



MODELO DE OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICO PARA BODEGAS DE CONSTRUCCIÓN

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
Bastían Ismael Castro Morales

Profesor Guía:
Francisco Omar Lagos Peralta

Fecha:
Marzo 2020
Santiago, Chile

DEDICATORIA

Esta memoria va dedicada principalmente a las personas que participaron en mi desarrollo estudiantil, como lo es mi hermano, mis padres, mi novia y mis amigos que me están acompañando desde el colegio hasta el día de hoy.

También me gustaría dedicarle esta memoria a cada persona que le ha costado infinitamente entrar o en su caso contrario no entrar a una universidad por los enormes aranceles y matrículas que hay que cubrir, el proceso es muchísimo más difícil para ustedes tal como lo fue para mí en este sentido, así que no queda nada más que esforzarse y salir adelante mientras no existan cambios importantes.

SOLO USO ACADÉMICO

AGREDECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, novia y amigos por el apoyo emocional que me brindaron durante este proceso. También me gustaría agradecerle a la empresa Constructora Convet por dejarme realizar mis dos prácticas pudiendo así poner a prueba el estudio que estaba llevando, junto a esto a esto agradecerle al grupo humano que estuvo a cargo de la edificación del Edificio Vista Walker Martínez que siempre se comportaron con respeto y amabilidad con el fin de que yo aprendiera lo necesario, también a la Corporación de Desarrollo Tecnológico organismo que realizó una importante investigación sobre la logística en obras de construcción. Por último y no por esto menos importante me gustaría agradecer el apoyo de mi profesor guía Don Francisco Lagos ya que él fue la persona que me motivó a realizar este estudio desde el segundo año de universidad por solo mencionar el tema en una de nuestras conversaciones cotidianas.

RESUMEN

En Septiembre de 2013 la revista Bit público un estudio donde mostraba la responsabilidad de distintos problemas de construcción que ocasionan atrasos en las obras de edificación, donde las principales fallas se presentan en la metodología de trabajo (en un 23% de participación) y el abastecimiento de materiales (en un 11% de participación). Dada esta información en cuanto a metodologías de trabajo se avanzó demasiado hasta hoy popularizándose la Filosofía Last Planner (Último Planificador), Metodología de Trabajo BIM (Building Information Modeling), Filosofía Lean Constructions, dando estas soluciones a otros problemas como lo eran la supervisión y coordinación. Pero el abastecimiento y la administración de los materiales sigue siendo un gran problema dado que las distintas metodologías o filosofías no han podido optimizar el trabajo de las bodegas o de subpartidas dentro de las obras de construcción dado que son procedimientos y actividades micros. Es por esto la importancia de lograr proponer un modelo lógico/estratégico para las bodegas in situ, con el fin de poder optimizar su abastecimiento y facilitar la administración de los recursos. Esto nos guiaría directamente a analizar las distintas etapas y actividades que se desprenden de la cadena principal de abastecimiento, esto nos enseñaría algunas zonas de mejora y por esto se fueron creando e investigando distintos tipos de herramientas logísticas como, por ejemplo, los kits de materiales de obras que están directamente relacionados con pedidos de materiales ayudando en la planificación según Carta Gantt o la programación de la obra. Ya que la problemática ataca directamente el tiempo de proceso de ejecución de partidas constructivas en fase de obra gruesa y terminaciones, hace muy relevante su estudio para detectar fallas y así poder anteponerse a estas en el mismo proyecto o en futuros. Esto ayudaría a las empresas a cargo de un proyecto a tener información documentada y un procedimiento ya aplicado en bodegas anteriormente para otros futuros proyectos que guarden ciertas semejanzas con los ya proyectados y ejecutados, y así poder aplicar estas optimizaciones en las bodegas e ir puliendo el modelo y el procedimiento.

La presente memoria busca encontrar el modelo adecuado para resolver esta problemática y optimizar las subpartidas que se desprenden de las bodegas. Este modelo lógico/estratégico en bodega pretende enfocarse en el uso de los kits de materiales gestionados por herramientas tecnológicas como los softwares y PDAs, que se irán repitiendo a lo largo de la construcción de estos proyectos de edificación en altura y viviendas aisladas en extensión según la programación de las obras, también pretende ser un modelo fácil y de bajo costo para que no involucre más un gasto de tiempo o de dinero. Esto es para asegurar el abastecimiento de las bodegas y así garantizar el inicio de una partida según planificación, esta metodología tendría que ir acompañada con distintos calendarios de pedidos según requerimientos de la obra en ejecución y requerimiento de los respectivos proveedores. Esto hace al modelo totalmente adaptable y compatible con las filosofías y metodologías de trabajo más conocidas no aumentando el costo de las obras ya que generalmente estas filosofías y metodologías ya implican un aumento de gastos porque involucran implementación de nuevos softwares y de capacitaciones del personal introduciendo en estas capacitaciones, el uso de PDAs y algún software dedicado a la bodega.

Palabras Claves: *Modelo, Logística, Bodegas, Optimización, PDAs, Filosofías de Trabajo.*

SUMMARY

In September 2013, the magazine Bit public published a study showing responsibility for different construction problems that caused delays in building works, where the main failures were presented in the work methodology (in a 23% participation) and supply of materials (in an 11% participation). Given this information in terms of work methodologies, progress was made until today by becoming popular the Last Planner Philosophy, BIM Work Methodology (Building Information Modeling), Lean Constructions Philosophy, giving these solutions to other problems such as supervision and coordination. But the supply and administration of the materials is still a great problem since the different methodologies or philosophies have not been able to optimize the work of the wineries or subheadings within the construction works since they are micro procedures and activities. That is why it is important to propose a logical / strategic model for the wineries in situ, in order to optimize their supply and facilitate the administration of resources. This would guide us directly to analyze the different stages and activities that emerge from the main supply chain, this would teach us some areas of improvement and that is why different types of logistics tools were created and researched, such as material kits of works that are directly related to material orders assisting in the planning according to Gantt Chart or the programming of the work. Since the problem directly attacks the process execution time of construction items in the phase of heavy work and terminations, it makes its study very relevant to detect faults and thus be able to get ahead of them in the same project or in future. This would help the companies in charge of a project to have documented information and a procedure already applied in warehouses previously for other future projects that bear certain similarities with those already planned and executed, and thus be able to apply these optimizations in the warehouses and polish the Model and procedure.

This report seeks to find the right model to solve this problem and optimize the subheadings that emerge from the wineries. This logical / strategic model in the winery aims to focus on the use of material kits managed by technological tools such as software and PDAs, which will be repeated throughout the construction of these building projects in height and isolated housing in extension according to The programming of the works also aims to be an easy and low-cost model so that it does not involve more time or money. This is to ensure the supply of the wineries and thus guarantee the start of a game according to planning, this methodology would have to be accompanied by different order schedules according to the requirements of the work in progress and the requirement of the respective suppliers. This makes the model fully adaptable and compatible with the best known work philosophies and methodologies not increasing the cost of the works since these philosophies and methodologies generally already imply an increase in expenses because they involve the implementation of new software and personnel training by introducing these trainings, the use of PDAs and some software dedicated to the winery.

Keywords: *Model, Logistics, Warehouses, Optimization, PDAs, Work Philosophies.*

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	3
II. ANTECEDENTES	3
II. I. MODELOS Y FILOSOFÍAS APLICADAS	4
II. I. I. BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)	4
II. I. II. LAST PLANNER (EL ÚLTIMO PLANIFICADOR)	5
II. I. III. LEAN CONSTRUCTION.....	6
III. PROBLEMÁTICA	7
III. I. PROBLEMÁTICA GENERAL	7
III. II. PROBLEMÁTICA EN TERRENO	8
IV. LOGÍSTICA	9
IV. I. LA CADENA LOGÍSTICA ACTUAL	3
IV. I. I. SITUACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA ACTUAL	12
IV. I. II. SOFTWARES MÁS UTILIZADOS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....	27
IV. I. III. INDICADORES EN CONSTRUCCIÓN	31
IV. II. OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA	32
IV. II. I. METODOLOGÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA	32
IV. II. II. PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN	36
IV. II. III. CONSEJOS PARA LA OPTIMIZACIÓN SEGÚN LA CDT	47
IV. II. IV. HERRAMIENTA DE OPTIMIZACIÓN: KIT DE MATERIALES.....	49
V. ESTRUCTURA DE COSTOS	56
V. I. COSTOS DE LOS PDA'S.....	57
V. II. COSTOS DE LAS CAPACITACIONES.....	58
V. III. COSTOS TOTALES	60
V. CONCLUSIÓN	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Gráfico de Atrasos	7
Figura N° 2: Cadena Logística	10
Figura N° 3: Detalle de los Procesos	11
Figura N° 4: Logística en la Planificación de un Proyecto.....	13
Figura N° 5: Procesos Logísticos	15
Figura N° 6: Análisis de etapas	15
Figura N° 7: Esquema de Abastecimiento.....	17
Figura N° 8: Etapa de Recepción.....	20
Figura N° 9: Proceso de Entrega y Distribución de Recursos	23
Figura N° 10: Esquema de Gestión de Bodega	26
Figura N° 11: Tipos de Proyectos.....	27
Figura N° 12: Softwares más utilizados por proyecto.	28
Figura N° 13: Tipos de Indicadores utilizados en Obra.	31
Figura N° 14: Operaciones Fluidas.....	33
Figura N° 15: Optimización de la Etapa de Planificación	37
Figura N° 16: Optimización de la Etapa de Abastecimiento	41
Figura N° 17: Optimización de la Etapa de Recepción de Materiales o Recursos.....	43
Figura N° 18: Vale de Consumo Recursos	45
Figura N° 19: Optimización de la Etapa de Distribución y Entrega.....	46
Figura N° 20: Gráfico de Porcentaje de Cumplimiento Last Planner	54
Figura N° 21: Principales Beneficios	55
Figura N° 22: Círculos de Proporciones	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tabla Last Planner.....	5
Tabla N° 2: Software según Proceso	29
Tabla N° 3: Ejemplo de Kit de Materiales	49
Tabla N° 4: Kit de Cementicios	51
Tabla N° 5: Listado de Partidas Controladas	52
Tabla N° 6: Porcentaje de Cumplimiento	53
Tabla N° 7: Costos PDA's	57
Tabla N° 8: Promedios de Sueldos de Profesionales	58
Tabla N° 9: Costo de Capacitaciones.....	59
Tabla N° 10: Costos Totales de la Implementación de la Propuesta	60

I. INTRODUCCIÓN

En Septiembre de 2013 la revista Bit publicó un estudio donde mostraba la responsabilidad de los distintos problemas que ocurren en construcción y que ocasionaron retrasos en las obras de edificación, donde las principales fallas se presentan en la metodología de trabajo (en un 23% de participación) y el abastecimiento de materiales (en un 11% de participación). Dada esta información en cuanto a metodologías de trabajo se avanzó demasiado hasta hoy popularizándose la Filosofía Last Planner (Último Planificador), Metodología de Trabajo BIM (Building Information Modeling) y la Filosofía Lean Constructions, dando estas soluciones a otros problemas como lo eran la supervisión y coordinación de partidas de construcción. Pero el abastecimiento y la administración de los materiales sigue siendo un gran problema dado que las distintas metodologías o filosofías no han podido optimizar el trabajo de las bodegas o de subpartidas dentro de las obras de construcción. Es por esto la importancia de lograr crear un modelo lógico/estratégico para las bodegas in situ, con el fin de poder optimizar su abastecimiento y facilitar la administración de los recursos.

Ya que la problemática ataca directamente el tiempo de proceso de ejecución de partidas constructivas en fase de obra gruesa y terminaciones, hace muy relevante su estudio para detectar fallas y así poder anteponerse a estas. Aplicando estas mejoras en futuros proyectos repetitivos como lo son las edificaciones en altura o la construcción de viviendas aisladas en extensión (más conocidos como condominios). Esto esperando definir un modelo de optimización que deje información documentada coherente con un buen funcionamiento en las bodegas

Esto ayudaría a las empresas a cargo de un proyecto aparte de tener la información documentada, ayudaría a tener un procedimiento ya aplicado en bodegas anteriormente para otros futuros proyectos que guardan ciertas semejanzas con los ya proyectados y ejecutados y así poder realizar estas optimizaciones en la bodega e ir puliendo el modelo y el procedimiento. Para esto se hace necesario el análisis de distintas herramientas de apoyo tecnológico e ir estudiando su desarrollo con el paso del tiempo, por lo que aplicar métodos de optimización nunca dejara de ir mejorando con el paso del tiempo. Cabe destacar que el modelo no debe incurrir en realizar un gasto considerable por parte de la empresa, sino que sea abordable y aterrizado.

Al momento de querer investigar y proponer un modelo de optimización hay que analizar la situación actual de la cadena de abastecimiento y los procesos logísticos que van asociados a esto. Luego se debe conocer las herramientas logísticas que resultan un aporte a la industria de la construcción a la cual va enfocado el modelo, y por último definir distintos pilares de énfasis donde el modelo se basará. Una vez definido lo anterior hay que identificar los diferentes beneficios para el proyecto para saber que tanto aumento la eficiencia el modelo empleado.

OBJETIVO GENERAL

‘Proponer un modelo lógico/estratégico, para optimizar las bodegas de construcción de obras de edificación en altura y de edificación aislada en repetición’.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. ‘Conocer los modelos y filosofías existentes aplicadas en la gestión de bodega, para poder estudiar las ventajas y falencias que se derivan de su aplicación’.
2. ‘Aplicar el modelo de planificación en bodegas, para determinar que la creación de los kits de materiales logra optimizar la cadena de suministro en obra’.
3. ‘Identificar y cuantificar los beneficios que esta metodología tiene, para la edificación en altura y en obras de edificación aislada en repetición’.

II. ANTECEDENTES

En el mundo de la construcción existen muchos eventos que pueden generar retrasos en la obra, siendo esto un gran problema ya que el objetivo principal en este rubro es cumplir plazos optimizando los recursos.

Entonces estos recursos deben estar muy bien administrados y gestionados para su correcto uso y así lograr su mayor productividad. Muchos de estos recursos son administrados por la bodega, y por lo antes expuesto aún no existe un correcto trabajo logístico/estratégico para solucionar los problemas de desabastecimiento, ya que constantemente hay que cubrir diferentes fallas que se van produciendo a lo largo de los proyectos.

Cabe mencionar que las fallas no son excluyentes unas de las otras, por lo que se pueden presentar más de una en la obra y esto lo hace aún más problemático y necesario hacer el trabajo logístico en la bodega. Esto en Chile es un problema ya que generalmente en el sector de la construcción, la mano de obra no está muy bien capacitada, ya que esta adquiere su experiencia por solo haber trabajado en varios proyectos parecidos o por haber realizado esta labor anteriormente.

En el ámbito global la logística en la bodega es un campo muy investigado por otros rubros ya que hay varios problemas que son totalmente solucionables con la implementación de diferentes sistemas de abastecimiento de bodegas. Ejemplo de estos sistemas es;

- a) E-procurement.
- b) E-sourcing.

El problema de estos es que ninguno de los dos apunta al rubro de la construcción, lo que no quita que podrían ser aportes para esta, ya que solucionarían algunas falencias de las bodegas de construcción, pero siguen optimizar aún las demás actividades que generan problemas de pérdida de tiempos que causan los desabastecimientos o las sobrecargas de materiales en estos lugares.

Por lo tanto, con el fin de optimizar, se debe analizar las distintas filosofías de trabajo, también analizar finamente los procesos y etapas logísticas identificadas dentro de las bodegas de construcción, revisar las metodologías o filosofías utilizadas del área logística en otras especialidades y por último definir el tipo de software que utilizan para aumentar la eficiencia las otras industrias.

1. Bastian Hernán Mellado Loch. (2015). *Antecedentes. En Análisis del Estado Actual de Gestión de Bodega en Obras de Construcción de Edificación en Altura(18). Repositorio de Tesis U. de Chile: Universidad de Chile*

II.I. MODELOS Y FILOSOFIAS APLICADAS

En el mundo actual, con el fin de minimizar los riesgos, se buscan tomar decisiones tempranas. En esto ayudan los modelos y filosofías de planificación en la construcción como lo son el ya famoso BIM, Last Planner y el Lean Construction.

II.I.I BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

BIM es una metodología de trabajo que permite crear diseños digitales de edificaciones, manejando coordinadamente las distintas entidades con toda la información que conlleva un proyecto de arquitectura y construcción.

Este sistema trabaja con distintos softwares que pueden permitir el diseño 2D (2 dimensiones: alto y largo) e incluso uno 3D (3 dimensiones: alto, largo y profundidad), y mediante la incorporación del tiempo un diseño 4D, pudiendo este transformarse en un diseño 5D si se le incorpora la dimensión del precio.

Por lo dicho anteriormente de este sistema o filosofía de trabajo se pueden destacar 6 beneficios:

- 1) Trabajo multidisciplinar y colaborativo.
- 2) Edificación eficiente y sostenible.
- 3) Variedad de herramientas informáticas.
- 4) Ahorro y eficiencia.
- 5) Visualización.
- 6) Transparente.

Pero dada su complejidad este modelo también cuenta con distintas desventajas a la hora de enfocarlo a la producción de partidas por sí solas, como podrían ser las bodegas. Por ejemplo:

- 1) No todas las partidas están preparadas para un modelo BIM.
- 2) Implica costos para la empresa.
- 3) No es específica, visualiza la construcción como suma de partes.

Dado estas desventajas aún no se ve la problemática de las bodegas solucionadas ya que es una partida o recinto específico y se ve un aumento en los costos de la empresa.

2. Escuela de Diseño de Madrid. (2018). Ventajas y Desventajas de Trabajar con BIM. Abril del 2018, de ESDIMA Sitio web: <https://esdima.com/ventajas-y-desventajas-de-trabajar-con-bim/>

II.I.II LAST PLANNER (EL ULTIMO PLANIFICADOR)

Este sistema fue creado por Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute. Actualmente, está siendo implementado por constructoras a lo largo de Latinoamérica, siendo Chile uno de los principales países donde este sistema se ha implementado con éxito.

El sistema Last Planner es un sistema de control que mejora el cumplimiento de tareas y controla también el correcto uso de recursos de los proyectos de construcción.

Este sistema analiza las situaciones y junto a un equipo de trabajo ve las restricciones que puede tener cada una de las tareas a realizar en distintos tiempos preestablecidos. La siguiente tabla muestra de manera gráfica lo recién explicado.

Tabla N° 1: Tabla Last Planner.

ACTRIVIDADES (SE DEBEN HACER)	DISEÑO	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPOS	PRE- REQUISITOS	SE PUEDEN HACER
ACTIVIDAD N°1	SI	SI	SI	SI	SI	SI
ACTIVIDAD N°2	SI	NO	NO	SI	SI	NO
ACTIVIDAD N°3	SI	SI	SI	SI	NO	NO
ACTIVIDAD N°4	SI	SI	NO	SI	NO	NO

Fuente: Jason Mayes. (2013). *LAST PLANNER (EL ÚLTIMO PLANIFICADOR)*. 19 Octubre, de Lean Construction Enterpris Sitio web:

<http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner>

Las actividades que muestran restricciones son aquellas que no se pueden planear, por lo tanto, según la imagen (Tabla N° 1: Tabla Last Planner) los materiales presentarían una restricción lo que no permitiría la realización de la Actividad No. 2 en su plazo establecido. Lo que el Last Planner plantearía sería buscar la más pronta solución a la restricción lo que involucraría más tiempo para realizar dicha Actividad. Esto y por la difícil implementación del sistema en obra (dada las horas de profesionales que ocupan sus reuniones).

II.I.III LEAN CONSTRUCTION

Esta es una filosofía de producción basada en la para el rubro de la construcción basada en Lean Production (como objetivo esta tiene desarrollar y encontrar elementos y técnicas que permitan desechar desperdicios u procesos que no suman valor al producto o servicio en general).

Esta filosofía se fundamenta en el modelo de producción TFV (Transformación – Flujo – Valor), el centro de esto es la relectura y nueva mirada de la forma en cómo se lee la producción en construcción, cambiando el ya conocido modelo de conversión.

El modelo de conversión era básicamente un proceso de transformación de los insumos o entradas en productos o salidas, dando esto mayor importancia a los procesos que infringen los cambios, por lo tanto, estos procesos eran considerados como una ‘Caja Negra’.

Koskela (1992) y Canno (2015) establecen barreras y limitaciones al modelo de conversión:

Koskela; Limitaciones³:

- I. No diferencia entre las actividades de proceso (actividades que agregan valor) y las actividades de flujo (actividades que no agregan valor). Este modelo considera que todas las actividades agregan valor.
- II. Una de las premisas fundamentales del modelo, estima que el costo total del proceso puede reducirse minimizando los costos de cada subproceso, ignorando los efectos producidos por la interdependencia entre subprocesos, la variabilidad de los resultados y los trabajos rehechos.
- III. No existe preocupación por el impacto que produce en el producto final, la mala calidad de los recursos, la variabilidad y la incertidumbre.

Cano; Barreras⁴:

- I. Dificultad en disponer de personas con conocimientos y experiencia en LC.
- II. Falta de identificación y control de desperdicios.
- III. Los resultados no se ven rápido, y muchas veces solo se ven parcialmente.
- IV. La pobreza y problemas sociales.
- V. La informalidad propia de la industria local.
- VI. La falta de autoestima e iniciativa por parte de las personas de las operaciones.

De cierta manera el sistema Lean Construction también ve los materiales y equipos como requerimientos que se deben tener al momento de crear una cadena de producción lo que no señala es como disponer al momento de producción esos requerimientos.

3. Juan Carlos Ordoñez Núñez. (2017). Barreras y factores de éxito. En *Metodología Lean Construction: Hacia una Edificación Eficiente*(7). UMSA: Revista Tecnológica.

4. Bastian Hernán Mellado Loch. (2015). 2.1.2 Lean Cosntruction. En *Análisis del Estado Actual de Gestión de Bodega en Obras de Construcción de Edificación en Altura* (18). Repositorio de Tesis U. de Chile: Universidad de Chile.

III. PROBLEMÁTICAS

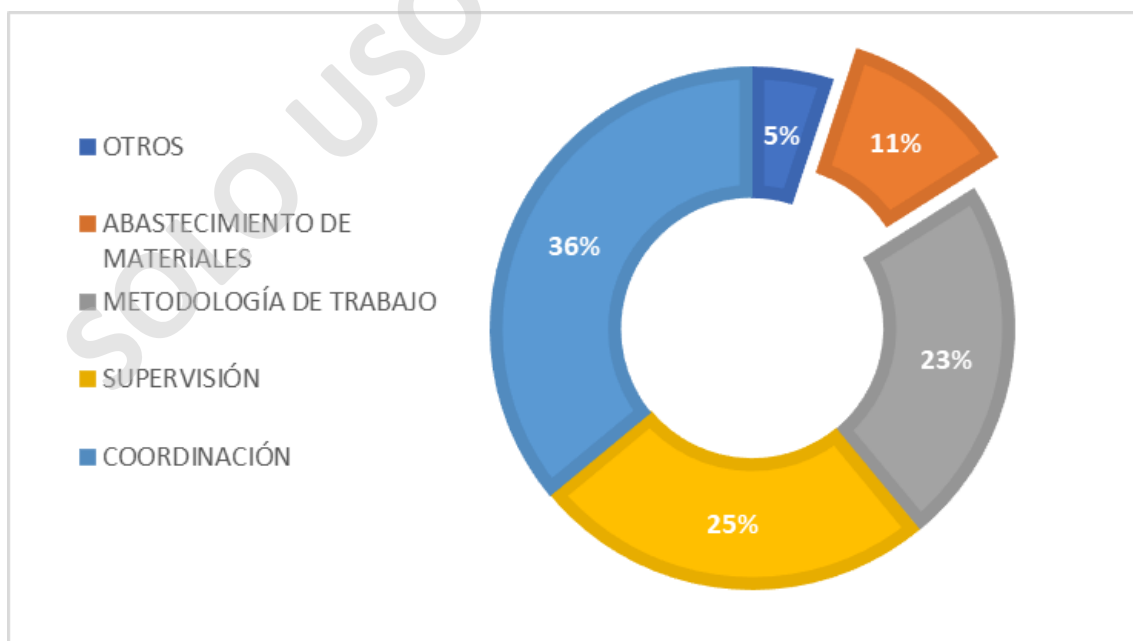
III.I PROBLEMÁTICA GENERAL

Dado los antecedentes antes mencionados se establece que todas estas filosofías, sistemas y modelos hablan de cómo aumentar la productividad de la construcción a un nivel macro, lo que no deja ver las soluciones que se pueden tomar a nivel micro. Lo que hace necesario implementar e investigar submodelos que ayuden a la ejecución y complementen estos modelos más complejos.

Dado que los materiales dan inicio a muchas partidas como se vio anteriormente, estos pueden generar atrasos en las partidas lo que generaría un problema en todos los modelos y sistemas.

En el año 2003 y 2012 los materiales fueron en un 11% los responsables por los atrasos de las obras a nivel nacional. Y esto generó obviamente un problema en las metodologías de construcción que representaban un 23% de responsabilidad. En estos últimos años en cuanto a metodologías de trabajo se ha avanzado bastante, gracias al nacimiento de nuevas tecnologías y la implementación de esta en la construcción, pero sigue al debe un proceso que agilice y optimice los materiales a nivel más micro.

Figura N° 1: Gráfico de Atrasos.



Fuente: Construcción Minera. (2013). Revista Bit. Noviembre 2019, de Construcción Minera Sitio web: <http://www.revistabit.cl/revistabit/www/admintools/>

III.II. PROBLEMÁTICA EN TERRENO

Al estudiar la problemática se citan los problemas más comunes vistos en terreno, más exactamente en la Obra del Proyecto Vista Walker Martínez (Constructora: Convet, lugar donde se realizó la práctica profesional).

Para poder entender la problemática se explicarán los tipos de problemas que se presentaron al inicio de las labores de obra gruesa sobre cota 0 y sus diferentes repercusiones en la obra.

1. No se conoce la ubicación de los materiales: Al no tener una organización y una logística aplicada correctamente en la bodega encontrar materiales se vuelve un caos generando tiempos de improductividad en la obra generando retrasos a largo y corto plazo, ya que al no encontrar los materiales se pierde tiempo en buscarlos, se pierde tiempo en administrarlos y dado esto se vuelve a perder tiempo en usarlos.
2. Espacio insuficiente: Este proyecto al contar con un espacio reducido la bodega era bastante desorganizada, por lo que el acopio de material se realizaba en cualquier punto donde no se realizaban faenas. Esto generaba un problema de transporte y falta de abastecimiento, ya que al momento de solicitarse un material en específico se perdía tiempo de transporte y se perdía control del propio material. También afecta a que los materiales sufran una pérdida de calidad por no tener un tratamiento específico aumentando las pérdidas, mermas y esto representa un aumento en los costos monetarios.
3. Lay Out: No se lograba un correcto almacenaje ya que las dimensiones de los productos no se estudiaron específicamente, por lo que una mala distribución en la línea hace que todos los recorridos de manipulación se vean incrementados.
4. Trazabilidad del material: La pérdida del control de los materiales se hizo algo muy normal a lo largo de la ejecución de los primeros pisos de la obra, lo que genera destinar recursos importantes en otras faenas para buscar los materiales o herramientas necesarias para labores más específicas. Esto ataca directamente a que la bodega jamás estaría en un buen momento para hacer un inventario y poca viabilidad para organizar y cuadrar este proceso.

5. Integración de sistemas: Al tener una bodega desorganizada esto generaba la mala integración de los diferentes procesos logísticos que se producen en construcción como lo son: la recepción, las transferencias y los consumos. Y al no tener ese traspaso de información entre la bodega y terreno el trabajo en ocasiones o no se hace o se duplica la complejidad de realizarlo.
6. Optimización de los RRHH: Al tener flujos de trabajo diferentes no se podía encontrar la manera de optimizar las labores, ya que una semana se podía mover mucho material a alguna zona y se destinaban recursos para esa labor y a la semana siguiente sobraba personal en esas labores por lo que se hacía inviable medir los rendimientos en aquellos trabajos.

IV. LOGÍSTICA

Según la RAE la logística está definida como *‘el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo organizaciones de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución. La logística es el puente entre la producción y los mercados que están separados por el tiempo y la distancia’*⁵. Dado el aumento de competitividad entre las empresas constructoras y toda empresa en general, la logística se ha vuelto protagonista y ha adquirido una evolución en su concepto básico generando el término Cadena Logística.

Este concepto de Cadena Logística une todas aquellas actividades las cuales permiten el abastecimiento de los recursos necesarios para la ejecución correcta de una obra, esto abarca desde que se genera la necesidad o requerimiento de compra hasta la ejecución y/o consumo final de él o los recursos. Para lograr optimizar esta cadena se hace necesario que las tareas relacionadas con esta área funcionen integradas entre sí, a través de la coordinación no solo de las actividades de la empresa, sino que también los otros actores que se hacen fundamental en el rubro como lo son los distribuidores y/o proveedores.

Al momento de querer optimizar las bodegas de construcción estos actores tanto los distribuidores y proveedores se vuelven en actores principales y necesarios, ya que, cada uno de estos tiene sus propios tiempos de solicitud de recursos, producción del material solicitado (si es necesario su producción) y su pronta distribución del mismo. Por lo tanto, al momento de optimizar y planificar la bodega estos tiempos se deben conocer y considerar en todo momento durante la ejecución de la obra de construcción o incluso en cualquiera de las especialidades donde se soliciten a terceros materiales o equipos necesarios para su propia producción.

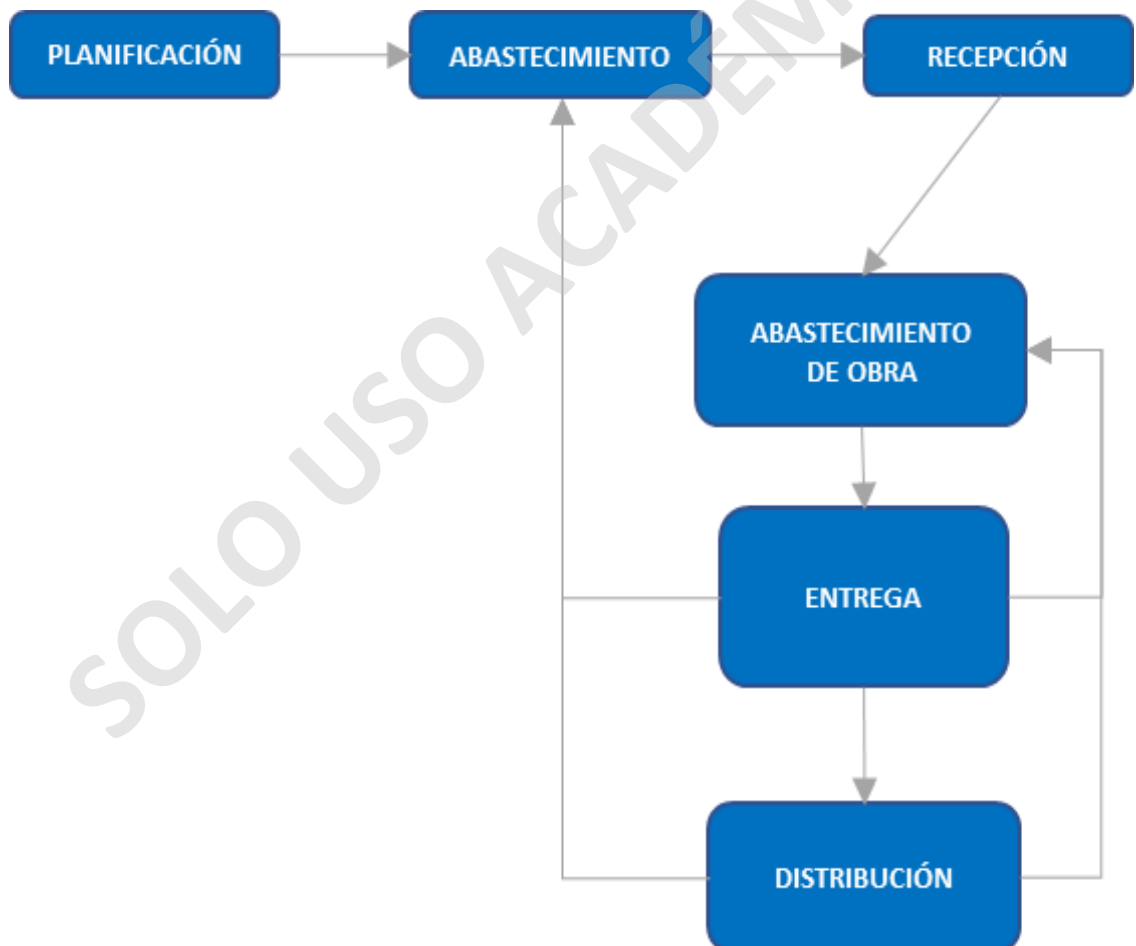
5. RAE. (2019). *Dirccionario de la Lengua Española*. Enero 2020, de RAE Sitio web: <https://dle.rae.es/log%C3%ADstico>

IV.I. LA CADENA LOGÍSTICA ACTUAL

Para comenzar a optimizar la Cadena Logística se necesita analizar la información obtenida a partir de la investigación desarrollada por la CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO y entregada mediante el Informe de Situación Nacional de la Logística en Obras de Construcción.

El siguiente esquema indica la situación actual de la cadena logística en una bodega según la CDT a partir de una investigación desarrollada en trece obras de construcción ubicadas en la Región Metropolitana:

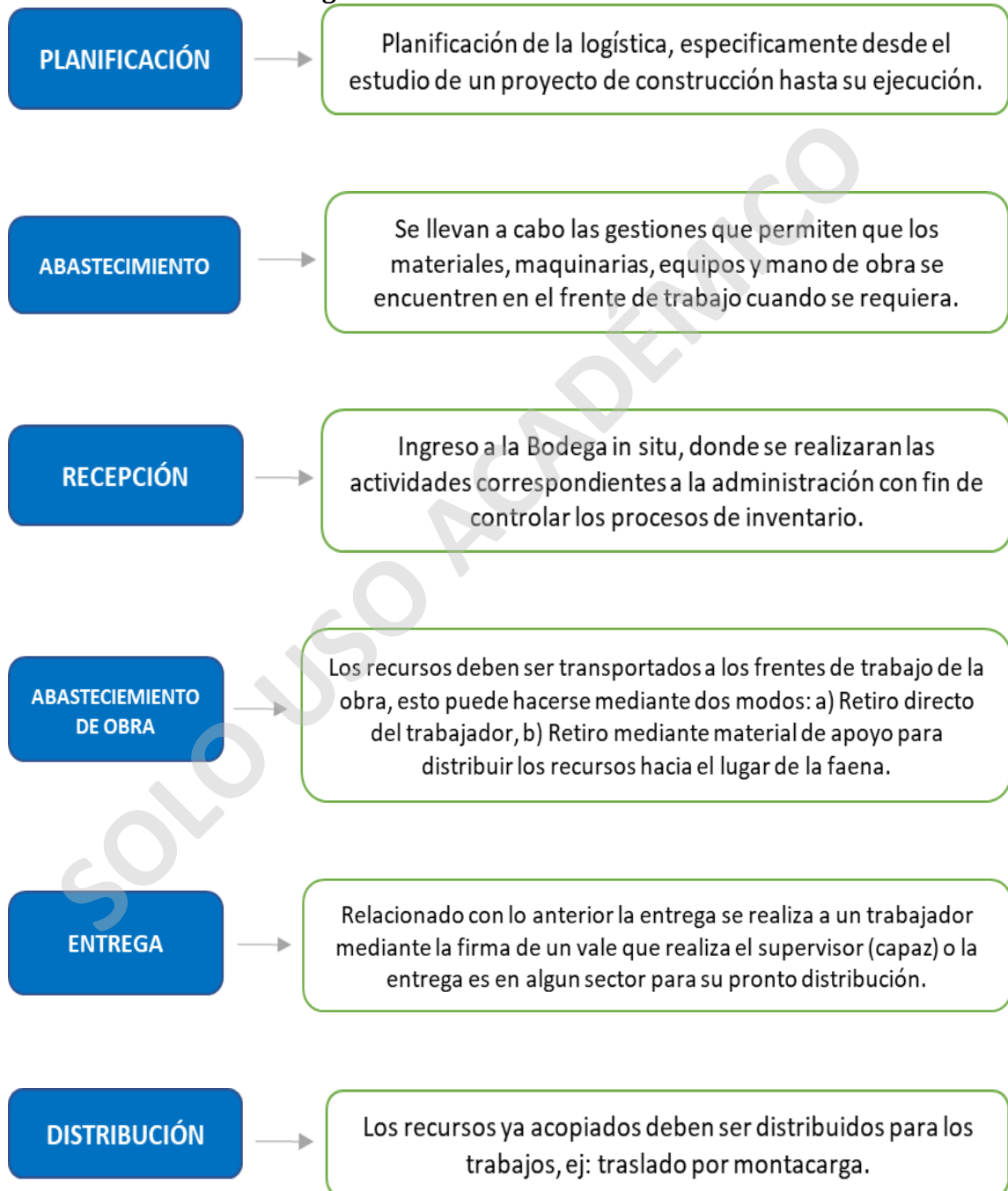
Figura N° 2: Cadena Logística.



Fuente: CDT. (2007). MANUAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. Santiago, Chile: CDT & CChC.

En el anterior esquema (Figura N° 2: Cadena Logística) se puede observar las diferentes relaciones que existen entre los distintos procesos y también se observa el orden de la cadena. Por lo tanto, se hace necesaria la relación con un proceso de constructivo:

Figura N° 3: Detalle de los Procesos.



Fuente: Elaboración propia.

IV.I.I SITUACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA ACTUAL

Con el fin de poder mejorar la situación actual de las bodegas mediante la logística interna de una empresa constructora, se hace necesario reconocer claramente las distintas variables que hoy en día toman parte en la cadena de abastecimiento. Como se pudo observar en la imagen anterior (Figura N° 3: Detalle de los Procesos), se identificaron los procesos que forman parte de la cadena y también se explica la relación que existe entre éstos, a continuación, se presentara un análisis de las actividades más relevantes dentro de los procesos, sus responsables y las oportunidades de mejora identificadas⁶.

1) PLANIFICACIÓN DE LA CADENA

Esta planificación es el principal proceso desarrollado en las obras de construcción, esta comienza en la etapa del estudio del proyecto. La planificación incluye varias actividades que ayudan a definir conceptos claves en la logística de las obras, como los proveedores, recursos, plazos, materiales, entre otros conceptos y participantes.

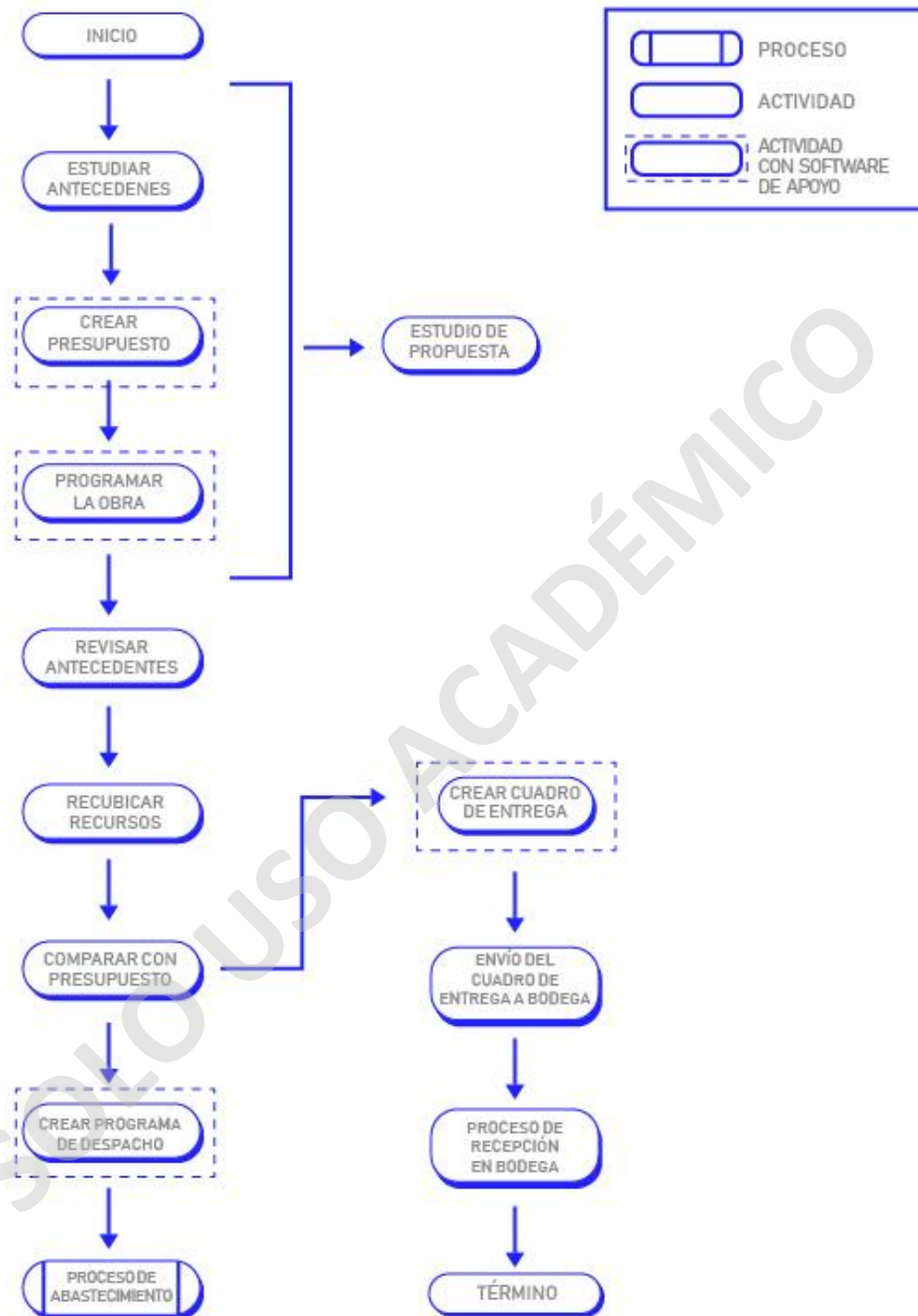
Desde el lado de la logística, es primordial que cada empresa constructora sea lo suficientemente capaz de poder visualizar desde el estudio del proyecto, los procesos que son internos relacionados con la logística, el layout de bodegas, los materiales/requisitos que se deberán cumplir o adquirirse con mayor anticipación, todas estas son variables críticas para la ejecución del proyecto a construirse es ahí su importancia.

En esta etapa también se introduce la tecnología como método principal de apoyo, esto quiere decir, que el uso softwares serán necesarios e inamovibles en la planificación ya que facilitan y simplifican los estudios y tareas, como, por ejemplo; en la creación de presupuesto del proyecto, en el programa de obra y en la creación del programa de despacho. Estos serán necesarios en cualquier tipo de obra o edificación.

El siguiente diagrama muestra el esquema con las principales actividades que conforman el proceso logístico de la planificación interna de un proyecto de construcción. Parte por la actividad que consiste en examinar los datos que forman parte del proyecto, es decir, ingeniería, instalaciones, Planos de arquitectura, Planos de cálculo y Especificaciones Técnicas, entre otros documentos importantes y necesarios para la edificación.

6. CDT. (2018). *Diagramas de Flujo del Proceso Logístico en Obras de Construcción*. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/planificacion/>

Figura N° 4: Logística en la Planificación de un Proyecto.



Fuente: CDT. (2007). Diagramas de Flujo del Proceso Logístico en Obras de Construcción. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/planificacion/>

Los datos que definen el proyecto a ejecutarse entregaran y permitirán determinar los materiales o recursos junto con los volúmenes que se necesiten para su edificación y ejecución. Esto forma parte de la elaboración del presupuesto, donde aparte se deberá realizar una cotización con los proveedores para conseguir un precio mejor para el mandante.

Es primordial que en esta parte de la cadena la empresa tenga las capacidades de estudiar la información del proyecto con exactitud, para determinar variables críticas en la cadena logística con anticipación y también programar de manera óptima la ejecución de la obra. Cabe resaltar que, desde el punto de vista logístico, las actividades o tareas críticas son aquellas que tiene un gran impacto en los plazos, calidad del proyecto, costos, por lo que privilegia la adquisición con anticipación de estos materiales o recursos. En este proceso es frecuente que las compañías tienden a apoyarse utilizando softwares, ya sea en la programación de la obra (elaboración de la Carta Gantt) como en la elaboración del presupuesto de la obra.

Una vez haya comenzado el proyecto, el cargo que encabece el organigrama de la obra (generalmente el Administrador de Obra) deberá analizar y revisar todos los datos y antecedentes, incluyendo la programación y el presupuesto ambos realizados en la etapa de estudio. Estos datos permitirán determinar en primera medida el presupuesto disponible por materialidad y por partida, los plazos de ejecución de cada obra o faena, etc.

Cabe mencionar que se rehacen con mayor rigurosidad las cubicaciones en obra, ejecutándose algunas mediciones que solo se pueden realizar en terreno (como medición de perdida de materiales críticos). Después, estas cubicaciones y mediciones se deben confrontar con las que se utilizaron para la ejecución del presupuesto, cerciorándose que estos concuerden con el presupuesto que dispone la obra por partida. Esta comparación o confrontación se realiza en base a la experiencia del profesional a cargo de esta tarea (Oficina Técnica o Administrador de Obra), este profesional puede ejecutar nuevos cambios o ajustes.

Ya más adentrados en la ejecución del proyecto, con la programación y cubicaciones de obra, se crea un Programa de Despachos, este se utilizará para ordenar el stock de materiales y recursos en la obra. Esto según la ubicación de la obra ya que en algunas faenas las compras se hacen de manera parcial y en otras de manera total, dado por la lejanía o escasez de los recursos, entre otros.

Dado el estudio realizado por la CDT⁷ en trece obras se destaca que en la elaboración del Programa de Despacho el software de apoyo que se utiliza es el Microsoft Excel, y luego es entregado al personal encargado en obra de la bodega para que este lo chequee y revise cada vez que un material sea enviado a terreno.

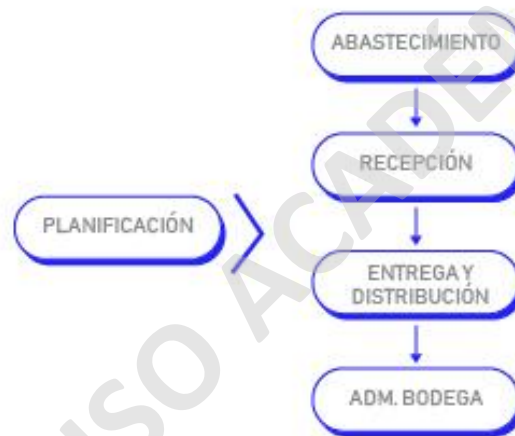
7. CDT. (2007). *Análisis de Productividad*. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/informe-de-productividad/>

Las tareas o actividades que se mencionaron anteriormente forman parte de la planificación a un largo plazo, se recomendaría que mientras esté en ejecución el proyecto se realicen reuniones periódicamente con el fin de reprogramar o ajustar las faenas, en las que debiese participar la principal línea de mando a cargo de estos trabajos, desde los supervisores (capataces) hasta el Administrador de Obra.

Según el estudio antes mencionado de la CDT algunas empresas constructoras para poder visualizar de mejor manera la planificación a corto plazo realizan una Carta Gantt con un gran nivel de detalle en cuanto a ejecución y recursos por partida.

También en la etapa de Planificación deben ser analizados y estudiados aquellos procesos que se asocian a la logística interna de la obra (Figura N° 5: Procesos Logísticos).

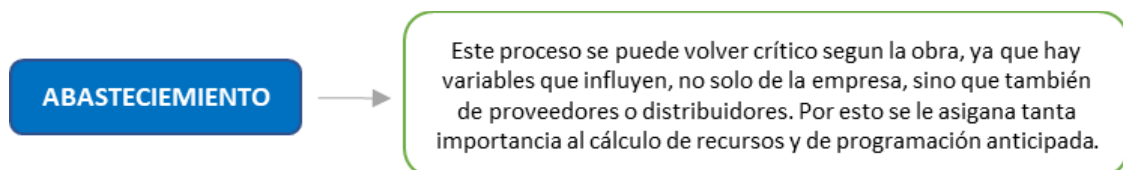
Figura N° 5: Procesos Logísticos.

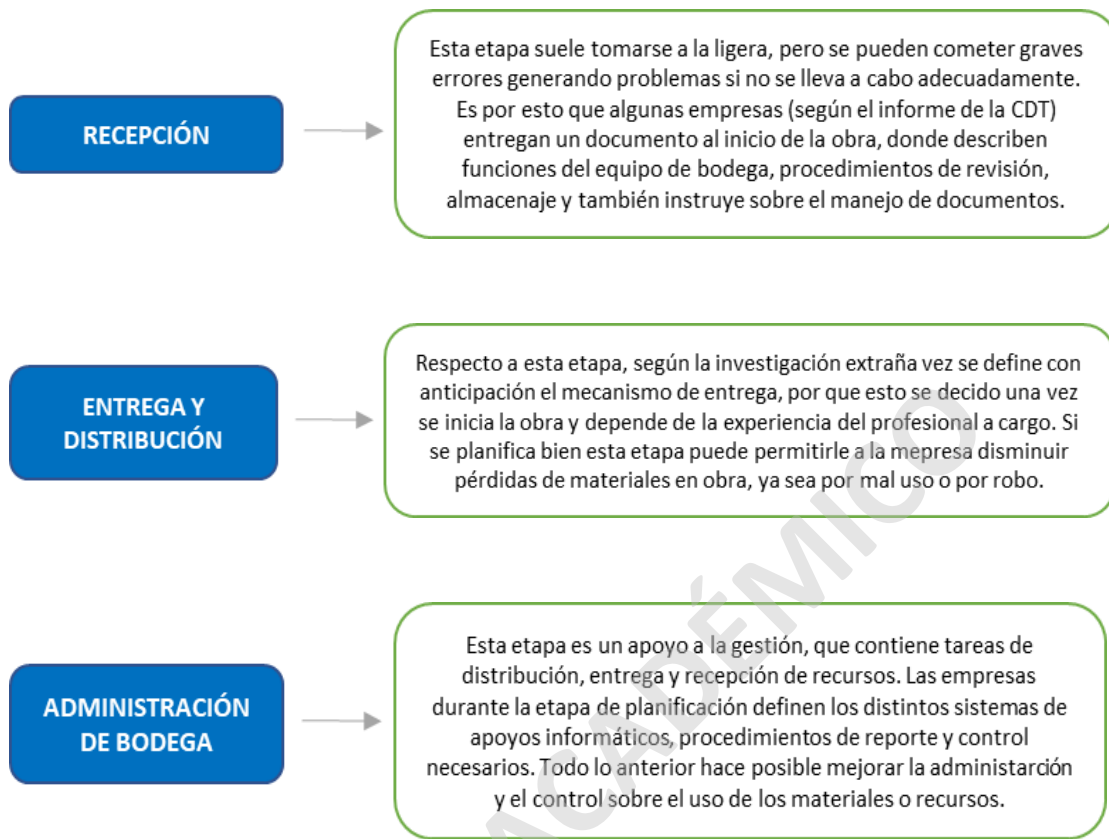


Fuente: CDT. (2007). PROCESOS LOGÍSTICOS. Santiago, Chile: CDT & CChC.

A continuación, se explican las distintas etapas que se visualizan en la figura anterior (Figura N° 5: Procesos Logísticos), estas suelen ser analizadas durante la etapa de planificación.

Figura N° 6: Análisis de etapas.





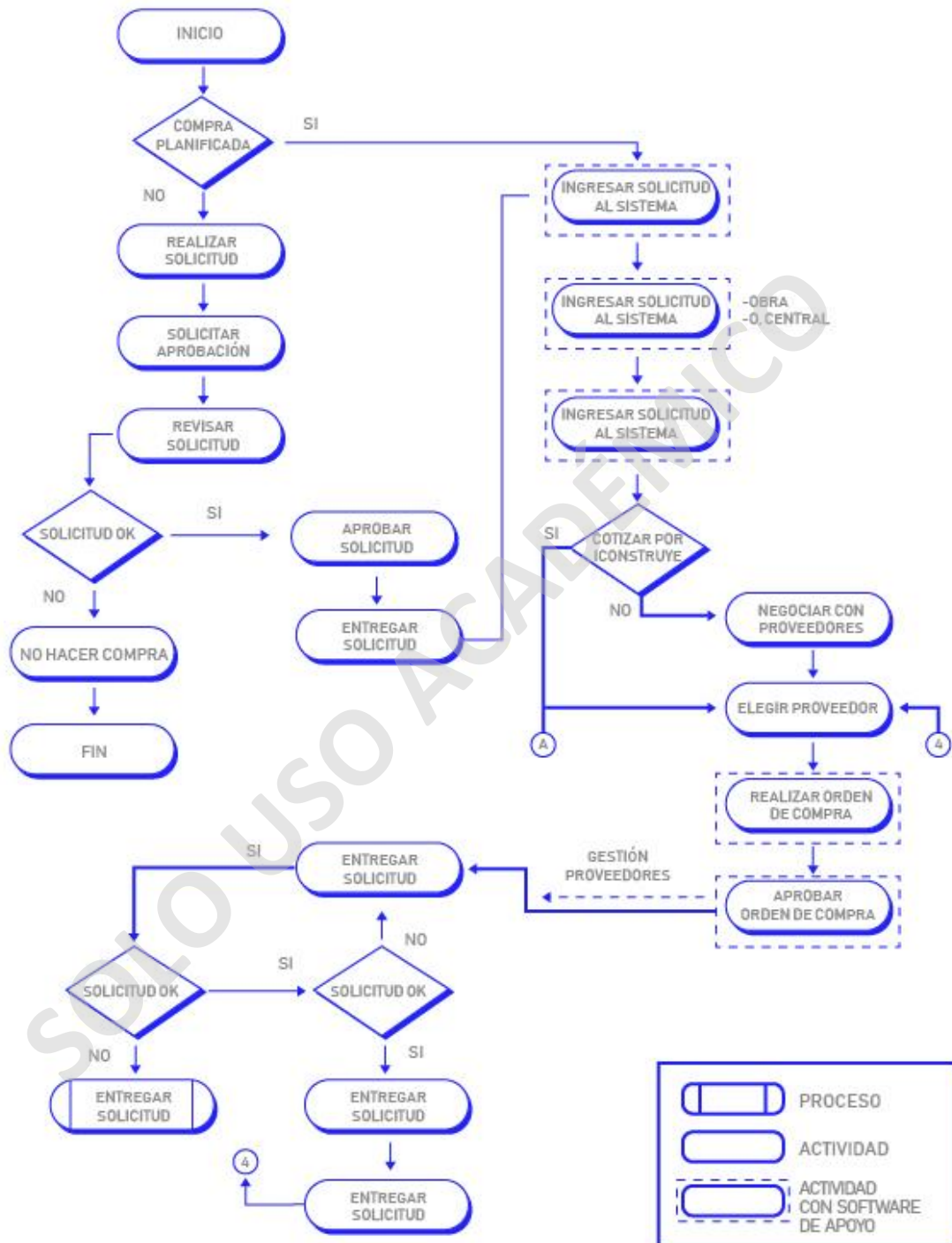
Fuente: Elaboración propia

2) ABASTECIMIENTO DE LOS RECURSOS

Esta etapa tiene como misión abastecer a los distintos tipos de faenas que se dan en un proyecto, en el momento y lugar oportuno con el fin de no entorpecer las otras. Actualmente, en las empresas constructoras este es la etapa logística a la cual se le ha dedicado más atención, ya que las empresas cuentan con software de apoyo y flujo de responsabilidades bien definidos.

En la siguiente gráfica (Figura N° 7: Esquema de Abastecimiento), se ve la necesidad de los recursos en obra, esta necesidad puede se puede manifestar durante la etapa de planificación o en terreno directamente, mientras se ejecuta la obra. De acuerdo a aquello existirán varios flujos de tareas o actividades:

Figura N° 7: Esquema de Abastecimiento.



Fuente: CDT. (2007). Esquema de Abastecimiento. Santiago, Chile: CDT & CChC.

Continuando con la logística de la etapa anterior, es necesario que las empresas tengan la habilidad de prever y poder cubrir las necesidades del proyecto, esto le permitirá determinar prioridades e ir mejorando la administración de los materiales o recursos. Cuando la empresa logra prever las necesidades de la obra se habla de una compra planificada (Figura N° 7: Esquema de Abastecimiento), esta se basa principalmente en cubicaciones y en el programa de despacho, anteriormente elaborados en la etapa de Planificación.

Para comenzar y poder realizar una compra de este tipo el primer paso es ingresar el pedido de adquisición (pedido de compra) al software determinado por el proyecto, se conocen casos en que esta tarea se le delega al Jefe de Bodega, a este previamente se le hace entrega de los datos que incluyen la información de los volúmenes de compra.

Según la administración del proyecto, los requerimientos de compra deben seguir un flujo de aprobación predeterminado por cada obra o empresa, este flujo puede ir, por ejemplo, desde uno de los Jefes de Terreno hasta algún Gerente de Proyecto. Este flujo es importante que se respete dado que, si no, la falta de alguna firma o aprobación puede ocasionar que la compra no se efectúe. Las empresas centralizadas pueden tener mayor control de sus proyectos y también podrían alcanzar las economías de escala, este flujo o ciclo tiende a hacer más largo, ya que se necesita la aprobación de más de un profesional y estos deben estar revisando simultáneamente otros requerimientos de compra correspondientes a otras obras.

Ya aprobado por el superior correspondiente, el pedido de compra es enviado al Departamento de Adquisiciones para recotizar los materiales o recursos con distintos proveedores.

Después, de acuerdo a la cotización, características del proveedor y la calidad del producto, la persona encargada de las adquisiciones elegirá al proveedor más conveniente para el proyecto. Cuando el monto de una compra o adquisición es significativo, en algunas empresas, esta decisión la realiza Gerencia.

También ocurre el mismo fenómeno que con la aprobación de los requerimientos de compra, las empresas centralizadas se demoran más en realizar estas tareas ya que un solo departamento debe gestionar las compras de todas las obras que maneja la empresa, a cambio de aumentar el control y las probabilidades de economías de escala.

Una vez escogido el proveedor, y naturalmente con el apoyo de un sistema de información, se crea la famosa Orden de Compra (O. C.), y está casi igual que el requerimiento de compra, debe ser aprobada por la Gerencia y/o el Administrador de Obra, dependerá del tipo de proyecto y empresa. Cuando ya este firmada la O. C. por los cargos antes mencionados, ésta se enviará a Bodega para que empiece a gestionar el despacho de los productos asociados la presente O. C.

Cuando el proveedor presenta problemas para entregar el pedido en el tiempo establecido el profesional encargado de informar esto será el Jefe de Bodega, y este le informará el problema a la Administración del proyecto o al departamento de adquisiciones directamente, esto para anular la compra y realizarla con otro proveedor o realizar el pedido nuevamente.

Puede resaltar la necesidad de algún tipo de recurso en obra (in situ) mientras se va desarrollando. Este tipo de pedido habitualmente corresponden a recursos no tan importantes en cuanto a precio, pero son necesarios en el día a día en obra. Estos suelen ser solicitados por algún tipo de Supervisor (capataz) o directamente el Jefe de Obra.

Por otra parte, para lograr detectar el déficit de algún tipo de material incidente, es decir, mayor volumen de compra o de costo, es necesario realizar una revisión en terreno junto con la verificación del stock de bodega. Y si llegase hacer necesario también se deberá revisar la planificación semanal y el avance real de la obra.

Este tipo de solicitud debe ser aprobada por el Administrador de Obra y/o por el Jefe de Terreno. Estos pedidos pueden ser modificados, pero siempre suelen ser aprobados dado que generalmente se ajustan a las necesidades en terreno. Estas modificaciones suelen ser en cantidades y no en el tipo o calidad el material.

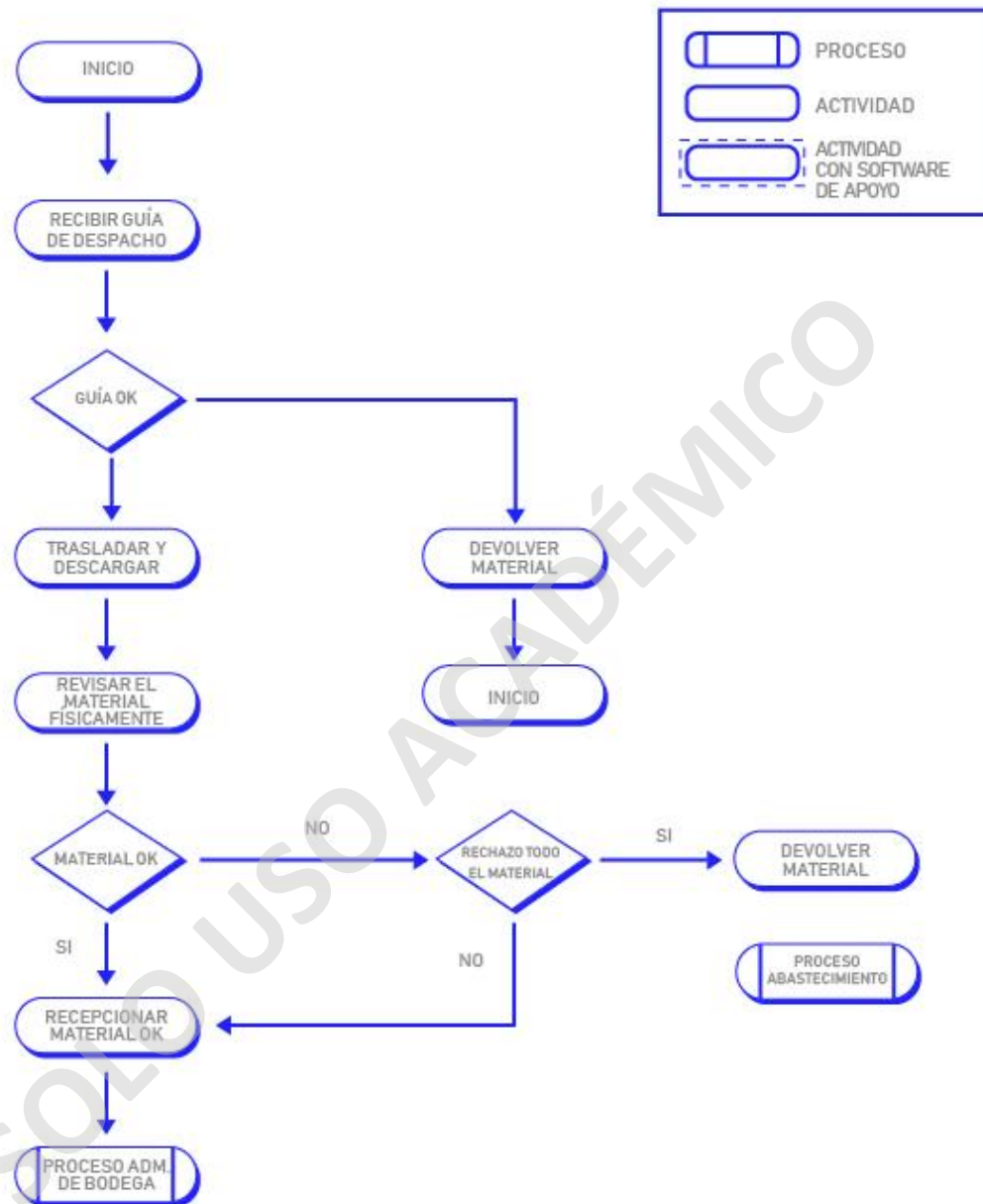
Ya firmado el documento por todos los cargos involucrados, se envía a Bodega, y esta es la que se encarga de ingresar la información a un sistema preestablecido. Y el resto de tareas son muy similares a una compra planificada.

Sobre este tema sobresale la primera zona de mejora dado que generalmente las órdenes de compra de terreno son enviadas con urgencia y sin supervisión, y esto se debe exclusivamente a la falla en la planificación en corto plazo y la existencia de errores en la comunicación entre cargos.

3) RECEPCIÓN DE MATERIALES O RECURSOS

Uno de los principales objetivos de esta etapa es lograr que a terreno solo ingresen los productos que las necesidades que fueron especificadas al momento de compra. Esta etapa parece simple, pero es muy importante que se desarrolle siguiendo los pasos para poder controlar el correcto cumplimiento en cuanto a calidad, cantidad y descripción del producto.

Figura N° 8: Etapa de Recepción.



Fuente: CDT. (2007). Proceso de Recepción. Santiago, Chile: CDT & CChC.

Las tareas desarrolladas en esta etapa son semejantes en gran en las mayorías de las obras y su objetivo es medir los materiales o recursos despachados y conservarlo en las condiciones adecuadas. Naturalmente, el recibimiento es realizado por el encargado de la bodega (generalmente el Jefe de Bodega y/o su ayudante).

En la Figura N° 8, se muestra la cadena de tareas que forman el flujo de recibimiento o recepción en empresas constructoras hoy en día, el cual comienza cuando los proveedores dan por despachado los productos solicitados en la etapa de Abastecimiento.

En el esquema de flujo anterior se observa que la primera tarea cuando llega el proveedor a terreno con los materiales es revisar los documentos relacionados con la compra, comprobando que la guía u orden pertenezca al código de la obra y que tenga los datos correctos. Para esto se compara la información de la guía con la de la Orden de Compra respectiva, cotejando las descripciones de los materiales, cantidades y fecha de entrega. Si llegasen a existir problemas en alguna información que no corresponde con lo indicado o especificado, el despacho deberá ser devuelto.

Ya cotejados los datos se debe realizar una revisión del material física (óptica), donde se comprueban las cantidades, calidad y características. Si estos no satisfacen la revisión del profesional o de su ayudante, el material o el producto debe ser devuelto al proveedor para que este lo reponga, o en el peor de los casos se debe gestionar toda la compra con un nuevo proveedor.

De acuerdo al informe citado de la CDT comenta que, en terreno, la mayoría de los proyectos el equipo de Bodega no conoce el procedimiento que debe aplicar en el caso que existiesen problemas en la documentación de entrega o en el despacho en general. Esto generará errores posteriormente en el pago a la empresa que provee los materiales porque no se dio la información correctamente a las oficinas encargadas de los pagos de las devoluciones, también el caso se puede volver aún más crítico ya que podría provocar errores en el volumen recibidos por un mal seguimiento de documentos.

Cuando se corrobora la documentación, la herramienta, el material o equipo que ingresa al proyecto deberá acopiarse en un lugar definido por un Supervisor, Jefe de Bodega o su Ayudante, esto relacionado con las condiciones que informa el proveedor y la empresa. Mientras se descargan los materiales, el Ayudante o el Jefe de Bodega, serán los responsables de revisar acuciosamente que se cumplan las condiciones del pedido, si llegasen a existir problemas en alguna de las unidades estos actores deberán exigir su reposición.

Ya recibidos los recursos, corresponde el paso de ingresar la información al sistema (Proceso de Administración), quedando liberado para el uso (Proceso de Salida y su Distribución). Anteriormente se señaló, la importancia de dejar anotaciones en la Guía de Despacho si es que si existiesen situaciones anormales.

4) ENTREGA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES

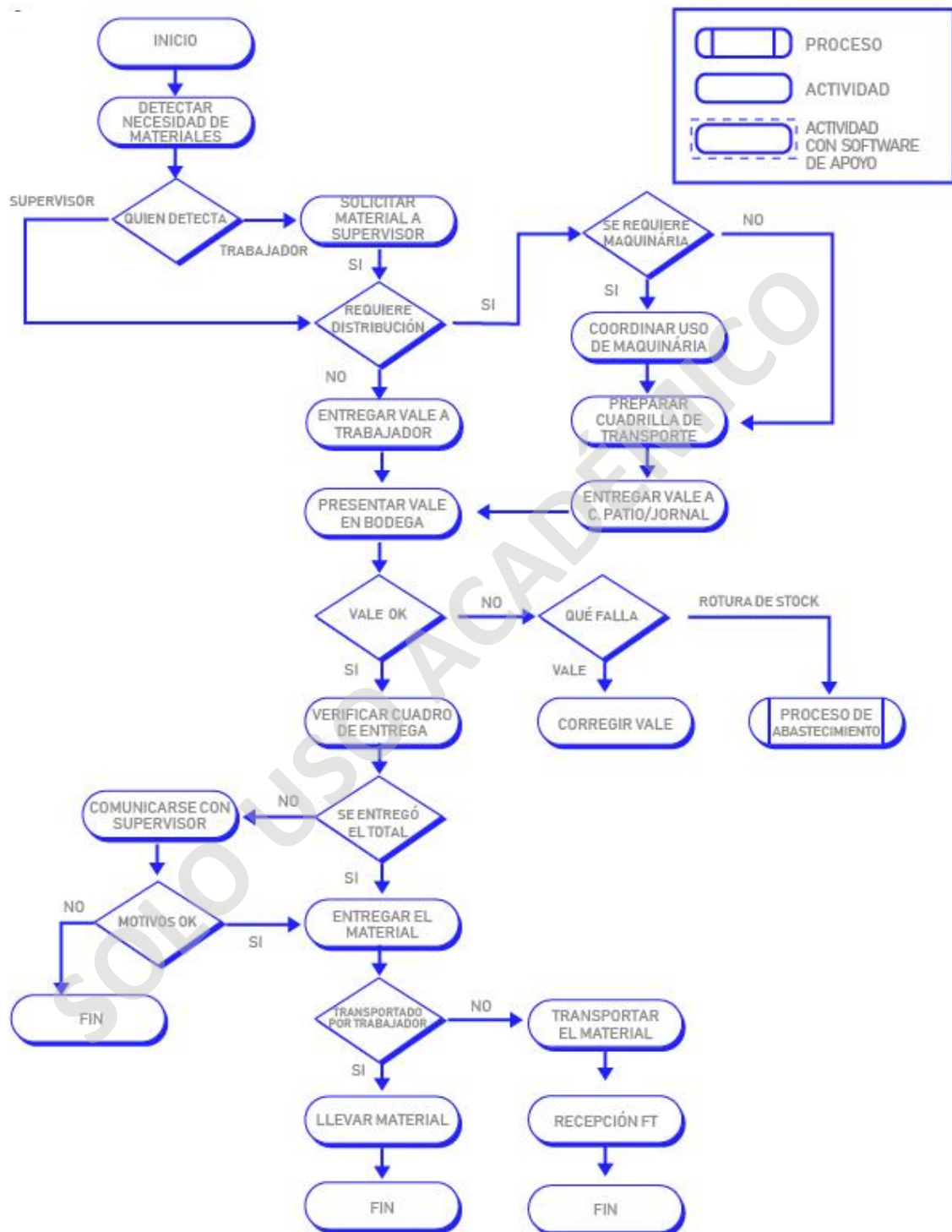
Esta etapa tiene como meta principal lograr un correcto traslado de los materiales o recursos necesarios en terreno, con inicio en la bodega o desde el lugar de acopio y con fin en el frente de trabajo donde se solicitan. Este proceso está directamente relacionado con el avance de los trabajos o faenas.

Este proceso se desarrolla solamente en terreno, por esto es el proceso menos formal y la información se encuentra desordenada, incompleta o simplemente no existe, por lo que esta zona destaca como una zona de mejora crítica.

Para un fácil análisis de las tareas desarrolladas en esta etapa la CDT crea el siguiente diagrama de flujo que se ve en la Figura N° 9: Proceso de entrega y distribución de recursos. Naturalmente, la etapa inicia cuando un material, equipo o herramienta se deben utilizar para una determinada faena. La necesidad debe ser detectada por algún supervisor, o por alguien que posea un talonario para realizar Vales de Consumo, incluso por un trabajador, pero este deberá solicitar el vale a quien posea uno de estos talonarios en faena.

Si el trabajador solicita un Vale de Consumo, el supervisor encargado del trabajador podrá modificar, rechazar o aprobar la lista de los recursos que se solicita, antes de esto el supervisor comprobará si el requerimiento es coherente con la faena que supervisan o es coherente con las labores del trabajador solicitante. Después, si es coherente el supervisor deberá firmar este Vale de Consumo para poder validarlo.

Figura N° 9: Proceso de Entrega y Distribución de Recursos.



Fuente: CDT. (2007). Proceso de Entrega y Distribución de Recursos. Santiago, Chile: CDT & CChC.

Cuando se emite un Vale de Consumo, dependiendo del tipo de herramienta, equipo o el material que solicite un trabajador, el encargado de emitir éste puede ser un Supervisor y a su vez este tiene el deber de entregar el vale al trabajador solicitante o a la persona a cargo de la distribución. La dificultad de traslado, el volumen o el peso de los materiales o recursos determinarán lo anterior.

Si se habla de distribución al interior de la obra, los materiales son movilizados generalmente mediante minicargadores, colosos, grúas, entre otros. También, en algunas empresas se realizan cuadrillas encargadas del traslado de materiales, naturalmente conformada por jornales los cuales retiran el material pesado. El volumen de la cuadrilla lo determinara el volumen de materiales a trasladar.

Si el supervisor o el encargado de una faena considera o solicita apoyo en el traslado de material, este entregará el Vale de Consumo, si existiese, al jefe de cuadrilla de traslado, si no, a otro trabajador encargado, y este será el encargado de coordinar y organizar la cuadrilla y las maquinarias correspondientes.

Después, siguiendo con la cadena de la Figura 9, el presente vale debe ser presentado en bodega con el fin de retirar los materiales que en él aparecen. También el vale podría ser presentado por el jefe de cuadrilla o por algún jornal responsable de este proceso.

Cuando se trasladen herramientas, equipos o materiales sin grandes complejidades de transporte, el solicitante llevará el vale directamente a bodega para retirarlo, pero este vale detallará de forma legible el supervisor responsable, el nombre del trabajador que retira, el material y el destino de este. El Vale de Consumo para que sea válido debe estar sin borrones en su escritura, sin cortes y obviamente debe existir stock del material que se solicita. Generalmente el supervisor consulta previamente al retiro, el stock del material.

En empresas que son más rigurosas los materiales son controlados mediante los Cuadros de Entrega que son elaborados previamente en la etapa de Planificación, este tipo de documentos en una parte esencial de su contenido clarifica la relación de cantidad de material por destino, esto quiere decir que menciona la cantidad de material por casa, departamento o similar. Entonces, cuando se revisa el pedido correspondiente al vale se coteja con el cuadro de entrega y se llega a la conclusión si es coherente. Si se ha transportado ya todo el material por depto./casa y se solicita un adicional, el Jefe de Bodega se contactará directamente con el supervisor para comunicar lo sucedido y explicar la situación.

Si el vale está aprobado y cumple con los requisitos, el material se entrega al Jefe de Bodega, al trabajador solicitante u otro, según corresponda, desde donde iniciará el proceso de traslado. Para terminar el proceso, el vale debe ser firmado como recepcionado si el material llega al frente de trabajo desde donde se solicitó.

5) GESTIÓN EN BODEGA

Esta etapa entrega apoyo a la etapa de gestión ya que ayuda a la administración adecuada de la(s) bodega(s) in situ. Esta comprende el deber de controlar todos los materiales, equipos y productos que están en el proyecto, y a su vez se deben hacer diferentes gestiones relacionados con estos.

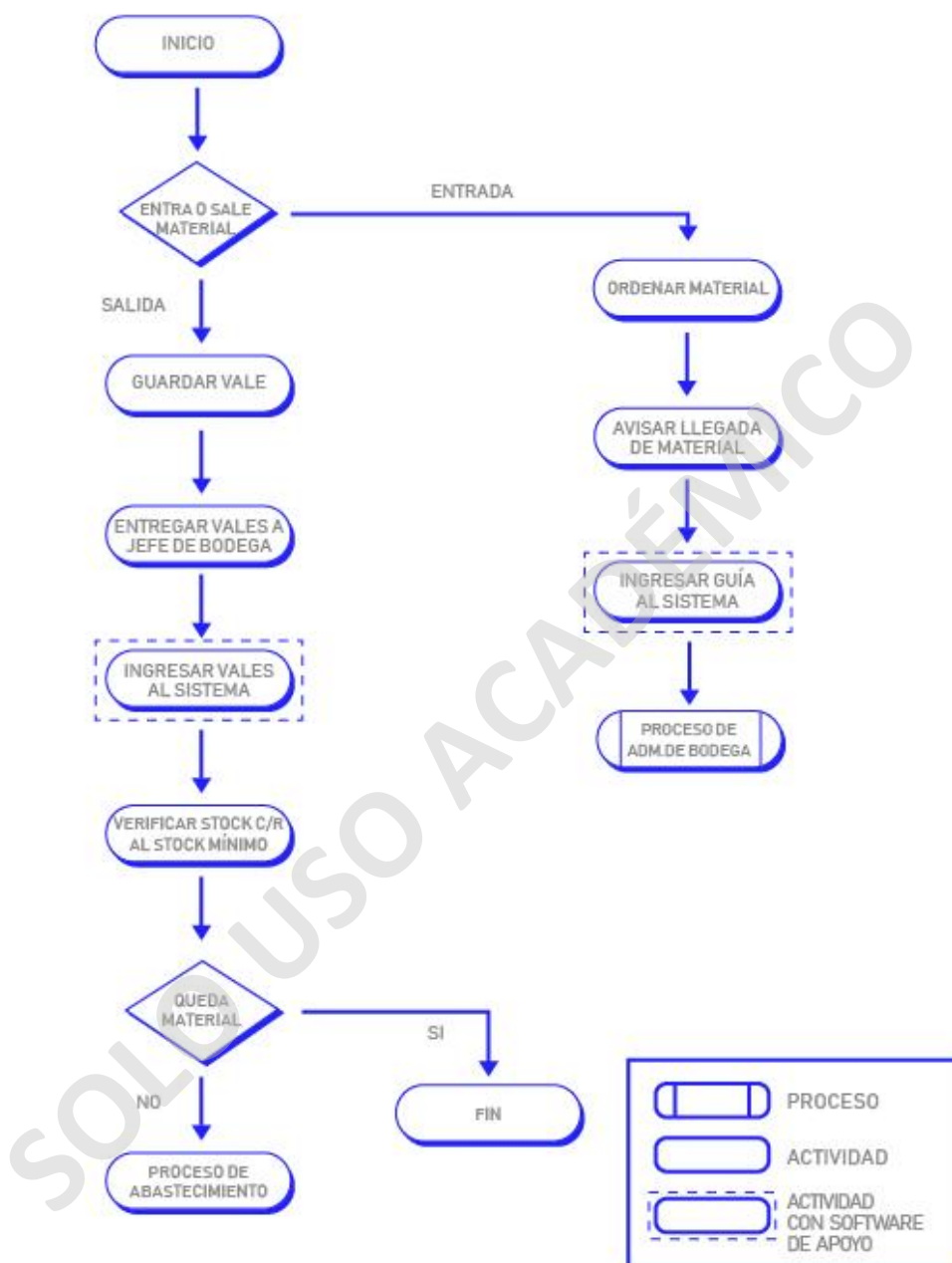
La principal tarea que consume más tiempo en las bodegas de construcción por lejos es que involucra la digitación, que consiste en registrar los distintos movimientos de entrada y salida de los materiales, que se hayan producido durante la ejecución de la obra. En estas tareas el principal apoyo son los sistemas de información ya que se han transformado en una herramienta que ayuda y automatiza un poco más las labores, como las labores de procesos y a su vez mantienen un historial de lo ocurrido. A pesar de lo anterior, el control dependerá principalmente de quienes solicitan los materiales, es decir, capataces o supervisores en obra.

En el siguiente mapa (Figura N° 10: Esquema de Gestión de Bodega), se visualiza la cadena de flujo de las tareas que conforman la gestión de los recursos administrados por la bodega de un proyecto de construcción. Estas tareas se clasifican naturalmente según la Entrada o Salida de los distintos tipos de recursos, ya sean herramientas, equipos o materiales.

En el caso de la entrada de recursos al interior del proyecto, después de haber ejecutado correctamente las tareas del proceso de Recepción, los recursos que haya ingresan se deberán acopiar en sitios que respondan a la satisfacción de las condiciones necesarias para que este no pierda su uso ni calidad.

Tanto el Jefe de Bodega como el Pañolero son los responsables de comunicar al interior de la obra sobre la recepción de los materiales solicitantes, esto para mantener informados a los supervisores sobre los materiales que se encuentran con stock en la Bodega.

Figura N° 10: Esquema de Gestión de Bodega.



Fuente: CDT. (2007). Proceso de Gestión de Bodega. Santiago, Chile: CDT & CChC.

Después, los datos sobre los materiales o recursos de entrada, que deben aparecer en la Orden de Compra y en la Guía de Despacho, tienen que ser ingresados al sistema que se utiliza en obra o a la planilla que corresponda, para poder controlar el inventario.

En el caso de que se tratase de una salida de herramienta, equipo o materiales, la labor del ayudante de bodega es retener y entregar posteriormente el documento relacionado con el movimiento (hoja de cargo/vale) al Jefe de Bodega.

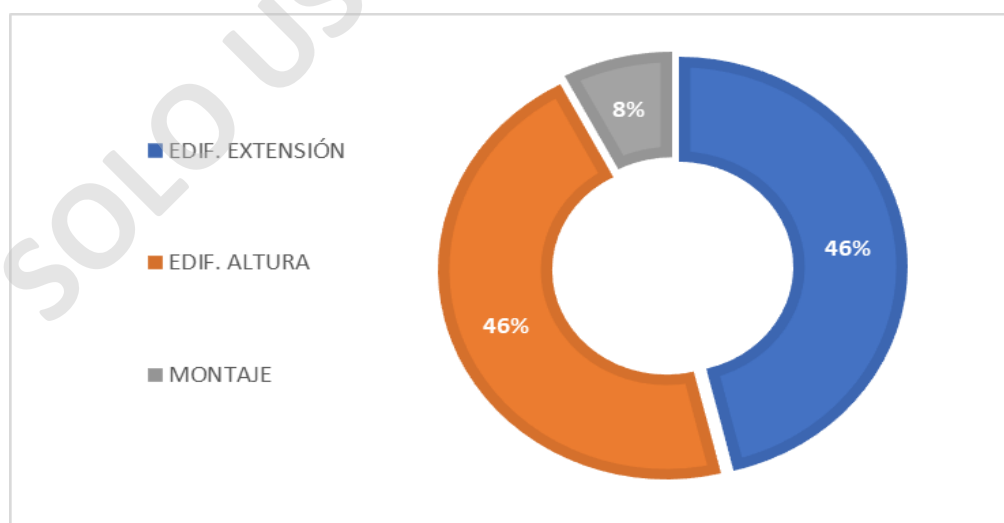
Después, el Jefe de Bodega deberá ingresar los datos del consumo que proviene de los vales al sistema que se utiliza en obra y, con estos datos ingresados más la revisión física in situ de la bodega, es posible observar más fácilmente los problemas de stock de algún recurso en particular.

Con estas tareas finaliza la cadena de flujo del abastecimiento que utilizan hoy en día las empresas constructoras en sus proyectos. Como se logró analizar, existen varias zonas de mejora en los procesos y también en las tareas, desde la falta de administración y planificación a un corto plazo en los proyectos hasta el tiempo excesivo que utilizan las tareas de digitalización de vales en los sistemas adoptados por las empresas.

IV.I.II SOFTWARES MÁS UTILIZADOS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Para lograr conocer y comprender aún más la situación actual de las bodegas de las empresas constructoras es necesario conocer los distintos softwares más utilizados en las etapas de logística. Gracias a la información recaudada por la CDT de su encuesta *Software relacionados con la Logística Interna en Obra*⁸, se logró elaborar el siguiente gráfico (Figura N° 11: Tipos de Proyectos) donde se visualizan los tipos de proyecto que se estudiaron (13 proyectos en total).

Figura N° 11: Tipos de Proyectos.



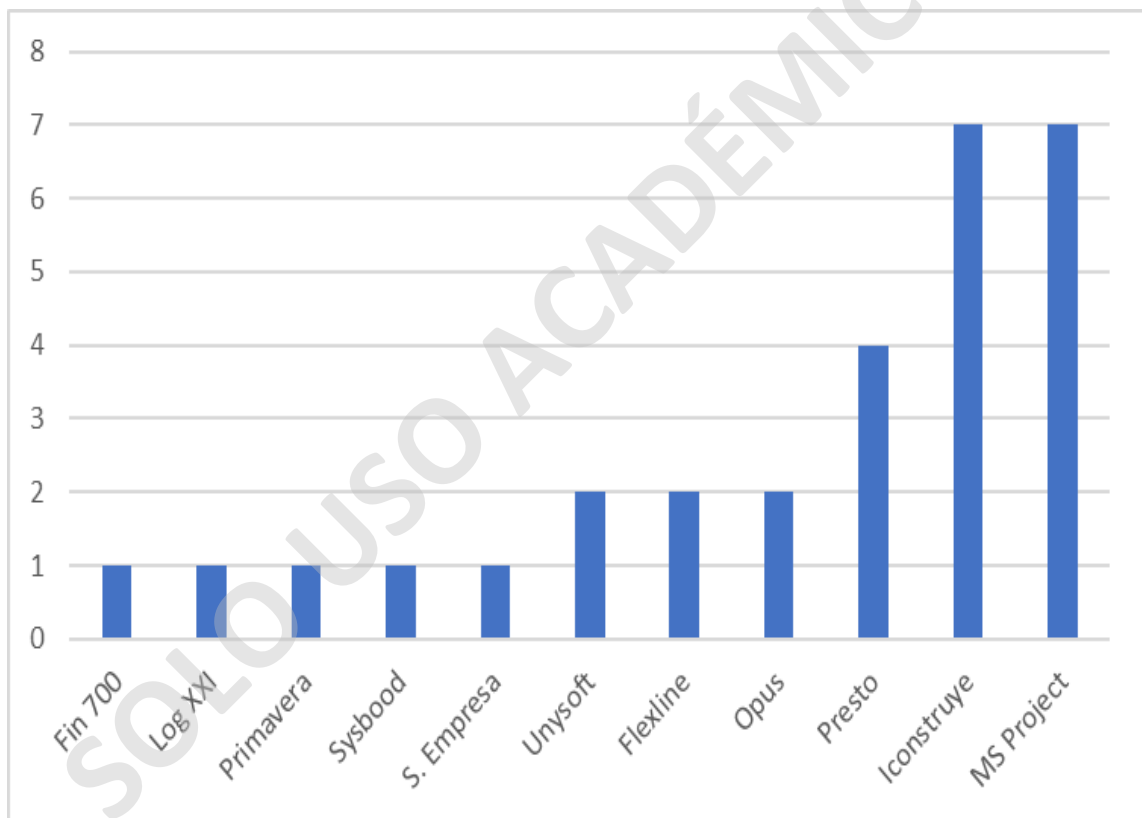
Fuente: Elaboración Propia, 2019.

8. CDT. (2010). *Softwares presentes en Obras de Construcción Nacional*. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/2006/12/logistica-en-obra/>

Como se muestra en la figura anterior (Figura N° 11: Tipos de Proyecto), este estudio es muy relevante al momento de querer optimizar los sistemas logísticos en bodega ya que, las principales obras encuestadas fueron en su mayoría viviendas en extensión y edificación en altura, cabe mencionar que estas se encontraban en ejecuciones de faenas correspondientes a la Obra Gruesa.

A continuación, se grafican los softwares más utilizados en los proyectos antes mencionados. Se visualizan los softwares más famosos como el MS Project y el iConstruye.

Figura N° 12: Softwares más utilizados por proyecto.



Fuente: CDT. (2015). Softwares presentes en Obras de Construcción Nacional. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/2006/12/logistica-en-obra/>

También este informe nos entrega información, sobre donde estos softwares son utilizados. Se observa que faltan softwares que apoyen tecnológicamente etapas de la cadena como la Recepción, Entrega y Distribución de materiales, estos desarrollados en los distintos frentes de trabajo.

Tabla N° 2: Software según Proceso.

SOFTWARES	ETAPAS DE LA CADENA				
	GESTIÓN DE BODEGA	SALIDA Y DISTRIBUCIÓN	RECEPCIÓN	ABASTECIMIENTO	PLANIFICACIÓN
FIN 700					
Log XXI					
Primavera					
Sysbood					
S. Empresa					
Unysoft					
Flexline					
Opus					
Presto					
Iconstruye					
MS Project					
Propio					

Fuente: CDT. (2015). Softwares presentes en Obras de Construcción Nacional. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/2006/12/logistica-en-obra/>

Cabe destacar que estos softwares cumplen el objetivo para el cual son utilizados, pero no se les saca el partido ya que tienen varias funciones a las cuales no se les explota todo su potencial.

Ahora se describirán los distintos softwares más utilizados mencionando sus funciones más importantes de cada uno:

1. *iConstruye*⁹

Es una plataforma tecnológica que permite a constructoras y proveedores gestionar fácilmente toda su cadena de abastecimiento en un solo lugar. Intenta entregar una solución desde el inicio hasta el fin; desde el requerimiento hasta al pago.

Los procesos que conforman este software son cotizaciones, compra, bodega, administración, pedido de materiales, seguimiento de presupuesto, recepción, control de facturas y reportes de gestión. Ofrece realizar todo lo anterior en una sola aplicación, entregando la opción de poder hacer todo un ciclo de adquisiciones en línea.

2. *Presto*¹⁰

Presto facilita la confección de Presupuestos y Ofertas para la Construcción, desde creación de partidas, hasta la emisión de todos los documentos necesarios. En su

9. *iConstruye*. (2019). *Nosotros*. Noviembre 2019, de *iConstruye* Sitio web: <https://www.iconstruye.com/portales2/nosotros/>

10. *Presto*. (2020). *Presupuesto, Cubicaciones, Tiempos y Control de Obras*. Enero 2020, de *Presto* Sitio web: <https://www.prestosoftware.cl/>

nueva versión disponible en el año 2020 esta incluirá, un módulo de presupuestos y mediciones, módulo único dedicado a la Planificación enfocado en lo temporal y económico, control de ejecución de la obra, y uno dedicado a la bodega. Destaca este último por el tema investigado y también porque se controlan cantidades de entrada, salida en bodega y también cantidad de stock. Cabe destacar que en su módulo de realización de presupuestos hay herramientas de cubicación, que permiten generar fórmulas y medir directamente de planos los valores de las partidas.

3. *Unysoft*¹¹

Este software está dedicado a la etapa de gestión de los proyectos de construcción con diferentes tipos de módulos.

Desde la logística los módulos que destacan son el UnyAdd, este enfocado en la administración integral de los procesos de abastecimiento de servicios o recursos. Y también, el módulo Unybod, y este consiste en la administración integral de inventarios, maquinarias menores y bodegas.

4. *Flexline*¹²

Este software está enfocado en mejorar la gestión de las empresas, dentro de sus módulos se encuentra el Comercial ERP, es altamente configurable, permite el control del proceso de transacciones, entre empresa/cliente, empresa/proveedor, o incluso entre la misma empresa.

Desde la logística destacan los atributos en cuanto a control de stock, aprobación de documentos, manejo de inventario proyectado y real, definición de formatos de documentos, entre otros.

5. *Opus*¹³

Es un software que, con un presupuesto basado en precios unitarios, ofrece herramientas para la planificación, llevar el control de recursos y contratistas. Está orientado en obras de México y América Latina.

Desde el punto de vista logístico destaca su atributo de entregar información sobre la administración y el orden del presupuesto en distintos niveles de una empresa.

11. Unysoft. (2020). Nuestra Compañía. Enero 2020, de Unysoft Sitio web: <https://www.unysoft.cl/quienes-somos/>

Especificar. (2019). Ficha Técnica. Enero 2020, de CDC Sitio web: <http://www.especificar.cl/fichas/software-erp-para-la-gestion-de-la-construccion>

12. Alvaro Gómez. (Septiembre 2017). Flexline, Una solución que traspasa fronteras. Gerencia, <http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=1623&ni=flexline-erp-una-solucion-que-traspasa-fronteras>, 1 de 1.

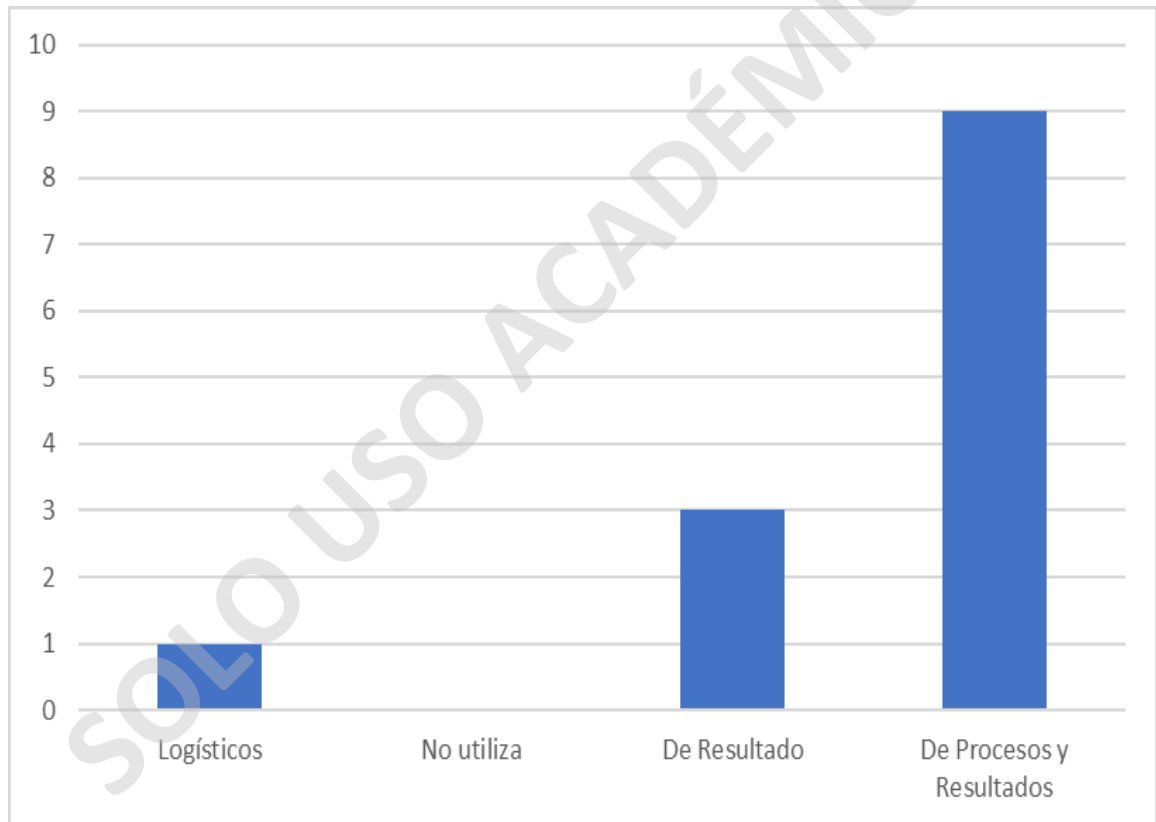
13. Soltia. (2019). OPUS, el software de ingeniería de costos, programación y control de obra. Enero 2020, de Soltia Sitio web: <https://www.soltia.com.mx/blog/noticias-1/post/opus-el-software-de-ingenieria-de-costos-programacion-y-control-de-obra-28>

IV.I.III INDICADORES EN CONSTRUCCIÓN

La encuesta antes mencionada también (pág. 27) se utilizó para dar a conocer las diferentes opiniones de los profesionales respecto al uso que les daban a los indicadores y que tipo de indicadores utilizaban, dándose a conocer que las empresas constructoras utilizaban los indicadores de resultado para controlar costos o plazos exclusivamente. Se destaca que solo una empresa utiliza indicadores relacionados con la logística.

En la siguiente imagen (Figura N° 13: Tipos de Indicadores utilizados en Obra) se visualizan los indicadores más utilizados:

Figura N° 13: Tipos de Indicadores utilizados en Obra.



Fuente: CDT. (2017). Softwares presentes en Obras de Construcción Nacional. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/2006/12/logistica-en-obra/>

IV.II OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA

IV.II.I METODOLOGÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA

En la actualidad se pueden estudiar la relevancia de la logística en una empresa constructora, pero aún son pocos los casos que empresas hayan integrado alguno de los conceptos en sus funciones. A continuación, se explicarán algunas de las herramientas más relevantes en cuanto a la mejora de la gestión logística.

A. *Logística Integral*¹⁴

La logística integral es una metodología que se encarga de gestionar los procedimientos y traslados internos o externos y a su vez su información de una empresa, planta o centro de distribución. Su objetivo principal es que a través de la gestión se logre la mayor eficacia en la cadena de abastecimiento, ósea, llevando los productos en la circunstancia y al lugar oportuno. Esta gestión de la logística se tiende a separar en la logística integral interna y externa. La primera se define como la integración de los procesos, esto quiere decir, que las actividades se deben gestionar en conjunto para que las acciones beneficiarias realizadas en un proceso influyan positivamente en todas las áreas de la empresa. Y la segunda se relaciona con la Cadena de Abastecimiento, porque intenta integrar todas las etapas involucradas en la producción.

B. *Logística Inversa*¹⁵

Se trata de la logística que gestiona la Cadena de Suministros de una empresa, que traslada los materiales o productos desde el comprador, usuario, consumidor hasta el fabricante o productor nuevamente. Este tipo de logística se ha convertido en los últimos años en uno de los pilares que mide el servicio y reputación de una empresa, es tanto así que, en Estados Unidos donde la competencia es masiva entre las empresas, tienen establecido un tipo de devolución totalmente liberal creciente desde 1992.

14. Transeop. (2019). ¿Qué es la logística integral? ¿Cuales son sus ventajas?. Enero 2020, de Transeop Sitio web: <https://www.transeop.com/blog/LOGISTICA-INTEGRAL-QUE-ES-VENTAJAS/325/>

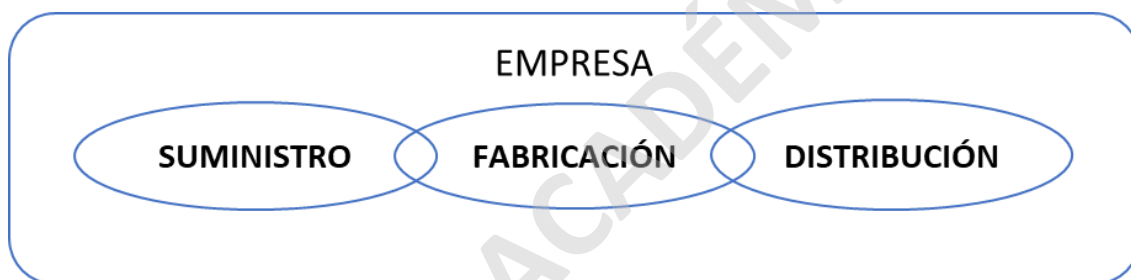
15. Control Group. (2018). Logística inversa: concepto, tipos y utilidad. Enero 2020, de C-Control Sitio web: <https://blog.controlgroup.es/logistica-inversa-concepto-tipos-utilidad/>

C. *Las Operaciones Fluidas*¹⁶

Esta metodología es una versión actualizada y basada en la Logística Integral, dado que en esta surge el concepto de tener operaciones fluidas dentro de una empresa. Las operaciones fluidas ven los procesos de distribución, suministro y fabricación como tareas integradas y no individualizadas, creando un flujo que debe seguir el producto de figura oleoducto (Figura N° 14: Operaciones Fluidas).

Su objetivo es analizar la relación que existe entre los procesos, analizando el servicio al cliente, velocidad y los costos que existen. El servicio está directamente relacionado con la correcta ejecución y control de inventarios, la relación con el cliente y el tiempo de entrega. También se deben determinar el costo en el cual se incurre para el transporte de lo producido a lo largo de este flujo y el tiempo que consumirá.

Figura N° 14: Operaciones Fluidas.



Fuente: Leon Cortes Erick. (2009). La Administración de la Cadena de Suministro como Herramienta para la Competitividad. México: Instituto Politécnico Nacional.

Esta metodología se apoya en softwares, disponibilidad abierta de inventario, gestionar la cadena de no suministración y cohesión interfuncional.

D. *Gestión del Flujo de Suministro*

Cuando ya se ha logrado un resultado favorable a la hora de optimizar logísticamente la bodega, esta gestión del flujo de suministro señala que quienes estén participando en la producción del material trabajen en conjunto.

Los principales pilares de esta filosofía son: el cliente y el marketing, es decir, hay que analizar e identificar las necesidades del cliente, analizar la empresa desde el consumidor, realizar alianzas estratégicas entre socios y por último entregarle una información oportuna al cliente y que esta información sea entregada por solo una parte del flujo.

16. Leon Cortes Erick. (2009). Distribución Fluida. En *La Administración de la Cadena de Suministro como Herramienta para la Competitividad* (p.30 a p.32). México: Instituto Politécnico Nacional.

E. Tecnologías de Apoyo

El apoyo de las tecnologías en el área de la logística se ha vuelto completamente necesaria para su mejor implantación y optimización.

El uso masivo de estas se puede visualizar en el área retail, porque en esta área las tecnologías están enfocadas en crear relaciones con los clientes. Un ejemplo claro de esto, es el autoservicio donde el cliente o consumidor poder llevar una compra a su ritmo y sin la necesidad de pasar por una caja. Esto ha aumentado el nivel de rendimiento de las empresas de retail y el nivel de satisfacción de sus clientes, ya que la empresa ahorra tiempo y el cliente también. Otra intervención de la tecnología es el autoservicio en los centros comerciales, en los cuales se pueden observar pequeños quioscos virtuales que entregan información especialmente diseñadas para el comprador, permitiéndoles conocer mejor el producto que piensan adquirir.

F. Las PDAs

El *Personal Digital Assistant* más conocido actualmente por PDA es utilizado como herramienta en el área empresarial generando grandes beneficios. Esta herramienta al pasar de los años ha ido evolucionando aceleradamente convirtiéndose actualmente en una poderosa arma de trabajo para las empresas.

En la actualidad, se utilizan para aumentar la eficiencia, ya que pueden almacenar grandes cantidades de datos disminuyendo costos por medio de la optimización de los procesos. Se utilizan principalmente como controladores de inventarios y distribución, libreta de direcciones, administración de personal, agenda, etc.

Al momento de utilizar las PDAs para el control de inventarios y distribución es donde aportan a la logística de una empresa, porque el producto mientras está en el flujo o cadena de abastecimiento se va trasladando por lo que es importante conocer el flujo de la información, lo cual las PDAs logran.

En la industria nacional estos asistentes son utilizados principalmente en el área comercial, para tomar pedidos y ventas en terreno. Aquí los beneficios son tales como ahorro de tiempo del vendedor, disminución de errores y mejoras en el servicio al cliente.

En la construcción se conoce el caso del nuevo Aeropuerto de Santiago de Chile (Aeropuerto Internacional Comodoro Arturo Merino Benítez), en el cual se utilizan los lectores de códigos de barra para los materiales o herramientas que se le solicitan en bodega, esto quiere decir que las PDAs se adaptan a los requerimientos de la especialidad de la empresa.

G. *E – Business*¹⁷

Al pasar los años se van creando o van surgiendo nuevas tecnologías que nacen para dar soluciones más rápido o más ágiles, como por ejemplo el e-business. Este consiste en utilizar las tecnologías de la comunicación para realizar grandes negocios y cumple el fin de optimizar las tareas que corresponden al abastecimiento de los recursos. Existen dos fuertes herramientas dentro de esta metodología o idea de solución, el e-procurement y el e-sourcing. Este primero se encarga de integrar las necesidades e intereses de los proveedores y clientes, asegurando a la empresa el stock requerido, también disminuye el costo en que incurre la empresa en los procesos de compras y por último aumenta significativamente la eficiencia.

El e-sourcing es una fórmula más compleja que el anterior para realizar compras a mayor volumen. El cliente en este caso la empresa tiene la posibilidad de ingresar los requerimientos para que los proveedores interesados puedan participar en un proceso de oferta.

Ambas herramientas son desarrolladas por otras áreas con resultados favorables para las empresas a nivel mundial demostrando su eficacia.

H. *Tendencias Futuras*

Al ver la evolución de los últimos años, observando lo que podría volverse tendencia a nivel mundial y nacional destaca la utilización como herramienta el internet. El comercio electrónico es la tendencia de las grandes empresas dado que aun en Chile no logramos los estándares que se logran en otros países, y esto impulsa y se enfoca en hacer más partícipe al cliente en los procesos.

En bodega, es tendencia la utilización de elementos tecnológicos que funcionan con radiofrecuencia para mejorar la comunicación y traspaso de una gran cantidad de datos desde un aparato móvil a un terminal central.

En busca de la sustentabilidad es tendencia la llamada cadena de suministro verde, ya que cada vez por el bien del medio ambiente se va poniendo más estricta la legislación respecto a esto y crea un valor agregado importante para los clientes.

La última tendencia es la cadena de valor virtual que es un conjunto de etapas realizadas a través de internet para que los servicios, bienes o productos que se ofrecen lleguen a un mercado. Esta tiene 3 etapas totalmente visibles: Visibilidad; habilidad para ver sus operaciones físicas eficientemente a través de la información. Proyección de la capacidad; etapa la cual distingue la cadena de valor normal de una virtual ya que se sustituyen las tareas físicas por tareas virtuales. Matriz de valor; es el diseño del flujo de información¹⁸.

17. Debitoor. (2008). E-Business. Enero 2020, de Debitoor Sitio web: <https://debitoor.es/glosario/definicion-e-business>

18. Luiggy Avila. (2014). Cadena de Valor Virtual. Enero 2020, de SlideShare Sitio web: <https://es.slideshare.net/luiggyavila/cadena-de-valor-virtualexpo>

IV.II.II PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN

Dada la información recopilada sobre las distintas metodologías de optimización, gracias a los estudios realizados por la CDT y a su guía de logística interna, se puede elaborar una propuesta de cadena de abastecimiento optimizada en los puntos en los cuales había zonas de mejora. A continuación, se explicarán los cambios en las etapas de la cadena y las medidas necesarias para lograr la optimización enfatizando y utilizando los ‘Kit de Materiales’ como pilar fundamental de mejora.

1) PLANIFICACIÓN LOGÍSTICA DE LA CADENA.

Desde el punto de vista logístico la planificación de la cadena es fundamental en un proyecto de construcción ya que determinará el éxito de esta. Como se mencionó en capítulos anteriores se deberán identificar y estudiar las variables más críticas de la obra como lo es la calidad, costos y plazos, esto para crear una programación de las faenas que ayuden a lograr los resultados más óptimos durante la ejecución del proyecto.

Es por lo anterior, que en todas las empresas constructoras se deberá motivar la optimización continua en esta etapa, aplicando metodologías o filosofías nuevas de planificación y trabajo, herramientas de apoyo, entre otras.

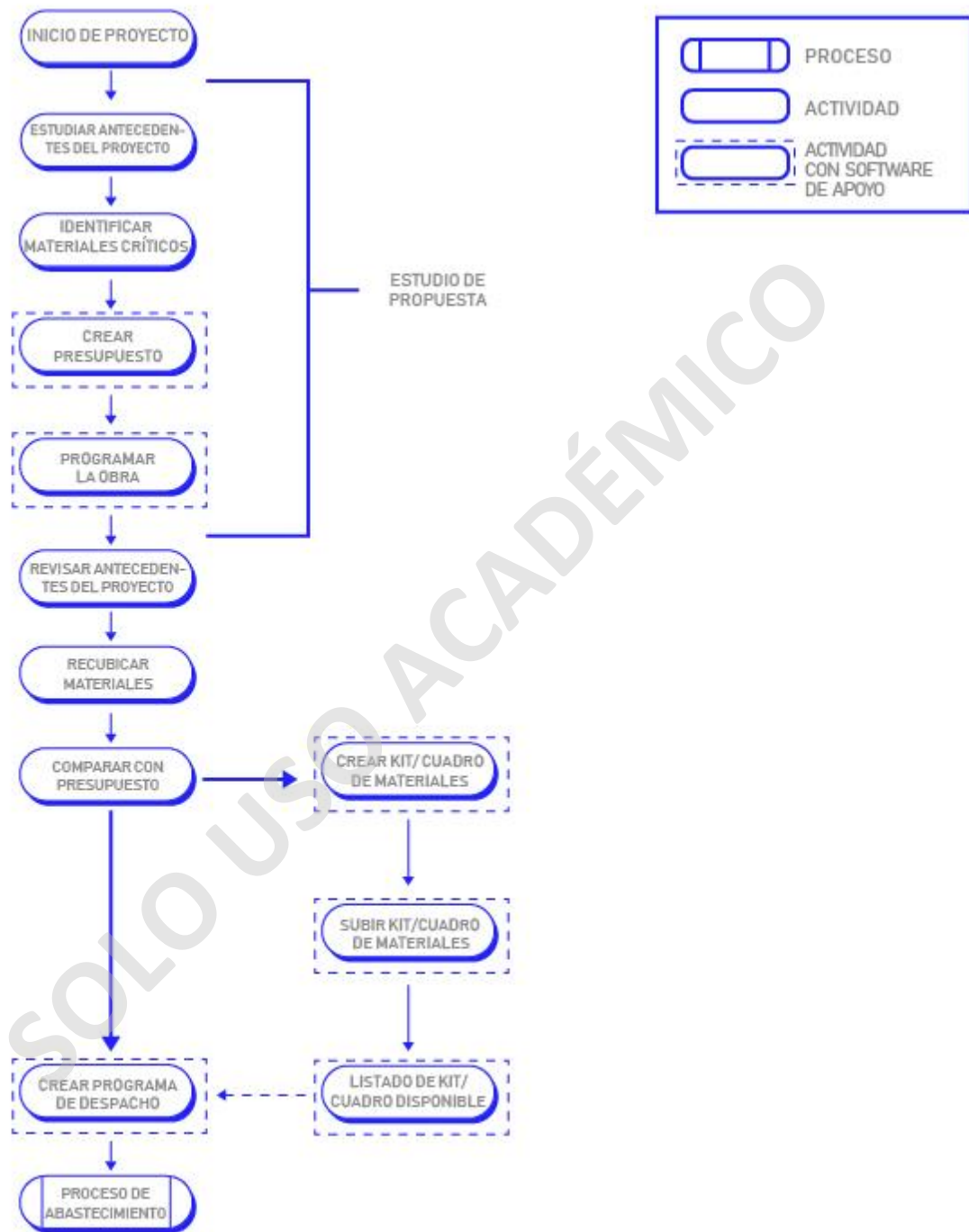
a) Análisis Logístico en el Estudio de las Propuestas:

Las empresas constructoras cada vez inyectan más recursos en el análisis logístico en el estudio de las propuestas porque este proceso o etapa previa podría definir la adjudicación correcta de un proyecto acorde a los límites de una firma. Por lo tanto, hoy en día se han ido haciendo más comunes los departamentos dentro de una empresa constructora que se dedican especialmente a esta etapa, donde se estudiará, por ejemplo, la materialidad, los costos y plazos del proyecto, determinando así si la empresa está en las condiciones de satisfacción de las variables críticas que involucran directamente la cadena de suministros.

Con el paso del tiempo estos análisis favorecerán, no solo a la empresa misma con la adjudicación de obras o proyectos, sino que también les ayudará a tener procedimientos documentados en abastecimiento, ya que se identificarán con antelación volúmenes de obra, y estos a su vez determinarán por consecuente los volúmenes de compra y el programa de compras.

Es por esto que esta sería la primera herramienta de optimización de la cadena en la etapa de planificación las cuales conlleva la realización de distintas actividades.

Figura N° 15: Optimización de la Etapa de Planificación.



Fuente: CDT. (2007). Optimización del Proceso de Planificación. Santiago, Chile: CDT & CChC.

Actividades del análisis logístico en el estudio de un proyecto:

- Análisis de antecedentes propios de un proyecto

En esta actividad se deben revisar los documentos de un proyecto en detalle como las especificaciones técnicas y la planimetría. Esto para poder reconocer o identificar bien conceptos claves del proyecto que son importantes en la logística.

- Reconocer los materiales críticos

Al haber analizado los documentos de reconocimiento del proyecto se podrá definir e identificar los materiales críticos los cuales serán clasificado según los siguientes aspectos:

- a. Distancia de transporte (tiempo)
- b. Materiales importados (exclusividad)
- c. Necesidad del material (escasez)

- Cubicación de materiales y recursos

Siempre se ha sabido que en el área de la construcción la rigurosidad en las cubicaciones define la adjudicación o no de un proyecto, es por esto que hay que reafirmar que la importancia de un cálculo preciso ayudará a la formulación de un presupuesto lo más acorde a la realidad, y para la logística esto incorporara datos fidedignos al momento de realizar las tareas del abastecimiento.

- Importancia de las relaciones con los proveedores

Es importante realizar las cotizaciones y la selección de proveedores en esta etapa para ya ir asegurando y categorizando la calidad de estos. Es cierto que en la mayoría de los casos estos serán seleccionados definitivamente después de la adjudicación del proyecto, pero ya se tendrá una idea de aquellas empresas con propuestas serias y acordes a lo requerido por la faena.

Esta actividad también favorecerá a dejar información documentada sobre el abanico de posibilidades de los mejores proveedores para futuras obras y así ir creando un lazo entre proveedor y empresa constructora.

- Logística optimizada en el programa de faenas del proyecto

La actividad de creación de un programa de obra en esta etapa de análisis logístico según la guía de la CDT¹⁹, se entrega una planificación de ejecución de faenas a nivel macro,

19. CDT. (2007). *MANUAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN*. Santiago, Chile: CDT & CChC.

entregando al cliente (mandante) un plazo razonable para él. Por lo tanto, a este programa se le debe dar plazos factibles considerando que será este la base que formará y distribuirá las labores a través del tiempo generando el programa definitivo detallado que se utilizará para planificar los despachos y compras correspondientes.

Estas actividades casi en su 100% deberán estar apoyadas por un sistema tecnológico (softwares: ej; MS Excel, MS Project, entre otros) ya que agilizaran la elaboración del programa definitivo y ordenaran la información adecuadamente.

b) Evaluación de los Antecedentes del Proyecto

Una vez la empresa constructora se ha adjudicado el proyecto, se deben revisar todos los antecedentes definidos en la etapa anterior. Si la revisión es realizada correctamente se definirán los siguientes aspectos:

1. Programa da obra definitivo
2. Cantidades de recursos requeridos
3. Selección definitiva de proveedores

Una vez determinados estos aspectos procederán las tareas que van de la mano con el abastecimiento y la distribución o entrega de materiales o recursos.

c) Kit de Materiales y Cuadro de Entrega

El concepto es bastante innovador al momento de querer optimizar las bodegas construcción ya que los kits de materiales en otras áreas son bastante comunes, pero en esta recién comienza a tomar fuerza. En cuanto al Cuadro de Entrega va totalmente de la mano con los Kit de Materiales, son procesos consecutivos por lo que se deben revisar en conjunto.

Al ser tan innovador y dado el enfoque que se le quiere dar a esta memoria estos se profundizarán más adelante (pág. 49).

d) Programa de Despacho y Compras

Este tipo de documento es bastante importante en las obras y generalmente no es realizado por un profesional, entonces se realiza en base a la experiencia de quien lo proyecta. Entonces lo importante es la profesionalización de las labores logísticas, ya que se hace necesario registrar este tipo de documento o información y así se podrá transmitir el programa a todo un el equipo que participa o interviene en la cadena de abastecimiento.

e) Layout de Bodegas

La ubicación de las bodegas también es algo que se realiza bajo el criterio de alguien con cierta experiencia, pero debiesen existir ciertos aspectos mínimos a considerar como, por ejemplo:

1. Lugar que permita acopiar materiales fuera (control)
2. Considerar el traslado de materiales mediante maquinaria (manejabilidad)
3. Fácil recepción de vehículos de proveedores (accesibilidad)
4. Poder controlar la salida de los materiales mediante la simple vista (visibilidad)

f) Comunicación sobre localidad de materiales

Los proveedores tienden a dar sus requerimientos a la hora de acopiar los materiales con el fin de poder cumplir con las condiciones necesarias para conservar el material en su estado óptimo donde no pierda su calidad ni su integridad. Pues esta información es necesario difundirla al personal ya que es necesario respetar las condiciones para que los recursos no se deterioren irreversiblemente.

2) ABASTECIMIENTO DE LOS MATERIALES O RECURSOS.

El principal objetivo del abastecimiento es cumplir la actividad económica que garantiza la adquisición de los recursos o materiales necesarios para la realización de las labores de una empresa, debe cumplir las necesidades de calidad, tiempo y forma. Es en esta etapa donde se ven los procesos mucho más actualizados y a su vez optimizados ya que genera un alto impacto en los proyectos.

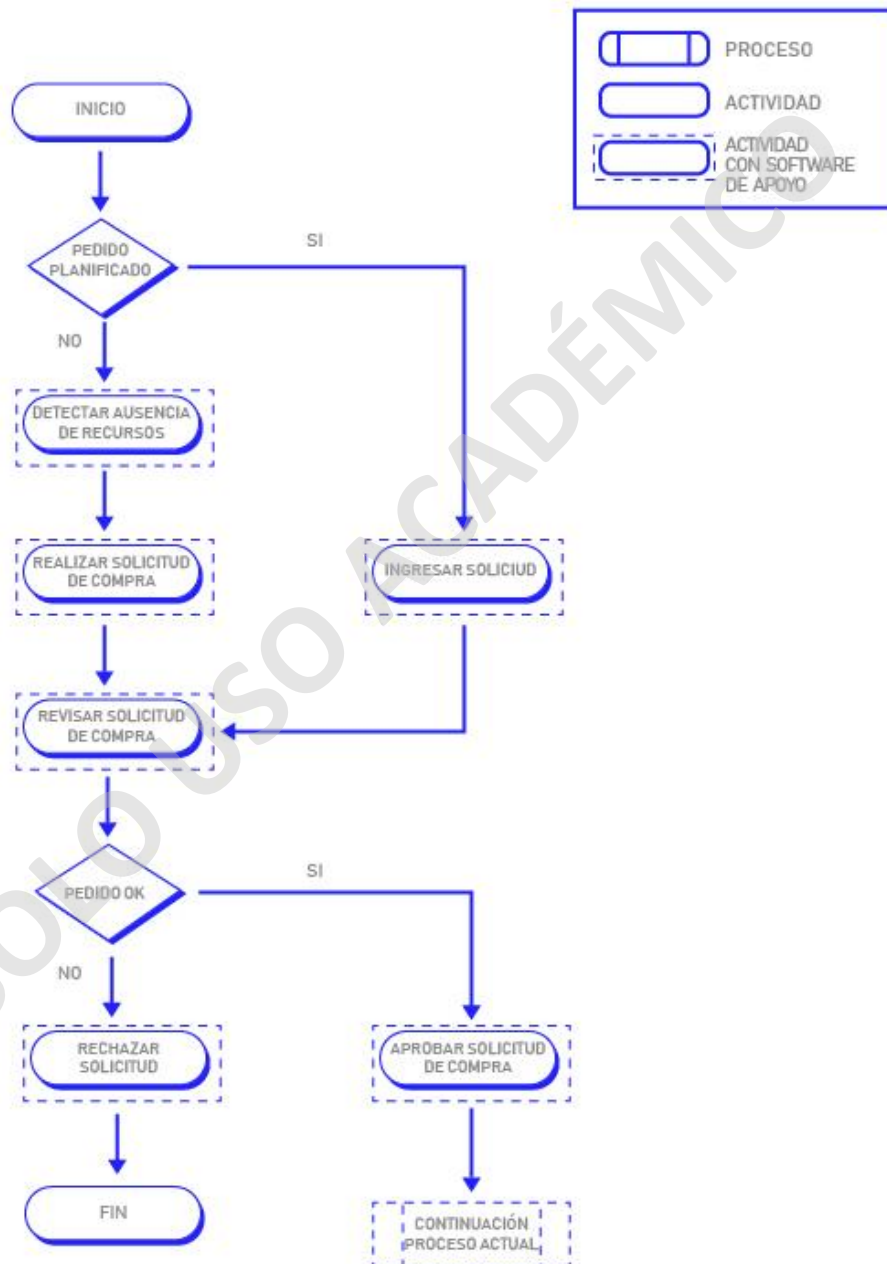
Como se mencionó en capítulos anteriores, para lograr adquirir un material o recurso era necesario que algún profesional (ej: Jefe de Oficina Técnica) o personal de terreno facultado con los cargos de supervisor o jefe de terreno, solicitaran su compra justificando el o los motivos.

Dónde esta etapa ya está bastante actualizada solo se recomendará la participación de las PDAs, dando inicio a la etapa con la evaluación del inventario en terreno, y así poder observar si los materiales o recursos requeridos se encuentran físicamente en bodega, en pronta recepción o en caso contrario, se debe realizar una solicitud de adquisición.

Si se llegó al punto de tener que realizar una solicitud de compra, esta se debe revisar, según la decisión de la administración de la obra, deberá revisarla el mismo administrador, jefe de oficina técnica, jefe de terreno u otro según se indique.

Si el pedido o solicitud es reprobado, la etapa y la actividad se termina ahí, mientras el sistema PDA asignado indicará el rechazo correspondiente. Si en su caso contrario esta solicitud es aprobada, la etapa seguirá la cadena de adquisición de manera normal.

Figura N° 16: Optimización de la Etapa de Abastecimiento.



Fuente: CDT. (2007). Optimización de la Etapa de Abastecimiento. Santiago, Chile: CDT & CChC.

Los beneficios directos de incorporar algún sistema informático PDA son:

1. Desde terreno será fácil detectar faltas de stock
2. Se puede solicitar una adquisición sin salir de la faena
3. La actividad de digitación se elimina y a su vez también los errores asociados a esta actividad (gracias al escaneo de códigos)
4. Reducción del tiempo de aprobaciones del pedido de materiales.

Cabe mencionar que como se dijo en capítulos anteriores, existen compras de mayor incidencia las cuales son detectadas en la etapa anterior, y estas aparte de tener que ser aprobadas por obra también deben ser aprobadas quizás por gerencia de la empresa. En este caso se recomendará que la gerencia también participe en el PDA seleccionado para lograr esta aprobación rápida al igual que en el caso de las compras no tan incidentes. Es relevante incorporar a gerencia solo en aquellas compras necesarias para no tener que aumentar el número de personas que deben revisar los pedidos de compra.

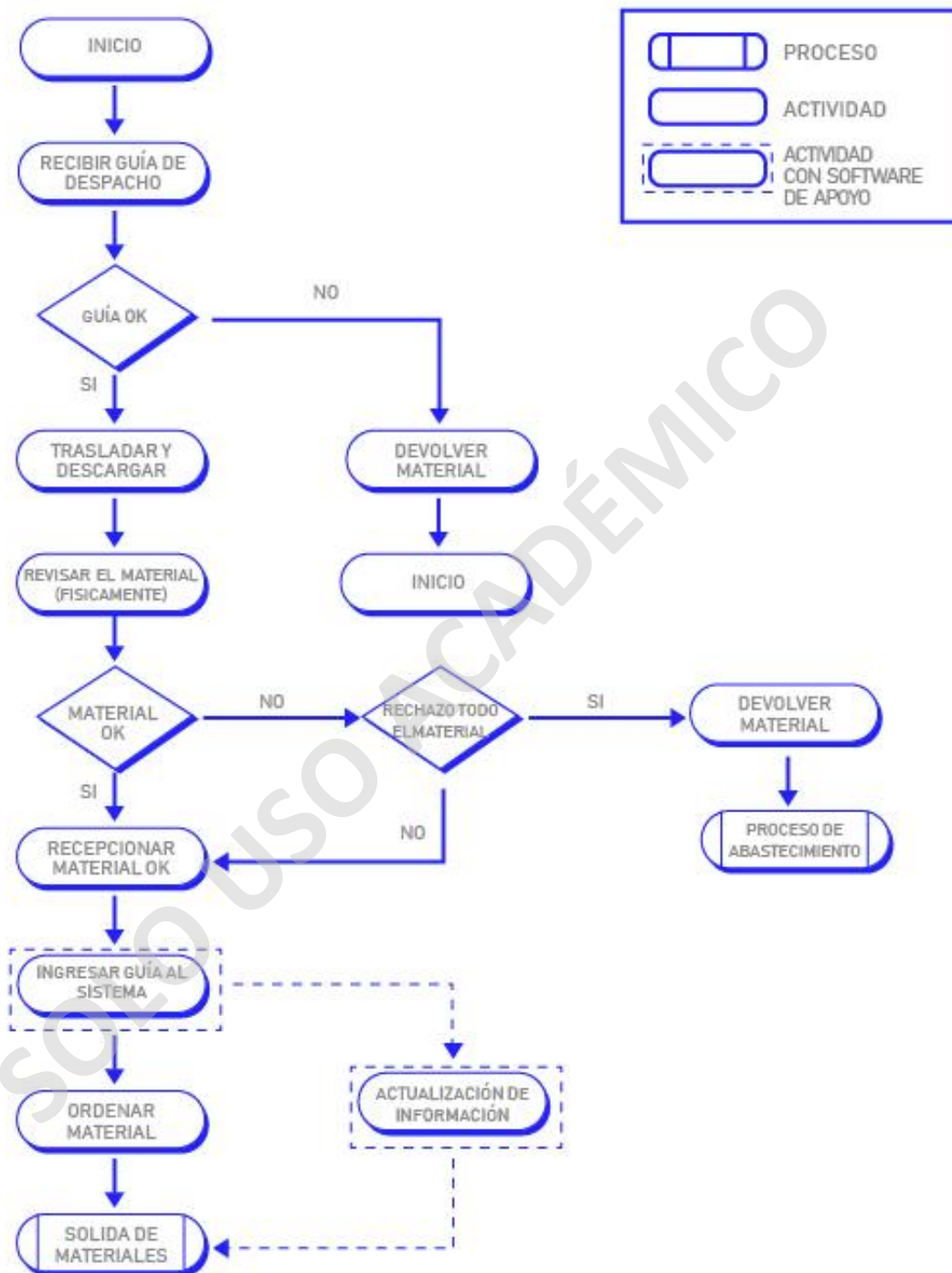
Es importante mencionar que al utilizar estos sistemas informáticos de apoyo en la gestión beneficia a la retroalimentación, porque se obtienen reportes para mejorar y evaluar los desempeños en las actividades que participan de la etapa, pudiendo así implementar futuras mejoras en próximos proyectos de la empresa, manteniendo la filosofía de la mejora continua.

3) RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES O RECURSOS.

Esta etapa se desarrolla casi en su totalidad en terreno y es ejercida por el personal de la bodega. En la siguiente figura (Figura N° 17: Optimización de la Etapa de Recepción de Materiales o Recursos) se visualiza que esta etapa consiste en realizar un chequeo que las herramientas, materiales y equipos que ingresen a la obra cumplan con los requerimientos especificados por el proveedor o los requerimientos de mantención íntegra de los recursos.

En el sistema utilizado por la obra específica o generalizado por la empresa, deben registrarse los controles de inventario, en el cual se deben detallar las transferencias tanto de salida como de entrada de recursos diarios.

Figura N° 17: Optimización de la Etapa de Recepción de Materiales o Recursos.



Fuente: CDT. (2007). Optimización del Proceso de Recepción de Recursos. Santiago, Chile: CDT & CChC.

Las principales actividades involucradas en esta etapa se relacionan con la revisión de documentos de despacho, es por esto que se requiere un equipo en bodega que sea organizado, riguroso y responsable con el chequeo y revisión de estos documentos.

Una de las primeras actividades por realizar consiste que al momento de recepcionar los recursos provenientes del proveedor, el equipo de bodega debe realizar el chequeo del tipo de material y las cantidades entregadas, información documentada en la Orden de Compra y Guía de Despacho respectivas al pedido. Es clave que la revisión sea rigurosa tanto física como documental, es por esto que el personal encargado de esta actividad debe estar previamente capacitado e informado del pedido y deberá saber actuar al momento de detectar un error en el tipo de recurso recepcionado o en una guía de despacho.

También es muy recomendable que el Jefe de Bodega evalúe al proveedor con una nota con cierto criterio de evaluación generalizado para todas las obras de la empresa, esto para ir dejando una hoja de vida de cada agente que provee de recursos a la obra. Lo anterior servirá para que en futuras obras exista un historial de cada proveedor y así ir relacionándose siempre con los mejores.

Después de que los documentos y la revisión física de los recursos hayan pasado correctamente la actividad anterior, se realiza el acopio y paralelo e inmediatamente procede realizar el ingreso de los materiales recepcionados al software utilizado por la empresa u obra. Esta información debe ser ingresada siempre que entren y se acopien los recursos con el fin de mantener el stock actualizado y a su vez facilitar la toma de inventarios.

Actualmente las obras se demoran bastante en el periodo de digitalización de los productos entrantes, es importante entonces implementar una herramienta de apoyo tecnológico como una PDA para eliminar totalmente la digitalización y que ingresar los materiales sea una actividad más dinámica y rápida en ejecución, más el apoyo de un software que vaya almacenando los datos y así se mantendrá un stock actualizado en corto plazo y los inventarios no arrojaran errores de tipeo asíéndose solo necesario el ingreso de las guías de despacho en el momento en el que se recepcionan.

Como se mencionó anteriormente, es importante cumplir las recomendaciones de acopio de material entregadas por los proveedores y las necesidades propias del material. Es por esto que se deben respetar al menos las siguientes indicaciones:

1. Ubicación del acopio de fácil acceso
2. Cumplir las recomendaciones del proveedor
3. Cumplir las normas para acopio propias de la obra
4. Controlar el orden en la obra

4) DISTRIBUCIÓN Y ENTREGA

Esta es la etapa final de la cadena logística al interior de una obra de construcción, como se dijo anteriormente su objetivo es hacer llegar los recursos o materiales a los distintos frentes de trabajo, en el momento y lugar adecuado.

Se muestra en la siguiente figura (Figura N° 19: Optimización de la Etapa de Distribución y Entrega) la cadena de tareas o actividades que optimizan la etapa de distribución y entrega de los equipos, herramientas, materiales, que comprende el transporte desde la bodega hasta la faena solicitante. Esta etapa se origina cuando terreno solicita un recurso para llevar a cabo algún determinado trabajo.

La solicitud de recursos también la puede realizar un supervisor o también algún trabajador que le comunique la necesidad, el supervisor tendrá el deber de confirmar de que la necesidad es coherente, según cantidad, destino al cual se dirige y tipo de material. Esto porque es relevante que los supervisores solo entreguen o soliciten entrega de recursos que realmente se necesiten.

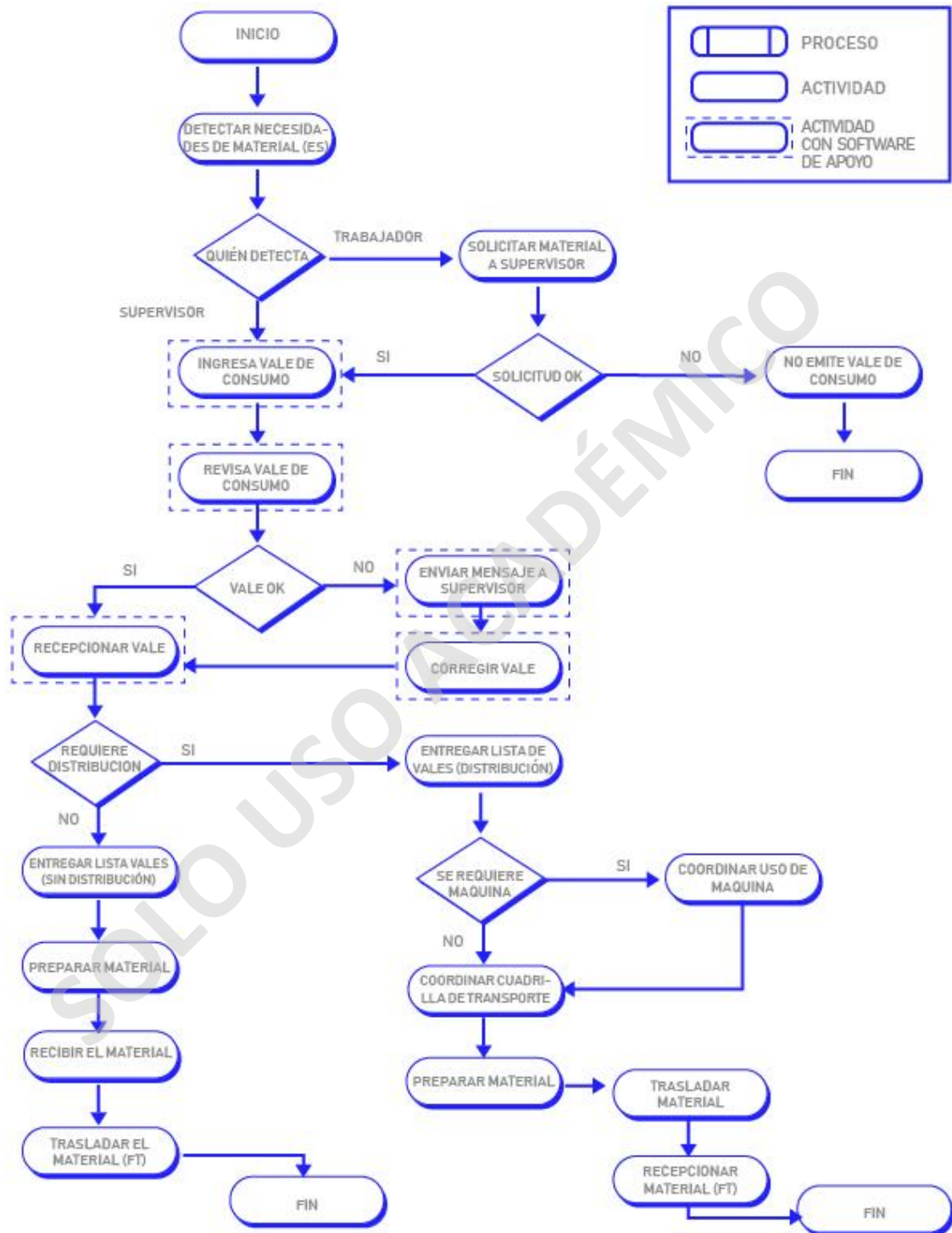
Una actualización necesaria en esta etapa, es dejar de tener que utilizar vales de consumo de recursos en talonarios físicos como se hace hoy en día, y empezar a revolucionar la industria con los vales de consumo de recursos digitales. Estos vales serán administrados por quienes pueden realizarlos y se podrán hacer llegar a bodega mediante PDAs y el sistema WiFi. El sistema Logística CDT tiene un apartado donde entrega un ejemplo de vale de consumo de recursos digital (Figura N° 18: Vale de Consumo Recursos).

Figura N° 18: Vale de Consumo Recursos.

Codigo	Descripción	Cantidad	Unidad
MD-000444	Guardapolvo Melaminico ...	5	Unidad
PG-000007	Pegamento Pvc 250 Cc	1	Unidad

Fuente: 18: CDT. (2007). SISTEMA LOGÍSTICA CDT, Santiago, Chile: CDT & CChC.

Figura N° 19: Optimización de la Etapa de Distribución y Entrega.



Fuente: CDT. (2007). Optimización del Proceso de Distribución y Entrega. Santiago, Chile: CDT & CChC.

Cuando el vale ha sido recepcionado en bodega mediante WiFi, debe ser chequeado por el Jefe de Bodega preferentemente, y este podrá editarlo, aprobarlo o rechazarlo. En este último caso, al ser rechazado el Jefe de Bodega enviará un mensaje desde el PC de bodega donde se recibió el vale y le responderá al PDA de donde el supervisor envió el vale explicando por qué se declinó la solicitud.

Si el vale de consumo es aprobado, se deberá imprimir para que los recursos sean enviados. Si en la obra los recursos son generalmente trasladados por el trabajador directamente, el jefe de bodega o su equipo, separará el material y se preparará para ser entregado al trabajador, y este último deberá firmar la recepción para verificar la entrega en la bodega.

Cabe destacar que se debe tener una cuadrilla de bodega, ya que esto aumentaría mucho más la eficiencia, porque si se tuviera los trabajadores no tendrían que ausentarse de su frente de trabajo. Y generalmente los trabajadores pierden mucho tiempo en ir a retirar los recursos.

Existen varias ventajas de esta optimización, pero las principales son:

1. El vale no llegará incompleto dado que se pueden solicitar campos obligatorios
2. Se evitan errores de digitación en el PC de Bodega
3. Mejoras en la comunicación gracias a los PDAs
4. Se elimina la digitación de Vales de Consumo
5. Se pueden controlar las cantidades de entrega
6. Desde terreno se podrá revisar stock de bodega

Gracias a digitalizar todos estos procesos de entrega y distribución se podrá tener documentación con la cual se podrá medir el nivel de consumo por trabajador y por cuadrilla, también se tendrá documentación de las devoluciones y estado de los vales.

IV.II.III CONSEJOS PARA LA OPTIMIZACIÓN SEGÚN LA CDT²⁰

Dado las visitas que realizó la CDT a las obras, se mencionó anteriormente que en su mayoría eran edificación o construcción aislada en extensión por lo que tenían ciertas similitudes, pero para aquellas que no pertenecen a este tipo de edificación la CDT entrega los siguientes consejos para aumentar la productividad mediante la logística:

a) Identificación de las etapas logísticas que realiza la empresa:

Para comenzar a optimizar los procesos logísticos, primero toca identificar las etapas y actividades que forman parte de la cadena de abastecimiento y establecer sus relaciones.

20. CDT. (2007). *Recomendaciones Especiales. Optimización Logística Interna* (pp. 52-53). Santiago, Chile: CChC.

b) Análisis de las actividades de la cadena:

Esto quiere decir que una vez identificado las etapas se deben analizar las actividades para poder crear un diagrama de flujo de trabajos para llegar a visualizar aquellas zonas de mejora de cada etapa.

c) Tecnologías de apoyo:

Dado que en la industria de la construcción se ha desarrollado en menor medida el uso de las tecnologías de apoyo, es fundamental que las obras y las respectivas empresas realicen el estudio de implementación de estas en las faenas.

d) Estudio de metodología de optimización

La investigación constante de nuevas filosofías o metodologías para mejorar los pilares logísticos, ya que así se podrían abrir nuevas mejoras en procesos.

e) Mejora Continua

Ya que existe siempre competencia en los distintos mercados es importante fomentar la búsqueda de nuevas herramientas, metodologías o tecnologías que permitan mejorar al interior de la empresa.

IV.II.IV HERRAMIENTA DE OPTIMIZACIÓN: KIT DE MATERIALES

Como se mencionó anteriormente a este concepto se le quiso desarrollar más a fondo para así entregar algunos datos al momento de aplicarlo. Es un concepto innovador en el área de la construcción, mientras que en otras es un concepto muy utilizado.

El objetivo de hacer los kits de materiales es entregar los recursos solicitados para realizar una faena en cantidades exactas y en las áreas precisas. Esto quiere decir que al interior de las obras nos podremos encontrar con más de un kit de materiales.

Los Kit deben ser confeccionados por profesionales del área técnica de la obra, ya que estos deben definir según estudios y experiencia que recursos serán agrupados y cuáles serán las cantidades por recinto establecido (depto, salón, casa, pieza, entre otros). Y esta información y documentación debe ser entregada al Jefe de Bodega y este debe transmitir la información a su equipo.

Tabla N° 3: Ejemplo de Kit de Materiales.

ACCESORIOS DE BAÑO TIPO A			
CÓDIGO	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
2104	Perchas	un	2
3010	Jabonera	un	1
1102	Barra cortina	un	1
2606	Portarrollos	un	1
2208	Toallero Argolla	un	2

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede visualizar en la tabla anterior (Tabla N° 3: Ejemplo de Kit de Materiales) los kits pueden estar compuestos por distintos tipos de accesorios o recursos, y que se van agrupando según localización. Esto ayuda ya que al momento de terreno solicitar este kit lo pide como Kit de Accesorios de Baño Tipo A, sin tener que detallar cada tipo de material junto con su código y cantidad ya que toda esa información ya estaría procesada y documentada en el sistema de Bodega.

Entonces la optimización de la logística se maximiza si se van ocupando estos kits, ya que se elimina la digitación y si esto se va llevando también a las órdenes de compra. La obra pediría periódicamente cierto ciclo de repeticiones de kit según avance de obra. Esto

quiere decir que si, por ejemplo, la obra demanda realizar la entrega de 5 baños tipo A cada semana significa que mensualmente se deben entregar alrededor de 20 kit de materiales por lo que para empezar cada mes se debe contar con este stock en bodega.

Si esto se va repitiendo a lo largo de la obra, todo se va volviendo más intuitivo y optimizado con el paso del tiempo, ya que se irán realizando pedidos periódicos que van a ir calzando con la programación de cada obra por lo que se va ir mejorando continuamente. Para la utilización de los kits cabe destacar que se va tener que ir ingresando en cada uno, sus respectivos destinos dentro de la obra, siendo aún más precisos al momento de la distribución.

Estos kits también nos ayudarán a ir reduciendo pérdidas a lo largo de la ejecución de faenas por lo que esta herramienta de optimización va señalando con el paso del tiempo cuál es el stock crítico mensual, trimestral o semestral según exija la gerencia.

Los kits de materiales serán separados según distintos aspectos, y estos los definirá la empresa, esto puede ser por faena (ej: terminaciones), por tipo de material (ej: cementicios), por conjunto de instalación (ej: accesorios). Dependerá netamente del profesional a cargo de la confección de estos.

El cuadro de entrega es un concepto que va de la mano con los kits de materiales ya que tienen un objetivo más o menos similar, pero se diferencian en que este se usa para el orden de los recursos de manera aislada, no agrupados. La figura de a continuación es un ejemplo de cuadro de entrega, en ella se visualizan los componentes de un cuadro. En él va una columna del listado de códigos de los materiales a controlar, luego otra de la descripción de los recursos, luego las unidades de pedido, continua la columna cantidades de unidades y por último la ubicación de entrega al momento de solicitarse.

Aplicación en Terreno, Edificio Vista Walker Martínez:

Al momento de realizar la práctica profesional en obra hecha en el Edificio Vista Walker Martínez construido por la Empresa Convét, filial de Moller & Pérez Cotapos, se me dio la actividad de cubicar los tipos de cementicios por piso para tratar de ir ordenando un kit de materiales en la etapa de terminaciones. Esto se hizo con el fin de saber cuántos y de qué tipo de sacos se debían distribuir en cada piso al momento de ir entrando los distintos subcontratos (ej: ceramistas, yeseros, niveladores de piso, entre otros). Esta cubicación no solo se realiza junto a los profesionales, ya que dado el avance de la obra se podía ir consultando con los supervisores (capataces) cuanto iban consumiendo semanalmente.

La programación de la obra era semanal y dada por el personal a cargo de la planificación y coordinación de partidas (jefe de Last Planner), esto quiere decir que, si el día Lunes entraban los ceramistas al piso, el día Viernes tenían que ir terminándolo, y en el caso de existir un atraso se iba a finalizar el piso los días Sábados. Y así se eliminaban los gastos

excesivos de horas extras en los que se incurrían, ya que el personal de la obra (trabajadores propios de la empresa) dejaban todo el material entre el día Viernes y Lunes distribuido y solo restaba la realización de los trabajos de los subcontratos en la semana.

El ordenamiento de los cementicios comenzó con la cubicación por piso de estos junto al Jefe de Oficina Técnica, y después estos datos fueron corroborados o confirmados en terreno con las consultas correspondientes a los supervisores, llegando a formar la siguiente tabla.

Tabla N° 4: Kit de Cementicios.

CEMENTICIOS CRÍTICOS POR PISO		
CEMENTICIO	UNIDAD	CANTIDAD
Estuco Terraza Barda	Sacos	40
Estuco Rasgos	Sacos	60
Estuco Sobrelosa T.	Sacos	82
Estuco Reparación Sant.	Sacos	22
Maquillaje de Terraza	Sacos	22
Estuco Nivelación de Piso	Sacos	247
Pegamente Cerámico Flex	Sacos	22
Sika Rep	Sacos	22
Sika Grout	Sacos	22

Fuente: Elaboración Propia.

Así fue entregado el kit de materiales al Jefe de Oficina Técnica, y él fue relacionando los distintos materiales con los códigos, y finalmente se mandó el kit a bodega. Antes de la implementación del kit las partidas de sobrelosa y nivelación de piso contaban con grandes atrasos porque las cantidades demandadas no estaban en el lugar y en el momento que se coordinaban.

La implementación de este kit empezó en el mes de Agosto del 2019 y fue controlado su forma de funcionar semanalmente, cumpliendo con las expectativas con las cuales se creó, lo que motivó a la obra a empezar a crear más kit de materiales, afirmando entonces que la creación de esta herramienta se puede realizar una vez la obra está empezada y durante su ejecución, pero se aconseja totalmente que para aumentar aún más su efectividad se debe realizar un estudio antes y durante la ejecución del proyecto.

Este control realizado semanalmente era de la totalidad de la obra, pero principalmente se iban revisando las partidas pertenecientes a las terminaciones, las cuales eran programadas y coordinadas por el Jefe de Coordinación y Planificación de Obra (encargado de la ejecución de la filosofía de trabajo Last Planner). En la figura (Tabla N° 5: Listado de Partidas Controladas) de a continuación se muestra el listado de partidas que se controlaban para mostrar el desempeño del kit, cabe mencionar que también se controlaron otras actividades que eran previas o posteriores al uso de los cementicios para también saber el impacto que tuvo este en las otras actividades.

Tabla N° 5: Listado de Partidas Controladas.

ACTIVIDADES	
Tabiquería Primera Cara	Cerámica Terraza
Instalación AP	Cerámica Pasillo
Picar Muro	Nivelacion de Piso
Yesos Muros	Instalacion de Ventanas
Grada de Barco	Marcos de Ventana
Instalación Eléctrica en Tabiques	Pintura Sello Papel
Tabiquería Segunda Cara y Dinteles	Pintura Interior Closet
Tabiquería Caja Ascensor	Pintura Cielo Grano
Yesos Cielo	Instalacion WC
Impermeabilización Baños	Puertas Acceso
Instalacion Tinas y Receptaculos	Cerradura Puertas Acceso
Impermeabilización Terrazas	Cerradura Puertas Interior
Sobrelosa	Cubiertas de Piedra Baño
Maquillaje Terrazas	Muebles Baño
Tabique Shaft y Vigones	Muebles Cocina
Faldon tinas y Receptaculos duchas	Piso Laminado
Cerámica Baño Piso	Cubiertas de Piedra Cocina
Cerámica Baño Muro	

Fuente: Partidas Controladas, Bitácora de Practica Profesional, Elaboración Propia.
Noviembre 2019.

En la figura (Tabla N° 6: Porcentaje de Cumplimiento) que se muestra a continuación se visualiza la efectividad del kit de materiales, en relación al porcentaje de cumplimiento de

las partidas de terminaciones a las cuales apuntaba la creación del paquete y eran coordinadas por el programa Last Planner entregado también semanalmente. Cabe mencionar que los datos se recopilaban al momento de realizar la Bitácora de la Práctica Profesional²¹

Tabla N° 6: Porcentaje de Cumplimiento.

Mes	Semana XX	% Cumplimiento
Agosto	Semana 33	57%
	Semana 34	53%
	Semana 35	55%
Septiembre	Semana 36	52%
	Semana 37	61%
	Semana 38	57%
	Semana 39	63%
Octubre	Semana 40	65%
	Semana 41	72%
	Semana 42	52%
	Semana 43	46%
	Semana 44	69%
Noviembre	Semana 45	78%
	Semana 46	82%

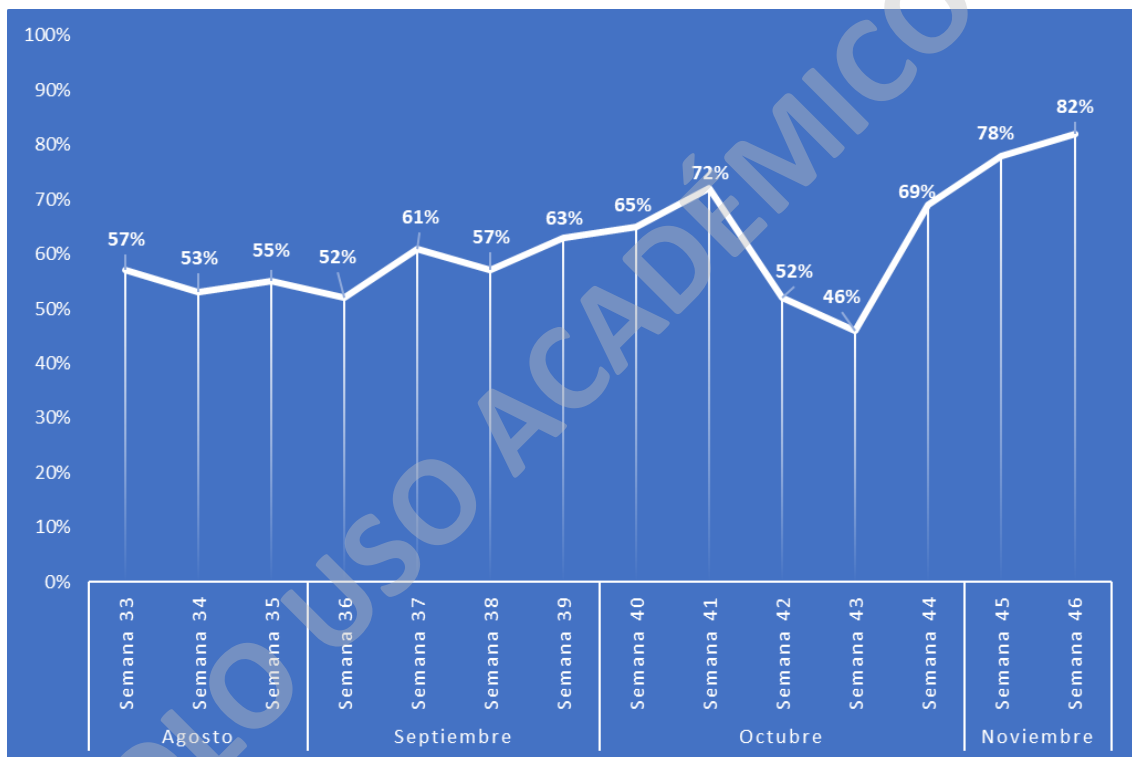
Fuente: Elaboración Propia.

En la imagen anterior se señala que semana partió el estudio del kit, y claramente se puede observar como el porcentaje de cumplimiento va en aumento al pasar las semanas, claro está que el personal debe ir acostumbrándose al uso de estos, quizá por eso no hay un resultado tan inmediato. En la semana 42 de la obra, se produjo el estallido social por lo que el día Viernes 18 quedaron tareas inconclusas las cuales no se pudieron realizar el

21. Bitácora de Practica Profesional: Bastián Ismael Castro M., Elaboración Propia. Noviembre 2019.

Sábado 19. En la semana siguiente nuevamente hubo una baja en el porcentaje ya que los trabajadores no pudieron en su mayoría asistir a la obra haciendo ya un atraso en las actividades evidente y dejando un porcentaje de avance insuficiente a lo que se venía haciendo, pero con clara justificación. Ya en la semana número 44 las tareas se fueron coordinando y planificando según los tiempos disponibles por lo que los porcentajes volvieron a subir hasta la semana número 46 donde se terminó el estudio y se confirmó las ventajas de los kits de materiales.

Figura N° 20: Gráfico de Porcentaje de Cumplimiento Last Planner.



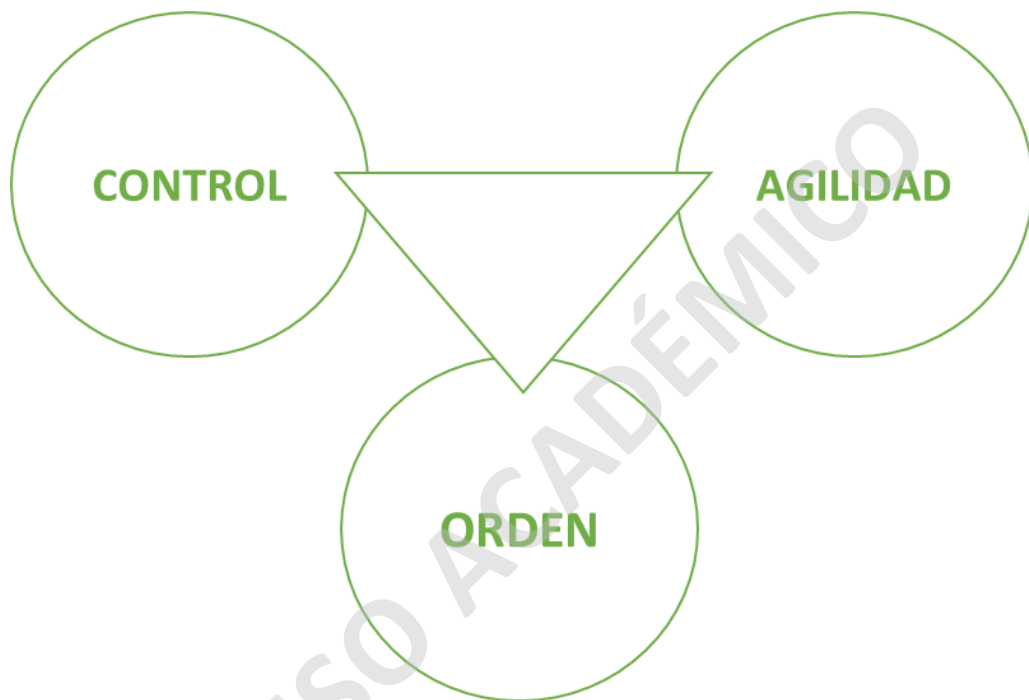
Fuente: Informe de Avance Last Planner, Informe de Avance Semana N° 46, Elaboración Propia, Noviembre 2019.

Cabe mencionar que los anteriores resultados se lograron con un conocimiento básico de los kits de materiales quedando aún mucha profesionalización en la creación de estos. Se lograron sólo con la intención de poder ir agrupando los pedidos para minimizar el uso de maquinarias de transporte ya que los montacargas utilizados estaban con limitaciones en su funcionamiento.

Beneficios de los Kit de Materiales:

A continuación, se mencionarán los principales beneficios del uso de los Kits de Materiales vistos en obra:

Figura N° 21: Principales Beneficios.



Fuente: Elaboración Propia.

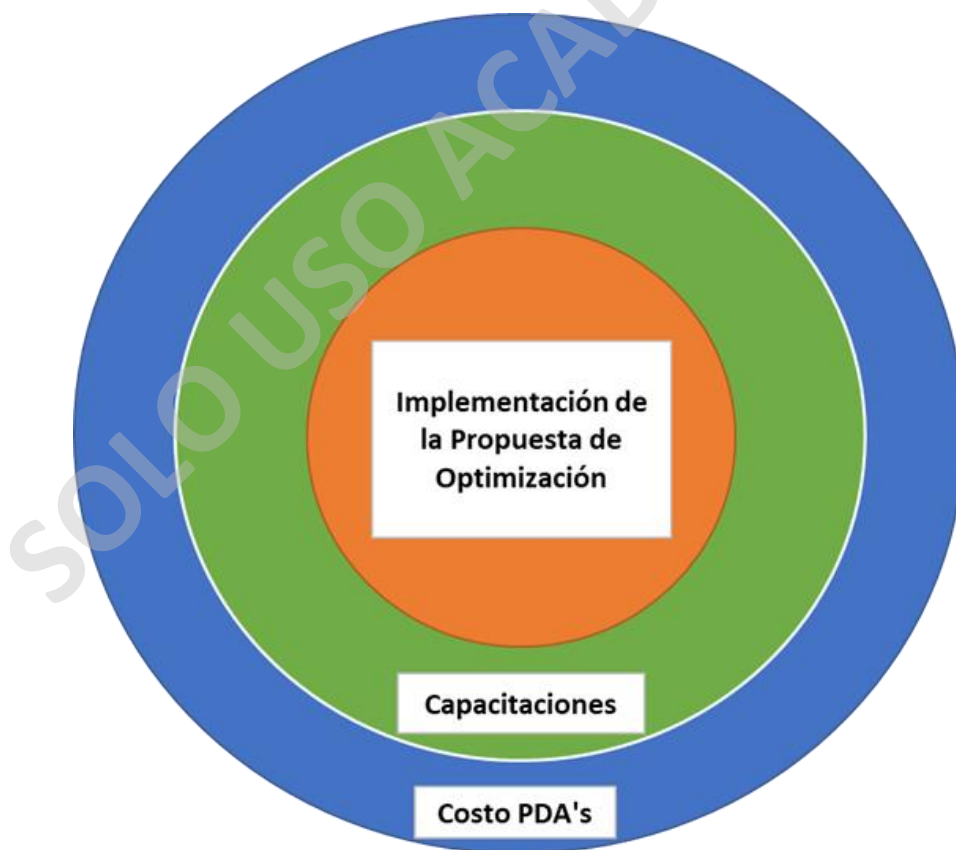
- a) **Control:**
Al pedir los materiales mediante un kit aumenta el control que existe sobre el consumo semanal de los materiales o recursos.
- b) **Agilidad:**
Aumenta la agilidad al momento de solicitar los materiales en el frente de trabajo dado que aumenta la velocidad de creación de vales.
- c) **Orden:**
Es mucho más factible el orden de la bodega y también el orden de las labores del personal de bodega ya que los pedidos son más definidos y estos se pueden distribuir de mejor manera los kits.

V. ESTRUCTURA DE COSTOS

Es importante al momento de proponer metodologías en obra mencionar las aproximaciones de los costos, para entender si realmente la filosofía es viable o no. Para esto hay que identificar bien las variables que se logran identificar al momento de llevar a cabo una nueva herramienta, las principales a considerar son las horas de los profesionales o de los supervisores (capataces) que consumirán las capacitaciones, otro costo es la herramienta de las PDA's a utilizar, las cuales se utilizaran durante todo el proyecto junto a los softwares que soporten la plataforma.

Es importante saber que estos costos se tendrán que cancelar por el lado de las PDA's solo una vez por proyecto, y si se cuidan las plataformas extenderán aún más la vida útil de las mismas. Mientras que las capacitaciones, si se mantiene el personal será una inversión en la cual tampoco se tendrá que volver a invertir dado que ya sabrán lo esencial del uso de los PDA's que se entregarán a cada uno de estos.

Figura N° 22: Círculos de Proporciones.



Fuente: Elaboración Propia.

Cabe destacar que los costos utilizados son estimativos dado estudios en distintos mercados como el nacional y el chino, mediante páginas web de compras mundiales²², mientras que las horas/hombre fueron estimadas mediante páginas nacionales las cuales comparan distintos salarios anuales del cargo de varias empresas del área²³.

V.I COSTOS DE LOS PDA'S

Esta estructura de los costos de los PDA's se definió dado la siguiente relación la cual fue: CARGO – MODELO DE PDA, ya que este implica la parte más influyente de los costos totales se tiene que realizar una diferenciación de los tipos de PDA's que cada puesto debe utilizar, ya que algunos cargos necesitaran más herramientas en su personal digital que otros. Esta diferenciación ayuda a minimizar los costos y también a entregar las herramientas necesarias a cada cargo para que no se generen tampoco pérdidas de tiempo en explicar herramientas las cuales no se utilizaran o el cargo no debiese utilizarlas.

Tabla N° 7: Costos PDA's.

PDA's			
Cargo	Cantidad	Precio Unitario	Total
Administrador	1	\$ 270.000	\$ 270.000
Jefe de Bodega	1	\$ 270.000	\$ 270.000
Oficina Técnica	1	\$ 270.000	\$ 270.000
Jefe de Obra	1	\$ 270.000	\$ 270.000
Oficina de Prevención	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Capaz 1	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Capaz 2	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Capaz 3	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Capaz 4	1	\$ 50.000	\$ 50.000
			\$ 1.330.000

Fuente: Elaboración Propia.

22. AliExpress. (2019). Tecnología:Motorola MC5574. Enero, 2020, de AliExpress Sitio web: https://es.aliexpress.com/wholesale?catId=0&initiative_id=SB_20200223203431&SearchText=Motorola+MC5574
23. Mercado Libre. (2019). PDA: Capturador Datos Android 4g Nfc Pda . Enero, 2020, de Mercado Libre Sitio web: https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-495660545-capturador-datos-android-4g-nfc-pda-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=813891b3-c083-49c6-a624-6775d14d9f45

Cabe destacar que estos PDA's son homologadas con el sistema operativo de Android por lo que son totalmente compatible con otros dispositivos móviles (ej: tabletas, las cuales se empezaron a utilizar en obra estos últimos años) mediante bluetooth o incluso chip NFC (comunicación de campo cercano, el cual permite la comunicación inalámbrica a menos de 20cm). También las PDA's vienen con un sistema de gestión de bodegas dedicadas a ventas al por menor preinstalado, dado que se elimina por el momento el costo de un software el cual se podría instalar sin ningún problema, y este se elimina momentáneamente dado que si se llegase a necesitar se debiese implementar solo en obras que conlleven grandes coordinaciones de partidas, como son las obras civiles (hospitales, aeropuertos, entre otros), pero en el caso de la edificación en altura o de la construcción de viviendas aisladas en extensión, se debe estudiar su costo y definirlo entre gerencia y la administración de la obra.

V.II COSTOS DE LAS CAPACITACIONES

La estructura de los costos asociados a las capacitaciones se hizo mediante dos procesos, la determinación de las horas necesarias para dejar las herramientas de los PDA's claras a utilizar por cargo y la estimación de los costos incurridos por estas horas por profesional. Es por esto que se debieron realizar dos tablas.

Tabla N° 8: Promedios de Sueldos de Profesionales.

Cargo/Sueldo Mes			
Cargo	Cantidad	Precio Unitario	Total
Administrador	\$ 2.500.000	180	\$ 13.889
Jefe de Bodega	\$ 870.000	180	\$ 4.833
Oficina Técnica	\$ 1.300.000	180	\$ 7.222
Jefe de Terreno	\$ 1.500.000	180	\$ 8.333
Oficina de Prevención	\$ 850.000	180	\$ 4.722
Capataz 1	\$ 900.000	180	\$ 5.000
Capataz 2	\$ 900.000	180	\$ 5.000
Capataz 3	\$ 900.000	180	\$ 5.000
Capataz 4	\$ 900.000	180	\$ 5.000

Fuente: Elaboración Propia.

La estimación de los sueldos mensuales como se mencionó anteriormente se hizo mediante un estudio donde se le consultó a las distintas personas relacionadas con las capacitaciones un promedio del salario anual de los profesionales y supervisores.

Tabla N° 9: Costo de Capacitaciones.

Capacitaciones			
Cargo	Cantidad	Precio Unitario	Total
Administrador	10	\$ 13.889	\$ 138.889
Jefe de Bodega	10	\$ 4.833	\$ 48.333
Oficina Técnica	10	\$ 7.222	\$ 72.222
Jefe de Obra	10	\$ 8.333	\$ 83.333
Oficina de Prevención	5	\$ 4.722	\$ 23.611
Capataz 1	5	\$ 5.000	\$ 25.000
Capataz 2	5	\$ 5.000	\$ 25.000
Capataz 3	5	\$ 5.000	\$ 25.000
Capataz 4	5	\$ 5.000	\$ 25.000
			\$ 466.389

Fuente: Elaboración Propia.

Las horas se estimaron según las responsabilidades asociadas a los cargos, dejando a los profesionales que tienen una gran importancia en la cadena de abastecimiento con 10 hrs de capacitaciones dado las herramientas que se deben enseñar y dejar claras, y por el lado de los supervisores se le asignaron 5 hrs dado que las herramientas asociadas a sus PDA's son menores.

V.III COSTOS TOTALES

Ya explicada las estructuras de costos anteriormente, solo queda expresar la tabla de los totales manteniendo las mismas variables en sus dos procesos para que mantenga una coherencia con los estudios realizados.

Tabla N° 10: Costos Totales de la Implementación de la Propuesta.

ESTRUCTURA FINAL					
Recurso	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
PDA	Capturador Datos Android 4g Nfc Pda	un	4	\$ 270.000	\$1.080.000
	Motorola Mc5574	un	5	\$ 55.000	\$ 275.000
Software	-	un	1	-	-
Capacitaciones	Administrador	hr	10	\$ 13.889	\$ 138.889
	Jefe de Bodega	hr	10	\$ 4.833	\$ 48.333
	Oficina Técnica	hr	10	\$ 7.222	\$ 72.222
	Jefe de Obra	hr	10	\$ 8.333	\$ 83.333
	Oficina de Prevención	hr	5	\$ 4.722	\$ 23.611
	Capataz 1	hr	5	\$ 5.000	\$ 25.000
	Capataz 2	hr	5	\$ 5.000	\$ 25.000
	Capataz 3	hr	5	\$ 5.000	\$ 25.000
	Capataz 4	hr	5	\$ 5.000	\$ 25.000

\$ 1.821.389

Fuente: Elaboración Propia.

Al pasar el tiempo y en la permanente evolución digital la que vivimos se espera que estos costos descieran constantemente, siendo ya hoy en día en un costo no muy incidente en la elaboración de un presupuesto por parte de las empresas constructoras, ya que en estos los costos asociados a la implementación de la propuesta de optimización de las bodegas en obra solo se deberán satisfacer una vez.

VI. CONCLUSIÓN

Dado que los atrasos generados por el desabastecimiento no son cubiertos en su totalidad por la implementación de una filosofía de trabajo ya que estas dan soluciones a un nivel macro dejando a un costado los procesos que ocurren dentro o están relacionados con la bodega en obra se hace necesario un plan micro en estos recintos.

Lamentablemente el área de la construcción no ha mostrado grandes avances en el desarrollo de la logística en comparación con otras industrias nacionales. Las empresas pertenecientes a otras áreas como por ejemplo el retail, vitivinícola, pecuaria llevan implementando diferentes herramientas tecnológicas bastante novedosas constantemente, mientras el área de la construcción sus empresas recién le están tomando atención y viendo la repercusión que tiene la logística en distintas etapas de un proyecto.

Dado el estudio se encontró que la gran deficiencia del área ocurre en terreno principalmente, debido que siguen existiendo actividades sin apoyo de tecnologías que ayudarían a no cometer errores, como por ejemplo realizar kit de materiales o realizar vales de consumo digitales. Herramientas las cuales ayudarían a no provocar demoras, aprobaciones engorrosas y dobles digitaciones. Estos errores impactan de gran medida en los avances de obra ya que provocan detenciones de los trabajadores por estar solicitando mediante un vale realizado en terreno y tener que hacerlo llegar hasta bodega pasando por diferentes aprobaciones que quizás son innecesarias.

Hablando de la administración y gestión de la bodega se han ido de a poco utilizando cada vez más softwares para controlar inventarios o gestionar solicitudes de compra en un sistema. Pero por culpa de la gran cantidad de vales realizados y solicitados diariamente se hace necesario un personal que se encargue solo y exclusivamente a digitar los vales realizados en el sistema propuesto por la empresa o proyecto.

La etapa más desarrollada en la industria vendría siendo la referida al abastecimiento o suministro de recursos, ya que no es sorpresa que las empresas ya utilizan el comercio de tipo electrónico (B2B) encontrando acá ya un mercado totalmente amplio de posibilidades de optimización dado que es una herramienta la cual se ha ido mejorando y actualizando constantemente, y está conecta al proveedor directamente con la empresa solicitante, con el fin de comprar y cotizar materiales por la Internet.

Ante lo expuesto anteriormente, con el objetivo de aumentar los beneficios, optimizar y disminuir los recursos utilizados por la industria de la construcción, dado que esto ayudaría a ir mejorando cada vez más los procesos mediante el estudio de las etapas y subetapas de la cadena de flujo, se entrega en esta memoria una propuesta de modelo de optimización de las bodegas de construcción en terreno realizadas en las obras de tipo edificación en altura o viviendas aisladas en repetición, la propuesta está enfocada en las herramientas tecnológicas y principalmente en el uso de kit de materiales como núcleo de

estudio y planificación. Pudiendo así aplicar en terreno uno de estos para validar su rendimiento.

Dado los beneficios vistos en terreno que genera la implementación de las herramientas logísticas, una de las propuestas también es transformar de cierta forma la bodega in situ en una tienda estilo retail de despacho, donde los clientes serían los trabajadores, ya que esto eliminaría el transporte del personal desde terreno a la bodega para retirar recursos. Como se dijo anteriormente también se propone la entrega de los kits de materiales, como ya lo realizan algunas empresas, con los principales objetivos de detectar errores de cubicación durante la realización del proyecto y controlar el consumo de estos recursos para aminorar las pérdidas y así indirectamente disminuir la huella de carbono de las obras ayudando al desarrollo medioambiental que ira imponiendo la legislación del país que será cada vez más estricta ante este tema. Dado los usos y estudios realizados por la CDT, no podría no mencionar y proponer también la utilización de su Software dedicado a la logística llamado Logística CDT (más información en www.CDT.cl), ya que ayuda a los supervisores y profesionales a visualizar el stock desde terreno, permite realizar pedidos de compra en vales digitales y a su vez también permite realizar los vales de consumo. Las PDA's realizadas por la CDT ayudan a poder visualizar los kits realizados por los profesionales encargados o un listado de los recursos que se cubicaron, invitando así a la participación de los supervisores en la creación, lo cual en terreno es fundamental dado que la profesión siempre debe ir de la mano con la experiencia cuando se habla de construcción.

Recomendando el uso de lo anterior dada las experiencias en terreno las cuales se pudieron ir estudiando día tras día dejando resultados prometedores con porcentajes de avance en una escala creciente sin tener que incurrir en grandes inversiones de dinero para lograrlo. Dando como resultado una propuesta prometedora e innovadora dentro de la industria de la construcción.

Las PDA's al ser herramientas tecnologías, están siempre en evolución y con constantes actualizaciones, tanto así que los teléfonos celulares que conocemos hoy en día algunos ya cuentan con herramientas con los lectores de códigos de barras o QR's (utilizados en aeropuertos, tiendas retail, eventos musicales, entre otros), incluso ya implementan la herramienta del chip NFC para poder realizar transferencias de datos de manera inalámbrica y solo con el simple contacto de los aparatos.

Cabe mencionar que el estudio de estas herramientas no termina acá, ya que al ser tan innovador se debiesen estudiar cada una para ir aplicándolas en la construcción constantemente, por ejemplo, se podrían crear criterios para realización de los kits, criterios de medición de rendimiento para el control de estas herramientas, estudiar otras PDA's entre otros.

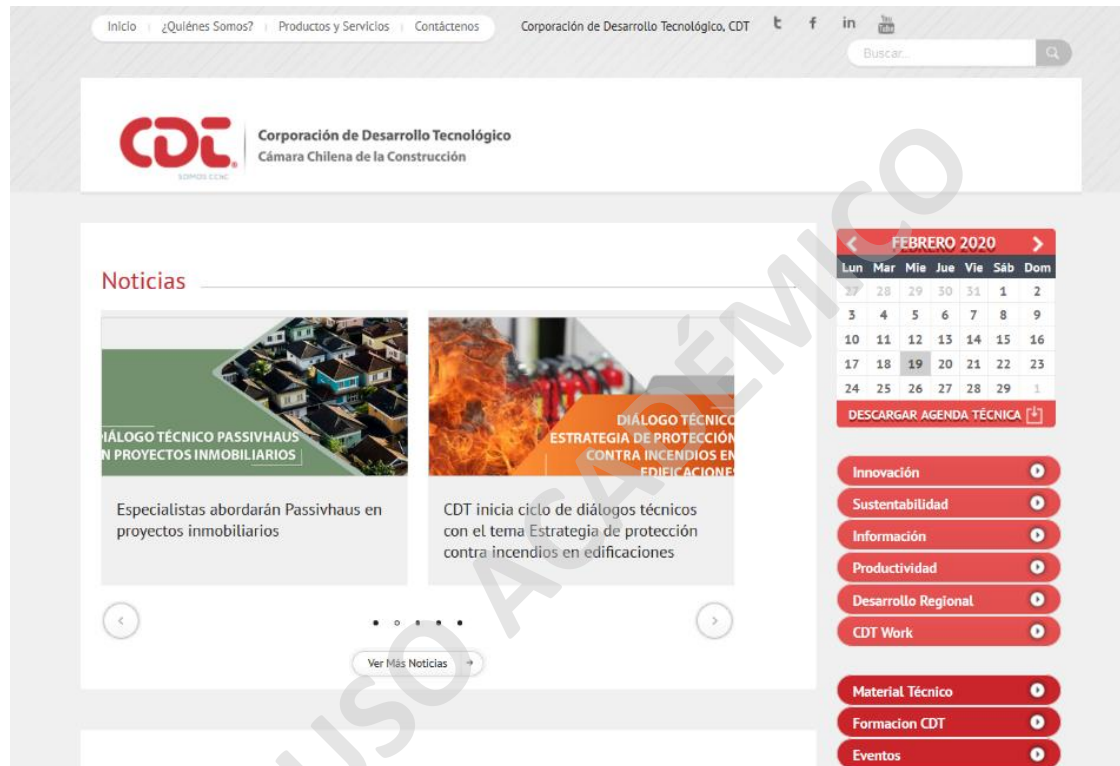
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bastian Hernán Mellado Loch. (2015). Antecedentes. En *Análisis del Estado Actual de Gestión de Bodega en Obras de Construcción de Edificación en Altura*(18). Repositorio de Tesis U. de Chile: Universidad de Chile
2. Escuela de Diseño de Madrid. (2018). Ventajas y Desventajas de Trabajar con BIM. Abril del 2018, de ESDIMA Sitio web: <https://esdimad.com/ventajas-y-desventajas-de-trabajar-con-bim/>
3. Juan Carlos Ordoñez Núñez. (2017). Barreras y factores de éxito. En *Metodología Lean Construction: Hacia una Edificación Eficiente*(7). UMSA: Revista Tecnológica.
4. Bastian Hernán Mellado Loch. (2015). 2.1.2 Lean Construction. En *Análisis del Estado Actual de Gestión de Bodega en Obras de Construcción de Edificación en Altura* (18). Repositorio de Tesis U. de Chile: Universidad de Chile.
5. RAE. (2019). *Dirccionario de la Lengua Española*. Enero 2020, de RAE Sitio web: <https://dle.rae.es/log%C3%ADstico>
6. CDT. (2018). *Diagramas de Flujo del Proceso Logístico en Obras de Construcción*. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/planificacion/>
7. CDT. (2007). *Análisis de Productividad*. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/informe-de-productividad/>
8. CDT. (2010). *Softwares presentes en Obras de Construcción Nacional*. Noviembre 2019, de CDT Sitio web: <https://www.cdt.cl/2006/12/logistica-en-obra/>
9. iConstruye. (2019). *Nosotros*. Noviembre 2019, de iConstruye Sitio web: <https://www.iconstruye.com/portales2/nosotros/>
10. Presto. (2020). *Presupuesto, Cubicaciones, Tiempos y Control de Obras*. Enero 2020, de Presto Sitio web: <https://www.prestosoftware.cl/>
11. Unysoft. (2020). *Nuestra Compañía*. Enero 2020, de Unysoft Sitio web: <https://www.unysoft.cl/quienes-somos/>
12. Especificar. (2019). *Ficha Técnica*. Enero 2020, de CDC Sitio web: <http://www.especificar.cl/fichas/software-erp-para-la-gestion-de-la-construccion>
13. Alvaro Gómez. (Septiembre 2017). *Flexline, Una solución que traspasa fronteras*. Gerencia, <http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=1623&ni=flexline-erp-una-solucion-que-traspasa-fronteras>, 1 de 1.
14. Soltia. (2019). *OPUS, el software de ingeniería de costos, programación y control de obra*. Enero 2020, de Soltia Sitio web: <https://www.soltia.com.mx/blog/noticias-1/post/opus-el-software-de-ingenieria-de-costos-programacion-y-control-de-obra-28>
15. Transeop. (2019). *¿Qué es la logística integral? ¿Cuales son sus ventajas?*. Enero 2020, de Transeop Sitio web: <https://www.transeop.com/blog/LOGISTICA-INTEGRAL-QUE-ES-VENTAJAS/325/>
16. Control Group. (2018). *Logística inversa: concepto, tipos y utilidad*. Enero 2020, de C-Control Sitio web: <https://blog.controlgroup.es/logistica-inversa-concepto-tipos-utilidad/>

16. Leon Cortes Erick. (2009). *Distribución Fluida. En La Administración de la Cadena de Suministro como Herramienta para la Competitividad* (p.30 a p.32). México: Instituto Politécnico Nacional.
17. Debitoor. (2008). *E-Business. Enero 2020, de Debitoor* Sitio web: <https://debitoor.es/glosario/definicion-e-business>
18. Luiggy Avila. (2014). *Cadena de Valor Virtual. Enero 2020, de SlideShare* Sitio web: <https://es.slideshare.net/luiggyavila/cadena-de-valor-virtualexpo>
19. CDT. (2007). *MANUAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN*. Santiago, Chile: CDT & CChC.
20. CDT. (2007). *Recomendaciones Especiales. Optimización Logística Interna* (pp. 52-53). Santiago, Chile: CChC.
21. *Bitácora de Practica Profesional: Bastián Ismael Castro M., Elaboración Propia. Noviembre 2019.*
22. AliExpress. (2019). *Tecnología:Motorola MC5574. Enero, 2020, de AliExpress* Sitio web: https://es.aliexpress.com/wholesale?catId=0&initiative_id=SB_20200223203431&SearchText=Motorola+MC5574
23. Mercado Libre. (2019). *PDA: Capturador Datos Android 4g Nfc Pda . Enero, 2020, de Mercado Libre* Sitio web: https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-495660545-capturador-datos-android-4g-nfc-pda- JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=813891b3-c083-49c6-a624-6775d14d9f4

ANEXOS

1. CDT. (2007). MANUAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA INTERNA EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. Santiago, Chile: CDT & CChC.



2. Encuesta Realizada a Profesionales:

- Etapa 1: Resumen del Proyecto para contextualizar al profesional encuestado.

Resumen de Título	MODELO DE OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICO PARA BODEGAS DE CONSTRUCCIÓN
	Este proyecto de título busca encontrar un método basado en la logística para optimizar los procesos y etapas en las bodegas de construcción. Esta optimización se basará principalmente (dado los estudios realizados), en herramientas tecnológicas como los PDAs (asistentes digitales, principalmente móviles), y también en los kits de materiales, ya que es una herramienta no muy explotada en el área de la construcción, mientras que en otras industrias estas herramientas han mostrado increíbles resultados. El objetivo de esta encuesta es corroborar si para los profesionales es importante y/o necesaria la optimización de las bodegas en obra.

- Etapa 2: Instrucciones de contestación, para garantizar la correcta ejecución de la encuesta.

Instrucciones	
Estimado encuestado, esperando se encuentre bien, le hago llegar la siguiente encuesta con el fin de solicitar información importante para la creación de mi proyecto de título. Muchas gracias por su tiempo. A continuación, se mencionan dos pequeñas instrucciones al momento de querer responder esta encuesta:	
	* Aquellas preguntas que solo sean de doble selección, pintar la opción elegida de color verde.
	* Favor de redactar las explicaciones de las respuestas que se solicitan.

- Etapa 3: Preguntas de identificación y de desarrollo del tema al profesional.

Encuesta		Encuestador: Bastián Castro Morales	
		Respuestas	
Identificación			
1.	Nombre	XXXX XXXX	
2.	Prefesión	XXXX	
3.	Edad	XX	
4.	Empresa	XXX	
5.	¿Obra donde se desempeña?	XXX	
6.	Cargo	XXX	
7.	Número de contacto	XXX	
Desarrollo			
Pregunta 1	¿Usted creé que la construcción debiese modernizarse mediante herramientas tecnológicas de apoyo?	Si, porque	No, porque
		...	...
Pregunta 2	¿Cree que la logística es importante en el área de la construccion?	Si, porque	No, porque
		...	...
Pregunta 3	¿Cree que la bodega en obra forma parte importante del proceso de construcción?	Si	No
		...	...
Pregunta 4	¿Conoce el concepto de PDAs?	Si	No
Pregunta 5	¿Conoce los kits de materiales?	Si	No
Invitación			
Pregunta 6	Si conoce los Kits, ¿los ha utilizado alguna vez, y si es así, como han funcionado en obra?	Si,	No,
		...	...
Pregunta 7	¿Ocuparía los PDAs para realizar pedidos de kit de materiales con el fin de optimizar la cadena de abastecimiento de una obra?	Si	No

- Encuesta N°1: Francisco Pizarro, Arquitecto encargado de la coordinación BIM de las labores constructivas en la ampliación del Aeropuerto Carrier Sur ubicado en Concepción, Chile.

Identificación

1. Nombre: **Francisco Pizarro**
2. Profesión: **Arquitecto**
3. Edad: **32**
4. Empresa: **Icafal**
5. Obra donde se desempeña: **Aeropuerto Carrier Sur**
6. Cargo: **BIM Manager**
7. Número de contacto: **+56 9 5659 2689**

Desarrollo

1. ¿Usted creé que la construcción debiese modernizarse mediante herramientas tecnológicas de apoyo?:
Rp: Sí, porque los procesos involucrados en ella son altamente industrializables y la oportunidad de mejora es altísima con costos de implementación bajo.
2. ¿Cree que la logística es importante en el área de la construcción?
Rp: Sí, porque la logística permite nutrir a la obra de insumos y materiales, sin ella no es posible realizarla. Mientras más fluido el flujo de materiales menos retrasos se presentan. Además, mientras más industrializado y prefabricados los materiales mejor calidad se consigue.
3. ¿Cree que la bodega en obra forma parte importante del proceso de construcción?
Rp: Si, porque tener los insumos en cantidades y tiempos correctos es vital para cumplir plazos programados a la hora de construir.
4. ¿Conoce el concepto de PDAs?
Rp: Sí.
5. ¿Conoce los kits de materiales?
Rp: Sí.

Invitación

6. Si conoce los Kits, ¿los ha utilizado alguna vez, y si es así, como han funcionado en obra?
Rp: Sí, los conozco, pero no los he utilizado.
7. ¿Ocuparía los PDAs para realizar pedidos de kit de materiales con el fin de optimizar la cadena de abastecimiento de una obra?
Rp: Sí.

- Encuesta N°2: Vicente Andreani, es el profesional de terreno que se desempeña en el proyecto de Miradores de la Dehesa.

Identificación

1. Nombre: **Vicente Andreani**
2. Profesión: **Constructor Civil**
3. Edad: **28**
4. Empresa: **Constructora SAE**
5. Obra donde se desempeña: **Praderas de la Dehesa/Camino Turístico/Miradores de la Dehesa**
6. Cargo: **Profesional de Terreno**
7. Número de contacto: **+56 9 4855 2013**

Desarrollo

1. ¿Usted creé que la construcción debiese modernizarse mediante herramientas tecnológicas de apoyo?:
Rp: Sí, porque con herramientas más nuevas y tecnológicas se disminuyen los porcentajes de errores y ayudan a poder ejecutar los trabajos más precisos.
2. ¿Cree que la logística es importante en el área de la construcción?
Rp: Sí, porque su funcionamiento de forma eficiente permite tener los materiales en obra en los momentos necesarios sin ocuparnos de tantos espacios en las bodegas.
3. ¿Cree que la bodega en obra forma parte importante del proceso de construcción?
Rp: Si, porque esta cumple la función de resguardar y proveer los distintos recursos necesarios para edificar.
4. ¿Conoce el concepto de PDAs?
Rp: No.
5. ¿Conoce los kits de materiales?
Rp: No.

Invitación

6. Si conoce los Kits, ¿los ha utilizado alguna vez, y si es así, como han funcionado en obra?
Rp: No, no los conozco, pero los he escuchado que se pueden implementar de una manera muy fácil en obra.
7. ¿Ocuparía los PDAs para realizar pedidos de kit de materiales con el fin de optimizar la cadena de abastecimiento de una obra?
Rp: Sí, aunque no los conozco, pero si esto sirve para potenciar las habilidades que pueda ejercer la bodega y más encima implica la utilización de apoyo tecnológico se hace más que una posibilidad de utilización una obligación.