

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



Diseño de un Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales, Caso Constructora Inarco S.A.

Por

José Miguel Cáceres Zúñiga

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Aldo Cea

Mayo, 2015

Dedicatoria

Dedico esta memoria, a mis padres Miguel e Ingrid, quienes me han acompañado desde mi concepción hasta el fin de mis estudios universitarios de pregrado.

“En un mundo cada vez más cambiante en que tenemos edificios más altos y temperamentos más cortos; casas más grandes, pero familias más pequeñas; tenemos más títulos, pero menos sentido común; más conocimiento, pero menos criterio; y más expertos, pero más problemas... Nosotros como ingenieros civiles industriales estamos para detectar problemas y tratar de solucionarlos, creyendo así que debemos comenzar primero por casa y mirar hacia nuestro entorno”.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a Dios, la virgen María y santa Gemita, por acompañarme espiritualmente en lograr mi sueño de ser Ingeniero Civil Industrial.

A mis padres, Miguel e Ingrid, por su apoyo incondicional, por formarme con valores y herramientas que contribuyan a ser una persona y profesional con sentido común para resolver problemas de mi entorno y el mío propio.

A mi hermana María Ignacia, por su compañía y sacarme siempre una sonrisa.

A mis abuelos por su confianza y enseñarme el sentido que tiene la vida.

Al profesor Aldo Cea, por su orientación, disposición y exigencia en la realización de esta memoria.

A todos los trabajadores de Constructora Inarco S.A., específicamente a las obras 415 y 450, por facilitarme toda información necesaria para desarrollar con éxito esta memoria.

Índice

Glosario	8
Lista de abreviaturas y siglas.....	10
Lista de figuras	11
Lista de tablas	13
Resumen	15
Capítulo 1. Introducción a la problemática	17
1.1. Marco referencial de la empresa	17
1.1.1. Proveedor Peri Chile Ltda.....	18
1.1.2. Softwares que participan en el proceso.....	19
1.2. Justificación del problema	19
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
1.4. Resultados esperados.....	20
1.5. Metodología.....	20
1.6. Declaración de requerimientos de Inarco S.A.....	21
Capítulo 2. Marco Teórico	22
2.1. Andamios y moldajes muro contra terreno metálicos	22
2.1.1. Andamios.....	22
2.1.2. Moldajes muro contra terreno.....	24
2.1.2.1. Encofrado modular Domino	24
2.1.2.2. Encofrado modular Handset	25
2.1.2.3. Encofrado para muros con vigas GT-24	25
2.1.2.4. Escuadras SB	26
2.2. Logística tradicional.....	27
2.3. Logística inversa o reversa	28
2.4. Logística tradicional versus logística inversa	29
2.5. Diseño del producto y desensamblaje	30
2.6. Indicadores de desempeño logístico.....	30

2.7. Gestión de inventarios.....	31
2.8. Herramienta hoja de control	34
2.9. Herramienta diagrama espina de pescado	34
2.10. Herramienta diagrama de flujo	34
2.11. Herramienta gráfico de control p	35
2.12. Promedio, desviación estándar y varianza.....	36
2.13. Valor Actual Neto (VAN)	37
Capítulo 3. Análisis de la situación actual de Inarco S.A.....	39
3.1. Indicadores de desempeño logístico.....	39
3.2. Seguimiento de los procesos actuales	41
3.2.1. Proceso de pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno.....	41
3.2.2. Proceso de cotización y solicitud de arriendo de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno.....	42
3.2.3. Proceso de recepción e ingreso de pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno	43
3.2.4. Proceso de solicitud de arriendo de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno fuera de contrato	45
3.2.5. Proceso de ensamblaje de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno.....	48
3.2.6. Proceso de desensamblaje de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno.....	49
3.2.7. Proceso de devolución de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno a tiempo.....	52
3.2.8. Proceso de devolución de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno fuera de contrato	53
3.2.9. Procesamiento de facturas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno.....	55
3.3. Arriendo de Andamios a Peri Chile Ltda.	57
3.4. Arriendo de Moldajes Muro Contra Terreno a Peri Chile Ltda.....	61
3.5. Gráficos de control de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno	66
3.6. Costos totales de multas y por mantenimiento	69
3.7. Costo presupuestado versus costo real	70
3.8. Análisis del problema y sus causas	70
3.9. Conclusiones del capítulo 3.....	75
Capítulo 4. Análisis de la demanda y el tiempo	76
4.1. Análisis de la demanda.....	76
4.2. Levantamiento de los tiempos	77
4.3. Distribución de probabilidades de tiempos	81

4.4. Conclusiones del capítulo 4.....	89
Capítulo 5. Diseño del modelo propuesto	90
5.1. Modelo de situación actual en Arena	90
5.2. Resultados de la situación actual	105
5.2.1. Colas en la situación actual.....	105
5.2.2. Recursos en la situación actual	107
5.3. Validación de los resultados	107
5.3.1. Colas en 120 días	108
5.3.2. Recursos en 120 días	110
5.4. Propuesta de mejora	110
5.4.1. Colas de la propuesta de mejora	111
5.4.2. Recursos de la propuesta de mejora	113
5.5. Estrategia del sistema.....	113
5.6. Sistema combinado MRP y JIT	114
5.7. Conclusiones del capítulo 5.....	116
Capítulo 6. Evaluación económica	118
6.1. Situación actual.....	118
6.1.1. Archivo de inventario.....	118
6.1.2. Archivo de multas por atraso	119
6.1.3. Archivo de multas por pérdidas	119
6.1.4. Archivo de multas por limpieza.....	119
6.1.5. Archivo de costos por mantenimiento.....	119
6.1.6. Totales de la situación actual	120
6.2. Propuesta de mejora	120
6.2.1. Ahorros para el proyecto	122
6.2.2. Inversiones para el proyecto	123
6.2.3. Capacitaciones para el proyecto.....	125
6.2.4. Flujo de caja para el proyecto	125
6.2.5. Análisis de sensibilidad para el proyecto.....	127
6.3. Rechazar propuesta de inversión inicial en periodo 0.....	129
6.4. Rechazar propuesta de contratar 7 Jefes de Bodega	130
6.5. Conclusiones del capítulo 6.....	131

Capítulo 7. Conclusiones generales y recomendaciones.....	132
Bibliografía.....	135
Anexos	136
Anexo A: Archivo de inventario situación actual.....	136
Anexo B: Archivo de multas por atraso situación actual	141
Anexo C: Archivo de multas por pérdidas situación actual	146
Anexo D: Archivo de multas por limpieza situación actual.....	151
Anexo E: Archivo de costos por mantenimiento situación actual	156
Anexo F: Ejemplo guía de despacho electrónica (SII).....	161
Anexo G: Ejemplo factura electrónica (ERP sistema ISIS)	163
Anexo H: Tabla β (Damodaran, 2011).....	164
Anexo I: Cálculo del Retorno Esperado del Mercado, $E(R_m)$	167

Glosario

Acoples: unión de dos piezas de manera que encajen perfectamente.

Anclar: sujetar algo firmemente al suelo.

Asa: parte que sobresale del cuerpo de ciertos componentes o recipientes que sirve para sujetarlo.

Buckets: lugar donde se apila la carga como canastillos y pallets.

Cancha: espacio llano y despejado para depositar ciertos objetos de construcción.

Confiabilidad: porcentaje de muestras en el que se quiere que el intervalo de confianza comprenda un valor poblacional.

Costo de oportunidad: costo que permite valorar de la mejor opción que no se concreta o al costo de una inversión que se realiza con recursos propios y que hace que no se materialicen otras inversiones posibles. Se mide por la rentabilidad esperada de los fondos invertidos en el proyecto.

DIN 18202: norma europea de tolerancias en edificaciones.

DIN 18218: norma europea para la distribución de presiones experimentales en hormigones secos o rígidos.

Distribución de probabilidad beta: distribución de probabilidad continua en el intervalo cerrado $0 \leq y \leq 1$. Generalmente es utilizada para fracciones de tiempo de reparaciones.

Distribución de probabilidad gamma: distribución de probabilidad continua con dos parámetros k y λ cuya función de densidad para valores $x > 0$.

Distribución de probabilidad logarítmica normal: distribución de una variable aleatoria cuyo logaritmo está normalmente distribuido.

Distribución de probabilidad triangular: distribución continua que tiene un valor mínimo a , un valor máximo b y una media c .

Distribución de probabilidad uniforme: es cuando las probabilidades son las mismas para todos los posibles resultados, desde el mínimo de a hasta el máximo de b .

EN 12811: norma europea de equipamiento para trabajos temporales de obra como andamios.

Ergonómico: relacionado a la capacidad y la psicología del hombre con su trabajo y la maquinaria o equipo que maneja, y trata de mejorar las condiciones que se establecen entre ellos.

Factura electrónica: documento contable y digital legalmente válido como medio de respaldo de las operaciones comerciales entre contribuyentes y, por lo tanto, reemplaza a las facturas tradicionales de papel. Se detallan los costos totales y sirve en términos del IVA (Impuesto al Valor Agregado) para la validez ante el SII (Servicio de Impuestos Internos).

Feedback: retroalimentación entre diferentes procesos.

Flexibilidad: capacidad para doblarse sin romperse.

Flexión: tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal como las vigas.

Guía de despacho electrónica: documento digital y de transporte de mercaderías entre el lugar de venta o arriendo y el domicilio de quien las adquiere, la emisión obliga en postergar el otorgamiento de la factura y cuando no se trasladen bienes que no importan venta. No tiene indicación de impuesto y sirve sólo para verificar la existencia de mercaderías de una empresa cuando se realiza el inventario. Sólo indica cantidad, artículos y precio unitario.

Grados de libertad: es el número de observaciones menos el número de parámetros estimados.

Optimizar: búsqueda de la mejor manera de realizar una actividad.

Productividad: incremento o disminución de los rendimientos finales en función de los factores productivos.

P-valor: menor nivel de significancia al cual se puede rechazar la hipótesis nula. De manera equivalente, el mayor nivel de significancia al cual no se puede rechazar la hipótesis nula.

Rentabilidad: capacidad de rentar o producir un beneficio o ganancia suficiente.

Resistencia: capacidad para resistir o aguantar una oposición a la acción de la fuerza.

Utilidad neta: utilidad resultante después de restar y sumar de la utilidad operacional, los gastos e ingresos no operacionales respectivamente, los impuestos y la Reserva legal.

Lista de abreviaturas y siglas

A = Andamio.

BOM = Bill of Materials ó Lista de Materiales.

coef. = coeficiente.

CAPM = Capital Asset Pricing Model ó Modelo de Valorización de Activos de Capital.

ERP = Enterprise Resource Planning ó Sistema de Planificación de Recursos Empresariales.

FIFO = First In Time Out ó Primera Entrada es la Primera Salida.

HH = Horas Hombre.

JIT = Just In Time ó Justo a Tiempo.

IVA = Impuesto al Valor Agregado.

KN = Kilo Newton.

LC = Límite Central.

LCI = Límite Control Inferior.

LCS = Límite Control Superior.

m = metro.

MMCT = Moldaje Muro Contra Terreno.

MPS = Master Production Schedule ó Plan Maestro de la Producción.

MRP = Materials Requirement Plannig ó Planificación de Requerimiento de Materiales.

p = página.

pp. = páginas.

TI = Tecnologías de Información.

TPS = Sistema de Procesamiento de Transacciones.

s.f. = sin fecha.

SII = Servicio de Impuestos Internos.

VAN = Valor Actual Neto.

Lista de figuras

Figura 1 - Contratos consolidados de Inarco S.A.	18
Figura 2 - Andamio.....	23
Figura 3 - Encofrado modular Domino.....	24
Figura 4 - Encofrado modular Hanset.....	25
Figura 5 - Encofrado para muros con vigas GT-24	26
Figura 6 - Escuadras SB.....	27
Figura 7 - Logística tradicional	28
Figura 8 - Cadena de suministro tradicional versus inversa.....	29
Figura 9 - Logística tradicional versus inversa.....	29
Figura 10 - Push Philosophy	32
Figura 11 - Pull Philosophy.....	33
Figura 12 - Símbolos del Diagrama de Flujos.....	35
Figura 13 - Pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno.....	42
Figura 14 - Cotización y solicitud de arriendo de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno	43
Figura 15 - Recepción e ingreso de pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno	45
Figura 16 - Solicitud de arriendo de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno fuera de contrato ...	47
Figura 17 - Ensamblaje de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno	49
Figura 18 - Desensamblaje de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno	51
Figura 19 - Devolución de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno a tiempo	53
Figura 20 - Devolución de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno a destiempo	55
Figura 21 - Procesamiento de facturas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno	57
Figura 22 - Entrega de piezas de andamios alquiladas para Obra 415.....	58
Figura 23 - Devolución de piezas de andamios alquiladas para Obra 415.....	59
Figura 24 - Entrega de piezas de andamios alquiladas para Obra 450.....	60
Figura 25 - Devolución de piezas de andamios alquiladas para Obra 450.....	61
Figura 26 - Entrega de piezas de moldajes muro contra terreno alquiladas para Obra 415	62
Figura 27 - Devolución de piezas de moldajes muro contra terreno alquiladas para Obra 415	63
Figura 28 - Entrega de piezas de moldajes muro contra terreno alquiladas para obra 450.....	64
Figura 29 - Devolución de piezas de moldajes muro contra terreno alquiladas para Obra 450	65
Figura 30 - Control de andamios en Obra 415	67
Figura 31 - Control de moldajes muro contra terreno en Obra 415.....	67
Figura 32 - Control de andamios en Obra 450	68
Figura 33 - Control de moldajes muro contra terreno en Obra 450.....	68
Figura 34 - Diagrama espina de pescado	74
Figura 35 – Recepción de requerimientos de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno ..	82
Figura 36 - Solicitud de pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno.....	83
Figura 37 - Aprobación de Andamios.....	84
Figura 38 - Aprobación de Moldajes Muro Contra Terreno	85

Figura 39 - Orden de arriendo de andamios	86
Figura 40 - Orden de arriendo de moldajes muro contra terreno.....	87
Figura 41 – Recolección de piezas de andamios	88
Figura 42 – Recolección de piezas de moldajes muro contra terreno.....	88
Figura 43 - Modelo de simulación situación actual en Arena	90
Figura 44 – Recepción de requerimientos.....	91
Figura 45 - Diferenciación de las piezas	92
Figura 46 - Distinguir el número de piezas	92
Figura 47 - Asignación de clase de piezas de moldajes muro contra terreno.....	93
Figura 48 - Asignación de clase de piezas de andamios	93
Figura 49 - Primera parte del diagrama de procesos situación actual.....	94
Figura 50 - Solicitud pedido de piezas.....	95
Figura 51 - Aprobación piezas andamios.....	96
Figura 52 - Aprobación piezas moldajes muro contra terreno	97
Figura 53 - Segunda parte del diagrama de procesos situación actual.....	97
Figura 54 - Órdenes arriendo piezas andamios	98
Figura 55 - Guardar órdenes andamios	98
Figura 56 - Órdenes arriendo piezas moldajes muro contra terreno	99
Figura 57 - Guardar órdenes moldajes muro contra terreno.....	99
Figura 58 - Agrupar la llegada de ordenes en Obra	100
Figura 59 - Asignación de clase de piezas andamios 2.....	100
Figura 60 – Recolección piezas de andamios.....	101
Figura 61 - Órdenes devolución piezas andamios	101
Figura 62 - Guardar órdenes andamios 2.....	102
Figura 63 - Asignación de clase de piezas moldajes muro contra terreno 2	102
Figura 64 – Recolección piezas de moldajes muro contra terreno	103
Figura 65 - Órdenes devolución piezas moldajes muro contra terreno.....	103
Figura 66 - Guardar órdenes moldajes muro contra terreno 2.....	104
Figura 67 - Proveedor Peri Chile Ltda.....	104
Figura 68 - Órdenes arriendo en obra	104
Figura 69 - Modelo de simulación en 120 días	108
Figura 70 – Procesos básicos en Arena.....	110
Figura 71 – Recursos en Arena	111
Figura 72 - Modelo de simulación propuesta de mejora.....	111
Figura 73 - Sistema etiquetado Kanban para piezas Moldajes Muro Contra Terreno	114
Figura 74 - Estrategia de manejo de Andamios y Moldajes Muro Contra Terreno a través del Sistema Combinado MRP y JIT	116
Figura 75 - Sistema etiquetado Kanban piezas Andamios.....	121
Figura 76 - Supermercado de piezas de Andamios.....	122

Lista de tablas

Tabla 1 - Grupo Inarco S.A.....	17
Tabla 2 - Antecedentes generales de Inarco S.A.	18
Tabla 3 - Errores de pronóstico de demanda devuelta.....	39
Tabla 4 - Costo promedio de orden de arriendo.....	39
Tabla 5 - Entregas a tiempo por parte del proveedor.....	40
Tabla 6 - Devoluciones a tiempo por parte de la constructora.....	40
Tabla 7 - Plazo de aprovisionamiento en obras de edificios residenciales.....	40
Tabla 8 - Resultados de la Figura 22.....	58
Tabla 9 - Resultados de la Figura 23.....	59
Tabla 10 - Resultados de la Figura 24.....	60
Tabla 11 - Resultados de la Figura 25.....	61
Tabla 12 - Resultados de la Figura 26.....	62
Tabla 13 - Resultados de la Figura 27.....	63
Tabla 14 - Resultados de la Figura 28.....	64
Tabla 15 - Resultados de la Figura 29.....	65
Tabla 16 - Costo total de multas por atraso.....	69
Tabla 17 - Costo total de multas por pérdidas de piezas.....	69
Tabla 18 - Costo total de multas por limpieza.....	69
Tabla 19 - Costo total de mantenimiento.....	70
Tabla 20 - Costo presupuestado versus costo real.....	70
Tabla 21 - Parámetros de Correlación Pearson.....	76
Tabla 22 - Coeficiente correlación de Andamios.....	76
Tabla 23 - Coeficiente correlación de Moldajes Muro Contra Terreno.....	77
Tabla 24 - Tiempos de procesos de arribo relacionados a Andamios.....	78
Tabla 25 - Tiempos de procesos de devolución incompleta relacionados a Andamios.....	79
Tabla 26 - Tiempos de procesos de arribo relacionados a Moldajes Muro Contra Terreno.....	79
Tabla 27 - Tiempos de procesos de devolución incompleta relacionados a Moldajes Muro Contra Terreno.....	81
Tabla 28 - Cuadro comparativo Simulado versus Real.....	105
Tabla 29 - Tiempo promedio de espera de la situación actual.....	105
Tabla 30 - Cantidad promedio en espera de la situación actual.....	106
Tabla 31 - Recursos en la situación actual.....	107
Tabla 32 - Tiempo promedio de espera en 120 días.....	108
Tabla 33 - Cantidad promedio en espera en 120 días.....	109
Tabla 34 - Recursos en 120 días.....	110
Tabla 35 - Tiempo promedio de espera de la mejora.....	111
Tabla 36 - Cantidad promedio en espera de la mejora.....	112
Tabla 37 - Recursos de la mejora.....	113
Tabla 38 - Totales de la situación actual.....	120

Tabla 39 - Totales de la propuesta de mejora.....	121
Tabla 40 - Jefe de Bodega.....	122
Tabla 41 - Mano de obra por contratar	123
Tabla 42 - Proveedores Inarco S.A.....	124
Tabla 43 - Flujo de caja para el proyecto.....	126
Tabla 44 - Escenario 1 Análisis de Sensibilidad	127
Tabla 45 - Escenario 2 Análisis de Sensibilidad	128
Tabla 46 - Escenario 3 Análisis de Sensibilidad	128
Tabla 47 - Escenario 4 Análisis de Sensibilidad	128
Tabla 48 - Flujo de caja para inversiones en periodo 0.....	129
Tabla 49 - Flujo de caja si se contratan 7 Jefes de Bodega	130

Resumen

En Chile, las constructoras son vacilantes al emplear nuevos sistemas de información que permitan reducir los costos y tiempos de construcción. A causa de que las empresas constructoras son altamente conservadoras y adversas al riesgo; no se han encontrado en la necesidad de mejorar sus procesos, ya que la rentabilidad obtenida es satisfactoria; y sus competidores son altamente conservadores a los cambios. (Ghio & Bascuñan, 2012).

Actualmente, en Constructora Inarco S.A. se registra una disminución en las utilidades en sus últimas obras de edificios residenciales (obras 415 y 450). Sólo por concepto de andamios y moldajes muro contra terreno, este indicador ha caído en un 3,9%. Debido a un aumento en los costos de multas y de mantenimiento, a raíz del problema de devolución a destiempo de piezas al proveedor Peri Chile Ltda.

Esta memoria pretende investigar la situación actual de la constructora, en cuanto a sus procesos, archivos de inventario, órdenes de arriendo y KPI's. Realizar un levantamiento de requerimientos de los usuarios de las obras, para determinar el tiempo óptimo de entrega y devolución de piezas. Además, estimar la demanda y distribución de probabilidades de los tiempos involucrados en las tareas de andamios y de moldajes muro contra terreno.

De acuerdo a las condiciones que se mencionaron, se requiere diseñar un sistema de devolución de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno en obras de edificios residenciales. Esto es levantar requerimientos para reducir la devolución a destiempo de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno, proponer un modelo logístico, validar el sistema propuesto sobre la base de datos reales de obras de construcción de edificios residenciales y proponer recomendaciones para mejorar el cumplimiento de programas con el proveedor.

La solución propuesta es modificar el IConstruye, traduciendo la simulación en Arena Rockwell y planillas en Excel para que toda la información se encuentre en línea y no en archivadores. Es decir, Archivo de Inventario en línea, Lista de Piezas en línea y Órdenes de Arriendo electrónicas. Con este sistema combinado MRP y JIT, bajo la modalidad FIFO, al cuarto mes se completan las 68 órdenes de arriendo correspondiente a las 4.310 piezas de andamios y 9.544 piezas de moldajes muro contra terreno, y hasta el octavo mes se terminaría con la devolución de piezas agrupadas en órdenes de arriendo.

Además con la contratación de un Analista de inventarios y Programador en IConstruye y SQL Server para el desarrollo de este proyecto, el Jefe de Bodega quien dedica 0,95 (horas/día) para Solicitud de pedido y Control de arriendo de órdenes de andamios y de moldajes muro contra terreno en archivadores, eliminar esta tarea se traduciría en un ahorro operacional de \$786.866. Tiempo y cifra que podría utilizarse sólo para tareas estratégicas y tácticas.

En conclusión, todo el dinero que el sistema ha invertido en adquirir las piezas, conlleva a un ahorro de \$12.689.022 (obra 415) y \$12.345.604 (obra 450), convirtiendo el inventario en una utilidad neta de 3,9% por cada obra de edificio residencial de constructora Inarco.

Palabras claves: logística reversa, demanda dependiente, andamios, moldajes muro contra terreno, MRP y JIT, Arena, IConstruye.

Capítulo 1. Introducción a la problemática

1.1. Marco referencial de la empresa

Constructora Inarco S.A. (cerrada) es una empresa que produce, desarrolla y comercializa el negocio de la construcción e inmobiliario, con más de 30 años de experiencia en el mercado chileno e internacional.

Fue fundada en 1983 y actualmente ha construido más de 4.250.000 (m²), en las áreas de Inmobiliaria, Comercial, Edificación, Centros de Distribución, Industrial y Agroindustrial. Además cuenta con empresas relacionadas para atender demandas asociadas al rubro de la construcción.

Las empresas que pertenecen al Grupo Inarco S.A. son:

Tabla 1 - Grupo Inarco S.A.

Empresa	Descripción
Inmobiliaria PINAMAR S.A.	Empresa de inversiones dedicada a la gestión de fondos para el negocio inmobiliario.
MATEK S.A.	Fabricación industrializada de cercas para el sector Agro-Industrial en base a tecnología de placas dentadas. Empresa estratégica por lo que no comercializa sus productos en el mercado.
GREINCO S.A.	Fabricación industrializada de soluciones de hormigón, especialmente para la Agro-Industria.
Inmobiliaria ANDES S.A.	Inmobiliaria orientada a la construcción de edificios residenciales y de oficinas así como de Centros de Bodegaje y Logística. Evalúa los proyectos. Controla la construcción. Entrega los proyectos y se responsabiliza de la post-venta.
FAMIN LTDA.	Arriendo de maquinarias para la construcción. Servicio integral con profesionales capacitados. Marcas, de prestigio internacional, garantizan la calidad.
Área Internacional	INARCO se encuentra en Perú desde 2008 y mantiene asesoría constante en Argentina.

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

De la Tabla 1, se destaca la Inmobiliaria Andes S.A. orientada a la construcción de edificios residenciales.

A continuación se señalan los antecedentes generales de la constructora:

Tabla 2 - Antecedentes generales de Inarco S.A.

NOMBRE EMPRESA	Constructora Inarco S.A.
RUT	96.513.310-0
GIROS	Construcción
VENTAS	240 millones de dólares anuales.
UTILIDADES	Dato reservado.

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

De la Tabla 2, se destaca que las ventas generadas por constructora Inarco S.A. corresponden a 240 millones de dólares anuales en las áreas de centros comerciales (32%), edificación e inmobiliaria (20%), agroindustrial (18%), centros de distribución (15%) e industrial-minería (15%). En cuanto a las utilidades, la constructora se reserva el monto.

A continuación se señalan los contratos consolidados de la constructora:

Figura 1 - Contratos consolidados de Inarco S.A.



Fuente: información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Figura 1, se muestra que para el año 2014 se han ejecutado contratos por US\$70 millones y US\$213 millones que están en proceso de consolidarse.

1.1.1. Proveedor Peri Chile Ltda.

La constructora Inarco S.A. tiene a **Peri Chile Ltda.** RUT 78.874.090-5, como uno de sus grandes proveedores, ya que el servicio de entrega a sus obras de edificios residenciales es bastante rápido con un cumplimiento en sus programas del 99,99%.

Cuando las obras de edificios residenciales no devuelven las piezas a tiempo, se incurre en los siguientes costos:

- a. **Costos de multas por atraso:** como el proveedor presenta un 99,99% de cumplimiento en sus programas, éste exige lo mismo con sus clientes a los cuales les arrienda sus productos. En efecto, esta empresa de alquiler posee el stock más grande del mundo de estos productos y es por ello, que debe cubrir con las demandas de todos sus clientes en la industria de la construcción.
- b. **Costos de multas por pérdidas:** si al momento de la devolución falta una pieza, el arriendo no se terminará hasta que se recepcione al 100% todas las piezas. En caso de pérdidas, la constructora deberá pagar la totalidad del producto como si fuese una compra.
- c. **Costos de multas por limpieza:** la constructora puede utilizar desmoldantes para limpiar las piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno para remover polvos u hormigón adherido. Pero cuando no se devuelve a tiempo, especialistas visitan las obras con aspiradores de polvo y cepillos ajustables que aseguran que las piezas se limpien con cuidado.
- d. **Costos de mantenimiento:** cuando las piezas no son devueltas a tiempo, especialistas visitan las obras para chequear los productos y repararlos si es necesario. Aunque no necesiten reparación, este costo se cobra igualmente debido al atraso.

1.1.2. Softwares que participan en el proceso

IConstruye

Software de propiedad de la Cámara Chilena de la Construcción, el cual es bastante utilizado por las constructoras. Tiene la finalidad de generar *feedback* entre Constructora Inarco S.A. y sus proveedores a través de una plataforma electrónica de compra-venta. Dentro de sus especificaciones está el uso de una base de datos donde se encuentran los stocks críticos para cada material. A través de esta plataforma se realizan los pedidos, ingresando materiales y compra de insumos. Su principal función es el proceso de pago.

Excel

Software que es utilizado en todas las áreas de las obras de edificios residenciales. Para Oficina Técnica, le facilita el proceso para el control presupuestario. Para Bodega, le facilita el control de las facturas, guías de despacho, órdenes de compra y control de arriendo de maquinarias. Para Administrador de Obra, le facilita la tarea de revisión de informes por parte de los Jefes de Bodega y Jefes de Oficina Técnica para la toma de decisiones.

1.2. Justificación del problema

Actualmente, la constructora Inarco S.A. recibe 4.310 piezas de andamios y 9.544 piezas de moldajes muro contra terreno en un periodo de ocho meses que dura el contrato de arrendamiento con el proveedor Peri Chile Ltda. Datos registrados en Obras 415 y 450, correspondientes a sólo Edificios Residenciales con características similares.

Lo cierto es que todas las piezas que ingresan a las obras están dentro del programa con la empresa alquiler, pero todo es devuelto con retraso. Es decir, la devolución supera los ocho meses.

Como el sistema no tiene adecuados mecanismos de planificación y control, no existe una formalización de las tareas destinadas a cubrir lo que pase en el futuro, ni una reducción de la variación entre lo presupuestado y lo que realmente ocurre. Por lo cual, sólo se realizan gestiones para solucionar estas situaciones en el momento, confiando en informes poco fidedignos por parte de Jefes de Oficina Técnica y Jefe de Bodega. Pero no en un sistema de gestión de devolución de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno que reduzca las fluctuaciones estadísticas de los tiempos y los costos que limitan la dependencia del ensamblaje y desarme de los productos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de gestión de devolución de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno en obras de edificios residenciales, a objeto de que la constructora elimine sus costos totales de multas y costos por mantenimiento.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1) Analizar la situación actual de la constructora en cuanto al cumplimiento de programas de contrato de arriendo con el proveedor.
- 2) Identificar los factores críticos que permitan eliminar la devolución a destiempo de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno.
- 3) Simular y validar el modelo actual sobre la base de datos reales de obras de construcción de edificios residenciales.
- 4) Generar propuestas o alternativas de mejora.
- 5) Evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora.

1.4. Resultados esperados

Diseñar un sistema de devolución de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno que permita proporcionar un plan exacto de las piezas a solicitar, para luego devolverlas justo a tiempo a la empresa alquiler. Por consiguiente, simular la disminución del inventario de productos en tránsito, y los costos totales por multas y mantenimiento de dichas piezas.

1.5. Metodología

- Investigación y recolección de datos de la constructora Inarco S.A.
- Identificación del problema y objetivos.
- Evaluación y levantamiento de requerimientos de los usuarios de las obras de edificios residenciales.

- Análisis de demanda de la devolución actual, distribuciones probabilísticas de los tiempos de entrega y tiempos de devolución de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno.
- Evaluación de modelos logísticos y de inventarios.
- Evaluación económica.

1.6. Declaración de requerimientos de Inarco S.A.

La constructora Inarco S.A. declara las expectativas que debe proporcionar el nuevo sistema para los usuarios de las obras de edificios residenciales. Estos requerimientos deben ser priorizados y no se debe comprometer con la solución tecnológica antes de haber definido el problema.

Primero, se busca reducir los costos totales por multas y mantenimiento de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno. Puesto que, en las últimas dos obras (415 y 450), la utilidad neta al terminar de construir el edificio residencial ha disminuido 3,9% (sólo por concepto de andamios y moldajes muro contra terreno).

Segundo, se busca determinar el tiempo óptimo de devolución a la empresa alquiler para liberar la solicitud de piezas con anticipación a los requerimientos.

Tercero, determinar un sistema que combine las estrategias de planificación y control. Esto es, la formalización de tareas destinadas a cubrir lo que suceda en el futuro y reducir la variación entre lo presupuestado y lo que realmente ocurre.

Cuarto, contratar o reasignar la tarea de registrar el número exacto de piezas que los centros de trabajo de andamios y de moldajes muro contra terreno finaliza cada hora. Además de que las órdenes de arriendo estén en línea para ser analizadas. Nada de trucar las cifras.

A continuación, en el siguiente capítulo se presenta el marco teórico donde se realiza una revisión bibliográfica aplicada para el Diseño de un Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1. Andamios y moldajes muro contra terreno metálicos

Los sistemas de andamios y de moldajes muro contra terreno están diseñados para trabajos de altura en la industria de la construcción, obteniendo montajes seguros en un mínimo tiempo y optimizando la productividad en obras de edificios residenciales.

Todas las piezas se conectan entre sí a través de acoples seguros y rápidos, simplificando el montaje por medio de ángulos rectos.

Las piezas son apiladas en *buckets* metálicos como canastillos y pallets, facilitando el transporte y el almacenamiento de éstas. Permitiendo trabajar en lugares estrechos y de difícil acceso.

Quiminet (2012) señala que antiguamente, se utilizaba madera y clavos para el ensamblaje. Aunque en algunos países asiáticos se siguen haciendo andamios y moldajes de bambú. Sin embargo en la actualidad, el acero y el aluminio son los más fabricados, debido a su resistencia y estabilidad.

Utilizar andamios y moldajes muro contra terreno metálicos posee muchas ventajas en las que destacan las siguientes:

- Alta rigidez de las piezas metálicas.
- Rápida conexión para el ensamblaje y desarme.
- Reducido número de piezas metálicas.
- Amplia variedad de tipos de andamios y de moldajes muro contra terreno.
- Excelente acabado superficial.

A continuación se mencionan los tipos de andamios y de moldajes muro contra terreno más utilizados en las obras de edificios residenciales.

2.1.1. Andamios

Peri Chile Ltda. (s. f.) señala que el andamio modular Rosett es empleado para el rubro de la construcción. Con pocas piezas iguales se logra una máxima flexibilidad. Permite ahorrar costos de inversión con el uso de armaduras, escaleras de andamios o plataformas de trabajo.

La empresa alquiler dispone de los siguientes diseños de acuerdo a las especificaciones realizadas por las Oficinas Técnicas de las diferentes obras de edificios residenciales:

a. Andamios para armaduras:

- Alturas hasta 10,6 metros y un largo hasta 9 metros.
- Ancho estándar 72 con 104 centímetros.
- Ancho de apoyo 150 con 250 centímetros.

- Pueden ser utilizados en clases de carga de 1 a 3 (0,75-2 kN/m²).
- Sin contrapeso a moldajes.
- Trasladable con grúas.
- Aplicables a colocación de armaduras, posicionamiento de moldajes, colocación de anclajes y tareas de hormigonado.

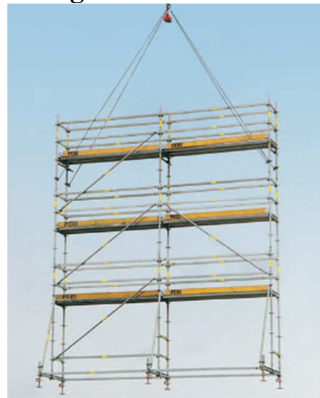
b. Escaleras de Andamios:

- Escaleras paralelas o alternadas de alturas hasta 70 metros.
- Medidas de base de 150x250 o 150x300 centímetros.
- Utilizados como escaleras y torres para una carga de tránsito de 2 kN/m², escalera corresponde a la clase A según norma EN 12811.
- Aplicables a lugares de trabajo temporales como obras.

c. Plataformas de trabajo:

- Alturas de 2,3 a 10,3 metros con escaleras entre los niveles.
- Medidas de base de 150x250 hasta 300x300 centímetros.
- Pueden ser utilizados en clases de carga 1 hasta 5 (0,75-4,50 kN/m²).
- Trasladable con grúas.
- Aplicables a trabajos de losa o muro.

Figura 2 - Andamio



Fuente: fotografía extraída de Peri Chile Ltda.

De la Figura 2, se pueden señalar las ventajas que tienen estas piezas:

- Fácil montaje: *gravity lock* es la cuña que traba automáticamente al montar el larguero, es decir, la cuña cae por gravedad en el asa de la roseta y la traba.
- A menor cantidad de piezas, menores son los costos de inversión: con pocas piezas se pueden ensamblar varios diseños de andamios (productos terminados), haciendo que su uso sea rentable en obras de edificios residenciales.

- Plataforma con traba integrada: la traba de seguridad permite a la plataforma fijarla después de ubicarla. Aún cuando el andamio esté completamente ensamblado, las plataformas pueden retirarse o colocarse después.

2.1.2. Moldajes muro contra terreno

La empresa alquiler dispone de los siguientes diseños de acuerdo a las especificaciones realizadas por las Oficinas Técnicas de las diferentes obras de edificios residenciales.

2.1.2.1. Encofrado modular Domino

Peri Chile Ltda. (s. f.) señala que es un moldaje ligero destinado para obras de ingeniería con paneles de aluminio y acero.

Los paneles son muy aptos para encofrar cimientos que resultan prácticos a 1,25 metros de altura con los puntos de anclaje incorporados. El Domino DAH permite anclar en cualquier posición sobre el panel. El Domino DLS reemplaza el nivel inferior de anclajes.

A una mayor altura de hormigonado permite 60 (kN/m²) según norma DIN 18202 para paneles de acero.

Figura 3 - Encofrado modular Domino



Fuente: fotografía extraída de Peri Chile Ltda.

De la Figura 3, se pueden señalar las ventajas que tienen estas piezas:

- Pocos anchos de panel: se requiere de 4 anchos de panel para 1 metro; 0,75 metros; 0,50 metros y 0,25 metros.
- Cerrojo DRS: única pieza para cualquier tipo de unión.
- Fácil limpieza: recubrimiento con polvo permite una fácil limpieza de los paneles.

2.1.2.2. Encofrado modular Handset

Peri Chile Ltda. (s. f.) señala que es un sistema de moldaje diseñado para superficies pequeñas que reemplaza a las tablas de madera y clavos.

Las piezas son ligeras y pueden ser manipuladas fácilmente por un sólo carpintero o jornal.

A una mayor altura de hormigonado permite 40 (kN/m²) según norma DIN 18218 para paneles de acero.

Figura 4 - Encofrado modular Handset



Fuente: fotografía extraída de Peri Chile Ltda.

De la Figura 4, se pueden señalar las ventajas que tienen estas piezas:

- Pocos tamaños de paneles: con tres alturas y anchos de paneles se logra un elevado grado de aprovechamiento de estos.
- Paneles ligeros con asas: muy ligeros y poseen asas de sujeción ergonómicas para su traslado más fácil.
- Sólo un elemento de unión: resistente a cualquier tirón.
- Ubicación práctica de los puntos de anclaje de paneles: se evita tener que taladrar los puntos de anclaje adicionales.

2.1.2.3. Encofrado para muros con vigas GT-24

Peri Chile Ltda. (s. f.) señala que es un sistema de unión de moldajes de muros. También se puede arrendar para la versión Standard. Utilizado para plantas industriales, edificios residenciales, estribos de puentes y muros de contención.

No es necesario taladrar las vigas. Rápida fijación a través de sólo dos chapas y una tuerca mariposa. La unión es resistente a la flexión.

Figura 5 - Encofrado para muros con vigas GT-24



Fuente: fotografía extraída de Peri Chile Ltda.

De la Figura 5, se pueden señalar las ventajas que tienen estas piezas:

- Unión continua de módulos: las hileras de taladros alargados en las correas permiten unir los módulos con un ajuste continuo. Se compensan imprecisiones en los montajes.
- Módulos Standard: módulos de moldaje arrendables que se montan con las piezas Standard del sistema GT-24.
- Plataforma: son premontadas y listas para usar. Ofrecen gran seguridad a la mano de obra y ahorran tiempo de trabajo especialmente cuando es rutinario.

2.1.2.4. Escuadras SB

Peri Chile Ltda. (s. f.) señala que es un moldaje diseñado para alturas de hormigonado de 8,75 metros.

Puede combinarse con todos los sistemas de moldajes antes señalados. Pueden acoplarse rápidamente sin necesidad de piezas adicionales.

Las medidas se han optimizado para permitir un transporte rentable.

Figura 6 - Escuadras SB

Fuente: fotografía extraída de Peri Chile Ltda.

De la Figura 6, se pueden señalar las ventajas que tienen estas piezas:

- Altura de hormigonado hasta 8,75 metros y presión de hormigonado de 60 (kN/m²).
- Compatible con los sistemas de moldajes para muros: como Domino y Viga GT-24.
- Acople rápido de elementos: integrados a cada escuadra y permiten un acople rápido sin piezas adicionales.
- Medidas óptimas para el transporte: todos los componentes están diseñados según las medidas de los camiones y contenedores.

2.2. Logística tradicional

La Council of Logistics of Management (citada en Ingeniería Industrial Online, s. f.) define a la logística como “*proceso de planear, implementar y controlar eficientemente el flujo de materiales, inventario en proceso, productos terminados e información relevante desde el punto de origen al punto de consumo para los propósitos de atender los requerimientos del cliente*”.

Ingeniería Industrial Online (s. f.) señala que “*la gestión de la cadena de abastecimiento se basa en la planificación, organización y control de los flujos transaccionales, de productos y/o servicios e información que son aplicados a mis proveedores, operadores de transporte, centros de distribución, vendedores y consumidores finales*”, tal como se muestra en la Figura 7.

Figura 7 - Logística tradicional



Fuente: fotografía extraída de Ingeniería Industrial Online

2.3. Logística inversa o reversa

Dyckhoff, Lackes & Reese (2004) definen logística inversa como “*actividades que involucran la administración, procesamiento, reducción y disposición de residuos o productos desde producción, residuos de embalaje (cajas, pallets, bidones, entre otros) y/o bienes usados por el cliente hasta el punto de origen, reproceso o destrucción*” (p. 426). Mientras que, Martín (2007) la define como “*conjunto de procesos encargados de recibir, evaluar, registrar y transformar o tratar los productos retornados por los clientes, con el fin de convertirlos en amigables con el medio ambiente o reutilizables por el medio industrial*” (p. 123).

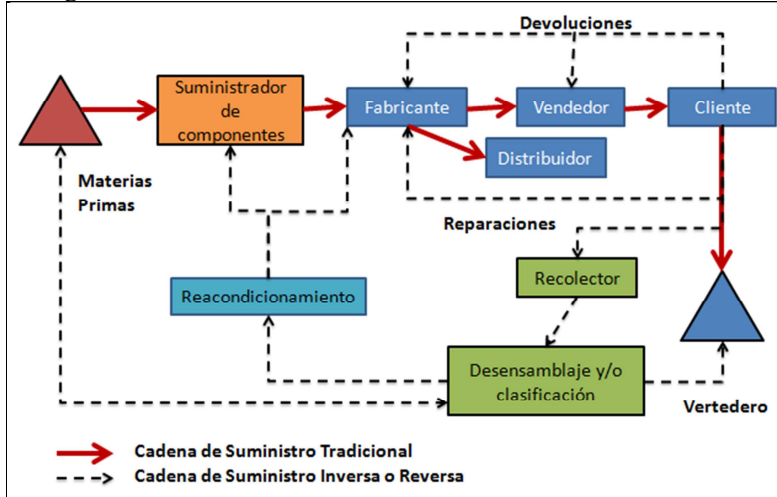
La logística inversa o reversa de las empresas han tenido un valor agregado cada vez más relevante, a causa de los valores ocultos que se manejan y que afectan constantemente los resultados comparativos de la empresa en su relación contraria al punto de origen, es decir, de cliente a proveedor.

En Gómez (2010) se señalan los principales objetivos de la logística inversa, los cuales son:

- Planificar, ejecutar y controlar los flujos de productos, dinero e información de los procesos de la logística inversa para reducir los costos en las operaciones.
- Identificar, diseñar y mejorar los procesos eficientemente para el reúso de los productos con el propósito de minimizar los impactos ambientales y maximizar las utilidades de la empresa.
- Considerar las Tecnologías de Información y Comunicaciones para mejorar las relaciones entre los clientes con sus proveedores, minimizar costos de operación y mejorar la disponibilidad de productos.
- Minimizar la cantidad de productos a recuperar en la cadena de abastecimiento a través de sistemas de control de calidad de procesos como Seis Sigma, responsabilidad en los retornos de los productos, recuperación de los productos y fechas de vencimiento de garantías.

2.4. Logística tradicional versus logística inversa

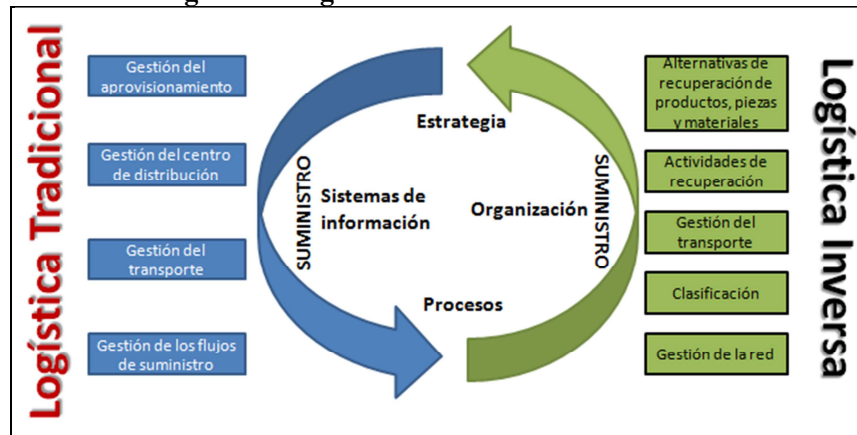
Figura 8 - Cadena de suministro tradicional versus inversa



Fuente: elaboración propia en Power Point 2007, basada en esquema de Gaytán (s. f.)

En la Figura 8, se muestra que el proceso de la Cadena de Suministro Tradicional se inicia desde Materias Primas, pasando por el Fabricante y Cliente, hasta el Vertedero. Mientras que, en el proceso de la Cadena de Suministro Inversa se consideran los mismos procesos, sólo que se agrega al Recolector y la actividad de Desensamblaje y/o clasificación, donde la trayectoria es inversa, ya que se consideran los flujos de Devoluciones y Reparaciones.

Figura 9 - Logística tradicional versus inversa



Fuente: elaboración propia en Power Point 2007, basada en esquema de Gaytán (s. f.)

En la Figura 9, se muestra el contraste entre la Logística Tradicional y la Logística Inversa, lo cual fue expuesto en los puntos 2.2 y 2.3.

2.5. Diseño del producto y desensamblaje

Díaz, Álvarez & González (2004) afirman que la reutilización consiste en que el producto se pueda volver a utilizar una vez efectuada una pequeña reparación o limpieza.

El proceso de desensamblaje consiste en un sistema mediante la separación de un producto terminado en sus componentes, bien para repararlo y luego volver a ensamblarlo, para recuperar materia prima, para aislar componentes tóxicos o para separar partes reutilizables. Existen dos formas de desensamblar productos:

- Desensamblaje inverso: si al ensamblar se atornilla, ahora se desatornilla.
- Desensamblaje destructivo: las piezas son cortadas o rotas.

Existe dificultad para definir diseños que reaprovechen las piezas, ya que durante su mantenimiento las uniones no son fácilmente accesibles.

Planificar el desensamblaje significa determinar la secuencia de operaciones de los componentes que deben ser separados, de acuerdo a la geometría del producto. La finalidad es minimizar costos operativos y maximizar número de componentes reutilizados.

2.6. Indicadores de desempeño logístico

Ingeniería Industrial Online (s. f.) define los indicadores de desempeño logísticos como *“medidas de rendimiento cuantificables aplicados a la gestión logística que permiten evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y flujos de información entre las partes de la cadena logística”*.

La incidencia de los KPI's en el ciclo de mejora continua depende del proceso de *feedback* existente entre las empresas y sus proveedores a través del control y verificación de acciones. Estas deben estar alineadas a los estándares de desempeño de la organización. El seguimiento de la situación actual de la empresa determina las causas y efectúa las acciones correctivas.

A continuación se señalan los métodos de cálculo de los indicadores de desempeño logístico que serán abordados en el Capítulo 3.

a. Planificación en la cadena de abastecimiento

$$EPDV = \frac{PDV-DR}{DR} \quad (1)$$

Donde;

EPDV = errores de pronóstico de demanda devuelta.

PDV = pronóstico de demanda devuelta.

DR = demanda real.

b. Abastecimiento

$$CPOA = \frac{CTA}{NOA} \quad (2)$$

Donde;

CPOA = costo promedio de orden de arriendo.

CTA = costo total de aprovisionamiento.

NOA = número de órdenes de arriendo.

$$PA = FRP - FDP \quad (3)$$

Donde;

PA = plazo de aprovisionamiento.

FRP = fecha de recepción del pedido.

FDP = fecha de devolución del pedido.

c. Gestión de pedidos

$$EA (\%) = \frac{CE}{CET} * 100 \quad (4)$$

Donde;

EA = porcentaje de entregas a tiempo.

CE = cantidad de entregas a tiempo.

CET = cantidad de entregas totales.

$$DA (\%) = \frac{NPD}{NTP} * 100 \quad (5)$$

Donde;

DA = porcentaje de devoluciones a tiempo.

NPD = número de pedidos devueltos en el plazo pronosticado.

NTP = número total de pedidos recibidos.

2.7. Gestión de inventarios

Antes de comenzar, es necesario saber ¿qué son los inventarios? Según Michael C. Bergerac, Ex Director Ejecutivo de Revlon (citado en Ballou, 2004) los afirma como “*acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos*”

terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa” (p. 326).

La Gestión del Inventario es considerada una de las diez decisiones estratégicas de la Dirección de Operaciones (Heizer & Render, 2008b, p. 153).

Tenemos cuatro clases de inventarios, de los cuales dos responden a la problemática descrita en esta memoria. Estos son:

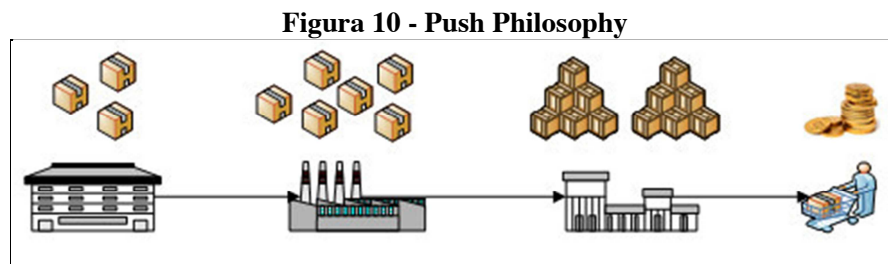
- **Componentes:** partes o submontajes que se encuentran listos para el montaje final del producto.
- **Productos terminados:** artículos terminados que se encuentran en una planta o están en espera para ser enviados al cliente según el pedido.

Ballou (2004) señala que estos inventarios corresponden a existencias en tránsito que se mueven desde el proveedor a un almacén y viceversa. Su manejo consiste en controlar el tiempo en tránsito y pueden ser muy altos. Un buen manejo puede producir reducciones significativas en los costos (p. 374).

Diferentes sistemas han tratado de comprender el tiempo y dar una respuesta rápida, reduciendo inventarios como el sistema *Just In Time* (JIT). El control de inventarios ha sido investigado según diferentes métodos para mejorar el servicio al cliente y reducir costos asociados para mantención y operación (p. 328).

Las filosofías del Incremento y de la Demanda han sido ampliamente investigadas.

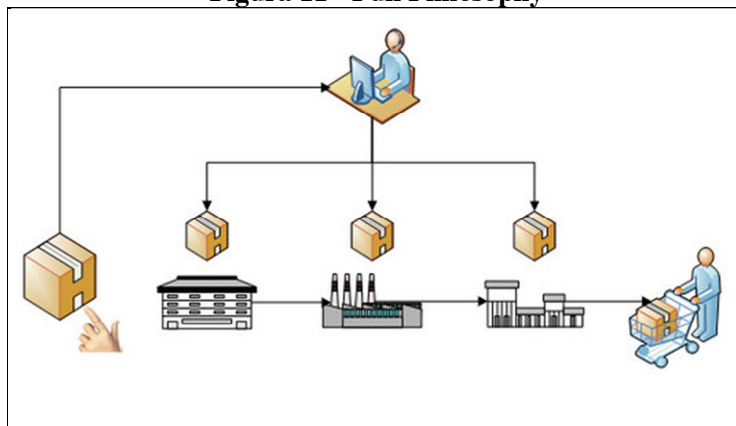
1. **Filosofía del Incremento (push):** esta filosofía de manejo está dada por la asignación de suministros a cada almacén basados en el pronóstico de cada uno (p. 333). Tal como se muestra en la Figura 10.



Fuente: fotografía extraída de Ingeniería Industrial Online

2. **Filosofía de la Demanda (pull):** esta filosofía de manejo está dada por el reaprovisionamiento del inventario con tamaño de pedidos basados en las necesidades de materiales (p. 333). Tal como se muestra en la Figura 11.

Figura 11 - Pull Philosophy



Fuente: fotografía extraída de Ingeniería Industrial Online

La Filosofía de la Demanda puede ser tratada de manera independiente y dependiente.

Los modelos de demanda independiente plantean el ¿cuándo? y ¿cuánto pedir? Esto es, la demanda de los productos de uso regular solicitados periódicamente (Heizer & Render, 2008b, p. 64).

Los costos de inversión deben equilibrarse para mejorar el servicio al cliente. Por consiguiente, si los pedidos son colocados rápidamente, las existencias serán muy grandes.

Mientras que, los modelos o sistemas de demanda dependiente plantean: (1) Plan maestro de producción (¿qué se va a hacer? y ¿cuándo?); (2) Lista de materiales (materiales y piezas necesarias para hacer el producto); (3) Disponibilidad de inventario (¿qué hay en stock? o ¿sobre-stock?); (4) Órdenes de compra pendientes (¿qué está pedido?); (5) Plazos (¿cuánto tiempo se necesita para tener las distintas piezas?) (pp. 153-154).

A continuación se mencionan los modelos de demanda dependiente que son aplicados a la gestión de inventario:

- a. **Planificación de los Recursos de la Empresa (ERP):** es un sistema de información que identifica y planifica todos los recursos de una empresa para tomar, enviar, hacer y contabilizar los pedidos de los clientes (p. 177).
- b. **Planificación de las Necesidades de Materiales (MRP):** corresponde a una técnica de demanda dependiente que utiliza Lista de Materiales (BOM), Archivo de Inventarios, recepciones programadas y un Plan Maestro de Producción (MPS) para determinar las necesidades de materiales (p. 153).

Vale decir, el MRP consiste en obtener los materiales correctos en el lugar correcto y tiempo de entrega correcto, no así en cuanto al tiempo de devolución.

- c. MRP y JIT:** es un sistema combinado que proporciona un plan exacto de las necesidades (MRP) y mueve rápidamente los materiales en pequeños lotes, reduciendo el inventario de productos en tránsito (JIT) (p. 166).

Heizer & Render (2008b), declaran que existen cuatro submodelos para aplicar este sistema:

- (1) Programación a capacidad finita: aplicado a la capacidad de los departamentos de una empresa y las máquinas involucradas.
 - (2) Enfoque de pequeños buckets: aplicado a talleres mecánicos, hospitales y restaurantes, donde los plazos de fabricación son relativamente estables.
 - (3) Enfoque del flujo equilibrado: aplicado a las líneas de montajes de empresas reconocidas como Harley-Davidson y Whirpool.
 - (4) Supermercado: aplicado en muchas empresas, submontajes, componentes y material de ferretería como tornillos, golillas y juntas. Involucra la planificación de materiales, los tiempos de entrega de materiales al cliente y los tiempos de devolución de materiales a los proveedores. Los artículos de supermercado se reabastecen por medio del sistema Kanban/JIT. (pp. 166-168).
- d. MRP inverso:** técnica de demanda dependiente vinculada a la logística inversa que permite programar el lanzamiento de órdenes de trabajo, pedido de las piezas y subcomponentes del artículo, de modo que todos estos estén disponibles en el momento oportuno para poder ser ensamblados y satisfacer las exigencias del plan maestro de producción. (Díaz et. al, 2004, p. 223).

2.8. Herramienta hoja de control

Es una herramienta utilizada para generar ideas o un método organizado para registrar datos. (Heizer & Render, 2008a, p. 258)

2.9. Herramienta diagrama espina de pescado

Es una herramienta utilizada para generar ideas o un método que determina los elementos del proceso (causas) que pueden influir en los resultados. (pp. 258-259)

El esquema se organiza en cinco causas, las cuales son: Mano de Obra, Medio Ambiente, Máquinas, Materiales y Métodos. En la cabeza de la espina se ubica el Efecto o Problema principal.

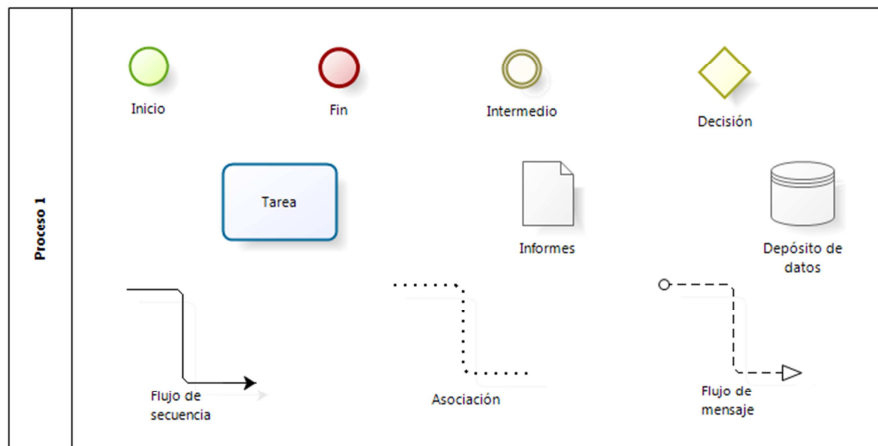
2.10. Herramienta diagrama de flujo

Es una herramienta utilizada para organizar la información o un diagrama de bloques que describe gráficamente un proceso. (pp. 258-261)

Mientras que Ovando (2009) afirma que un Diagrama de Flujo es una forma de especificar los algoritmos de un proceso y constituye una representación gráfica de un proceso multifactorial. Estos diagramas se utilizan principalmente en programación, procesos industriales y en economía.

En la Figura 12, se muestran los símbolos más utilizados. Estos son:

Figura 12 - Símbolos del Diagrama de Flujos



Fuente: elaboración propia en Bizagi

- **Círculo:** representa la actividad de inicio o término de un proceso determinado.
- **Flecha:** indica el sentido y trayectoria del proceso de actividad o información.
- **Rectángulo:** representa un proceso o evento determinado, el cual puede ser automático o manual. Se sigue de una secuencia determinada.
- **Rombo:** representa una decisión. Especifica que hay una bifurcación de una condición SÍ o NO de un cumplimiento de un proceso o evento determinado.

2.11. Herramienta gráfico de control p

Heizer & Render (2008a) afirman que es una herramienta utilizada para identificar los problemas o un gráfico de control que se utiliza para controlar los atributos.

Las fórmulas de los límites de control superior e inferior del gráfico p son las siguientes:

$$LCS = \bar{p} + z\sigma \quad (6)$$

$$LCI = \bar{p} - z\sigma \quad (7)$$

Donde;

\bar{p} = fracción promedio o media de atributos defectuosos en la muestra.

z = número de desviaciones estándar ($z = 2$ para límites del 95,5%; $z = 3$ para límites del 99,73%)

σ = desviación estándar de la distribución de la muestra.

Se calcula por la fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (8)$$

Donde;

n = tamaño de cada muestra.

2.12. Promedio, desviación estándar y varianza

Montgomery & Runger (2002) declaran que *“la estadística trata de la recolección, presentación, análisis y uso de datos para tomar decisiones, solucionar problemas y diseñar productos y procesos. Debido a que diversos aspectos del ejercicio de la ingeniería implican trabajar con datos, resulta evidente la importancia de ciertos conocimientos de estadística para cualquier ingeniero”* (p. 2).

Cuando se consideran los datos como una muestra, esta se refiere a la media aritmética o promedio.

Media aritmética o promedio

Corresponde al valor promedio de todas las observaciones del conjunto de datos.

Si las n observaciones de una muestra se denotan x_1, x_2, \dots, x_n , entonces la media aritmética será:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (9)$$

Pese a que la media aritmética es útil, esta no comunica toda la información de la muestra de datos. Cabe señalar algunas restricciones como:

- Si todos los valores de la variable se le suma una misma cantidad, la media aritmética queda aumentada en dicha cantidad mencionada.
- Si todos los valores de la variable se multiplican por una misma constante, la media aritmética queda multiplicada por dicha constante mencionada.
- La suma de las desviaciones de los valores de la variable con respecto a la media aritmética es cero.

Desviación estándar muestral

Corresponde a la dispersión de los datos con respecto a la media aritmética.

Si x_1, x_2, \dots, x_n es una muestra de n observaciones, entonces la desviación estándar muestral, s , será la raíz cuadrada positiva de la varianza.

Varianza muestral

Corresponde a la variabilidad de los datos con respecto a la media aritmética.

Si x_1, x_2, \dots, x_n es una muestra de n observaciones, entonces la varianza muestral será:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (10)$$

Para la varianza muestral se consideran algunas restricciones como:

- Entre mayor sea la cantidad de variabilidad de los datos de la fuerza de desconexión, más grandes serán en magnitud absoluta algunas de las desviaciones $x_i - \bar{x}$.
- La suma de las desviaciones siempre es cero.
- Si s^2 es grande, la variabilidad es relativamente grande.

2.13. Valor Actual Neto (VAN)

Sapag (2007) declara que “VAN, representa el cambio en el nivel de riqueza que un inversionista o empresa obtiene al realizar una determinada inversión. Su nombre proviene del efecto neto que se produce de la comparación entre el valor presente de los resultados del proyecto y la inversión. Un proyecto por lo general, presenta tres tipos de costos; costos de inversión, costos de operación y costos de oportunidad” (p. 335).

El cálculo del VAN se realiza por medio de la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+r)^j} - I_0 \quad (11)$$

Este indicador mide el cambio en la riqueza del inversionista una vez recuperado el capital invertido y los valores monetarios que exceden la rentabilidad deseada.

La regla de decisión es la siguiente:

- $VAN > 0$; cubre los tres costos anteriores y se obtiene una ganancia adicional; se recomienda la ejecución del proyecto.

- $VAN = 0$; no hay cambio en el nivel de riqueza del inversionista, pero se cubren los costos de operación, pagar la inversión y obtener la rentabilidad exigida o costo de oportunidad; se recomienda estar indiferente ante su ejecución.
- $VAN < 0$; no se recomienda la ejecución del proyecto.

A continuación, en el siguiente capítulo se presenta el análisis de la situación actual de la constructora aplicado para el Diseño de un Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales.

Capítulo 3. Análisis de la situación actual de Inarco S.A.

En este capítulo, se levantan los requerimientos de los usuarios de las obras de edificios residenciales para reducir la devolución a destiempo de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno.

3.1. Indicadores de desempeño logístico

Constructora Inarco S.A. maneja algunos KPI para el buen funcionamiento de sus obras de edificios residenciales, capturando información cuantitativa, tal como se muestra a continuación.

Tabla 3 - Errores de pronóstico de demanda devuelta

Concepto	Errores de pronóstico de demanda devuelta (unidades)	
	Obra 415	Obra 450
Andamios	1,5234	1,6011
Moldajes Muro Contra Terreno	0,6264	0,6317

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 3, se considera al indicador de los errores como resultado del pronóstico de demanda y la demanda que realmente fue devuelta, aplicando la ecuación (1). Donde bajo el concepto de andamios, el error supera el uno. Mientras que en moldajes muro contra terreno, el error es inferior a uno. En ambas obras, la situación actual es similar.

Tabla 4 - Costo promedio de orden de arriendo

Concepto	Costo promedio de orden arriendo de Peri Chile Ltda. (pesos)	
	Obra 415	Obra 450
Andamios	\$148.621	\$148.621
Moldajes Muro Contra Terreno	\$244.718	\$244.718

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 4, se considera al indicador del costo promedio de orden de arriendo como resultado del costo total de aprovisionamiento y número de órdenes de arriendo, aplicando la ecuación (2). Donde bajo el concepto de andamios, el costo es de \$148.621. Mientras que en moldajes muro contra terreno, el costo es de \$244.718. En ambas obras, la situación actual es similar.

Tabla 5 - Entregas a tiempo por parte del proveedor

Concepto	Entregas a tiempo (%)	
	Obra 415	Obra 450
Andamios	100%	100%
Moldajes Muro Contra Terreno	100%	100%

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 5, se considera al indicador de las entregas como resultado de la cantidad que Peri Chile Ltda. realiza a tiempo a las obras de edificios residenciales y la cantidad de entrega total, aplicando la ecuación (4). Para andamios y moldajes muro contra terreno, el cumplimiento fue de un 100%. En ambas obras, la situación actual es similar.

Tabla 6 - Devoluciones a tiempo por parte de la constructora

Concepto	Devoluciones a tiempo (%)	
	Obra 415	Obra 450
Andamios	39,63%	38,45%
Moldajes Muro Contra Terreno	61,48%	61,28%

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 6, se considera al indicador de las devoluciones como resultado de la cantidad que la constructora realiza a tiempo a la empresa alquiler y la cantidad de devoluciones totales, aplicando la ecuación (5). Para andamios, el cumplimiento es inferior al 40%. Mientras que para moldajes muro contra terreno, el cumplimiento es inferior al 62%. En ambas obras, la situación actual es similar y preocupante a la vez, ya que es el cliente quien no cumple con el contrato de arrendamiento.

Tabla 7 - Plazo de aprovisionamiento en obras de edificios residenciales

Concepto	Plazo de aprovisionamiento (meses)			
	Presupuestado	Obra 415	Presupuestado	Obra 450
Andamios	8	>8	8	>8
Moldajes Muro Contra Terreno	8	>8	8	>8

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 7, se considera al indicador de plazos de aprovisionamiento como resultado de la fecha de devolución y fecha de entrega del pedido, aplicando la ecuación (3). Para andamios y moldajes muro contra terreno es mayor a 8 meses. En ambas obras, la situación actual es similar, la cual es estipulada en el contrato de arrendamiento antes de firmar la constructora y la empresa alquiler.

3.2. Seguimiento de los procesos actuales

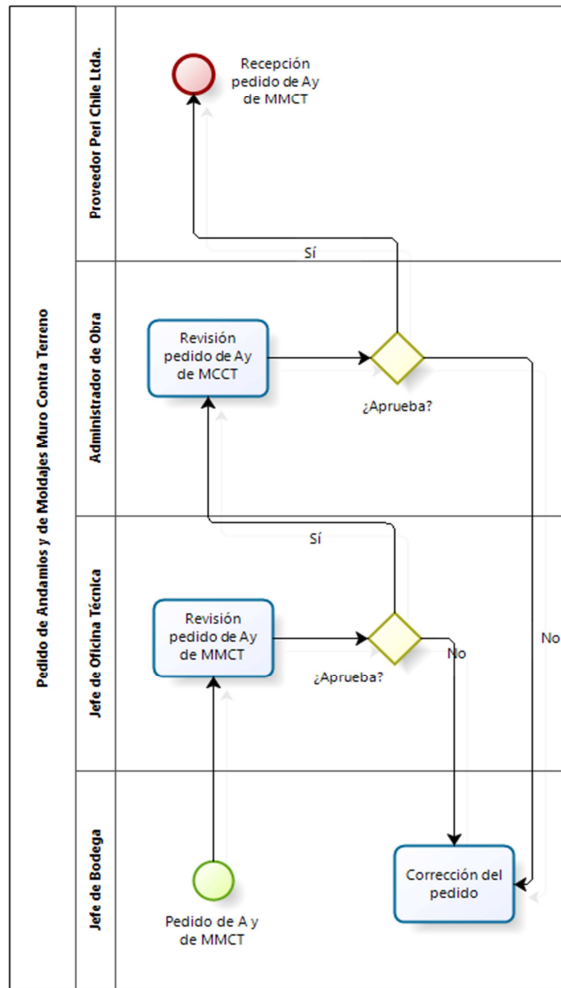
A continuación se detallan los procesos que intervienen en la entrega y devolución de los productos para el levantamiento de requerimientos de la situación actual, los cuales son similares a la constructora Almagro S.A. por lo revisado en Ovando (2009).

3.2.1. Proceso de pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno

Las Obras solicitan el pedido de andamios y de moldajes muro contra terreno a través de un proceso formal al proveedor Peri Chile Ltda, tal como se indica en la Figura 13.

El Jefe de Bodega se debe encargar de realizar un pronóstico de demanda de las piezas a solicitar, la cual ya fue contemplada con el proveedor en un Contrato de Arrendamiento. Luego, esta solicitud es entregada al Jefe de Oficina Técnica, quien revisa el pedido de las piezas de acuerdo al presupuesto que realizó y decide su aprobación o rechazo. Si se aprueba, este informe es entregado al Administrador de Obra, ya sea vía mail o en persona, el cual revisa el pedido de acuerdo a los costos que maneja y según el contrato que firmó con el proveedor. Las revisiones entre el Jefe de Oficina Técnica y Administrador de Obra deben ser resueltas en un tiempo máximo de 48 horas o 2 días. De aprobar el pedido el Administrador de Obra, da el sí y se envía la solicitud a Peri Chile Ltda., quien dada la negociación debe ser respondida y entregada lo antes posible con un tiempo máximo de 4 días hábiles.

Figura 13 - Pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia en Bizagi en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

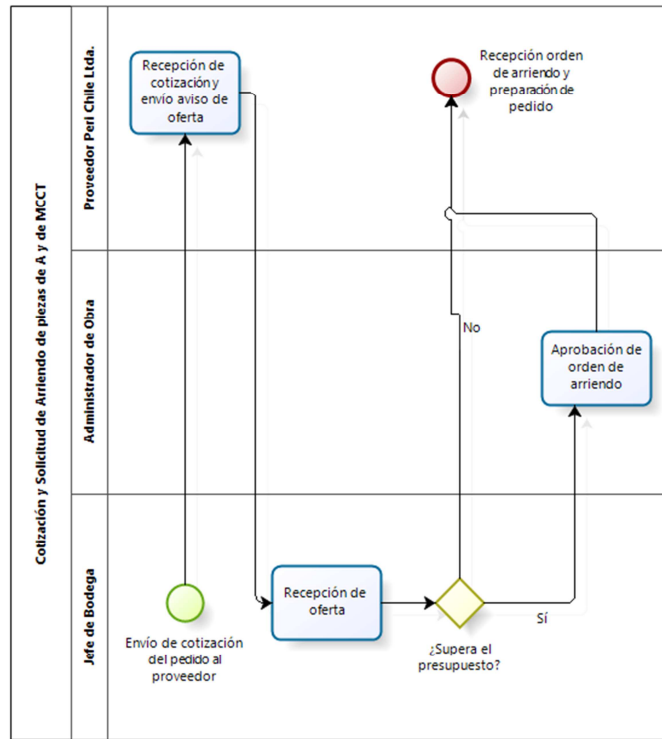
3.2.2. Proceso de cotización y solicitud de arriendo de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno

Luego de haber efectuado el pedido y tener claro al proveedor, el Jefe de Bodega realiza el envío de cotización al proveedor Peri Chile Ltda. Este proveedor recepciona la cotización y envía la oferta por el monto total del arriendo de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno.

El Jefe de Bodega recepciona la oferta y evalúa si se encuentra dentro del presupuesto realizado por Oficina Técnica. Si la oferta no supera el presupuesto, entonces se envía la

solicitud de arriendo y el proveedor prepara el pedido para ser despachado a la obra de construcción. En caso contrario, el Administrador de Obra evalúa la oferta y aprueba la orden de arriendo para que el proveedor prepare el pedido de piezas, tal como se muestra en la Figura 14.

Figura 14 - Cotización y solicitud de arriendo de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia en Bizagi en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

3.2.3. Proceso de recepción e ingreso de pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno

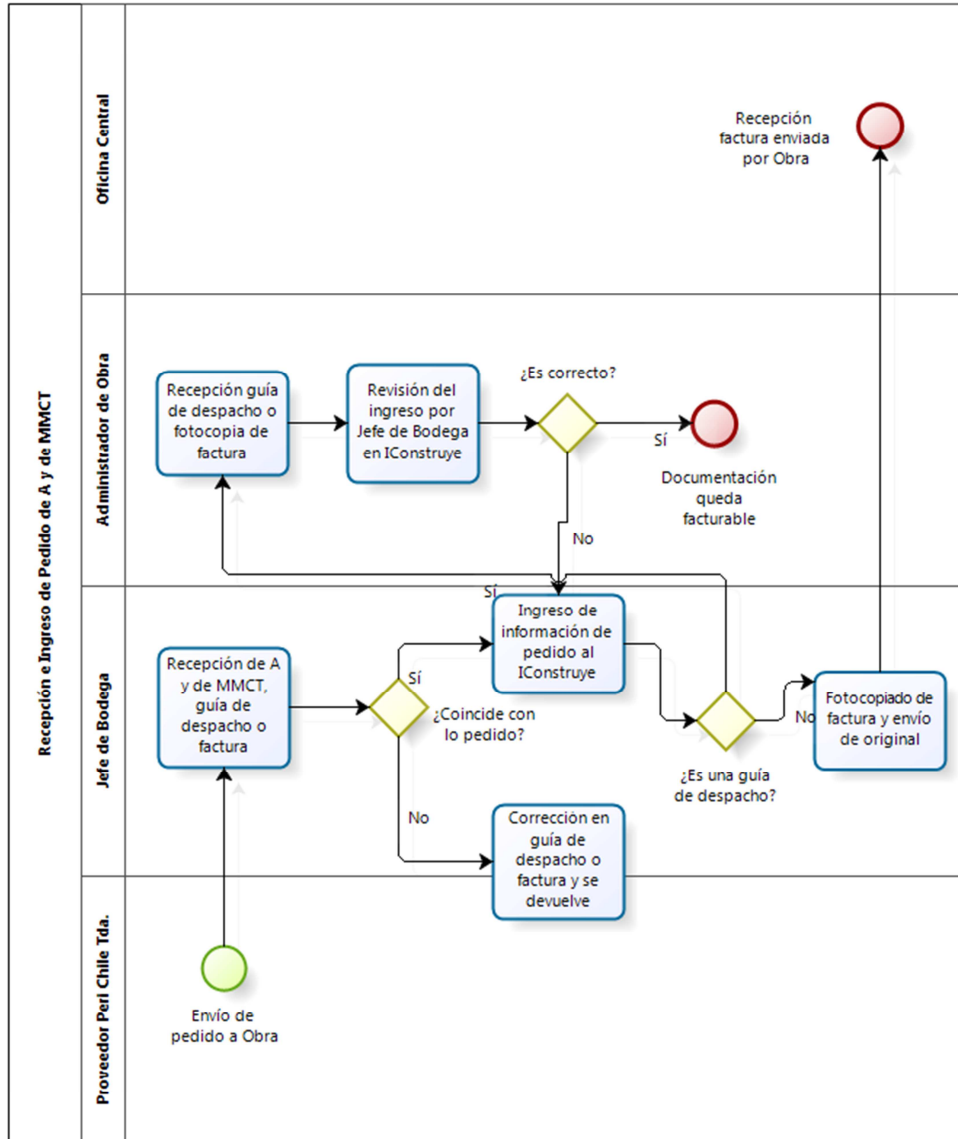
El proveedor Peri Chile Ltda. recibe una orden de arrendamiento tal como fue indicado en la Figura 13. Ahora debe hacerse el envío de pedido a la Obra, de acuerdo al proceso formal explicado en la Figura 15.

En la Obra, el Jefe de Bodega recibe las piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno, decidiendo si coincide con lo pedido. De no coincidir, se rechaza la recepción y en la guía de despacho o factura se realiza una corrección y se devuelve el producto al proveedor. Cuando coincide, el Jefe de Bodega ingresa al software IConstruye el número de la guía de despacho. Se registran observaciones y comentarios sobre las piezas que fueron devueltas vía mail al proveedor. Si el documento es una factura, esta debe ser fotocopiada y la

original debe ser enviada por el Junior a Oficina Central. Mientras que si corresponde a una guía de despacho, debe ser enviada al Administrador de Obra.

El Administrador de Obra recibe la guía de despacho o fotocopia de la factura. Luego, revisa los pasos ingresados por el Jefe de Bodega en el software IConstruye. Si la tarea es correcta, el documento queda facturable. En caso contrario, se informa al Jefe de Bodega de los errores que cometió, liberando el acceso para su corrección. Los Administradores de Obra y área de Operaciones de Oficina Central son los únicos que tienen amplia facultad de controlar el sistema TPS. Jefes de Bodega y Jefes de Oficina Técnica tienen un acceso restringido a través de una clave bastante limitada.

Figura 15 - Recepción e ingreso de pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia en Bizagi en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

3.2.4. Proceso de solicitud de arriendo de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno fuera de contrato

Este proceso se da fuera del Contrato y Anexo con el proveedor Peri Chile Ltda., es decir, esta situación es cuando supera los ocho meses.

En la Figura 16, se detalla que el Jefe de Bodega realiza un diseño del tipo de andamio y de moldaje muro contra terreno que necesita con urgencia. Luego, ingresa la solicitud de regularización en el sistema IConstruye.

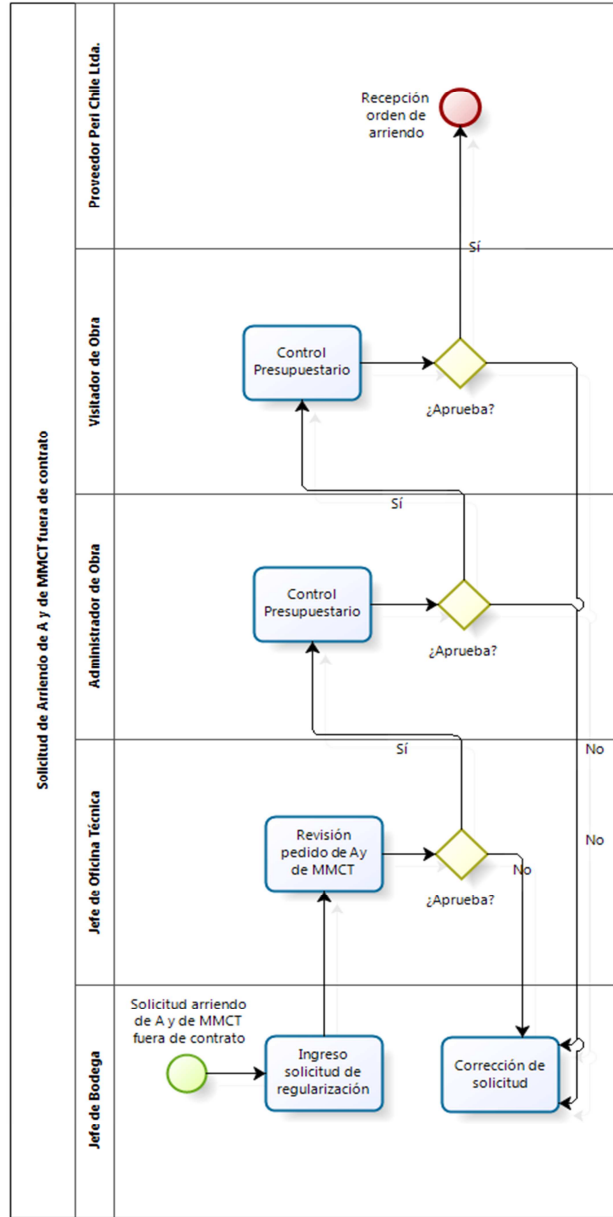
Posteriormente, el Jefe de Bodega envía un informe al Jefe de Oficina Técnica, quien revisa el pedido. Si aprueba la solicitud, se envía el informe al Administrador de Obra. En caso contrario, no se justifica la solicitud o se debe realizar una nueva solicitud y por lo tanto, un nuevo diseño.

El Administrador de Obra, recibe el informe y realiza un Control Presupuestario para analizar si esta solicitud alterará el presupuesto de la Obra. De aprobarse, el informe es enviado al Visitador de Obra.

El Visitador de Obra, recibe el informe y realiza un Control Presupuestario para analizar si esta solicitud alterará el presupuesto de la Obra. Como es miembro de Oficina Central, aprueba o no la solicitud y permite que se valide lo ingresado por el Jefe de Bodega en el software IConstruye.

Finalmente, el proveedor recepciona la orden de arriendo.

Figura 16 - Solicitud de arriendo de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno fuera de contrato



Fuente: elaboración propia en Bizagi en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

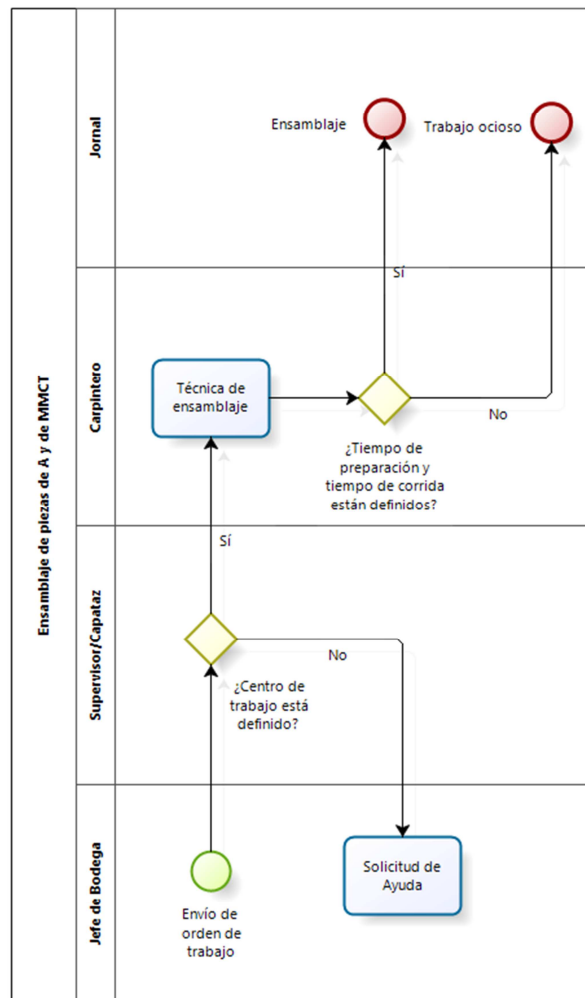
3.2.5. Proceso de ensamblaje de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno

En la Figura 17, se muestra el procedimiento de ensamblaje, donde el Jefe de Bodega envía orden de trabajo al Supervisor/Capataz para armar los andamios y moldajes muro contra terreno. El Supervisor/Capataz evalúa si la orden corresponde al Centro de Trabajo de Andamios o al otro Centro de Trabajo, en caso de no entender la orden, solicita ayuda al Jefe de Bodega.

Teniendo claro el Centro de Trabajo, se le ordena al Carpintero Responsable que realice la técnica de ensamblaje. Si no tiene definido el tiempo de preparación y tiempo de corrida, los jornales no tendrán que realizar trabajo alguno, esperarán hasta que exista “cancha”.

Si el Carpintero Responsable tiene definido el tiempo de preparación y tiempo de corrida, los jornales deberán seguir las instrucciones del Carpintero Responsable y demás carpinteros para efectuar el ensamblaje de piezas.

Figura 17 - Ensamblaje de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia en Bizagi en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

3.2.6. Proceso de desensamblaje de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno

En la Figura 18, se muestra el procedimiento de desensamblaje, donde el Jefe de Bodega envía orden de trabajo al Supervisor/Capataz para desarmar los andamios y moldajes muro contra terreno. El Supervisor/Capataz evalúa si la orden corresponde al Centro de Trabajo de Andamios o al otro Centro de Trabajo, en caso de no entender la orden, solicita ayuda al Jefe de Bodega.

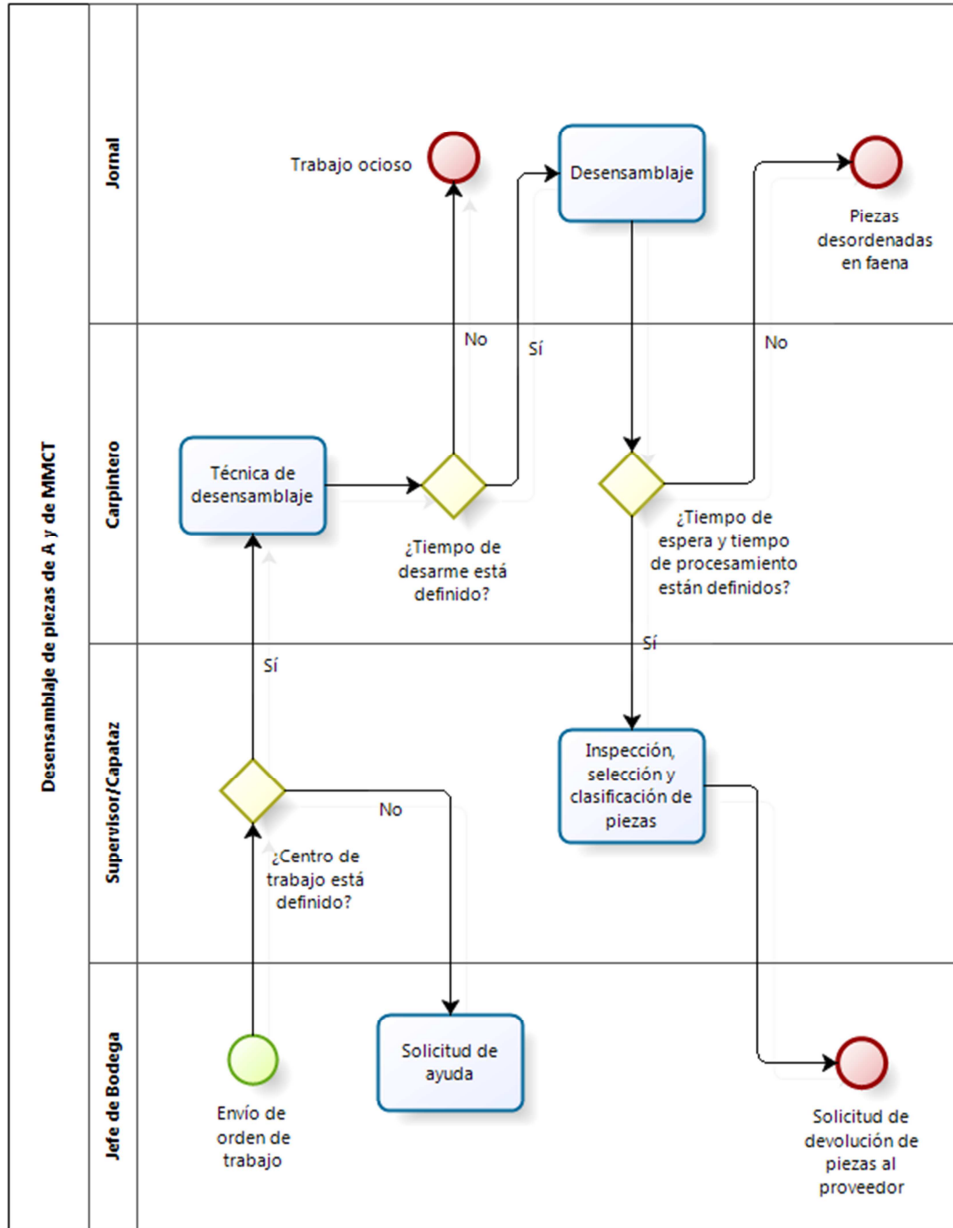
Teniendo claro el Centro de Trabajo, se le ordena al Carpintero Responsable que realice la técnica de desensamblaje. Si no tiene definido el tiempo de desarme, los jornales no tendrán que realizar trabajo alguno, esperarán hasta que exista “cancha”.

Si el Carpintero Responsable tiene definido el tiempo de desarme, los jornales deberán seguir las instrucciones del Carpintero Responsable y demás carpinteros para efectuar el desensamblaje de piezas.

Habiéndose efectuado completamente el desensamblaje, el Carpintero Responsable debe definir el tiempo de espera y tiempo de procesamiento. Si no lo realiza, las piezas quedan desordenadas en faena. Si la respuesta es “Sí”, Supervisor/Capataz inspecciona para determinar la cantidad, procedencia y razones de devolución. Selecciona las piezas para determinar sus estados. Finalmente, clasifica las piezas para reusarlas o devolverlas avisándole al Jefe de Bodega.

Este último actor, solicita la devolución de piezas al proveedor.

Figura 18 - Desensamblaje de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia en Visio 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

3.2.7. Proceso de devolución de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno a tiempo

En la Figura 19, se muestra que el Jefe de Bodega realiza una solicitud de devolución de piezas al proveedor, a medida que se van desarmando los andamios y moldajes muro contra terreno. Peri Chile Ltda. recepciona la solicitud y envía un camión recolector a la obra de edificio residencial. Cabe destacar que este costo por transporte es cubierto por el proveedor.

En faena, el Supervisor/Capataz o a veces Ayudante de Bodega, recibe el camión y la orden para hacer el ingreso formal.

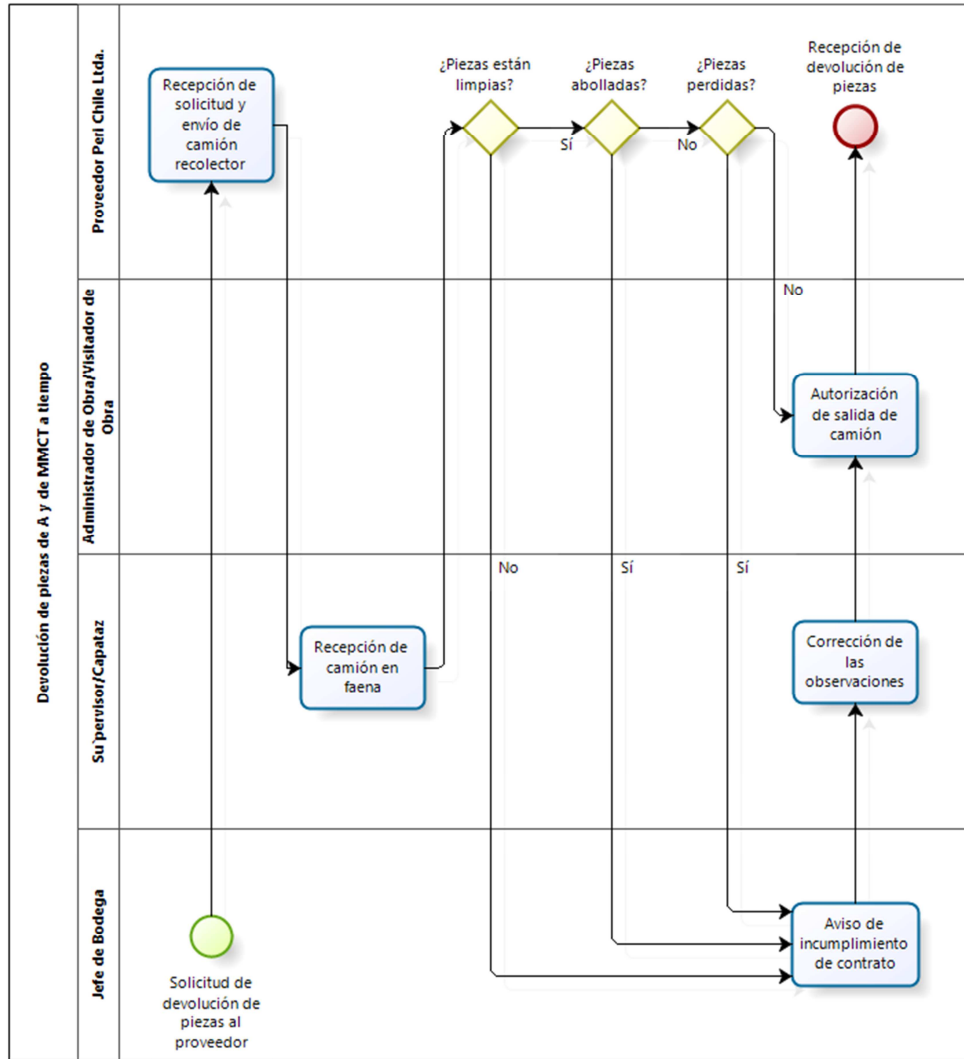
Personal calificado de Peri Chile, comienza a realizar la inspección en base a si no se encuentran limpias las piezas, se avisa al Jefe de Bodega de lo observado. Si se encuentran abolladas, también se le avisa. Si no están todas las piezas que se arrendaron por contrato, se cobra una multa por pérdidas de piezas, monto equivalente a si fuesen compradas las piezas que se perdieron.

Jefe de Bodega avisa al Supervisor/Capataz de incumplimiento de contrato y le ordena que se corrijan todas las observaciones detectadas por el proveedor.

Habiéndose corregido las observaciones, Administrador de Obra autoriza la salida del camión a las oficinas de Peri Chile Ltda.

En caso de que no se detectaron observaciones, Administrador de Obra autoriza la salida del camión rumbo a la planta física del proveedor.

Figura 19 - Devolución de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno a tiempo



Fuente: elaboración propia en Bizagi en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

3.2.8. Proceso de devolución de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno fuera de contrato

Este proceso se da fuera del Contrato y Anexo con el proveedor Peri Chile Ltda., es decir, esta situación es cuando supera los ocho meses.

En la Figura 20, se muestra que el Jefe de Bodega realiza una solicitud de devolución a destiempo de piezas al proveedor. Peri Chile Ltda. recepciona la solicitud y envía un camión recolector a la obra de edificio residencial. Cabe destacar que este costo por transporte es cubierto por el proveedor, sólo se cobran las multas por atraso.

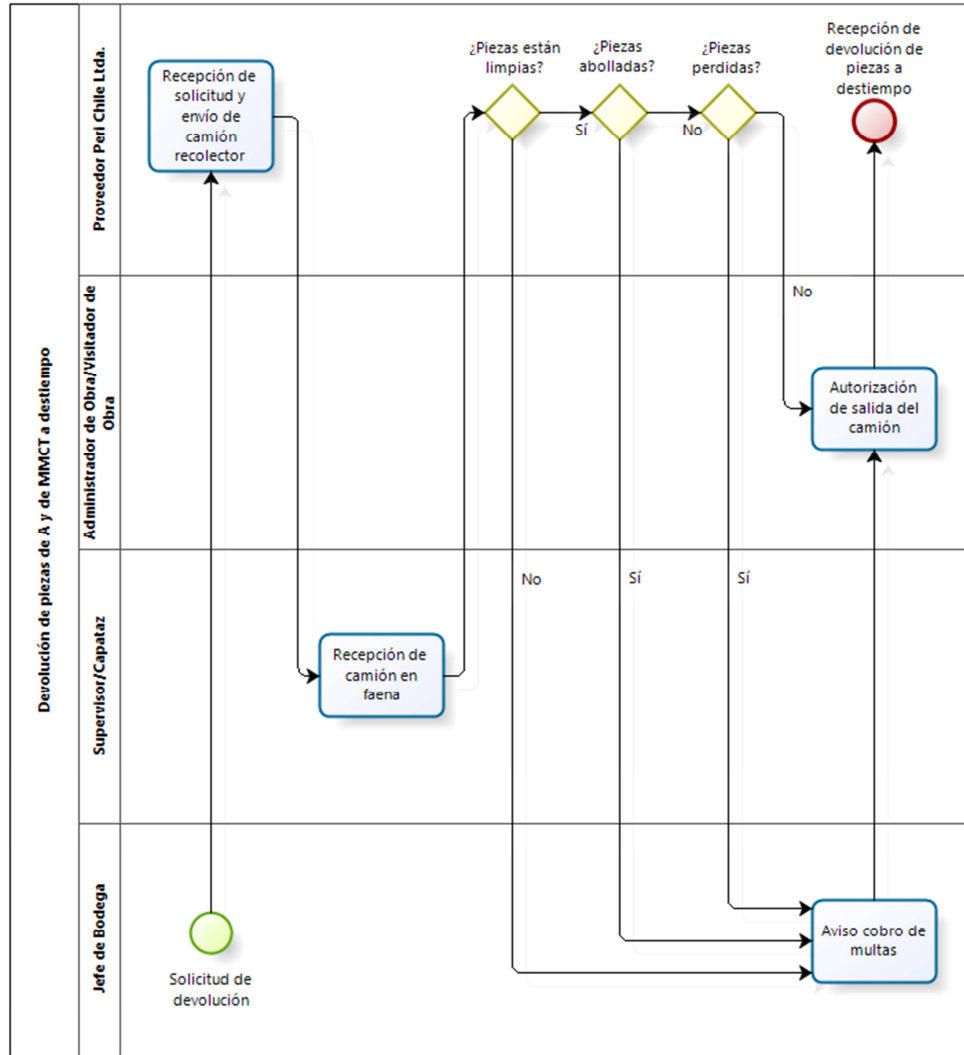
En faena, el Supervisor/Capataz o a veces Ayudante de Bodega, recibe el camión y la orden para hacer el ingreso formal.

Personal calificado de Peri Chile, comienza a realizar la inspección en base a si no se encuentran limpias las piezas, se avisa al Jefe de Bodega del cobro por multas de limpieza. Si se encuentran abolladas, también se le avisa y se le cobra un costo por mantenimiento o reparación. Si no están todas las piezas que se arrendaron por contrato, se cobra una multa por pérdidas de piezas, monto equivalente a si fuesen compradas las piezas que se perdieron.

El Jefe de Bodega teniendo en sus manos el informe de los costos de multas y costos por mantenimiento, avisa al Administrador de Obra de la situación ocurrida. Posteriormente, el Administrador de Obra teniendo en sus manos el informe, autoriza la salida del camión a las oficinas de Peri Chile Ltda.

En caso de que sólo se detectara incumplimiento en el tiempo de devolución de piezas, el Administrador de Obra recibe el informe de los costos por atraso y autoriza la salida del camión rumbo a la planta física del proveedor.

Figura 20 - Devolución de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno a destiempo



Fuente: elaboración propia en Bizagi en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

3.2.9. Procesamiento de facturas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno

Por medio de las facturas, el proveedor Peri Chile Ltda. hace el cobro a la constructora Inarco S.A.

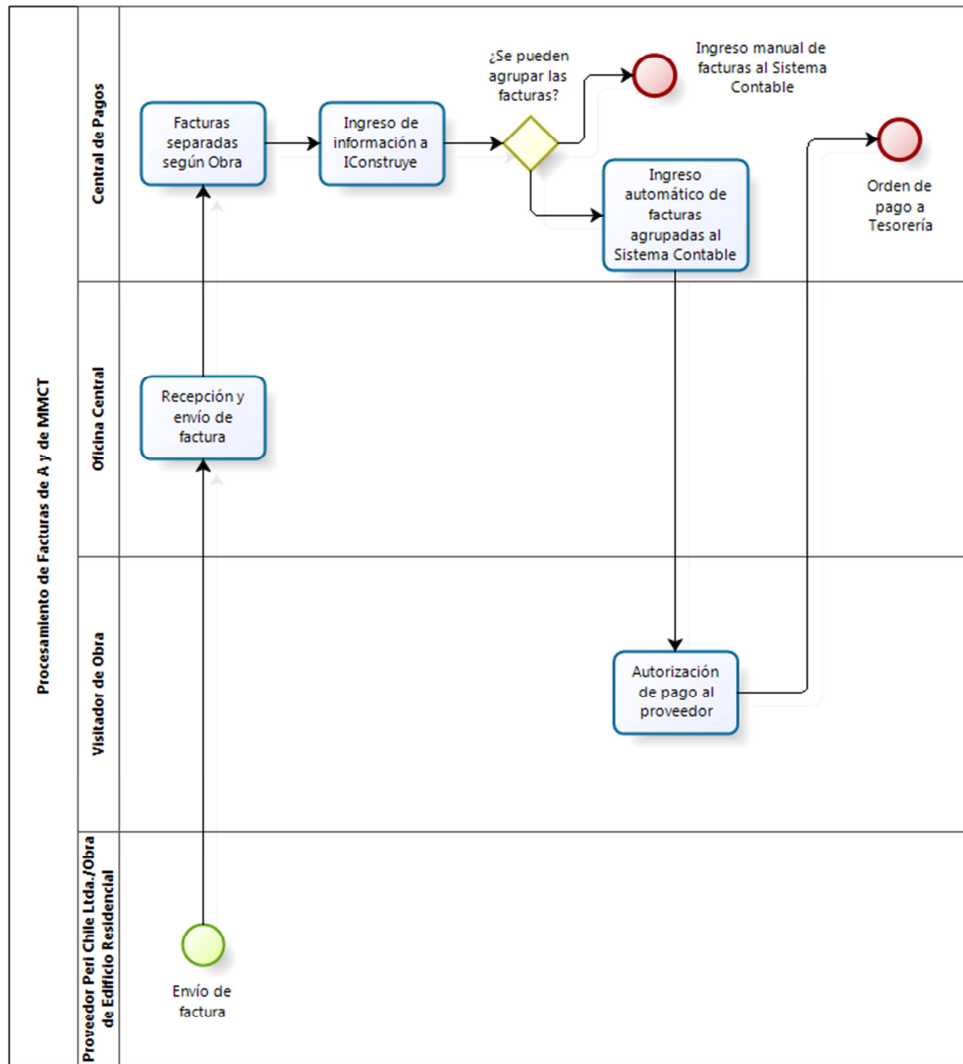
Esto se realiza para un proceso fuera de contrato como se indica en la Figura 17. Si corresponde al Contrato de Arriendo que se realizó, se van archivando para corroborar con el pronóstico de demanda que se realizó inicialmente y al terminar el contrato se cancela el saldo que quedó pendiente por término de Obra.

En la Figura 21, se detalla que el Proveedor Peri Chile Ltda. o la Obra envían la factura a la Oficina Central. Luego, esta recepciona la factura y realiza el envío a la Central de Pagos.

En la Central de Pagos, las facturas son separadas por Obras de Edificios Residenciales. Después, se hace el ingreso de la información al software IConstruye y se toma la decisión de si se pueden agrupar las facturas, ya sea por proveedor o por obra. Si la respuesta es un “No”, los operadores deben ingresar manualmente las facturas al sistema contable, repartiéndose las facturas. De ser un “Sí”, los operadores realizan el ingreso automático de las facturas agrupadas al Sistema Contable completando la información del comprador, información del proveedor, tipo y monto de la factura.

El Visitador de Obra es quien autoriza el pago al proveedor y la Central de Pagos realiza la orden de pago a Tesorería.

Figura 21 - Procesamiento de facturas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno



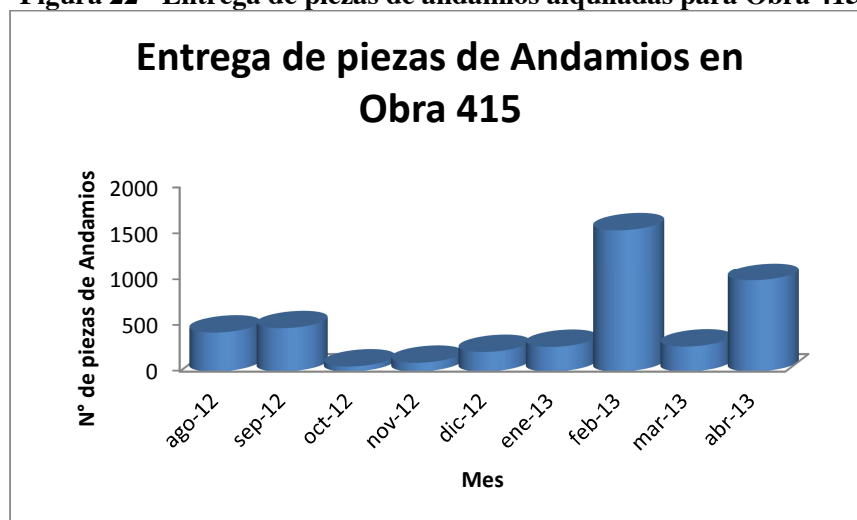
Fuente: elaboración propia en Bizagi en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

3.3. Arriendo de Andamios a Peri Chile Ltda.

Constructora Inarco S.A. para alquilar los andamios de Peri Chile Ltda., realiza un pronóstico de demanda de todas las piezas. El pedido de dichas piezas es relativo en cuanto a las veces que se extiende una orden de arriendo al mes. Cabe destacar que los pedidos se realizan todos los meses, es decir, durante los 8 meses. Un arriendo mal planificado conlleva a un exceso de piezas sin devolver y a un atraso en el tiempo de construcción de un edificio residencial.

Las últimas dos obras de edificios residenciales, han registrado una disminución de 3,9% en las utilidades netas. Los andamios son uno de los factores que se detallarán a continuación.

Figura 22 - Entrega de piezas de andamios alquiladas para Obra 415



Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

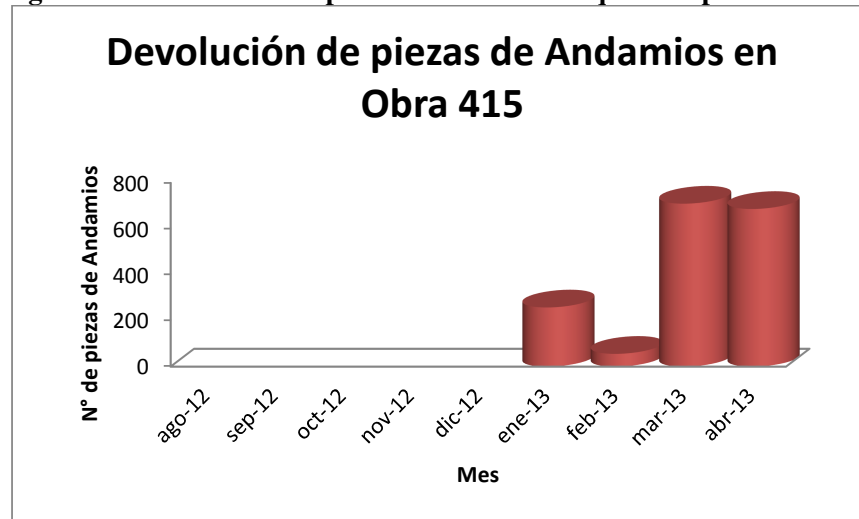
La Figura 22 detalla que durante los meses de agosto de 2012 y abril de 2013, periodo correspondiente a la obra 415, se arrendó un gran número de piezas de andamios. Donde, febrero de 2013 fue el mes que más se entregaron piezas de andamios a la obra. Mientras que, octubre de 2012 fue el mes que menos se entregaron piezas de andamios. Se aprecia una distribución sesgada en la entrega, ya que los datos presentan una mayor y menor variabilidad respecto al valor central.

Tabla 8 - Resultados de la Figura 22

Mínimo oct-12	54
Máximo feb-13	1.538
Promedio	479
Total entregado	4.310

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Tal como indica la Tabla 8, se arrendaron 4.310 piezas de andamios con un promedio al mes de 479 piezas, durante la obra 415. Se aplicó la ecuación (9).

Figura 23 - Devolución de piezas de andamios alquiladas para Obra 415

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

La Figura 23 detalla que durante los meses de agosto de 2012 y abril de 2013, periodo correspondiente a la obra 415, se devolvieron pocas piezas de andamios. Donde, marzo de 2013 fue el mes que más se devolvieron piezas de andamios, en contraste a la Figura 22 que disminuyó considerablemente la entrega de piezas. Mientras que, febrero de 2013 (verano) fue el mes que menos se devolvieron piezas de andamios, en contraste a la Figura 22 que aumentó considerablemente la entrega de piezas.

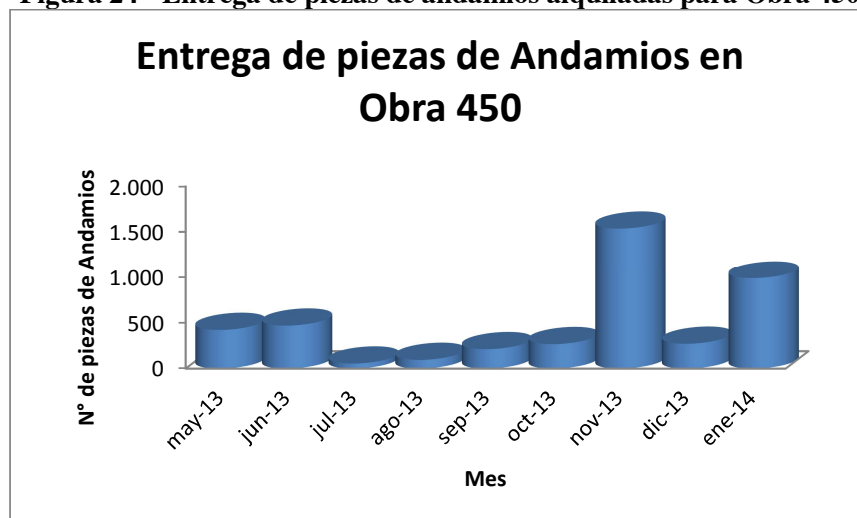
En conclusión, cuando un mes registra un aumento en la entrega de piezas, éste registra una disminución en la devolución de piezas y viceversa.

Tabla 9 - Resultados de la Figura 23

Mínimo feb-13	55
Máximo mar-13	710
Promedio	427
Total devuelto	1.708

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Tal como indica la Tabla 9, se devolvieron 1.708 piezas de andamios con un promedio al mes de 427 piezas, durante la obra 415. Se aplicó la ecuación (9).

Figura 24 - Entrega de piezas de andamios alquiladas para Obra 450

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

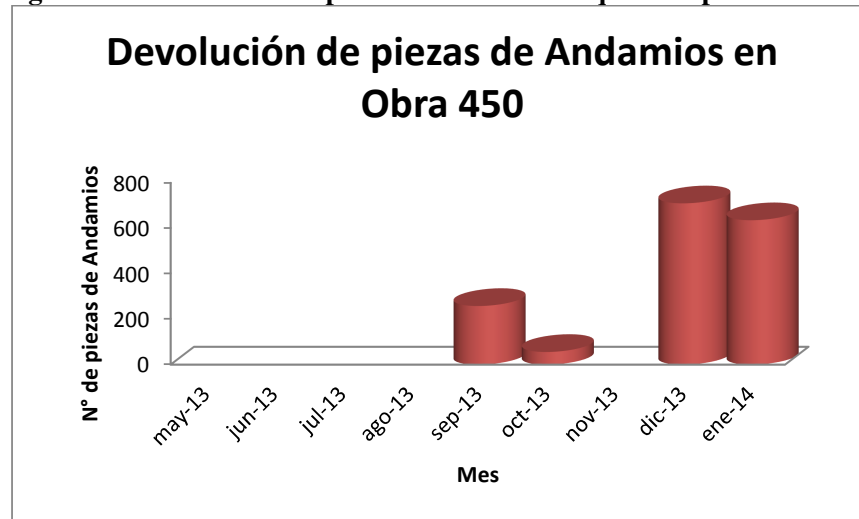
La Figura 24 detalla que durante los meses de mayo de 2013 y enero de 2014, periodo correspondiente a la obra 450, se arrendó un gran número de piezas de andamios. Donde, noviembre de 2013 fue el mes que más se entregaron piezas de andamios a la obra. Mientras que, julio de 2013 fue el mes que menos se entregaron piezas de andamios a la obra. Se aprecia una distribución sesgada en la entrega, ya que los datos presentan una mayor y menor variabilidad respecto al valor central.

Tabla 10 - Resultados de la Figura 24

Mínimo jul-13	54
Máximo nov-13	1.538
Promedio	479
Total entregado	4.310

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Tal como indica la Tabla 10, se arrendaron 4.310 piezas de andamios con un promedio al mes de 479 piezas, durante la obra 450. Se aplicó la ecuación (9).

Figura 25 - Devolución de piezas de andamios alquiladas para Obra 450

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

La Figura 25 detalla que durante los meses de mayo de 2013 y enero de 2014, periodo correspondiente a la obra 450, se devolvieron pocas piezas de andamios. Donde, diciembre de 2013 fue el mes que más se devolvieron piezas de andamios, en contraste a la Figura 24 que disminuye considerablemente la entrega de piezas. Mientras que, octubre de 2013 (primavera) fue el mes que menos se devolvieron piezas de andamios. Según la Figura 24 no se entregaron muchas piezas. En noviembre de 2013, no se registraron devoluciones.

Tabla 11 - Resultados de la Figura 25

Mínimo oct-13	55
Máximo dic-13	710
Promedio	414
Total devuelto	1.657

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Tal como indica la Tabla 11, se devolvieron 1.657 piezas de andamios con un promedio al mes de 414 piezas, durante la obra 450. Se aplicó la ecuación (9).

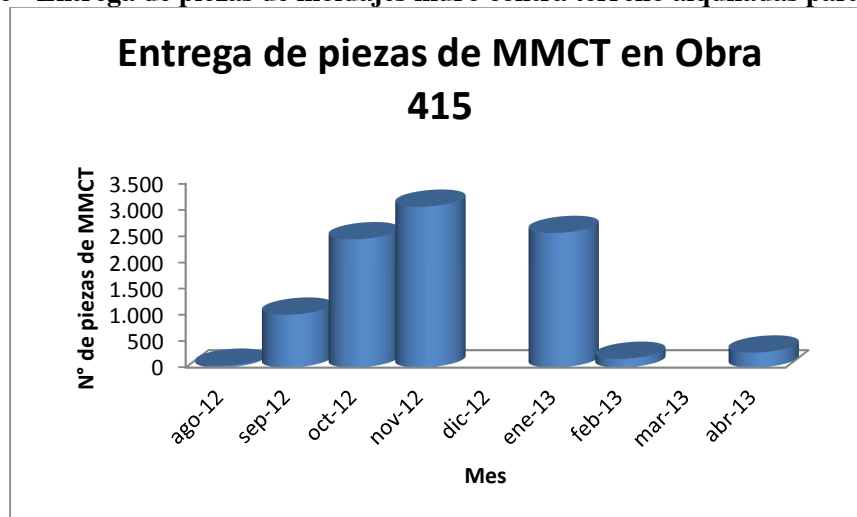
3.4. Arriendo de Moldajes Muro Contra Terreno a Peri Chile Ltda.

Constructora Inarco S.A. para alquilar los moldajes muro contra terreno de Peri Chile Ltda., realiza un pronóstico de demanda de todas las piezas. El pedido de dichas piezas es relativo en cuanto a las veces que se extiende una orden de arriendo al mes. Cabe destacar que los pedidos se realizan todos los meses, es decir, durante los 8 meses. Un arriendo mal

planificado conlleva a un exceso de piezas sin devolver y a un atraso en el tiempo de construcción de un edificio residencial.

Las últimas dos obras de edificios residenciales, han registrado una disminución de 3,9% en las utilidades. Los moldajes muro contra terreno son uno de los factores que se detallarán a continuación.

Figura 26 - Entrega de piezas de moldajes muro contra terreno alquiladas para Obra 415



Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

La Figura 26 detalla que durante los meses de agosto de 2012 y abril de 2013, periodo correspondiente a la obra 415, se arrendó un gran número de piezas de moldajes muro contra terreno. Donde, noviembre de 2012 fue el mes que más se entregaron piezas de moldajes muro contra terreno a la obra. Mientras que, agosto de 2012 fue el mes que menos se entregaron piezas de moldajes muro contra terreno. Se aprecia un comportamiento con un pico aislado, ya que aparecen tres grupos de datos aislados con una incidencia especial en el proceso de entrega.

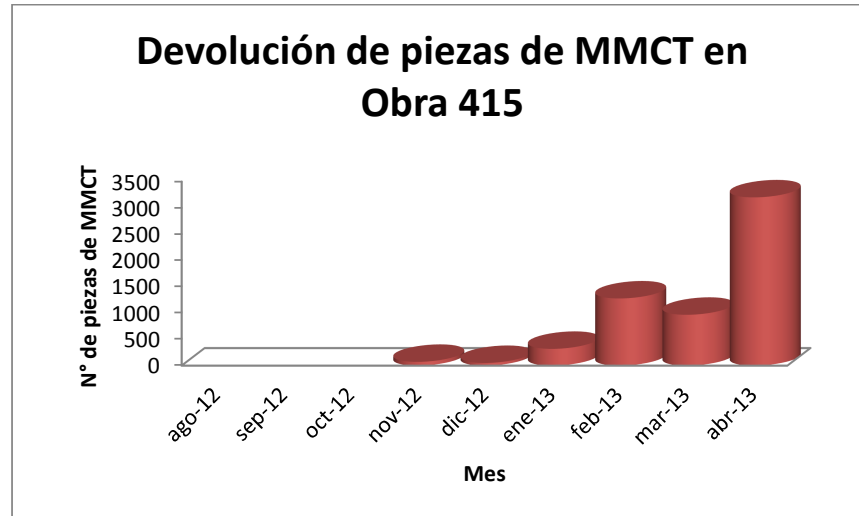
Tabla 12 - Resultados de la Figura 26

Mínimo ago-12	33
Máximo nov-12	3.059
Promedio	1.363
Total entregado	9.544

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Tal como indica la Tabla 12, se arrendaron 9.544 piezas de moldajes muro contra terreno con un promedio al mes de 1.363 piezas, durante la obra 415. Se aplicó la ecuación (9).

Figura 27 - Devolución de piezas de moldajes muro contra terreno alquiladas para Obra 415



Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

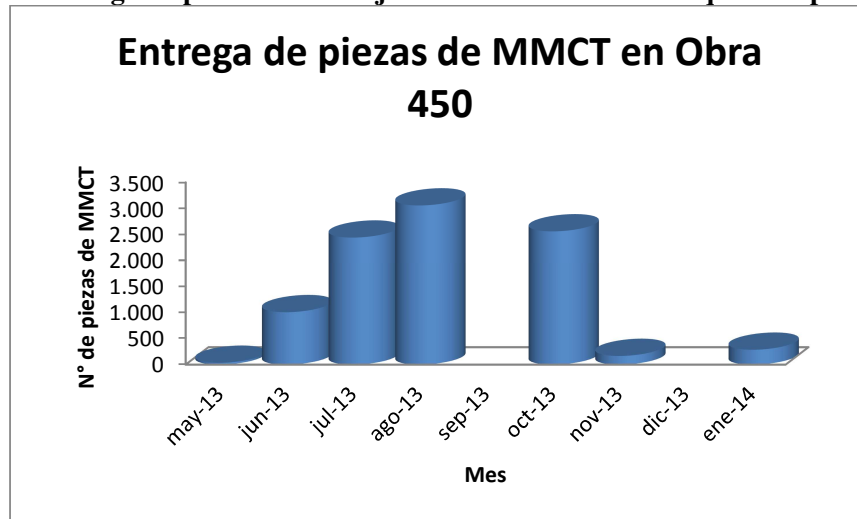
La Figura 27 detalla que durante los meses de agosto de 2012 y abril de 2013, periodo correspondiente a la obra 415, se devolvieron pocas piezas de moldajes muro contra terreno. Donde, abril de 2013 fue el mes que más se devolvieron piezas de moldajes muro contra terreno, en contraste a la Figura 26 que disminuyó considerablemente la devolución de piezas. Mientras que, diciembre de 2012 (verano) fue el mes que menos se devolvieron piezas de moldajes muro contra terreno, en contraste a la Figura 26 que no se entregaron piezas a la obra.

Tabla 13 - Resultados de la Figura 27

Mínimo dic-12	49
Máximo abr-13	3.202
Promedio	978
Total devuelto	5.868

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Tal como indica la Tabla 13, se devolvieron 5.868 piezas de moldajes muro contra terreno con un promedio al mes de 978 piezas, durante la obra 415. Se aplicó la ecuación (9).

Figura 28 - Entrega de piezas de moldajes muro contra terreno alquiladas para obra 450

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

La Figura 28 detalla que durante los meses de mayo de 2013 y enero de 2014, periodo correspondiente a la obra 450, se arrendó un gran número de piezas de moldajes muro contra terreno. Donde, agosto de 2013 fue el mes que más se entregaron piezas de moldajes muro contra terreno a la obra. Mientras que, mayo de 2013 fue el mes que menos se entregaron piezas de moldajes muro contra terreno. Se aprecia un comportamiento con un pico aislado, ya que aparecen tres grupos de datos aislados con una incidencia especial en el proceso de entrega.

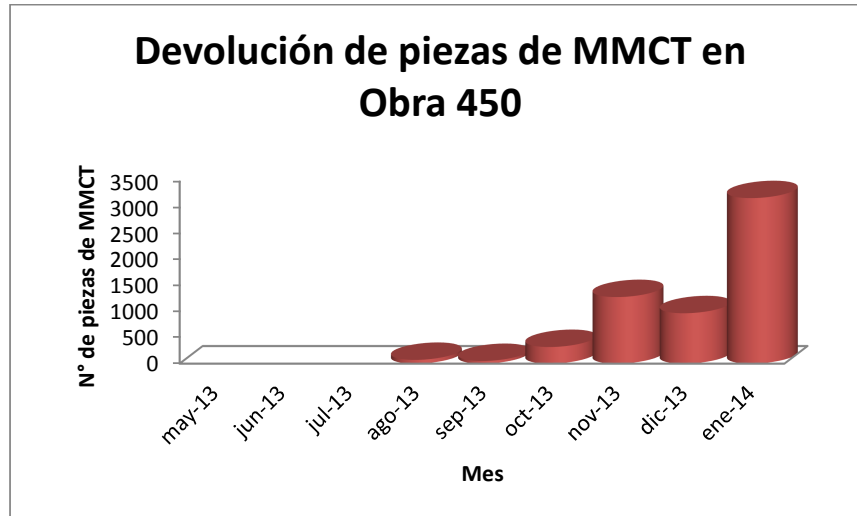
Tabla 14 - Resultados de la Figura 28

Mínimo may-13	33
Máximo ago-13	3.059
Promedio	1.363
Total entregado	9.544

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Tal como indica la Tabla 14, se arrendaron 9.544 piezas de moldajes muro contra terreno con un promedio al mes de 1.369 piezas, durante la obra 450. Se aplicó la ecuación (9).

Figura 29 - Devolución de piezas de moldajes muro contra terreno alquiladas para Obra 450



Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

La Figura 29 detalla que durante los meses de mayo de 2013 y enero de 2014, periodo correspondiente a la obra 450, se devolvieron pocas piezas de moldajes muro contra terreno. Donde, enero de 2014 fue el mes que más se devolvieron piezas de moldajes muro contra terreno, en contraste a la Figura 28 que disminuyó considerablemente la devolución de piezas. Mientras que, septiembre de 2013 (primavera) fue el mes que menos se devolvieron piezas de moldajes muro contra terreno, en contraste a la Figura 28 que no se entregaron piezas a la obra.

Tabla 15 - Resultados de la Figura 29

Mínimo sep-13	49
Máximo ene-14	3.183
Promedio	975
Total devuelto	5.849

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Tal como indica la Tabla 15, se devolvieron 5.849 piezas de moldajes muro contra terreno con un promedio al mes de 975 piezas, durante la obra 450. Se aplicó la ecuación (9).

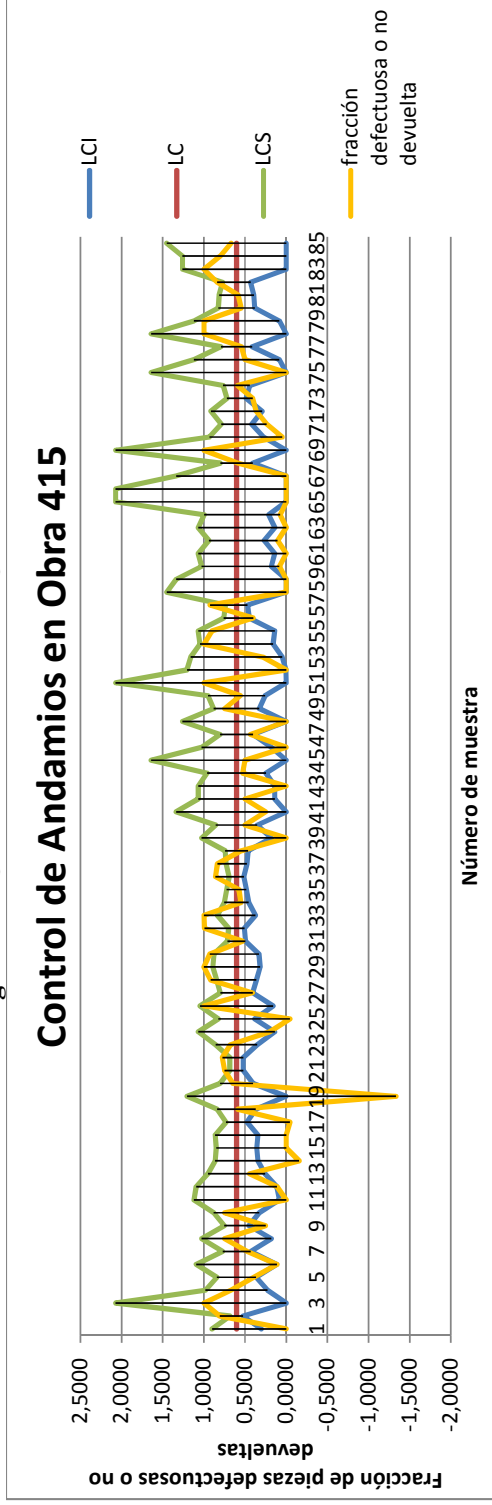
3.5. Gráficos de control de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno

El control actual que se da en Constructora Inarco S.A., específicamente en las obras 415 y 450, para los andamios y moldajes muro contra terreno, está fuera de control. Puesto que, el límite control inferior (LCI) no es aplicable cuando $LCI < 0$. Esto se traduce en pérdidas y en cantidades de piezas que no han sido devueltas a tiempo.

El tipo de gráfico empleado es del tipo p, donde se estudia un atributo y el tamaño de muestra no es constante. De este modo los límites de control superior e inferior no son líneas rectas horizontales. Para ello se aplicaron las ecuaciones (6) y (7), determinando una desviación estándar para cada tamaño de muestra con la ecuación (8).

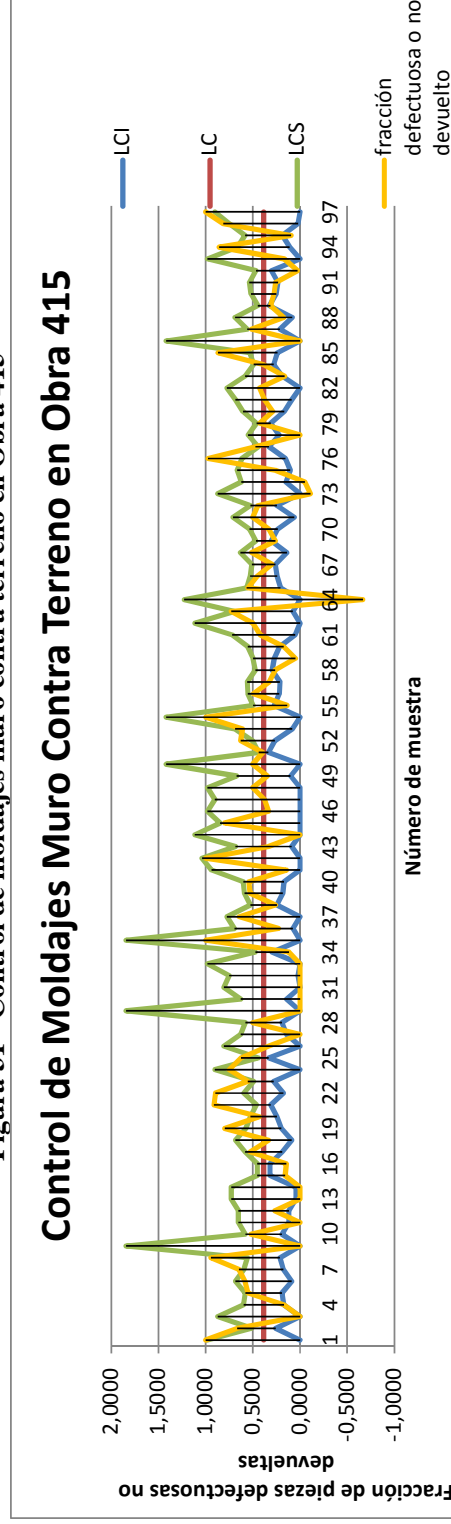
Las Figuras 30, 31, 32 y 33 se utilizaron para complementar el problema de devolución a destiempo que se da en las obras de edificios residenciales. Con ello justificamos que no existe una estrategia de control para reducir los defectos. Esto es, piezas no devueltas que se encuentran sobre el límite de control superior (LCS) y LCI, además que se detectan más de ocho puntos consecutivos por encima o por debajo del límite central (LC), tal como se detalla a continuación.

Figura 30 - Control de andamios en Obra 415



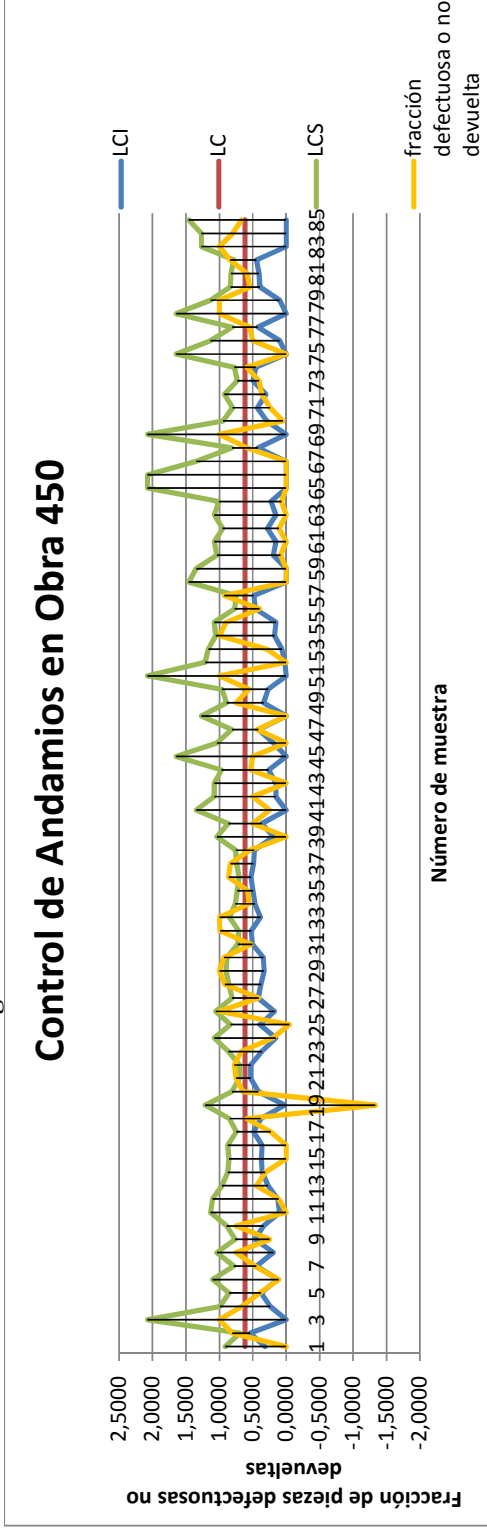
Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Figura 31 - Control de moldajes muro contra terreno en Obra 415



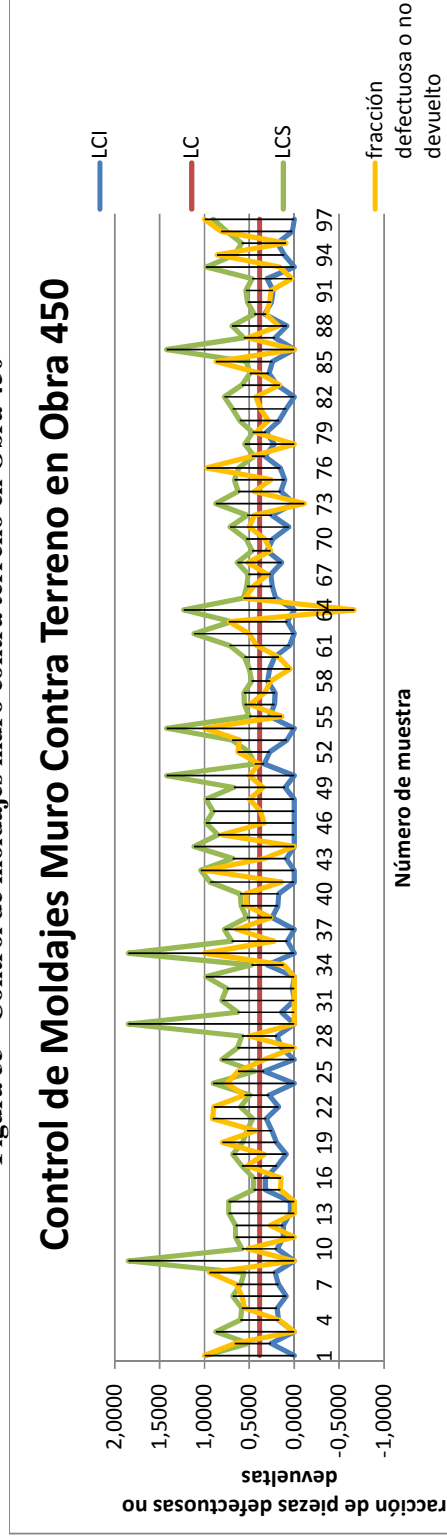
Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Figura 32 - Control de andamios en Obra 450



Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

Figura 33 - Control de moldajes muro contra terreno en Obra 450



Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

3.6. Costos totales de multas y por mantenimiento

Tabla 16 - Costo total de multas por atraso

Concepto	Multas por atraso	
	Obra 415	Obra 450
Andamios	\$2.037.750	\$2.067.750
Moldajes Muro Contra Terreno	\$2.760.750	\$2.773.500

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 16, se detallan los costos totales por mantenimiento. Donde para la obra 415, tenemos \$2.037.750 para andamios y \$2.760.750 para moldajes muro contra terreno. Mientras que para la obra 450, tenemos \$2.067.750 para andamios y \$2.773.500 para moldajes muro contra terreno. En ambas obras, la situación actual es similar.

Tabla 17 - Costo total de multas por pérdidas de piezas

Concepto	Multas por pérdidas	
	Obra 415	Obra 450
Andamios	\$1.137.020	\$881.340
Moldajes Muro Contra Terreno	\$309.170	\$133.890

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 17 se detallan los costos totales de multas por pérdidas de piezas. Donde para la obra 415, tenemos \$1.137.020 para andamios y \$309.170 para moldajes muro contra terreno. Mientras que para la obra 450, tenemos \$881.340 para andamios y \$133.890 para moldajes muro contra terreno. En ambas obras, la situación actual no es similar, ya que las cifras de la obra 415 son superiores a la obra 450.

Tabla 18 - Costo total de multas por limpieza

Concepto	Multas por limpieza	
	Obra 415	Obra 450
Andamios	\$2.644.000	\$2.673.000
Moldajes Muro Contra Terreno	\$3.686.000	\$3.701.000

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 18 se detallan los costos totales de multas por limpieza. Donde para la obra 415, tenemos \$2.644.000 para andamios y \$3.686.000 para moldajes muro contra terreno. Mientras que para la obra 450, tenemos \$2.673.000 para andamios y \$3.701.000 para moldajes muro contra terreno. En ambas obras, la situación actual es similar.

Tabla 19 - Costo total de mantenimiento

Concepto	Mantenimiento	
	Obra 415	Obra 450
Andamios	\$47.984	\$48.506
Moldajes Muro Contra Terreno	\$66.348	\$66.618

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 19 se detallan los costos totales por mantenimiento. Donde para la obra 415, tenemos \$47.984 para andamios y \$66.348 para moldajes muro contra terreno. Mientras que para la obra 450, tenemos \$48.506 para andamios y \$66.618 para moldajes muro contra terreno. En ambas obras, la situación actual es similar.

3.7. Costo presupuestado versus costo real

Tabla 20 - Costo presupuestado versus costo real

Concepto	Obra 415		Obra 450	
	Presupuestado	Real	Presupuestado	Real
Andamios	\$5.000.000	\$10.176.754	\$5.000.000	\$9.980.596
Moldajes Muro Contra Terreno	\$11.000.000	\$16.366.268	\$11.000.000	\$16.219.000

Fuente: elaboración propia en Excel 2007 en base a información entregada por Constructora Inarco S.A., 2014

En la Tabla 20 se muestra la comparación entre el costo presupuestado y costo real. Donde para la obra 415, las utilidades han caído en un 3,95% del monto de \$266.856.000. Mientras que para la obra 450, las utilidades han caído en un 3,82%. En ambas obras, la situación actual es similar.

3.8. Análisis del problema y sus causas

El problema se ha establecido en la cabeza de espina de pescado como una **devolución a destiempo de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno** en obras de edificios residenciales de la constructora Inarco S.A., con lo que se evidencia al observar la Figura 34. Se han establecido las siguientes categorías, con el propósito de agrupar las posibles causas detectadas:

A. Métodos:

El sistema de información actual alude a un Sistema de Procesamiento de Transacciones (TPS), donde se capturan y procesan transacciones de negocios como pedidos, tarjetas de tiempo, pagos y reservas. Además se ven involucrados el Profesional Visitador de Obra o Gerente de Operaciones, Administrador de Obra, Jefes de Oficina Técnica y Jefe de Bodega; y tecnologías de información como IConstruye y Excel.

Este sistema de información presenta dificultades en los datos y en las personas, debido a una falta de planificación en las necesidades de materiales y devolución a destiempo de las piezas al proveedor Peri Chile Ltda.

Situación que altera el control presupuestario de \$5.000.000 por concepto de andamios. Elevando los costos totales de multas por atraso a \$2.037.750, costos totales de multas por pérdidas a \$1.137.020, costos totales de multas por limpieza a \$2.644.000 y costos totales de mantenimiento a \$47.984, ya que sólo se devuelven a tiempo 1.708 piezas correspondientes a la obra 415. En comparación a la obra 450 que se devuelven 1.657 piezas, lo cual eleva los costos totales de multas por atraso a \$2.067.750, costos totales de multas por pérdidas a \$881.340, costos totales de multas por limpieza a \$2.673.000 y costos totales de mantenimiento a \$48.506.

El presupuesto de \$11.000.000 por concepto de moldajes muro contra terreno también se ve alterado. Elevando los costos totales de multas por atraso a \$2.760.750, costos totales de multas por pérdidas a \$309.170, costos totales de multas por limpieza a \$3.686.000 y costos totales de mantenimiento a \$66.348, ya que sólo se devuelven a tiempo 5.868 piezas correspondientes a la obra 415. En comparación a la obra 450 que se devuelven 5.849 piezas, lo cual eleva los costos totales de multas por atraso a \$2.773.500, costos totales de multas por pérdidas a \$133.890, costos totales de multas por limpieza a \$3.701.000 y costos totales de mantenimiento a \$66.618.

B. Mano de Obra:

El Profesional Visitador de Obra/Gerente de Operaciones orienta ineficientemente al Administrador de Obra y empresa alquiler, debido a que tiene que viajar a Concepción a supervisar otras obras.

El Administrador de Obra coordina y gestiona ineficientemente los datos y personas que trabajan en faena. Debido a que se sólo se guía por los informes de Oficina Técnica y Bodega. Se evidencian errores en los informes de lo que ocurre en terreno.

Los Jefes de Oficina Técnica controlan ineficientemente el presupuesto, ya que los costos por multas y costos de mantenimiento son muy altos, lo cual afecta la utilidad neta de \$266.856.000 al terminar un edificio residencial. La utilidad neta ha disminuido un 3,9% en las últimas dos obras. Puesto que los costos más relevantes están relacionados al hormigón, ferralla, andamios y moldajes muro contra terreno. Existe una inadecuada asignación en sus tareas.

El Jefe de Bodega controla ineficientemente el inventario y la ubicación de las piezas arrendadas en faena. Debido a que la información como guías de despacho y facturas se encuentra en archivadores, su clave de acceso al IConstruye está restringida. Presenta un exceso de trabajo, donde sólo puede delegar tareas en Ayudante de Bodega, quien tiene que desempeñar a su vez tareas de Capataz.

Existe una inadecuada asignación de trabajo a los obreros para el ensamblaje de los andamios y moldajes muro contra terreno. Debido a que se cuenta con dos centros de trabajo. En el caso de los andamios, el tiempo de ensamblaje (tiempo de preparación y tiempo de corrida) es de 1 (día); tiempo de desarme es de 0,38 (días); con una mano de obra de 1 capataz, 1 carpintero

y 22 jornales; tasa de demanda promedio de 147 (piezas/día); mover el bucket a la siguiente estación de trabajo, el tiempo de espera, el tiempo de procesamiento en la siguiente estación de trabajo y la devolución del bucket vacío abarca 1,38 (días). En el caso de los moldajes muro contra terreno, el tiempo de ensamblaje (tiempo de preparación y tiempo de corrida) es de 1,25 (días); tiempo de desarme de 0,44 (días); con una mano de obra de 1 capataz, 8 carpinteros y 4 jornales; tasa de demanda promedio de 242 (piezas/día); mover el bucket a la siguiente estación de trabajo, el tiempo de espera, el tiempo de procesamiento en la siguiente estación de trabajo y la devolución del bucket vacío abarca 1,69 (días). Para ambos casos, no se registra el número de piezas que debe contener un bucket. Faltan incentivos monetarios a obreros por ocuparse que las piezas estén limpias y no se pierdan. Las obras operan en un único turno de 8 (horas/día) y 1 (hora/día) destinada a colación.

C. Materiales:

Se registran pérdidas de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno en faena. Bajo el concepto de andamios, estas suelen ser Travesaño UHD 150, Tubo amarre UWT 45, Bastidor arranque UVF 72/174 y Base regulable UJB38-80/150. Bajo el concepto de moldajes muro contra terreno, estas suelen ser Viga GT-24 1,50 metros, Viga GT-24 4,20 metros y Viga GT-24 4,80 metros.

Al terminar el contrato de arrendamiento con la empresa alquiler, se cuantifica un elevado inventario de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno en faena sin devolver. Bajo el concepto de andamios, 2.581 piezas en obra 415 y 2.643 piezas en obra 450. Bajo el concepto de moldajes muro contra terreno, 3.671 piezas en obra 415 y 3.692 piezas en obra 450.

Desorden de dichas piezas en terreno tras ser desarmadas, ya que no se encuentra delimitado el espacio temporal para su almacenamiento.

D. Máquinas:

Errores en conexión a Internet afectan el canal de comunicación formal entre las áreas de Gerencia de Obra, Oficina Técnica, Bodega, Proveedor y área de Operaciones de Oficina Central para utilizar el IConstruye en línea.

Inadecuado equipo de oficina para agilizar las actividades de devolución, ya que el computador de Bodega está obsoleto, necesitando desfragmentar el disco duro y aumentar la capacidad de almacenamiento y memoria RAM. Las sillas son incómodas, no permitiendo una buena postura corporal. Cuando se imprimen informes sobre 100 hojas, se atasca el papel.

Líneas telefónicas insuficientes. Jefe de Bodega debe ocupar su celular para gestionar pedidos y devoluciones con empresa alquiler. Nula preocupación de Administrador de Obra para comprar celulares y devolver el monto gastado en tarjetas de prepago.

E. Medio Ambiente:

Si bien es cierto que las bodegas o los lugares destinados para almacenamiento se consideran almacenes en tránsito, el proceso de almacenamiento de las piezas de andamios y moldajes muro contra terreno produce inconsistencia en la información, donde el desorden en la ubicación de los productos ocasiona un excesivo nivel de existencias sin devolver. Lo cual genera una presión en aumento sobre el capital humano. Debido a que como los proyectos duran 18 meses aproximadamente y se desarrollan en paralelo, comienza a operar el proceso de almacenamiento de la obra siguiente al mes 9 aproximadamente de haber finalizado el proceso de la obra anterior. Las piezas comienzan a mezclarse entre ambos proyectos, atrasando aún más los tiempos de devolución. Además las condiciones climáticas en primavera y verano contribuyen con el retraso de la devolución de piezas. Por lo tanto, todo el dinero que el sistema ha invertido en adquirir las piezas, aumenta al igual que todo el dinero que gasta el sistema para convertir el inventario en ingresos netos.

3.9. Conclusiones del capítulo 3

Se consideró estudiar los indicadores de desempeño logístico que maneja la constructora, con el propósito que los líderes puedan vincular su estrategia con las operaciones cotidianas que se dan en las obras de edificios residenciales. Detectando que el proveedor cumple un 100% con la entrega de piezas. Mientras que la constructora, cumple sólo un 40% para la devolución de andamios y 62% para moldajes muro contra terreno.

Se analizaron los procesos de Constructora Inarco S.A. para la entrega y devolución de piezas de andamios y moldajes muro contra terreno. Al revisar la memoria de Ovando (2009) con respecto a algunos procesos de Constructora Almagro S.A., se determinó que los procesos son bastante similares en cuanto al ingreso y cotización de productos. Los actores involucrados gastan muchas horas por revisar los informes, guías de despacho y facturas que se encuentran en archivadores, puesto que la información no siempre es ingresada al IConstruye. Si la información estuviera en línea, este tiempo sería eliminado.

Todas las piezas son entregadas a tiempo de acuerdo al contrato de arrendamiento de ocho meses, pero todo es devuelto con retraso. Es decir, la causa de los retrasos es la combinación de sucesos dependientes y fluctuaciones estadísticas que se hace frente diariamente. Si se solicita una pieza una semana antes de concluir el contrato, es imposible que esta sea devuelta a tiempo. Otra observación es que como las personas no trabajan a un ritmo constante, entonces no se puede compensar el tiempo perdido.

A través de los gráficos de control de andamios y moldajes muro contra terreno, se constató que el proceso está fuera de control, puesto que existen puntos por debajo del límite de control inferior. Teniendo piezas perdidas y exceso de piezas no devueltas a tiempo.

Los costos totales por multas y mantenimiento de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno superan lo presupuestado. Es decir, para la obra 415, las utilidades han caído en un 3,95% del monto de \$266.856.000. Mientras que para la obra 450, las utilidades han caído en un 3,82%.

La meta de un sistema de medición es proporcionar a los líderes una perspectiva multidimensional, cualitativa y cuantitativa de su organización, donde la situación actual carece de planificación y control para la formalización de tareas destinadas a cubrir lo que suceda en el futuro y reducir la variación entre lo presupuestado y lo que realmente ocurre.

A continuación, en el siguiente capítulo se analiza la demanda y el tiempo para el Diseño de un Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales.

Capítulo 4. Análisis de la demanda y el tiempo

Antes de diseñar el sistema de gestión de devolución de piezas, es necesario analizar las restricciones que tendrá el sistema propuesto, en cuanto al análisis de la demanda dependiente y las distribuciones probabilísticas del tiempo de cada proceso.

4.1. Análisis de la demanda

Los arriendos de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno se basan en inventarios por componentes y productos terminados que realiza la Constructora Inarco S.A. a Peri Chile Ltda. La situación alude a una demanda de tipo dependiente, es decir, su demanda está limitada a un plan maestro de producción donde un conjunto de piezas corresponde al producto terminado para ser utilizado en las diferentes obras de edificios residenciales.

En los puntos 3.3 y 3.4 se presentó el análisis de la demanda de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno de las obras 415 y 450. En dichos gráficos, el comportamiento no era constante de un mes a otro, pero sí la demanda era conocida para ambas obras.

Ahora bien, se necesita evaluar la relación existente entre la demanda de un mes y otro para determinar si la demanda es del tipo Determinista o Probabilística.

Para evaluar la demanda, utilizaremos el Coeficiente de Correlación Pearson, el cual permite proporcionar información sobre la relación lineal entre dos variables cualesquiera. Se denota como r y fluctúa entre $[-1,1]$, tal como señala la Tabla 21.

Tabla 21 - Parámetros de Correlación Pearson

$r = -1$	correlación inversa perfecta
$-1 < r < 0$	correlación inversa
$r = 0$	no hay correlación
$0 < r < 1$	correlación directa perfecta
$r = 1$	correlación directa perfecta

Fuente: información extraída de Montgomery, D & Runger, G.

Las siguientes tablas indican el coeficiente de correlación Pearson.

Tabla 22 - Coeficiente correlación de Andamios

Tiempo	N° piezas de Andamios	
	obra 415	obra 450
mes 1	421	421
mes 2	468	468
mes 3	54	54
mes 4	94	94

mes 5	211	211
mes 6	266	266
mes 7	1538	1538
mes 8	270	270
mes 9	988	988
Coef. Pearson (r)		1
Determinación (r²)		1

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

Tabla 23 - Coeficiente correlación de Moldajes Muro Contra Terreno

Tiempo	N° de piezas de Moldajes Muro Contra Terreno	
	obra 415	obra 450
mes 1	33	33
mes 2	999	999
mes 3	2444	2444
mes 4	3059	3059
mes 5		
mes 6	2563	2563
mes 7	164	164
mes 8		
mes 9	282	282
Coef. Pearson (r)		1
Determinación (r²)		1

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

Las Tablas 22 y 23 corresponden a la determinación del coeficiente de correlación, utilizando la variable tiempo y demanda entre Obra 415 y Obra 450. El resultado fue $r=1$, lo que indica que la correlación es directamente perfecta. El resultado $r^2=1$, indica que la determinación es del 100%.

De acuerdo, a lo anterior significa que la demanda se puede conocer con certeza, puesto que existe un patrón definido entre ambas obras, pero varía al periodo siguiente. Es por esto que debemos simular los tiempos de cada proceso en el software Arena Rockwell.

4.2. Levantamiento de los tiempos

Se recolectaron los tiempos por solicitudes en Archivadores según horas y días de llegada de la solicitud a cada una de las actividades durante 9 meses. Posteriormente, serán utilizados en la simulación del proceso.

Se registraron 29 solicitudes de arriendo de andamios en cada obra. Se registraron entre 1 y 7 solicitudes por mes. En promedio se realizaron 4 solicitudes mensuales.

En la Tabla 24, se muestran 4 procesos para el arribo de solicitudes con sus respectivos tiempos de procesamiento. Estos tiempos corresponden a las actividades realizadas por Administrador de Obra, Jefe de Oficina Técnica y Jefe de Bodega.

Tabla 24 - Tiempos de procesos de arribo relacionados a Andamios

Mes	Semana	Número de Orden	Recepción de Requerimientos (días)	Solicitud de pedido (horas)	Aprobación de solicitud (horas)	Orden de arriendo recibida (días)
1	4	1	1	2.55	1.12	1
2	1	2	2	2.57	1.14	7
2	2	3	3	2.58	1.16	6
2	2	4	3	2.58	1.21	1
2	2	5	1	2.56	1.23	1
2	2	6	1	2.56	1.15	1
3	2	7	1	2.56	1.20	28
3	2	8	1	2.56	1.23	1
4	1	9	1	2.56	1.13	20
5	3	10	1	2.56	1.13	46
5	3	11	3	2.58	1.24	1
6	2	12	3	2.58	1.15	24
7	4	13	2	2.57	1.11	47
7	4	14	2	2.57	1.13	1
7	4	15	2	2.57	1.13	1
7	4	16	2	2.57	1.13	1
7	4	17	3	2.58	1.14	1
7	4	18	2	2.57	1.17	1
7	4	19	1	2.56	1.15	1
8	2	20	1	2.56	1.14	12
8	2	21	1	2.56	1.12	1
8	2	22	2	2.57	1.11	1
9	1	23	3	2.59	1.20	22
9	1	24	3	2.58	1.18	1
9	2	25	3	2.58	1.18	11
9	4	26	1	2.55	1.16	15
9	4	27	1	2.55	1.16	1
9	4	28	1	2.55	1.16	1
9	4	29	1	2.55	1.15	2

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

En la Tabla 25 se muestra un proceso para la devolución de solicitudes con su respectivo tiempo de procesamiento. Cabe destacar que la devolución de solicitudes no fue completada y se

hace el supuesto que los **tiempos de órdenes de devolución** será la misma distribución que las de arribo.

Tabla 25 - Tiempos de procesos de devolución incompleta relacionados a Andamios

Mes	Número de Orden	Recolección piezas de andamios (días)
5	1	72
5	2	72
5	3	75
5	4	75
5	5	77
6	6	77
8	7	80
8	8	80
8	9	80
8	10	80
9	11	88
9	12	89
9	13	89

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

Se registraron 39 solicitudes de arriendo de moldajes muro contra terreno en cada obra. Se registraron entre 0 y 12 solicitudes por mes. En promedio se realizaron 6 solicitudes mensuales.

En la Tabla 26 se muestran 4 procesos para el arribo de solicitudes con sus respectivos tiempos de procesamiento. Estos tiempos corresponden a las actividades realizadas por Administrador de Obra, Jefes de Oficina Técnica y Jefe de Bodega.

Tabla 26 - Tiempos de procesos de arribo relacionados a Moldajes Muro Contra Terreno

Mes	Semana	Número de Orden	Recepción de requerimientos (días)	Solicitud de pedido (horas)	Aprobación de solicitud (horas)	Orden de arriendo recibida (días)
1		1	2	2.57	1.13	1
2		2	1	2.56	1.13	24
2		3	1	2.56	1.24	1
2		4	1	2.56	1.15	2
2		5	2	2.57	1.11	1
3		6	3	2.59	1.13	5
3		7	3	2.58	1.13	1

3		8	3	2.58	1.13	1
3		9	1	2.55	1.14	1
3		10	1	2.55	1.13	1
3		11	3	2.58	1.24	1
3		12	3	2.58	1.15	1
3		13	2	2.57	1.11	16
3		14	2	2.57	1.13	5
3		15	2	2.57	1.13	1
3		16	2	2.57	1.13	1
3		17	3	2.58	1.14	1
4		18	2	2.57	1.17	16
4		19	1	2.56	1.15	1
4		20	1	2.56	1.14	1
4		21	1	2.56	1.12	12
4		22	2	2.57	1.11	1
4		23	3	2.59	1.20	1
4		24	3	2.58	1.18	1
4		25	3	2.58	1.18	1
4		26	1	2.55	1.16	1
4		27	1	2.55	1.16	1
6		28	1	2.55	1.16	40
6		29	1	2.55	1.15	1
6		30	3	2.58	1.12	1
6		31	3	2.58	1.11	7
6		32	2	2.57	1.20	1
6		33	2	2.57	1.18	4
6		34	2	2.57	1.18	9
6		35	2	2.57	1.16	6
6		36	3	2.58	1.16	1
7		37	3	2.59	1.16	24
7		38	3	2.58	1.15	4
9		39	3	2.57	1.13	49

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

En la Tabla 27 se muestra un proceso para la devolución de solicitudes con su respectivo tiempo de procesamiento. Cabe destacar que la devolución de solicitudes no fue completada y se hace el supuesto que los **tiempos de órdenes de devolución será la misma distribución que las de arriba.**

Tabla 27 - Tiempos de procesos de devolución incompleta relacionados a Moldajes Muro Contra Terreno

Mes	Número de Orden	Recolección piezas de moldajes muro contra terreno (días)
4	1	72
5	2	72
5	3	74
6	4	74
6	5	76
7	6	76
7	7	76
7	8	86
8	9	82
8	10	82
9	11	84
9	12	86
9	13	86
9	14	91
9	15	92
9	16	95
9	17	95
9	18	95

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

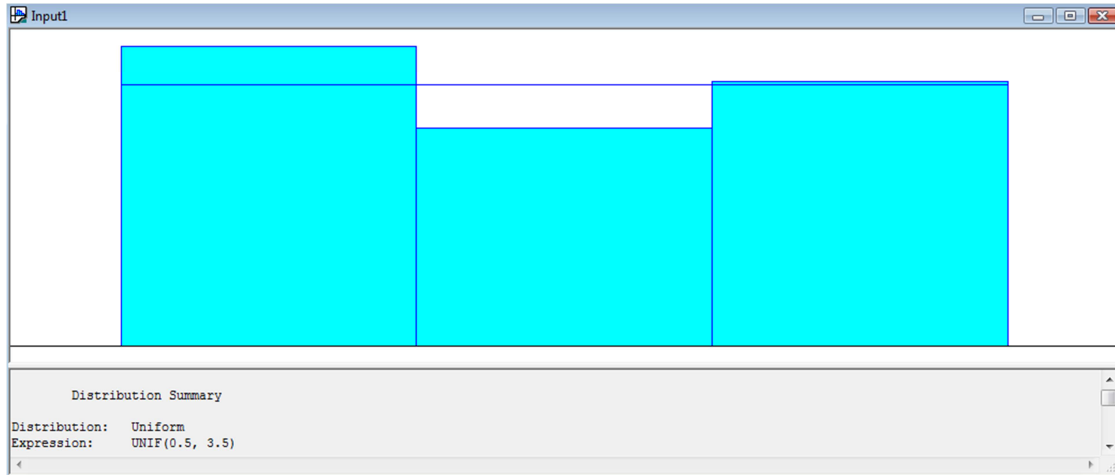
4.3. Distribución de probabilidades de tiempos

Para la distribución de probabilidades de tiempos se utilizó el complemento del Simulador Arena Rockwell: Input Analyzer. En efecto, cuando se ingresaron los tiempos se realizó un ajuste del conjunto de datos de entrada, considerando pruebas de bondad Chi-cuadrado (distribuciones discretas y continuas) y Kolmogorov-Smirnov (distribuciones continuas). Con tamaños de muestra de 68, 39, 29, 13 y 18, según sea el proceso. Obteniendo así, la mejor distribución de probabilidad con una confiabilidad del 95% para cada actividad.

En las Figuras 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 y 42 se muestran los procesos, las actividades asociadas a cada proceso con sus respectivas distribuciones de probabilidades de tiempo y el número de responsables por cada actividad.

a. Recepción de requerimientos de piezas de Andamios y Moldaje Muro Contra Terreno

Figura 35 – Recepción de requerimientos de piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia en Input Analyzer

En los Centros de Trabajo se van recepcionando los requerimientos de piezas. La distribución es Uniforme. La expresión es **UNIF(0.5, 3.5)**.

Prueba Chi-cuadrado

Número de intervalos: 3

Grados de libertad: 2

Prueba estadística: 1.09

P-valor = 0.592

Resumen

Número de datos: 68

Mínimo: 1

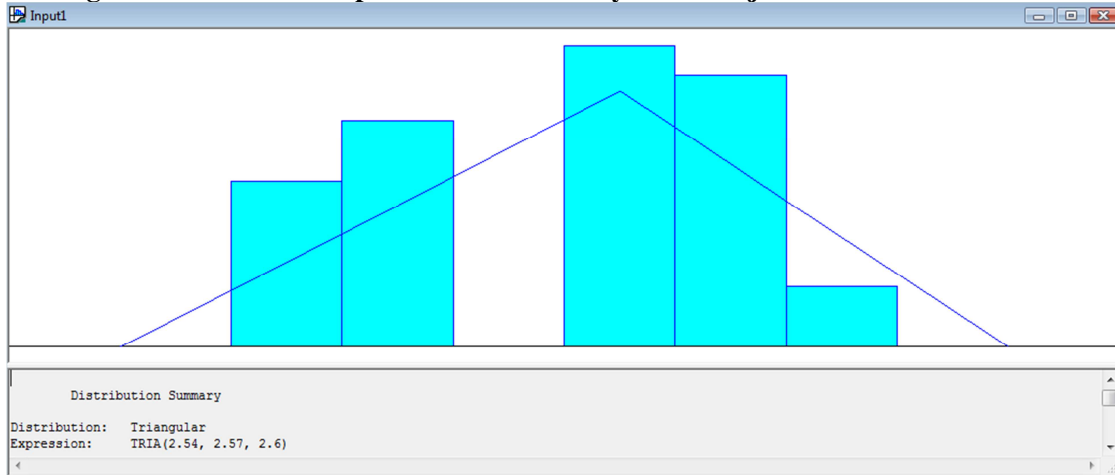
Máximo: 3

Promedio: 1.96

Desviación estándar: 0.854

b. Solicitud de pedido

Figura 36 - Solicitud de pedido de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia en Input Analyzer

El responsable de este proceso es el Jefe de Bodega. La distribución es Triangular. La expresión es **TRIA(2.54,2.57,2.6)**.

Prueba Chi-cuadrado

Número de intervalos: 6
 Grados de libertad: 4
 Prueba estadística: 26.8
 P-valor < 0.005

Prueba Kolmogorov-Smirnov

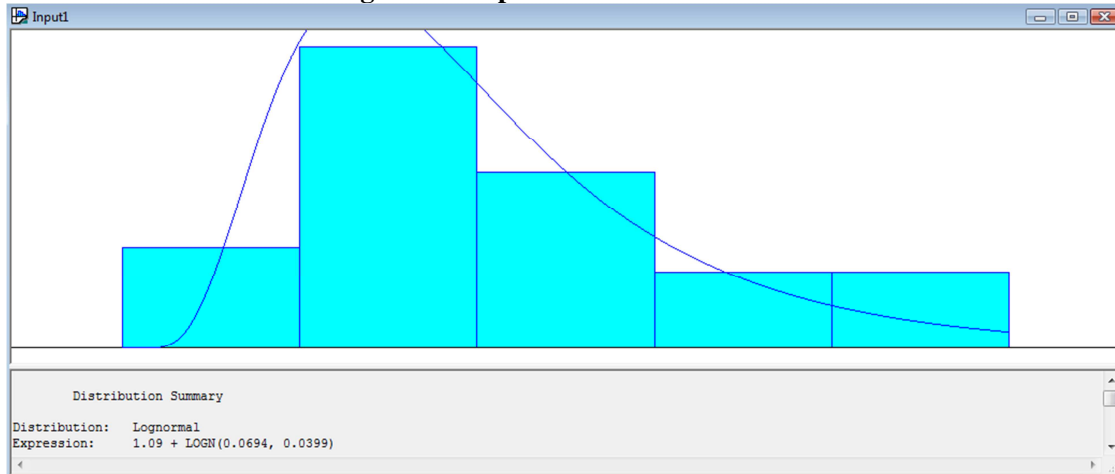
Prueba estadística: 0.0696
 P-valor > 0.15

Resumen

Número de datos: 68
 Mínimo: 2.55
 Máximo: 2.59
 Promedio: 2.57
 Desviación estándar: 0.00117

c. Aprobación de piezas de Andamios

Figura 37 - Aprobación de Andamios



Fuente: elaboración propia en Input Analyzer

Los responsables de este proceso son el Jefe de Oficina Técnica y el Administrador de Obra. La distribución es Lognormal. La expresión es **1.09+LOGN(0.0694,0.0399)**.

Prueba Chi-cuadrado

Número de intervalos: 2
 Grados de libertad: -1
 Prueba estadística: 0.399
 P-valor < 0.005

Prueba Kolmogorov-Smirnov

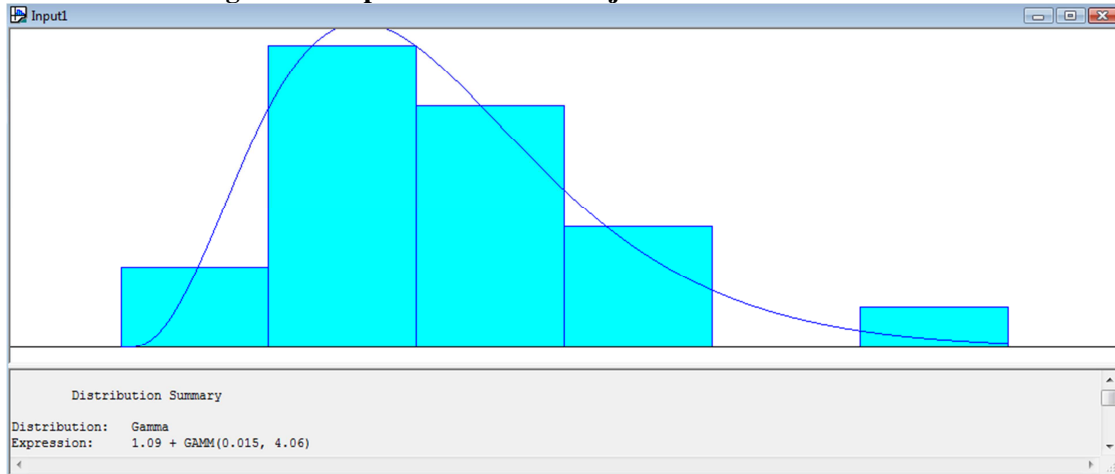
Prueba estadística: 0.0848
 P-valor > 0.15

Resumen

Número de datos: 29
 Mínimo: 1.11
 Máximo: 1.24
 Promedio: 1.16
 Desviación estándar: 0.0364

d. Aprobación de piezas de Moldajes Muro Contra Terreno

Figura 38 - Aprobación de Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia en Input Analyzer

Los responsables de este proceso son el Jefe de Oficina Técnica y el Administrador de Obra. La distribución es Gamma. La expresión es **1.09+GAMM(0.015,4.06)**.

Prueba Chi-cuadrado

Número de intervalos: 3
 Grados de libertad: 0
 Prueba estadística: 0.342
 P-valor < 0.005

Prueba Kolmogorov-Smirnov

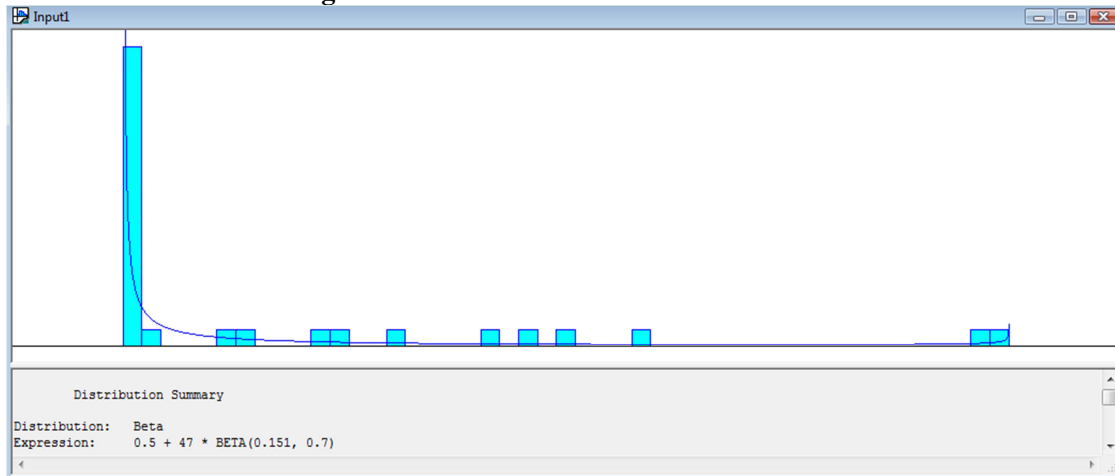
Prueba estadística: 0.111
 P-valor > 0.15

Resumen

Número de datos: 39
 Mínimo: 1.11
 Máximo: 1.24
 Promedio: 1.15
 Desviación estándar: 0.0317

e. Orden de arriendo de piezas de andamios

Figura 39 - Orden de arriendo de andamios



Fuente: elaboración propia en Input Analyzer

El responsable de este proceso es el Jefe de Bodega. La distribución es Beta. La expresión es **$0.5+47*BETA(0.151,0.7)$** .

Prueba Chi-cuadrado

Número de intervalos: 3

Grados de libertad: 0

Prueba estadística: 6.05

P-valor < 0.005

Resumen

Número de datos: 29

Mínimo: 1

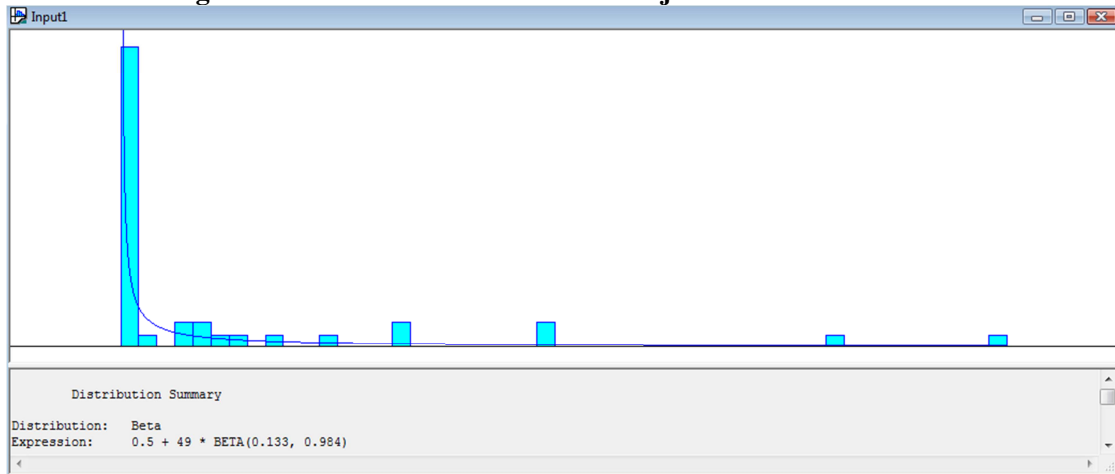
Máximo: 47

Promedio: 8.86

Desviación estándar: 13.2

f. Orden de arriendo de piezas de moldajes muro contra terreno

Figura 40 - Orden de arriendo de moldajes muro contra terreno



Fuente: elaboración propia en Input Analyzer

El responsable de este proceso es el Jefe de Bodega. La distribución es Beta. La expresión es **0.5+49*BETA(0.133,0.984)**.

Prueba Chi-cuadrado

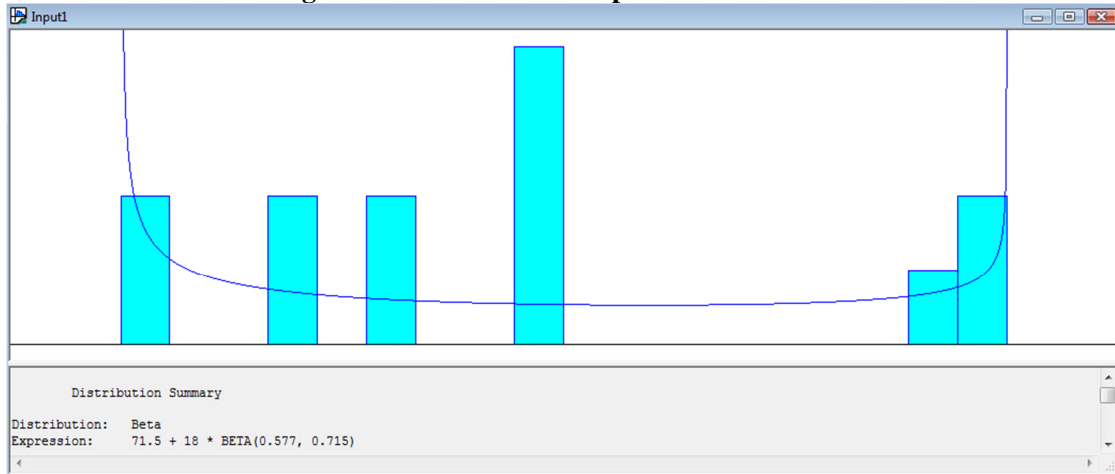
Número de intervalos: 4
 Grados de libertad: 1
 Prueba estadística: 7.38
 P-valor = 0.007

Resumen

Número de datos: 39
 Mínimo: 1
 Máximo: 49
 Promedio: 6.33
 Desviación estándar: 10.9

g. Recolección de piezas de andamios

Figura 41 – Recolección de piezas de andamios



Fuente: elaboración propia en Input Analyzer

En los Centros de Trabajo se van registrando los tiempos de recolección de piezas. La distribución es Beta. La expresión es $71.5 + 18 * BETA(0.577, 0.715)$.

Resumen

Número de datos: 13

Mínimo: 72

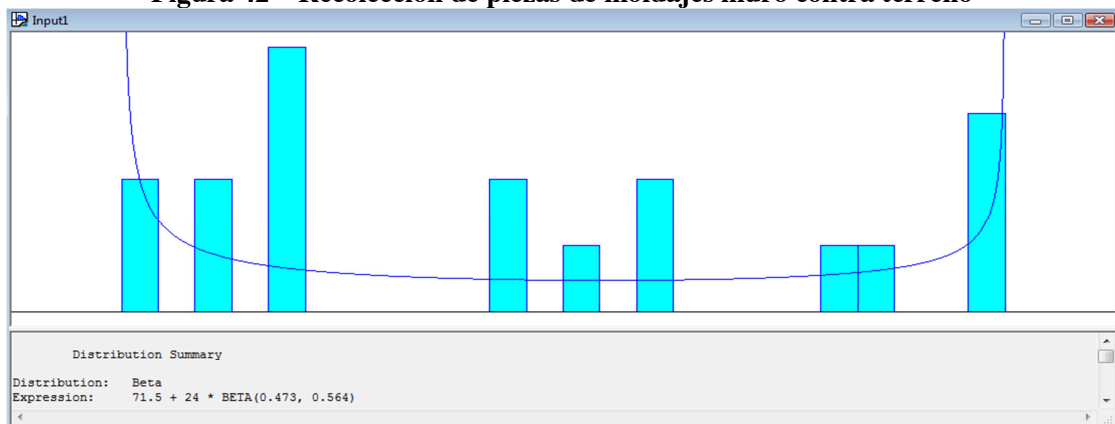
Máximo: 89

Promedio: 79.5

Desviación estándar: 5.91

h. Recolección de piezas de moldajes muro contra terreno

Figura 42 – Recolección de piezas de moldajes muro contra terreno



Fuente: elaboración propia en Input Analyzer

En los Centros de Trabajo se van registrando los tiempos de recolección de piezas. La distribución es Beta. La expresión es $71.5 + 24 * BETA(0.473, 0.564)$.

Resumen

Número de datos: 18

Mínimo: 72

Máximo: 95

Promedio: 82.4

Desviación estándar: 8.38

4.4. Conclusiones del capítulo 4

Como señala Goldratt & Cox (2005), activar un recurso no es lo mismo que utilizar ese recurso. Esto significa que el material debe entregarse a medida que se necesite, de lo contrario, estamos ocupando espacio innecesario para los dos Centros de Trabajo. Cabe destacar, que cuando se habla de almacenes en tránsito, este es una de las grandes restricciones para solicitar material y realizar un pronóstico de demanda dependiente.

Considerando que estamos en presencia de una demanda dependiente y fluctuaciones estadísticas, debemos aprovechar todos los recursos, puesto que las fluctuaciones en el tiempo no se compensan, sino que se acumulan.

Para ello, se comprobó que las 4.310 piezas de andamios y 9.544 piezas de moldajes muro contra terreno corresponden a una demanda determinista dinámica, puesto que la demanda se conoce con certeza, pero varía al periodo siguiente. Es por esto que se simularán las órdenes de arriendo de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno.

Las distribuciones probabilísticas de tiempo en el Input Analyzer, servirán de base para construir el modelo de simulación en el software Arena

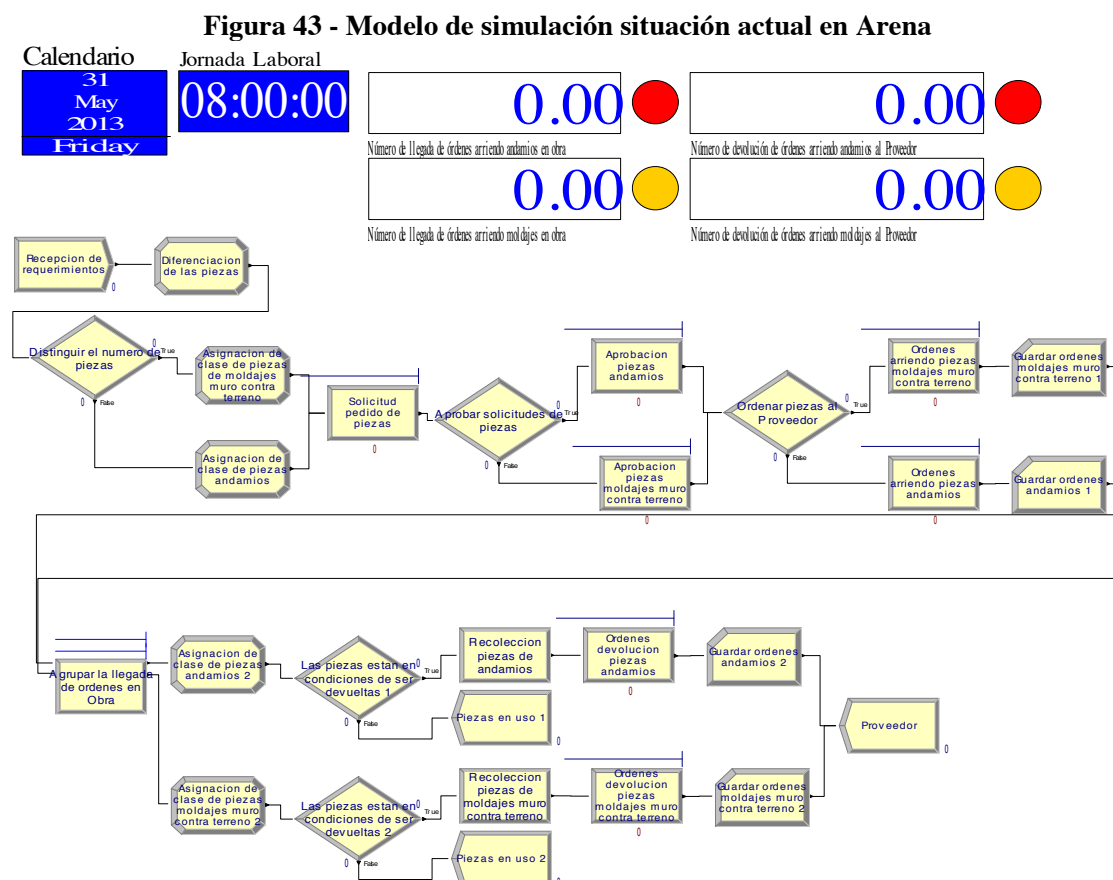
A continuación, en el siguiente capítulo se presenta una solución aplicada para el Diseño de un Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales.

Capítulo 5. Diseño del modelo propuesto

El modelo propuesto pretende la formalización de las tareas de andamios y de moldajes muro contra terreno, destinadas a cubrir los requerimientos a futuro por parte de las obras de edificios residenciales. Además de reducir la variación entre lo presupuestado y lo que realmente ocurre a través de la combinación de las estrategias de Planificación, Control y FIFO. ¿Qué capacidades debe proporcionar el nuevo sistema para los usuarios? ¿Qué datos deben ser capturados y almacenados? ¿Qué nivel de desempeño se espera?

5.1. Modelo de situación actual en Arena

Se construye el modelo en el software Arena Rockwell. Se determina que el horizonte de tiempo será de 30 días o 1 mes para realizar la longitud de 5 corridas del modelo de simulación. La jornada laboral comienza a las 8 am. La jornada laboral dura 8 horas por día, como se aprecia en la Figura 43.



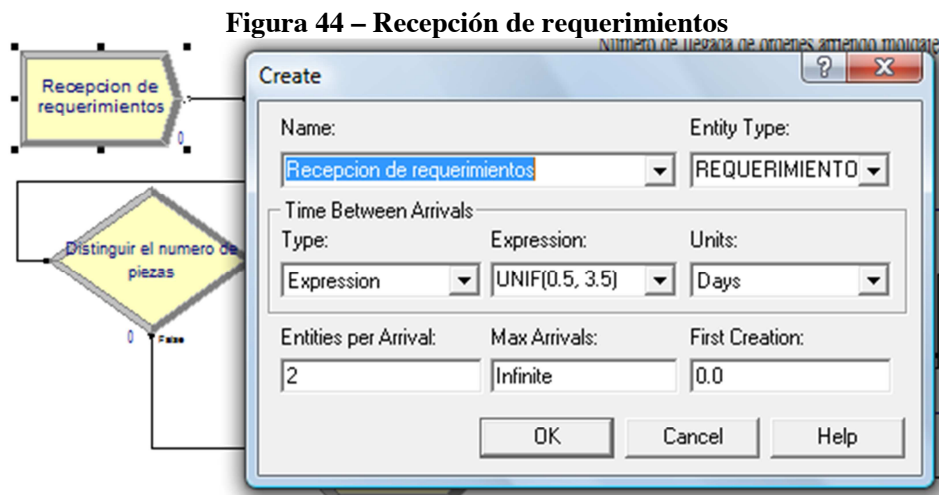
Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Cabe hacer el alcance que una orden de arriendo es equivalente al producto terminado, es decir, andamio o moldaje muro contra terreno.

Se simula el proceso de entrega y devolución de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno en las obras de edificios residenciales de Constructora Inarco S.A., en la que intervienen 2 clases de piezas (andamios y moldajes muro contra terreno). Como primera instancia, se tendrá la llegada de las piezas agrupadas en órdenes de arriendo de andamios y de moldajes muro contra terreno. En la última instancia, se tendrá la devolución de las piezas agrupadas en órdenes de arriendo al Proveedor.

Para cada tiempo de proceso se utilizará *expression* con la ayuda del programa Input Analyzer.

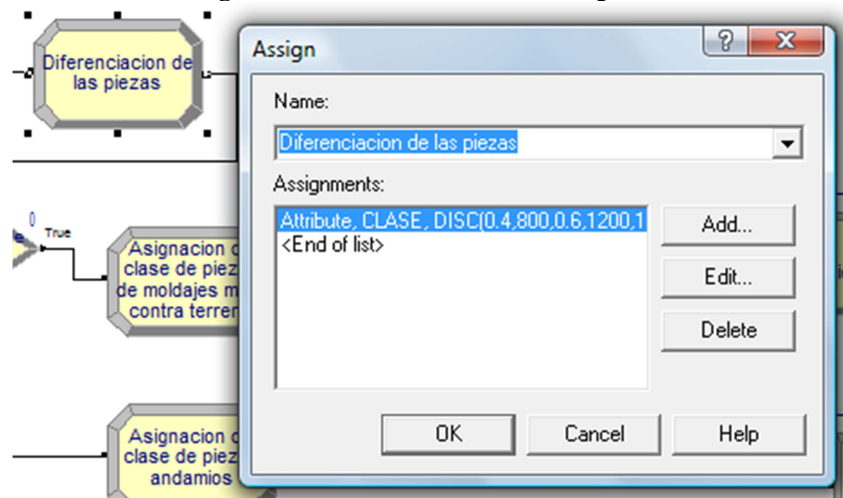
Para la Recepción de requerimientos, se utiliza *create*, en el cual llegan los requerimientos en los dos Centros de Trabajo con distribución del tiempo uniforme de 0,5 y 3,5 días. Arriban dos entidades correspondientes a requerimientos de andamios y moldajes muro contra terreno como se muestra en la Figura 44.



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Como los requerimientos llegan en el mismo proceso, se debe diferenciarlos. Se utiliza el bloque *assign*, en el cual se asigna un atributo denominado *clase*, y que tendrá 2 posibles valores (800 ó 1.200, según sea la clase de la pieza). Con la función DISCRETE, se pueden asignar los valores de forma que el 40% corresponda a la clase andamios y el otro 60% a la clase moldajes muro contra terreno como se muestra en la Figura 45.

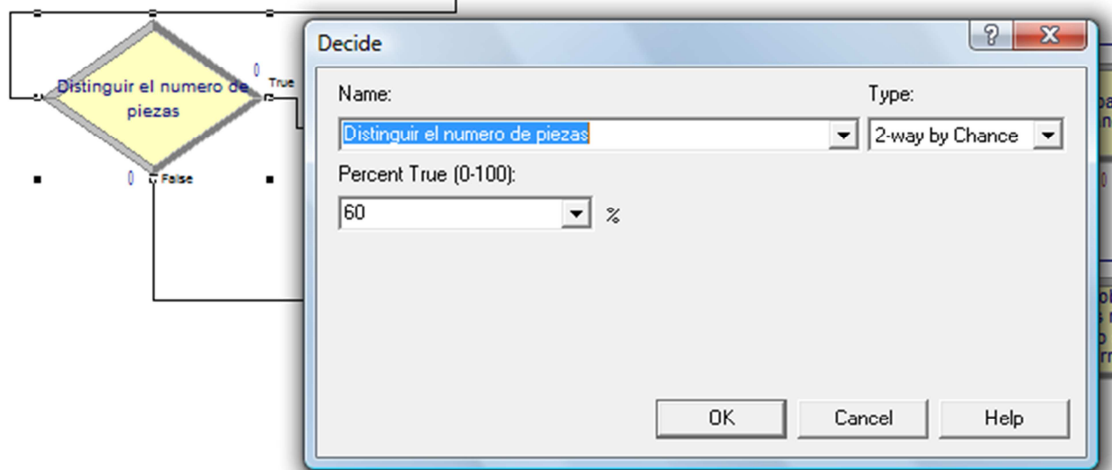
Figura 45 - Diferenciación de las piezas



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

A través del bloque *decide*, se separan unas piezas de otras, 60% para moldajes muro contra terreno y 40% para andamios, como se muestra en la Figura 46.

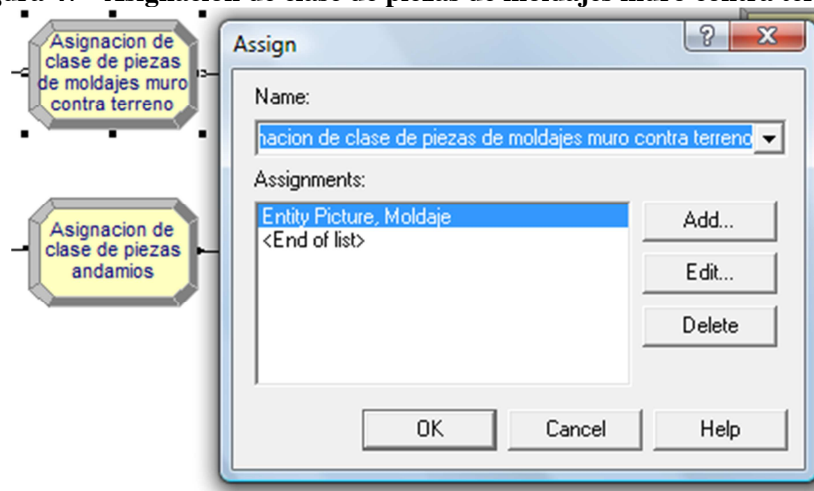
Figura 46 - Distinguir el número de piezas



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

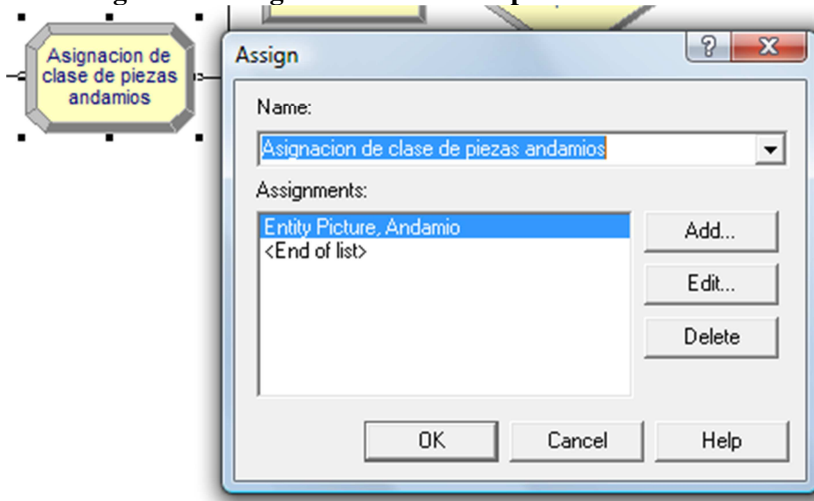
En efecto, dos bloques *assign*: Asignación de clase de piezas de moldajes muro contra terreno (Figura 47) y Asignación de clase de piezas de andamios (Figura 48).

Figura 47 - Asignación de clase de piezas de moldajes muro contra terreno



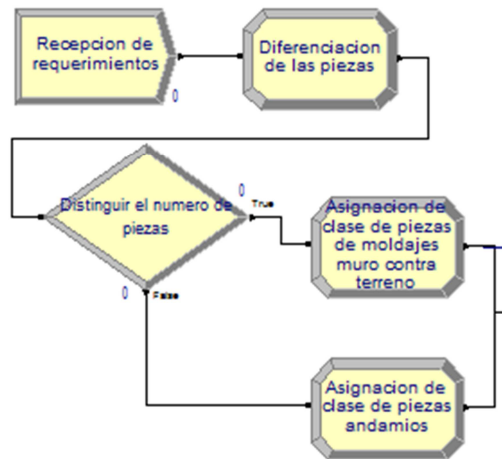
Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Figura 48 - Asignación de clase de piezas de andamios



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

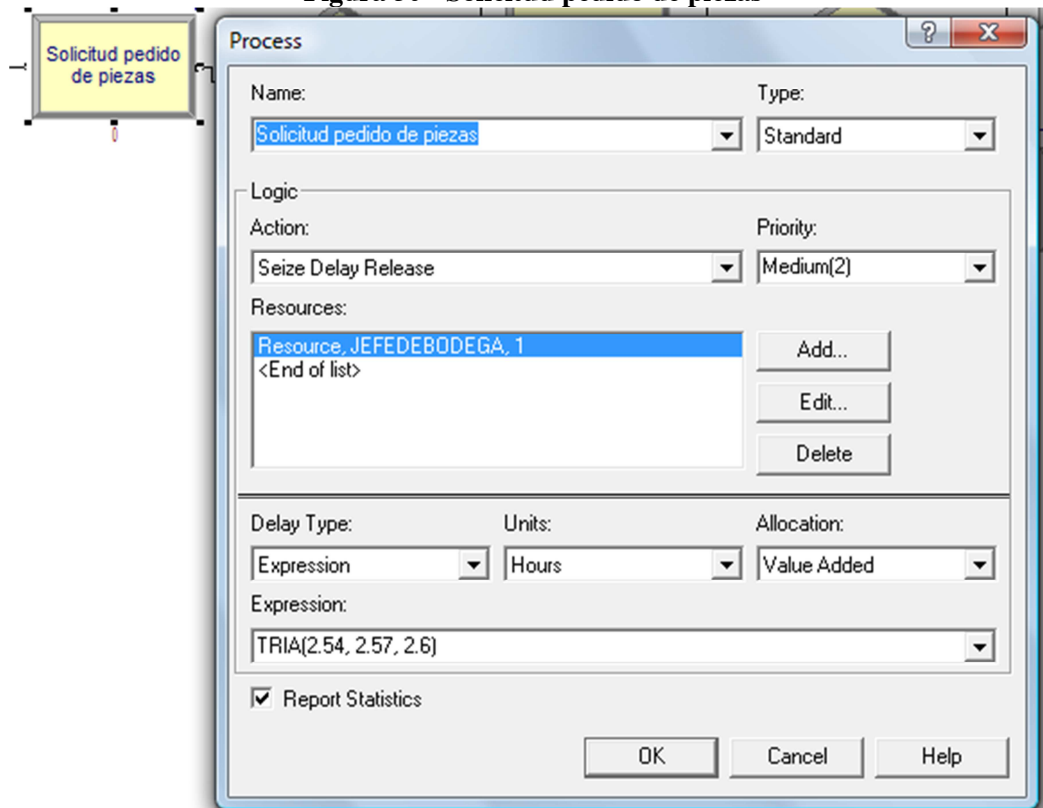
De esta manera, se tiene en la Figura 49, la siguiente parte del diagrama de procesos.

Figura 49 - Primera parte del diagrama de procesos situación actual

Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Luego, se utiliza el bloque *process* para la Solicitud pedido de piezas, donde se emplea *resource* Jefe de Bodega, con una distribución triangular con un mínimo de 2,54 horas, una media de 2,57 horas y un máximo de 2,6 horas, como se muestra en la Figura 50.

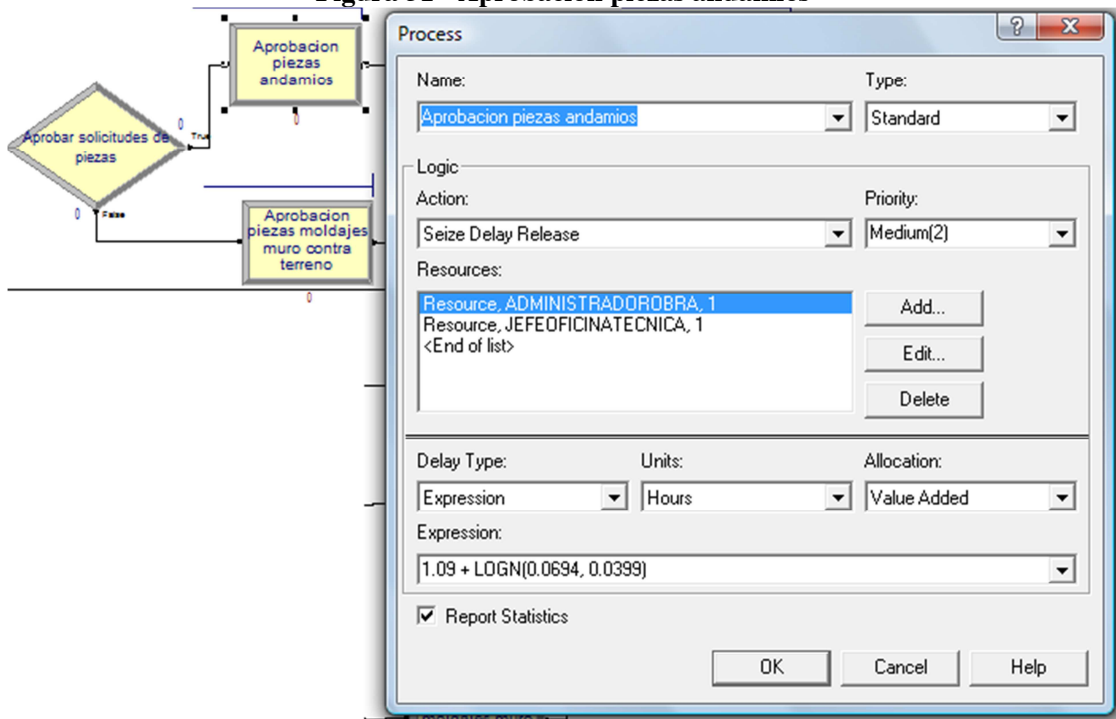
Figura 50 - Solicitud pedido de piezas



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Posteriormente, se decide la Aprobación de solicitudes de piezas. Lo cual conlleva a que el Jefe de Oficina Técnica y Administrador de Obra aprueben las solicitudes de piezas de andamios con una distribución logarítmica normal, como se muestra en la Figura 51.

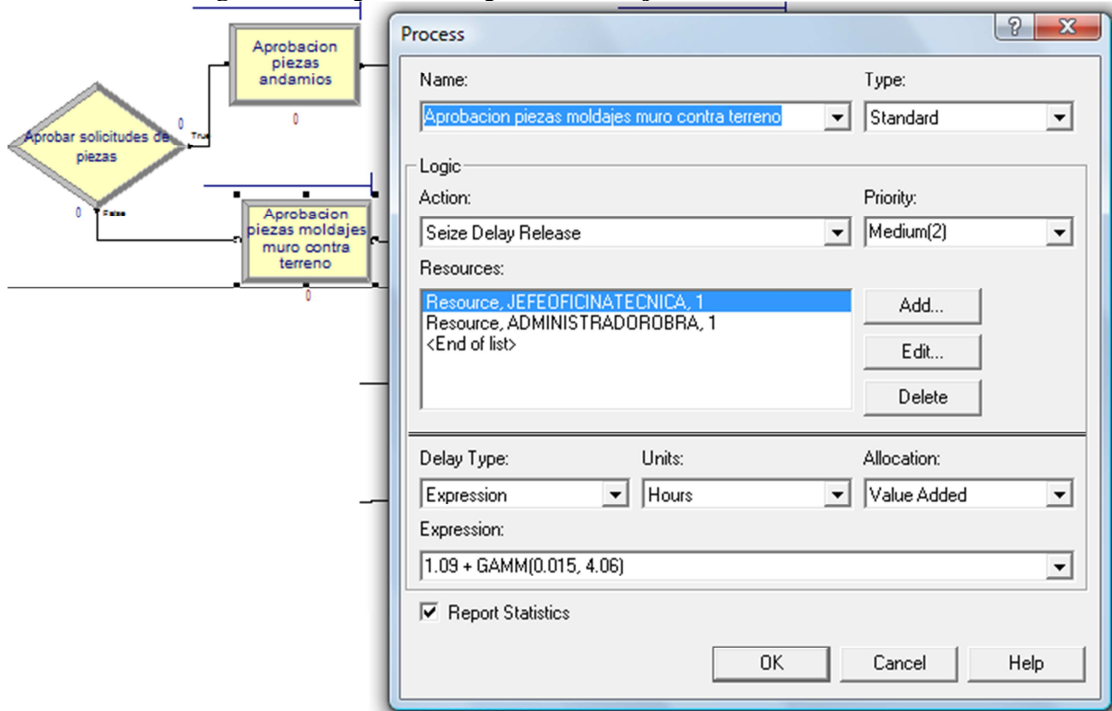
Figura 51 - Aprobación piezas andamios



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

La Aprobación de piezas de moldajes muro contra terreno es efectuada por Jefe de Oficina Técnica y Administrador de Obra bajo una distribución gamma, como se muestra en la Figura 52.

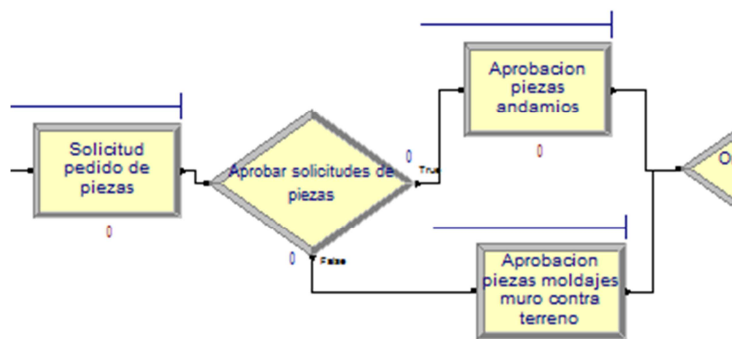
Figura 52 - Aprobación piezas moldajes muro contra terreno



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

De esta manera, se tiene en la Figura 53, la siguiente parte del diagrama de procesos.

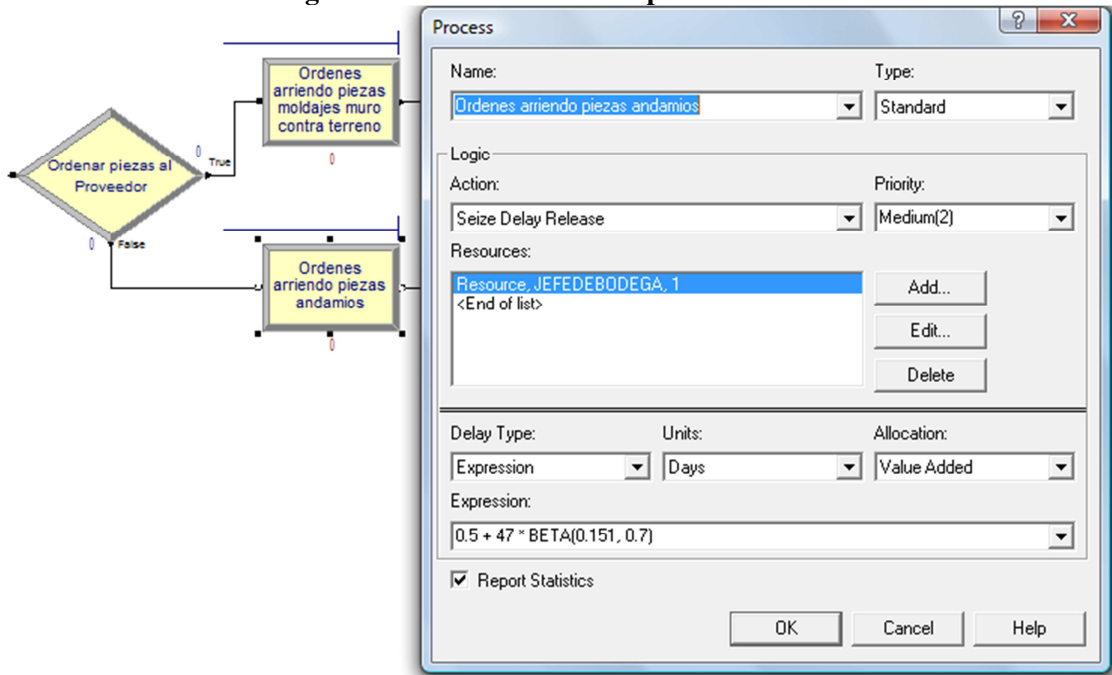
Figura 53 - Segunda parte del diagrama de procesos situación actual



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Luego, Jefe de Bodega decide ordenar el Arriendo de piezas de andamios al proveedor Peri Chile Ltda. bajo una distribución beta, como se muestra en la Figura 54.

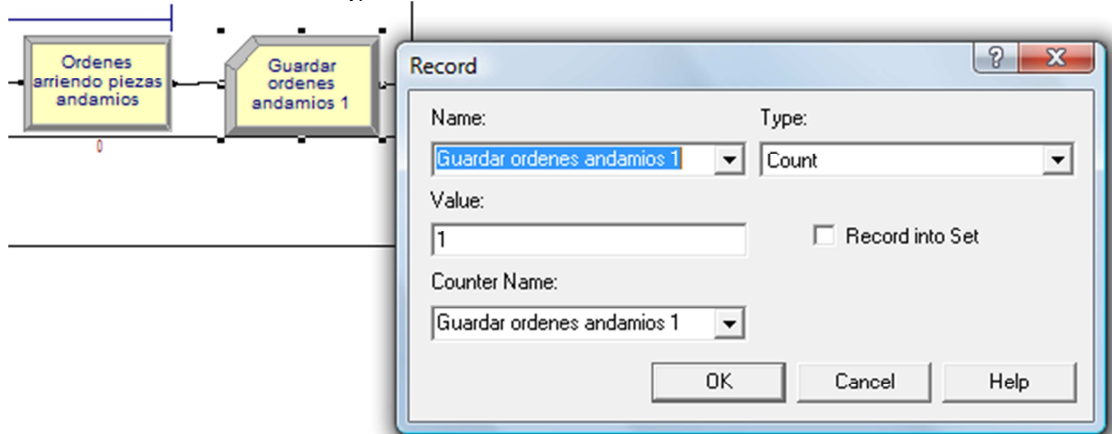
Figura 54 - Órdenes arriendo piezas andamios



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Y se guardan las órdenes de andamios, como se muestra en la Figura 55.

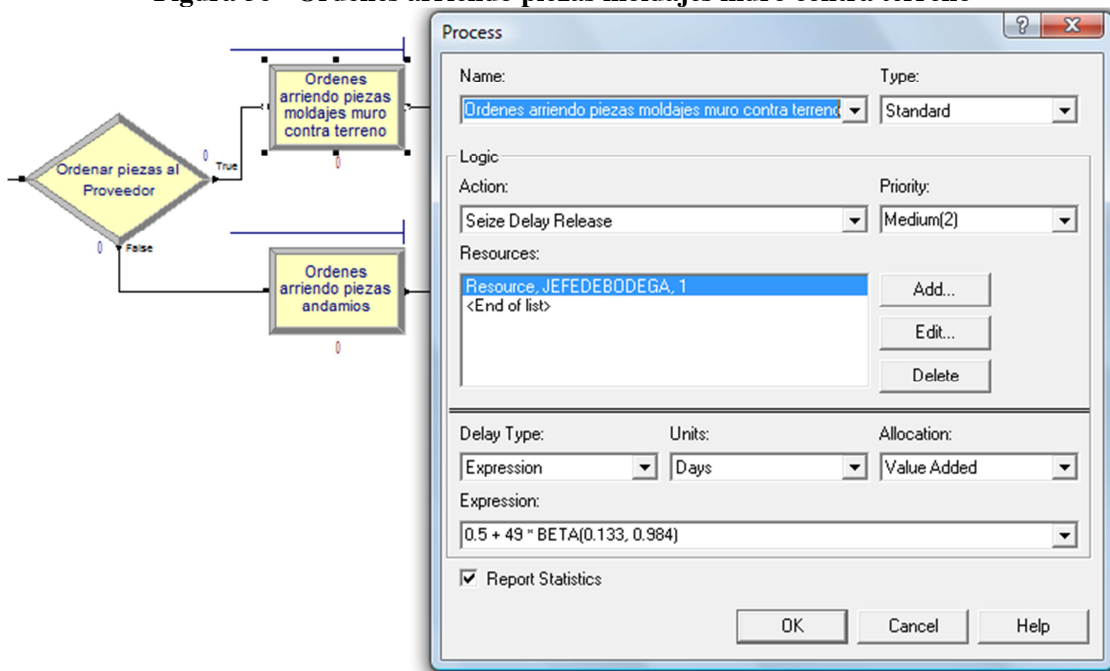
Figura 55 - Guardar órdenes andamios



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Paralelamente, Jefe de Bodega decide ordenar el Arriendo de piezas de moldajes muro contra terreno bajo la distribución beta, como se muestra en la Figura 56.

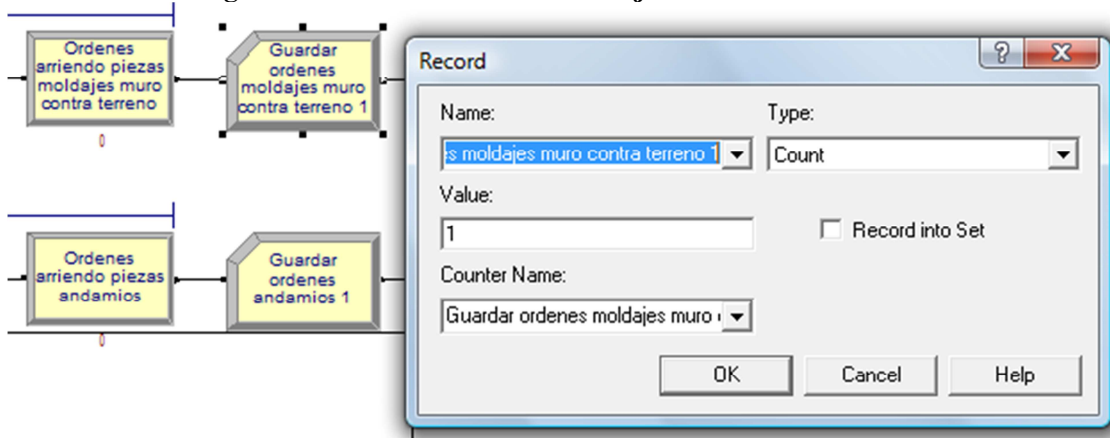
Figura 56 - Órdenes arriendo piezas moldajes muro contra terreno



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Y se guardan las órdenes de moldajes muro contra terreno, como se muestra en la Figura 57.

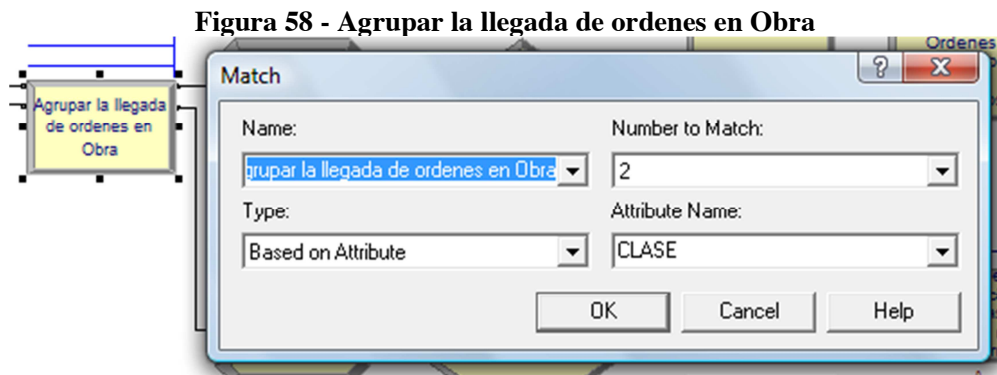
Figura 57 - Guardar órdenes moldajes muro contra terreno



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

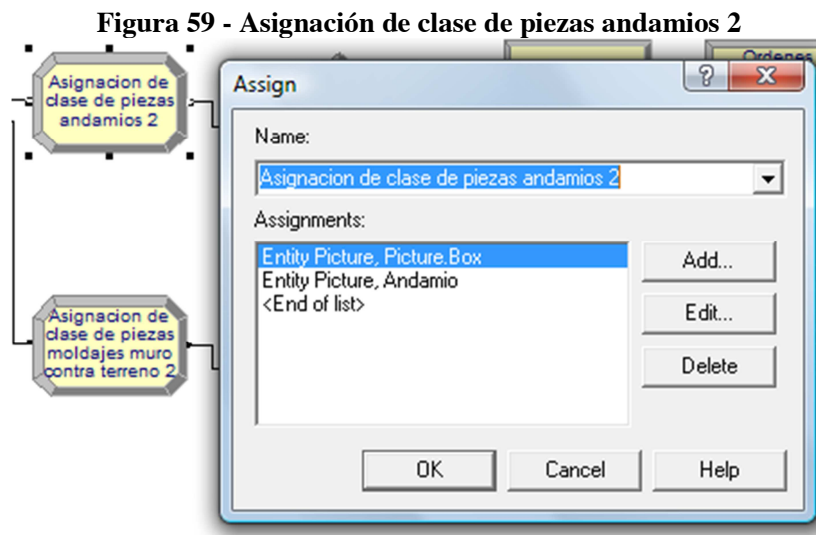
En la última instancia, se tiene el proceso de devolución, donde el bloque *match* permite hacer las agrupaciones de los diferentes elementos que van llegando a la Obra de Edificio

Residencial a través de las 2 entradas y se van colocando en las 2 colas que tiene. Cuando exista 1 unidad en cada cola, el bloque deja pasar 1 unidad de cada una de las 2 colas al bloque siguiente. Es decir, ordenar las entidades de 2 en 2 y que en cada grupo de a 2, haya 1 unidad de cada tipo, como se muestra en la Figura 58.



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

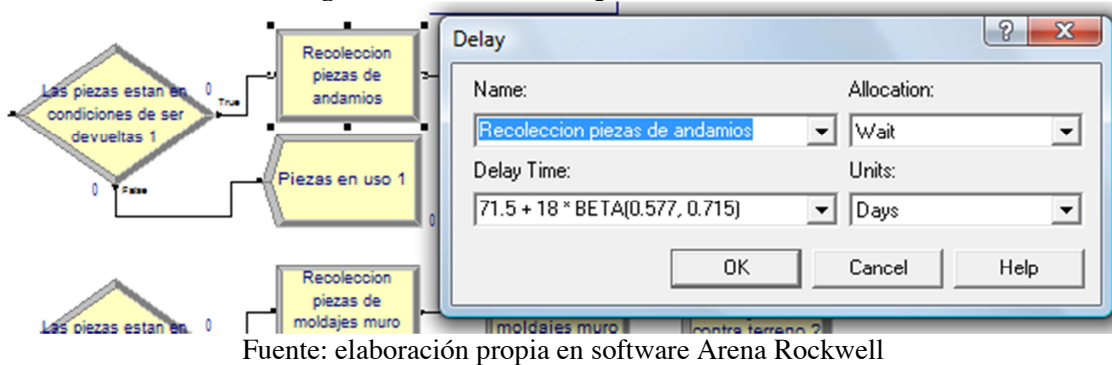
El siguiente es un *assign*, donde le asignamos la entidad Andamio y la entidad Box correspondiente a un *bucket* (canastillo o pallet), como se muestra en la Figura 59.



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

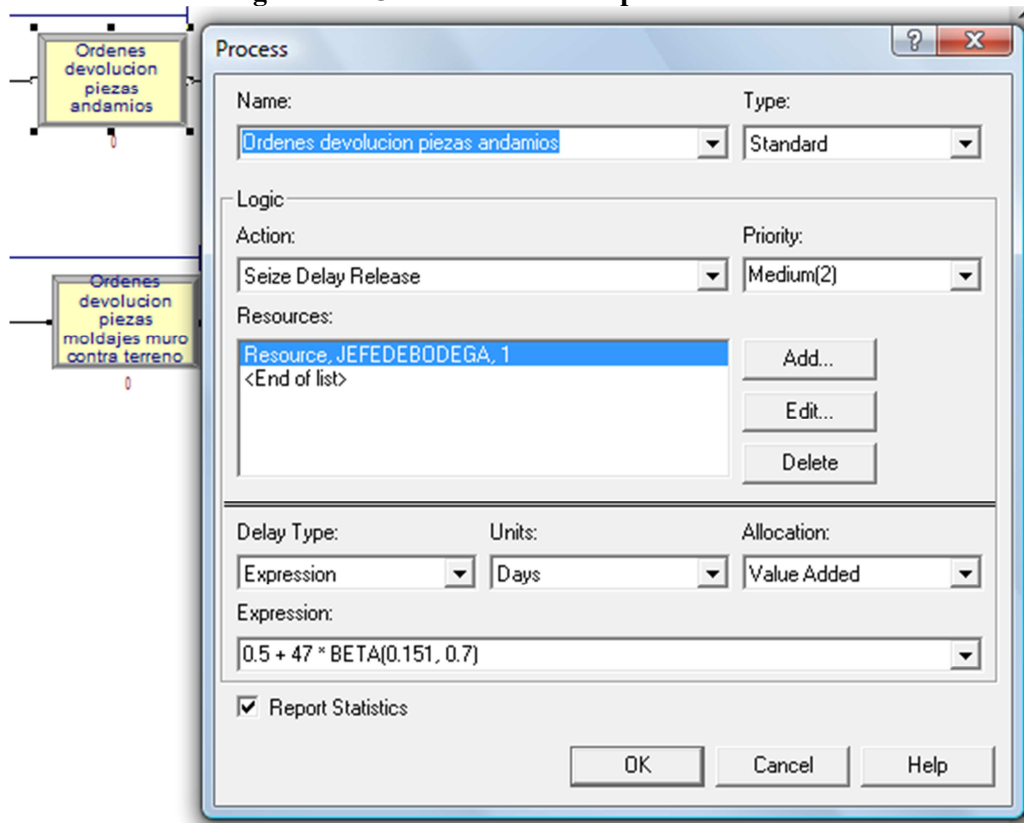
Luego, se decide si se realiza la Devolución o no. Si la respuesta es “Sí” comienza a operar el *delay* Recolección piezas de andamios. Si es “No”, no se realiza, como se muestra en la Figura 60.

Figura 60 – Recolección piezas de andamios



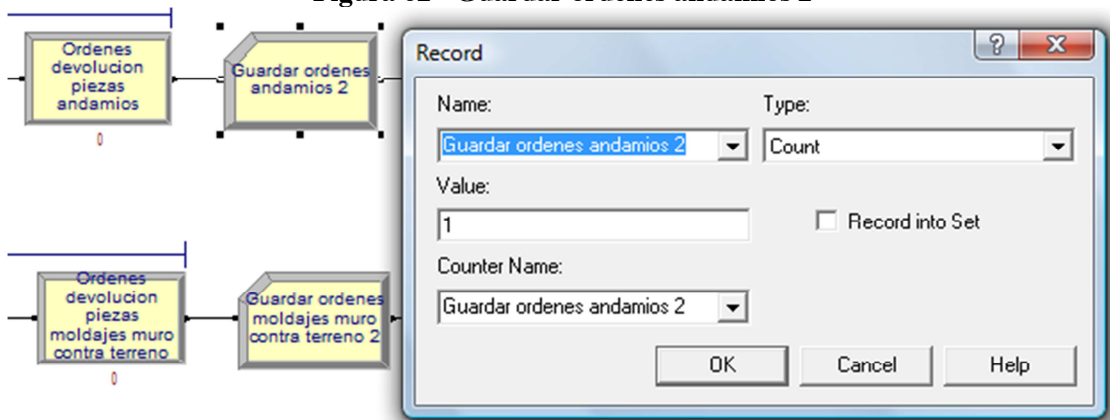
Luego, Jefe de Bodega decide devolver el Arriendo de piezas de andamios al proveedor Peri Chile Ltda. bajo una distribución beta, como se muestra en la Figura 61.

Figura 61 - Órdenes devolución piezas andamios



Y se guardan estas órdenes, como se muestra en la Figura 62.

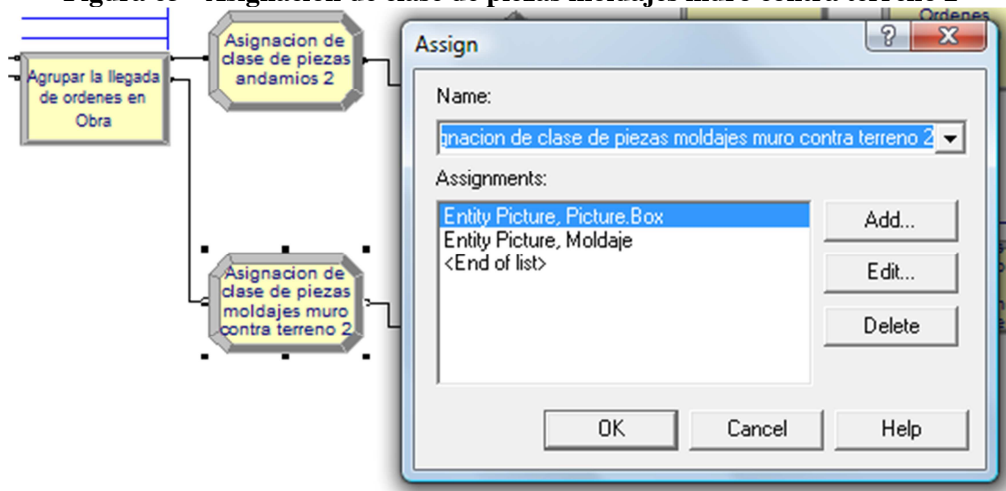
Figura 62 - Guardar órdenes andamios 2



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Paralelamente, se tiene un *assign*, donde le asignamos la entidad Moldaje y la entidad Box correspondiente a un *bucket* (canastillo o pallet), como se muestra en la Figura 63.

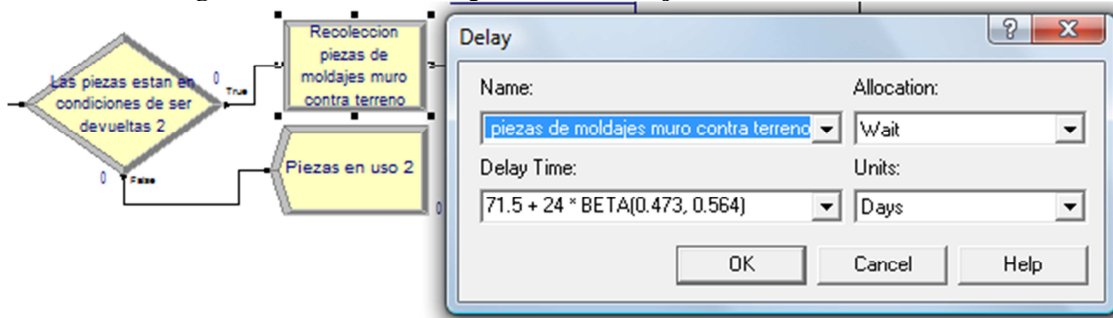
Figura 63 - Asignación de clase de piezas moldajes muro contra terreno 2



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Luego, se decide si se realiza la Devolución o no. Si la respuesta es “Sí” comienza a operar el *delay* Recolección piezas de moldajes muro contra terreno. Si es “No”, no se realiza, como se muestra en la Figura 64.

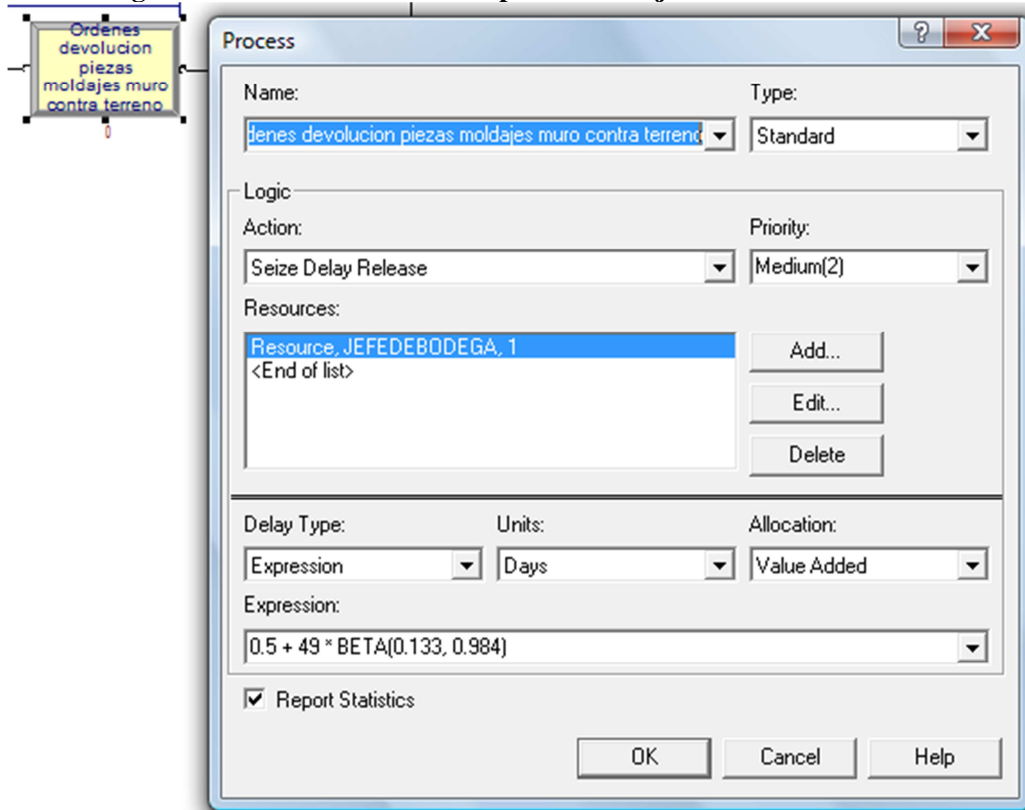
Figura 64 – Recolección piezas de moldajes muro contra terreno



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Luego, Jefe de Bodega decide devolver el Arriendo de piezas de moldajes muro contra terreno al proveedor Peri Chile Ltda. bajo una distribución beta, como se muestra en la Figura 65.

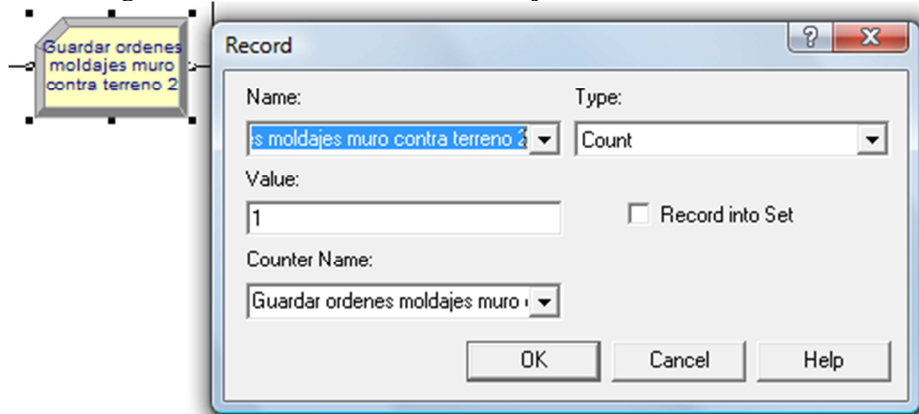
Figura 65 - Órdenes devolución piezas moldajes muro contra terreno



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Y se guardan estas órdenes, como se muestra en la Figura 66.

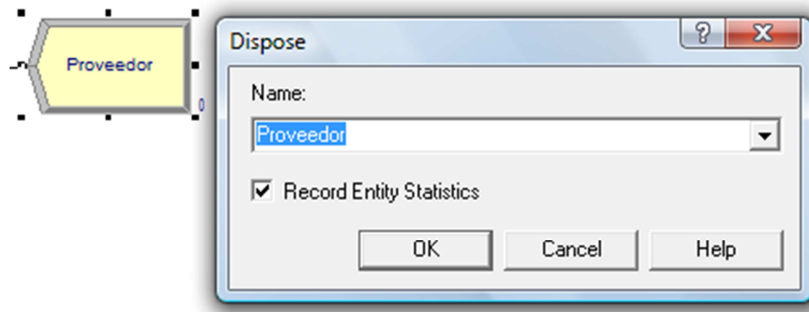
Figura 66 - Guardar órdenes moldajes muro contra terreno 2



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

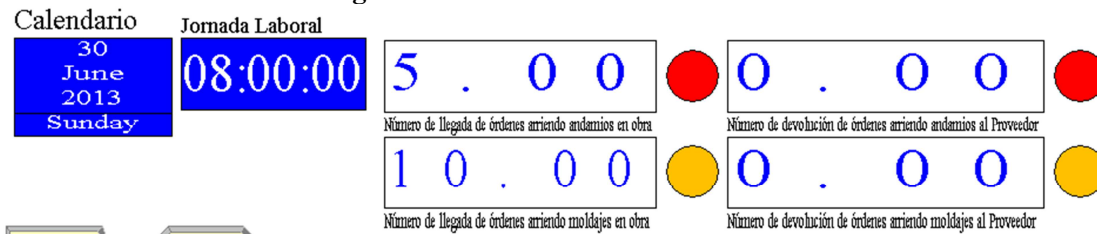
Tras haber guardado las órdenes de arriendo, se coloca a disposición del Proveedor las piezas devueltas (Figura 67) y se cuantifica la cantidad de órdenes de arriendo en obra en el primer mes, como se muestra en Figura 68.

Figura 67 - Proveedor Peri Chile Ltda.



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Figura 68 - Órdenes arriendo en obra



Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

5.2. Resultados de la situación actual

En la situación actual se realiza una longitud de corridas de 5 replicaciones en la que se encuentra la siguiente información:

- Número de órdenes de arriendo en obra: 15.
- Número de órdenes de arriendo de andamios: 5.
- Número de órdenes de arriendo de moldajes muro contra terreno: 10.
- Número de órdenes devueltas: 0.

Análogamente, se tiene el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 28 - Cuadro comparativo Simulado versus Real

Indicadores	Simulado en Arena	Real
Número de órdenes de arriendo en obra (promedio/mes)	15	10
Número de órdenes de arriendo de andamios en obra (promedio/mes)	5	4
Número de órdenes de arriendo de moldajes muro contra terreno en obra (promedio/mes)	10	6
Número de órdenes devueltas	0	0

Fuente: elaboración propia

A través de la Tabla 28, los indicadores simulados en Arena refleja lo que ocurre en una obra de edificio residencial. El número promedio de órdenes de arriendo por mes es de 10 según lo indicado por la constructora, mientras que lo arrojado por el software es de 15.

5.2.1. Colas en la situación actual

En la siguiente tabla, se indican los tiempos de espera por cada actividad.

Tabla 29 - Tiempo promedio de espera de la situación actual

Actividad	Tiempo promedio de espera (horas)	Tiempo mínimo de espera (horas)	Tiempo máximo de espera (horas)
Agrupar la llegada de órdenes en obra. Queue 1	0	0	0
Agrupar la llegada de órdenes en obra. Queue 2	0	0	0
Aprobación piezas de andamios. Queue	0	0	0

Aprobación piezas de moldajes muro contra terreno	0	0	0
Órdenes arriendo piezas andamios. Queue	2.8285	2.8285	2.8285
Órdenes arriendo piezas moldajes muro contra terreno	32.2400	14.1634	66.7560
Órdenes devolución piezas andamios. Queue	0	0	0
Órdenes devolución piezas moldajes muro contra terreno	0	0	0
Solicitud pedido de piezas. Queue	5.1314	0	10.0313

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

Con la Tabla 29, se comprueba que la actividad Órdenes arriendo piezas moldajes muro contra terreno es el proceso que más tiempo de espera presenta. 32,24 horas ratifica lo expuesto por el Jefe de Bodega, en cuanto al exceso de trabajo que presenta en una obra y la falta de personal de apoyo para concluir a tiempo con las tareas. Si se requiere contratar personal de apoyo, se validará cuando se simule para una longitud de 120 días o 4 meses.

En la siguiente tabla, se indican las cantidades en espera.

Tabla 30 - Cantidad promedio en espera de la situación actual

Actividad	Cantidad promedio en espera (unidades)	Cantidad mínima en espera (unidades)	Cantidad máxima en espera (unidades)
Agrupar la llegada de órdenes en Obra. Queue 1	0	0	1.0000
Agrupar la llegada de órdenes en Obra. Queue 2	0.03885127	0	1.0000
Aprobación piezas de andamios. Queue	0	0	0
Aprobación piezas de moldajes muro contra terreno	0	0	0
Órdenes arriendo piezas andamios. Queue	0.9088	0	1.0000
Órdenes arriendo piezas moldajes muro	1.7942	0	2.0000

contra terreno			
Órdenes devolución piezas andamios. Queue	0	0	0
Órdenes devolución piezas moldajes muro contra terreno	0	0	0
Solicitud pedido de piezas. Queue	13.0893	0	30.0000

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

Con la Tabla 30, se comprueba que la actividad Solicitud pedido de piezas es el proceso que más cantidades en espera presenta. 13,0893 unidades ratifican lo expuesto por el Jefe de Bodega, en cuanto al exceso de trabajo que presenta en una obra y la falta de personal de apoyo para concluir a tiempo con las tareas. Si se requiere contratar personal de apoyo, se validará cuando se simule para una longitud de 120 días o 4 meses.

5.2.2. Recursos en la situación actual

En la Tabla 31, se indican los tiempos de trabajo por cada responsable.

Tabla 31 - Recursos en la situación actual

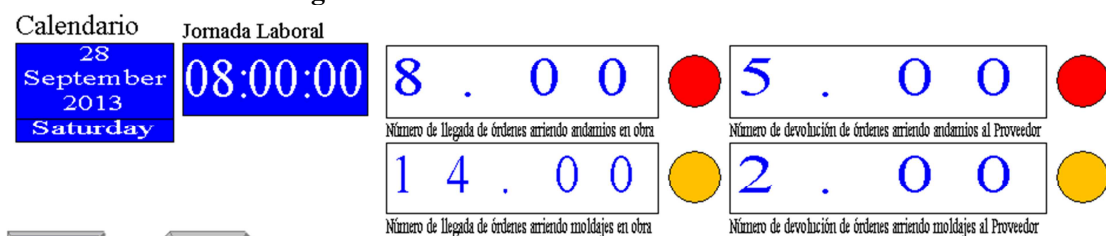
Responsable	Utilización programada (horas/día)
Administrador de Obra	0,03
Jefe de Bodega	1
Jefe Oficina Técnica	0,03

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

Los datos anteriores reportados por Arena, comprueban que la utilización programada no está equilibrada para cada responsable. Nuevamente, es el Jefe de Bodega, quien ocupa más horas por día para gestionar el arriendo de andamios y de moldajes muro contra terreno.

5.3. Validación de los resultados

Para validar los resultados obtenidos de la situación actual, se fijará un nuevo horizonte de tiempo de 120 días o 4 meses para realizar una longitud de corridas de 5 replicaciones.

Figura 69 - Modelo de simulación en 120 días

Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

La Figura 69, refleja que cuando se corre el proceso diagramado en Arena, el número de órdenes arriendo en obra son 22 y el número de órdenes devueltas son 7. En Obra 415 y 450 se registraron en promedio 29 órdenes de arriendo de andamios y 39 órdenes de arriendo de moldajes muro contra terreno, lo cual hace un total de 68 órdenes de arriendo en obras de edificios residenciales.

5.3.1. Colas en 120 días

En la siguiente tabla, se indican los tiempos de espera por cada actividad.

Tabla 32 - Tiempo promedio de espera en 120 días

Actividad	Tiempo promedio de espera (horas)	Tiempo mínimo de espera (horas)	Tiempo máximo de espera (horas)
Agrupar la llegada de órdenes en obra. Queue 1	0	0	0
Agrupar la llegada de órdenes en obra. Queue 2	32.8391	9.3243	56.3540
Aprobación piezas de andamios. Queue	0	0	0
Aprobación piezas de moldajes muro contra terreno	0	0	0
Órdenes arriendo piezas andamios. Queue	126.93	1.4342	372.75
Órdenes arriendo piezas moldajes muro contra terreno	200.30	2.8285	323.00
Órdenes devolución piezas andamios. Queue	0	0	0
Órdenes devolución piezas moldajes muro contra terreno	0	0	0

Solicitud pedido de piezas. Queue	241.51	0	380.28
--	---------------	----------	---------------

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

Con la Tabla 32, se comprueba que la actividad Solicitud pedido de piezas es el proceso que más tiempo de espera presenta. 241,51 horas ratifica lo expuesto por el Jefe de Bodega, en cuanto al exceso de trabajo que presenta en una obra y la falta de personal de apoyo para concluir a tiempo con las tareas.

En la siguiente tabla, se indican las cantidades en espera.

Tabla 33 - Cantidad promedio en espera en 120 días

Actividad	Cantidad promedio en espera (unidades)	Cantidad mínima en espera (unidades)	Cantidad máxima en espera (unidades)
Agrupar la llegada de órdenes en Obra. Queue 1	1.3144	0	3.0000
Agrupar la llegada de órdenes en Obra. Queue 2	0.6319	0	1.0000
Aprobación piezas de andamios. Queue	0	0	0
Aprobación piezas de moldajes muro contra terreno	0	0	0
Órdenes arriendo piezas andamios. Queue	8.7932	0	17.0000
Órdenes arriendo piezas moldajes muro contra terreno	18.2061	0	36.0000
Órdenes devolución piezas andamios. Queue	0	0	0
Órdenes devolución piezas moldajes muro contra terreno	0	0	0
Solicitud pedido de piezas. Queue	37.9457	0	78.0000

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

Con la Tabla 33, se comprueba que la actividad Solicitud pedido de piezas es el proceso que más cantidades en espera presenta. 37,9457 unidades ratifican lo expuesto por el Jefe de Bodega, en cuanto al exceso de trabajo que presenta en una obra y la falta de personal de apoyo para concluir a tiempo con las tareas.

5.3.2. Recursos en 120 días

En la Tabla 34, se indican los tiempos de trabajo por cada responsable.

Tabla 34 - Recursos en 120 días

Responsable	Utilización programada (horas/día)
Administrador de Obra	0,07
Jefe de Bodega	1
Jefe Oficina Técnica	0,07

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

Los datos anteriores reportados por Arena, comprueban que la utilización programada no está equilibrada para cada responsable. Nuevamente, es el Jefe de Bodega, quien ocupa más horas por día para gestionar el arriendo de andamios y de moldajes muro contra terreno.

5.4. Propuesta de mejora

Al analizar el proceso que se está simulando, se aprecia que las colas se generan en el proceso de **Solicitud pedido de piezas**, por lo cual una mejora sencilla es aumentar el recurso en dicho proceso, tal como se muestra en la Figura 70.

Figura 70 – Procesos básicos en Arena



Fuente: software Arena Rockwell

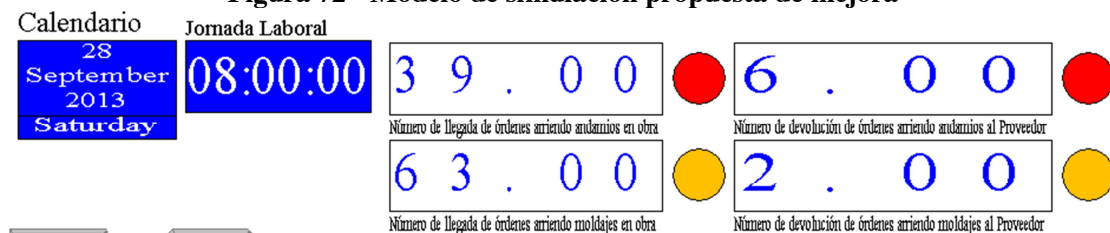
El recurso que se utiliza es **Jefe de Bodega**, por lo cual se modifica la capacidad de ese recurso a 7, tal como se muestra en la Figura 71.

Figura 71 – Recursos en Arena

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	State Set Name	Failures	Report Statistics
1	JEFEDEBODEGA	Fixed Capacity	7	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
2	JEFEOFICINATECNICA	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
3	ADMINISTRADOROBRA	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓

Fuente: software Arena Rockwell

La Figura 72, refleja que cuando se corre cinco veces el proceso diagramado en Arena con una longitud de 120 días o 4 meses, el número de órdenes arriendo en obra aumenta de 22 a 102 y el número de órdenes devueltas aumenta de 7 a 8. Es decir, en el mes 4 completamos la demanda total determinista dinámica del Plan Maestro de Producción para la entrega de piezas en obra.

Figura 72 - Modelo de simulación propuesta de mejora

Fuente: elaboración propia en software Arena Rockwell

Al aumentar el recurso antes mencionado, se obtienen los siguientes resultados.

5.4.1. Colas de la propuesta de mejora

En la siguiente tabla, se indican los tiempos de espera por cada actividad.

Tabla 35 - Tiempo promedio de espera de la mejora

Actividad	Tiempo promedio de espera (horas)	Tiempo mínimo de espera (horas)	Tiempo máximo de espera (horas)
Agrupar la llegada de órdenes en obra. Queue 1	296.96	54.0156	648.04
Agrupar la llegada de órdenes en obra. Queue 2	0	0	0
Aprobación piezas de andamios. Queue	0.1833	0	1.1656
Aprobación piezas de moldajes muro contra terreno	0.1776	0	1.1478
Órdenes arriendo piezas andamios. Queue	61.0171	0	123.29

Órdenes arriendo piezas moldajes muro contra terreno	68.8420	0	148.24
Órdenes devolución piezas andamios. Queue	100.92	87.3760	114.46
Órdenes devolución piezas moldajes muro contra terreno	90.1235	90.1235	90.1235
Solicitud pedido de piezas. Queue	70.8513	0	152.60

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

Con la Tabla 35, se comprueba que la actividad Solicitud pedido de piezas de 241,51 horas es mejorada a 70.8513 horas.

En la siguiente tabla, se indican las cantidades en espera.

Tabla 36 - Cantidad promedio en espera de la mejora

Actividad	Cantidad promedio en espera (unidades)	Cantidad mínima en espera (unidades)	Cantidad máxima en espera (unidades)
Agrupar la llegada de órdenes en Obra. Queue 1	20.0868	0	42.0000
Agrupar la llegada de órdenes en Obra. Queue 2	0	0	1.0000
Aprobación piezas de andamios. Queue	0.00973993	0	1.0000
Aprobación piezas de moldajes muro contra terreno	0.01184008	0	1.0000
Órdenes arriendo piezas andamios. Queue	2.6873	0	11.0000
Órdenes arriendo piezas moldajes muro contra terreno	5.9438	0	18.0000
Órdenes devolución piezas andamios. Queue	0.3132	0	2.0000
Órdenes devolución piezas moldajes muro contra terreno	0.3613	0	4.0000
Solicitud pedido de piezas. Queue	9.8703	0	24.0000

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

Con la Tabla 36, se comprueba que la actividad Solicitud pedido de piezas de 37,9457 unidades es mejorada a 9,8703 unidades.

5.4.2. Recursos de la propuesta de mejora

En la Tabla 37, se indican los tiempos de trabajo por cada responsable.

Tabla 37 - Recursos de la mejora

Responsable	Utilización programada (horas/día)
Administrador de Obra	0,14
Jefe de Bodega	0,95
Jefe Oficina Técnica	0,14

Fuente: información extraída de la Simulación en Arena Rockwell

El Jefe de Bodega mejora su utilización de horas/días de 1 a 0,95.

5.5. Estrategia del sistema

El plan para dirigir el Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales, se compone de tres acciones que ayudan a tomar decisiones y a conseguir los mejores resultados posibles. Esta estrategia está orientada a:

- a. **Planificación:** formalización de las actividades y tareas dependientes destinadas a cubrir lo que suceda en el futuro, cuando se deba devolver todas las piezas a la empresa alquiler, eliminando costos de multas y costos por mantenimiento.
- b. **Control:** reducción de las fluctuaciones estadísticas entre lo presupuestado y lo que realmente ocurre en las obras de edificios residenciales.
- c. **FIFO:** modalidad utilizada para los flujos de entrada y salida de las bodegas en tránsito para evitar piezas perdidas y exceso de piezas sin devolver al proveedor. Vale decir, **la primera pieza, guía de despacho u orden de arriendo que entra a la bodega, es la primera que sale para ser devuelta a la empresa alquiler.**

De esta manera, se traza el eje transversal de los procesos de logística inversa o reversa donde la solicitud de pedido de órdenes de arriendo de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno de 68 (con la mejora aumentó a 102) se realiza hasta el mes 4 para concluir justo a tiempo en el mes 8, estipulado por el contrato de arriendo con Peri Chile Ltda.

5.6. Sistema combinado MRP y JIT

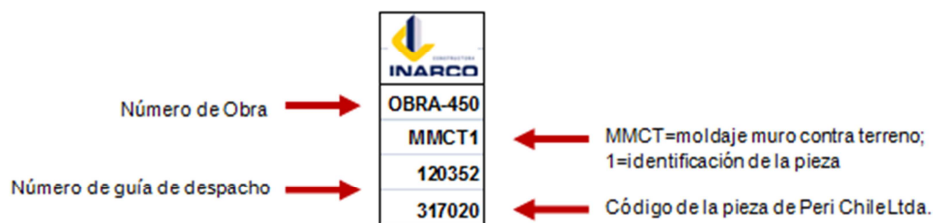
Según White, (citado en Masoud, 1989), señala que las mejoras son traducidas cuando los profesionales han llevado a cabo una revisión a fondo del marco teórico y han puesto en duda las ventajas y desventajas del desarrollo de un sistema combinado. El sistema combinado MRP y JIT ha dado resultados favorables, sólo que recientemente este sistema se está adoptando en un número limitado de empresas pioneras como Harley Davidson y Whirlpool.

Mientras que Belt, explica el intento de la empresa británica por hacer frente a la competencia japonesa, a través de células del sistema de producción Kanban, cuando se incorpora en el sistema MRP, eliminando el stock de materiales. Esta traducción de requerimientos, reduce el número de transacciones en la planificación de materiales a través del diagrama de flujo correspondiente a la Figura 74.

De esta forma, la solución es técnicamente práctica con la simulación en Arena y el uso de planillas en Excel, ya que se determinó que hasta el cuarto mes se solicitarán órdenes de arriendo. A partir de esta fecha se comenzarán a devolver las piezas agrupadas de acuerdo a las órdenes que ingresaron en obra bajo la modalidad FIFO. Se realiza la lista de materiales de los andamios y moldajes muro contra terreno, se confeccionan los archivos de inventario y se digita el plan maestro de producción de la entrega. Todos estos ítems, correspondientes a la Planificación de los Requerimientos de Materiales, serán ingresados al computador a través de órdenes de arriendo de la entrega y órdenes de trabajo.

En el caso de las órdenes de arriendo de la entrega, se clasifica en base a lo que realiza Peri Chile Ltda., proveedor que utilizará la filosofía del *Just In Time* y entregará las piezas a las distintas bodegas de los edificios residenciales. En Bodega, se recoleccionará los materiales para el ensamblaje donde participarán capataces, carpinteros y jornales. También se tiene que la constructora utilizará la filosofía del *Just In Time*, a través del Sistema Etiquetado Kanban para el almacenamiento de las distintas piezas en faena. Con este sistema de prioridades por colores como lo explica Goldratt & Cox (2005), se etiquetarán todas las piezas ordenadas de acuerdo a los códigos del proveedor y guías de despacho. De esta forma, se ensamblarán las primeras que entran a la obra como muestra la Figura 73.

Figura 73 - Sistema etiquetado Kanban para piezas Moldajes Muro Contra Terreno



Fuente: elaboración propia.

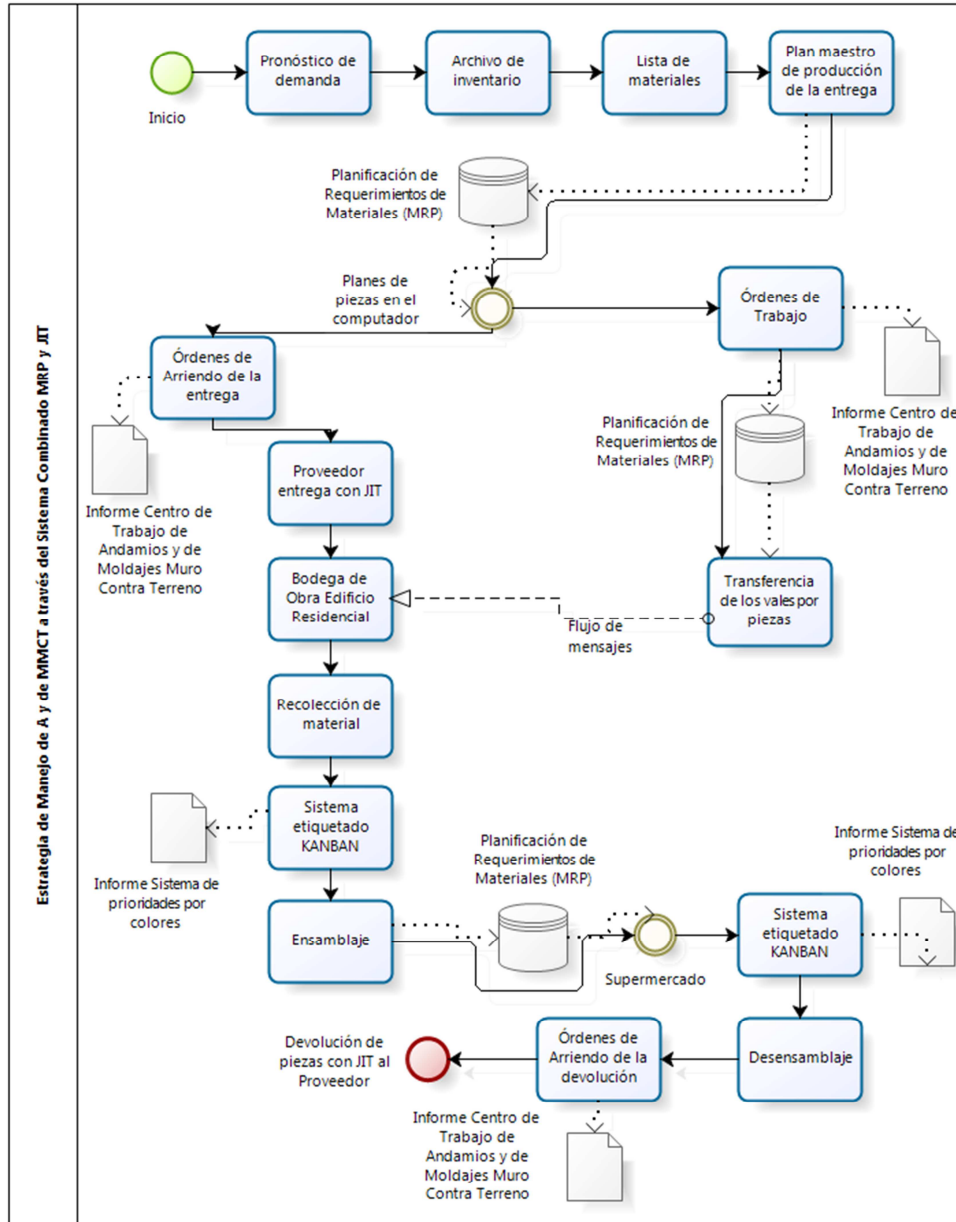
El programa Supermercado en obra, comenzará a operar cuando el Sistema Etiquetado Kanban informe que hay piezas de color rojo que deberían haberse devuelto y no lo han hecho, o contrariamente se han perdido. Un mes antes de la devolución de la pieza, el capataz y su equipo se pasará por los Centros de Trabajo de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno, marcando las piezas con color rojo. Las piezas rojas son la prioridad. Nunca ha de pasar más de un día de la fecha estimada de devolución, antes que la pieza marcada comience a desensamblarse para ser devuelta. Las piezas verdes, corresponden a piezas que les queda más de un mes para que sean devueltas, ninguna se desensamblará hasta que no queden piezas rojas en faena.

Cuando se termine de efectuar el desensamblaje de la pieza, comienza a operar las órdenes de arriendo para la devolución al proveedor. Cada Capataz Responsable deberá realizar un Informe de su Centro de Trabajo al Jefe de Bodega.

Las órdenes de trabajo serán ingresadas al sistema combinado MRP y JIT a través de la Planificación de Requerimientos de Materiales y se registrarán en el software mejorado IConstruye. En este se transferirán los mensajes y vales por piezas a través del *Just In Time*.

Lo importante es que con el trabajo realizado por el Programador en IConstruye y SQL Server, el Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales de la Constructora Inarco S.A., regulará automáticamente la información en línea para que tengan acceso todos los actores involucrados. Así no se contratarán 7 Jefes de Bodega, sino que esta cifra de capacidad aumentada será virtual.

Figura 74 - Estrategia de manejo de Andamios y Moldajes Muro Contra Terreno a través del Sistema Combinado MRP y JIT



Fuente: elaboración propia realizada en Bizagi.

5.7. Conclusiones del capítulo 5

Al realizar una extensa revisión bibliográfica del marco teórico se concluye que el mejor mecanismo para simular el proceso es utilizar el software Arena Rockwell, ya que a través de

éste se puede conocer con certeza cuál es el proceso y recurso que está siendo cuello de botella. De esta forma se aplica la mejora a la Solicitud de Pedido de piezas y se aumenta la capacidad del recurso Jefe de Bodega a 7. Se determina que el tiempo óptimo de entrega debe finalizarse al cuarto mes para operar con el sistema combinado MRP y JIT, que a través de la modalidad FIFO **la primera pieza, guía de despacho u orden de arriendo que entra a la bodega, es la primera que sale para ser devuelta a la empresa alquiler**, finalizando el proceso al octavo mes.

De esta manera, la constructora Inarco S.A. cumplirá con el contrato de arrendamiento de piezas. No se generarán costos por multas, ni costos por mantenimiento. El cumplimiento con el proveedor será de un 100% y las 68 órdenes de arriendo serán distribuidas en 120 días ó 4 meses.

Sin embargo, como es costoso aumentar la capacidad a 7 del recurso Jefe de Bodega, se propone alterar el software IConstruye, traduciendo la simulación en Arena y planillas en Excel para que toda la información se encuentre en línea y no en archivadores, es decir; Archivo de Inventario en línea, Lista de Materiales (piezas) en línea y Órdenes de Arriendo (guías de despacho y facturas) electrónicas. La modificación del IConstruye contempla un **Sistema Etiquetado Kanban** para un control visual de las piezas (número de obra, A o MMCT, número de guía de despacho y código de la pieza de Peri Chile Ltda.) A través del **Sistema de Prioridades por Colores (Supermercado de piezas)**, Jefe de Bodega, Jefe de Oficina Técnica y Administrador de Obra tendrán acceso en línea qué ocurre con cada pieza en faena. Se señalará el nombre de la pieza, el código dado por el proveedor, el stock disponible que corresponde a lo que está siendo utilizado en faena, las órdenes devueltas de pedidos planeados, la barra de color azul indicará el proceso de devolución y la luz verde indicará que no hubo piezas perdidas.

Con esta propuesta, que contempla la contratación de un Analista de Inventarios y Programador en IConstruye y SQL Server, se eliminará la tarea de Solicitud de Pedido y Control de órdenes de arriendo de andamios y de moldajes muro contra terreno en archivadores. En efecto, el Jefe de Bodega quien dedica 0,95 horas/día, ahora podrá utilizar ese tiempo para tareas estratégicas y tácticas, no así operativas.

A continuación, en el siguiente capítulo se presenta una evaluación económica aplicada para el Diseño de un Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales.

Capítulo 6. Evaluación económica

Para evaluar los ahorros de la constructora con la propuesta de mejora, aplicando la simulación en Arena y el sistema combinado MRP y JIT, se procederá a realizar una analogía de los costos entre la situación actual y el diseño de un Sistema de gestión de devolución de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno.

La comparación de los costos se realizará con los datos de las obras 415 y 450, correspondiente a edificios residenciales de ocho pisos ubicados en la comuna de Vitacura con un promedio de UF 11.000 por departamento. ¿Los beneficios de solucionar el problema mencionado en esta memoria exceden los costos de construir el sistema para resolverlos? ¿Construir un software o mejorarlo? ¿Qué tanto del sistema debe ser automatizado con tecnologías de información? ¿La solución podrá satisfacer las expectativas de los usuarios de las obras? ¿Cómo cambiará la solución el ambiente de trabajo de los usuarios?

6.1. Situación actual

Se recolectaron los datos necesarios en IConstruye y Archivadores para evaluar la situación actual con la que operó Constructora Inarco S.A. en las obras de edificios residenciales 415 y 450.

6.1.1. Archivo de inventario

El Archivo de Inventario indica el inventario disponible a través del tiempo, vale decir, inventario inicial (órdenes de arriendo entregadas) e inventario por llegar (órdenes de arriendo por llegar).

El programa MRP y JIT accede a este archivo a través de periodos de tiempo específicos.

El Archivo de Inventario de Piezas de Andamios consta de tres niveles: el cero corresponde al andamio (producto ensamblado o terminado), el uno corresponde a todas las piezas por ensamblar y el dos corresponde a donde se apila la carga que finalmente se transportará. Existe un inventario de 4.310 piezas de andamios. El inventario de seguridad corresponde al 10% de la demanda pronosticada. El costo unitario por cada pieza arrendada es de \$1.000. El costo total por el arriendo de las piezas es de \$4.310.000. **(Ver Anexo A).**

El Archivo de Inventario de Piezas de Moldajes Muro Contra Terreno consta de tres niveles: el cero corresponde al moldaje muro contra terreno (producto ensamblado o terminado), el uno corresponde a todas las piezas por ensamblar y el dos corresponde a donde se apila la carga que finalmente se transportará. Existe un inventario de 9.544 piezas de moldajes muro contra terreno. El inventario de seguridad corresponde a un 10% de la demanda pronosticada. El costo unitario por cada pieza arrendada es de \$1.000. El costo total por el arriendo de las piezas es de \$9.544.000. **(Ver Anexo A).**

6.1.2. Archivo de multas por atraso

El Archivo de multas por atraso que se señala en **Anexo B**, corresponde a las piezas de andamios de la obra 415. Las piezas “plataforma” tienen un costo unitario de multa por atraso de \$1.000. Las piezas “varias” tienen un costo unitario de multa por atraso de \$750. Las piezas “rodapiés” tienen un costo unitario de multa por atraso de \$500. El costo total de multa por atraso es de \$2.037.750.

El Archivo de multas por atraso que se señala en **Anexo B**, corresponde a las piezas de moldajes muro contra terreno de la obra 415. Las piezas tienen un costo unitario de multa por atraso de \$750. El costo total de multa por atraso es de \$2.760.750.

6.1.3. Archivo de multas por pérdidas

El Archivo de multas por pérdidas que se señala en **Anexo C**, corresponde a las piezas de andamios de la obra 415. Las piezas que figuran con un stock por devolver entre paréntesis y en rojo corresponden a las pérdidas. El costo total de multa por pérdidas es de \$1.137.020.

El Archivo de multas por pérdidas que se señala en **Anexo C**, corresponde a las piezas de moldajes muro contra terreno de la obra 415. Las piezas que figuran con un stock por devolver entre paréntesis y en rojo corresponden a las pérdidas. El costo total de multa por pérdidas es de \$309.170.

6.1.4. Archivo de multas por limpieza

El Archivo de multas por limpieza que se señala en **Anexo D**, corresponde a las piezas de andamios de la obra 415. Las piezas tienen un costo unitario de multa por limpieza de \$1.000. El costo total de multa por limpieza es de \$2.644.000.

El Archivo de multas por limpieza que se señala en **Anexo D**, corresponde a las piezas de moldajes muro contra terreno de la obra 415. Las piezas tienen un costo unitario de multa por limpieza de \$1.000. El costo total de multa por limpieza es de \$3.686.000.

6.1.5. Archivo de costos por mantenimiento

El Archivo de costos por mantenimiento que se señala en **Anexo E**, corresponde a las piezas de andamios de la obra 415. Las piezas “plataforma” tienen un costo unitario de mantenimiento de \$20. Las piezas “varias” tienen un costo unitario de mantenimiento de \$18. Las piezas “rodapiés” tienen un costo unitario de mantenimiento de \$15. El costo total de mantenimiento es de \$47.984.

El Archivo de costos por mantenimiento que se señala en **Anexo E**, corresponde a las piezas de moldajes muro contra terreno de la obra 415. Las piezas tienen un costo unitario de mantenimiento de \$18. El costo total de mantenimiento es de \$66.348.

6.1.6. Totales de la situación actual

En la Tabla 38, se aprecia que el total desembolsado en la obra 415, bajo el concepto de andamios y moldajes muro contra terreno es de \$26.543.022 y para la obra 450 es de \$26.199.604. Mientras que el presupuesto para ambas obras fue de \$16.000.000. Provocando una disminución en la utilidad neta de una obra de edificio residencial a un 3,9%. Debido a una devolución a destiempo de piezas al proveedor Peri Chile Ltda., se generaron costos por multa y por mantenimiento no contemplados en el presupuesto. En este caso, los mayores costos se presentaron en la obra 415.

Tabla 38 - Totales de la situación actual

ÍTEM	OBRA 415	OBRA 450
Archivo de Inventario	\$ 4.310.000	\$ 4.310.000
Costo total de multa por atraso	\$ 2.037.750	\$ 2.067.750
Costo total de multa por pérdidas	\$ 1.137.020	\$ 881.340
Costo total de multa por limpieza	\$ 2.644.000	\$ 2.673.000
Costo total de mantenimiento	\$ 47.984	\$ 48.506
Andamios	\$ 10.176.754	\$ 9.980.596
Archivo de Inventario	\$ 9.544.000	\$ 9.544.000
Costo total de multa por atraso	\$ 2.760.750	\$ 2.773.500
Costo total de multa por pérdidas	\$ 309.170	\$ 133.890
Costo total de multa por limpieza	\$ 3.686.000	\$ 3.701.000
Costo total de mantenimiento	\$ 66.348	\$ 66.618
Moldajes muro contra terreno	\$ 16.366.268	\$ 16.219.008
TOTALES SITUACIÓN ACTUAL	\$ 26.543.022	\$ 26.199.604

Fuente: elaboración propia en Excel 2007.

6.2. Propuesta de mejora

¿Qué pasaría con los costos de la constructora Inarco S.A. si consideramos la simulación en Arena Rockwell y el sistema combinado MRP y JIT?

La Tabla 39 responde a esta pregunta, ya que con la simulación en Arena de la situación actual, al aumentar la capacidad del recurso Jefe de Bodega a 7 en el proceso de Solicitud de pedido de piezas. Al cuarto mes o a los 120 días de iniciar el requerimiento de piezas, se completan las 68 órdenes de arriendo correspondiente a las 4.310 piezas de andamios y 9.544 piezas de moldajes muro contra terreno que arriban parcializadamente, es decir, con variación de un mes a otro a las obras de edificios residenciales. A través del MRP y JIT que contempla el archivo de inventario, BOM y órdenes de arriendo, bajo la modalidad FIFO, al octavo mes se terminaría con la devolución de las piezas agrupadas en órdenes de arriendo. Empleando el mismo mecanismo que se utilizó para la entrega.

Así se determina, que ya no se generan costos por multas ni costos por mantenimiento asociados. La situación se encuentra bajo control al desembolsar sólo \$4.310.000 por andamios y

\$9.544.000 por moldajes muro contra terreno. Ajustando aún más el presupuesto de la empresa por obras de edificios residenciales.

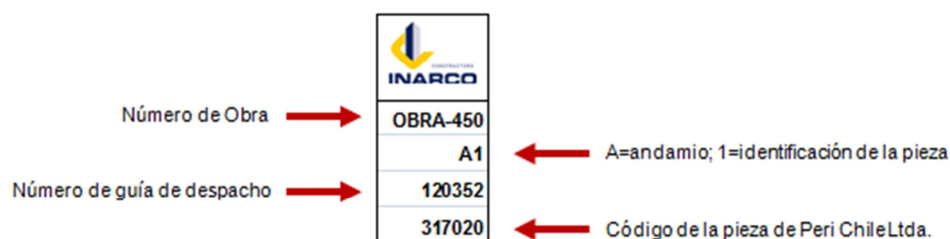
Tabla 39 - Totales de la propuesta de mejora

ÍTEM	OBRA 415	OBRA 450
Archivo de Inventario	\$ 4.310.000	\$ 4.310.000
Costo total de multa por atraso	\$ 0	\$ 0
Costo total de multa por pérdidas	\$ 0	\$ 0
Costo total de multa por limpieza	\$ 0	\$ 0
Costo total de mantenimiento	\$ 0	\$ 0
Andamios	\$ 4.310.000	\$ 4.310.000
Archivo de Inventario	\$ 9.544.000	\$ 9.544.000
Costo total de multa por atraso	\$ 0	\$ 0
Costo total de multa por pérdidas	\$ 0	\$ 0
Costo total de multa por limpieza	\$ 0	\$ 0
Costo total de mantenimiento	\$ 0	\$ 0
Moldajes muro contra terreno	\$ 9.544.000	\$ 9.544.000
TOTALES PROPUESTA DE MEJORA	\$ 13.854.000	\$ 13.854.000

Fuente: elaboración propia en Excel 2007.

De esta manera, se modifica el IConstruye al incorporar el sistema MRP y JIT a través del Sistema Etiquetado Kanban, como se muestra en la Figura 75.

Figura 75 - Sistema etiquetado Kanban piezas Andamios



Fuente: elaboración propia

A través del Sistema de Prioridades por Colores, Jefe de Bodega, Jefe de Oficina Técnica y Administrador de Obra tendrán el conocimiento en línea de qué ocurre con cada pieza en faena. Sólo ellos y el Analista de Inventarios tendrán clave de acceso al IConstruye, de este modo cuando se enferme (o si fuese despedido) el Administrador de Obra el trabajo no quedará paralizado y no aumentarán los atrasos en la devolución de los productos.

Figura 76 - Supermercado de piezas de Andamios

Pieza	GRAPA DOBLE GIR DK1 40/48M	Lead Time	1	MESES											Stock
Código	317010	Nivel	1	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	Real		
Requerimientos Brutos				0	14	2	0	8	0	0	0	0	0		
Stock disponible			24										24		
Requerimientos Neto				0	14	2	0	8	0	0	0	0	0		
Órdenes Recibidas de Pedidos Planeados					14	2	0	8	0	0	0	0	24		
Órdenes de Lanzamiento de Pedidos Planeados				14	2	0	8	0	0	0	0	0	24		

Pieza	GRAPA DOBLE GIR DK1 40/48M	Lead Time	1	MESES											Stock	Stock
Código	317010	Nivel	1	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	Real	Crítico		
Requerimientos Brutos				0	0	0	0	16	0	0	8	0				
Stock disponible			24										24	0		
Requerimientos Neto				0	0	0	0	16	0	0	8	0				
Órdenes Devueltas de Pedidos Planeados					0	0	0	16	0	0	8	0	24	24		
Órdenes de Lanzamiento de Pedidos Planeados				0	0	0	16	0	0	8	0	0	24	0		

Fuente: elaboración propia realizada en Excel 2007.

En la Figura 76, se señala el nombre de la pieza, el código dado por el proveedor, el stock disponible que corresponde a lo que está siendo utilizado en faena, las órdenes devueltas de pedidos planeados. En este caso, en el mes de diciembre se devolvieron 16 piezas y en el mes de marzo se devolvieron 8 piezas, realizando la orden de lanzamiento el mes anterior. El stock crítico nos indica "0", es decir, se devolvió la totalidad del arriendo.

A través del Sistema de Prioridades por Colores, se tiene que la barra azul indica el proceso de devolución, en este caso fue completado. La luz verde indica que no hubo piezas perdidas. Si hubiese marcado una luz roja, esto nos indicaría que hubo piezas perdidas.

6.2.1. Ahorros para el proyecto

Con la propuesta de mejora, el Jefe de Bodega dedica 0,95 horas/día para Solicitud de pedido y Control de órdenes de arriendo de andamios y de moldajes muro contra terreno en archivadores. Considerando la remuneración del trabajador, eliminar esta tarea, se traduciría en un ahorro de \$786.866 (Tabla 40). Tiempo y cifra que podría utilizarse para el desempeño de tareas estratégicas y tácticas, no operativas.

Tabla 40 - Jefe de Bodega

JEFE DE BODEGA	
Remuneración	\$ 828.280
Precio HH	\$ 4.602
Horas destinadas por semana	4,75
Ahorro semanal	\$ 21.857
Ahorro mensual	\$ 87.430
Ahorro por obra	\$ 786.866

Fuente: elaboración propia basada en información entregada por Inarco S.A.

6.2.2. Inversiones para el proyecto

Las inversiones se efectúan antes de colocar en marcha el Sistema de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en las Obras de Edificios Residenciales de la Constructora Inarco.

Según Goldratt & Cox (2005), señala que cuando comienzan a surgir problemas como el detectado en esta memoria, se cita a una reunión, en la cual participan altos ejecutivos de la empresa, donde se recopilan los informes, se dan a conocer los malos resultados y se presiona al capital humano para aumentar la productividad, fijando nuevos objetivos para la empresa y más compromisos para con ésta.

Frases citadas en Goldratt & Cox (2005) como: “es imperativo que minimicemos el riesgo relativo... aceptable en nuestra presente situación de mercado..., sin reducir los gastos estratégicos... requieren sacrificios... aumentos de productividad en cada puesto de trabajo...” y “la respuesta es evidente... el futuro de este negocio depende de nuestra habilidad para aumentar la productividad”.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la solución cambiaría el ambiente de trabajo con la contratación de un Analista de Inventarios y un Programador en IConstruye y SQL Server.

Tabla 41 - Mano de obra por contratar

CARGO	REMUNERACIÓN MENSUAL
Analista de Inventarios	\$800.000
Programador en IConstruye y SQL Server	\$500.000

Fuente: elaboración propia basada en información entregada por Inarco S.A.

En la Tabla 41, se señala que al contratar un Analista de Inventarios, él se encargará de la planificación de movimientos en Bodega de cada obra de edificio residencial, generará todos los movimientos en el sistema, posterior a movimientos físicos como recepciones de órdenes de arriendo de Peri Chile Ltda., realizará las devoluciones de andamios y de moldajes muro contra terreno al proveedor, mantención del sistema a través de la localización virtual de las piezas en faena y control de stock crítico en Bodega. Todo esto con un sistema que tendrá toda la información en línea. Accediendo Jefe de Bodega, Jefe de Oficina Técnica y Administrador de Obra al mismo tiempo. Administrador de Obra de Constructora Inarco S.A. estaría dispuesto a pagar una remuneración mensual de \$800.000 por nueve meses.

La contratación de un Programador en IConstruye y SQL Server será para implementar los requerimientos de los usuarios de las obras de edificios residenciales, dadas a conocer en esta memoria, alterando el software IConstruye y traduciendo la simulación en Arena y planillas en Excel para que toda la información se encuentre en línea y no en archivadores. Administrador de Obra de Constructora Inarco S.A. estaría dispuesto a pagar una remuneración mensual de \$500.000 por cuatro meses.

Para la investigación de las capacidades de los diferentes equipos que participarán en dicho sistema, se consultaron tres proveedores de la constructora, como se aprecia en la Tabla 42.

Tabla 42 - Proveedores Inarco S.A.

NÚMERO	PROVEEDOR	DIRECCIÓN
1	Dimerc S.A.	Alberto Pepper #1784. Renca, Santiago.
2	R y C Servicios Computacionales Ltda.	San Pío X #2390 Oficina 502. Providencia, Santiago.
3	Sodimac S.A.	Avenida Presidente Kenedy #5601. Las Condes, Santiago.

Fuente: elaboración propia basada en información entregada por Inarco S.A.

Los equipos son:

- **Garmendia/Casco Blanco Código C415551:** Casco Tipo I y Clase E. Fabricado en propileno. Suspensión de polietileno de 4 puntas. Se requerirán 2 cascos para el Analista de Inventarios y Programador SQL Server. El costo unitario es de \$1.755. Costo total de \$3.510.
- **Le Coq/Triunf Ete Plus Negro Botín Código Z409005:** Doble inyección. Cuero graso. Termoformado 1,6 mm de espesor. Costuras dobles y triples con nylon imputrescible. Plantilla de armado de celulosa aglomerada 2,5 mm. Puntera de acero templado con alta resistencia. Planta PU-TPU. Plantilla interior forrada. Numeración 39-45. Certificación NCh 772/1-772/2-1350-2147/2. Se requerirán dos pares de calzado para el Analista de Inventarios y Programador SQL Server. El costo unitario es de \$27.550. Costo total de \$55.100.
- **Hewlett Packard All In One AMD 8 GB/1 TB Código 4012703:** Modelo Pavilion 20-b3051a. Sistema operativo Window 8. Procesador acelerado AMD E1-1500. Pantalla ancha de 20" de diagonal HD+(33) con luz de fondo LED. 8 GB de memoria PC3-8500 DDR3-1066. SD RAM (3) 1X 8 GB (expandible a 16 GB). Disco duro de 1 TB 7200 rpm serial ATA. 2 puertos de USB. Tarjeta gráfica AMD Radeon HD 7310 (16). Teclado USB con control de volumen, teclas de acceso rápido a Window 8 y mouse óptico. Grabador de DVD supermulti con bandeja delgada (6c). Cámara web y micrófonos incorporados. Dimensiones de 50,64 cm (longitud) x 10,12 cm (ancho) x 39,99 cm (altura). Masa de 6,4 Kg aproximadamente. Se requerirán 2 equipos para Analista de Inventarios y Programador SQL Server. El costo unitario es de \$399.990. Costo total de \$799.980.
- **Impresora HP Laserjet P1102W Código HP04610:** Velocidad de impresión ISO lista carta de 8,5 segundos; negro; 19 ppm. Resolución impresión hasta 400 x 600 x 2 ppp (600 ppp salida efectiva). Tecnología de resolución HP FastRes 600, HP FastRes 1200. Un puerto USB 2,0 de alta velocidad. Ciclo de trabajo hasta 5.000 páginas. Opciones de impresión a doble cara e impresión inalámbrica

directa. Se requerirá 1 impresora. El costo unitario es de \$52.260. Costo total de \$52.260.

- **Silla ejecutiva Ecocuero Código M378544:** Respaldo alto. Color negro. Se requerirá de 2 sillas para Analista de Inventarios y Programador SQL Server. El costo unitario es de \$83.217. Costo total de \$166.434.
- **Escritorio Gris Oscuro 120 x 600 x 750 Código U418850:** 3 cajoneras con llave y ruedas. Salida PC. Tablero de fibra de densidad media. Resina de Melamina en la superficie, imitación madera. Fijaciones metálicas. Se requerirá de 2 escritorios para Analista de Inventarios y Programador SQL Server El costo unitario es de \$94.220. Costo total es de \$188.440.

6.2.3. Capacitaciones para el proyecto

El Programador en IConstruye y SQL Server realizará las capacitaciones a los usuarios después de haber implementado el Sistema de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales de la Constructora Inarco.

El Programador juega un rol fundamental en los usuarios, ya que él debe persuadirlos para que no sientan una amenaza de la TI por afectar el clima laboral. Las clases serán presenciales. Los usuarios capacitados serán principalmente Administrador de Obra, Jefe de Oficina Técnica, Jefe de Bodega y Analista de Inventarios.

Las capacitaciones se realizarán entre el quinto y octavo mes del Periodo 1 por un costo mensual de \$500.000. Monto dado a conocer por el Administrador de Obra.

6.2.4. Flujo de caja para el proyecto

Para la Tabla 43, se considera un horizonte para la evaluación del proyecto de 2 periodos correspondientes a las Obras 415 y 450, donde se destina 9 meses para cada obra (actividades relacionadas a los andamios y moldajes muro contra terreno).

La inversión inicial se realizará en el Periodo 1 para la puesta en marcha del proyecto.

Cabe destacar que los ítems **Hardware - Servidor Internet e Intranet, Instalación y Configuración, y Licencias** no se contabilizan, puesto que la constructora ya tiene cubiertos estos montos con su personal de trabajo y proveedor calificado.

La tasa de descuento tiene como propósito descontar los flujos de caja obtenidos en los 2 periodos que se ha estimado, de acuerdo a una tasa que representa la rentabilidad mínima exigible a este proyecto.

Para calcular la tasa de descuento, se utilizará el modelo de valorización de activos (CAPM) que determina el costo de capital propio, según la siguiente ecuación:

$$K_e = R_f + B_i * [E(R_m) - R_f] \quad (12)$$

Donde;

K_e = Tasa de descuento del proyecto sin financiamiento.

R_f = Tasa libre de riesgo correspondiente a 5% según Banco Central de Chile.

B_i = Estimación del Beta correspondiente a 1,10; asignado a proyectos de servicios de información. **(Ver Anexo H)**

$E(R_m)$ = Retorno esperado del mercado correspondiente a 7,31% al promedio de variación IPSA de Agosto 2012 a Enero 2014 asignado por la Bolsa de Santiago de Chile. **(Ver Anexo I)**

Al aplicar la ecuación 12, la **tasa de descuento del proyecto** es de un 10,86%.

Se considera un **impuesto a las utilidades** de un 20% para todos los periodos de evaluación, según el Artículo N° 20, de la Ley de Impuesto a la Renta.

Tabla 43 - Flujo de caja para el proyecto

	PERIODO 0	PERIODO 1 (Obra 415)	PERIODO 2 (Obra 450)
Ahorro Andamios		\$ 5.866.754	\$ 5.670.596
Ahorro Moldajes Muro Contra Terreno		\$ 6.822.268	\$ 6.675.008
Por eliminación control de Administrador de Obra			
Por eliminación control de Jefe de Oficina Técnica			
Por eliminación control de Jefe de Bodega		\$ 786.866	\$ 786.866
Ahorro Operaciones		\$ 786.866	\$ 786.866
Remuneración Analista de Inventarios		(\$ 7.200.000)	(\$ 7.200.000)
Remuneración Programador IConstruye y en SQL Server		(\$ 2.000.000)	\$ 0
Costos Operacionales		(\$ 9.200.000)	(\$ 7.200.000)
Capacitaciones		(\$ 2.000.000)	\$ 0
Depreciaciones		\$ 0	\$ 0
Utilidad antes de impuestos		\$ 2.275.888	\$ 5.932.470
Impuestos a las utilidades	20,00%	(\$ 455.178)	(\$ 1.186.494)
Utilidad después de impuestos		\$ 1.820.710	\$ 4.745.976
Depreciaciones		\$ 0	\$ 0
Garmendia/Casco Blanco Cód. C415551		(\$ 3.510)	\$ 0
Le Coq /Triunf Ete Plus Negro Botín Cód. Z409005		(\$ 55.100)	\$ 0
Hewlett Packard All In One AMD 8 GB/1 TB Cód. 4012703		(\$ 799.980)	\$ 0
Impresora HP Laserjet P1102W Cód. HP04610		(\$ 52.260)	\$ 0
Silla Ejecutiva Ecocuero Cód. M378544		(\$ 166.434)	\$ 0
Escritorio Gris Oscuro 120x600x750 Cód. U418850		(\$ 188.440)	\$ 0
Hardware - Servidor Internet e Intranet		\$ 0	\$ 0
Instalación y Configuración		\$ 0	\$ 0

Licencias		\$ 0	\$ 0
Inversiones		(\$ 1.265.724)	\$ 0
Flujo de Caja		\$ 554.986	\$ 4.745.976
VAN	\$ 4.362.295		
TASA	10,86%		

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

Como se muestra en la Tabla 43, se obtuvo un VAN de \$4.362.295 (ecuación 11), lo cual se recomienda aceptar el proyecto, este se pagaría completamente con una deuda igual a cero, sin gasto financiero. El VAN siempre nos indicará si el proyecto aumenta o no la riqueza de los acreedores o accionistas. Como este VAN es mayor que cero, el proyecto es suficientemente bueno para pagar todas sus deudas y generar riqueza. Por lo tanto, la razón Beneficio/Costo será mayor que uno.

6.2.5. Análisis de sensibilidad para el proyecto

En el caso de que el VAN fuese igual a cero, esto no significa que la utilidad sea igual a cero, sino que reporta la misma utilidad de la mejor alternativa. Vale decir, cubre el costo de oportunidad.

Pero ¿qué sucede si cambia alguna variable en el escenario? ¿Cómo afectaría la evaluación económica de la propuesta de mejora?

El análisis de sensibilidad permite responder estas preguntas y ver cómo se comportan las variables **Ahorro Andamios** y **Ahorro Moldajes Muro Contra Terreno** en el **Periodo 1** y **Periodo 2**.

A continuación se presentan cuatro escenarios distintos.

Tabla 44 - Escenario 1 Análisis de Sensibilidad

ESCENARIO 1	PERIODO 0	PERIODO 1 (Obra 415)	PERIODO 2 (Obra 450)
Ahorro Andamios		(\$ 178.296)	\$ 5.670.596
Ahorro Moldajes Muro Contra Terreno		\$ 6.822.268	\$ 6.675.008

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

La Tabla 44, muestra un escenario donde si el VAN fuese igual a cero, esto significa que no sería necesario registrar un ahorro de andamios en la Obra 415. Sin embargo, se debe registrar un ahorro de andamios en la Obra 450 de \$5.670.596 y un ahorro de moldajes muro contra terreno en la Obra 415 de \$6.822.268 y en la Obra 450 de \$6.675.008.

Tabla 45 - Escenario 2 Análisis de Sensibilidad

ESCENARIO 2	PERIODO 0	PERIODO 1 (Obra 415)	PERIODO 2 (Obra 450)
Ahorro Andamios		\$ 5.866.754	\$ 5.670.596
Ahorro Moldajes Muro Contra Terreno		\$ 777.218	\$ 6.675.008

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

La Tabla 45, muestra un escenario donde si el VAN fuese igual a cero, esto significa que sería necesario registrar un ahorro de moldajes muro contra terreno de \$777.218 en la Obra 415. Sin embargo, se debe registrar un ahorro de moldajes muro contra terreno en la Obra 450 de \$6.675.008 y un ahorro de andamios en la Obra 415 de \$5.866.754 y en la Obra 450 de \$5.670.596.

Tabla 46 - Escenario 3 Análisis de Sensibilidad

ESCENARIO 3	PERIODO 0	PERIODO 1 (Obra 415)	PERIODO 2 (Obra 450)
Ahorro Andamios		\$ 5.866.754	(\$ 1.030.946)
Ahorro Moldajes Muro Contra Terreno		\$ 6.822.268	\$ 6.675.008

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

La Tabla 46, muestra un escenario donde si el VAN fuese igual a cero, esto significa que no sería necesario registrar un ahorro de andamios en la Obra 450. Sin embargo, se debe registrar un ahorro de andamios en la Obra 415 de \$5.866.754 y un ahorro de moldajes muro contra terreno en la Obra 415 de \$6.822.268 y en la Obra 450 de \$6.675.008.

Tabla 47 - Escenario 4 Análisis de Sensibilidad

ESCENARIO 4	PERIODO 0	PERIODO 1 (Obra 415)	PERIODO 2 (Obra 450)
Ahorro Andamios		\$ 5.866.754	\$ 5.670.596
Ahorro Moldajes Muro Contra Terreno		\$ 6.822.268	(\$ 26.534)

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

La Tabla 47, muestra un escenario donde si el VAN fuese igual a cero, esto significa que no sería necesario registrar un ahorro de moldajes muro contra terreno en la Obra 450. Sin embargo, se debe registrar un ahorro de moldajes muro contra terreno en la Obra 415 de \$6.822.268 y un ahorro de andamios en la Obra 415 de \$5.866.754 y en la Obra 450 de \$5.670.596.

Cualquiera que sea el camino que siga Constructora Inarco S.A., el análisis de sensibilidad indica cómo se vería afectado este proyecto o propuesta de mejora si ocurren una serie de cambios en dichos escenarios.

6.3. Rechazar propuesta de inversión inicial en periodo 0

¿Qué ocurre con el VAN si realizamos inversiones antes de iniciar las Obras 415 y 450?

La Tabla 48, responde esta pregunta. Se considera un horizonte para la evaluación del proyecto de 2 periodos correspondientes a las Obras 415 y 450, donde se destina 9 meses para cada obra (actividades relacionadas a los andamios y moldajes muro contra terreno). El VAN resulta \$3.823.113, en comparación a los \$4.362.295 del VAN de la propuesta de mejora si se realiza la inversión en el periodo 1.

Tabla 48 - Flujo de caja para inversiones en periodo 0

	PERIODO 0	PERIODO 1 (Obra 415)	PERIODO 2 (Obra 450)
Ahorro Andamios		\$ 5.866.754	\$ 5.670.596
Ahorro Moldajes Muro Contra Terreno		\$ 6.822.268	\$ 6.675.008
Por eliminación control de Administrador de Obra			
Por eliminación control de Jefe de Oficina Técnica			
Por eliminación control de Jefe de Bodega		\$ 786.866	\$ 786.866
Ahorro Operaciones		\$ 786.866	\$ 786.866
Remuneración Analista de Inventarios		(\$ 7.200.000)	(\$ 7.200.000)
Remuneración Programador IConstruye y en SQL Server		(\$ 2.000.000)	\$ 0
Costos Operacionales		(\$ 9.200.000)	(\$ 7.200.000)
Capacitaciones		(\$ 2.000.000)	\$ 0
Depreciaciones		\$ 0	\$ 0
Resultado antes de impuestos		\$ 2.275.888	\$ 5.932.470
Impuestos	20,00%	(\$ 455.178)	(\$ 1.186.494)
Resultado después de impuestos		\$ 1.820.710	\$ 4.745.976
Depreciaciones		\$ 0	\$ 0
Garmendia/Casco Blanco Cód. C415551	(\$ 3.510)	\$ 0	\$ 0
Le Coq /Triunf Ete Plus Negro Botín Cód. Z409005	(\$ 55.100)	\$ 0	\$ 0
Hewlett Packard All In One AMD 8 GB/1 TB Cód. 4012703	(\$ 799.980)	\$ 0	\$ 0
Impresora HP Laserjet P1102W Cód. HP04610	(\$ 52.260)	\$ 0	\$ 0
Silla Ejecutiva Ecocuero Cód. M378544	(\$ 166.434)	\$ 0	\$ 0
Escritorio Gris Oscuro 120x600x750 Cód. U418850	(\$ 188.440)	\$ 0	\$ 0
Hardware - Servidor Internet e Intranet	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Instalación y Configuración	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Licencias	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Inversiones	(\$ 1.265.724)	\$ 0	\$ 0
Flujo de Caja	(\$ 1.265.724)	\$ 1.820.710	\$ 4.745.976
VAN	\$ 3.823.113		
TASA	10,86%		

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

6.4. Rechazar propuesta de contratar 7 Jefes de Bodega

¿Qué ocurre con el VAN si contratamos 7 Jefes de Bodega para la devolución a tiempo de las piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno?

La Tabla 49, responde esta pregunta. Se considera un horizonte para la evaluación del proyecto de 2 periodos correspondientes a las Obras 415 y 450, donde se destina 9 meses para cada obra (actividades relacionadas a los andamios y moldajes muro contra terreno). El VAN resulta -\$54.726.982, en comparación a los \$4.362.295 del VAN de la propuesta de mejora si se realiza la inversión en el periodo 1.

Tabla 49 - Flujo de caja si se contratan 7 Jefes de Bodega

	PERIODO 0	PERIODO 1 (Obra 415)	PERIODO 2 (Obra 450)
Ahorro Andamios		\$ 5.866.754	\$ 5.670.596
Ahorro Moldajes Muro Contra Terreno		\$ 6.822.268	\$ 6.675.008
Por eliminación control de Administrador de Obra			
Por eliminación control de Jefe de Oficina Técnica			
Por eliminación control de Jefe de Bodega			
Ahorro Operaciones		\$ 0	\$ 0
Remuneración 7 Jefes de Bodega		(\$ 49.572.558)	(\$ 49.572.558)
Costos Operacionales		(\$ 49.572.558)	(\$ 49.572.558)
Capacitaciones		\$ 0	\$ 0
Depreciaciones		\$ 0	\$ 0
Resultado antes de impuestos		(\$ 36.883.536)	(\$ 37.226.954)
Impuestos	20,00%	\$ 7.376.707	\$ 7.445.391
Resultado después de impuestos		(\$ 29.506.829)	(\$ 29.781.563)
Depreciaciones		\$ 0	\$ 0
Garmendia/Casco Blanco Cód. C415551		(\$ 12.285)	\$ 0
Le Coq /Triunf Ete Plus Negro Botín Cód. Z409005		(\$ 192.850)	\$ 0
Hewlett Packard All In One AMD 8 GB/1 TB Cód. 4012703		(\$ 2.799.930)	\$ 0
Impresora HP Laserjet P1102W Cód. HP04610		(\$ 52.260)	\$ 0
Silla Ejecutiva Ecocuero Cód. M378544		(\$ 582.519)	\$ 0
Escritorio Gris Oscuro 120x600x750 Cód. U418850		(\$ 659.540)	\$ 0
Hardware - Servidor Internet e Intranet		\$ 0	\$ 0
Instalación y Configuración		\$ 0	\$ 0
Licencias		\$ 0	\$ 0
Inversiones		(\$ 4.299.384)	\$ 0
Flujo de Caja		(\$ 33.806.213)	(\$ 29.781.563)
VAN	(\$ 54.726.982)		
TASA	10,86%		

Fuente: elaboración propia en Excel 2007

En primer lugar, ya no existe eliminación de control de Jefe de Bodega, ni contratación de un Analista de Inventarios, ni Programador en IConstruye y SQL Server. Contratar 7 Jefes de Bodega, esto es sólo para control de andamios y moldajes muro contra terreno, con el prorrateo de horas, la remuneración sería de \$ 49.572.558.

En segundo lugar, cada ítem de inversión se amplificaría por siete, resultando \$4.299.384.

Finalmente, un VAN negativo conlleva a rechazar el proyecto y a buscar una propuesta más atractiva como la propuesta de mejora dada a conocer en el punto 6.2.

6.5. Conclusiones del capítulo 6

Los beneficios de solucionar el problema mencionado en esta memoria exceden los costos de construir el sistema para resolverlos, puesto que la constructora cumpliría con el contrato de arrendamiento con Peri Chile Ltda. La solución propuesta conllevaría a un ahorro de \$12.689.022 (obra 415) y \$12.345.604 (obra 450).

Se decide mejorar el software IConstruye automatizando el sistema, traduciendo la simulación en Arena y las planillas en Excel para que toda la información se encuentre en línea, eliminando la tarea de Solicitud de pedido y Control de arriendo de órdenes de andamios y de moldajes muro contra terreno en archivadores. Esto se traduciría en un ahorro operacional de \$786.866 por las horas que dedica el Jefe de Bodega al desempeño de esta tarea operativa.

La solución cambia el ambiente de trabajo con la contratación de un Analista de Inventarios y Programador en IConstruye y SQL Server para solucionar la devolución a destiempo de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno. La clave de acceso al sistema quedará liberada sólo para Administrador de Obra, Jefe de Oficina Técnica, Jefe de Bodega y Analista de Inventarios. En efecto, cuando se enferme (o si fuese despedido) el Administrador de Obra el trabajo no quedará paralizado y no aumentarán los atrasos en la devolución de los productos.

Con un VAN de \$4.362.295, nos indica que el proyecto es suficientemente bueno para que acreedores puedan pagar todas sus deudas y accionistas puedan generar riqueza.

A continuación, en el siguiente capítulo se presentan las conclusiones generales y recomendaciones para el Diseño de un Sistema de Gestión de Devolución de Piezas de Andamios y de Moldajes Muro Contra Terreno en Obras de Edificios Residenciales.

Capítulo 7. Conclusiones generales y recomendaciones

La presente memoria consideró el problema de devolución a destiempo de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno en obras de edificios residenciales de la constructora Inarco S.A.

Actualmente en las obras 415 y 450, todas las piezas son entregadas a tiempo de acuerdo al contrato de arrendamiento de ocho meses, pero todo es devuelto con retraso. Es decir, la causa de los retrasos es la combinación de sucesos dependientes y fluctuaciones estadísticas que se hace frente diariamente.

Se consideró estudiar los indicadores de desempeño logístico que maneja la constructora, con el propósito que los líderes puedan vincular su estrategia con las operaciones cotidianas que se dan en las obras de edificios residenciales. Detectando que el proveedor cumple un 100% con la entrega de piezas. Mientras que la constructora, cumple sólo un 40% para la devolución de andamios y 62% para moldajes muro contra terreno. Las últimas dos obras, han registrado una disminución de 3,9% en sus utilidades netas.

Para que Inarco logre eliminar sus costos totales de multas y costos por mantenimiento, se propone diseñar un sistema de gestión de devolución de piezas arrendadas que se ajuste a la logística inversa o reversa; a una demanda dependiente, puesto que su demanda está limitada a un plan maestro de producción donde un conjunto de piezas corresponde al producto terminado (andamio o moldaje muro contra terreno); y a una demanda determinista dinámica, puesto existe un patrón definido entre ambas obras, pero varía de un periodo a otro.

Por esto se simularon los tiempos de cada proceso en el software Arena Rockwell. Se propone aumentar la capacidad del recurso Jefe de Bodega a 7 en el proceso de Solicitud de pedido de piezas, al cuarto mes ó 120 días de iniciar la recepción de requerimientos de piezas, se completan las 68 órdenes de arriendo correspondiente a las 4.310 piezas de andamios y 9.544 piezas de moldajes muro contra terreno que arriban parcializadamente, esto es, con variación de un mes a otro. Es decir, a través del MRP y JIT que contempla el Archivo de Inventario, Lista de Materiales y Órdenes de Arriendo, bajo la modalidad FIFO, al octavo mes se terminaría con la devolución de piezas agrupadas en órdenes de arriendo. Empleando el mismo mecanismo que se utilizó para la entrega.

Así se determina, que ya no se generan costos por multas ni costos por mantenimiento. La situación se encuentra bajo control al desembolsar sólo \$4.310.000 por andamios y \$9.544.000 por moldajes muro contra terreno. Ajustando aún más el presupuesto de la empresa por obras de edificios residenciales.

Sin embargo, como es costoso aumentar la capacidad a 7 del recurso Jefe de Bodega, se propone alterar el software IConstruye, traduciendo la simulación en Arena y planillas en Excel para que toda la información se encuentre en línea y no en archivadores. En efecto, Archivo de inventario en Línea, Lista de materiales (piezas) en línea y Órdenes de arriendo (guías de despacho y facturas) electrónicas.

La modificación del IConstruye contempla un Sistema Etiquetado Kanban para un control visual de las piezas y un Sistema de Prioridades por Colores para que Administrador de Obra, Jefe de Oficina Técnica y Jefe de Bodega tengan acceso en línea qué ocurre con cada pieza en faena.

Con la contratación de un Analista de inventarios y un Programador en IConstruye y SQL Server se llevaría a cabo dicha propuesta.

Con esta propuesta, el Jefe de Bodega quien dedica 0,95 (horas/día) para Solicitud de Pedido y Control de órdenes de arriendo de andamios y de moldajes muro contra terreno en archivadores, eliminar esta tarea y por consiguiente este tiempo, se traduciría en un ahorro de \$786.866. Tiempo y cifra que podría utilizarse para sólo tareas estratégicas y tácticas.

El Ahorro de Operaciones se construyó en base a horas hombre, siendo responsabilidad de la constructora que estas horas sean controladas eficientemente.

Se obtuvo un VAN de \$4.362.295, lo cual se recomienda aceptar el proyecto, este se pagaría completamente con una deuda igual a cero, sin gasto financiero. Por lo tanto, el proyecto es suficientemente bueno para que acreedores puedan pagar todas sus deudas y accionistas puedan generar riqueza.

Con la propuesta de mejora, los indicadores de desempeño logístico mostrarían la siguiente radiografía:

- Errores de pronóstico de demanda devuelta igual a cero.
- Los costos promedios de órdenes de arriendo de andamios y de moldajes muro contra terreno se mantienen, es decir, \$148.621 y \$ 244.718 respectivamente.
- Las entregas a tiempo por parte del proveedor se mantienen en un 100%.
- Las devoluciones a tiempo por parte de la constructora mejoran a un 100%.
- El plazo de aprovisionamiento de piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno en obras de edificios residenciales es de 8 meses, es decir, se respeta el contrato de arrendamiento con Peri Chile Ltda.

Basado en Sun Tzu (2009), se realizó una analogía entre las cualidades de un General con las de un Administrador de Obra. Se recomienda que un Administrador de Obra sea clarividente para poder dirigir con armonía una obra de construcción de edificios residenciales, utilizando una estrategia respaldada por planes de largo alcance y facultad de comprender los diferentes factores humanos. Si un Administrador de Obra no es capaz de evaluar sus posibilidades o de concebir lo que es la presteza o la flexibilidad, cuando se presente un problema, gestionará torpemente y vacilante, mirará primero a la derecha y luego a la izquierda, no siendo capaz de concebir un plan o una metodología formal para atacar dicho problema. Si es crédulo, se fiará de informes poco fidedignos por parte de los Jefes de Bodega y Jefes de Oficina Técnica, y creará ahora esto y ahora aquello. Será temeroso en la toma de decisiones y permitirá que la mano de obra se disperse. Peor aún, el Proveedor será quien tenga el poder de negociación.

Administradores de Obra, Jefes de Bodega y Jefes de Oficina Técnica deben tener claro los siguientes elementos:

- La medición del espacio o layout de la faena, en consecuencia del terreno.
- La estimación de cantidades a pedir de las piezas de andamios y de moldajes muro contra terreno.
- Los cálculos, en cuanto, al presupuesto a través de una estimación económica que se ajuste a la realidad.
- Las comparaciones con cifras de otras obras de edificios residenciales similares.
- Las probabilidades de victoria para maximizar las utilidades y minimizar los costos.

En cuanto a la productividad y teniendo en consideración los 35 años de experiencia del Jefe de Bodega de la Obra 415 y 450, se recomienda que el horario de colación comprendido entre las 13 y 14 horas, sea un horario único para todos los trabajadores. Dividiendo este horario en dos: media hora para almorzar y la media hora restante para dormir siesta.

Hoy en día es imperativo, tener una relación cercana con los proveedores, puesto que muchas empresas buscan la implementación del *Just In Time*, para evitar el tener inventarios. Un proveedor que no se encuentre en igual sintonía con su cliente, romperá todo ritmo de trabajo y todo el dinero que el sistema ha invertido en adquirir piezas, aumentará al igual que todo el dinero que gasta el sistema para convertir el inventario en ingresos netos.

Finalmente, es loable que empresarios se preocupen por financiar proyectos que incorporen tecnologías de información a sus organizaciones, apelando a un compromiso con el medio ambiente como es reutilizar los andamios y moldajes muro contra terreno. Esta memoria a eso apela, a continuar arrendando estos productos y no a su compra exagerada que posteriormente serán eliminados a un vertedero.

Bibliografía

- Ballou, R (2004). Logística: Administración de la Cadena de Suministros. Quinta Edición. México: Pearson Educación.
- Constructora Inarco S.A. (s. f.). <http://www.inarco.cl>
- Díaz, A; Álvarez, M & González, P (2004). Logística inversa y medio ambiente: aspectos estratégicos y operativos. España: McGraw Hill.
- Dyckhoff, H; Lackes, R & Reese, J (2004). Supply Chain Management. New York: McGraw Hill.
- Gaytán, J (s. f.). Logística inversa: una segunda oportunidad de negocio. México. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Ghio, V & Bascuñan, R (2012). Innovación Tecnológica En La Construcción Ahora Es Cuando. Revista Ingeniería de Construcción (pp. 9-18). Edición 14. <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/viewFile/360/302>
- Goldratt, E & Cox, J (2005). La Meta. Traducción: Enrique Rey Arufe y María Consuelo Núñez Fernández. Ediciones Díaz de Santos. España.
- Gómez, R (2010). Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. Artículo de revisión. Vol. 5, nro. 2, (pp. 65-75). Brasil.
- Heizer, J & Render, B (2008). Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones estratégicas. Octava Edición. España: Pearson Educación.
- Heizer, J & Render, B (2008). Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones tácticas. Octava Edición. España: Pearson Educación.
- Ingeniería Industrial Online (s. f.). <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
- Martin, J (2007). Lean Six Sigma for Supply Chain Management. New York: McGraw Hill.
- Masoud, M (1989). Aspects of the design and operation of production control systems in manufacturing industry. Thesis to be a PhD of Philosophy. United Kingdom. The University of Aston in Birmingham.
- Montgomery, D & Runger, G (2002). Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. Segunda Edición. México: Limusa Wiley.
- Ovando, C (2009). Rediseño en el sistema de pago de facturas a proveedores en la empresa constructora Almagro. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Peri Chile Ltda. (s. f.). <http://www.peri.cl/index.cfm>
- Quiminet (2012). Asegure sus actividades en el aire con los mejores andamios suspendidos. <http://www.quiminet.com/articulos/asegure-sus-actividades-en-el-aire-con-los-mejores-andamios-suspendidos-2854654.htm>
- Sapag, J (2007). Evaluación de proyectos: Guía de ejercicios Problemas y Soluciones. Tercera Edición. Colombia: McGraw Hill.
- Tzu, S (2009). El Arte de la Guerra. Traducción: Elisabeth Courbet. Ediciones Brontes. España: Editorial Fontana.

Anexos

Anexo A: Archivo de inventario situación actual

Andamios - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK	STOCK SEGURIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	317010	GRAPA DOBLE GIR DK1 40/48M	24	2	\$ 1.000	\$ 24.000
1	317020	GRAPA DOBLE FIJA 48/48 GALV	361	36	\$ 1.000	\$ 361.000
2	325670	CANASTILLO REJ.CHICO 120X80	1	0	\$ 1.000	\$ 1.000
2	365016	CANASTILLO 80 X 120, GALV.	15	2	\$ 1.000	\$ 15.000
1	400000	VERTICAL SUPERIOR S/E 100	38	4	\$ 1.000	\$ 38.000
1	400005	VERTICAL SUPERIOR S/E 100 UVH 200	9	1	\$ 1.000	\$ 9.000
1	400009	VERTICAL C/E UVR 200	74	7	\$ 1.000	\$ 74.000
1	400012	VERTICAL C/E UVR 300	12	1	\$ 1.000	\$ 12.000
1	400014	VERTICAL BASE UVB 24	96	10	\$ 1.000	\$ 96.000
1	400031	TRAVESAÑO UHD 72	28	3	\$ 1.000	\$ 28.000
1	400039	TRAVESAÑO UDH 104	8	1	\$ 1.000	\$ 8.000
1	400065	DIAGONAL A HORIZ 250/200	9	1	\$ 1.000	\$ 9.000
1	400069	DIAGONAL. A HORIZ UBL 300/200	18	2	\$ 1.000	\$ 18.000
1	400076	TRAVESAÑO UHD 150	32	3	\$ 1.000	\$ 32.000
1	400079	TRAVESAÑO UDH 200	36	4	\$ 1.000	\$ 36.000
1	400085	TRAVESAÑO UHD 300	32	3	\$ 1.000	\$ 32.000
1	400088	TUBO AMARRE UWT 45	130	13	\$ 1.000	\$ 130.000
1	400091	TUBO AMARRE UWT 110	39	4	\$ 1.000	\$ 39.000
1	400170	BASTIDOR ARRANQUE UVF 72/174	6	1	\$ 1.000	\$ 6.000
1	400200	BASTIDOR ARRANQUE UVF	54	5	\$ 1.000	\$ 54.000
1	400212	BASTIDOR T UVT 72/200	310	31	\$ 1.000	\$ 310.000
1	400220	MONTANTE UV 165	312	31	\$ 1.000	\$ 312.000
1	400222	MONTANTE UVP 100	34	3	\$ 1.000	\$ 34.000
1	400235	CONSOLA USB 32	10	1	\$ 1.000	\$ 10.000
1	400242	BASE REGULABLE UJB38-80/50	44	4	\$ 1.000	\$ 44.000
1	400247	DIAGONAL BASTIDOR 150/200	11	1	\$ 1.000	\$ 11.000
1	400257	DIAGONAL BASTIDOR 250/200	56	6	\$ 1.000	\$ 56.000
1	400261	DIAGONAL BASTIDOR 300/200	37	4	\$ 1.000	\$ 37.000
1	400265	BARANDILLA SEGURIDAD 150	26	3	\$ 1.000	\$ 26.000
1	400266	BARANDILLA SEGURIDAD 200	29	3	\$ 1.000	\$ 29.000
1	400267	BARANDILLA SEGURIDAD 250	180	18	\$ 1.000	\$ 180.000
1	400268	BARANDILLA SEGURUDAD 300	242	24	\$ 1.000	\$ 242.000

1	400355	PLATAFORMA ACERO 32X150	40	4	\$	1.000	\$	40.000
1	400373	PLATAFORMA ACERO 32/200	98	10	\$	1.000	\$	98.000
1	400375	PLATAFORMA ACERO 32X250	150	15	\$	1.000	\$	150.000
1	400377	PLATAFORMA ACERO 32X300	277	28	\$	1.000	\$	277.000
1	400411	BASE REGULABLE UJB 38-50/30	135	14	\$	1.000	\$	135.000
1	400444	PROTECCION LATERAL UPX 72	111	11	\$	1.000	\$	111.000
1	400486	PLATAFORMA ACERO UDS 32X104	12	1	\$	1.000	\$	12.000
1	400572	DIAGONAL A ROSETA150/200	34	3	\$	1.000	\$	34.000
1	400574	DIAGONAL A ROSETA250/200	4	0	\$	1.000	\$	4.000
2	400660	PALLET MET . USP 72	10	1	\$	1.000	\$	10.000
1	400742	BARANDILLA ESCALERA UAG	10	1	\$	1.000	\$	10.000
1	400750	SOPORTE DISTANCIADOR VEC. 10	17	2	\$	1.000	\$	17.000
1	400973	DIAGONAL A ROSETA 150/150	2	0	\$	1.000	\$	2.000
1	400977	DIAGONAL A ROSETA UBK 104/100	12	1	\$	1.000	\$	12.000
1	401306	VERTICAL CON ESPIGA UVR 100	53	5	\$	1.000	\$	53.000
1	401731	ROSETA A LARGUERO UHA	5	1	\$	1.000	\$	5.000
1	402860	VERTICAL UVR 150 C/ESPIGA	28	3	\$	1.000	\$	28.000
2	403429	PALLET MET 80/150	18	2	\$	1.000	\$	18.000
2	403434	PALLET MET 80/120	1	0	\$	1.000	\$	1.000
1	406092	PLATAFORMA INDUST 25X100	6	1	\$	1.000	\$	6.000
1	406624	DIAGONAL A ROSETA250/150	7	1	\$	1.000	\$	7.000
1	408068	RODAPIE MAD. UPT 150/2	11	1	\$	1.000	\$	11.000
1	408114	RODAPIE MAD. UPT 200/2	10	1	\$	1.000	\$	10.000
1	408117	RODAPIE MAD. UPT 250/2	90	9	\$	1.000	\$	90.000
1	408120	RODAPIE MAD.UPT 300/2	121	12	\$	1.000	\$	121.000
1	408540	PLATAFORMA INDUST 25X250	3	0	\$	1.000	\$	3.000
1	410076	RODAPIE METALICO UPY 104	4	0	\$	1.000	\$	4.000
1	410176	RODAPIE MET.UPY 200	12	1	\$	1.000	\$	12.000
1	410160	RODAPIE MET.UPY 150	10	1	\$	1.000	\$	10.000
1	410208	RODAPIE MET UPY 250	19	2	\$	1.000	\$	19.000
1	410211	RODAPIE MET . UPY 300	10	1	\$	1.000	\$	10.000
1	410526	RODAPIE MET .UPY 72	14	1	\$	1.000	\$	14.000
1	410792	DIAGONAL CONSOLA MEDIA ESP	1	0	\$	1.000	\$	1.000
1	411103	ESCALERA AND 75X150X100	1	0	\$	1.000	\$	1.000
1	411117	ESCALERA AND 74X250X200	4	0	\$	1.000	\$	4.000
1	414124	LARGUERO UH 72	55	6	\$	1.000	\$	55.000
1	414629	LARGUERO UH 75	1	0	\$	1.000	\$	1.000
1	414635	LARGUERO UH 104	20	2	\$	1.000	\$	20.000
1	414641	LARGUERO UH 150	63	6	\$	1.000	\$	63.000
1	414645	LARGUERO UH 200	22	2	\$	1.000	\$	22.000

1	414648	LARGUERO UH 250	155	16	\$	1.000	\$	155.000
1	414651	LARGUERO UH 300	83	8	\$	1.000	\$	83.000
1	414691	LARGUERO HORIZON UHV 250	2	0	\$	1.000	\$	2.000
1	414812	PLATAF PASO UAL-2 64 300/3	8	1	\$	1.000	\$	8.000
1	414825	PLATAF PASO UAL-2 64X250/3	59	6	\$	1.000	\$	59.000
1	416645	LARGUERO UH 200	2	0	\$	1.000	\$	2.000
1	416648	LARGUERO UH 250	8	1	\$	1.000	\$	8.000
1	621218	RUEDA POLIURET C/F200MM	44	4	\$	1.000	\$	44.000
1	621276	BASE REGUL RUEDA 38-50/25	48	5	\$	1.000	\$	48.000
1	626411	TUBO ARRIOST 48MM L=1,50M	74	7	\$	1.000	\$	74.000
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,50M	5	1	\$	1.000	\$	5.000
1	626511	TUBO ACERO UTS 48MM 1.5	5	1	\$	1.000	\$	5.000
1	626512	TUBO ACERO UTS 48MM 2.0	3	0	\$	1.000	\$	3.000
TOTAL							\$	4.310.000

Moldajes Muro Contra Terreno - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK	STOCK DE SEGURIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL		
1	310610	CORREA SRZ-145 100	6	1	\$	1.000	\$	6.000
1	317010	GRAPA DOBLE GIR. CK 1 48/48 MM	131	13	\$	1.000	\$	131.000
1	322570	PANEL TRIO TR-270X240	9	1	\$	1.000	\$	9.000
1	323500	CERROJO BFD	47	5	\$	1.000	\$	47.000
1	323551	CORREA COMP .80-85 S-SEGUROS	56	6	\$	1.000	\$	56.000
1	323650	GANCHO TENSORDW-15-400	24	2	\$	1.000	\$	24.000
1	323680	CONSOLA TRABAJO TRG-120	48	5	\$	1.000	\$	48.000
1	323820	CABEZA GANCHO TENSOR DW-15	72	7	\$	1.000	\$	72.000
2	325670	CANASTILLO REJILLA CHICO 120X80	1	0	\$	1.000	\$	1.000
1	326110	SOPORTE CONSOLA WGS	56	6	\$	1.000	\$	56.000
1	327305	PUNTAL MULTIPROP 625	30	3	\$	1.000	\$	30.000
1	327310	BASE MP-50	30	3	\$	1.000	\$	30.000
1	327500	ESCUADRA SB-1	18	2	\$	1.000	\$	18.000
1	327520	EJE ORIENTABLE	18	2	\$	1.000	\$	18.000
1	327890	CABEZAL 20-24 GALV	484	48	\$	1.000	\$	484.000
1	328000	TRIPODE UNIVERSAL GALV	484	48	\$	1.000	\$	484.000
1	328010	ESTABILIZADOR RSS-1	55	6	\$	1.000	\$	55.000
1	328080	PLACA BASE TIRNTE /ESTAB	24	2	\$	1.000	\$	24.000
1	328110	TIRANTE REGULABLE AV-210	60	6	\$	1.000	\$	60.000
1	328880	GARRA CABEZA 24 L GALV	109	11	\$	1.000	\$	109.000
1	330010	BARRA DW 15 L-0,85	368	37	\$	1.000	\$	368.000
1	330100	TUERCA MARIPOSA DW 15 GALV.	48	5	\$	1.000	\$	48.000

1	330110	TUERCA MARIPOSA DISCO DW 15 GA	186	19	\$	1.000	\$	186.000
1	330130	TUERCA HEX DW 15 HST GALV	8	1	\$	1.000	\$	8.000
1	330370	TUERCA MARIPOSA C/PLACA ART.	748	75	\$	1.000	\$	748.000
1	330480	BARRA DW 15 L=1,0 M	12	1	\$	1.000	\$	12.000
1	330490	BARRA DW 15 L-1,2 M	36	4	\$	1.000	\$	36.000
1	330830	CONTRAPLACA DW 20 120 X 120 X 20	56	6	\$	1.000	\$	56.000
1	331340	LLAVE EXTRACCION CONOS	1	0	\$	1.000	\$	1.000
1	334020	PANEL HANDSET HS 120X90	36	4	\$	1.000	\$	36.000
1	334030	PANEL HANDSET HS 90X60	12	1	\$	1.000	\$	12.000
1	334070	PANEL HANDSET HS 120X60	16	2	\$	1.000	\$	16.000
1	334080	PANEL HANDSET HS 120X60	6	1	\$	1.000	\$	6.000
1	334500	CLIP HSC GALV.	281	28	\$	1.000	\$	281.000
1	344760	ESLINGA ELEVACION TRIO COMBI-2	1	0	\$	1.000	\$	1.000
2	365016	CANASTILLO REJILLA 80x120, GALV.	22	2	\$	1.000	\$	22.000
1	365070	ESCUADRA AW	14	1	\$	1.000	\$	14.000
1	366020	PANEL DOMINO D-250X100	107	11	\$	1.000	\$	107.000
1	366022	PANEL DOMINOD-250X75	51	5	\$	1.000	\$	51.000
1	366025	PANEL DOMINO D-250X50	46	5	\$	1.000	\$	46.000
1	366026	PANEL DOMINO D-250X25	7	1	\$	1.000	\$	7.000
1	366028	ESQUINA EXTERIOR DAW 250	5	1	\$	1.000	\$	5.000
1	366035	PANEL DOMINO DS 250X40	24	2	\$	1.000	\$	24.000
1	366041	PANEL DOMINO D-125X75	4	0	\$	1.000	\$	4.000
1	366043	PANEL DOMINO D-125X50	10	1	\$	1.000	\$	10.000
1	366047	ESQUINA ARTICULADA DGE 125	6	1	\$	1.000	\$	6.000
1	366060	PANEL DOMINO D-75X100	8	1	\$	1.000	\$	8.000
1	366061	PANEL DOMINO D-75X75	6	1	\$	1.000	\$	6.000
1	366063	PANEL DOMINO D-75X50	26	3	\$	1.000	\$	26.000
1	366066	ESQUINA EXTERIOR DAW 75	2	0	\$	1.000	\$	2.000
1	366080	CERROJO DOMINO DRS	763	76	\$	1.000	\$	763.000
1	366082	ABRAZADERA DOMINO DRA	154	15	\$	1.000	\$	154.000
1	366084	CORREA COMPENS. DAR 80	23	2	\$	1.000	\$	23.000
1	366091	GANCHO ELEVACION DOMINO	2	0	\$	1.000	\$	2.000
1	374890	VIGA VT-20K 2.65M	169	17	\$	1.000	\$	169.000
1	374905	VIGA VT-20K 2.15M	77	8	\$	1.000	\$	77.000
1	374910	VIGA VT-2.45M	70	7	\$	1.000	\$	70.000
1	374920	VIGA VT-20K 2.90M	265	27	\$	1.000	\$	265.000
1	374930	VIGA VT-20K 3.30M	165	17	\$	1.000	\$	165.000
1	374940	VIGA VT-20K 3.60M	75	8	\$	1.000	\$	75.000
1	374950	VIGA VT-20K 3.90M	19	2	\$	1.000	\$	19.000
1	374960	VIGA VT-20K 4.50M	4	0	\$	1.000	\$	4.000

1	375120	VIGA GT-24 1.20M	22	2	\$ 1.000	\$ 22.000
1	375150	VIGA GT -24 1.50M	3	0	\$ 1.000	\$ 3.000
1	375180	VIGA GT-24 1.80M	67	7	\$ 1.000	\$ 67.000
1	375210	VIGA GT-24 2.10M	104	10	\$ 1.000	\$ 104.000
1	375240	VIGA GT-24 2.40M	135	14	\$ 1.000	\$ 135.000
1	375270	VIGA GT-24 2.70M	35	4	\$ 1.000	\$ 35.000
1	375300	VIGA GT-24 3.00M	310	31	\$ 1.000	\$ 310.000
1	375330	VIGA GT-24 3.30M	97	10	\$ 1.000	\$ 97.000
1	375360	VIGA GT-24 3.60M	20	2	\$ 1.000	\$ 20.000
1	375390	VIGA GT-24 3.90M	110	11	\$ 1.000	\$ 110.000
1	375420	VIGA GT-24 4.20M	9	1	\$ 1.000	\$ 9.000
1	375480	VIGA GT-24 4.80	38	4	\$ 1.000	\$ 38.000
1	375510	VIGA GT-24 5.10M	27	3	\$ 1.000	\$ 27.000
1	377010	GRAPA DOBLE GIR.DK1 48/48 MM	0	0	\$ 1.000	\$ -
1	401707	DOMINO CONSOLA DG-100	40	4	\$ 1.000	\$ 40.000
1	403059	PUNTAL PEP 20-350	614	61	\$ 1.000	\$ 614.000
1	403060	PUNTAL PEP 20-400	80	8	\$ 1.000	\$ 80.000
1	403067	PUNTAL PEP 30-250	380	38	\$ 1.000	\$ 380.000
2	403429	PALLET METALICO 80X150	45	5	\$ 1.000	\$ 45.000
2	403434	PALLET METALICO80X120	24	2	\$ 1.000	\$ 24.000
1	403845	BRIDA UNIVERSAL HBU 24-28	14	1	\$ 1.000	\$ 14.000
1	406000	PLACA BASE II PARA RSS	55	6	\$ 1.000	\$ 55.000
1	410406	ANCLAJE FRONTAL 2 DSA	186	19	\$ 1.000	\$ 186.000
1	415151	SOPORTE BARANDA	100	10	\$ 1.000	\$ 100.000
1	415168	GANCHO ELEVACION MAXIMO 1.5	2	0	\$ 1.000	\$ 2.000
1	416292	POSTE PARA BARANDA HSGP- 2	70	7	\$ 1.000	\$ 70.000
1	426242	DOMINO-INNENSTAHLECKE 250	23	2	\$ 1.000	\$ 23.000
1	605570	PUNTAL MOD .3,6 {2.1X3.6} EURO	600	60	\$ 1.000	\$ 600.000
1	607125	CONO RECUPERABLE M24/D15x280	120	12	\$ 1.000	\$ 120.000
1	621018	SOPORTE EM	93	9	\$ 1.000	\$ 93.000
1	621247	ESCUADRA CAPITEL	308	31	\$ 1.000	\$ 308.000
1	621268	ESQUINA DOMINO F-90 DE -250	6	1	\$ 1.000	\$ 6.000
1	626185	CONSOLA KG-150	28	3	\$ 1.000	\$ 28.000
1	626412	TUBO ARRIOST 48MM L=2M	54	5	\$ 1.000	\$ 54.000
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,5M	16	2	\$ 1.000	\$ 16.000
1	626416	TUBO ARRIOST 48 MM L=40M	8	1	\$ 1.000	\$ 8.000
TOTAL						\$ 9.544.000

Anexo B: Archivo de multas por atraso situación actual

Andamios - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK POR DEVOLVER	COSTO UNITARIO DE MULTA POR ATRASO	COSTO TOTAL DE MULTA POR ATRASO
1	317010	GRAPA DOBLE GIR DK1 40/48M	0	\$ 750	\$ 0
1	317020	GRAPA DOBLE FIJA 48/48 GALV	291	\$ 750	\$ 218.250
2	325670	CANASTILLO REJ.CHICO 120X80	1	\$ 750	\$ 750
2	365016	CANASTILLO 80 X 120, GALV.	10	\$ 750	\$ 7.500
1	400000	VERTICAL SUPERIOR S/E 100	15	\$ 750	\$ 11.250
1	400005	VERTICAL SUPERIOR S/E 100 UVH 200	1	\$ 750	\$ 750
1	400009	VERTICAL C/E UVR 200	35	\$ 750	\$ 26.250
1	400012	VERTICAL C/E UVR 300	9	\$ 750	\$ 6.750
1	400014	VERTICAL BASE UVB 24	24	\$ 750	\$ 18.000
1	400031	TRAVESAÑO UHD 72	21	\$ 750	\$ 15.750
1	400039	TRAVESAÑO UDH 104	0	\$ 750	\$ 0
1	400065	DIAGONAL A HORIZ 250/200	1	\$ 750	\$ 750
1	400069	DIAGONAL. A HORIZ UBL 300/200	8	\$ 750	\$ 6.000
1	400076	TRAVESAÑO UHD 150	(5)		
1	400079	TRAVESAÑO UDH 200	0	\$ 750	\$ 0
1	400085	TRAVASÑO UHD 300	0	\$ 750	\$ 0
1	400088	TUBO AMARRE UWT 45	(6)		
1	400091	TUBO AMARRE UWT 110	23	\$ 750	\$ 17.250
1	400170	BASTIDOR ARRANQUE UVF 72/174	(8)		
1	400200	BASTIDOR ARRANQUE UVF	35	\$ 750	\$ 26.250
1	400212	BASTIDOR T UVF 72/200	232	\$ 750	\$ 174.000
1	400220	MONTANTE UV 165	242	\$ 750	\$ 181.500
1	400222	MONTANTE UVP 100	23	\$ 750	\$ 17.250
1	400235	CONSOLA USB 32	2	\$ 750	\$ 1.500
1	400242	BASE REGULABLE UJB38-80/50	(2)		
1	400247	DIAGONAL BASTIDOR 150/200	11	\$ 750	\$ 8.250
1	400257	DIAGONAL BASTIDOR 250/200	23	\$ 750	\$ 17.250
1	400261	DIAGONAL BASTIDOR 300/200	34	\$ 750	\$ 25.500
1	400265	BARANDILLA SEGURIDAD 150	26	\$ 750	\$ 19.500
1	400266	BARANDILLA SEGURIDAD 200	27	\$ 750	\$ 20.250
1	400267	BARANDILLA SEGURIDAD 250	95	\$ 750	\$ 71.250
1	400268	BARANDILLA SEGURUDAD 300	240	\$ 750	\$ 180.000
1	400355	PLATAFORMA ACERO 32X150	40	\$ 1.000	\$ 40.000
1	400373	PLATAFORMA ACERO 32/200	54	\$ 1.000	\$ 54.000
1	400375	PLATAFORMA ACERO 32X250	86	\$ 1.000	\$ 86.000

1	400377	PLATAFORMA ACERO 32X300	238	\$ 1.000	\$ 238.000
1	400411	BASE REGULABLE UJB 38-50/30	113	\$ 750	\$ 84.750
1	400444	PROTECCION LATERAL UPX 72	61	\$ 750	\$ 45.750
1	400486	PLATAFORMA ACERO UDS 32X104	0	\$ 1.000	\$ 0
1	400572	DIAGONAL A ROSETA150/200	17	\$ 750	\$ 12.750
1	400574	DIAGONAL A ROSETA250/200	1	\$ 750	\$ 750
2	400660	PALLET MET . USP 72	5	\$ 750	\$ 3.750
1	400742	BARANDILLA ESCALERA UAG	0	\$ 750	\$ 0
1	400750	SOPORTE DISTANCIADOR VEC. 10	9	\$ 750	\$ 6.750
1	400973	DIAGONAL A ROSETA 150/150	1	\$ 750	\$ 750
1	400977	DIAGONAL A ROSETA UBK 104/100	0	\$ 750	\$ 0
1	401306	VERTICAL CON ESPIGA UVR 100	23	\$ 750	\$ 17.250
1	401731	ROSETA A LARGUERO UHA	0	\$ 750	\$ 0
1	402860	VERTICAL UVR 150 C/ESPIGA	21	\$ 750	\$ 15.750
2	403429	PALLET MET 80/150	10	\$ 750	\$ 7.500
2	403434	PALLET MET 80/120	1	\$ 750	\$ 750
1	406092	PLATAFORMA INDUST 25X100	0	\$ 1.000	\$ 0
1	406624	DIAGONAL A ROSETA250/150	2	\$ 750	\$ 1.500
1	408068	RODAPIE MAD. UPT 150/2	11	\$ 500	\$ 5.500
1	408114	R0DAPIE MAD. UPT 200/2	9	\$ 500	\$ 4.500
1	408117	RODAPIE MAD. UPT 250/2	36	\$ 500	\$ 18.000
1	408120	RODAPIE MAD.UPT 300/2	112	\$ 500	\$ 56.000
1	408540	PLATAFORMA INDUST 25X250	0	\$ 1.000	\$ 0
1	410076	RODAPIE METALICO UPY 104	0	\$ 500	\$ 0
1	410176	RODAPIE MET.UPY 200	1	\$ 500	\$ 500
1	410160	RODAPIE MET.UPY 150	0	\$ 500	\$ 0
1	410208	RODAPIE MET UPY 250	2	\$ 500	\$ 1.000
1	410211	RODAPIE MET . UPY 300	0	\$ 500	\$ 0
1	410526	RODAPIE MET .UPY 72	1	\$ 500	\$ 500
1	410792	DIAGONAL CONSOLA MEDIA ESP	0	\$ 750	\$ 0
1	411103	ESCALERA AND 75X150X100	0	\$ 750	\$ 0
1	411117	ESCALERA AND 74X250X200	0	\$ 750	\$ 0
1	414124	LARGUERO UH 72	32	\$ 750	\$ 24.000
1	414629	LARGUERO UH 75	1	\$ 750	\$ 750
1	414635	LARGUERO UH 104	1	\$ 750	\$ 750
1	414641	LARGUERO UH 150	15	\$ 750	\$ 11.250
1	414645	LARGUERO UH 200	8	\$ 750	\$ 6.000
1	414648	LARGUERO UH 250	63	\$ 750	\$ 47.250
1	414651	LARGUERO UH 300	49	\$ 750	\$ 36.750
1	414691	LARGUERO HORIZON UHV 250	0	\$ 750	\$ 0
1	414812	PLATAF PASO UAL-2 64 300/3	4	\$ 1.000	\$ 4.000

1	414825	PLATAF PASO UAL-2 64X250/3	32	\$ 1.000	\$ 32.000
1	416645	LARGUERO UH 200	2	\$ 750	\$ 1.500
1	416648	LARGUERO UH 250	8	\$ 750	\$ 6.000
1	621218	RUEDA POLIURET C/F200MM	24	\$ 750	\$ 18.000
1	621276	BASE REGUL RUEDA 38-50/25	28	\$ 750	\$ 21.000
1	626411	TUBO ARRIOST 48MM L=1,50M	62	\$ 750	\$ 46.500
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,50M	5	\$ 750	\$ 3.750
1	626511	TUBO ACERO UTS 48MM 1.5	4	\$ 750	\$ 3.000
1	626512	TUBO ACERO UTS 48MM 2.0	2	\$ 750	\$ 1.500
COSTOS SUBTOTALES			2.581		\$ 2.037.750

Moldajes Muro Contra Terreno - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK POR DEVOLVER	COSTO UNITARIO DE MULTA POR ATRASO	COSTO TOTAL DE MULTA POR ATRASO
1	310610	CORREA SRZ-145 100	6	\$ 750	\$ 4.500
1	317010	GRAPA DOBLE GIR. CK 1 48/48 MM	87	\$ 750	\$ 65.250
1	322570	PANEL TRIO TR-270X240	0	\$ 750	\$ 0
1	323500	CERROJO BFD	8	\$ 750	\$ 6.000
1	323551	CORREA COMP .80-85 S-SEGUROS	31	\$ 750	\$ 23.250
1	323650	GANCHO TENSORDW-15-400	14	\$ 750	\$ 10.500
1	323680	CONSOLA TRABAJO TRG-120	31	\$ 750	\$ 23.250
1	323820	CABEZA GANCHO TENSOR DW-15	68	\$ 750	\$ 51.000
2	325670	CANASTILLO REJILLA CHICO 120X80	0	\$ 750	\$ 0
1	326110	SOPORTE CONSOLA WGS	29	\$ 750	\$ 21.750
1	327305	PUNTAL MULTIPROP 625	0	\$ 750	\$ 0
1	327310	BASE MP-50	8	\$ 750	\$ 6.000
1	327500	ESCUADRA SB-1	0	\$ 750	\$ 0
1	327520	EJE ORIENTABLE	0	\$ 750	\$ 0
1	327890	CABEZAL 20-24 GALV	76	\$ 750	\$ 57.000
1	328000	TRIPODE UNIVERSAL GALV	71	\$ 750	\$ 53.250
1	328010	ESTABILIZADOR RSS-1	29	\$ 750	\$ 21.750
1	328080	PLACA BASE TIRNTE /ESTAB	8	\$ 750	\$ 6.000
1	328110	TIRANTE REGULABLE AV-210	48	\$ 750	\$ 36.000
1	328880	GARRA CABEZA 24 L GALV	47	\$ 750	\$ 35.250
1	330010	BARRA DW 15 L-0,85	335	\$ 750	\$ 251.250
1	330100	TUERCA MARIPOSA DW 15 GALV.	43	\$ 750	\$ 32.250
1	330110	TUERCA MARIPOSA DISCO DW 15 GA	103	\$ 750	\$ 77.250
1	330130	TUERCA HEX DW 15 HST GALV	6	\$ 750	\$ 4.500
1	330370	TUERCA MARIPOSA C/PLACA ART.	467	\$ 750	\$ 350.250
1	330480	BARRA DW 15 L=1,0 M	4	\$ 750	\$ 3.000

1	330490	BARRA DW 15 L-1,2 M	0	\$ 750	\$ 0
1	330830	CONTRAPLACA DW 20 120 X 120 X 20	28	\$ 750	\$ 21.000
1	331340	LLAVE EXTRACCION CONOS	0	\$ 750	\$ 0
1	334020	PANEL HANDSET HS 120X90	0	\$ 750	\$ 0
1	334030	PANEL HANDSET HS 90X60	0	\$ 750	\$ 0
1	334070	PANEL HANDSET HS 120X60	0	\$ 750	\$ 0
1	334080	PANEL HANDSET HS 120X60	0	\$ 750	\$ 0
1	334500	CLIP HSC GALV.	33	\$ 750	\$ 24.750
1	344760	ESLINGA ELEVACION TRIO COMBI-2	1	\$ 750	\$ 750
2	365016	CANASTILLO REJILLA 80x120, GALV.	5	\$ 750	\$ 3.750
1	365070	ESCUADRA AW	9	\$ 750	\$ 6.750
1	366020	PANEL DOMINO D-250X100	28	\$ 750	\$ 21.000
1	366022	PANEL DOMINOD-250X75	27	\$ 750	\$ 20.250
1	366025	PANEL DOMINO D-250X50	25	\$ 750	\$ 18.750
1	366026	PANEL DOMINO D-250X25	1	\$ 750	\$ 750
1	366028	ESQUINA EXTERIOR DAW 250	5	\$ 750	\$ 3.750
1	366035	PANEL DOMINO DS 250X40	8	\$ 750	\$ 6.000
1	366041	PANEL DOMINO D-125X75	0	\$ 750	\$ 0
1	366043	PANEL DOMINO D-125X50	8	\$ 750	\$ 6.000
1	366047	ESQUINA ARTICULADA DGE 125	2	\$ 750	\$ 1.500
1	366060	PANEL DOMINO D-75X100	3	\$ 750	\$ 2.250
1	366061	PANEL DOMINO D-75X75	3	\$ 750	\$ 2.250
1	366063	PANEL DOMINO D-75X50	9	\$ 750	\$ 6.750
1	366066	ESQUINA EXTERIOR DAW 75	1	\$ 750	\$ 750
1	366080	CERROJO DOMINO DRS	300	\$ 750	\$ 225.000
1	366082	ABRAZADERA DOMINO DRA	97	\$ 750	\$ 72.750
1	366084	CORREA COMPENS. DAR 80	14	\$ 750	\$ 10.500
1	366091	GANCHO ELEVACION DOMINO	2	\$ 750	\$ 1.500
1	374890	VIGA VT-20K 2.65M	23	\$ 750	\$ 17.250
1	374905	VIGA VT-20K 2.15M	38	\$ 750	\$ 28.500
1	374910	VIGA VT-2.45M	23	\$ 750	\$ 17.250
1	374920	VIGA VT-20K 2.90M	70	\$ 750	\$ 52.500
1	374930	VIGA VT-20K 3.30M	8	\$ 750	\$ 6.000
1	374940	VIGA VT-20K 3.60M	13	\$ 750	\$ 9.750
1	374950	VIGA VT-20K 3.90M	8	\$ 750	\$ 6.000
1	374960	VIGA VT-20K 4.50M	2	\$ 750	\$ 1.500
1	375120	VIGA GT-24 1.20M	16	\$ 750	\$ 12.000
1	375150	VIGA GT -24 1.50M	(2)		
1	375180	VIGA GT-24 1.80M	37	\$ 750	\$ 27.750
1	375210	VIGA GT-24 2.10M	47	\$ 750	\$ 35.250
1	375240	VIGA GT-24 2.40M	40	\$ 750	\$ 30.000

1	375270	VIGA GT-24 2.70M	18	\$ 750	\$ 13.500
1	375300	VIGA GT-24 3.00M	81	\$ 750	\$ 60.750
1	375330	VIGA GT-24 3.30M	32	\$ 750	\$ 24.000
1	375360	VIGA GT-24 3.60M	10	\$ 750	\$ 7.500
1	375390	VIGA GT-24 3.90M	49	\$ 750	\$ 36.750
1	375420	VIGA GT-24 4.20M	(1)		
1	375480	VIGA GT-24 4.80	(2)		
1	375510	VIGA GT-24 5.10M	7	\$ 750	\$ 5.250
1	377010	GRAPA DOBLE GIR.DK1 48/48 MM	0	\$ 750	\$ 0
1	401707	DOMINO CONSOLA DG-100	39	\$ 750	\$ 29.250
1	403059	PUNTAL PEP 20-350	290	\$ 750	\$ 217.500
1	403060	PUNTAL PEP 20-400	0	\$ 750	\$ 0
1	403067	PUNTAL PEP 30-250	162	\$ 750	\$ 121.500
2	403429	PALLET METALICO 80X150	13	\$ 750	\$ 9.750
2	403434	PALLET METALICO80X120	9	\$ 750	\$ 6.750
1	403845	BRIDA UNIVERSAL HBU 24-28	6	\$ 750	\$ 4.500
1	406000	PLACA BASE II PARA RSS	9	\$ 750	\$ 6.750
1	410406	ANCLAJE FRONTAL 2 DSA	72	\$ 750	\$ 54.000
1	415151	SOPORTE BARANDA	87	\$ 750	\$ 65.250
1	415168	GANCHO ELEVACION MAXIMO 1.5	0	\$ 750	\$ 0
1	416292	POSTE PARA BARANDA HSGP-2	36	\$ 750	\$ 27.000
1	426242	DOMINO-INNENSTAHLECKE 250	4	\$ 750	\$ 3.000
1	605570	PUNTAL MOD .3,6 {2.1X3.6} EURO	188	\$ 750	\$ 141.000
1	607125	CONO RECUPERABLE M24/D15x280	33	\$ 750	\$ 24.750
1	621018	SOPORTE EM	24	\$ 750	\$ 18.000
1	621247	ESCUADRA CAPITEL	8	\$ 750	\$ 6.000
1	621268	ESQUINA DOMINO F-90 DE -250	1	\$ 750	\$ 750
1	626185	CONSOLA KG-150	24	\$ 750	\$ 18.000
1	626412	TUBO ARRIOST 48MM L=2M	5	\$ 750	\$ 3.750
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,5M	13	\$ 750	\$ 9.750
1	626416	TUBO ARRIOST 48 MM L=40M	8	\$ 750	\$ 6.000
COSTOS SUBTOTALES			3671		\$ 2.760.750

Anexo C: Archivo de multas por pérdidas situación actual

Andamios - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK POR DEVOLVER	COSTO UNITARIO DE MULTA POR PÉRDIDA	COSTO TOTAL DE MULTA POR PÉRDIDA
1	317010	GRAPA DOBLE GIR DK1 40/48M	0		
1	317020	GRAPA DOBLE FIJA 48/48 GALV	291		
2	325670	CANASTILLO REJ.CHICO 120X80	1		
2	365016	CANASTILLO 80 X 120, GALV.	10		
1	400000	VERTICAL SUPERIOR S/E 100	15		
1	400005	VERTICAL SUPERIOR S/E 100 UVH 200	1		
1	400009	VERTICAL C/E UVR 200	35		
1	400012	VERTICAL C/E UVR 300	9		
1	400014	VERTICAL BASE UVB 24	24		
1	400031	TRAVESAÑO UHD 72	21		
1	400039	TRAVESAÑO UDH 104	0		
1	400065	DIAGONAL A HORIZ 250/200	1		
1	400069	DIAGONAL. A HORIZ UBL 300/200	8		
1	400076	TRAVESAÑO UHD 150	(5)	\$ 42.520	\$ 212.600
1	400079	TRAVESAÑO UDH 200	0		
1	400085	TRAVESAÑO UHD 300	0		
1	400088	TUBO AMARRE UWT 45	(6)	\$ 7.180	\$ 43.080
1	400091	TUBO AMARRE UWT 110	23		
1	400170	BASTIDOR ARRANQUE UVF 72/174	(8)	\$ 105.930	\$ 847.440
1	400200	BASTIDOR ARRANQUE UVF	35		
1	400212	BASTIDOR T UVT 72/200	232		
1	400220	MONTANTE UV 165	242		
1	400222	MONTANTE UVP 100	23		
1	400235	CONSOLA USB 32	2		
1	400242	BASE REGULABLE UJB38-80/50	(2)	\$ 16.950	\$ 33.900
1	400247	DIAGONAL BASTIDOR 150/200	11		
1	400257	DIAGONAL BASTIDOR 250/200	23		
1	400261	DIAGONAL BASTIDOR 300/200	34		
1	400265	BARANDILLA SEGURIDAD 150	26		
1	400266	BARANDILLA SEGURIDAD 200	27		
1	400267	BARANDILLA SEGURIDAD 250	95		
1	400268	BARANDILLA SEGURUDAD 300	240		
1	400355	PLATAFORMA ACERO 32X150	40		
1	400373	PLATAFORMA ACERO 32/200	54		
1	400375	PLATAFORMA ACERO 32X250	86		

1	400377	PLATAFORMA ACERO 32X300	238		
1	400411	BASE REGULABLE UJB 38-50/30	113		
1	400444	PROTECCION LATERAL UPX 72	61		
1	400486	PLATAFORMA ACERO UDS 32X104	0		
1	400572	DIAGONAL A ROSETA150/200	17		
1	400574	DIAGONAL A ROSETA250/200	1		
2	400660	PALLET MET . USP 72	5		
1	400742	BARANDILLA ESCALERA UAG	0		
1	400750	SOPORTE DISTANCIADOR VEC. 10	9		
1	400973	DIAGONAL A ROSETA 150/150	1		
1	400977	DIAGONAL A ROSETA UBK 104/100	0		
1	401306	VERTICAL CON ESPIGA UVR 100	23		
1	401731	ROSETA A LARGUERO UHA	0		
1	402860	VERTICAL UVR 150 C/ESPIGA	21		
2	403429	PALLET MET 80/150	10		
2	403434	PALLET MET 80/120	1		
1	406092	PLATAFORMA INDUST 25X100	0		
1	406624	DIAGONAL A ROSETA250/150	2		
1	408068	RODAPIE MAD. UPT 150/2	11		
1	408114	RODAPIE MAD. UPT 200/2	9		
1	408117	RODAPIE MAD. UPT 250/2	36		
1	408120	RODAPIE MAD. UPT 300/2	112		
1	408540	PLATAFORMA INDUST 25X250	0		
1	410076	RODAPIE METALICO UPY 104	0		
1	410176	RODAPIE MET. UPY 200	1		
1	410160	RODAPIE MET. UPY 150	0		
1	410208	RODAPIE MET UPY 250	2		
1	410211	RODAPIE MET . UPY 300	0		
1	410526	RODAPIE MET . UPY 72	1		
1	410792	DIAGONAL CONSOLA MEDIA ESP	0		
1	411103	ESCALERA AND 75X150X100	0		
1	411117	ESCALERA AND 74X250X200	0		
1	414124	LARGUERO UH 72	32		
1	414629	LARGUERO UH 75	1		
1	414635	LARGUERO UH 104	1		
1	414641	LARGUERO UH 150	15		
1	414645	LARGUERO UH 200	8		
1	414648	LARGUERO UH 250	63		
1	414651	LARGUERO UH 300	49		
1	414691	LARGUERO HORIZON UHV 250	0		
1	414812	PLATAF PASO UAL-2 64 300/3	4		

1	414825	PLATAF PASO UAL-2 64X250/3	32		
1	416645	LARGUERO UH 200	2		
1	416648	LARGUERO UH 250	8		
1	621218	RUEDA POLIURET C/F200MM	24		
1	621276	BASE REGUL RUEDA 38-50/25	28		
1	626411	TUBO ARRIOST 48MM L=1,50M	62		
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,50M	5		
1	626511	TUBO ACERO UTS 48MM 1.5	4		
1	626512	TUBO ACERO UTS 48MM 2.0	2		
COSTOS SUBTOTALES			2.581		\$ 1.137.020

Moldajes Muro Contra Terreno - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK POR DEVOLVER	COSTO UNITARIO DE MULTA POR PÉRDIDA	COSTO TOTAL DE MULTA POR PÉRDIDA
1	310610	CORREA SRZ-145 100	6		
1	317010	GRAPA DOBLE GIR. CK 1 48/48 MM	87		
1	322570	PANEL TRIO TR-270X240	0		
1	323500	CERROJO BFD	8		
1	323551	CORREA COMP .80-85 S-SEGUROS	31		
1	323650	GANCHO TENSORDW-15-400	14		
1	323680	CONSOLA TRABAJO TRG-120	31		
1	323820	CABEZA GANCHO TENSOR DW-15	68		
2	325670	CANASTILLO REJILLA CHICO 120X80	0		
1	326110	SOPORTE CONSOLA WGS	29		
1	327305	PUNTAL MULTIPROP 625	0		
1	327310	BASE MP-50	8		
1	327500	ESCUADRA SB-1	0		
1	327520	EJE ORIENTABLE	0		
1	327890	CABEZAL 20-24 GALV	76		
1	328000	TRIPODE UNIVERSAL GALV	71		
1	328010	ESTABILIZADOR RSS-1	29		
1	328080	PLACA BASE TIRNTE /ESTAB	8		
1	328110	TIRANTE REGULABLE AV-210	48		
1	328880	GARRA CABEZA 24 L GALV	47		
1	330010	BARRA DW 15 L-0,85	335		
1	330100	TUERCA MARIPOSA DW 15 GALV.	43		
1	330110	TUERCA MARIPOSA DISCO DW 15 GA	103		
1	330130	TUERCA HEX DW 15 HST GALV	6		
1	330370	TUERCA MARIPOSA C/PLACA ART.	467		
1	330480	BARRA DW 15 L=1,0 M	4		

1	330490	BARRA DW 15 L-1,2 M	0		
1	330830	CONTRAPLACA DW 20 120 X 120 X 20	28		
1	331340	LLAVE EXTRACCION CONOS	0		
1	334020	PANEL HANDSET HS 120X90	0		
1	334030	PANEL HANDSET HS 90X60	0		
1	334070	PANEL HANDSET HS 120X60	0		
1	334080	PANEL HANDSET HS 120X60	0		
1	334500	CLIP HSC GALV.	33		
1	344760	ESLINGA ELEVACION TRIO COMBI-2	1		
2	365016	CANASTILLO REJILLA 80x120, GALV.	5		
1	365070	ESCUADRA AW	9		
1	366020	PANEL DOMINO D-250X100	28		
1	366022	PANEL DOMINOD-250X75	27		
1	366025	PANEL DOMINO D-250X50	25		
1	366026	PANEL DOMINO D-250X25	1		
1	366028	ESQUINA EXTERIOR DAW 250	5		
1	366035	PANEL DOMINO DS 250X40	8		
1	366041	PANEL DOMINO D-125X75	0		
1	366043	PANEL DOMINO D-125X50	8		
1	366047	ESQUINA ARTICULADA DGE 125	2		
1	366060	PANEL DOMINO D-75X100	3		
1	366061	PANEL DOMINO D-75X75	3		
1	366063	PANEL DOMINO D-75X50	9		
1	366066	ESQUINA EXTERIOR DAW 75	1		
1	366080	CERROJO DOMINO DRS	300		
1	366082	ABRAZADERA DOMINO DRA	97		
1	366084	CORREA COMPENS. DAR 80	14		
1	366091	GANCHO ELEVACION DOMINO	2		
1	374890	VIGA VT-20K 2.65M	23		
1	374905	VIGA VT-20K 2.15M	38		
1	374910	VIGA VT-2.45M	23		
1	374920	VIGA VT-20K 2.90M	70		
1	374930	VIGA VT-20K 3.30M	8		
1	374940	VIGA VT-20K 3.60M	13		
1	374950	VIGA VT-20K 3.90M	8		
1	374960	VIGA VT-20K 4.50M	2		
1	375120	VIGA GT-24 1.20M	16		
1	375150	VIGA GT -24 1.50M	(2)	\$ 28.480	\$ 56.960
1	375180	VIGA GT-24 1.80M	37		
1	375210	VIGA GT-24 2.10M	47		
1	375240	VIGA GT-24 2.40M	40		

1	375270	VIGA GT-24 2.70M	18		
1	375300	VIGA GT-24 3.00M	81		
1	375330	VIGA GT-24 3.30M	32		
1	375360	VIGA GT-24 3.60M	10		
1	375390	VIGA GT-24 3.90M	49		
1	375420	VIGA GT-24 4.20M	(1)	\$ 76.930	\$ 76.930
1	375480	VIGA GT-24 4.80	(2)	\$ 87.640	\$ 175.280
1	375510	VIGA GT-24 5.10M	7		
1	377010	GRAPA DOBLE GIR.DK1 48/48 MM	0		
1	401707	DOMINO CONSOLA DG-100	39		
1	403059	PUNTAL PEP 20-350	290		
1	403060	PUNTAL PEP 20-400	0		
1	403067	PUNTAL PEP 30-250	162		
2	403429	PALLET METALICO 80X150	13		
2	403434	PALLET METALICO80X120	9		
1	403845	BRIDA UNIVERSAL HBU 24-28	6		
1	406000	PLACA BASE II PARA RSS	9		
1	410406	ANCLAJE FRONTAL 2 DSA	72		
1	415151	SOPORTE BARANDA	87		
1	415168	GANCHO ELEVACION MAXIMO 1.5	0		
1	416292	POSTE PARA BARANDA HSGP-2	36		
1	426242	DOMINO-INNENSTAHLECKE 250	4		
1	605570	PUNTAL MOD .3,6 (2.1X3.6) EURO	188		
1	607125	CONO RECUPERABLE M24/D15x280	33		
1	621018	SOPORTE EM	24		
1	621247	ESCUADRA CAPITEL	8		
1	621268	ESQUINA DOMINO F-90 DE -250	1		
1	626185	CONSOLA KG-150	24		
1	626412	TUBO ARRIOST 48MM L=2M	5		
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,5M	13		
1	626416	TUBO ARRIOST 48 MM L=40M	8		
COSTOS SUBTOTALES			3671		\$ 309.170

Anexo D: Archivo de multas por limpieza situación actual

Andamios - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK POR DEVOLVER	COSTO UNITARIO DE MULTA POR LIMPIEZA	COSTO TOTAL DE MULTA POR LIMPIEZA
1	317010	GRAPA DOBLE GIR DK1 40/48M	0	\$ 1.000	\$ 0
1	317020	GRAPA DOBLE FIJA 48/48 GALV	291	\$ 1.000	\$ 291.000
2	325670	CANASTILLO REJ.CHICO 120X80	1	\$ 1.000	\$ 1.000
2	365016	CANASTILLO 80 X 120, GALV.	10	\$ 1.000	\$ 10.000
1	400000	VERTICAL SUPERIOR S/E 100	15	\$ 1.000	\$ 15.000
1	400005	VERTICAL SUPERIOR S/E 100 UVH 200	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	400009	VERTICAL C/E UVR 200	35	\$ 1.000	\$ 35.000
1	400012	VERTICAL C/E UVR 300	9	\$ 1.000	\$ 9.000
1	400014	VERTICAL BASE UVB 24	24	\$ 1.000	\$ 24.000
1	400031	TRAVESAÑO UHD 72	21	\$ 1.000	\$ 21.000
1	400039	TRAVESAÑO UDH 104	0	\$ 1.000	\$ 0
1	400065	DIAGONAL A HORIZ 250/200	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	400069	DIAGONAL. A HORIZ UBL 300/200	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	400076	TRAVESAÑO UHD 150	(5)	\$ 1.000	\$ 5.000
1	400079	TRAVESAÑO UDH 200	0	\$ 1.000	\$ 0
1	400085	TRAVASÑO UHD 300	0	\$ 1.000	\$ 0
1	400088	TUBO AMARRE UWT 45	(6)	\$ 1.000	\$ 6.000
1	400091	TUBO AMARRE UWT 110	23	\$ 1.000	\$ 23.000
1	400170	BASTIDOR ARRANQUE UVF 72/174	(8)	\$ 1.000	\$ 8.000
1	400200	BASTIDOR ARRANQUE UVF	35	\$ 1.000	\$ 35.000
1	400212	BASTIDOR T UVT 72/200	232	\$ 1.000	\$ 232.000
1	400220	MONTANTE UV 165	242	\$ 1.000	\$ 242.000
1	400222	MONTANTE UVP 100	23	\$ 1.000	\$ 23.000
1	400235	CONSOLA USB 32	2	\$ 1.000	\$ 2.000
1	400242	BASE REGULABLE UJB38-80/50	(2)	\$ 1.000	\$ 2.000
1	400247	DIAGONAL BASTIDOR 150/200	11	\$ 1.000	\$ 11.000
1	400257	DIAGONAL BASTIDOR 250/200	23	\$ 1.000	\$ 23.000
1	400261	DIAGONAL BASTIDOR 300/200	34	\$ 1.000	\$ 34.000
1	400265	BARANDILLA SEGURIDAD 150	26	\$ 1.000	\$ 26.000
1	400266	BARANDILLA SEGURIDAD 200	27	\$ 1.000	\$ 27.000
1	400267	BARANDILLA SEGURIDAD 250	95	\$ 1.000	\$ 95.000
1	400268	BARANDILLA SEGURUDAD 300	240	\$ 1.000	\$ 240.000
1	400355	PLATAFORMA ACERO 32X150	40	\$ 1.000	\$ 40.000
1	400373	PLATAFORMA ACERO 32/200	54	\$ 1.000	\$ 54.000
1	400375	PLATAFORMA ACERO 32X250	86	\$ 1.000	\$ 86.000

1	400377	PLATAFORMA ACERO 32X300	238	\$ 1.000	\$ 238.000
1	400411	BASE REGULABLE UJB 38-50/30	113	\$ 1.000	\$ 113.000
1	400444	PROTECCION LATERAL UPX 72	61	\$ 1.000	\$ 61.000
1	400486	PLATAFORMA ACERO UDS 32X104	0	\$ 1.000	\$ 0
1	400572	DIAGONAL A ROSETA150/200	17	\$ 1.000	\$ 17.000
1	400574	DIAGONAL A ROSETA250/200	1	\$ 1.000	\$ 1.000
2	400660	PALLET MET . USP 72	5	\$ 1.000	\$ 5.000
1	400742	BARANDILLA ESCALERA UAG	0	\$ 1.000	\$ 0
1	400750	SOPORTE DISTANCIADOR VEC. 10	9	\$ 1.000	\$ 9.000
1	400973	DIAGONAL A ROSETA 150/150	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	400977	DIAGONAL A ROSETA UBK 104/100	0	\$ 1.000	\$ 0
1	401306	VERTICAL CON ESPIGA UVR 100	23	\$ 1.000	\$ 23.000
1	401731	ROSETA A LARGUERO UHA	0	\$ 1.000	\$ 0
1	402860	VERTICAL UVR 150 C/ESPIGA	21	\$ 1.000	\$ 21.000
2	403429	PALLET MET 80/150	10	\$ 1.000	\$ 10.000
2	403434	PALLET MET 80/120	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	406092	PLATAFORMA INDUST 25X100	0	\$ 1.000	\$ 0
1	406624	DIAGONAL A ROSETA250/150	2	\$ 1.000	\$ 2.000
1	408068	RODAPIE MAD. UPT 150/2	11	\$ 1.000	\$ 11.000
1	408114	RODAPIE MAD. UPT 200/2	9	\$ 1.000	\$ 9.000
1	408117	RODAPIE MAD. UPT 250/2	36	\$ 1.000	\$ 36.000
1	408120	RODAPIE MAD.UPT 300/2	112	\$ 1.000	\$ 112.000
1	408540	PLATAFORMA INDUST 25X250	0	\$ 1.000	\$ 0
1	410076	RODAPIE METALICO UPY 104	0	\$ 1.000	\$ 0
1	410176	RODAPIE MET.UPY 200	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	410160	RODAPIE MET.UPY 150	0	\$ 1.000	\$ 0
1	410208	RODAPIE MET UPY 250	2	\$ 1.000	\$ 2.000
1	410211	RODAPIE MET . UPY 300	0	\$ 1.000	\$ 0
1	410526	RODAPIE MET .UPY 72	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	410792	DIAGONAL CONSOLA MEDIA ESP	0	\$ 1.000	\$ 0
1	411103	ESCALERA AND 75X150X100	0	\$ 1.000	\$ 0
1	411117	ESCALERA AND 74X250X200	0	\$ 1.000	\$ 0
1	414124	LARGUERO UH 72	32	\$ 1.000	\$ 32.000
1	414629	LARGUERO UH 75	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	414635	LARGUERO UH 104	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	414641	LARGUERO UH 150	15	\$ 1.000	\$ 15.000
1	414645	LARGUERO UH 200	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	414648	LARGUERO UH 250	63	\$ 1.000	\$ 63.000
1	414651	LARGUERO UH 300	49	\$ 1.000	\$ 49.000
1	414691	LARGUERO HORIZON UHV 250	0	\$ 1.000	\$ 0
1	414812	PLATAF PASO UAL-2 64 300/3	4	\$ 1.000	\$ 4.000

1	414825	PLATAF PASO UAL-2 64X250/3	32	\$ 1.000	\$ 32.000
1	416645	LARGUERO UH 200	2	\$ 1.000	\$ 2.000
1	416648	LARGUERO UH 250	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	621218	RUEDA POLIURET C/F200MM	24	\$ 1.000	\$ 24.000
1	621276	BASE REGUL RUEDA 38-50/25	28	\$ 1.000	\$ 28.000
1	626411	TUBO ARRIOST 48MM L=1,50M	62	\$ 1.000	\$ 62.000
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,50M	5	\$ 1.000	\$ 5.000
1	626511	TUBO ACERO UTS 48MM 1.5	4	\$ 1.000	\$ 4.000
1	626512	TUBO ACERO UTS 48MM 2.0	2	\$ 1.000	\$ 2.000
COSTOS SUBTOTALES			2.581		\$ 2.644.000

Moldajes Muro Contra Terreno - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK POR DEVOLVER	COSTO UNITARIO DE MULTA POR LIMPIEZA	COSTO TOTAL DE MULTA POR LIMPIEZA
1	310610	CORREA SRZ-145 100	6	\$ 1.000	\$ 6.000
1	317010	GRAPA DOBLE GIR. CK 1 48/48 MM	87	\$ 1.000	\$ 87.000
1	322570	PANEL TRIO TR-270X240	0	\$ 1.000	\$ 0
1	323500	CERROJO BFD	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	323551	CORREA COMP .80-85 S-SEGUROS	31	\$ 1.000	\$ 31.000
1	323650	GANCHO TENSORDW-15-400	14	\$ 1.000	\$ 14.000
1	323680	CONSOLA TRABAJO TRG-120	31	\$ 1.000	\$ 31.000
1	323820	CABEZA GANCHO TENSOR DW-15	68	\$ 1.000	\$ 68.000
2	325670	CANASTILLO REJILLA CHICO 120X80	0	\$ 1.000	\$ 0
1	326110	SOPORTE CONSOLA WGS	29	\$ 1.000	\$ 29.000
1	327305	PUNTAL MULTIPROP 625	0	\$ 1.000	\$ 0
1	327310	BASE MP-50	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	327500	ESCUADRA SB-1	0	\$ 1.000	\$ 0
1	327520	EJE ORIENTABLE	0	\$ 1.000	\$ 0
1	327890	CABEZAL 20-24 GALV	76	\$ 1.000	\$ 76.000
1	328000	TRIPODE UNIVERSAL GALV	71	\$ 1.000	\$ 71.000
1	328010	ESTABILIZADOR RSS-1	29	\$ 1.000	\$ 29.000
1	328080	PLACA BASE TIRNTE /ESTAB	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	328110	TIRANTE REGULABLE AV-210	48	\$ 1.000	\$ 48.000
1	328880	GARRA CABEZA 24 L GALV	47	\$ 1.000	\$ 47.000
1	330010	BARRA DW 15 L-0,85	335	\$ 1.000	\$ 335.000
1	330100	TUERCA MARIPOSA DW 15 GALV.	43	\$ 1.000	\$ 43.000
1	330110	TUERCA MARIPOSA DISCO DW 15 GA	103	\$ 1.000	\$ 103.000
1	330130	TUERCA HEX DW 15 HST GALV	6	\$ 1.000	\$ 6.000
1	330370	TUERCA MARIPOSA C/PLACA ART.	467	\$ 1.000	\$ 467.000
1	330480	BARRA DW 15 L=1,0 M	4	\$ 1.000	\$ 4.000

1	330490	BARRA DW 15 L-1,2 M	0	\$ 1.000	\$ 0
1	330830	CONTRAPLACA DW 20 120 X 120 X 20	28	\$ 1.000	\$ 28.000
1	331340	LLAVE EXTRACCION CONOS	0	\$ 1.000	\$ 0
1	334020	PANEL HANDSET HS 120X90	0	\$ 1.000	\$ 0
1	334030	PANEL HANDSET HS 90X60	0	\$ 1.000	\$ 0
1	334070	PANEL HANDSET HS 120X60	0	\$ 1.000	\$ 0
1	334080	PANEL HANDSET HS 120X60	0	\$ 1.000	\$ 0
1	334500	CLIP HSC GALV.	33	\$ 1.000	\$ 33.000
1	344760	ESLINGA ELEVACION TRIO COMBI-2	1	\$ 1.000	\$ 1.000
2	365016	CANASTILLO REJILLA 80x120, GALV.	5	\$ 1.000	\$ 5.000
1	365070	ESCUADRA AW	9	\$ 1.000	\$ 9.000
1	366020	PANEL DOMINO D-250X100	28	\$ 1.000	\$ 28.000
1	366022	PANEL DOMINOD-250X75	27	\$ 1.000	\$ 27.000
1	366025	PANEL DOMINO D-250X50	25	\$ 1.000	\$ 25.000
1	366026	PANEL DOMINO D-250X25	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	366028	ESQUINA EXTERIOR DAW 250	5	\$ 1.000	\$ 5.000
1	366035	PANEL DOMINO DS 250X40	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	366041	PANEL DOMINO D-125X75	0	\$ 1.000	\$ 0
1	366043	PANEL DOMINO D-125X50	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	366047	ESQUINA ARTICULADA DGE 125	2	\$ 1.000	\$ 2.000
1	366060	PANEL DOMINO D-75X100	3	\$ 1.000	\$ 3.000
1	366061	PANEL DOMINO D-75X75	3	\$ 1.000	\$ 3.000
1	366063	PANEL DOMINO D-75X50	9	\$ 1.000	\$ 9.000
1	366066	ESQUINA EXTERIOR DAW 75	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	366080	CERROJO DOMINO DRS	300	\$ 1.000	\$ 300.000
1	366082	ABRAZADERA DOMINO DRA	97	\$ 1.000	\$ 97.000
1	366084	CORREA COMPENS. DAR 80	14	\$ 1.000	\$ 14.000
1	366091	GANCHO ELEVACION DOMINO	2	\$ 1.000	\$ 2.000
1	374890	VIGA VT-20K 2.65M	23	\$ 1.000	\$ 23.000
1	374905	VIGA VT-20K 2.15M	38	\$ 1.000	\$ 38.000
1	374910	VIGA VT-2.45M	23	\$ 1.000	\$ 23.000
1	374920	VIGA VT-20K 2.90M	70	\$ 1.000	\$ 70.000
1	374930	VIGA VT-20K 3.30M	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	374940	VIGA VT-20K 3.60M	13	\$ 1.000	\$ 13.000
1	374950	VIGA VT-20K 3.90M	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	374960	VIGA VT-20K 4.50M	2	\$ 1.000	\$ 2.000
1	375120	VIGA GT-24 1.20M	16	\$ 1.000	\$ 16.000
1	375150	VIGA GT -24 1.50M	(2)	\$ 1.000	\$ 2.000
1	375180	VIGA GT-24 1.80M	37	\$ 1.000	\$ 37.000
1	375210	VIGA GT-24 2.10M	47	\$ 1.000	\$ 47.000
1	375240	VIGA GT-24 2.40M	40	\$ 1.000	\$ 40.000

1	375270	VIGA GT-24 2.70M	18	\$ 1.000	\$ 18.000
1	375300	VIGA GT-24 3.00M	81	\$ 1.000	\$ 81.000
1	375330	VIGA GT-24 3.30M	32	\$ 1.000	\$ 32.000
1	375360	VIGA GT-24 3.60M	10	\$ 1.000	\$ 10.000
1	375390	VIGA GT-24 3.90M	49	\$ 1.000	\$ 49.000
1	375420	VIGA GT-24 4.20M	(1)	\$ 1.000	\$ 1.000
1	375480	VIGA GT-24 4.80	(2)	\$ 1.000	\$ 2.000
1	375510	VIGA GT-24 5.10M	7	\$ 1.000	\$ 7.000
1	377010	GRAPA DOBLE GIR.DK1 48/48 MM	0	\$ 1.000	\$ 0
1	401707	DOMINO CONSOLA DG-100	39	\$ 1.000	\$ 39.000
1	403059	PUNTAL PEP 20-350	290	\$ 1.000	\$ 290.000
1	403060	PUNTAL PEP 20-400	0	\$ 1.000	\$ 0
1	403067	PUNTAL PEP 30-250	162	\$ 1.000	\$ 162.000
2	403429	PALLET METALICO 80X150	13	\$ 1.000	\$ 13.000
2	403434	PALLET METALICO80X120	9	\$ 1.000	\$ 9.000
1	403845	BRIDA UNIVERSAL HBU 24-28	6	\$ 1.000	\$ 6.000
1	406000	PLACA BASE II PARA RSS	9	\$ 1.000	\$ 9.000
1	410406	ANCLAJE FRONTAL 2 DSA	72	\$ 1.000	\$ 72.000
1	415151	SOPORTE BARANDA	87	\$ 1.000	\$ 87.000
1	415168	GANCHO ELEVACION MAXIMO 1.5	0	\$ 1.000	\$ 0
1	416292	POSTE PARA BARANDA HSGP-2	36	\$ 1.000	\$ 36.000
1	426242	DOMINO-INNENSTAHLECKE 250	4	\$ 1.000	\$ 4.000
1	605570	PUNTAL MOD .3,6 (2.1X3.6) EURO	188	\$ 1.000	\$ 188.000
1	607125	CONO RECUPERABLE M24/D15x280	33	\$ 1.000	\$ 33.000
1	621018	SOPORTE EM	24	\$ 1.000	\$ 24.000
1	621247	ESCUADRA CAPITEL	8	\$ 1.000	\$ 8.000
1	621268	ESQUINA DOMINO F-90 DE -250	1	\$ 1.000	\$ 1.000
1	626185	CONSOLA KG-150	24	\$ 1.000	\$ 24.000
1	626412	TUBO ARRIOST 48MM L=2M	5	\$ 1.000	\$ 5.000
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,5M	13	\$ 1.000	\$ 13.000
1	626416	TUBO ARRIOST 48 MM L=40M	8	\$ 1.000	\$ 8.000
COSTOS SUBTOTALES			3671		\$ 3.686.000

Anexo E: Archivo de costos por mantenimiento situación actual

Andamios - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK POR DEVOLVER	COSTO UNITARIO DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO
1	317010	GRAPA DOBLE GIR DK1 40/48M	0	\$ 18	\$ 0
1	317020	GRAPA DOBLE FIJA 48/48 GALV	291	\$ 18	\$ 5.238
2	325670	CANASTILLO REJ.CHICO 120X80	1	\$ 18	\$ 18
2	365016	CANASTILLO 80 X 120, GALV.	10	\$ 18	\$ 180
1	400000	VERTICAL SUPERIOR S/E 100	15	\$ 18	\$ 270
1	400005	VERTICAL SUPERIOR S/E 100 UVH 200	1	\$ 18	\$ 18
1	400009	VERTICAL C/E UVR 200	35	\$ 18	\$ 630
1	400012	VERTICAL C/E UVR 300	9	\$ 18	\$ 162
1	400014	VERTICAL BASE UVB 24	24	\$ 18	\$ 432
1	400031	TRAVESAÑO UHD 72	21	\$ 18	\$ 378
1	400039	TRAVESAÑO UDH 104	0	\$ 18	\$ 0
1	400065	DIAGONAL A HORIZ 250/200	1	\$ 18	\$ 18
1	400069	DIAGONAL. A HORIZ UBL 300/200	8	\$ 18	\$ 144
1	400076	TRAVESAÑO UHD 150	(5)	\$ 18	\$ 90
1	400079	TRAVESAÑO UDH 200	0	\$ 18	\$ 0
1	400085	TRAVASÑO UHD 300	0	\$ 18	\$ 0
1	400088	TUBO AMARRE UWT 45	(6)	\$ 18	\$ 108
1	400091	TUBO AMARRE UWT 110	23	\$ 18	\$ 414
1	400170	BASTIDOR ARRANQUE UVF 72/174	(8)	\$ 18	\$ 144
1	400200	BASTIDOR ARRANQUE UVF	35	\$ 18	\$ 630
1	400212	BASTIDOR T UVF 72/200	232	\$ 18	\$ 4.176
1	400220	MONTANTE UV 165	242	\$ 18	\$ 4.356
1	400222	MONTANTE UVP 100	23	\$ 18	\$ 414
1	400235	CONSOLA USB 32	2	\$ 18	\$ 36
1	400242	BASE REGULABLE UJB38-80/50	(2)	\$ 18	\$ 36
1	400247	DIAGONAL BASTIDOR 150/200	11	\$ 18	\$ 198
1	400257	DIAGONAL BASTIDOR 250/200	23	\$ 18	\$ 414
1	400261	DIAGONAL BASTIDOR 300/200	34	\$ 18	\$ 612
1	400265	BARANDILLA SEGURIDAD 150	26	\$ 18	\$ 468
1	400266	BARANDILLA SEGURIDAD 200	27	\$ 18	\$ 486
1	400267	BARANDILLA SEGURIDAD 250	95	\$ 18	\$ 1.710
1	400268	BARANDILLA SEGURUDAD 300	240	\$ 18	\$ 4.320
1	400355	PLATAFORMA ACERO 32X150	40	\$ 20	\$ 800
1	400373	PLATAFORMA ACERO 32/200	54	\$ 20	\$ 1.080
1	400375	PLATAFORMA ACERO 32X250	86	\$ 20	\$ 1.720

1	400377	PLATAFORMA ACERO 32X300	238	\$ 20	\$ 4.760
1	400411	BASE REGULABLE UJB 38-50/30	113	\$ 18	\$ 2.034
1	400444	PROTECCION LATERAL UPX 72	61	\$ 18	\$ 1.098
1	400486	PLATAFORMA ACERO UDS 32X104	0	\$ 20	\$ 0
1	400572	DIAGONAL A ROSETA150/200	17	\$ 18	\$ 306
1	400574	DIAGONAL A ROSETA250/200	1	\$ 18	\$ 18
2	400660	PALLET MET . USP 72	5	\$ 18	\$ 90
1	400742	BARANDILLA ESCALERA UAG	0	\$ 18	\$ 0
1	400750	SOPORTE DISTANCIADOR VEC. 10	9	\$ 18	\$ 162
1	400973	DIAGONAL A ROSETA 150/150	1	\$ 18	\$ 18
1	400977	DIAGONAL A ROSETA UBK 104/100	0	\$ 18	\$ 0
1	401306	VERTICAL CON ESPIGA UVR 100	23	\$ 18	\$ 414
1	401731	ROSETA A LARGUERO UHA	0	\$ 18	\$ 0
1	402860	VERTICAL UVR 150 C/ESPIGA	21	\$ 18	\$ 378
2	403429	PALLET MET 80/150	10	\$ 18	\$ 180
2	403434	PALLET MET 80/120	1	\$ 18	\$ 18
1	406092	PLATAFORMA INDUST 25X100	0	\$ 20	\$ 0
1	406624	DIAGONAL A ROSETA250/150	2	\$ 18	\$ 36
1	408068	RODAPIE MAD. UPT 150/2	11	\$ 15	\$ 165
1	408114	RODAPIE MAD. UPT 200/2	9	\$ 15	\$ 135
1	408117	RODAPIE MAD. UPT 250/2	36	\$ 15	\$ 540
1	408120	RODAPIE MAD.UPT 300/2	112	\$ 15	\$ 1.680
1	408540	PLATAFORMA INDUST 25X250	0	\$ 20	\$ 0
1	410076	RODAPIE METALICO UPY 104	0	\$ 15	\$ 0
1	410176	RODAPIE MET.UPY 200	1	\$ 15	\$ 15
1	410160	RODAPIE MET.UPY 150	0	\$ 15	\$ 0
1	410208	RODAPIE MET UPY 250	2	\$ 15	\$ 30
1	410211	RODAPIE MET . UPY 300	0	\$ 15	\$ 0
1	410526	RODAPIE MET .UPY 72	1	\$ 15	\$ 15
1	410792	DIAGONAL CONSOLA MEDIA ESP	0	\$ 18	\$ 0
1	411103	ESCALERA AND 75X150X100	0	\$ 18	\$ 0
1	411117	ESCALERA AND 74X250X200	0	\$ 18	\$ 0
1	414124	LARGUERO UH 72	32	\$ 18	\$ 576
1	414629	LARGUERO UH 75	1	\$ 18	\$ 18
1	414635	LARGUERO UH 104	1	\$ 18	\$ 18
1	414641	LARGUERO UH 150	15	\$ 18	\$ 270
1	414645	LARGUERO UH 200	8	\$ 18	\$ 144
1	414648	LARGUERO UH 250	63	\$ 18	\$ 1.134
1	414651	LARGUERO UH 300	49	\$ 18	\$ 882
1	414691	LARGUERO HORIZON UHV 250	0	\$ 18	\$ 0
1	414812	PLATAF PASO UAL-2 64 300/3	4	\$ 20	\$ 80

1	414825	PLATAF PASO UAL-2 64X250/3	32	\$ 20	\$ 640
1	416645	LARGUERO UH 200	2	\$ 18	\$ 36
1	416648	LARGUERO UH 250	8	\$ 18	\$ 144
1	621218	RUEDA POLIURET C/F200MM	24	\$ 18	\$ 432
1	621276	BASE REGUL RUEDA 38-50/25	28	\$ 18	\$ 504
1	626411	TUBO ARRIOST 48MM L=1,50M	62	\$ 18	\$ 1.116
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,50M	5	\$ 18	\$ 90
1	626511	TUBO ACERO UTS 48MM 1.5	4	\$ 18	\$ 72
1	626512	TUBO ACERO UTS 48MM 2.0	2	\$ 18	\$ 36
COSTOS SUBTOTALES			2.581		\$ 47.984

Moldajes Muro Contra Terreno - Obra 415

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK POR DEVOLVER	COSTO UNITARIO DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO
1	310610	CORREA SRZ-145 100	6	\$ 18	\$ 108
1	317010	GRAPA DOBLE GIR. CK 1 48/48 MM	87	\$ 18	\$ 1.566
1	322570	PANEL TRIO TR-270X240	0	\$ 18	\$ 0
1	323500	CERROJO BFD	8	\$ 18	\$ 144
1	323551	CORREA COMP .80-85 S-SEGUROS	31	\$ 18	\$ 558
1	323650	GANCHO TENSORDW-15-400	14	\$ 18	\$ 252
1	323680	CONSOLA TRABAJO TRG-120	31	\$ 18	\$ 558
1	323820	CABEZA GANCHO TENSOR DW-15	68	\$ 18	\$ 1.224
2	325670	CANASTILLO REJILLA CHICO 120X80	0	\$ 18	\$ 0
1	326110	SOPORTE CONSOLA WGS	29	\$ 18	\$ 522
1	327305	PUNTAL MULTIPROP 625	0	\$ 18	\$ 0
1	327310	BASE MP-50	8	\$ 18	\$ 144
1	327500	ESCUADRA SB-1	0	\$ 18	\$ 0
1	327520	EJE ORIENTABLE	0	\$ 18	\$ 0
1	327890	CABEZAL 20-24 GALV	76	\$ 18	\$ 1.368
1	328000	TRIPODE UNIVERSAL GALV	71	\$ 18	\$ 1.278
1	328010	ESTABILIZADOR RSS-1	29	\$ 18	\$ 522
1	328080	PLACA BASE TIRNTE /ESTAB	8	\$ 18	\$ 144
1	328110	TIRANTE REGULABLE AV-210	48	\$ 18	\$ 864
1	328880	GARRA CABEZA 24 L GALV	47	\$ 18	\$ 846
1	330010	BARRA DW 15 L-0,85	335	\$ 18	\$ 6.030
1	330100	TUERCA MARIPOSA DW 15 GALV.	43	\$ 18	\$ 774
1	330110	TUERCA MARIPOSA DISCO DW 15 GA	103	\$ 18	\$ 1.854
1	330130	TUERCA HEX DW 15 HST GALV	6	\$ 18	\$ 108
1	330370	TUERCA MARIPOSA C/PLACA ART.	467	\$ 18	\$ 8.406
1	330480	BARRA DW 15 L=1,0 M	4	\$ 18	\$ 72

1	330490	BARRA DW 15 L-1,2 M	0	\$ 18	\$ 0
1	330830	CONTRAPLACA DW 20 120 X 120 X 20	28	\$ 18	\$ 504
1	331340	LLAVE EXTRACCION CONOS	0	\$ 18	\$ 0
1	334020	PANEL HANDSET HS 120X90	0	\$ 18	\$ 0
1	334030	PANEL HANDSET HS 90X60	0	\$ 18	\$ 0
1	334070	PANEL HANDSET HS 120X60	0	\$ 18	\$ 0
1	334080	PANEL HANDSET HS 120X60	0	\$ 18	\$ 0
1	334500	CLIP HSC GALV.	33	\$ 18	\$ 594
1	344760	ESLINGA ELEVACION TRIO COMBI-2	1	\$ 18	\$ 18
2	365016	CANASTILLO REJILLA 80x120, GALV.	5	\$ 18	\$ 90
1	365070	ESCUADRA AW	9	\$ 18	\$ 162
1	366020	PANEL DOMINO D-250X100	28	\$ 18	\$ 504
1	366022	PANEL DOMINOD-250X75	27	\$ 18	\$ 486
1	366025	PANEL DOMINO D-250X50	25	\$ 18	\$ 450
1	366026	PANEL DOMINO D-250X25	1	\$ 18	\$ 18
1	366028	ESQUINA EXTERIOR DAW 250	5	\$ 18	\$ 90
1	366035	PANEL DOMINO DS 250X40	8	\$ 18	\$ 144
1	366041	PANEL DOMINO D-125X75	0	\$ 18	\$ 0
1	366043	PANEL DOMINO D-125X50	8	\$ 18	\$ 144
1	366047	ESQUINA ARTICULADA DGE 125	2	\$ 18	\$ 36
1	366060	PANEL DOMINO D-75X100	3	\$ 18	\$ 54
1	366061	PANEL DOMINO D-75X75	3	\$ 18	\$ 54
1	366063	PANEL DOMINO D-75X50	9	\$ 18	\$ 162
1	366066	ESQUINA EXTERIOR DAW 75	1	\$ 18	\$ 18
1	366080	CERROJO DOMINO DRS	300	\$ 18	\$ 5.400
1	366082	ABRAZADERA DOMINO DRA	97	\$ 18	\$ 1.746
1	366084	CORREA COMPENS. DAR 80	14	\$ 18	\$ 252
1	366091	GANCHO ELEVACION DOMINO	2	\$ 18	\$ 36
1	374890	VIGA VT-20K 2.65M	23	\$ 18	\$ 414
1	374905	VIGA VT-20K 2.15M	38	\$ 18	\$ 684
1	374910	VIGA VT-2.45M	23	\$ 18	\$ 414
1	374920	VIGA VT-20K 2.90M	70	\$ 18	\$ 1.260
1	374930	VIGA VT-20K 3.30M	8	\$ 18	\$ 144
1	374940	VIGA VT-20K 3.60M	13	\$ 18	\$ 234
1	374950	VIGA VT-20K 3.90M	8	\$ 18	\$ 144
1	374960	VIGA VT-20K 4.50M	2	\$ 18	\$ 36
1	375120	VIGA GT-24 1.20M	16	\$ 18	\$ 288
1	375150	VIGA GT -24 1.50M	(2)	\$ 18	\$ 36
1	375180	VIGA GT-24 1.80M	37	\$ 18	\$ 666
1	375210	VIGA GT-24 2.10M	47	\$ 18	\$ 846
1	375240	VIGA GT-24 2.40M	40	\$ 18	\$ 720

1	375270	VIGA GT-24 2.70M	18	\$ 18	\$ 324
1	375300	VIGA GT-24 3.00M	81	\$ 18	\$ 1.458
1	375330	VIGA GT-24 3.30M	32	\$ 18	\$ 576
1	375360	VIGA GT-24 3.60M	10	\$ 18	\$ 180
1	375390	VIGA GT-24 3.90M	49	\$ 18	\$ 882
1	375420	VIGA GT-24 4.20M	(1)	\$ 18	\$ 18
1	375480	VIGA GT-24 4.80	(2)	\$ 18	\$ 36
1	375510	VIGA GT-24 5.10M	7	\$ 18	\$ 126
1	377010	GRAPA DOBLE GIR.DK1 48/48 MM	0	\$ 18	\$ 0
1	401707	DOMINO CONSOLA DG-100	39	\$ 18	\$ 702
1	403059	PUNTAL PEP 20-350	290	\$ 18	\$ 5.220
1	403060	PUNTAL PEP 20-400	0	\$ 18	\$ 0
1	403067	PUNTAL PEP 30-250	162	\$ 18	\$ 2.916
2	403429	PALLET METALICO 80X150	13	\$ 18	\$ 234
2	403434	PALLET METALICO80X120	9	\$ 18	\$ 162
1	403845	BRIDA UNIVERSAL HBU 24-28	6	\$ 18	\$ 108
1	406000	PLACA BASE II PARA RSS	9	\$ 18	\$ 162
1	410406	ANCLAJE FRONTAL 2 DSA	72	\$ 18	\$ 1.296
1	415151	SOPORTE BARANDA	87	\$ 18	\$ 1.566
1	415168	GANCHO ELEVACION MAXIMO 1.5	0	\$ 18	\$ 0
1	416292	POSTE PARA BARANDA HSGP-2	36	\$ 18	\$ 648
1	426242	DOMINO-INNENSTAHLECKE 250	4	\$ 18	\$ 72
1	605570	PUNTAL MOD .3,6 {2.1X3.6} EURO	188	\$ 18	\$ 3.384
1	607125	CONO RECUPERABLE M24/D15x280	33	\$ 18	\$ 594
1	621018	SOPORTE EM	24	\$ 18	\$ 432
1	621247	ESCUADRA CAPITEL	8	\$ 18	\$ 144
1	621268	ESQUINA DOMINO F-90 DE -250	1	\$ 18	\$ 18
1	626185	CONSOLA KG-150	24	\$ 18	\$ 432
1	626412	TUBO ARRIOST 48MM L=2M	5	\$ 18	\$ 90
1	626415	TUBO ARRIOST 48MM L=3,5M	13	\$ 18	\$ 234
1	626416	TUBO ARRIOST 48 MM L=40M	8	\$ 18	\$ 144
COSTOS SUBTOTALES			3671		\$ 66.348

Anexo F: Ejemplo guía de despacho electrónica (SII)

[hacer documento similar al último emitido](#) |
 [Identificar Nuevo Contribuyente](#) |
 [Cerrar Sesión](#)
[hacer documento basado en uno emitido previamente](#)

Usuario: - | Empresa: **44.300.251.0** | [Página Segura](#)

Rut 44300251-0

GUÍA DE DESPACHO
ELECTRÓNICA

Nº folio no asignado

Sii Razón Social: RUT DE PRUEBA FACTURA ELECTRONICA DR7
 Dirección: TEATINOS 120
 Comuna: SANTIAGO Ciudad / Localidad: SANTIAGO

Ocultar eMail: CPAZ@SII.CL Telefono: 32 2323232
 Giro: SERVICIOS GENERALES
 Act. Econo.: ASESORES Y CONSULTORES EN INFORMATICA (S) Fecha: 02 / 06 / 2009
 Tipo Traslado: Operación constituye venta

Rut: 1 - 9 Razón Social: EDUARDO GONZALEZ MENDEZ
 Dirección: TEATINOS 120
 Comuna: YUMBEL Ciudad / Localidad: SANTA MARIA
 Giro: ACABADO DE PRODUCTOS TEXTIL
 Contacto: Rut persona que solicita factura:

Cod Prod	Nombre Producto	Descrip.	Cantidad	U. Medida	Precio	Impuestos Adic.	SubTotal
	Lápices	<input checked="" type="checkbox"/>	50		990		49500
Caja de 12 Colores							
		<input type="checkbox"/>					
		<input type="checkbox"/>					

Agrega línea de Detalle

Referencias: Si/No

Tipo de documento	Ind.	Folio Ref.	Fec
Orden de Compra	<input type="checkbox"/>	5421	26
	<input type="checkbox"/>		02
	<input type="checkbox"/>		02

Una vez ingresados los datos necesarios en el documento, presione "Validar y Visualizar"

Monto Neto	49500
IVA 19 % Total IVA	9405
Total	58905

Sii online Facilidad al cumplimiento tributario

Rut: - Última visita 02/06/2009, a las 10:23:08 horas

Identificar Nuevo Contribuyente | Cerrar Sesión

MI SII | Registro de Contribuyentes | Impuestos Mensuales | Factura Electrónica | Renta | Tributación Simplificada | Boleta de Honorarios | Situación Tributaria | Libros Contables | Declaraciones Juradas | Bienes Raíces | Infracciones y Condonaciones

Empresa: 44.300.251-0

REVISIÓN DE DOCUMENTO TRIBUTARIO ELECTRÓNICO

Este es el Documento Tributario Electrónico que se ha generado con la información que ud. ha ingresado hasta ahora. Reviselo cuidadosamente para verificar en el documento.

Si está de acuerdo con el documento desplegado y presione el botón **Firmar y Enviar**.

Si quiere volver al documento para realizar correcciones o agregar información, presione el botón **Corregir**.

Utilice el Zoom de Acrobat, para visualizar mejor el documento

Si esta de acuerdo con el contenido, presione el Botón "Firmar y Enviar"

Descripción	Cantidad	Precio	Número Asig.	Nº Desc.	Valor
12 Colores	50	990			49.500

1 (1 de 1)

Firmar y Enviar | Corregir

Anexo G: Ejemplo factura electrónica (ERP sistema ISIS)

Facturación (Factura Electrónica)

División: 2 QSA Administrac. Cliente: 00001 Agromax Profoma

Fecha: 08/10/2008 Comprob. Factura A Cpbte.Rto Remito de Venta Depos. 1 Depósito Central

Facturar Manual Pedidos Remitos % Fact. 100.00 0 Todos 0/Cpr.

Vdor: 2 Jorge C/Cto. 1 Administracion Concepto: 4002 Ventas del día

C/Pago: 3 30 Dias F.F. Pesos Cotiz.

Cbia.Domicilio: Contacto Clte.:

Código Interno	Descripción	% Dto.	Importe
0800	Bidon de	0.00	51.00

Leyendas de Factura
 Por pago efectivo o cheque al día 4% de descuento

Leyendas de Remito
 La Mercadería viaja por riesgo y cuenta del cliente

Números de Comprobante
 Nro.del Sistema: 100078007 Nro.Preimpreso: 100078007

Números de Remito
 Nro.del Sistema: 100900007 Nro.Preimpreso: 100900007

Moneda de Impresión del Comprobante
 Pesos Cláusula

Stock Actual		Descuento	0.00	Percep. IVA	0.00
Nro.Pedido/Rto.		Recargo	0.00	Percep. I/Brutos	37.23
Cant.Pendiente		Imp.Internos	0.00	Total	98.94
Bonif.Pendiente					

Cargar Especificaciones

Cobranza Grabar Cancelar

Anexo H: Tabla β (Damodaran, 2011)

INDUSTRY NAME	NUMBER OF FIRMS	AVERAGE BETA	MARKET D/E RATIO	TAX RATE	UNLEVERED BETA	CASH/FIRM VALUE	UNLEVERED BETA CORRECTED FOR CASH
Advertising	28	1,79	36,55%	12,86%	1,36	11,96%	1,55
Aerospace/Defense	63	1,15	23,64%	21,10%	0,97	9,62%	1,07
Air Transport	40	1,21	52,64%	22,30%	0,86	9,70%	0,95
Apparel	48	1,35	15,80%	20,86%	1,20	9,14%	1,32
Auto Parts	47	1,78	24,67%	13,45%	1,46	7,28%	1,58
Automotive	19	1,50	108,58%	20,43%	0,80	13,18%	0,93
Bank	418	0,75	85,86%	13,89%	0,43	8,29%	0,47
Bank (Canadian)	7	0,86	13,77%	20,27%	0,78	7,10%	0,84
Bank (Midwest)	40	0,96	69,03%	18,02%	0,61	9,49%	0,68
Beverage	34	0,92	13,09%	19,08%	0,83	3,69%	0,86
Biotechnology	120	1,13	13,24%	5,74%	1,01	16,31%	1,20
Building Materials	47	1,33	71,38%	11,69%	0,82	6,90%	0,88
Cable TV	24	1,43	68,40%	22,98%	0,94	3,35%	0,97
Canadian Energy	10	1,14	28,44%	10,36%	0,91	3,24%	0,94
Chemical (Basic)	17	1,28	18,75%	22,39%	1,12	5,41%	1,19
Chemical (Diversified)	31	1,51	21,07%	23,87%	1,30	6,22%	1,39
Chemical (Specialty)	83	1,37	23,06%	14,85%	1,14	4,22%	1,20
Coal	25	1,59	16,16%	13,17%	1,39	3,74%	1,45
Computer Software/SVCS	247	1,06	4,68%	13,88%	1,02	9,48%	1,12
Computers/Peripherals	101	1,27	9,13%	8,94%	1,18	10,45%	1,31
Diversified Co.	111	1,22	99,77%	17,14%	0,67	11,99%	0,76
Drug	301	1,11	14,10%	6,72%	0,98	8,96%	1,08
E-Commerce	52	1,14	4,58%	17,19%	1,10	8,09%	1,19
Educational Services	37	0,79	8,89%	27,32%	0,75	11,26%	0,84
Electric Util. (Central)	23	0,78	96,84%	25,40%	0,45	2,35%	0,46
Electric Util. (East)	25	0,73	74,73%	30,56%	0,48	2,26%	0,49
Electric Util. (West)	14	0,75	83,18%	31,47%	0,48	2,60%	0,49
Electrical Equipment	79	1,32	10,91%	15,54%	1,21	6,61%	1,29
Electronics	158	1,13	18,40%	12,85%	0,97	14,08%	1,13
Engineering & Const	17	1,65	7,93%	28,52%	1,56	15,56%	1,85
Entertainment	75	1,72	37,99%	14,68%	1,30	5,92%	1,38
Entertainment Tech.	31	1,39	7,80%	7,49%	1,29	16,71%	1,55
Environmental	69	0,85	41,13%	11,02%	0,62	2,50%	0,64
Financial Services (Div.)	230	1,37	135,83%	18,63%	0,65	13,43%	0,75

Food Processing	109	0,87	28,98%	21,80%	0,71	3,91%	0,74
Foreign Electronics	9	1,14	29,55%	30,06%	0,94	23,30%	1,23
Funeral Services	5	1,22	50,78%	29,02%	0,90	4,27%	0,94
Furn/Home Furnishings	30	1,67	26,18%	16,87%	1,37	8,32%	1,49
Healthcare Information	26	0,94	4,86%	22,42%	0,91	5,67%	0,96
Heavy Truck/Equip Makers	8	1,94	46,41%	19,97%	1,42	8,90%	1,55
Homebuilding	24	1,39	89,05%	6,07%	0,76	27,68%	1,05
Hotel/Gaming	52	1,76	49,08%	15,93%	1,25	6,15%	1,33
Household Products	22	1,17	18,38%	27,46%	1,03	2,14%	1,05
Human Resources	24	1,44	9,14%	23,73%	1,35	14,23%	1,57
Industrial Services	137	0,96	26,26%	20,50%	0,79	7,97%	0,86
Information Services	26	1,10	20,21%	22,44%	0,95	3,28%	0,98
Insurance (Life)	31	1,39	18,28%	20,29%	1,21	15,97%	1,44
Insurance (Prop/Cas.)	67	0,92	11,12%	19,50%	0,85	10,27%	0,94
Internet	180	1,11	1,57%	7,89%	1,09	9,48%	1,21
Machinery	114	1,22	28,52%	19,61%	0,99	5,82%	1,05
Maritime	53	1,37	138,71%	6,54%	0,60	6,88%	0,64
Medical Services	139	0,88	38,70%	20,56%	0,67	15,24%	0,80
Medical Supplies	231	1,02	11,48%	13,12%	0,93	7,65%	1,01
Metal Fabricating	30	1,44	18,24%	22,51%	1,26	12,60%	1,44
Metal & Mining (Div.)	69	1,33	11,01%	7,07%	1,21	3,32%	1,25
Natural Gas (Div.)	32	1,25	34,98%	15,07%	0,97	2,08%	0,99
Natural Gas (Util.)	27	0,65	62,04%	23,93%	0,44	2,08%	0,45
Newspaper	13	1,71	46,80%	29,44%	1,29	4,07%	1,34
Office Equip/Supplies	24	1,45	45,11%	14,81%	1,05	12,11%	1,19
Oil/Gas Distribution	12	0,97	75,32%	15,06%	0,59	2,68%	0,61
Oilfield Svcs/Equip	95	1,48	18,94%	16,42%	1,28	4,76%	1,34
Packaging & Container	27	1,06	44,52%	20,44%	0,78	7,43%	0,85
Paper Forest Products	37	1,52	71,26%	15,23%	0,95	6,62%	1,01
Petroleum (Integrated)	23	1,21	18,37%	27,13%	1,07	4,84%	1,12
Petroleum (Producing)	163	1,36	22,47%	8,47%	1,13	3,08%	1,17
Pharmacy Services	19	0,96	20,38%	25,09%	0,84	3,87%	0,87
Pipeline MLPs	11	0,85	42,18%	3,03%	0,61	0,53%	0,61
Power	68	1,34	98,86%	7,58%	0,70	10,14%	0,78
Precious Metals	74	1,18	6,76%	9,47%	1,12	3,35%	1,15
Precision Instrument	83	1,27	11,20%	12,02%	1,16	11,64%	1,31
Property Management	27	1,20	144,04%	15,63%	0,54	6,22%	0,58
Public/Private	8	2,18	104,42%	0,43%	1,07	11,29%	1,20

Equity							
Publishing	23	1,30	57,88%	25,44%	0,91	5,55%	0,96
REIT	6	1,29	30,86%	10,21%	1,01	5,94%	1,07
Railroad	14	1,28	27,19%	26,02%	1,07	2,68%	1,10
Recreation	52	1,50	37,21%	17,23%	1,15	4,95%	1,21
Reinsurance	8	0,98	15,27%	15,18%	0,86	20,99%	1,09
Restaurant	60	1,33	16,09%	22,08%	1,18	2,39%	1,21
Retail (Special Lines)	143	1,54	17,17%	19,64%	1,35	8,79%	1,48
Retail Automotive	15	1,44	27,52%	32,05%	1,21	2,98%	1,25
Retail Building Supply	8	0,92	13,61%	26,31%	0,83	2,26%	0,85
Retail Store	38	1,33	25,22%	25,96%	1,12	5,20%	1,19
Retail Wholesale Food	29	0,74	42,10%	34,50%	0,58	7,41%	0,63
Securities Brokerage	25	1,25	149,83%	26,95%	0,60	20,07%	0,75
Semiconductor	115	1,56	6,24%	7,93%	1,47	12,21%	1,68
Semiconductor Equip	14	1,79	5,84%	5,72%	1,70	13,95%	1,97
Shoe	18	1,31	1,71%	24,51%	1,30	12,52%	1,48
Steel (General)	19	1,59	23,47%	12,88%	1,32	7,91%	1,43
Steel (Integrated)	13	1,72	36,84%	16,43%	1,32	8,07%	1,43
Telecom. Equipment	104	1,04	10,71%	12,42%	0,95	21,59%	1,22
Telecom. Services	85	1,01	34,06%	14,27%	0,78	6,66%	0,84
Telecom. Util.	28	1,03	84,06%	24,23%	0,63	5,11%	0,66
Thrift	181	0,70	7,81%	14,44%	0,66	11,05%	0,74
Tobacco	13	0,73	21,57%	22,47%	0,63	4,18%	0,66
Toiletries/Cosmetics	15	1,27	19,52%	21,52%	1,10	7,31%	1,19
Trucking	33	1,20	42,14%	25,48%	0,91	5,65%	0,97
Utility (Foreign)	5	0,99	58,68%	20,30%	0,67	4,45%	0,70
Water Utility	12	0,70	77,89%	35,46%	0,47	0,32%	0,47
Wireless Networking	48	1,25	18,19%	12,68%	1,08	5,55%	1,15
TOTAL MARKET	5.924	1,23	38,51%	18,18%	0,97	8,05%	1,06

Anexo I: Cálculo del Retorno Esperado del Mercado, $E(R_m)$

Promedio Rentabilidad Mensual IPSA

FECHA	PUNTOS	VARIACIÓN %
31-08-2012	4.155,68	0,73%
28-09-2012	4.230,42	0,45%
31-10-2012	4.266,35	0,13%
30-11-2012	4.139,99	0,06%
28-12-2012	4.301,38	0,16%
31-01-2013	4.552,40	0,24%
28-02-2013	4.558,46	0,84%
28-03-2013	4.432,14	0,04%
30-04-2013	4.292,14	0,80%
31-05-2013	4.191,26	1,28%
28-06-2013	4.029,67	1,71%
31-07-2013	3.732,54	-0,42%
30-08-2013	3.628,73	2,09%
30-09-2013	3.823,85	-1,27%
30-10-2013	3.912,44	1,06%
29-11-2013	3.789,06	1,26%
30-12-2013	3.699,19	0,07%
31-01-2014	3.439,41	1,42%
PROMEDIO		0,59%

Rentabilidad Anual IPSA, $E(R_m)$

$$\begin{aligned}
 \text{Rentabilidad Mercado} &= [(1 + \text{Promedio Rentabilidad Mensual IPSA})^{12}] - 1 \\
 \text{Rentabilidad Mercado} &= [(1 + 0,59\%)^{12}] - 1 \\
 \text{Rentabilidad Mercado} &= 7,31\%
 \end{aligned}$$