



“Investigación y solución sobre errores en la utilización de moldajes metálicos para estructuras de hormigón en Chile, centrado en el análisis de las empresas Ulma y Peri”.

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Profesor Guía:
Alfredo Patricio Antonio Oyarzún Orellana

Estudiante:
Ignacio Arturo Pérez Gundermann

Agosto 2022
Santiago, Chile.

AGRADECIMIENTOS

En principio, quiero agradecer al profesor Alfredo Oyarzún, por haberme guiado en el proceso de la entrega de mi tesis. También quiero agradecer a los dos profesionales que me recibieron en dos empresas distintas, por un lado, Rodrigo Rojas de la empresa Ulma y por otro, Mario Guzmán de la empresa “Peri”.

Finalmente, quiero dar las gracias a mi familia especialmente por toda su ayuda durante los años de universidad, así como a todos mis amigos que están en las buenas y en malas, y en especial a mis grandes amigos y compañeros Pedro Eguiguren y Álvaro Grez.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación, consiste en una investigación acerca de las fallas que presentan los moldajes metálicos en Chile.

A lo largo del trabajo se explicará lo que es un moldaje metálico, las características que deben cumplir y sus funciones específicas. Para efectos de la investigación, se visita y se recopila información de las empresas Ulma y Peri, ambas empresas proveedoras muy reconocidas en Chile, que prestan servicio de arriendo y venta de moldaje metálico para el mercado chileno.

Por la relevancia que el hormigón tiene en relación a las fuerzas y consecuente peso generado sobre el moldaje metálico, se ahondará también en sistemas de vaciado y vibrado del hormigón. Como tema central de este trabajo, se describirán las distintas fallas detectadas y su catastro, detallando lo que ocurre en la práctica con los moldajes metálicos al momento de hormigonar. Se explicarán las razones de dichas fallas, para luego proponer soluciones al problema descrito.

Palabras claves: Moldaje metálico; Fallas; Hormigonado; Chile; Esfuerzo.

ABSTRACT

The presentation of this degree work consists of research about the failures of metallic moldings in Chile.

Throughout the work, it will be explained what a metallic molding is, the characteristics that must be fulfilled and its specific functions. For the purposes of the research, we will visit and collect information from the companies Ulma and Peri, both well-known suppliers in Chile, which provide rental and sale services of metal molding for the Chilean market.

Due to the relevance that concrete has in relation to the forces and consequent weight generated on the metal moldings, we will also explore in the concrete pouring and vibrating systems. As a central theme of this work, the different failures detected and their registration will be described, detailing what happens in practice with the metal moldings at the time of concreting. The reasons for these failures will be explained, and then solutions to the described problem will be proposed.

Keywords: Metal molding; Failures; Concreting; Chile; Stress.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	5
1.1.1 Moldaje metálico	5
1.1.2 Hormigón	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo general	10
1.2.2 Objetivos específicos	11
1.3 METODOLOGÍA	11
2. DESARROLLO	12
2.1 FORMAS DE LLENADO DE HORMIGÓN	12
2.2 VIBRADO DEL HORMIGÓN	14
2.3 MERCADO DE MOLDAJES EN CHILE	14
2.4 MARCAS DE MOLDAJES METÁLICOS EN CHILE	15
2.5 TIPOS DE MOLDAJES METÁLICOS EN CHILE	15
2.6 CLASIFICACIÓN DE MOLDAJES SEGÚN Y TRABAJO EN CHILE	16
2.7 DESMOLDANTES	17
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	18
3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN ULMA	18
3.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PERI	22
3. RESULTADOS	31
4. RECOMENDACIONES:	31

5. CONCLUSIONES	33
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 FUENTE: (ULMA, 2018)	6
IMAGEN 2 FUENTE: (BOFIL, 2014)	8
IMAGEN 3 FUENTE: (GRUPO STEEL, 2021)	9
IMAGEN 4: FUENTE (INGEMECANICA, S.F.)	10
IMAGEN 5 FUENTE: (WIKIPEDIA, 2011)	13
IMAGEN 6 FUENTE: (HORMIGÓN AL DÍA, 2020)	13
IMAGEN 7 FUENTE: (CONSTRUIR AMERICA CENTRAL Y EL CARIBE, 2020)	14
IMAGEN 8 (CROM, 2019)	18
IMAGEN 9 FUENTE: (SUMATEC, 2021)	18
IMAGEN 10 FUENTE: INFORMES ULMA	19
IMAGEN 11 FUENTE: INFORMES ULMA	20
IMAGEN 12 FUENTE: INFORMES ULMA	20
IMAGEN 13 FUENTE: INFORMES ULMA	21
IMAGEN 14 FUENTE: INFORMES ULMA	21
IMAGEN 15 FUENTE: INFORMES ULMA	22
IMAGEN 16 FUENTE: INFORMES PERI	23
IMAGEN 17 FUENTE: INFORMES PERI	23
IMAGEN 18 FUENTE: INFORMES PERI	24
IMAGEN 19 FUENTE: INFORMES PERI	24
IMAGEN 20 FUENTE: INFORMES PERI	25
IMAGEN 21 FUENTE: INFORMES PERI	25
IMAGEN 22 FUENTE: INFORMES PERI	26
IMAGEN 23 FUENTE: INFORMES PERI	26
IMAGEN 24 FUENTE: INFORMES PERI	27
IMAGEN 25 FUENTE: INFORMES PERI	27
IMAGEN 26 FUENTE: INFORMES PERI	27
IMAGEN 27 FUENTE: INFORMES PERI	28
IMAGEN 28 FUENTE: INFORMES PERI	29
IMAGEN 29 FUENTE: INFORMES PERI	29
IMAGEN 30 FUENTE: INFORMES PERI	29
IMAGEN 31 FUENTE: INFORMES PERI	29
IMAGEN 32 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	30

1. INTRODUCCIÓN

Según describe el arquitecto Pablo Jiménez-Moreno, *“la utilización del hormigón en la construcción es probablemente una de las mayores tendencias de la arquitectura del siglo XX.”* Adicionalmente aclara que, *“el concreto está compuesto por una combinación de materiales mezclados con agua, que cuando se solidifica obtiene la forma del recipiente donde estaba depositado.”* De ello se desprende que la característica más relevante del moldaje es su capacidad de moldear el hormigón depositado en él para darle una forma y/o dimensión específica. (Moreno, 2018)

Como lógica consecuencia de lo anterior, y según explica también este mismo autor, se ha expandido el uso y sobre todo la reutilización de moldes *“para replicar y controlar la producción de piezas o de edificios de hormigón.”* Jiménez, P. (Moreno, 2018)

El moldaje metálico, objeto de esta investigación, empezó a industrializarse en los años '90. Con anterioridad a esto, se usaban moldajes de madera, moldaje compuesto por pino dimensionado, placa de terciado, unidos con clavos y/o tornillos.

El moldaje es una construcción provisoria, ya que es una faena que solo se utiliza durante la construcción.

Antes de que llegara a industrializarse el proceso de armado de moldajes - conocido como el *“moldaje metálico”* - implicaba un esfuerzo importante. Se requería contratar una cuadrilla grande de carpinteros para que armaran los moldajes con las medidas y dimensiones solicitadas y este grupo se demoraría alrededor de treinta días en completar dicha tarea para recién proceder a la instalación de los moldes terminados.

Luego de ocupar estos moldajes, nominados *“moldaje tradicional”* resultaba muy difícil reutilizarlos ya que se trataba de una simple placa de terciado corriente con piezas y tablas de pino y no de un molde con una placa fenólica de alta durabilidad, estructura metálica y piezas para armar y acoplar moldajes, como lo son hoy en día.

Sin embargo, gracias a los avances tecnológicos y los nuevos materiales, se empezaron a crear moldajes reutilizables como el moldaje metálico. De esta manera se solucionó el problema anterior y se obtuvieron importantes beneficios tales como el ahorro en mano de obra, materiales y tiempo. Como referencia, cuando se presupuestaba moldaje tradicional, se estimaban 3 usos para su costo. Los moldajes actuales pueden hasta triplicar esos usos o más, según materiales y circunstancias.

El moldaje metálico está compuesto por una placa de madera por un lado de la cara, y por el otro lado, una estructura metálica que sostiene la placa mencionada. Adicionalmente hay distintas piezas que contienen los moldajes al momento de ser instalados, ya sea para unir un moldaje con otro, aplomar los moldajes y alinear cada uno de estos.

El mejoramiento y aplicación de materiales nuevos como el metal, con mejores características de resistencia y durabilidad, permite acceder a sistemas de moldajes para todo tipo de construcciones.

Además, los materiales con los que se fabrican los moldajes metálicos son sometidos a un exhaustivo control de calidad, cantidad de uso y correcto cuidado, lo que permite un mayor rendimiento y asegura mejores terminaciones superficiales.

Todo esto hace prácticamente impensable la posibilidad de edificar sin los sistemas de encofrado o contra enchapados, ya que estos mejoran de manera importante la calidad de la construcción.

En relación con el uso de moldajes en Chile, cabe mencionar que *“no existen Normas Chilenas de Moldajes, por lo que hoy se trabaja con las especificaciones, proyectos y diseños de los proveedores, que a su vez se basan en las normas de los países de origen de los equipos. Tampoco se encuentra reglamentación alguna relacionadas al moldaje en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.”* (Bofil, 2014)

En Chile, se procede entonces de acuerdo con la costumbre y experiencia personal de los ingenieros, arquitectos y constructores a cargo de las obras y a los plazos mínimos para el desmolde, que esta relaciona, mas bien con la norma de hormigones.

Ahora bien, todo lo anterior no implica que el proceso de hormigonado esté libre de problemáticas y contratiempos. Así entonces, en la práctica si se pueden apreciar fallas importantes y recurrentes que se relacionan especialmente con desprendimientos del moldaje y que se deben a la falta de conocimiento en la instalación y la poca o nula supervisión del proceso.

Es justamente esta la razón que motiva la presente investigación y que llevará a propuestas prácticas dirigidas a mejorar, reforzar y ayudar en los procesos de hormigonado en moldajes metálicos de la construcción en Chile. Este trabajo, permitirá aclarar cuales son los problemas más comunes en el armado, fabricación, e instalación de los moldajes metálicos.

1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1.1 Moldaje metálico

Definición

El moldaje metálico es una herramienta fundamental en la construcción al momento de hormigonar. Es una estructura transitoria que es capaz de soportar la densidad del hormigón y las cargas externas que se le puedan dar, ya sea el personal de la obra y/o los materiales. (Jaramillo, 2012)

El moldaje le da la forma al elemento que se va a hormigonar, ya sea un muro, una losa, una viga o un pilar. La característica más relevante del moldaje entonces es su capacidad de controlar el hormigón que es depositado dentro de él, para así, darle una forma y/o dimensión y alinear, y moldear esta mezcla.



Imagen 1 Fuente: (Ulma, 2018)

Características

El moldaje metálico está compuesto por una placa de madera fenólica por un lado de la cara, y por el otro lado, una estructura metálica que sostiene la placa mencionada. Adicionalmente hay distintas piezas que ocupan los moldajes al momento de ser instalados, ya sea para unir un moldaje con otro, aplomar los moldajes y alinear cada uno de estos.

Dentro de estas piezas se encuentran en primer lugar los denominados conectores. Estas piezas son de material metálico, teniendo como función unir un moldaje con otro y apretarlo para que queden totalmente fijos. “*Son metálicos, de fácil colocación y retiro*”. (Bofil, 2014)

Otra pieza esencial son los alineadores. Tal como señala la Cámara Chilena de la Construcción, “Dicha pieza cumple la función de alinear el moldaje que fue unido con los conectores, garantizando la continuidad en la unión de los paneles de moldaje”. (Bofil, 2014)

“Los paneles son unidades que forman parte de una cara del moldaje, que es estructuralmente autosuficiente y que no requiere de esfuerzos externos”. (Bofil, 2014) También están los separadores que “son elementos dimensionados, cuya función es mantener el espesor del muro previo al hormigonado.” (Bofil, 2014)

Por otro lado, están los denominados tensores que como su nombre lo indica, “su función es mantener la estabilidad de las caras del moldaje durante el llenado de los muros, garantizando su espesor.” (Bofil, 2014)

“También están los aplomadores que son elementos que se unen a los paneles, cuya función es aplomar el moldaje mediante un sistema regulable, manteniendo la posición determinada del proyecto. Sumado a esto, se encuentra la Ménsula de trabajo que es una plataforma que, montada a los paneles del muro, genera una superficie que permite trabajar y consta de piso, barandas y rodapié.

Por último, existen elementos fungibles que corresponden a conos, tapones y separadores”. (Bofil, 2014)

La imagen numero 2, a continuación, muestra cada una de las piezas nombradas anteriormente en las características de un moldaje metálico.

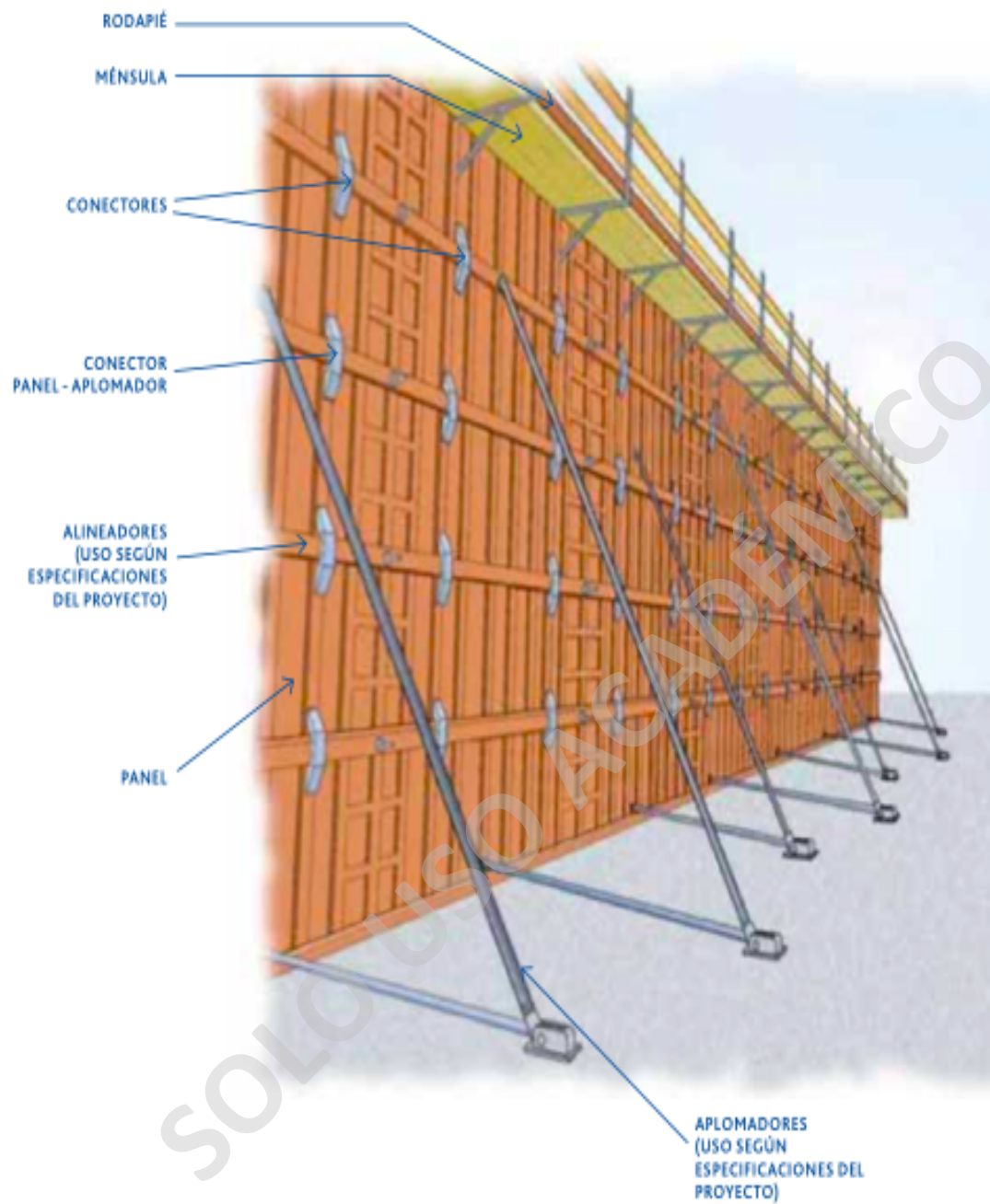


Imagen 2 Fuente: (Bofil, 2014)

1.1.2 Hormigón

Definición y características

El hormigón se define como un elemento usado en la construcción, generalmente reforzado con armadura de enfierradura, la cual es denominada hormigón armado. (El Hormigón, 2015)

Es una mezcla de distintos agentes químicos. Cemento, áridos, (ya sea grava, gravilla y arena) y agua. Este elemento tiene una densidad que varía entre los 2.200 kg/m³ hasta los 2.500 kg/m³. Esto último justifica la necesidad de que el moldaje sea resistente, de manera que pueda soportar el hormigón. En un metro cúbico, se tiene hasta 2.400 kg de peso, agregando la forma de llenado de esta mezcla que aumenta aún más la presión al moldaje metálico.



Imagen 3 Fuente: (Grupo Steel, 2021)

Pesos Específicos de Hormigones y Concretos

Tipo de Hormigón	Peso Específico (kg/m³)
De cemento, arena, canto rodado, piedra partida o granza granítica. Sin armar (en masa)	2300
De cemento, arena, canto rodado, piedra partida o granza granítica. Armado (reforzado)	2500
De cemento, arena y cascotes de ladrillo	1900
De escoria	1600
-	-

Imagen 4: Fuente (ingemecanica, s.f.)

Tabla de peso específico

Esta tabla nos explica el peso específico de los hormigones, donde la primera columna nos muestra los tipos de hormigón, y en la segunda columna nos da los resultados del peso específico de cada fila.

Los dos tipos de hormigón que se tomarán en cuenta son el hormigón armado y el hormigón sin armar, ya que son los que más se ocupan en los moldajes metálicos. Y hoy en día, ya solo se ocupa el armado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Identificar las causas de las fallas que ocurren en terreno con los moldajes metálicos y a continuación presentar una solución adecuada y ajustada a la realidad, que disminuya dichas fallas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar los casos donde hubo problemas y fallas en terreno de moldajes metálicos, de las empresas Ulma y Peri.
- Determinar el o los problemas más recurrentes de la investigación y analizar sus causales.
- Encontrar soluciones adecuadas y concretas que disminuyan las fallas recurrentes que se encuentren.

1.3 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el trabajo de tesis consistirá primero en la búsqueda de los problemas más comunes y relevantes que surgen con los moldajes metálicos para así obtener una visión global de las causas.

En primer lugar, es menester indicar que el presente proyecto es de tipo no experimental, ya que los datos medidos por la recopilación de la información se obtienen de la fuente secundaria a través de informes expedidos por la empresa Ulma y la empresa Peri; en una visita a las empresas se hablará con los gerentes de operaciones de las empresas. Este último contacto facilitará información primaria acerca de fallas ocurridas en terreno en las cuales los moldajes se abrieron y no han funcionado correctamente.

Una vez obtenida la información recién mencionada se procederá a realizar una tabla que sintetizará las conclusiones extraídas de los informes analizados.

La tabla constituirá una expresión sinóptica de la información extraída del material entregado por Ulma y Peri, permitiendo una visión global y quedando en evidencia las causas más recurrentes.

Finalmente, y teniendo la claridad necesaria sobre aquello que debe corregirse para evitar este tipo de falla, se entregará una posible solución.

2. DESARROLLO

2.1 Formas de llenado de hormigón

Los sistemas de hormigonado van a depender de cuestiones tales como la ubicación del lugar donde se realizará y su accesibilidad, influyendo de manera importante si la edificación está en altura, n fundaciones. Si se trata de losas o de muros.

Las distintas formas de llenado del hormigón puede influir en los posibles colapsos de moldajes, por el exceso de presión que ejercen estos volúmenes sobre la estructura. Entre los tipos de llenado se encuentra el llamado hormigón bombeado. Este proceso se hace a través de una bomba telescópica, la cual es manipulada por el operario de la bomba, quien con el uso de un control, dirige la bomba al lugar que se quiera hormigonar.

Otra de las formas de llenado es aquella que se hace a través de una grúa con capacho, en la que la grúa transporta el hormigón desde el camión mixer hasta el punto donde se va a hormigonar. En dicho lugar se encuentra a su vez un operario que recibe el capacho y tira de una cuerda para verter el hormigón.

Una tercera opción es verter el hormigón directamente desde el equipo de transporte, siendo el mismo camión el que bota el hormigón en el lugar indicado.

Por último, existe el hormigonado a través de cintas transportadoras que se utilizan cuando hay puntos a mucha distancia del lugar donde se vierte el hormigón.

A continuación, se exponen imágenes que ilustran el proceso de hormigón bombeado y el de transporte con grúa.

Estas dos son, entre las formas de llenado, las que más presión ejercen sobre la estructura del moldaje, aumentando así las probabilidades de ruptura.

Llenado con bomba telescópica



Imagen 5 Fuente: (Wikipedia, 2011)

Llenado con capacho



Imagen 6 Fuente: (Hormigón al día, 2020)

2.2 Vibrado del hormigón

En el proceso de vaciado del hormigón hacia el moldaje, existe y no puede faltar el vibrado del hormigón. La función de este proceso, es poder sacar la mayor cantidad del aire o vacíos que se generan al vaciar esta mezcla. Este tratamiento es esencial para que la estructura que se este hormigonando, tenga la compactación necesaria. Este procedimiento, también representa esfuerzos adicionales al peso del hormigón, ejerciendo fuertes solicitaciones especialmente en hormigonado de muros y pilares.

El vibrado del hormigón, se hace a través de una sonda metálica vibradora, con distintos diámetros, dependiendo del elemento se vaya a vibrar. Para este trabajo se necesitan dos personas. Uno esta a cargo de afirmar el motor de la sonda, y moverlo para la comodidad de quien tendrá a cargo la sonda conectada al mismo.



Imagen 7 Fuente: (Construir America Central y el Caribe, 2020)

2.3 Mercado de moldajes en Chile

Este punto se agrega con la finalidad de demostrar la validez de los informes que serán analizados con posterioridad, siendo posible sostener que de la información entregada por Ulma y Peri, se extraerán estadísticas fehacientes e ilustrativas del panorama general que se presenta a nivel país.

Ulma es la tercera empresa más grande de Chile en el rubro de arriendo y venta de moldajes y andamios de construcción. Contando con 5.500 profesionales, sosteniendo un volumen de negocio de 900 millones de euros, estando presente en más de 81 países del mundo. (Ulma, 2018)

A su vez, Peri es una compañía que emplea “a más de 9500 empleados y generó ingresos por mas de EUR 1,685 M el ultimo año.” (PERI, s.f.)

2.4 Marcas de moldajes metálicos en Chile

En el mercado de los moldajes metálicos en Chile, se encuentran diversas empresas tales como:

Peri, Ulma, Doka, Unispan, Bimoli, Moldajes Molco, Vama, Heko y otras.

Entre ellas destacan especialmente por su volumen, empleados, cantidad de ventas y arriendos, las empresas Peri y Ulma. Es por esta razón que se han elegido justamente estas dos compañías como referencia para esta investigación.

2.5 Tipos de moldajes metálicos en Chile

A través de la compañía Ulma, la Cámara Chilena de la Construcción, nos muestra los tipos de moldajes que existen.

Moldajes de muros y pilares: Moldajes a una cara, moldaje circular y accesorios de moldaje para la construcción de muros de hormigón, pilares, hastiales, cimientos, zapatas, estribos etc.

Una extensa gama de sistemas de moldaje de hormigón para la ejecución de todo tipo de proyectos de construcción. (Ulma, 2018)

Sistemas de moldaje auto trepantes: Guiados y convencionales para muros de gran altura. Indicados para la construcción de torres, rascacielos, núcleos, pilas de puentes, pilonos y presas. (Ulma, 2018)

Adicionalmente, Ulma dispone de pantallas perimetrales de seguridad para la protección de caídas en la construcción de edificios de gran altura. (Ulma, 2018)

Moldajes de puentes: Tecnología de última generación en moldajes y cimbras para la construcción de puentes y viaductos. (Ulma, 2018)

Moldajes de túneles: Máxima tecnología en moldajes para la construcción de túneles.

Uno de los mayores problemas que tienen las grandes ciudades incluyendo Santiago es el creciente nivel de tráfico que poseen, lo que provoca congestión considerable en las principales vías urbanas e incrementa los tiempos de viaje de sus habitantes, entre otros inconvenientes que se han registrado en populosas urbes. (Hormigón al día, 2020)

Dado esto se plantea una mayor utilización de moldajes metálicos para la fabricación de túneles de hormigón, dada la demanda inminente de estos con la finalidad de generar mayor accesibilidad y disminución de atochamientos de tráfico en las grandes urbes. (Hormigón al día, 2020)

Moldajes de puntales y cimbras: Siendo estos moldajes de gran capacidad de carga para la construcción de forjados, tableros de puente, capiteles, bóvedas de túnel o cualquier otra estructura que requiera el uso de apeo.

Este moldaje se utiliza tanto para losas como vigas ubicadas a grandes alturas del piso de apoyo. Está formado por torres de cargas y vigas de soporte de las placas de losas o fondos de vigas. (Bofil, 2014)

2.6 Clasificación de moldajes según su trabajo en Chile

Moldaje manuable: Moldaje de muros, vigas, pilares o losas que se montan, descimbran y transportan a mano, sin necesidad de equipos. Son moldajes cuyas partes son livianas y se deben armar y desarmar completamente en cada uso. En ningún momento el moldaje excede los límites de carga máxima definidos en la ley. (Bofil, 2014)

Moldaje manejable sólo con grúas: Moldaje de muros, vigas, pilares o losas que se montan, se descimbran y transportan sólo con grúas. Éstos no se desarman en cada oportunidad. (Bofil, 2014)

Moldaje autotrepante: Este sistema está basado en una gata hidráulica que permite movilizar moldajes de gran tamaño. Este moldaje no requiere grúa para su uso y permite avanzar en forma discreta. Este tipo de moldajes se está utilizando en el mundo de la construcción de edificios de gran altura. (Bofil, 2014)

Moldaje deslizante: Este sistema está basado en un anillo perimetral de doble cara de baja altura que exige hormigonar en forma continua. El moldaje utiliza gatas hidráulicas para su desplazamiento, esto por medio de pequeños impulsos que son controlados por dispositivos que garantizan la suavidad y el levantamiento uniforme de éste.

En la construcción de la Torre Telefónica frente a plaza Baquedano en Santiago, hubo muchos problemas por la falta de continuidad en el deslizamiento del moldaje.

El hormigonado se hace progresivamente desde una plataforma de trabajo que se encuentra en el nivel superior de ambas caras del moldaje. Este tipo de moldajes es utilizado muy frecuentemente en la construcción de torres de hormigón, silos, núcleos de ascensores y torres de control y vigilancia. (Bofil, 2014)

Moldaje colaborante: Son moldajes metálicos que quedan incorporados al elemento constructivo y cumplen con la función de ser moldaje y parte de la estructura. (Bofil, 2014)

Moldaje en base a planchas metálicas: Son paneles metálicos que cumplen la doble función de servir de moldaje durante la etapa de hormigonado y ser parte de la enfierradura estructural de la losa. (Bofil, 2014)

Éstos son auto soportantes para luces determinadas y su dimensionamiento obedece a un proyecto estructural. Se usa principalmente en edificios de oficinas, comerciales u otro que lleve cielo colgado o su uso permite dejar el panel como terminación definitiva. (Bofil, 2014)

2.7 Desmoldantes

Tal como lo dice la Cámara Chilena de la construcción ‘*Son agentes químicos que se aplican en las superficies internas de los moldajes, cuya función es generar una capa antiadherente para evitar que el hormigón se adhiera a la superficie y facilite el descimbre*’ del moldaje metálico. Estos productos permiten mayor durabilidad de los moldajes, aumentando el número de usos. (Bofil, 2014)

‘*Existen desmoldantes para moldajes con superficie metálica, siendo agentes químicos que, además de cumplir con la función de desmoldantes, son inhibidores de la corrosión. Los desmoldantes se aplican con rodillo, brocha o pulverizadores. Antes de su aplicación se debe verificar que la superficie del moldaje esté seca y limpia.*’ (Bofil, 2014)

‘*Los desmoldantes deben mantenerse en lugares frescos y bajo techo, permitiendo almacenarlos en su envase original cerrado, hasta la fecha indicada en la etiqueta del recipiente. Es posible que en algunos casos precipite, en cuyo caso se requiere realizar la mezcla según instrucciones del fabricante.*

La aplicación del desmoldante es muy importante para la terminación del hormigón, y la aplicación con exceso no logra un mejor resultado. ‘’ (Bofil, 2014)



Imagen 8 (Crom, 2019)



Imagen 9 Fuente: (Sumatec, 2021)

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

3.1 Levantamiento de información Ulma

A continuación, se analizará y se expondrá la información extraída de los informes entregados por la empresa Ulma y por la empresa Peri, de los cuales se pretende recoger la información necesaria para evaluar el error más común.

INFORME 1

Constructora: Constructora LN
Tipo de moldaje: Moldaje muro de dos caras
Falla: Cedió el moldaje y se escurrió el hormigon
Motivo: Mala instalacion de puntales para fijar el moldaje



Imagen 10 Fuente: Informes Ulma

INFORME 2

Constructora: Constructora TECSA S.A.
Tipo de moldaje: Moldaje muro contra terreno.
Falla: Se abrió el moldaje, y se muestran las tuercas que debido a la mala instalación de puntales tendieron a ceder.
Motivo: Mala instalacion de puntales para fijar el moldaje



Imagen 11 Fuente: Informes Ulma

INFORME 3

Constructora: Constructora TECSA S.A.
 Tipo de moldaje: Moldaje muro de dos caras
 Falla: Colapsa muro, tiende a romper tuerca, y luego se escurre el hormigon.
 Motivo: Falta de tuercas necesarias para soportar moldaje.



Imagen 12 Fuente: Informes Ulma

INFORME 4

Constructora: Constructora FGS.
 Tipo de moldaje: Moldaje contra terreno.
 Falla: colapso de moldaje.
 Motivo: distribucion de anclajes no de acuerdo a planos



Imagen 13 Fuente: Informes Ulma

INFORME 5

Constructora: Constructora SIGRO.
Tipo de moldaje: Moldaje muro de dos caras
Falla: colapso de moldaje.
Motivo: poca longitud de los tirantes respecto a la tuerca y desgaste de material

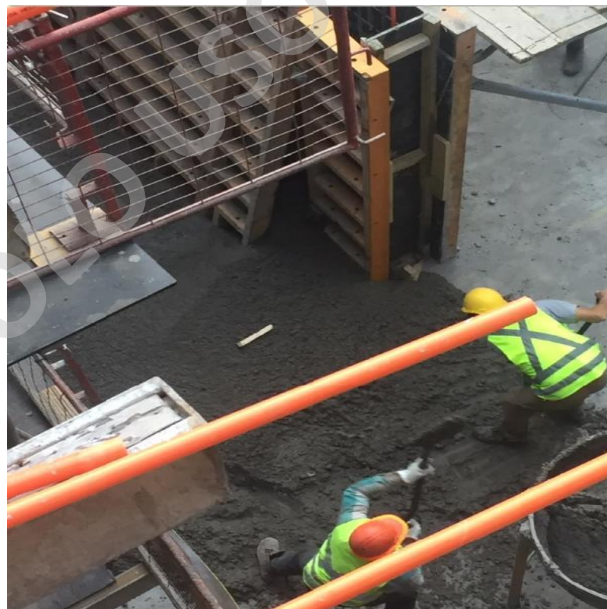


Imagen 14 Fuente: Informes Ulma

INFORME 6

Constructora: Constructora ALM IMAGINA.
Tipo de moldaje: Moldaje de losa cielo.
Falla: caída de moldaje de losa, con pérdida de hormigón.
Motivo: mala distribución de puntales respecto a planos.



Imagen 15 Fuente: Informes Ulma

3.2 Levantamiento de información Peri

A continuación, se mostrarán más casos de fallas y catastros, de obras construidas con moldajes metálicos, cuya información ha sido extraída de informes realizados por profesionales de la empresa Peri, analizando cada uno de ellos a profundidad.

INFORME 1

Falla : Barras Dywidag.
Motivo : Barras Dywidag mal instaladas.

Recomendación

Imagen de la falla



Imagen 16 Fuente: Informes Peri



Imagen 17 Fuente: Informes Peri

INFORME 2

Falla : Estabilización improvisada

Motivo : Estabilización improvisada y uso de equipos dañados (puntales).

Recomendación

Imagen de la falla

No utilizar mecanismos de estabilización improvisados por los operarios.
La utilización de los moldajes debe de ser de uso exclusivo por personal capacitado y calificado.



Imagen 18 Fuente: Informes Peri

INFORME 3

Falla : Estabilizacion con equipos dañados.
Motivo : Utilización de equipos de puntales dañados.

Recomendación

No utilizar equipos dañados que puedan perjudicar la obra o bien la integridad física de los trabajadores.
Se recomienda utilizar siempre la placa base.

Imagen de la falla



Imagen 19 Fuente: Informes Peri

INFORME 4

Falla : Cerrojos

Motivo : Cerrojos mal colocados, cuya función es unir, alinear y estancar el moldaje metálico.

Recomendación

Se recomienda utilizar un cerrojo bien instalado en Costilla y una cuña fijada correctamente.



Imagen 21 Fuente: Informes Peri

Imagen de la falla



Imagen 20 Fuente: Informes Peri

INFORME 5

Falla : Tapes de muro

Motivo : Material inadecuado. Tapes improvisados, cerrojos dañados y barras dobladas.

Recomendación

Imagen de la falla

Se recomienda no utilizar un material inadecuado para la construcción, no utilizar tapes improvisados y cerrojos dañados y barras que tengan deformaciones.



Imagen 23 Fuente: Informes Peri



Imagen 22 Fuente: Informes Peri

INFORME 6

Falla : Limpieza

Motivo : Equipos con exceso de hormigón en la cara posterior.Limpieza de paneles mediante golpes de martillo.

Recomendación

Imagen de la falla

Limpieza con hidrolavadora, prolonga la vida útil de los elementos.

Se recomienda no limpiar a golpes con martillo o con cualquier otra herramienta.



Imagen 25 Fuente:
Informes Peri



Imagen 26 Fuente:
Informes Peri



Imagen 24 Fuente: Informes Peri

INFORME 7

Falla : Orden de los equipos

Motivo : Material desordenado, se daña, se pierde y se desaprovecha.

Genera pérdidas para la compañía, aumento de tiempos de espera, reducción materiales y problemas en la obra.

Recomendación

Se necesita un exhaustivo orden de los materiales utilizados en los moldajes, con la finalidad de utilizar menos recursos y perder menos tiempo a la hora de trabajar, optimizando los tiempos de obra y reduciendo tiempos de espera.

Imagen de la falla

Imagen 27 Fuente: Informes Peri

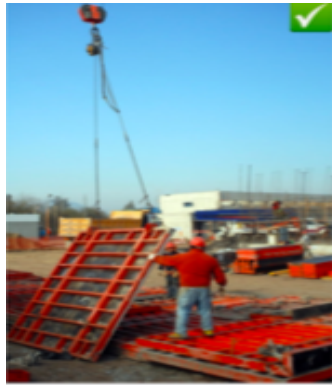
INFORME 8

Falla : Izaje

Motivo : La utilización de garfios y otros ganchos que no pertenecen al sistema utilizado.

Recomendación**Imagen de la falla**

Se recomienda evitar la utilización de ganchos y garfios que no pertenezcan al sistema de moldaje correcto.



Ganchos de Izaje del Sistema

Imagen 29 Fuente: Informes Peri



Imagen 28 Fuente: Informes Peri

INFORME 9

Falla : Plataformas de trabajo
 Motivo : Las plataformas de trabajo no son trepas.
 Riesgo inminente de caída fatal.

Recomendación

Se recomienda evitar a toda costa la utilización de plataformas de trabajo como trepas.



Imagen 30 Fuente: Informes Peri

Imagen de la falla



Imagen 31 Fuente: Informes Peri

La información recién expuesta, como ya fue adelantado en la metodología, fue realizada en virtud de los informes entregados por la empresa Ulma y la empresa Peri, en ellas se

contienen todos los casos en los que se presentaron fallas en los moldajes en terreno con sus respectivas causas y consecuencias.

De su lectura se concluye que el desgaste de tuercas, es decir, de materiales utilizados para la construcción de los moldajes y la mala instalación de estos últimos son factores importantes que significaron la ruptura de las estructuras.

Los informes muestran que en los 15 casos analizados se cometieron errores que podrían denominarse “humanos” y en varios de ellos el problema es derechamente el mal estado del material utilizado, e improvisaciones de los mismos trabajadores, cuestión que finalmente depende del capital humano ya que son ellos mismos los que eligen los materiales que usan, pudiendo haberse percatado del desgaste de estos con anterioridad.

El análisis realizado, por tanto, demuestra que la causa más recurrente de las rupturas ocurridas en terrenos son la instalación deficiente y el desgaste de los materiales utilizados para la fabricación de la estructura.

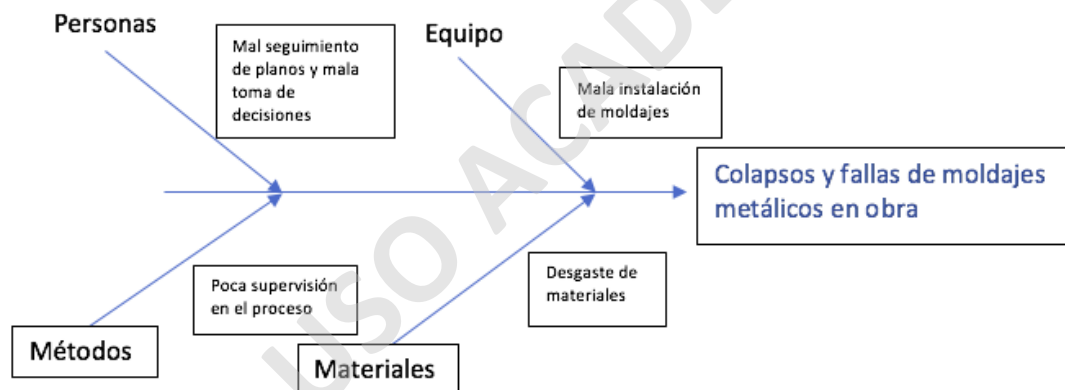


Imagen 32 Diagrama causa y efecto. Fuente: Elaboración propia.

El diagrama causa – efecto mostrado anteriormente, demuestra de una manera más gráfica el entender y organizar detalladamente cómo se llega al efecto. Resultado que sería ‘Colapsos y fallas de moldajes metálicos en obra’

Las principales fallas radican por un lado en el personal de trabajo, que posee un mal seguimiento de planos y además una mala toma de decisiones a la hora de trabajar con moldajes metálicos.

Al mismo tiempo existe poca supervisión de los procesos, por lo cual el método de supervisión falla. Por otro lado, existe desgaste de los materiales de trabajo, que perjudica

la realización de la obra de manera efectiva y a su vez existe otra causal de falla que es la mala instalación de los moldajes metálicos.

3. RESULTADOS

En vista de todo lo anteriormente expuesto, es posible concluir que la causa más recurrente es una mala instalación al momento de colocar los moldajes ya sea por mala posición de puntales, instalación no acorde a los planos, tuercas faltantes en los moldajes, etc.

Pudiendo resumirse todo lo anterior en negligencias en la instalación.

El segundo factor que más se reitera, se debe al desgaste de material utilizándose tuercas u otros materiales que no están en buenas condiciones.

La solución que se propone, abarca a estos dos factores, es decir, no sólo el más común sino también el desgaste de material.

Se trata de un servicio que ofrece la empresa prestadora, que consta de un técnico operativo de la empresa de moldajes en este caso, que se encarga de la supervisión y control de la instalación y uso adecuado de los moldajes.

El referido operario estaría en todos los procesos de instalación de moldajes, haciendo una revisión previa de los materiales utilizados, asegurándose de que estén en buen estado.

Adicionalmente, se realizarían presentaciones y charlas para entregar conocimiento a los trabajadores acerca de los moldajes y del uso adecuado de estos, explicando la importancia de seguir efectivamente los planos al momento de instalar los moldajes. Finalmente, también estaría presente en el proceso de hormigonado y desmontaje decimbre del moldaje.

Como opción alternativa se puede entregar el servicio de capacitaciones para los trabajadores de los diversos proyectos que conlleven el uso de moldajes metálicos en base al diseño y tipo de proyecto por medio de una OTEC, subcontratando a la misma de tal manera de que vaya un prevencionista de riesgos y profesionales del área de la construcción a entregar la cantidad de horas de capacitación necesarias, formando M.O (mano de obra) calificada y M.O semicualificada en temas de instalación, utilización y desmontaje del moldaje en cuestión.

4. RECOMENDACIONES:

Previo al montaje, en primera instancia, se debe tomar la decisión correcta en la elección de un moldaje que cumpla con los requisitos del proyecto y de la parte de la obra que se

desea construir, esto debido a que se debe utilizar un moldaje para la función específica del diseño.

Antes de tomar la decisión correcta de cuál moldaje se utilizará, se debe contar con un proyecto de moldaje que consulte el cálculo estructural de este, para analizar las solicitudes que tendrá este durante la utilización.

La capacitación del personal del moldaje, debería ser hecha por la empresa prestadora del servicio, a través de una OTEC, o bien se debe subcontratar a personal ya capacitado con anterioridad, que cumpla con los requisitos necesarios para la instalación, adecuada utilización y desmontaje del moldaje, con la finalidad de evitar accidentes y errores de construcción.

Una vez hecho esto, se debe analizar los elementos y materiales que podrían perjudicar la obra, es por ello que se recomienda rechazar todas aquellas placas metálicas que presenten deformaciones por uso, alzaprimas dobladas o rotas, pasadores, golillas en mal estado.

Del mismo modo es necesario rechazar los puntales doblados y cabezas en mal estado. Por último, es necesario que exista un exhaustivo control de las vigas con deformaciones evidentes, con roturas o perforaciones que podrían perjudicar la obra.

Pasando a la etapa de descimbre se recomienda que antes de este proceso, se demarque de manera correcta la zona de descimbre con el fin de poder evitar el tránsito de personas ajenas a la faena, una vez obtenido el instructivo de diciembre entregado por el ingeniero estructural a cargo de la obra, en el cual se indique los plazos de descimbre y de orden del descimbre en especial losas y vigas, se debe contar con el espacio necesario para el acopio de materiales y desechos y contar con atriles de apoyo para el moldaje de durante el acopio. También se debe considerar agentes climáticos como lo son los fuertes vientos o lluvias, en los cuales no se pueda trabajar de manera óptima.

Durante el montaje de los moldajes, el personal capacitado previamente debe contar con todas las medidas de seguridad que indique la obra, ya sean zapatos de seguridad, casco y en especial el cinturón de seguridad tipo arnés y cuerda de vida, informando a los demás trabajadores sobre las posturas correctas para efectuar este trabajo.

Respecto al tránsito de los moldajes se debe tener acceso seguro a la losa, transitar cuidadosamente sobre la enfierradura, idealmente deben existir plataformas de tránsito, por seguridad y para no dañar las instalaciones que existan sobre el moldaje.

Es necesario que el personal no transite por moldajes con nieve en la superficie, con iluminación insuficiente y no efectuar ninguna actividad distractora durante el tránsito por el moldaje, evitando de igual manera transitar por los bordes, excepto cuando ésta tenga barandas.

Es necesario acopiar los materiales que se van a utilizar en forma ordenada en las zonas asignadas sin sobrecargar dichas zonas, mantener las herramientas en los cinturones portaherramientas o cajas dispuestas para cargar y nunca colgar las herramientas en la estructura del moldaje. Se deben utilizar herramientas eléctricas que estén protegidas con toma tierra y conectadas a circuitos con protector diferencial.

Para la limpieza del moldaje se debe efectuar en un lugar dispuesto para ello, con los moldajes en atriles, canalizando el agua utilizada para la limpieza en un punto definido por el jefe de la Obra.

5. CONCLUSIONES

En síntesis, esta investigación, da a conocer los errores y fallas que se pueden presentar con los moldajes metálicos entregándose una solución real y fácil de implementar. Una buena supervisión que aumente el control al momento de colocar y desimbrar los moldajes referidos puede hacer una gran diferencia evitando retrasos innecesarios en los procesos constructivos.

De esta manera, el proyecto, busca generar un doble impacto, en primera instancia hablar del impacto medioambiental. Una mejor instalación y disminución de fallas en los moldajes metálicos, se logra no generar perdidas de hormigón, lo que permitiría obtener menos desechos a la hora de finalizar las faenas, por otro lado, al tener un mejor orden de los materiales de construcción y al efectivo uso de los mismos ya que el hecho de mantenerlos ordenados, permitiría una reducción considerable de las pérdidas y del mismo modo permitiría obtener menos desechos a la hora de finalizar las faenas, ya que según la información obtenida de empresas como Peri y Ulma, cuando no existe un correcto orden de los materiales y herramientas, estas terminan perdidas y muchos materiales o piezas pasan a ser parte de desechos. De esta manera se pueden obtener menos desechos y generar un mayor cuidado medioambiental.

Del mismo modo, al reducir la cantidad de pérdidas de materiales, como hormigón y distintas piezas, se generan ahorros económicos para la empresa ya que, por un lado, se pagarían menos retiros de escombros en la empresa, no se tendrían que incurrir en la compra excesivas de materiales por concepto de pérdidas, generando un mayor excedente del consumidor en este caso a la compañía frente a sus proveedores.

Lo mismo ocurre con la eficiente utilización de los moldajes metálicos ya que poseen una vida útil mayor a la de los moldajes de madera y la adecuada utilización de estos puede

extender aún más su vida útil, generando menos pérdidas por concepto de depreciación a la empresa.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Moreno, P. J. (28 de Agosto de 2018). *arch daily*. Obtenido de plataformaarquitectura: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/900935/historia-de-los-encofrados-para-hormigon-desde-thomas-edison-al-habitat-67>

Bofil, M. B. (Enero de 2014). *CChC*. Obtenido de cchc: https://cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Manual-de-Moldajes_-CChC_enero_2014.pdf

Jaramillo, C. E. (27 de mayo de 2012). *Construcción Civil*. Obtenido de Construccioncivil2012: <http://constrcivl2012.blogspot.com/2012/05/moldajes.html#:~:text=Son%20elementos%20formados%20por%20una,los%20muros%2C%20garantizando%20su%20espesor>

Ulma, G. (2018). *ULMA*. Obtenido de ulmaconstruction.cl: <https://www.ulmaconstruction.cl/es-cl/moldajes/moldajes-muros-pilares/moldaje-modular-orma>

El Hormigón. (2015). Obtenido de wiki.ead.pucv.cl: https://wiki.ead.pucv.cl/images/5/5a/Clase_2_construcci%C3%B3n_1_n%C3%A1utica_2015_Hormig%C3%B3n.pdf

Grupo Steel. (15 de marzo de 2021). Obtenido de gruposteel.es: <https://gruposteel.es/ventajas-del-hormigon-armado/>

ingemecanica. (s.f.). Obtenido de ingemecanica.com:
<https://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html#almacenables>

Wikipedia. (13 de Mayo de 2011). Obtenido de es.wikipedia.org:
https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_hormigón

Hormigón al día. (2020). Obtenido de hormigonaldia.ich.cl:
<https://hormigonaldia.ich.cl/novedades-tecnologicas/especificacion-tecnica-et-002-05-altura-de-vaciado-del-hormigon/>

Construir America Central y el Caribe. (2020). Obtenido de revistaconstruir.com:
<https://revistaconstruir.com/pasos-llevar-cabo-proceso-vibrado-la-fundicion-concreto/>

PERI. (s.f.). Obtenido de peri.cl: <https://www.peri.cl/company.html>

Crom. (marzo de 2019). Obtenido de crom.cl:
<https://www.crom.cl/pdf12/AT%20N%c2%ba%20Agentes%20desmoldantes.pdf>

Sumatec. (15 de enero de 2021). Obtenido de sumatec.com:
<https://sumatec.co/agentes-desmoldantes-y-sus-aplicaciones/>