



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

**ANÁLISIS DE COSTO - BENEFICIO ENTRE EL USO DE FIBRAS DE ACERO Y
ACERO DE REFUERZO EN PISOS INDUSTRIALES**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN**

PRESENTA

ELIO ROBERTO GAMA MORALES

ASESOR: ESP. MIGUEL JARAMILLO DOMÍNGUEZ

Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi familia, por su apoyo incondicional e inquebrantable fe en mí.

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a mi asesor Esp. Miguel Jaramillo Domínguez, por su tiempo y paciencia, sin su ayuda y conocimiento, la conclusión de este trabajo no habría sido posible.

A los miembros del sínodo: Mtro. Adalberto López López, Mtro. Manuel Omar Páez Sosa, Esp. Luis Rodrigo Canudas González y Esp. José Crispin Tapia Mejía, por su tiempo y dedicación para la revisión del presente trabajo y en general, a todos los miembros que integran la facultad de la especialidad en costos en la construcción de la unidad de posgrado de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán

Índice

Introducción.....	vi
Objetivos.....	vii
Hipótesis.....	viii
Metodología.....	ix
Capítulo 1: Procedimiento de Construcción y Proyectos de Referencia	
1.1 Antecedentes históricos.....	10
1.2 Procedimiento de construcción.....	11
1.2.1 Cimbra.....	12
1.2.2 Barrera de vapor.....	12
1.2.3 Acero de refuerzo.....	13
1.2.4 Colado de concreto.....	13
1.2.5 Juntas.....	15
1.3 Proyecto con fibras de acero.....	16
1.4 Proyecto con acero de refuerzo.....	18
1.5 Resumen de procesos.....	19
1.5 Conclusiones.....	21
Capítulo 2: Análisis	
2.1 Rendimiento de mano de obra.....	22
2.2 Análisis de costo - beneficio.....	24
2.3 Conclusiones.....	27
Notas.....	29
Apéndice 1: Planta de pisos.....	30
Apéndice 2: Presupuesto.....	31
Apéndice 3: Generadores.....	34
Apéndice 4: Catálogo de materiales.....	37
Apéndice 5: Cálculo del factor de salario real.....	38
Apéndice 6: Catálogo de mano de obra.....	42

Apéndice 7: Análisis de cuadrillas.....	43
Apéndice 8: Análisis de costo horario.....	45
Apéndice 9: Análisis de básicos.....	50
Apéndice 10: Análisis de precios unitarios.....	51
Apéndice 11: Ficha técnica fibras de acero.....	55
Lista de tablas.....	60
Lista de figuras.....	61
Lista de abreviaturas.....	63
Bibliografía.....	64

Introducción

Uno de los procesos cruciales durante el diseño y ejecución de un proyecto es la elección del método constructivo, el cual se verá influenciado por motivos de diversa índole, pudiendo ser de naturaleza estética, pragmática o financiera. Si bien, la conciliación de conceptos tan disímiles entre sí pareciera cercana a lo imposible, es claro que se debe tomar una decisión, que por un lado, asegure la integridad del proyecto y por otro, permita una congruencia en materia de calidad, costo y beneficio. Se da por un hecho que el método o sistema constructivo a emplear en una obra se debe determinar previo al inicio de trabajos en el sitio, después de haber hecho un análisis exhaustivo de las opciones a emplear y en concordancia con todo el equipo de diseño, incluido el cliente, sin embargo, también se pueden presentar cambios al sistema o sistemas constructivos de una obra a razón de factores como: las fluctuaciones en el precio de materias primas, falta de mano de obra calificada, productos o tecnologías de nuevo ingreso al mercado, ingeniería de valor, por mencionar algunos. Para poder tomar una decisión al respecto, es necesario hacer un análisis que va más allá de una comparación entre qué sistema o método es más caro o más barato, o cuál es más fácil o más difícil, el análisis debe ser no solo cuantitativo, sino cualitativo y con la mirada puesta en cómo influirá en el resto de los trabajos a realizar en sus diferentes disciplinas y las consecuencias que tendrá al final del proyecto.

El presente trabajo aspira a presentar un análisis de costo - beneficio, en el uso de fibras de acero y acero de refuerzo en pisos industriales, un concepto de obra particularmente interesante que a diferencia de otras partidas como podrían ser muros, techumbres, tuberías, etc. en este caso el concepto original y el resultado es el mismo: un piso de concreto para uso industrial, sin embargo la variante en uno de sus elementos —el acero— desencadena movimientos considerables en costo, recursos humanos y logística. En base a la experiencia del autor en dos obras ejecutadas, cada una con un tipo de acero, se hace el análisis de costo en una de ellas, aplicando ambos sistemas, presentado las consecuencias correspondientes, en materia de costo, tiempo de ejecución, recursos humanos y calidad.

Objetivos

Objetivo General

- Elaborar un análisis de costo - beneficio entre el uso de fibras de acero y acero de refuerzo en pisos industriales, tomando como base la experiencia obtenida por el autor en dos proyectos ejecutados cada uno con un tipo de acero.

Objetivos Específicos

- Elaborar el análisis de precio unitario de todas las partidas necesarias en la elaboración de pisos industriales tanto con acero de refuerzo como con fibras de acero.
- Conocer el impacto en tiempo y costo de la mano de obra para ambos sistemas constructivos.
- Generar y establecer una postura de cual es el mejor sistema constructivo, basado en resultados y condiciones particulares.

Hipótesis

La práctica común para el ejercicio comparativo de sistemas constructivos es el recurso de costos paramétricos o ensamblados de costos, donde fácilmente se puede visualizar qué sistema tiene un costo mayor o menor, sin embargo al analizar precios por m² aisladamente, es decir, fuera del contexto de una obra completa, las conclusiones a las que se puede llegar suelen ser erróneas.

Es así, que se parte de la hipótesis que el sistema constructivo con fibras de acero para pisos industriales representará un mayor costo que el del acero de refuerzo, debido al costo en el material a emplear en su relación precio - kg, sin embargo, ese excedente se verá compensado por el ahorro en mano de obra para el habilitado del acero de refuerzo lo que en el caso de las fibras de acero será inexistente.

Metodología

Se describirán brevemente dos casos reales en los que se emplearon por un lado las fibras de acero y por el otro acero de refuerzo en la construcción de sus pisos respectivamente. Ambos ejemplos son comparables entre si ya que comparten rasgos similares en cuanto al género de edificio y su uso. Se tomará uno de los proyectos en donde se analizará hipotéticamente cuál habría sido el escenario de haber seleccionado el sistema contrario y se mostrarán los resultados en costo y tiempo de ejecución. En ambos proyectos el espesor de la losa de piso fue de 0.15m con una capacidad de carga de 1.5 t/m² y una resistencia del concreto de $f'c=250$ kg/cm², por lo que para efectos comparativos, se considera que el acero utilizado puede ser intercambiable entre ambos sistemas sin comprometer las especificaciones estructurales. A ese respecto, la dosificación que se utilizó en el proyecto que empleó fibras de acero fue de 20 kg/m³ de concreto, mientras que en el proyecto con acero de refuerzo, se especificó para el armado del piso, una parrilla con varilla del no.3, espaciada cada 0.25 m, que en una equivalencia teórica correspondería aproximadamente a una relación de 39.2 kg/m³.

Capítulo 1: Procedimiento de Construcción y Proyectos de Referencia

1.1 Antecedentes históricos

Si bien es cierto que el uso del concreto como material de construcción puede rastrearse hasta tiempos del imperio romano, su baja resistencia a la tensión estructural no fue mejorada sino hasta el año 1861 cuando el francés François Coignet desarrolló una técnica para reforzar el concreto con malla metálica estableciendo la primera compañía especializada en la construcción con concreto armado¹, por su parte, el igualmente francés Joseph Monier construye las primeras jardineras armadas con malla metálica y en los años siguientes registra una serie de patentes para el uso del concreto armado: tuberías (1868), paneles (1869), puentes (1873), escaleras (1875), vigas (1878), cubiertas (1880)². El periodo de desarrollo más intenso del concreto armado se produjo entre 1870 y 1900, con trabajos innovadores llevados a cabo simultáneamente en Alemania, Estados Unidos, Inglaterra y Francia. Cuando realizó en concreto armado su casa junto al río Hudson en 1873, el norteamericano William E. Ward se convirtió en el primer constructor que saco todo el partido de la resistencia a la tensión del acero, al situar unas barras por debajo del eje neutro de las vigas³. En 1892 se instituye la comisión francesa para el estudio del cemento armado, en 1897 Charles Rabut da el primer curso sobre el tema en la Ecole Polytechnique, y en 1903 se forma la Chambre Syndicale de Constructeurs en Ciment Armé de France. Por último en 1906, se publica el primer reglamento oficial francés, al que siguen los de los demás países⁴. De igual manera, el origen de añadir fibras a los materiales de construcción puede ubicarse en la antigüedad, desde hace 3,500 años se observó como práctica común reforzar los adobes secados al sol con fibras de distinto origen tales como pelo de caballo, paja y fibras vegetales. Actualmente las fibras utilizadas en elementos compuestos con base en cementantes son hechas primordialmente de acero, vidrio, polímeros o derivados de materiales naturales. La primera investigación científica sobre el tema fue hecha en 1963 (Romuald y Baston 1963) donde se fabricó el concreto con fibras de acero utilizando cemento hidráulico convencional, agregados gruesos, finos, agua y fibras de acero⁵.

1.2 Procedimiento de construcción

A continuación se describirá el procedimiento de construcción típico para la elaboración de un piso de concreto para uso industrial, cabe resaltar que las diferencias que puedan existir entre procesos obedecen en su mayoría a requisitos específicos que el cliente solicita al constructor, ya que el uso del piso, en muchos casos, está estrechamente ligado al proceso de producción de la fábrica o industria de la que se trate. Los requisitos del cliente pueden ser de diversa índole, como pueden ser de naturaleza estructural, no solo en la resistencia, sino en las cargas dinámicas, debido al paso constante de equipos pesados o por ejemplo el uso de aditivos adicionales al concreto, tales como el uso de fibras sintéticas. Desde el punto de vista del acabado también puede requerirse el uso de un sello o pintura epóxica, así como la delimitación de áreas de trabajo o almacenaje mediante diversos colores y texturas. Debido a ello es que para este trabajo académico se eligiera el acabado tipo pulido espejo, ya que es de uso común y si bien no es un factor que influya en el uso de cualquiera de los dos tipos de acero, sí aporta una visión completa de lo que sería la manufactura de un piso industrial típico y lo que ello implica.

El proceso constructivo para ambos tipos de acero es prácticamente idéntico —dejando de lado obviamente el habilitado del acero de refuerzo— el único paso adicional observado durante la investigación para el presente trabajo, es el empleo de un rodillo metálico que permite el “bajar” o “peinar” las fibras de acero que se encuentran en posición vertical después del enrasado de la máquina láser, sin embargo, dicho paso no se ha considerado en el análisis de tiempo de ejecución, ya que representa, quizá, 1 minuto por hora en el proceso del flotado manual posterior al paso de la máquina láser.

Por otra parte el procedimiento que se describe inicia una vez que se ha “entregado” por parte de la obra civil la terracería previamente compactada (sub base y base) y lista para recibir la barrera de vapor. De la misma forma el proceso se concluye hasta el colado de las juntas de aislamiento para las columnas que, dicho sea de paso, este trabajo típicamente corresponde a la obra civil y no al contratista especializado de los pisos, sin embargo se ha incluido como un paso más dentro del proceso constructivo para dar un análisis de costos integral de lo que sería un proyecto completo de piso industrial.

Las actividades del procedimiento de construcción en cuanto a su orden, secuencia o simultaneidad, estarán determinadas por el tamaño y complejidad del proyecto.

1.2.1 Cimbra

Debido a que es recomendable que el colado de los pisos se realice unas vez que la techumbre y muros perimetrales han sido instalados —esto para asegurar un buen fraguado y evitar pérdida de humedad en el concreto a consecuencia de la exposición al sol o al viento— se aprovechan los muros existentes a manera de cimbra, preparando solamente su conexión a ellos (mediante varillas, pasadores, etc.. esto dependerá del tipo de muro) y agregando las hojas de material expansivo para la junta que se formará entre el muro y el piso, sin embargo, en los lados en que no exista un muro o haya una junta fría con otra porción del piso, la cimbra a utilizar puede ser metálica o de madera, para este proyecto se ha elegido la última, armada con dos barrotes, hoja de triplay y estacas de fijación al suelo a 45° o 90° dependiendo del área y a no más de 1.0 m. Es recomendable que la cimbra sobresalga al menos 0.05 m por encima del nivel de piso terminado; para este proyecto la losa de piso es de 0.15 m de espesor y la cimbra sera de 0.20 m de altura. Igualmente se prepara la cimbra para las juntas de aislamiento en las columnas, haciendo las modificaciones pertinentes al armado de la cimbra debido a la restricción de espacio.



Figura 1.1 Ejemplo típico de cimbra de madera para límite de losa de piso

1.2.2 Barrera de vapor

Como barrera de vapor para pisos, normalmente se utiliza polietileno negro en rollo, en los casos en que en el proyecto exista una cimentación perimetral al piso (como podría ser un dentellón), la instalación de la barrera de vapor deberá de coordinarse con dichas cimentaciones ya que el polietileno debe traslaparse para evitar filtraciones de agua o de humedad.

1.2.3 Acero de refuerzo

Si bien este paso es omitido con el uso de las fibras de acero, en su opción antagonista, el acero se habilita y se instala sobre silletas plásticas, a su vez, las áreas próximas a las placas base de las columnas también requieren de acero de refuerzo que deberá de instalarse con antelación al vaciado del concreto. Es cierto que el acero puede habilitarse en el mismo sitio donde se va a utilizar para evitar traslados y movimientos innecesarios, sin embargo también puede habilitarse en otro espacio dentro de la obra y posteriormente ser trasladado a su ubicación final. Este traslado deberá ser coordinado con el oficial herrero, ya que el acero para pisos es normalmente habilitado en parrilla, lo que limita su capacidad de maniobra mediante medios mecánicos, por consecuencia las parrillas deben ser movidas a mano siendo sujetadas solo perimetralmente, lo que provoca que el acero se combe perdiendo la equidistancia entre varillas y la sujeción de los amarres, no obstante que se reajusta una vez que se coloca en su posición final. Lo accidentado del traslado del mismo se verá reflejado al retrabajar nuevamente las varillas. Es así que cuando se requiera mover las parrillas de acero de un lado a otro sus dimensiones estarán limitadas a lo que se puede cargar en condiciones óptimas y observando que se cumplan los traslapes mínimos necesarios entre parrillas en el lugar del colado del piso. Durante el proceso de colado el acero de refuerzo se desmonta de las silletas plásticas en las áreas donde la máquina láser se encuentra transitando y una vez que a cada área le corresponda el vaciado del concreto, se reinstala el acero en las silletas nuevamente.

Para ambos casos —acero de refuerzo y fibras de acero— se instalan canastillas con pasadores lisos en las juntas frías o entre colados de diferentes fechas; esto con la finalidad de lograr una mejor transferencia de las cargas dinámicas entre losas de piso, así como para asegurar un comportamiento óptimo de la junta a lo largo del tiempo.

1.2.4 Colado de concreto

Debido a los grandes volúmenes que se utilizan en los pisos industriales la elección del concreto premezclado es la mejor forma de asegurar un proceso rápido y eficiente en el colado de los pisos. Durante el proceso del “vaciado” o “tirado” del concreto la máquina láser hace el proceso de extender, enrasar, vibrar y nivelar el concreto, sin embargo la misma debe ser “alimentada” por ayudantes que se encargan de “rastrillar” el concreto que va cayendo del

canalón suministrado por el camión revoladora. Para las orillas, límites de la losa y áreas próximas a las juntas de aislamiento, usualmente se vibra el concreto manualmente mediante un vibrador con chicote. Posterior al paso de la máquina láser, se hace un flotado manual mediante una llana tipo bull-float; esto permite corregir planicidad, consolidar y suavizar la superficie del piso.



Figura 1.2 Proceso de enrasado del concreto mediante máquina láser

Una vez finalizado el “tirado” del concreto y después del fraguado inicial, se procede con la etapa del acabado del piso, que inicia con el flotado mediante máquinas allanadoras equipadas con discos de flotado y posteriormente se pule también con maquinadas allanadoras, pero esta vez, con llanas metálicas.



Figura 1.3 Proceso de flotado manual mediante llana bull-float

Terminado el pulido, se deja pasar un tiempo para la consolidación del concreto y se inicia el proceso del corte con disco para las juntas de control. El espaciamiento y profundidad de las juntas de control debe ser especificado por el estructurista del proyecto, sin embargo es de práctica común que la profundidad no debe ser menor a una cuarta parte del espesor del piso y la distancia entre juntas será de 24 a 30 veces de dicho espesor; claro que esto también dependerá del concreto y los aditivos que se empleen, además de considerar el punto de vista estético y funcional, buscando que las juntas estén uniformemente repartidas, alineadas con las juntas de aislamiento de las columnas y haciendo cortes donde se presenten tapas de registros o fosas, evitando así fisuras posteriores. El proceso de curado puede ser mediante técnicas tradicionales como la saturación con agua, sin embargo para asegurar un curado de mayor calidad en este caso se ha decidido utilizar una membrana de curado aplicada mediante bomba de aspersión manual.

1.2.5 Juntas

Una vez que se tiene el piso totalmente fraguado se inicia el relleno de las juntas para esto se utiliza material de respaldo y sellador para las juntas de control, y hojas de material expansible y sellador para las juntas de aislamiento en columnas. Es importante enmascarillar las juntas antes de la aplicación del sellador —ya que este puede manchar el piso— y acordonar el área de trabajo para favorecer el secado óptimo del sellador, evitando así que sea afectado por paso peatonal o vehicular.



Figura 1.4 Junta de aislamiento para columna (diamante)

1.3 Proyecto con fibras de acero

El proyecto seleccionado como marco de referencia para el sistema constructivo con fibras de acero fue la expansión de la planta de ensamble ubicado dentro del complejo de la planta de ensamble y estampado propiedad de Ford Motor Company en el Estado de México.

Se trata de una planta industrial de 11,371 m², construida a base de estructura metálica, techumbre de lámina metálica con paneles traslúcidos, muros híbridos de lámina metálica y prefabricados de concreto, así como losas de piso con fibra acero en acabado pulido espejo y fosas de distintas dimensiones y profundidades destinadas a albergar transportadores y equipos necesarios para el ensamble de automóviles.

La obra se realizó en un periodo de nueve meses (Noviembre 2008 a Julio 2009), durante el periodo de colado de los pisos se observaron serias anomalías y omisiones en el proceso de construcción (algunas de ellas solicitadas por el cliente con el fin de apresurar los trabajos a pesar de las advertencias expresadas por el contratista general) lo que derivó en fisuras subsecuentes, mismas que después de un peritaje se determinó que no eran fallas estructurales y se procedió a la aplicación de un sello epóxico, con la intención de mejorar el acabado del piso.

Algunos puntos en los que se observó una mala aplicación de los procesos constructivos fueron:

- Se colaron algunas porciones del piso sin tener techo y sin muros, lo que provocó una exposición excesiva al sol y al viento dando como resultado un curado ineficiente.
- En ocasiones las terracerías se terminaban 30 minutos antes del colado, lo que impedía verificar, mediante pruebas de laboratorio, si la compactación de la sub base cumplía o no con los requisitos estructurales.
- Los pisos se colaron directamente sobre la sub base de tepetate, sin utilizar una base de grava la cual proporcionaría una mayor estabilidad al piso.
- No se utilizó barrera de vapor para el colado de los pisos, abriendo la posibilidad de que se transmitiera humedad del subsuelo a la superficie del piso.

En el colado de los pisos se utilizó concreto premezclado y enrasado con máquina láser.

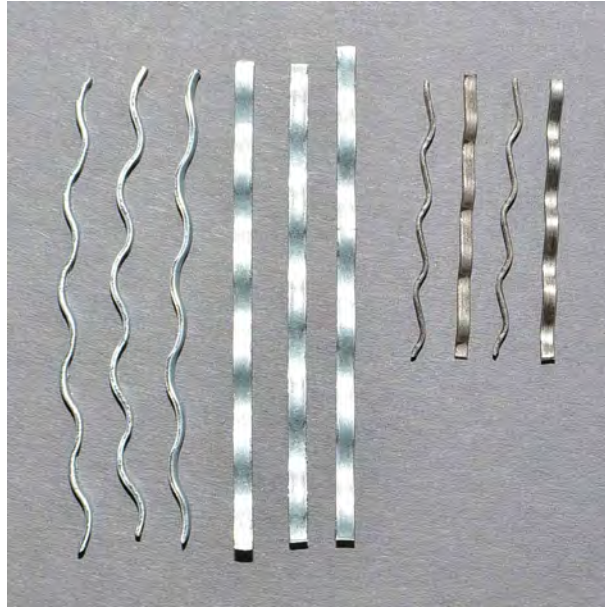


Figura 1.5 Fibras de acero en diferentes dimensiones



Figura 1.6 Vista interior de la planta de ensamble con pisos y fosas terminados

1.4 Proyecto con acero de refuerzo

El proyecto seleccionado como marco de referencia para el sistema constructivo con acero de refuerzo fue la planta de Jtekt ubicada en el municipio de Villa de Reyes en el estado de San Luis Potosí.

Se trata de una planta industrial de 19,081 m², construida a base de estructura metálica, techumbre y muros de lámina metálica con paneles traslúcidos y losas de piso con acero de refuerzo.

La obra fue realizada de Julio 2014 a Junio 2015. El procedimiento constructivo fue el adecuado y los resultados fueron evidentes en la calidad y estética del piso que, al igual que en el proyecto ejecutado con fibras de acero mencionado anteriormente, fue colado con concreto premezclado y enrasado con máquina láser.



Figura 1.7 Vista exterior de la planta de Jtekt

1.5 Resumen de procesos

A continuación se muestran una serie de imágenes con algunos de los pasos anteriormente descritos y que ilustran el proceso típico en la construcción de pisos industriales.



Figura 1.8
Terracería terminada para recibir el concreto sin el uso de base de grava



Figura 1.9
Extendido y compactado de grava como base para recibir el concreto



Figura 1.10
Cimbra de madera en límite de losa con junta de aislamiento en la columna metálica y armado de acero para un dentellón perimetral



Figura 1.11
Cimbra para la junta de aislamiento en las columnas metálicas (diamante)



Figura 1.12
Traslado del acero de refuerzo desde el área donde fue habilitado a su ubicación final



Figura 1.13
Pandeo y desajuste en el acero de refuerzo debido al traslado, razón por la cual debe ser retrabajado y verificado antes del colado



Figura 1.14
Habilitado del acero de refuerzo directamente en la que será su ubicación final

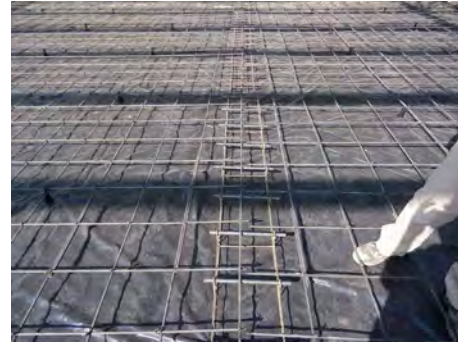


Figura 1.15
Instalación de canastillas con pasadores



Figura 1.16
Instalación de silleta plástica



Figura 1.17
Izquierda: la sección del piso lista para recibir el concreto. Derecha: la base terminada y preparada para recibir la barrera de vapor y el acero de refuerzo



Figura 1.18
Colado de grout debajo de la placa base



Figura 1.19
Colado de dado de concreto en columna metálica para crear una junta de aislamiento con respecto al piso



Figura 1.20
Colado de piso con acero de refuerzo



Figura 1.21
Colado de piso con fibras de acero



Figura 1.22
Proceso de pulido con allanadora doble



Figura 1.23
Porción de piso colada y porción por colar donde se muestra la junta de expansión con la cimbra de límite de losa y sus pasadores así como la cimbra para la junta de aislamiento en la columna metálica

1.6 Conclusiones

Para realizar el análisis de costo - beneficio de ambos sistemas se tomará como ejemplo la planta de Jtekt, ya que presenta una planta regular con columnas equidistantes prácticamente en todos sus ejes, e igualmente las juntas de expansión se ubican de manera regular en toda la planta. Por otra parte se seguirá el mismo procedimiento constructivo en ambos sistemas, sin omisiones y de acuerdo a lo que se considera buena práctica constructiva, con la intención de que sea el acero de refuerzo y la fibra el único factor distintivo entre ambos presupuestos.

Capítulo 2: Análisis

2.1 Rendimiento de mano de obra

Para poder elaborar el análisis de precio unitario se hizo el registro de tiempos de ejecución en las actividades que integran la construcción de pisos industriales. Las observaciones fueron hechas en dos obras en proceso de construcción de características similares siendo la diferencia el uso de acero de refuerzo y fibras de acero respectivamente.

Para efectos de evaluar cualitativa y cuantitativamente el rendimiento de la mano de obra, se tomó como referencia de medida el tiempo de ejecución de una bahía, es decir, el intercolumnio o espacio comprendido entre cuatro columnas (dos ejes longitudinales y dos eje transversales), esto debido a que facilita la planeación ordenada de los diferentes colados y permite una ubicación óptima de la juntas frías entre colados de diferentes fechas. La logística entre colados (secuencia de los colados) fue descartada como factor de influencia en el rendimiento de la mano de obra ya que esta depende en gran medida de las actividades y áreas liberadas que se tienen en la obra.

Es así que el registro que fue utilizado como referencia para elaborar los análisis de precios se llevó a cabo en una bahía de 20 x 20 m, con un espesor de 0.15 m y una superficie de 400 m².

Para las actividades que no aparecen en la siguiente tabla y que sin embargo intervienen en la elaboración del piso, se tomaron los rendimientos típicos de la industria como son el caso del curado, habilitado del acero, la fabricación del grout en obra, el tendido del polietileno, el sellado de las juntas, etc..

Actividad	Mano de obra	Duración
Tirar concreto	1 oficial albañil supervisando y con el nivel laser 1 operador especializado con la máquina láser 1 operador de equipo ligero con el vibrador de mano 1 ayudante con el canalón de la revolvedora 2 ayudantes con la llana de flotado bull float 2 ayudantes rastrillando el concreto alimentando a la máquina láser	2 horas
Pausa para dar tiempo a que inicie el fraguado inicial		2 horas
Pulido	2 operadores de equipo ligero en allanadoras dobles 2 ayudantes para pulir y detallar manualmente en esquinas y orillas	2 horas con disco de flotado 2 horas con llanas
Corte en piso	2 operadores de equipo ligero con la cortadora de piso 1 oficial albañil y 1 ayudante para trazar	2 a 4 horas

Tabla 2.1 Resultados de las observaciones en campo para el colado de 400 m² de piso de concreto industrial

2.2 Análisis de Costo - Beneficio

Del presupuesto a costo directo se desprende que el costo con el uso del acero de refuerzo es de: \$9,230,244.58 mientras que con el uso de fibras de acero el costo es de: \$8,710,672.44 resultando una diferencia de: \$519,572.14 es decir, el uso de las fibras de acero representa un ahorro del 5.96% en comparación con el acero de refuerzo.

Para poder visualizar de una mejor manera la interacción de la mano de obra, material y tiempos de ejecución, se realiza un análisis comparativo entre los dos sistemas, que a diferencia del análisis de precios unitarios —donde la información está determinada de manera unitaria— se presenta un escenario hipotético de volumen de obra, combinado con una explosión de tiempo e insumos y el costo que ello implica.

Del análisis de rendimiento de mano de obra, se concluyó que el colado de una bahía de 400 m² tomaría de 10 a 12 horas y que en lo particular cada fase que integra el total de la fabricación del piso (tirar concreto, pulido, etc..) dura en promedio 2 horas (que equivaldría aproximadamente al 20% del total del tiempo requerido para completar una bahía), por lo que tomando como base el primer paso que es tirar el concreto, se puede proyectar una capacidad de 1,200 m² de piso terminado por jornada de trabajo ya que solo el colado del concreto toma 6 horas dejando libre el resto de la jornada para actividades menores e imprevistos. Debido a que el proceso de fabricación del piso debe de ser continuo y no puede ser detenido, sino hasta que se llegué a una junta fría previamente establecida, hay cuadrillas de trabajo que deberán trabajar en turno nocturno, como es el caso de las actividades de corte de piso, curado y en menor medida para los pulidores, es por ello que se determina que cada colado de 1,200 m² será ejecutado en dos jornadas de trabajo, resultando en una capacidad semanal de 3,600 m²; con ese volumen en mente, se calcula la cantidad de mano de obra necesaria mínima de fierros para satisfacer la demanda de acero de refuerzo requerida semanalmente.

Acero de refuerzo		Fibras de acero		Diferencia
Material				
Acero varilla	16,444.31 kg	Fibras de acero	11,162.25 kg	
Silleta plástica	5,905 pza			
Alambre recocido	493.32 kg			
Costo	\$252,117.10	Costo	\$226,035.56	\$26,081.54
Mano de obra				
Oficial herrero + 1 ayudante	17 cuadrillas	Ninguna		
Costo	\$14,584.81	Costo	\$0.00	\$14,584.81
Total				
	\$266,701.91		\$226,035.56	\$40,666.35

Tabla 2.2 Comparativa de costo semanal para un volumen de 3,600 m² de piso, para el resto de los conceptos que forman parte de la elaboración total del piso como son: cimbra, canastilla con pasadores, acabado, membrana de curado, etc.. se considera que forman parte de ambas opciones por lo que no existe diferencia de costo entre ellos. Los costos de los materiales están actualizados a Marzo 2018

En el análisis anterior se observa una diferencia de \$40,666.35 siendo las fibras de acero 17.99% de menor costo en comparación con el acero de refuerzo, diferencia que se observa repartida en una proporción similar entre la mano de obra y el costo de material, \$26,081.54 y 14,584.81 respectivamente. Más allá de la obviedad en la diferencia del costo de la mano de obra, se puede observar una dinámica interesante exclusivamente en el valor del acero por kg, ya que si bien la fibra de acero tiene un mayor costo por kg siendo \$20.25, contra \$13.36 de la varilla de acero del no. 3 (ver apéndice 4) se requiere menos fibra de acero para lograr el mismo resultado en materia de resistencia del piso, haciéndolo más efectivo en costo por kg. Si bien esta conclusión puede ser deducida del análisis de precio unitario, no es sino hasta que se proyecta un volumen de obra que los números salen a flote, ya que la cantidad de fibra de acero a utilizar va en proporción del volumen de concreto expresado en m³, mientras que el acero de refuerzo se encuentra expresado en kg. Por otra parte, desde una perspectiva de explosión de tiempo general, dado que una cuadrilla de oficial herrero + 1 ayudante teóricamente rinde un estimado de 200 kg de habilitado de acero de refuerzo del no. 3 por jornada, el total de la obra requeriría el equivalente a 428 jornadas laborales.

Independientemente del análisis que se realizó en materia de costo, es evidente que ambos sistemas tienen cualidades que no pueden expresarse en números, es decir, la elección de cualquiera de los dos sistemas deberá someterse a un análisis no solo en términos cuantitativos sino cualitativos, estos deben ser evaluados con estricto apego al proyecto y las exigencias particulares que cada cliente demande, no obstante, ambos sistemas tienen cualidades intrínsecas susceptibles de comparación como se muestra a continuación:

Acero de refuerzo	Fibras de acero
Cualidades constructivas	
<ul style="list-style-type: none"> • Permite dotar de diferentes capacidades de carga en un solo piso variando los armados de acero o añadiendo cimentaciones superficiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementa la resistencia a la flexión • Provee de una protección adicional contra las fisuras después del colado • Ofrece una mayor resistencia al impacto y la abrasión • Incrementa la capacidad de carga, posibilitando la reducción en el espesor de la losa de piso • En caso de fisuras la losa de piso conserva su capacidad de carga • Posibilita la reducción de juntas de control con un espaciamiento de 40-50m⁶
Logística	
<ul style="list-style-type: none"> • Es de fácil acceso y puede encontrarse prácticamente en cualquier lugar 	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de que el añadido de la fibras de acero deba de hacerse en obra, el almacenamiento del material es sencillo y ocupa poco espacio. • No requiere de una área expresa para su manejo o habilitado • No requiere de mano de obra especializada en caso de que su adición al concreto sea hecha obra

Tabla 2.3 Comparativa de cualidades constructivas y de logística. Para mayores detalles sobre las propiedades y usos de las de fibras de acero ver el apéndice 11

2.3 Conclusiones

El uso de las fibras de acero como sistema constructivo presenta ventajas significativas en comparación con el uso del acero de refuerzo en pisos industriales, no solo en el aspecto económico sino en tiempos de ejecución en los programas de obra. Si bien, cuando se efectúa el análisis de costo - beneficio como un hecho aislado, aporta la singularidad de los precios, rendimientos y volúmenes del sistema constructivo, sin embargo, en un análisis de como interactúa el uso del sistema en conjunto con el gran resto de los trabajos en una obra industrial, los beneficios se verán notablemente incrementados, aunque en algunas ocasiones la materialización de dichos beneficios no se exprese necesariamente en términos de dinero o tiempo. Algunos de esos beneficios son:

- La supervisión durante la fase de colado no es tan demandante ya que al no haber acero de refuerzo este no debe montarse y desmontarse de las silletas durante el proceso de construcción.
- Se asegura una mejor calidad en la fabricación del piso en su cualidad estructural y estética.
- El proceso de curado es igual de riguroso que con el acero de refuerzo, sin embargo por las propiedades del proceso constructivo, el riesgo de fisuras posteriores al fraguado se verá reducido.
- La cantidad de mano de obra para el habilitado de acero y para el total de la obra, se verá drásticamente reducido ya que su actividad se limitaría al habilitado de acero para cimentaciones y muros de contención, pudiendo incluso prescindir de ellos al concluir los trabajos civiles.
- Los trabajos de terracerías para los pisos se pueden ejecutar con mayor libertad ya que no existe la presión constante de tiempo para la colocación del acero habilitado

Por otra parte, las dos razones principales por las que no debería o podría usarse las fibras de acero, son a solicitud expresa del cliente —**motivado quizá por una falta de conocimiento del sistema o alguna mala experiencia previa**— y por las exigencias de uso del piso, ya que **no obstante las bondades de las fibras de acero, su utilidad se ve superada cuando por demandas del proyecto se requiera una mayor capacidad de carga (estática o dinámica) donde definitivamente el acero de refuerzo podría considerarse, en teoría, sin límites.**

Para el especialista en costos es importante no perder de vista que la elaboración de presupuestos no es una actividad aislada, por el contrario, es el punto donde por fin convergen todas las actividades que intervienen en un proyecto y que la forma en que interactúan dichas actividades entre sí, no debe ser subestimado y que cada actividad por pequeña que parezca es susceptible de análisis. El análisis de costo - beneficio que se realizó, es un buen ejemplo de ello, ya que la supresión del habilitado de acero de refuerzo en el proceso constructivo, desencadena una serie de consecuencias que influyen de manera determinante en el proceso de la obra, abriendo la puerta a una mayor eficiencia en costo - operación y por consecuencia a una mejor calidad.

Durante mis estudios en la especialidad en costos en la construcción, se hace un énfasis constante en la importancia de conocer el marco teórico detrás del análisis de costos y en que la experiencia laboral —particularmente en construcción— es una parte fundamental para la consecución de los objetivos que persigue el profesional en costos, pero también es cierto que la construcción es una actividad multidisciplinaria y que las cientos, y en ocasiones miles de actividades que forman parte de un proyecto exceden las capacidades de una sola persona. El especialista en costos, por más buena voluntad que posea, no puede ser “todólogo”. No solo la complejidad o magnitud de los proyectos lo impiden, sino también el avance de la tecnología, que con su aportación de nuevos procedimientos constructivos, maquinaria y materiales lo hacen imposible, no obstante, es precisamente ahí donde el especialista en costos es de un valor incalculable para un proyecto. El especialista **es un analista, no un capturista; su cualidad radica en la capacidad de análisis de procedimientos: tradicionales, nuevos y hasta cierto punto desconocidos**, y no en una mente prodigiosa que recuerde precios, rendimientos y dosificaciones de materiales. Para recordar números y cifras, están las computadoras.

Durante la investigación que se realizó para este trabajo, a la pregunta expresa en el área de presupuestos de cada obra, respectivamente, sobre la diferencia en costo entre el uso de acero de refuerzo y fibras de acero, la respuesta fue unánime: “...con la fibra de acero sale más caro...”. Personalmente, de ninguna manera me considero experto en la construcción de pisos industriales, ni siquiera experto en construcción; pero sí creo que más allá de la experiencia profesional —la cual nunca será suficiente— las cualidades que nunca deben faltar en un especialista son: **la capacidad de análisis, el poder de observación y la febril actitud por cuestionar los paradigmas establecidos.**

Notas

- ¹ Frampton Kenneth. *Historia crítica de la arquitectura moderna* (Gustavo Gili, SL 2009), 36.
- ² Benevolo Leonardo. *Historia de la arquitectura moderna* (Gustavo Gili, SL 2007), 351.
- ³ Frampton Kenneth. *Historia crítica de la arquitectura moderna* (Gustavo Gili, SL 2009), 37.
- ⁴ Benevolo Leonardo. *Historia de la arquitectura moderna* (Gustavo Gili, SL 2007), 352.
- ⁵ Behbahani Hamid & Nematollahi Behzad. *Steel Fiber Reinforced Concrete* (2011).
- ⁶ Cemex UK Materials Ltd. *Concrete Solutions Data Sheet, Steel Fibre Concrete* (Cemex UK Materials Ltd)

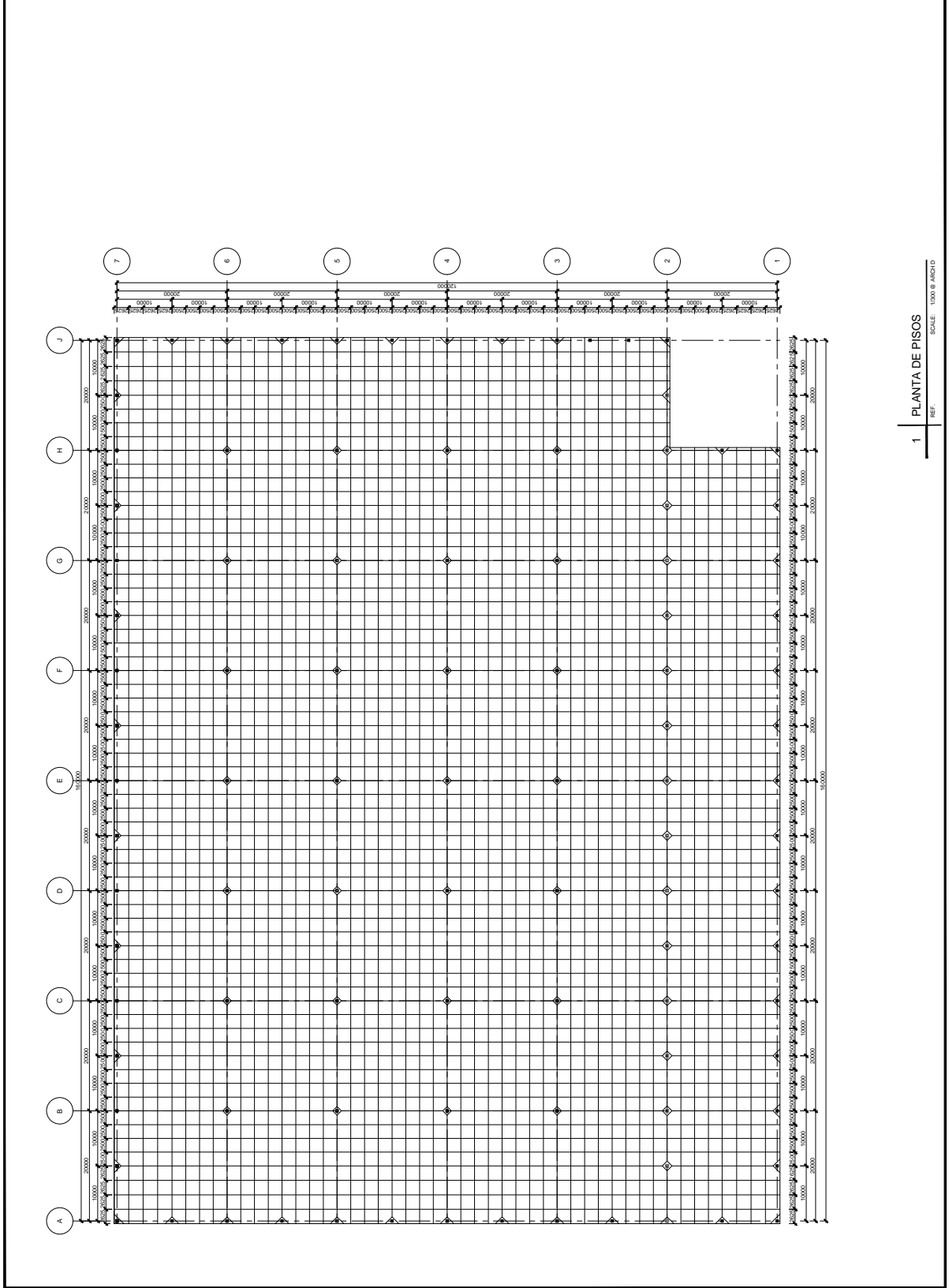


Especialidad en Costos en la Construcción.

ANÁLISIS DE COSTOS-BENEFICIO ENTRE EL USO DE FIBRAS DE ACERO Y ACERO DE REFUERZO EN PISOS INDUSTRIALES

ELABORADO POR: Elio Roberto Gamra Morales

TIPO: PLANTA DE PISOS



1 PLANTA DE PISOS

SCALE - 1:200 @ ARCHD

REV.

DATE

S-103

Presupuesto

Marzo 2018

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo directo	Importe con acero de refuerzo	Importe con fibras de acero
03 11 00	Cimbra					
03 11 13	Cimbra de madera para límite de losa de piso (5 usos), incluye cimbrado, descimbrado y desmoldante marca Curacreto, modelo Molducreto JR	m	1,334.0	\$31.65	\$42,214.44	\$42,214.44
03 21 00	Acero de refuerzo					
03 21 11.A	Acero de refuerzo en piso No. 3 (Ø 3/8") fy=4200 kg/cm ² , incluye desperdicio, traslapes, silletas plásticas, alambre, habilitado, armado, fletes y acarreo	kg	85,573.1	\$19.62	\$1,678,745.97	
03 21 11.B	Canastilla con pasadores para juntas de expansión en pisos con pasadores lisos de Ø3/4" @ 300 mm, incluye suministro e instalación	m	987.5	\$330.77	\$326,634.64	\$326,634.64
03 30 00	Concreto colado en sitio					
03 30 00.A	Colado de concreto en sitio para piso con un espesor de 150 mm, utilizando concreto premezclado con una resistencia de f'c=250 kg/cm ² enrasado con máquina laser screed marca Somero, modelo S-15R	m ³	2,862.2	\$1,648.65	\$4,718,687.83	
03 30 00.B	Colado de concreto en sitio para piso con un espesor de 150 mm, utilizando concreto premezclado con una resistencia de f'c=250 kg/cm ² con fibras de acero en una proporción de 20 kg por m ³ de concreto, enrasado con máquina laser screed marca Somero, modelo S-15R	m ³	2,862.2	\$2,053.65		\$5,877,861.66

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo directo	Importe con acero de refuerzo	Importe con fibras de acero
03 35 00	Concreto acabados					
03 35 43	Acabado tipo pulido espejo en losa de piso realizado con equipo tipo allanadora doble marca Wacker Neuson modelo CRT 48-35V, utilizando discos de flotado y llanas metálicas. En orillas y zonas de difícil acceso el acabado será realizado por medios manuales	m ²	18,928.2	\$2.80	\$52,921.52	\$52,921.52
03 39 00	Curado de concreto					
03 39 23.13	Membrana de curado para pisos de concreto marca Curacreto, modelo Curacreto incoloro T1CA, aplicado mediante bomba manual de aspersión	m ²	19,081.0	\$9.78	\$186,630.86	\$186,630.86
03 60 00	Grouts					
03 61 00	Colado de grout en sitio para juntas de aislamiento en columnas con un espesor de 150 mm, utilizando grout marca Sika, modelo Sika Gorut-EC, acabado tipo pulido espejo por medios manuales.	m ³	22.9	\$24,337.43	\$557,886.91	\$557,886.91
03 81 00	Corte en concreto					
03 81 13	Corte en piso de concreto a una profundidad de 40 mm para junta de control utilizando cortadora de disco, incluye trazo y corte	m	14,709.4	\$4.51	\$66,348.55	\$66,348.55
07 26 00	Barreras de vapor					
07 26 16	Barrera de vapor para piso de concreto de polietileno negro cal. 600 a instalar sobre la base compactada y previo a la colocación del acero de refuerzo	m ²	19,081.0	\$6.67	\$127,244.34	\$127,244.34

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo directo	Importe con acero de refuerzo	Importe con fibras de acero
07 90 00	Protección de juntas					
07 91 00.A	Junta de control en piso realizado por medio de material de fondo de junta de espuma de polietileno de baja densidad, marca Sika, tipo Sika Rod de 3/8" Ø y sellado con sellador elástico marca Sika, modelo Sikaflex-1CSL	m	14,709.4	\$92.45	\$1,359,941.91	\$1,359,941.91
07 91 00.B	Junta de expansión en columnas y limites de losa realizado por medio de junta premoldeada de fibras de celulosa comprimida e impregnada con asfaltos especiales, aditivos y conservadores, marca Curacreto, modelo Juntacreto Fibra de 150 mm de alto por 13 mm de espesor y sellado con sellador elástico marca Sika, modelo Sikaflex-1CSL	m	950.5	\$118.88	\$112,987.60	\$112,987.60
					\$9,230,244.58	\$8,710,672.44

Diferencia \$519,572.14

Generador

03 11 13 Cimbra de madera para límite de losa de piso, incluye cimbrado, descimbrado y desmoldante marca Curacreto, modelo Molducreto JR					Unidad	m
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Eje B					121.00
002	Eje C					121.00
003	Eje D					121.00
004	Eje E					121.00
005	Eje F					121.00
006	Eje G					121.00
007	Eje H					60.50
008	Eje 4					161.00
009	Diamantes tipo A	5.0			42.0	210.00
010	Diamantes tipo B	3.9			42.0	164.22
011	Diamantes tipo C	2.5			5.0	12.25
Total						1,334.0

03 21 11.B Canastilla con pasadores para juntas de expansión en pisos con pasadores lisos de Ø3/4" @ 300 mm, incluye suministro e instalación					Unidad	m
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Eje B					121.00
002	Eje C					121.00
003	Eje D					121.00
004	Eje E					121.00
005	Eje F					121.00
006	Eje G					121.00
007	Eje H					100.50
008	Eje 4					161.00
Total						987.5

03 30 00.A Colado de concreto en sitio para piso con un espesor de 150 mm, utilizando concreto premezclado con una resistencia de f'c=250 kg/cm² enrasado con máquina laser screed marca Somero, modelo S-15R					Unidad	m³
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Eje A-J, Eje 7-2	161.00	101.00	0.15		2439.15
002	Eje A-H, Eje 2-1	141.00	20.00	0.15		423.00
Total						2,862.2

03 35 43 Acabado tipo pulido espejo en losa de piso realizado con equipo tipo allanadora doble marca Wacker Neuson modelo CRT 48-35V, utilizando discos de flotado y llanas metálicas					Unidad	m²
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Eje A-J, Eje 7-2	161.00	101.00			16261.00
002	Eje A-H, Eje 2-1	141.00	20.00			2820.00
	(menos) Diamantes tipo A	1.55			42.00	65.10
	(menos) Diamantes tipo B	1.91			42.00	80.2
	(menos) Diamantes tipo C	1.50			5.00	7.5
Total						18,928.2

03 39 23.13	Membrana de curado para pisos de concreto marca Curacreto, modelo Curacreto incoloro T1CA, aplicado mediante bomba manual de aspersión				Unidad	m ²
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Eje A-J, Eje 7-2	161.00	101.00			16261.00
002	Eje A-H, Eje 2-1	141.00	20.00			2820.00
Total						19,081.0

03 61 00	Colado de grout en sitio para juntas de aislamiento en columnas con un espesor de 150 mm, utilizando grout marca Sika, modelo Sika Gorut-EC, acabado tipo pulido espejo por medios manuales.				Unidad	m ³
No.	Ubicación	Área	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Diamantes tipo A	1.55		0.15	42.00	9.77
002	Diamantes tipo B	1.91		0.15	42.00	12.03
003	Diamantes tipo C	1.50		0.15	5.00	1.13
Total						22.9

03 81 13	Corte en piso de concreto a una profundidad de 40 mm para junta de control utilizando cortadora de disco, incluye trazo y corte				Unidad	m
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Eje A-J					7378.64
002	Eje 7-1					7330.81
Total						14,709.4

07 26 00	Barrera de vapor para piso de concreto de polietileno negro cal. 600 a instalar sobre la base compactada y previo a la colocación del acero de refuerzo				Unidad	m ²
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Eje A-J, Eje 7-2	161.00	101.00			16261.00
002	Eje A-H, Eje 2-1	141.00	20.00			2820.00
Total						19,081.0

07 91 00.A	Junta de control en piso realizado por medio de material de fondo de junta de espuma de polietileno de baja densidad, marca Sika, tipo Sika Rod de 3/8" Ø y sellado con sellador elástico marca Sika, modelo Sikaflex-1CSL				Unidad	m
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Eje A-J					7378.64
002	Eje 7-1					7330.81
Total						14,709.4

07 91 00.B	Junta de expansión en columnas y limites de losa realizado por medio de junta premoldeada de fibras de celulosa comprimida e impregnada con asfaltos especiales, aditivos y conservadores, marca Curacreto, modelo Juntacreto Fibra de 150 mm de alto por 13 mm de espesor y sellado con sellador elástico marca Sika, modelo Sikaflex-1CSL				Unidad	m
No.	Ubicación	Largo	Ancho	Alto	Piezas	Cantidad
001	Diamantes tipo A	5.00			42.00	210.00
002	Diamantes tipo B	3.91			42.00	164.22
003	Diamantes tipo C	2.45			5.00	12.25
004	Muro Eje A	121.0				121.0
005	Muro Eje H	20.0				20.0
006	Muro Eje J	101.0				101.0
007	Muro Eje 7	161.0				161.0
008	Muro Eje 2	20.0				20.0
009	Muro Eje 1	141.0				141.0
Total						950.5

03 21 11.A	Acero de refuerzo				Unidad	kg	
No.	Descripción	Piezas	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 8
			0.557	0.996	1.54	2.25	3.975
001	Eje A-H (var. corrida)	563.0	37,944.5				
002	Eje H-J (var. corrida)	80.0	4,500.6				
003	Eje 7-2 (var. corrida)	403.0	36,139.8				
004	Eje 2-1 (var. corrida)	80.0	6,283.0				
005	Diamantes tipo A	42.0	467.9				
006	Diamantes tipo B	42.0	224.6				
007	Diamantes tipo C	5.0	12.8				
Total			85,573.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Catálogo de materiales

Marzo 2018

Clave	Descripción	Unidad	Costo
M100	Acero de refuerzo		
M101	Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ VAR 3/8" (No. 3)	t	\$13,362.00
M102	Alambre recocido No. 18	kg	\$19.83
M103	Canastilla con pasadores (pieza 1.50 m)	pieza	\$482.75
M104	Fibras de acero (saco 20 kg)	saco	\$405.00
M200	Cementantes		
M201	Sika Grout-EC (saco 30 kg)	saco	\$504.31
M202	Concreto premezclado $f'c=250\text{ kg/cm}^2$	m^3	\$1,475.00
M300	Clavos, pijas y tornillos		
M301	Clavo 2-1/2"	kg	\$18.60
M302	Clavo 3-1/2"	kg	\$19.30
M400	Gravas y piedras		
M401	Grava 3/4"	m^3	\$141.37
M500	Madera		
M501	Triplay de pino 15mm 1.22 X 2.44	pieza	\$366.38
M502	Barrote de pino de 2a. para cimbra 1-1/2" X 3-1/2" X 8'	pieza	\$34.48
M600	Desmoldantes y membranas		
M601	Desmoldante curacreto modulcreto jr (tambo 200 l)	tambo	\$4,767.24
M602	Curacreto incoloro T1CA (tambo 200 l)	tambo	\$4,583.62
M700	Membranas plasticas y materiales para juntas		
M701	Polietileno negro cal. 600 (rollo 6 X 55 m)	rollo	\$1,810.00
M702	Sika rod (carrete 320 m)	carrete	\$1,662.32
M703	Sika flex-1CSL (cartucho 300 ml)	cartucho	\$219.00
M704	Juntacreto fibra (paquete 20 piezas 1.22 X 0.013 X .15 m)	paquete	\$703.00
M800	Varios		
M801	Cinta enmascarillar 3M de 48mm de ancho (carrete 55 m)	carrete	\$129.31
M802	Agua en pipa	m^3	\$65.00
M803	Silleta plástica	pieza	\$2.33

Apéndice 5 - Cálculo de factor de salario real

* Por razones de espacio solo se muestra el procedimiento íntegro del factor de salario real para un solo puesto, sin embargo, todos los salarios que intervienen en el presupuesto fueron calculados de la misma manera.

Memoria de cálculo para la obtención del factor de salario real

Fecha		2018-03-01
Puesto	Oficial albañil	
Salario de mercado		\$2,100.00
TP	Cálculo de días realmente pagados en el año	
DICAL	Días de calendario	365.00000
DIAGI	Días de aguinaldo	15.00000
PIVAC	Días por prima vacacional	1.50000
	Horas extra grabables en el SBC	
	Horas extra no grabables en el SBC	
TP	Total de días realmente pagados al año	381.50000
DINLA	Cálculo de días no laborados en el año	
DIDOM	Días Domingo	52.00000
DIVAC	Días de vacaciones	6.00000
DIFEO	Días festivos por ley	7.00000
DIPEC	Días perdidos por condiciones de clima	2.00000
DIPCO	Días por costumbre	3.00000
DIPEN	Días por permisos y enfermedad no profesional	2.00000
DISIN	Días por sindicato (contrato colectivo)	0.00000
	Días no trabajados por guardia	0.00000
DINLA	Total días no laborados en el año	72.00000
TI	Cálculo de días realmente laborados al año	
	TI = DICAL-DINLA	
DICAL		365.00000
DINLA		72.00000
TI	Total días realmente laborados al año	293.00000
	TP / TI	
TP		381.50000
TI		293.00000
		1.30205
	(TP - TE) / TI	
TE	Tiempo extra no grabable	0.00000
TP		381.50000
TI		293.00000
		1.30205
FSBC	Factor de salario base de cotización para cálculo de IMSS	
	FSBC = (TP - TE) / DICAL	
TP		381.50000
TE		0.00000
DICAL		365.00000

Apéndice 5 - Cálculo de factor de salario real

FSBC	Factor de salario base de cotización para cálculo de IMSS	1.04521
	Considerando la fecha de cálculo	3/1/2018
	1 UMA 2018	\$80.60
	3 veces UMA 2018	\$241.80
	21 veces UMA 2018	\$1,692.60
	25 veces UMA 2018	\$2,015.00
	% que se aplicará como aplicación IMSS al excedente	1.10000%
	% que se aplicará como cuota fija	20.40000%
	% que se aplicará como prestaciones en especie pensionados	1.05000%
	% que se aplicará como prestaciones en dinero	0.70000%
	% que se aplicará como invalidez y vida	1.75000%
	% que se aplicará como cesantía en edad avanzada y vejez	3.15000%
	% que se aplicará como riesgo de trabajo	7.58875%
	% que se aplicará como guarderías	1.00000%
	% que se aplicará como SAR	2.00000%
	% que se aplicará como INFONAVIT	5.00000%
SBC	Cálculo del salario base de cotización	
	Considerando que el salario de un trabajador es de	\$300.00
	SBC = (SAL) (FSBC)	
		\$300.00
FSBC		1.04521
SBC	Salario base de cotización	\$313.56
	Salario SUPERIOR a 3 veces UMA 2018	
	Encontrar el valor mínimo	
		\$2,015.00
		\$313.56
	Valor mínimo	\$313.56
	(3 VECES UMA 2018) - (VALOR MÍNIMO)	
	Valor	-\$71.76
	Si el resultado es negativo se considera valor	\$0.00
	Si el resultado es positivo se toma el resultado de la sustracción	-\$71.76
	Valor a utilizar	\$0.00
	Cálculo de la aplicación IMSS al excedente	
	(VALOR) (% APLICACIÓN IMSS AL EXCEDENTE)	
Valor		\$0.00
%		1.10000%
		\$0.00
	Cálculo de la aplicación de cuota fija	

(UMA 2018) (% DE CUOTA FIJA)		
SAL MIN	\$80.60	
%	20.40000%	\$16.44
Cálculo de prestaciones en especie pensionados		
(VALOR MÍNIMO) (% DE PRESTACIONES EN ESPECIE)		
Valor mínimo	\$313.56	
%	1.05000%	\$3.29
Cálculo de prestaciones en dinero		
(VALOR MÍNIMO) (% DE PRESTACIONES EN DINERO)		
Valor mínimo	\$313.56	
%	0.70000%	\$2.19
Cálculo de invalidez y vida		
(VALOR MÍNIMO) (% DE INVALIDEZ Y VIDA)		
Valor mínimo	\$313.56	
%	1.75000%	\$5.49
Cálculo de cesantía en edad avanzada y vejez		
(VALOR MÍNIMO) (% DE EDAD AVANZADA Y VEJEZ)		
Valor mínimo	\$313.56	
%	3.15000%	\$9.88
Cálculo de riesgo de trabajo		
(VALOR MÍNIMO) (% DE RIESGO DE TRABAJO)		
Valor mínimo	\$313.56	
%	7.58875%	\$23.80
Cálculo de guarderías		
(VALOR MÍNIMO) (% DE GUARDERÍAS)		
Valor mínimo	\$313.56	
%	1.00000%	\$3.14
Cálculo de SAR		
(VALOR MÍNIMO) (% DE SAR)		
Valor mínimo	\$313.56	
%	2.00000%	\$6.27

Apéndice 5 - Cálculo de factor de salario real

Cálculo de INFONAVIT		
(VALOR MÍNIMO) (% DE INFONAVIT)		
Valor mínimo	\$313.56	
%	5.00000%	
		\$15.68
Suma de prestaciones		\$86.17
Cálculo de la obligación obrero - patronal		
(SUMA DE PRESTACIONES) / (SBC)		
Suma de prestaciones	\$86.17	
SBC	\$313.56	
PS	Obligación obrero - patronal	0.274825
Cálculo de factor de salario real		
FASAR = (PS (TP/TI)) + (TP/TI)		
PS	0.274825	
TP	381.50000	
TI	293.00000	
FASAR	Obligación obrero - patronal	1.659883
	Salario real	\$497.96

Catálogo de mano de obra

Marzo 2018

Clave	Descripción	Unidad	Sal. Mercado	Fasar	Sal. Real
H01	Ayudante	jor	\$182.86	1.703623	\$311.52
H02	Oficial albañil	jor	\$300.00	1.659883	\$497.96
H03	Oficial herrero	jor	\$280.00	1.664760	\$466.13
H04	Carpintero de obra negra	jor	\$285.71	1.663297	\$475.23
H05	Cabo de oficios	jor	\$385.71	1.644711	\$634.39
H06	Operador de equipo ligero	jor	\$257.14	1.671262	\$429.75
H07	Operador de equipo especializado	jor	\$405.71	1.642093	\$666.22

Análisis de cuadrillas

C01 Carpintero de obra negra + 1 ayudante					
Clave	Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo	Importe
H01	Ayudante	jor	1.000000	\$311.52	\$311.52
H04	Carpintero de obra negra	jor	1.000000	\$475.23	\$475.23
H05	Cabo de oficios	jor	0.050000	\$634.39	\$31.72
Subtotal mano de obra					\$818.47
	Herramienta y equipo				
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$818.47	\$24.55
%MO2	Equipo de seguridad	%	0.030000	\$818.47	\$24.55
Subtotal herramienta y equipo					\$49.11
Costo directo					\$867.57

C02 Oficial herrero + 1 ayudante					
Clave	Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo	Importe
H01	Ayudante	jor	1.000000	\$311.52	\$311.52
H03	Oficial herrero	jor	1.000000	\$466.13	\$466.13
H05	Cabo de oficios	jor	0.050000	\$634.39	\$31.72
Subtotal mano de obra					\$809.37
	Herramienta y equipo				
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$809.37	\$24.28
%MO2	Equipo de seguridad	%	0.030000	\$809.37	\$24.28
Subtotal herramienta y equipo					\$48.56
Costo directo					\$857.93

C03 Oficial albañil + 8 ayudantes					
Clave	Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo	Importe
H01	Ayudante	jor	8.000000	\$311.52	\$2,492.16
H02	Oficial albañil	jor	1.000000	\$497.96	\$497.96
H05	Cabo de oficios	jor	0.111111	\$634.39	\$70.49
Subtotal mano de obra					\$3,060.61
	Herramienta y equipo				
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$3,060.61	\$91.82
%MO2	Equipo de seguridad	%	0.030000	\$3,060.61	\$91.82
Subtotal herramienta y equipo					\$183.64
Costo directo					\$3,244.25

C04 Ayudante					
Clave	Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo	Importe
H01	Ayudante	jor	1.000000	\$311.52	\$311.52
H05	Cabo de oficios	jor	0.050000	\$634.39	\$31.72
Subtotal mano de obra					\$343.24
	Herramienta y equipo				
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$343.24	\$10.30
%MO2	Equipo de seguridad	%	0.030000	\$343.24	\$10.30
Subtotal herramienta y equipo					\$20.59
Costo directo					\$363.83

C05 Oficial albañil + 6 ayudantes					
Clave	Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo	Importe
H01	Ayudante	jor	6.000000	\$311.52	\$1,869.12
H02	Oficial albañil	jor	1.000000	\$497.96	\$497.96
H05	Cabo de oficios	jor	0.125000	\$634.39	\$79.30
Subtotal mano de obra					\$2,446.38
Herramienta y equipo					
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$2,446.38	\$73.39
%MO2	Equipo de seguridad	%	0.030000	\$2,446.38	\$73.39
Subtotal herramienta y equipo					\$146.78
Costo directo					\$2,593.16

C06 Oficial albañil + 3 ayudantes					
Clave	Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo	Importe
H01	Ayudante	jor	3.000000	\$311.52	\$934.56
H02	Oficial albañil	jor	1.000000	\$497.96	\$497.96
H05	Cabo de oficios	jor	0.062500	\$634.39	\$39.65
Subtotal mano de obra					\$1,472.17
Herramienta y equipo					
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$1,472.17	\$44.17
%MO2	Equipo de seguridad	%	0.030000	\$1,472.17	\$44.17
Subtotal herramienta y equipo					\$88.33
Costo directo					\$1,560.50

C07 Operador de equipo ligero					
Clave	Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo	Importe
H06	Operador de equipo ligero	jor	1.000000	\$429.75	\$429.75
H05	Cabo de oficios	jor	0.050000	\$634.39	\$31.72
Subtotal mano de obra					\$461.47
Herramienta y equipo					
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$461.47	\$13.84
%MO2	Equipo de seguridad	%	0.030000	\$461.47	\$13.84
Subtotal herramienta y equipo					\$27.69
Costo directo					\$489.16

C08 Operador de equipo especializado					
Clave	Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo	Importe
H07	Operador de equipo especializado	jor	1.000000	\$666.22	\$666.22
H05	Cabo de oficios	jor	0.100000	\$634.39	\$63.44
Subtotal mano de obra					\$729.66
Herramienta y equipo					
%MO1	Herramienta menor	%	0.030000	\$729.66	\$21.89
%MO2	Equipo de seguridad	%	0.030000	\$729.66	\$21.89
Subtotal herramienta y equipo					\$43.78
Costo directo					\$773.44

Análisis de costo horario

Marzo 2018

Clave	Descripción	
E01	Enrasadora de concreto tipo laser marca Somero, modelo S-15R, con brazo telescópico de 6.1 m y cabezal de enrasado de 2.4 m, con capacidad para nivelar 15 m ² por pasada, motor de 35 hp, carter 1.875 l	
Variables	Descripción	Costo
Vad	Valor de adquisición	\$4,542,500.00
Vla	Valor de las llantas	\$50,000.00
Vi	Valor inicial	\$4,592,500.00
Vrd	Valor de rescate dato %	30.000000
Vr	Valor de rescate dato \$	\$1,377,750.00
Vea	Vida económica en años	10.000000
Ve	Vida económica en horas	18,000.000000
Veh	Vida económica en horas al año	1,800.000000
Ti	Tasa de interés anualizado %	16.000000
Ps	Prima de seguro %	3.000000
Ce	Coefficiente de almacenaje	
Vpe	Valor de piezas especiales	\$0.00
Cm	Coefficiente de mantenimiento %	30.00
De	Depreciación	\$178.60
In	Inversión	\$265.34
Se	Seguros	\$49.75
Ma	Mantenimiento	\$53.58
Al	Almacenaje \$/hora	
Cf	Cargos fijos	\$547.27
Fl	Factor de lubricantes	0.003070
Po	Potencia de motor	35.000000
Cc	Capacidad carter	1.875000
Ca	Cambio de aceite	900.000000
Va	Valor de lubricante	\$70.00
Lu	Lubricantes	\$7.67
Fg	Factor de gasolina	0.107142
Vg	Valor de gasolina	\$17.37
Ga	Gasolina	\$65.14
Cc	Cargos por consumo	\$72.80
C08	Operador de equipo especializado	\$773.44
Ht	Horas turno	8.000000
Fo	Factor de operación	0.800000
Co	Cargos por operación	\$120.85
Co	Costo horario	\$740.93

Clave	Descripción	
E02	Vibrador Elba, modelo V.G.A. con chicote de 4.0 m por 38 mm y motor kohler de gasolina de 4 hp, carter 0.701 l	
Variables	Descripción	Costo
Vad	Valor de adquisición	\$10,500.00
Vla	Valor de las llantas	\$0.00
Vi	Valor inicial	\$10,500.00
Vrd	Valor de rescate dato %	15.000000
Vr	Valor de rescate dato \$	\$1,575.00
Vea	Vida económica en años	1.000000
Ve	Vida económica en horas	1,000.000000
Veh	Vida económica en horas al año	1,000.000000
Ti	Tasa de interés anualizado %	16.000000
Ps	Prima de seguro %	3.000000
Ce	Coefficiente de almacenaje	
Vpe	Valor de piezas especiales	\$0.00
Cm	Coefficiente de mantenimiento %	30.00
De	Depreciación	\$8.93
In	Inversión	\$0.97
Se	Seguros	\$0.18
Ma	Mantenimiento	\$2.68
Al	Almacenaje \$/hora	
Cf	Cargos fijos	\$12.75
Fl	Factor de lubricantes	0.001150
Po	Potencia de motor	4.000000
Cc	Capacidad carter	0.701000
Ca	Cambio de aceite	500.000000
Va	Valor de lubricante	\$70.00
Lu	Lubricantes	\$0.42
Fg	Factor de gasolina	0.100000
Vg	Valor de gasolina	\$17.37
Ga	Gasolina	\$6.95
Cc	Cargos por consumo	\$7.37
C07	Operador de equipo ligero	\$489.16
Ht	Horas turno	8.000000
Fo	Factor de operación	0.800000
Co	Cargos por operación	\$76.43
Co	Costo horario	\$96.55

Clave	Descripción	
E03	Allanadora doble marca Wacker Neuson, modelo CRT 48-35V con motor Briggs & Stratton, modelo Vanguard de 35 hp, carter 2.3 l	
Variables	Descripción	Costo
Vad	Valor de adquisición	\$361,000.00
Vla	Valor de las llantas	\$0.00
Vi	Valor inicial	\$361,000.00
Vrd	Valor de rescate dato %	15.000000
Vr	Valor de rescate dato \$	\$54,150.00
Vea	Vida económica en años	5.000000
Ve	Vida económica en horas	5,600.000000
Veh	Vida económica en horas al año	1,120.000000
Ti	Tasa de interés anualizado %	16.000000
Ps	Prima de seguro %	3.000000
Ce	Coefficiente de almacenaje	
Vpe	Valor de piezas especiales	\$0.00
Cm	Coefficiente de mantenimiento %	30.00
De	Depreciación	\$54.79
In	Inversión	\$29.65
Se	Seguros	\$5.56
Ma	Mantenimiento	\$16.44
Al	Almacenaje \$/hora	
Cf	Cargos fijos	\$106.45
Fl	Factor de lubricantes	0.003070
Po	Potencia de motor	35.000000
Cc	Capacidad carter	2.300000
Ca	Cambio de aceite	560.000000
Va	Valor de lubricante	\$70.00
Lu	Lubricantes	\$7.81
Fg	Factor de gasolina	0.071429
Vg	Valor de gasolina	\$17.37
Ga	Gasolina	\$43.42
Cc	Cargos por consumo	\$51.23
C07	Operador de equipo ligero	\$489.16
Ht	Horas turno	8.000000
Fo	Factor de operación	0.800000
Co	Cargos por operación	\$76.43
Co	Costo horario	\$234.11

Clave	Descripción	
E04	Revolvedora Elba de un saco, tipo trompo modelo R.TB.320 con capacidad de mezcla de 320 l, motor de gasolina de 8 hp, carter 1.18 l	
Variables	Descripción	Costo
Vad	Valor de adquisición	\$24,880.00
Vla	Valor de las llantas	\$0.00
Vi	Valor inicial	\$24,880.00
Vrd	Valor de rescate dato %	15.000000
Vr	Valor de rescate dato \$	\$3,732.00
Vea	Vida económica en años	3.000000
Ve	Vida económica en horas	1,950.000000
Veh	Vida económica en horas al año	650.000000
Ti	Tasa de interés anualizado %	16.000000
Ps	Prima de seguro %	3.000000
Ce	Coefficiente de almacenaje	
Vpe	Valor de piezas especiales	\$0.00
Cm	Coefficiente de mantenimiento %	27.00
De	Depreciación	\$10.85
In	Inversión	\$3.52
Se	Seguros	\$0.66
Ma	Mantenimiento	\$2.93
Al	Almacenaje \$/hora	
Cf	Cargos fijos	\$17.96
Fl	Factor de lubricantes	0.001100
Po	Potencia de motor	8.000000
Cc	Capacidad carter	1.180000
Ca	Cambio de aceite	325.000000
Va	Valor de lubricante	\$70.00
Lu	Lubricantes	\$0.87
Fg	Factor de gasolina	0.187602
Vg	Valor de gasolina	\$17.37
Ga	Gasolina	\$26.07
Cc	Cargos por consumo	\$26.94
C07	Operador de equipo ligero	\$489.16
Ht	Horas turno	8.000000
Fo	Factor de operación	0.800000
Co	Cargos por operación	\$76.43
Co	Costo horario	\$121.33

Clave	Descripción	
E05	Cortadora de piso marca wacker modelo mn-12-sp con motor de gasolina de 12 hp marca kohler para disco de 30 cm de diametro 12" rendimiento teorico de 60 m por hora	
Variables	Descripción	Costo
Vad	Valor de adquisición	\$45,000.00
Vla	Valor de las llantas	\$0.00
Vi	Valor inicial	\$45,000.00
Vrd	Valor de rescate dato %	10.000000
Vr	Valor de rescate dato \$	\$4,500.00
Vea	Vida económica en años	5.000000
Ve	Vida económica en horas	8,000.000000
Veh	Vida económica en horas al año	1,600.000000
Ti	Tasa de interés anualizado %	16.000000
Ps	Prima de seguro %	3.000000
Ce	Coefficiente de almacenaje	
Vpe	Valor de piezas especiales	\$0.00
Cm	Coefficiente de mantenimiento %	90.00
De	Depreciación	\$5.06
In	Inversión	\$2.48
Se	Seguros	\$0.46
Ma	Mantenimiento	\$4.56
Al	Almacenaje \$/hora	
Cf	Cargos fijos	\$12.56
Fl	Factor de lubricantes	0.008333
Po	Potencia de motor	12.000000
Cc	Capacidad carter	1.180000
Ca	Cambio de aceite	325.000000
Va	Valor de lubricante	\$70.00
Lu	Lubricantes	\$7.25
Fg	Factor de gasolina	0.333333
Vg	Valor de gasolina	\$17.37
Ga	Gasolina	\$69.48
Cc	Cargos por consumo	\$76.73
C07	Operador de equipo ligero	\$489.16
Ht	Horas turno	8.000000
Fo	Factor de operación	0.800000
Co	Cargos por operación	\$76.43
Co	Costo horario	\$165.72

Análisis de básicos

Marzo 2018

Clave	Descripción				Unidad
B01	Grout hecho en obra				m3
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M201	Sika Grout-EC (saco 30 kg)	saco	46.66667	\$504.31	\$23,534.47
M401	Grava 3/4"	m ³	0.350000	\$141.37	\$49.48
M802	Agua en pipa	m ³	0.186400	\$65.00	\$12.12
	Mano de obra				
C05	Oficial albañil + 6 ayudantes	jor	0.062500	\$2,593.16	\$162.07
	Equipo y herramienta				
E04	Revolvedora Elba de un saco, tipo trompo modelo R.TB.320 con capacidad de mezcla de 320 l, motor de gasolina de 8 hp, carter 1.18 l	h	0.500000	\$121.33	\$60.66
Costo directo					\$23,818.80

Análisis de precios unitarios

Marzo 2018

Clave	Descripción				Unidad
03 11 13	Cimbra de madera para límite de losa de piso (5 usos), incluye cimbrado, descimbrado y desmoldante marca Curacreto, modelo Molducreto JR				m
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M501	Triplay de pino 15mm 1.22 X 2.44	pieza	0.067186	\$366.38	\$24.62
M502	Barrote de pino de 2a. para cimbra 1-1/2" X 3-1/2" X 8'	pieza	1.250000	\$34.48	\$43.10
M301	Clavo 2-1/2"	kg	0.059090	\$18.60	\$1.10
M302	Clavo 3-1/2"	kg	0.088235	\$19.30	\$1.70
M601	Desmoldante curacreto modulcreto jr (tambo 200 l)	tambo	0.000200	\$4,767.24	\$0.95
	Mano de obra				
C01	Carpintero de obra negra + 1 ayudante	jor	0.100000	\$867.57	\$86.76
Costo directo					\$31.65

Clave	Descripción				Unidad
03 21 11.A	Acero de refuerzo en piso No. 3 (Ø 3/8") fy= 4200 kg/cm ² , incluye desperdicio, traslapes, silleas plásticas, alambre, habilitado, armado, fletes y acarreo				kg
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M101	Acero de refuerzo fy=4200kg/cm ² VAR 3/8" (No. 3)	t	0.001040	\$13,362.00	\$13.90
M102	Alambre recocido No. 18	kg	0.030000	\$19.83	\$0.59
M803	Sillea plástica	pieza	0.359066	\$2.33	\$0.84
	Mano de obra				
C02	Oficial herrero + 1 ayudante	jor	0.005000	\$857.93	\$4.29
Costo directo					\$19.62

Clave	Descripción				Unidad
03 21 11.B	Canastilla con pasadores para juntas de expansión en pisos con pasadores lisos de Ø3/4" @ 300 mm, incluye suministro e instalación				m
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M103	Canastilla con pasadores (pieza 1.50 m)	pieza	0.666666	\$482.75	\$321.83
	Mano de obra				
C02	Oficial herrero + 1 ayudante	jor	0.010416	\$857.93	\$8.94
Costo directo					\$330.77

Apéndice 10 - Análisis de precios unitarios

Clave	Descripción	Unidad			
03 30 00.A	Colado de concreto en sitio para piso con un espesor de 150 mm, utilizando concreto premezclado con una resistencia de $f'c=250$ kg/cm ² enrasado con máquina laser screed marca Somero, modelo S-15R	m ³			
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M202	Concreto premezclado $f'c=250$ kg/cm ²	m ³	1.010000	\$1,475.00	\$1,489.75
	Mano de obra				
C03	Oficial albañil + 8 ayudantes	jor	0.004167	\$3,244.25	\$13.52
	Equipo y herramienta				
E01	Enrasadora de concreto tipo laser marca Somero, modelo S-15R, con brazo telescópico de 6.1 m y cabezal de enrasado de 2.4 m, con capacidad para nivelar 15 m ² por pasada, motor de 35 hp, carter 1.875 l	h	0.033333	\$740.93	\$24.70
E02	Vibrador Elba, modelo V.G.A. con chicote de 4.0 m por 38 mm y motor kohler de gasolina de 4 hp, carter 0.701 l	h	1.250000	\$96.55	\$120.69
Costo directo					\$1,648.65

Clave	Descripción	Unidad			
03 30 00.B	Colado de concreto en sitio para piso con un espesor de 150 mm, utilizando concreto premezclado con una resistencia de $f'c=250$ kg/cm ² con fibras de acero en una proporción de 20 kg por m ³ de concreto, enrasado con máquina laser screed marca Somero, modelo S-15R	m ³			
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M104	Fibras de acero (saco 20 kg)	saco	1.000000	\$405.00	\$405.00
M202	Concreto premezclado $f'c=250$ kg/cm ²	m ³	1.010000	\$1,475.00	\$1,489.75
	Mano de obra				
C03	Oficial albañil + 8 ayudantes	jor	0.004167	\$3,244.25	\$13.52
	Equipo y herramienta				
E01	Enrasadora de concreto tipo laser marca Somero, modelo S-15R, con brazo telescópico de 6.1 m y cabezal de enrasado de 2.4 m, con capacidad para nivelar 15 m ² por pasada, motor de 35 hp, carter 1.875 l	h	0.033333	\$740.93	\$24.70
E02	Vibrador Elba, modelo V.G.A. con chicote de 4.0 m por 38 mm y motor kohler de gasolina de 4 hp, carter 0.701 l	h	1.250000	\$96.55	\$120.69
Costo directo					\$2,053.65

Apéndice 10 - Análisis de precios unitarios

Clave	Descripción	Unidad			
03 35 43	Acabado tipo pulido espejo en losa de piso realizado con equipo tipo allanadora doble marca Wacker Neuson modelo CRT 48-35V, utilizando discos de flotado y llanas metálicas. En orillas y zonas de difícil acceso el acabado será realizado por medios manuales	m ²			
	Mano de obra	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
C04	Ayudante	jor	0.001250	\$363.83	\$0.45
	Equipo y herramienta				
E03	Allanadora doble marca Wacker Neuson, modelo CRT 48-35V con motor Briggs & Stratton, modelo Vanguard de 35 hp, carter 2.3 l	h	0.010000	\$234.11	\$2.34
Costo directo					\$2.80

Clave	Descripción	Unidad			
03 39 23.13	Membrana de curado para pisos de concreto marca Curacreto, modelo Curacreto incoloro T1CA, aplicado mediante bomba manual de aspersión	m ²			
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M602	Curacreto incoloro T1CA (tambo 200 l)	tambo	0.001000	\$4,583.62	\$4.58
	Mano de obra				
C04	Ayudante	jor	0.014285	\$363.83	\$5.20
Costo directo					\$9.78

Clave	Descripción	Unidad			
03 61 00	Colado de grout en sitio para juntas de aislamiento en columnas con un espesor de 150 mm, utilizando grout marca Sika, modelo Sika Gorut-EC, acabado tipo pulido espejo por medios manuales.	m ³			
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
B01	Grout hecho en obra	m3	1.000000	\$23,818.80	\$23,818.80
	Mano de obra				
C05	Oficial albañil + 6 ayudantes	jor	0.200000	\$2,593.16	\$518.63
Costo directo					\$24,337.43

Clave	Descripción	Unidad			
03 81 13	Corte en piso de concreto a una profundidad de 40 mm para junta de control utilizando cortadora de disco, incluye trazo y corte	m			
	Mano de obra	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
C06	Oficial albañil + 3 ayudantes	jor	0.001563	\$1,560.50	\$2.44
	Equipo y herramienta				
E05	Cortadora de piso marca wacker modelo mn-12-sp con motor de gasolina de 12 hp marca kohler para disco de 30 cm de diametro 12" rendimiento teorico de 60 m por hora	h	0.012500	\$165.72	\$2.07
Costo directo					\$4.51

Apéndice 10 - Análisis de precios unitarios

Clave	Descripción				Unidad
07 26 16	Barrera de vapor para piso de concreto de polietileno negro cal. 600 a instalar sobre la base compactada y previo a la colocación del acero de refuerzo				m ²
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M701	Polietileno negro cal. 600 (rollo 6 X 55 m)	rollo	0.003182	\$1,810.00	\$5.76
	Mano de obra				
C04	Ayudante	jor	0.002500	\$363.83	\$0.91
Costo directo					\$6.67

Clave	Descripción				Unidad
07 91 00.A	Junta de control en piso realizado por medio de material de fondo de junta de espuma de polietileno de baja densidad, marca Sika, tipo Sika Rod de 3/8" Ø y sellado con sellador elástico marca Sika, modelo Sikaflex-1CSL				m
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M702	Sika rod (carrete 320 m)	carrete	0.003175	\$1,662.32	\$5.28
M703	Sika flex-1CSL (cartucho 300 ml)	cartucho	0.357142	\$219.00	\$78.21
M801	Cinta enmascarillar 3M de 48mm de ancho (carrete 55 m)	carrete	0.040000	\$129.31	\$5.17
	Mano de obra				
C04	Ayudante	jor	0.010417	\$363.83	\$3.79
Costo directo					\$92.45

Clave	Descripción				Unidad
07 91 00.B	Junta de expansión en columnas y limites de losa realizado por medio de junta premoldeada de fibras de celulosa comprimida e impregnada con asfaltos especiales, aditivos y conservadores, marca Curacreto, modelo Juntacreto Fibra de 150 mm de alto por 13 mm de espesor y sellado con sellador elástico marca Sika, modelo Sikaflex-1CSL				m
	Materiales	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
M703	Sika flex-1CSL (cartucho 300 ml)	cartucho	0.357142	\$219.00	\$78.21
M704	Juntacreto fibra (paquete 20 piezas 1.22 X 0.013 X .15 m)	paquete	0.041667	\$703.00	\$29.29
	Mano de obra				
C04	Ayudante	jor	0.031250	\$363.83	\$11.37
Costo directo					\$118.88



en Concreto...fibras

Introducción

El principal uso de fibras de acero es en la construcción de pisos industriales, debido a que el impacto económico se hace evidente de inmediato, dejando un mejor margen de costo y calidad a favor del cliente.

Esto es debido a que las fibras de acero permiten una sustancial mejora en la resistencia del concreto y una mejor redistribución de esfuerzos al distribuirse en todo el espesor de la losa de concreto. Además nos permite lograr un espaciamiento mayor de juntas de control, reduciendo la posibilidad de presentar fracturas ocasionadas por el paso de montacargas.

•USOS DE LA FIBRA DE ACERO RAMGRA®



- Refuerzo de concreto lanzado
- Refuerzo de elementos prefabricados
- El refuerzo de dovelas prefabricadas para túneles
- El refuerzo en firmes de compresión de entresijos de lámina losacero,
 - Construcción de muros de concreto
- En la construcción de pavimentos de concreto hidráulico
- En la construcción de pisos industriales

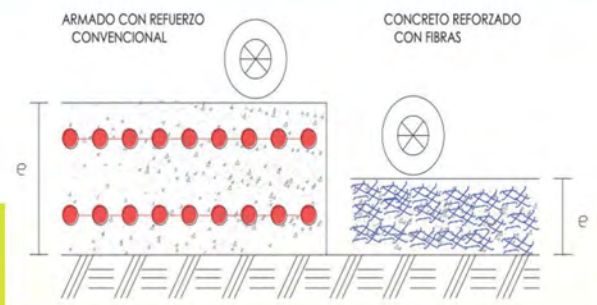


Fig. 1 Utilizando fibras de acero Ramgra® puede reducir el espesor de un piso de concreto en comparación con un piso con refuerzo convencional.

FABRICANTE de FIBRAS de ACERO para REFORZAR CONCRETO

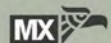


www.ramgra.com.mx

Beneficios:

- PRODUCTO HECHO EN MEXICO
- ENTREGA A TIEMPO
- SIN PROBLEMA DE ABASTO
- SERVICIO A TODO MÉXICO
- DISEÑOS REGISTRADOS
- MEJORA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO
- SUSTITUYE LA MALLA ELECTROSOLDADA
- AHORRO EN MANO DE OBRA Y TIEMPO DE FABRICACIÓN DE PISOS
- REFUERZO EN TODA LA MASA DEL CONCRETO

Derechos Reservados 2014



Ramgra Industrial S.A. de C.V. / Altamirano no.5 Col. Miguel Hidalgo 13200, Tláhuac, México D.F./ 0155 5841-4887 y 4019



en Concreto...fibras

Ficha técnica: **FR-40-1**



- Resistencia a la tension: 1072 N/mm² Forma: Ondulada
- Seccion: Redonda
- Longitud: 40 mm
- Diametro: 1mm
- Empaque: Bolsas de papel triple 100% reciclable con 20kg o 25kg. de fibra de acero.
- Fibras por kg: 4,200
- Cumplen con las normas ASTM- A820 Tipo I ASTM C1018.

•CUIDADO Y PRECAUCIONES•

Las fibras deben ser almacenadas en lugares secos evitando que se mojen durante su almacenamiento. Utilice lentes y guantes cuando maneje o dosifique fibras de acero.

•DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO•

De preferencia mezcle las fibras de acero **Ramgra**® en la planta de concreto. Si se dosifica directamente en el camión revolvedor agregue poco a poco la fibra y deje mezclando el concreto 6 minutos a máximas revoluciones para asegurar su correcta distribución.

Las fibras de acero **Ramgra**® no son tóxicas ni contaminan ó reaccionan con el concreto, por ser fabricadas de acero de primera calidad.

Es importante que al mezclar las fibras de acero con el concreto húmedo o seco, se distribuyan uniformemente mientras se mezclan en el camión revolvedor o las máquinas revolvedoras, para evitar que las fibras se concentren solo en ciertas partes, se recomienda un tiempo de mezclado de 10 minutos.

Para concreto lanzado o bombeado reforzado con fibras de acero, se recomienda utilizar un aditivo para darle mayor fluidez, evitando problemas de estancamiento al realizar el lanzado o vaciado.

www.ramgra.com.mx

Compañía 100% Mexicana especializada en la producción de **Fibras de Acero para Reforzar Concreto,**



FABRICADA DE ALAMBRE DE ACERO TREFILADO EN FRIJO DE PRIMERA CALIDAD TIPO 1006 BAJO CARBON.



Elaboradas para:

- REFUERZO DE CONCRETO LANZADO
- REFUERZO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS
- REFUERZO DE DOVELAS PREFABRICADAS PARA TÚNELES
- REFUERZO EN FIRMES DE COMPRESIÓN DE ENTREPISOS DE LAMINA LOSACERO,
- CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONCRETO
- EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO
- EN LA CONSTRUCCIÓN DE PISOS INDUSTRIALES

Derechos Reservados 2014 

Ramgra Industrial S.A. de C.V./Altamirano no.5 Col. Miguel Hidalgo 13200, Tláhuac, México D.F./ 0155 5841-4887 y 4019



en Concreto...fibras

Ficha técnica: **FRG-30-65**

- Resistencia a la tensión: 1350 N/mm²
- Forma: Ganchos en los extremos
- Sección: Redonda
- Longitud: 30 mm
- Diámetro: 0.65mm /Fibras por kg: 15,000
- Relación de aspecto: 46
- Resultado de Absorción de energía: 1000 joule con 30kg/m³
- Cumplen con las normas ASTM- A820 Tipo I ASTM C1018, ACI 506 para concreto lanzado.
- Empaque: Bolsas de papel triple 100% reciclable con 20kg o 25kg de fibra de acero.

•CUIDADO Y PRECAUCIONES•

Las fibras deben ser almacenadas en lugares secos evitando que se mojen durante su almacenamiento. Utilice lentes y guantes cuando maneje o dosifique fibras de acero.

•DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO•

De preferencia mezcle las fibras de acero **Ramgra**® en la planta de concreto. Si se dosifica directamente en el camión revolvedor agregue poco a poco la fibra y deje mezclando el concreto 6 minutos a máximas revoluciones para asegurar su correcta distribución.

Las fibras de acero **Ramgra**® no son tóxicas ni contaminan ó reaccionan con el concreto, por ser fabricadas de acero de primera calidad.

Es importante que al mezclar las fibras de acero con el concreto húmedo o seco, se distribuyan uniformemente mientras se mezclan en el camión revolvedor o las máquinas revolvedoras, para evitar que las fibras se concentren solo en ciertas partes, se recomienda un tiempo de mezclado de 10 minutos.

Para concreto lanzado o bombeado reforzado con fibras de acero, se recomienda utilizar un aditivo para darle mayor fluidez, evitando problemas de estancamiento al realizar el lanzado o vaciado.

www.ramgra.com.mx

Compañía 100% Mexicana especializada en la producción de **Fibras de Acero para Reforzar Concreto,**



FABRICADA DE ALAMBRE DE ACERO TREFILADO EN FRIO DE PRIMERA CALIDAD TIPO 1006 BAJO CARBON.

Principales Ventajas:

- ARMADO CON REFUERZO CONVENCIONAL
- CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS
- JUNTAS DE CONTROL REDUCIENDO LA POSIBILIDAD DE PRESENTAR FRACTURAS OCASIONADAS POR EL PASO DEL MONTACARGAS.



Beneficios:

- INCREMENTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- INCREMENTA LA RESISTENCIA A LA FLE- XIÓN
 - MA YOR RESISTENCIA AL IMPACTO
 - CONTROL DE AGRIETAMIENTO
- REDUCE TIEMPOS DE COLOCACION DEL CONCRETO

Derechos Reservados 2014 

Ramgra Industrial S.A. de C.V./Altamirano no.5 Col. Miguel Hidalgo 13200, Tláhuac, México D.F./ 0155 5841-4887 y 4019



en Concreto...fibras

Ficha técnica: **FRG-75-50**

diferencias con respecto a la FRG-30-65

- Resistencia a la tensión: 2300 N/mm²
- Forma: Ganchos en los extremos
- Sección: Redonda
- Longitud: 50 mm
- Diámetro: 0.75mm /Fibras por kg: 6,000
- Relación de aspecto: 67
- Resultado de Absorción de energía: 1000 joule con 30kg/m³
- Cumplen con las normas ASTM- A820 Tipo I ASTM C1018, ACI 506 para concreto lanzado.
- Empaque: Bolsas de papel triple 100% reciclable con 20kg o 25kg de fibra de acero.

•CUIDADO Y PRECAUCIONES•

Las fibras deben ser almacenadas en lugares secos evitando que se mojen durante su almacenamiento. Utilice lentes y guantes cuando maneje o dosifique fibras de acero.

•DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO•

De preferencia mezcle las fibras de acero **Ramgra**® en la planta de concreto. Si se dosifica directamente en el camión revolvedor agregue poco a poco la fibra y deje mezclando el concreto 6 minutos a máximas revoluciones para asegurar su correcta distribución.

Las fibras de acero **Ramgra**® no son tóxicas ni contaminan ó reaccionan con el concreto, por ser fabricadas de acero de primera calidad.

Es importante que al mezclar las fibras de acero con el concreto húmedo o seco, se distribuyan uniformemente mientras se mezclan en el camión revolvedor o las máquinas revolvedoras, para evitar que las fibras se concentren solo en ciertas partes, se recomienda un tiempo de mezclado de 10 minutos.

Para concreto lanzado o bombeado reforzado con fibras de acero, se recomienda utilizar un aditivo para darle mayor fluidez, evitando problemas de estancamiento al realizar el lanzado o vaciado.

www.ramgra.com.mx

Compañía 100% Mexicana especializada en la producción de **Fibras de Acero para Reforzar Concreto,**



FABRICADA DE ALAMBRE DE ACERO TREFILADO EN FRIO DE PRIMERA CALIDAD TIPO 1006 BAJO CARBON.

Principales Ventajas:

- ARMADO CON REFUERZO CONVENCIONAL
- CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS
- JUNTAS DE CONTROL REDUCIENDO LA POSIBILIDAD DE PRESENTAR FRACTURAS OCASIONADAS POR EL PASO DEL MONTACARGAS.



Beneficios:

- INCREMENTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- INCREMENTA LA RESISTENCIA A LA FLE- XIÓN
 - MA YOR RESISTENCIA AL IMPACTO
 - CONTROL DE AGRIETAMIENTO
- REDUCE TIEMPOS DE COLOCACION DEL CONCRETO

Derechos Reservados 2014 

Ramgra Industrial S.A. de C.V./Altamirano no.5 Col. Miguel Hidalgo 13200, Tláhuac, México D.F./ 0155 5841-4887 y 4019



en Concreto...fibras

Ficha técnica: **FRG-65-35**

diferencias con respecto a la FRG-30-65

- Resistencia a la tensión: 1350 N/mm²
- Forma: Ganchos en los extremos
- Sección: Redonda
- Longitud: 35 mm
- Diámetro: 0.60mm /Fibras por kg: 12,000
- Relación de aspecto: 58
- Resultado de Absorción de energía: 1000 joule con 30kg/m³
- Cumplen con las normas ASTM- A820 Tipo I ASTM C1018, ACI 506 para concreto lanzado.
- Empaque: Bolsas de papel triple 100% reciclable con 20kg o 25kg de fibra de acero.

•CUIDADO Y PRECAUCIONES•

Las fibras deben ser almacenadas en lugares secos evitando que se mojen durante su almacenamiento. Utilice lentes y guantes cuando maneje o dosifique fibras de acero.

•DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO•

De preferencia mezcle las fibras de acero **Ramgra**® en la planta de concreto. Si se dosifica directamente en el camión revolver agregue poco a poco la fibra y deje mezclando el concreto 6 minutos a máximas revoluciones para asegurar su correcta distribución.

Las fibras de acero **Ramgra**® no son tóxicas ni contaminan ó reaccionan con el concreto, por ser fabricadas de acero de primera calidad. Es importante que al mezclar las fibras de acero con el concreto húmedo o seco, se distribuyan uniformemente mientras se mezclan en el camión revolver o las máquinas revolveras, para evitar que las fibras se concentren solo en ciertas partes, se recomienda un tiempo de mezclado de 10 minutos.

Para concreto lanzado o bombeado reforzado con fibras de acero, se recomienda utilizar un aditivo para darle mayor fluidez, evitando problemas de estancamiento al realizar el lanzado o vaciado.

www.ramgra.com.mx

Compañía 100% Mexicana especializada en la producción de **Fibras de Acero para Reforzar Concreto,**



FABRICADA DE ALAMBRE DE ACERO TREFILADO EN FRIO DE PRIMERA CALIDAD TIPO 1006 BAJO CARBON.

Principales Ventajas:

- ARMADO CON REFUERZO CONVENCIONAL
- CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS
- JUNTAS DE CONTROL REDUCIENDO LA POSIBILIDAD DE PRESENTAR FRACTURAS OCASIONADAS POR EL PASO DEL MONTACARGAS.



Beneficios:

- INCREMENTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
- INCREMENTA LA RESISTENCIA A LA FLE- XIÓN
- MA YOR RESISTENCIA AL IMPACTO
- CONTROL DE AGRIETAMIENTO
- REDUCE TIEMPOS DE COLOCACION DEL CONCRETO

Derechos Reservados 2014 

Ramgra Industrial S.A. de C.V./Altamirano no.5 Col. Miguel Hidalgo 13200, Tláhuac, México D.F./ 0155 5841-4887 y 4019

Lista de tablas

Tabla 2.1	Resultados de las observaciones en campo para el colado de.....23 400 m ² de piso de concreto industrial.
Tabla 2.2	Comparativa de costo semanal para un volumen de 3,600 m ² de piso.....25 para el resto de los conceptos que forman parte de la elaboración total del piso como son: cimbra, canastilla con pasadores, acabado, membrana de curado, etc.. se considera que forman parte de ambas opciones por lo que no existe diferencia de costo entre ellos. Los costos de los materiales están actualizados a Marzo 2018
Tabla 2.3	Comparativa de cualidades constructivas y de logística. Para mayores.....26 detalles sobre las propiedades y usos de las fibras de acero ver el apéndice 11

Lista de figuras

Figura 1.1	Ejemplo típico de cimbra de madera para límite de losa de piso.....12 Foto del autor tomada el 2009-04-03
Figura 1.2	Proceso de enrasado del concreto mediante máquina láser.....14 Foto del autor tomada el 2009-02-21
Figura 1.3	Proceso de flotado manual mediante llana bull-float.....14 Foto del autor tomada el 2009-02-18
Figura 1.4	Junta de aislamiento para columna (diamante).....15 Foto del autor tomada el 2009-03-23
Figura 1.5	Fibras de acero en diferentes dimensiones.....17 URL: http://www.steelfibers.eu/steelfibers Accesado el 2018-03-13
Figura 1.6	Vista interior de la planta de ensamble con pisos y fosas terminados.....17 Foto del autor tomada el 2009-03-11
Figura 1.7	Vista exterior de la planta de Jtekt.....18 Foto del autor tomada el 2015-04-25
Figura 1.8	Terracería terminada para recibir el concreto sin el uso de base.....19 de grava Foto del autor tomada el 2009-02-17
Figura 1.9	Extendido y compactado de grava como base para recibir el.....19 concreto © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-12-03
Figura 1.10	Cimbra de madera en límite de losa con junta de aislamiento.....19 en la columna metálica y armado de acero para un dentellón perimetral Foto del autor tomada el 2009-03-02
Figura 1.11	Cimbra para la junta de aislamiento en las columnas metálicas.....19 (diamante) Foto del autor tomada el 2009-03-14
Figura 1.12	Traslado del acero de refuerzo desde el área donde fue habilitado.....19 a su ubicación final © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-12-17

Figura 1.13	Pandeo y desajuste en el acero de refuerzo debido al traslado.....19 razón por la cual debe ser retrabajado y verificado antes del colado © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-12-17
Figura 1.14	Habilitado del acero de refuerzo directamente en la que será.....20 su ubicación final © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-11-28
Figura 1.15	Instalación de canastillas con pasadores.....20 © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-11-29
Figura 1.16	Instalación de silleta plástica.....20 © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-11-29
Figura 1.17	Izquierda: la sección del piso lista para recibir el concreto.....20 Derecha: la base terminada y preparada para recibir la barrera de vapor y el acero de refuerzo © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-11-30
Figura 1.18	Colado de grout debajo de la placa base.....20 © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-10-19
Figura 1.19	Colado de dado de concreto en columna metálica para crear.....20 una junta de aislamiento con respecto al piso © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-10-19
Figura 1.20	Colado de piso con acero de refuerzo.....21 © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-12-05
Figura 1.21	Colado de piso con fibras de acero.....21 Foto del autor tomada el 2009-02-21
Figura 1.22	Proceso de pulido con allanadora doble.....21 Foto del autor tomada el 2009-03-14
Figura 1.23	Porción de piso colada y porción por colar donde se muestra.....21 la junta de expansión con la cimbra de límite de losa y sus pasadores así como la cimbra para la junta de aislamiento en la columna metálica © Hazama Ando Corporation tomada el 2012-12-03

Lista de abreviaturas

m	metro
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
kg	kilogramo
l	litro
t	tonelada
pza	pieza

Bibliografía

- Kenneth Frampton. *Historia crítica de la arquitectura moderna* (Gustavo Gili, SL 2009)
- Benevolo Leonardo. *Historia de la arquitectura moderna* (Gustavo Gili, SL 2007)
- Behbahani Hamid & Nematollahi Behzad. *Steel Fiber Reinforced Concrete* (2011)
- Cemex UK Materials Ltd. *Concrete Solutions Data Sheet, Steel Fibre Concrete* (Cemex UK Materials Ltd)
- Allen Edward & Iano Joseph. *Fundamentals of Building Construction: Materials & Methods 5th Edition* (Wiley, 2009)
- ACI Committee 302. *Guide for Concrete Floor and Slab Construction ACI 302.1R-96* (American Concrete Institute)
- Construction Specification Institute CSI. *Master Format 2016 Numbers & Titles* (CSI April 2016)
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. *Catálogo de costos directos de Espacios Educativos* (CMIC, 2008)
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. *Catálogo de costos horarios de Maquinaria* (CMIC, 2008)
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. *Catálogo de costos directos del Sector Salud* (CMIC, 2008)
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. *Catálogo de costos directos de Vivienda* (CMIC, 2008)