ Caída a distinto nivel desde escaleras de mano, plataformas de encofrado, escaleras tubulares de acceso.
  - ✓ Caída al mismo nivel por irregularidades del terreno o falta de orden y limpieza.
  - ✓ Caída de objetos por desplome o derrumbamiento por mala estabilización de los paneles o por desprendimiento de tierras.
  - ✓ Caída o desprendimiento de objetos por incorrecto estrobado de la carga, rotura de elementos de elevación o amarre, etc.
  - ✓ Golpes con objetos en el transporte y ubicación de paneles; en la colocación de las plataformas, barandillas; etc.

- **Armado:** Se trata de la elaboración, montaje y colocación de las correspondientes armaduras en el interior de aquellos encofrados que así lo requieran.

Riesgos:

- ✓ Atrapamiento por o entre objetos al enganchar las armaduras, al depositarlas en la zona de acopio o por atrapamiento entre la carga los elementos fijos del medio de transporte.
- ✓ Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.
- ✓ Caída a distinto nivel desde escaleras, andamios, plataformas elevadoras o plataformas de trabajo.
- ✓ Caída al mismo nivel por irregularidades del terreno o falta de orden y limpieza.
- ✓ Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- ✓ Caída por objetos desprendidos por incorrecto estrobado de la carga, rotura de elementos
- ✓ de elevación o amarre, etc.
- ✓ Electrocuciones, explosiones y quemaduras.
- ✓ Golpes, proyecciones o cortes con objetos o herramientas en el transporte de armaduras; en la preparación o colocación de las mismas, etc.

- **Hormigonado ò vaciado de concreto:** Es el conjunto de operaciones necesarias para el vertido del hormigón en el interior del encofrado, bien realizándolo mediante cubo, por bombeo o canaleta. Queda incluida la operación de vibrado durante el vertido del hormigón.

  Riesgos:

  - ✓ Atrapamiento entre objetos.
  - ✓ Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.
  - ✓ Caída a distinto nivel.

- ✓ Caídas al mismo nivel y pisadas sobre objetos.
- ✓ Caída de objetos por desplome.
- ✓ Caída o desprendimiento de objetos.
- ✓ Contactos eléctricos.
- ✓ Golpes con objetos en el vertido de hormigón.
- ✓ Proyección de fragmentos o partículas.

- **Desmontaje:** Retirada de los elementos de encofrado y auxiliares una vez fraguado el hormigón.

  Riesgos:

  - ✓ Atrapamiento entre objetos al colocar el panel en el acopio, al realizar el enganche, al desmontarlo.
  - ✓ Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.
  - ✓ Caída a distinto nivel.
  - ✓ Caída al mismo nivel y pisadas sobre objetos.
  - ✓ Caída de objetos por desplome o derrumbamiento por mala estabilización de los paneles o por desprendimiento de tierras.
  - ✓ Caída o desprendimiento de objetos por incorrecto estrobado de la carga y rotura de elementos de elevación o amarre, etc.
  - ✓ Golpes y cortes con objetos en el transporte de paneles y elementos de encofrado.

Riesgos higiénicos y ergonómicos

Riesgos higiénicos

- ✓ Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- ✓ Contacto y/o inhalación de sustancias nocivas y/o corrosivas: hormigones, aditivos, líquidos para limpieza de tableros, resinas…

- ✓ Nivel sonoro elevado: Durante el uso de equipos de trabajo y entorno de obra.
- ✓ Vibraciones: Durante el proceso de hormigonado, durante el uso de martillos picadores…

Riesgos Ergonómicos

- ✓ Sobreesfuerzos: sobrecargas y posturales.

Matriz de Riesgo de los sistemas constructivos de encofrados deslizantes y trepantes

La matriz de riesgo está conformada por un reglones donde se describen los peligros, causas, consecuencias, exposición y probabilidad con su respectivo coeficiente que permitirá calcular la magnitud del riesgo de acuerdo a la formula CxExP para conocer qué tipo de riesgo es y posteriormente implementar las acciones preventivas o correctivas de acuerdo al riesgo.

Tabla 18. Formato de la matriz

MATRIZ DE RIESGOS							
ACTIVIDAD:	ENCOFRADO						
PELIGROS	CAUSAS	CONSECUENCIA	EXPOSICION	PROBABILIDAD	MAGNITUD	TIPO DE RIESGO	ACCION PREVENTIVA Ó CORRECTIVA

Fuente: elaboración propia (2011)

Para validar los cálculos de la matriz de riesgo se seleccionaron los riesgos con mayor incidencia para la ejecución de los encofrados, a continuación se presenta detalladamente cada uno los mismos:

MATRIZ DE RIESGOS							
ACTIVIDAD:	**ENCOFRADO**						
PELIGROS	**CAUSAS**	**CONSECUENCIA**	**EXPOSICION**	**PROBABILIDAD**	**MAGNITUD**	**TIPO DE RIESGO**	**ACCION PREVENTIVA Ó CORRECTIVA**
		(C)	**(E)**	**(P)**	**CxExP**		
Caídas a un mismo nivel	Falta de orden y limpieza	1	10	6	60	Bajo	Orden y limpieza
	Irregularidad del terreno	Perceptibles, daños menores	Continuamente	Es muy posible que ocurra			Precaución en tránsitos por zonas discontinuas
	Huecos inherentes al propio sistema de ejecución						Adecuada coordinación entre el operario de la bomba de hormigón y el que maneja la manguera.
	Pérdida de estabilidad durante la manipulación de los materiales						Correcta sujeción de la manguera durante el transcurso del bombeo del hormigón
Caída a diferente nivel	Escaleras, andamios, plataformas elevadoras o plataformas de trabajo	3	10	6	180	Moderado	Utilizar arnés y eslinga de seguridad al realizar trabajos en altura.
		Importantes, algunos daños	Continuamente	Es muy posible que ocurra			No apoyarse ni subirse sobre el material apilado, ya que el mismo puede rodar causando caídas y/o lesiones.
	Ausencia de pasamanos y barandas						En las plataformas de trabajo que se monten entre los paneles de encofrado, para el armado “in situ”, debido a las condiciones particulares del proceso se tomarán las medidas idóneas en cuanto a seguridad y estabilidad se refiere, justificando las medidas y la eficacia de las mismas.
							Evitar juegos y distracciones l realizar las actividades.
Contacto con objetos filosos, punzantes y cortantes.	Uso de herramientas o maquinaria con elementos filosos, punzantes y/o cortantes.	3	6	6	108	Moderado	Tener precaución al utilizar objetos filosos, punzantes o cortantes. Las herramientas cortopunzantes no deben ser guardadas en los bolsillos de las camisas o pantalones.
	Presencia de objetos filosos, punzantes y cortantes en los elementos prefabricados.	Importantes, algunos daños	Frecuentemente	Es muy posible que ocurra			Utilizar guantes de carnaza para agarrar o trasladar objetos o materiales filosos, punzantes o cortantes.
							No guardar las herramientas cortopunzantes sin protección
							No lanzar las herramientas a los compañeros de trabajo, entregar siempre en las manos.

MATRIZ DE RIESGOS							
ACTIVIDAD:	**ENCOFRADO**						
PELIGROS	**CAUSAS**	**CONSECUENCIA**	**EXPOSICION**	**PROBABILIDAD**	**MAGNITUD**	**TIPO DE RIESGO**	**ACCION PREVENTIVA Ó CORRECTIVA**
		(C)	**(E)**	**(P)**	**CxExP**		
Caída de objetos	Desplome o derrumbamiento.	7	6	6	294	Alto	Antes de desenganchar la armadura ésta deberá de estar convenientemente sujeta a una de las caras del encofrado previamente estabilizado, y/o a los arranques o esperas pertinentes, utilizando si fuesen necesarios los correspondientes elementos de apuntalamiento o estabilización.
	Incorrecto estrobado de la carga, rotura de elementos de elevación o amarre, etc.	Serias, algunos daños	frecuentemente	Es muy posible que ocurra			No sobrecargar las plataformas de trabajo.
							Las eslingas, cables, ganchos o grapas de amarre serán de dimensiones acordes con los pesos a elevar.
							No deberán realizarse movimientos simultáneos con la grúa.
							Las cargas no se trasladarán por encima de personas.
Contacto con corriente eléctrica	Superficies o elementos energizados sin aislamiento	7	1	3	21	Bajo	No maniobrar equipos eléctricos cuando el trabajador, pisos, máquinas y/o equipos se encuentren mojados.
		Serias, algunos daños	Eventualmente	Poco usual pero posible			No halar los cables para desenchufarlos
							Inspeccionar los equipos antes de utilizarlos y notificar cualquier falla al supervisor.
							Verificar que los cables no estén rotos, pelados o quemados.
							Mantener siempre el área de trabajo despejada de personas ajenas a la actividad.
							El equipo de vibrado trabajará con tensión de seguridad.
Exposición a ruidos y vibración	Fuentes generadoras de ruido y vibración	3	6	3	54	Bajo	Usar obligatoriamente el equipo de protección auditiva en áreas donde existe ruido
	Falta de silenciadores en los equipos	Importantes, algunos daños	Frecuentemente	poco usual pero posible			Inspeccionar maquinarias y equipos previa utilización de los mismos.
							Instalar silenciadores en equipos de trabajo.

MATRIZ DE RIESGOS							
ACTIVIDAD:	**ENCOFRADO**						
PELIGROS	**CAUSAS**	**CONSECUENCIA**	**EXPOSICION**	**PROBABILIDAD**	**MAGNITUD**	**TIPO DE RIESGO**	**ACCION PREVENTIVA Ó CORRECTIVA**
		(C)	**(E)**	**(P)**	**CxExP**		
Contacto con superficie o material caliente	Superficies o materiales caliente	3	3	3	27	Bajo	Tener extrema precaución para evitar quemaduras por contacto con superficies calientes en las maquinas, equipos o tuberías.
		Importantes, algunos daños	ocasionalmente	Poco usual pero posible			No tocar estructura metálica sin tener la certeza que no se encuentra caliente.
							Evitar juegos y distracciones al realizar las actividades.
							Utilizar guantes de carnaza para realizar actividades donde existen superficies o materiales calientes.
Desprendimiento o salpicadura de partículas	Equipos o maquinas en movimiento	7	6	3	126	Moderado	Utilizar obligatoriamente lentes contra impactos y protección respiratoria al realizar trabajos con maquinas o equipos que generen partículas volátiles.
		Serias, algunos daños	Frecuentemente	Poco usual pero posible			Realizar las actividades de levantamiento, movilización, carga o descarga de material con precaución, para evitar el desprendimiento de partículas.
	Golpe entre elementos metálicos que produzcan desprendimiento de virutas.						Acatar las normas y avisos de seguridad.
Atrapado por o entre objetos	Al enganchar las armaduras	7	6	3	126	Moderado	Tener precaución al realizar labores de enganche de armaduras o de mantenimiento de maquinas o equipos.
	Bombeo de hormigón	Serias, algunos daños	Frecuentemente	Poco usual pero posible			En el caso de bombeo de hormigón, la manguera terminal del vertido será gobernada a la vez por dos operarios, para evitar accidentes por movimientos incontrolados de la misma.
	En el montaje y manipulación de las canaletas						En el montaje y manipulación de las canaletas se tomarán las medidas oportunas a fin de evitar posibles atrapamientos entre elementos de la misma.
	Equipos o maquinas en movimiento						No usar accesorios: anillos, cadenas, relojes o esclavas, ya que pueden ser atrapados por las piezas de máquinas en movimiento.

MATRIZ DE RIESGOS							
ACTIVIDAD:	**ENCOFRADO**						
PELIGROS	**CAUSAS**	**CONSECUENCIA**	**EXPOSICION**	**PROBABILIDAD**	**MAGNITUD**	**TIPO DE RIESGO**	**ACCION PREVENTIVA Ó CORRECTIVA**
		(C)	**(E)**	**(P)**	**CxExP**		
Golpeado contra objetos contundentes	Herramientas en mal estado	3	6	6	108	Moderado	No utilizar martillos o mandarrias si el mango está dañado o si la cabeza no se encuentra bien asegurada al mango.
		Importantes, algunos daños	Frecuentemente	Es muy posible que ocurra			La cara de la herramienta que recibe el golpe no debe estar fracturada.
							No prolongar los mangos o manijas de los alicates ni aplicar una fuerza superior a la de la presión manual.
	Falta de inspección y reemplazo de herramientas deterioradas.						Inspeccionar las herramientas antes de utilizarlas y en caso de deterioro solicitar el reemplazo.
							Evitar juegos y distracciones.
Inhalación de partículas	Sustancias nocivas y/o corrosivas: hormigones, aditivos, líquidos para limpieza de tableros, resinas.	1	6	6	36	Bajo	Utilizar equipo de protección respiratoria para evitar la inhalación de partículas.
		Perceptibles, daños menores	Frecuentemente	Es muy posible que ocurra			Respetar las normas de seguridad y avisos
Esfuerzos excesivos/ movimientos corporales no armonizados entre si	Cargas pesadas	3	6	6	108	Moderado	Levantar el material doblando las rodillas y manteniendo la espalda recta.
		Importante, algunos daños	Frecuentemente	Es muy posible que ocurra			Evitar levantar sin ayuda cargas pesadas que excedan de la capacidad del cuerpo.
							No realizar movimientos bruscos para alcanzar los materiales.
	Adopción de posiciones inadecuadas al momento de levantar cargas						Mantener el material al alcance para no realizar esfuerzos inadecuados.
							Si se tiene que levantar algo que está detrás del cuerpo, se debe voltear para no tener que torcer el tronco.
							Tomar los descansos que se conceden en el transcurso de la jornada de trabajo.

Fuente: elaboración propia (2011)

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de los objetivos planteados se pudieron obtener las siguientes conclusiones:

1. Los encofrados trepantes a diferencia de los deslizantes van anclados al concreto por medio de pasadores roscados. Tan pronto como el concreto vertido fragua hasta alcanzar la resistencia requerida, se retiran los anclajes roscados, se sube el encofrado a la siguiente altura, se ancla y se prepara para el vertido de concreto.

2. El encofrado deslizante es empujado hacia arriba por los gatos hidráulicos, a medida que el concreto va fraguando, y la colocación de la armadura y el concreto prosiguen sin interrupción. Esto significa que el trabajo debe proseguir, día y noche, sin interrupción.

3. Los rendimiento para los distintos sistemas de encofrados de acuerdo a la pilas que conforman los monolitos fueron los siguientes:
   a. Para el trepante:
   - ✓ Pila intermedia: 29.4 m3/día
   - ✓ Pila central: 38.9 m3/día
   - ✓ Pila extrema : 36.1 m3/día

   b. Para el deslizante:
   - ✓ Pila intermedia: 117.77 m3/día
   - ✓ Pila central: 155.5 m3/día
   - ✓ Pila extrema: 144.4 m3/día

4. Los costos asociados a la construcción de un monolito con el trepante es de 165.027.859 Bs. Y para el deslizante de 110.161.527 Bs.

5. El sistema constructivo de encofrado se basa en las siguientes etapas y ellas están asociadas diferentes riesgos: Montaje del encofrado, Armado, Hormigonado, Desmontaje.

6. Dentro de los riesgos más comunes que se derivan de las actividades de encofrados tenemos: Caídas a un mismo nivel, Caída a diferente nivel, Contacto con objetos filosos, punzantes y cortantes, Caída de objetos.

RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio realizado y las conclusiones obtenidas se recomienda lo siguiente:

1. Implementar como sistema constructivo para encofrado el método deslizante para reducir los costos y acelerar el proceso constructivo.

2. Capacitar al personal obrero y encargado en relación a los encofrados deslizantes, logrando así tener un personal especializado en este método que puedan solucionar cualquier inconveniente que se presente.

3. Mientras se implementa el sistema deslizante aumentar el personal en el encofrado trepante para obtener un mayor rendimiento y el encofrado se realice en la fechas planificadas.

4. Desincorporar el sistema trepante ya que por su rendimiento los costos son muy elevados en comparación con el deslizante.

5. Capacitar y concientizar a los empleados en las distintas áreas de trabajo donde se generen riesgos , en relación a:
   - La importancia de seguir los lineamientos de seguridad que tiene la empresa.
   - La necesidad de estar capacitado para responder en caso de alguna emergencia o accidente.
   - consecuencias de los distintos tipos de riesgos al no utilizar los equipos de protección personal.

6. Dar a conocer la matriz de riesgo colocándola de forma visible en sitios estratégicos donde pueda ser observada por el personal que labora en el área, así como en los procedimientos y protocolos de las distintas actividades que realizan para los encofrados.

BIBLIOGRAFÍA

Amalia S (2004). Valoración de obras de ingeniería civil. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Colegios de Ingenieros de Venezuela Seccional Sur Anzoátegui. (2006) Análisis de precios unitarios. El tigre: Benítez., J.A.

Eduardo M. (2008). Construcción de estructuras de hormigón armado. Madrid: Delta Publicaciones.

Encofrado deslizante disponible en:
www.bibliocad.com/biblioteca/detalles.../encofrados -deslizantes/1.

Juan Carlos R. (2005). Manual de coordinación de Seguridad y Salud en las obras de construcción. España: ediciones Díaz de Santo.

Prevención de accidentes disponible en:

http://www.foment.com/prevencion/newsletter/hemeroteca/20/docs/pu_978-84-95859-41-9c.pdf

Macchina J. (2007). Prevención de Accidentes en las obras. Buenos Aires: Nobuko.

Metodología de riesgo disponible en:

http://www.megapuntes.com.ar/auditoria/Metodologia_riesgo.pdf

APÉNDICE

APÉNDICE A. Grúas utilizadas en encofrados

Grúa torre peiner

Grúa telescópica en el monolito 7

APÉNDICE B. encofrado deslizante

Sistema de curado en el deslizante

Pre-armado de acero en el deslizante

Pre-armado

Guías en el encofrado deslizante

Gatos hidráulicos

Armado de una Pila intermedia

Sección de un encofrado deslizante

APÉNDICE D. Imágenes de trabajadores expuestos a riesgos

APÉNDICE C. Identificación de riesgos y protección personal

¿Existen lo siguientes riesgos o peligros en su área de trabajo?

	Golpes y cortes
	Barandilla inadecuada en la escalera
	Caídas al mismo nivel
	Caída del personas a distinto nivel
	Caídas de herramienta, materiales, etc., desde altura.
	Espacio inadecuado
	Peligros asociados con manejo manual de cargas
	Peligros en las instalaciones y en las maquinas asociadas con el montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje.
	Peligros de los vehículos, tanto en el trasporte interno como el transporte por carretera.
	Incendios y explosiones
	Sustancias que pueden inhalarse
	Sustancias o agentes que puede dañar los ojos
	Sustancias que pueden causar daños por el contacto o absorción por la piel
	Sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas
	Energías peligrosas (por ejemplo: electricidad, radiaciones, ruido y vibraciones)
	Trastornos músculo- esqueléticos derivados de movimientos repetitivos
	Ambiente térmico inadecuado
	Agresores químico (polvo, humo, niebla, gases)
	Condiciones de iluminación inadecuadas
	Agresores físicos (ruidos, vibraciones, radiaciones)
	Agresores biológicos (virus, bacterias, parásitos)
	Agresor psicológico y sociales (promoción, salario, relaciones entres jefes y subordinados

	Agresores ergonómicas (monotonía, fatiga física, fatiga mental, organización del trabajo)

Utiliza usted los siguientes equipos de protección personal

	Ojos y la Cara
	Para los Pies
	Para las Manos
	Para la Cabeza
	Para los Oídos
	Para trabajo en altura

ANEXOS

ANEXO A. Formato de costos de obra de Toma

X4079B1

TOCOMA LOTTO 1.1.104.002.05 - TRANSIZIONE DESTRA

1 EURO = 1,26333 USD; 1 VEB = 0,00007 EURO; 1 USD = 2149,35673 VEB;

Archivo[YY Consun 1107 con preaju 1104 - Centr[Ultimo U1 16/08/2011 10:09 Pag. 283

C22 - Control de gestión - Finales Mes - 2071 - Situazione al: Luglio 2011

Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà Costo	R. Competenza	CONS. MESE Costo	CONS. MESE Risultato
003210	Obra de toma (mon.5..9) - encofrados rectos	M2	5,161,080	----------	10,188,312.99	-10,188,312.99

			FLEX MESE					CONS. MESE					SCOST. MESE			
Codice	Descrizione	U.M.	Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	Quantità	Prezzo	Efficienza	Importo
	70 Gruppo Manodopera															
7001	Obrero	HR	0	83,000	----------	0.00000	0.00000	442	83,000	36,686	0.08564	7,10620	442	----------	36,686	36,686
7003	Ayudante	HR	0	85,500	----------	0.00000	0.00000	960	85,500	84,060	0.19491	16,46157	960	----------	84,060	84,060
7005	Obrero Especializado	HR	0	102,000	----------	0.00000	0.00000	586	102,000	60,486	0.11480	11,71964	586	----------	60,486	60,486
7007	Especialista de 1ra	HR	0	114,000	----------	0.00000	0.00000	847	114,000	96,558	0.16411	18,70067	847	----------	96,558	96,558
7009	Operador Equipo Pesado 1ra	HR	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7011	Maestro de Obra	HR	0	119,000	----------	0.00000	0.00000	280	119,000	33,040	0.05425	6,45178	280	----------	33,040	33,040
7013	Maio de Obra Delegada	HR	0	90,100	----------	0.00000	0.00000	1,150	90,100	103,615	0.22282	20,07622	1,150	----------	103,615	103,615
	TOTALE Gruppo Manodopera				----------		**0.00000**			**415,345**		**80,47637**		----------	**415,345**	**415,345**
	74 Gruppo Materiali															
7405	Aditivos Hormigon Lanzado	KG	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7407	Aceites p/ Desencofrar	KG	774	3,500	2,710	0.15000	0.52500	0	----------	----------	0.00000	0.00000	-774	----------	-2,710	-2,710
7408	Acero de Refuerzo	KG	5,888	4,130	23,980	1.12500	4.64625	960	4,164	3,776	0.17926	0.75158	-4,888	-24	-20,180	-20,204
7409	Malla Electrosoldada	KG	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7411	Madera	M3	13	3,500,000	46,182	0.00250	8.95500	120	3,550,289	426,034	0.02325	82.54739	107	-3,564	380,406	379,842
7412	Compensado	M2	780	95,000	74,134	0.15120	14.30400	0	----------	----------	0.00000	0.00000	-780	----------	-74,134	-74,134
7417	Adhesivos, Sellos e Impermeab	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	152	1,000	152	0.02946	0.02946	152	----------	152	152
7420	Planchas y Perfiles	KG	516	3,500	1,806	0.10000	0.35000	34,863	3,595	139,855	7.72125	27.05914	30,234	180	137,049	137,848
7423	Barras de Perforacion	NR	10	1,200,000	12,387	0.00000	2.40000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	-10	----------	-12,387	-12,387
7427	Andamios y Encofrados	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7428	Tubos Metalicos y Accesorios	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7429	Equipos y Utensilios Menores	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7431	Material de Limpieza	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7436	Tubos no Metalicos y Accesori	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7438	Material p/ Pisos Paredes y Re	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7441	Herramientas y Utensilios	VA	5,161	1,000	5,161	1.00000	1.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	-5,161	----------	-5,161	-5,161
7443	Electrodos y Mat. de Soldadura	VA	774	1,000	774	0.15000	0.15000	3,696	1,000	3,696	1.10068	1.10068	4,922	----------	4,922	4,922
7460	Diesel	LT	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7470	Material Electrico	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	4,376	1,000	4,376	0.84791	0.84791	4,376	----------	4,376	4,376
7472	Pinturas, Esmaltes y Brochas	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	14	1,000	14	0.00278	0.00278	14	----------	14	14
7475	Material Ind. Hidricas y Sanita	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7482	Papeleria para oficina	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7490	Repuestos p/ Maquinarias y Fl	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	32,127	1,000	32,127	6.22483	6.22483	32,127	----------	32,127	32,127
7497	Cables de Acero y Estrobos	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
7498	Material Vario p/Obra Civil	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	15,873	1,000	15,873	3.07549	3.07549	15,873	----------	15,873	15,873
7499	Material Vario	VA	41,289	1,000	41,289	8.00000	8.00000	40,419	1,000	40,419	7.83158	7.83158	-869	----------	-869	-869
	TOTALE Gruppo Materiali				**206,402**		**40.26628**			**668,121**		**129.49376**		**-5,411**	**463,193**	**459,890**
	75 Gruppo Ammortamenti															
7588	Amortizacion de Encofrados	VA	545,773	1,000	545,773	105.74776	105.74776	545,773	1,000	545,773	105.74776	105.74776	0	----------	----------	----------
7589	Amortizacion Equipos Menores	VA	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
	TOTALE Gruppo Ammortamenti				**545,773**		**105.74776**			**545,773**		**105.74776**		----------	----------	----------

C22 - Control de gestión - Finales Mes - 2071 - Situazione al: Luglio 2011

Codice	Descrizione	U.M.	Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	Quantità	Prezzo	Efficienza	Importo
											CONS. MESE					
			Descrizione							U.M.	Q.tà Costo		R. Competenza		Costo	Risultato
	76 Gruppo Subappalti															
7614	Calcc. Encofrados por Subcon	M2	5,161	1,100,000	5,677,199	1,00000	1,100,00000	5,799	1,153,612	6,573,609	1,10446	1,274,11485	639	305,600	595,321	895,921
7640	Obras en Metálmecánica	VA	87,738	1,000	87,738	17,00000	17,00000	176,250	1,000	176,250	34,53734	34,53734	98,512	.....	98,512	98,512
7642	Fabricación de Encofrados	VA	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
7695	Otras Obras Civiles	VA	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
	TOTALE Gruppo Subappalti				**5,764,936**		**1,117,00000**			**6,754,859**		**1,308,65220**		**305,600**	**693,333**	**988,133**
	77 Gruppo Servizi															
7716	Mantenimiento de Equipos	VA	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
7721	Servicios de Terceros	VA	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
7739	Prestac. Tecnicas de Ingenier.	VA	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
	TOTALE Gruppo Servizi				.....		**0,00000**			.....		**0,00000**		.....	.....	.....
	78 Gruppo Spese generali															
7805	Alquiler Vehículos, Plantales y	VA	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
7813	Viajes, Alojamiento y Alim. Em	VA	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
7842	Otros Impuestos y Tasas	VA	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
	TOTALE Gruppo Spese generali				.....		**0,00000**			.....		**0,00000**		.....	.....	.....
	4 MACCHINE															
02140	BOMBA DE CONCRETO SCH	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	488,534	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
13306	CAMION AUXILIAR PLATAFO	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	432,219	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
13308	CAMION AUXILIAR PLATAFO	H	258	166,222	42,894	0,05000	0,31159	0	166,222	.....	0,00000	0,00000	-258	.....	-42,894	-42,894
14506	CAMION REGADOR (RINGAC	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	536,235	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
16368	CAMION GRUA (Pickman)	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	508,440	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
17404	DUMPER CAT.740 36 TON.	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	558,254	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
18255	CAMION MOTRIZ CAMA BAJ	H	10	332,080	3,408	0,00000	0,06416	0	332,080	.....	0,00000	0,00000	-10	.....	-3,408	-3,408
26406	MOTOBOMBAS Y ELECTROB	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	65,347	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
32039	RETROEXCAVADORA CAT. 3	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	629,477	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
32420	RETROEXCAVADORA CAT. 4	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	402,730	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
38414	CAMION OS SERVICIO (ROT	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	270,500	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
40099	TORRE DE ILUMINACION	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	18,174	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
40076	GRUPO GENERADOR HASTA	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	42,440	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
42000	GRUA TORRE TOWER BELT	H	103	806,161	82,594	0,02000	16,00322	27	806,161	21,540	0,00522	4,17061	-76	.....	-61,554	-61,554
42022	GRUA TORRE PEINER	H	271	884,912	239,773	0,05250	46,45759	218	884,912	192,696	0,04219	37,33514	-53	.....	-47,883	-47,883
42024	GRUA TORRE SIMMA/SCINA	H	103	479,169	49,461	0,02000	9,58339	112	479,169	53,427	0,02190	10,35196	9	.....	3,967	3,967
42025	GRUA TORRE POTAIN	H	179	876,606	156,991	0,03470	30,41829	101	876,606	88,558	0,01947	17,06969	-79	.....	-68,922	-68,922
42026	AUTOGRUA HASTA 30 TON	H	5	717,606	3,588	0,00105	0,75349	75	717,606	53,820	0,01453	10,42810	70	.....	49,932	49,932
42074	AUTOGRUA HASTA 60 TON	H	5	876,750	4,782	0,00105	0,92059	101	876,750	89,123	0,01985	17,26826	96	.....	84,361	84,361
42086	AUTOGRUA HASTA 200 TON	H	11	1,379,210	14,946	0,00210	2,89634	121	1,379,210	167,343	0,02351	32,42335	110	.....	152,391	152,391
42206	AUTOGRUA MAYOR A 200 TO	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	1,917,376	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
42906	AUTOGRUA CRATER CRANE	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	867,462	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
43406	ELECTROSOLDADORA	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	47,192	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
46516	SEMIRREMOLQUE CAMA AL	H	10	50,583	522	0,00200	0,10117	0	50,583	.....	0,00000	0,00000	-10	.....	-522	-522
64004	ELECTROCOMPRESOR	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	98,179	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....
64206	MOTOCOMPRESOR	H	0	.....	.....	0,00000	0,00000	0	109,128	.....	0,00000	0,00000	0	.....	.....	.....

X4079B1

TOCOMA LOTTO 1.1.104.002.05 - TRANSIZIONE DESTRA

1 EURO = 1.26233 USD; 1 VEB = 0.00037 EURO; 1 USD = 2149.35873 VEB;

Archivio[YY Consun 1107 con presup 1104 - Centri] Utente U1 16/08/2011 10:09 Pag. 295

C22 - Control de gestión - Finales Mes - 2071 - Situazione al: Luglio 2011

Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà Costo	R. Competenza	Costo	Risultato
			CONS. MESE			

Codice	Descrizione	U.M.	Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	Quantità	Prezzo	Efficienza	Importo
65276	TRACTOR AGRICOLA	H	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	362,995	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
	TOTALE MACCHINE				**599,262**		**116,11172**			**666,038**		**129,05036**		----------	**66,777**	**66,777**
	4.1 MACCHINE Noleggio															
16360	CAMION GRUA (Pickman) Alq	H	258	358,886	92,612	0.05000	17.94429	180	1,021,563	183,626	0.03483	35.57897	-78	119,116	-28,102	91,014
	TOTALE MACCHINE Noleggio				**92,612**		**17.94429**			**183,626**		**35.57897**		**119,116**	**-28,102**	**91,014**
	5 INTERMEDIE															
009405	TALLER DE ENCOFRADO	M2	1,032	535,123	552,383	0.20000	107.02466	942	1,014,474	955,350	0.18247	185.10666	-90	451,414	-48,427	402,987
009530	PATIO DE SOLDADURA (Carg	T	6	52,023,253	309,791	0.00115	60.02443	0	18,583,469	----------	0.00000	0.00000	-6	----------	-309,791	-309,791
	TOTALE INTERMEDIE				**862,154**		**167,04909**			**955,350**		**185.10666**		**451,414**	**-358,217**	**93,197**
	6 IMPIANTI															
009550	PATIO DE PREM. DE CONCR	M3	0	----------	----------	0.00000	0.00000	0	2,056,847	----------	0.00000	0.00000	0	----------	----------	----------
	TOTALE IMPIANTI				----------		**0.00000**			----------		**0.00000**		----------	----------	----------
	TOTALE Achieved Cost				**8,073,158**		**1,584.23812**			**10,188,313**		**1,974.06609**		**872,719**	**1,242,436**	**2,115,155**

X407981

COMPARATA DI COSTO A CONTINUAZIONE PRODUZIONE

TOCOMA LOTTO 1.1.104.002.05 - TRANSIZIONE DESTRA

1 EURO = 1.26233 USD; 1 VEB = 0.00037 EURO; 1 USD = 2149.35875 VEB;

Archivio[YY Consun 1107 con preaup 1104 - Centri] Utente U1 16/08/2011 10:09 Pag. 300

C22 - Control de gestión - Finales Mes - 2071 - Situazione al: Luglio 2011

Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà Costo (CONS. MESE)	R. Competenza	Costo	Risultato
003225	Obra de toma (mon.5..9) - concreto	M3	6,291.940	.....	11,154,858.24	-11,154,858.24

Codice	Descrizione	U.M.	FLEX MESE Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	CONS. MESE Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	SCOST. MESE Quantità	Prezzo	Efficienza	Importo
	70 Gruppo Manodopera															
7001	Obrero	HR	0	83.000	.....	0.00000	0.00000	7,195	83.000	597,185	1.14053	94.91270	7,195	.....	597,185	597,185
7003	Ayudante	HR	0	88.500	.....	0.00000	0.00000	2,353	88.500	208,241	0.37397	33.09629	2,353	.....	208,241	208,241
7005	Obrero Especializado	HR	0	102.000	.....	0.00000	0.00000	3,756	102.000	383,112	0.59695	60.88503	3,756	.....	383,112	383,112
7007	Especialista de 1ra	HR	0	114.000	.....	0.00000	0.00000	1,353	114.000	154,242	0.21504	24.51422	1,353	.....	154,242	154,242
7009	Operador Equipo Pesado 1ra	HR	0	.....	.....	0.00000	0.00000	190	144.000	27,360	0.03020	4.34842	190	.....	27,360	27,360
7011	Maestro de Obra	HR	0	116.000	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7013	Mano de Obra Delegada	HR	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
	TOTALE Gruppo Manodopera				.....		**0.00000**			**1,370,140**		**217.76106**		.....	**1,370,140**	**1,370,140**
	74 Gruppo Materiali															
7401	Cemento	TN	1,573	410.000	644,924	0.25000	102.50000	1,922	393.018	757,004	0.30543	120.31328	349	-30.906	142,980	112,080
7405	Aditivos Hormigon Lanzado	KG	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7406	Aditivos para Concreto	KG	15,730	8.718	137,101	2.50000	21.79000	20,261	7.800	158,035	0.22014	25.11700	4,531	-18.559	38,493	20,934
7411	Madera	M3	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7417	Adhesivos, Sellos e Impermeal	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	11,847	1.000	11,847	1.88296	1.88296	11,847	.....	11,847	11,847
7420	Planchas y Perfiles	KG	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7425	Tubos Metalicos y Accesorios	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	4,655	1.000	4,655	0.73984	0.73984	4,655	.....	4,655	4,655
7429	Equipos y Utensilios Menores	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7431	Material de Limpieza	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7432	Ladrillos	M2	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7435	Tubos no Metalicos y Accesori	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	227	1.000	227	0.03607	0.03607	227	.....	227	227
7441	Herramientas y Utensilios	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7442	Materiales Plasticos	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7443	Electrodos y Mat. de Soldadur	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	348	1.000	348	0.05534	0.05534	348	.....	348	348
7447	Perno de Anclaje	ML	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7460	Diesel	LT	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7462	Lubricantes y Grasas	KG	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7470	Material Electrico	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	4,044	1.000	4,044	0.64279	0.64279	4,044	.....	4,044	4,044
7472	Pinturas, Esmaltes y Brochas	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7475	Material Inst. Hidricas y Sanita	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7482	Papeleria para oficina	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7490	Repuestos p/ Maquinarias y Pl	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	3,553	1.000	3,553	0.56472	0.56472	3,553	.....	3,553	3,553
7496	Agregados	TN	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
7497	Cables de Acero y Estrobos	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	3,428	1.000	3,428	0.54458	0.54458	3,428	.....	3,428	3,428
7498	Material Vario p/Obra Civil	VA	3,146	1.000	3,146	0.50000	0.50000	31,121	1.000	31,121	4.94615	4.94615	27,975	.....	27,975	27,975
7499	Material Vario	VA	82,919	1.000	82,919	10.00000	10.00000	8,590	1.000	8,590	1.36528	1.36528	-64,329	.....	-64,329	-64,329
	TOTALE Gruppo Materiali				**848,091**		**134.79000**			**982,851**		**156.20000**		**-49,864**	**184,225**	**134,761**
	75 Gruppo Ammortamenti															
7509	Amortizacion Varias	VA	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
	TOTALE Gruppo Ammortamenti				.....		**0.00000**			.....		**0.00000**		.....	.....	.....
	76 Gruppo Subappalti															

C22 - Control de gestión - Finales Mes - 2071 - Situazione al: Luglio 2011

Codice	Descrizione	U.M.	Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	Quantità	Unitario	Importo	Inc. Qtà	Inc. Importo	Quantità	Prezzo	Efficienza	Importo
											CONS. MESE					
Codice	Descrizione									U.M.	Q.tà Costo		R. Competenza	Costo		Risultato
64206	MOTOCOMPRESOR	H	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	109.126	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
	TOTALE MACCHINE				**174,126**		**27,07449**			**412,313**		**65.53028**		.....	**238,186**	**238,186**
	4.1 MACCHINE Noleggio															
16360	CAMION GRUA (Pickman) Alq	H	0	.....	.....	0.00000	0.00000	29	1,021.563	29,799	0.00464	4.73606	29	19,330	10,469	29,799
	TOTALE MACCHINE Noleggio				.....		**0.00000**			**29,799**		**4.73606**		**19,330**	**10,469**	**29,799**
	5 INTERMEDIE															
009405	TALLER DE ENCOFRADO	M2	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	1,014.474	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
009455	PLANTA CONCRETO VIT 100	M3	0	.....	.....	0.00000	0.00000	38	389.558	11.898	0.00595	1.84497	38	8,055	3,553	11,608
009460	PLANTA CONCRETO DIV 600	M3	6,607	153.275	1,012,614	1.05000	160.93852	6,799	203.073	1,382,414	1.08628	216.53317	102	334,093	15,705	349,798
009480	EQUIPOS APOYO DE CONCF	M3	6,607	89.264	589,728	1.05000	93.72748	6,747	165.815	713,879	1.07224	113.45928	140	111,658	12,494	124,151
009515	APUNTALAMIENTO	M2	944	267.628	252,578	0.15000	40.14305	0	348.036	.....	0.00000	0.00000	-944	.....	-252,578	-252,578
009520	DESPACHO DE CONCRETO	M3	6,607	91.886	607,051	1.05000	96.48069	6,747	180.498	678,012	1.07224	107.75878	140	58,160	12,861	70,961
009530	PATIO DE SOLDADURA (Car)	T	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	18,563.489	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
	TOTALE INTERMEDIE				**2,461,973**		**391,28976**			**2,765,913**		**439.59620**		**511,966**	**-207,965**	**303,341**
	6 IMPIANTI															
009270	PRODUC. AGREGADOS - PLI	T	12,836	111.147	1,430,873	2.04000	227.41362	12,747	125.691	1,602.194	2.02594	254.64231	-89	181,182	-9,861	171,321
009280	PRODUC. AGREGADOS - PD	T	0	.....	.....	0.00000	0.00000	68	411.161	27,762	0.01073	4.41225	68	20,748	7,014	27,762
009550	PATIO DE PREM. DE CONCR	M3	0	.....	.....	0.00000	0.00000	0	2,056.847	.....	0.00000	0.00000	0	.....	.....	.....
	TOTALE IMPIANTI				**1,430,873**		**227,41362**			**1,629,956**		**259.05455**		**201,930**	**-2,847**	**199,083**
	TOTALE Achieved Cost				**5,634,016**		**1,531,16787**			**11,154,858**		**1,772,68058**		**489,624**	**1,031,018**	**1,520,642**

ANEXO B. Formato de Protocolo

Titulo: PROTOCOLO DE VACIADO		PV-TOC-UN-ET09-020
Cliente: CVG EDELCA	Contrato: 1.1.104.003.05	Fecha: 15/09/2011
Proyecto: PROYECTO TOCOMA - Central Hidroeléctrica Manuel Piar		Página: 1/3

Sitio: ESTRUCTURA DE TOMA

Estructura: MONOLITO 09, UNIDAD 09, PILA INTERMEDIA 03,VACIADO DE CONCRETO ESTRUCTURAL.

Cota: DE EL. 79,00 A LA EL. 105,50

N° de vaciado: ET09-109C F(2,3 Y 4)+110C F(1,2,3 Y 4)+111C F(1,2,3 Y 4) + 119C F(01).

Planos y documentos aprobados: TOC-A-09-UN-ET07-110C R0, TOC-A-09-UN-ET07-111A R1, TOC-A-24-ET07-111C R0; SRT N° 104/31/ UN-ET-SRT-C-003 R0

Item	Descripción/ Concepto	Planificado	Item	Descripción/ Concepto	Planificado
1	Materiales		4	Mano de Obra	
1.a	Volumen de concreto	880 Mts 3.	4.a	Superintendente	NA
1.b	Diseño de mezcla	19-C90-MS-O1.A 19-C90-MS-O1.R (OPC)	4.b	Encargado General x Turno	1
1.c	R'c Concreto	280 Kg /cm2	4.c	Caporal (vaciados) x Turno	1
1.d	Asentamiento (CM)	15-17	4.d	Albañiles x Turno	6
1.e	Tolerancias Asentamiento	±1"	4.e	Carpinteros x Turno	8
1.f	Temperatura concreto en sitio	≤ 10° C	4.f	Cabilleros x Turno	6
1.g	Tolerancia Temperatura	0 ° C	4.g	Vibradoristas x Turno	8
1.h	Tapajunta TIPO A Y TIPO C	NA	4.h	Electricistas x Turno	1
1.i	Block Out	SEGÚN PLANO	4.i	Operadores x Turno	2
1.J	Acero	SEGÚN PLANO	4.j	Ayudantes x Turno	5
1.k	Toberas o Camisas ø 4"	NA	4.k	Encofrado Deslizante	8
2	Equipos		4.l	Choferes	4
2.a	Camiones mezcladores	3	4.m	Soldador	3
2.b	Bomba Putzmeister	1	4.n	Obreros	NA
2.c	Camiones Dumpers (cazambas)	NA	5	Control del Concreto Fresco	
2.d	Bombeadoras de concreto	1(OPCIONAL)	5.a	N° de ensayos de asentamiento	7
2.e	Vibradores Neum. Ø3" Y Ø2"princ.	4	5.b	N° de ensayos de temperatura	7
2.f	Vibradores Neum. Ø3", repues.	4	5.c	N° de familias de muestra	2
2.g	Helicopteros para Acabado	NA	5.d	N° de cilindros por familia	6
2.h	Compresor cap. 750 PSM	1	5.e	N° de probetas cilindricas	12
2.i	Camión cisterna	NA	5.f		
2.j	Camión 350	1	5.g		
2.k	Motobombas	NA	5.h		
2.l	Brazo Lanzador Piusmeister	1(OPCIONAL)	6	Logistica	
2.m	Baldes Cap 3 M3	NA	6.a	Previsión protección concreto	MANTO POLIETILENO
3	Planificación		6.b	Previsión para curado	AGUA
3.a	Fecha estimada del vaciado	21/09/2011	6.c	Comunicación Planta- Vaciado	RADIO
3.b	Sentido del Vaciado	AAB / AAR	6.c		
3.c	Requerimientos de Punto Critico	20 m3./ hora	7	Anexos	
3.d	Duración Estimada del vaciado	44 horas	7.a	Grafico con número de capas	NA
3.e	Duracion Estimada del acabado	195 horas	7.b	Grafico de ubicación de equipos	1
3.f	N° de Capas	88	7.c	Grafico con sentido de vaciado	1
3.g	Espesor de la Capa	0,30	7.d	Grafico ubicación de vaciados	1
3.h	Numero de frentes de vaciado	1	7.e	Plano de planta	NA

OBSERVACIONES: 1.- EL CAMBIO DE DISEÑO DE MEZCLA (OPCIONAL), SE UTILIZARA PARA REFRESCAR.

2.-EN CASO DE DAÑOS O DESPERFECTOS DE LOS EQUIPOS, SE REPLAZARA COMO 2DA OPCION POR OTROS SIMILAR.

RESULTADO: APROBADO ☐ RECHAZADO ☐ REC- RECOMENDACIÓN EXAMEN COMPLEMENTARIO ☐

EMISIÓN:	APROBADO POR GESTIÓN DE LA CALIDAD	APROBADO POR EL CLIENTE
Ing. Martin Garcia		
NOMBRE/FIRMA	NOMBRE/FIRMA	NOMBRE/FIRMA

Dirección Fiscal: Av.Rio Caura, Centro Empresarial Torre Humboldt, Piso 10, Oficina 10-13, Sector Parque Humboldt, Urb. Prados Del Este, Caracas, Venezuela. Tel.: (58 212) 976 43 33 (Master) Fax: (58 212) 976 63 30

Campamento: Proyecto Tocoma – Central Hidroeléctrica Manuel Piar. Carretera Vía Gur, Km 35 Municipio Raúl Leoni, Edo Bolívar – Venezuela Tel.: (0286) 600 26 00 Fax: (0286) 600 26 85