



Estudio del nivel de servicio en las bodegas de Aitue y determinación de la capacidad de los recursos de bodega.

J. Cid Zambrano¹, G. Bustamante Laissle², F. González Paredes³

RESUMEN

La industria de la construcción es uno de los sectores que se caracteriza por grandes deficiencias y falta de efectividad, y se conoce que los factores que afectan son de tipo variado ya que los actores principales en este sector son mano de obra y de lo cual es casi imposible tener un control. Esto último coloca a las empresas constructoras en desventaja frente a los mercados de la economía internacional en ese aspecto. Sin embargo, también se conoce que esta industria percibe grandes utilidades cuando se ejecuta una planificación adecuada con la menor flexibilidad, es decir, cuando se ejecuta lo más cercanamente a la planificación inicial o al menos ocupándose de que dichas flexibilidades no afecten la ruta crítica. Como se menciona anteriormente, los factores que afectan son muy variados, pero indistintamente de su categoría estos factores impactan en los avances programados lo que se traduce en pérdidas económicas importantes que debe asumir la empresa constructora, por lo tanto, tener un respaldo de datos, lo cual es muy escaso en esta industria, tiene un valor agregado que permite aumentar la competitividad de estas empresas.

Constructora Aitue S.A, es una empresa enfocada en la construcción de viviendas unifamiliares y edificios habitacionales o privados que está afecta a este tipo de problemas. En particular se estudiará el proyecto Vivo Huerto ubicado en la Región del Biobío, comuna de San Pedro de la Paz, Concepción el cual es un proyecto habitacional, específicamente un edificio de 5 niveles sin subterráneos del que se espera obtener como resultado el rendimiento de los recursos y el nivel de cumplimiento que tiene la bodega del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, este estudio tiene por objeto determinar el desempeño real de los recursos con los que cuenta la bodega del proyecto indistintamente de los factores que tienen influencia sobre este desempeño que son muy variados. La metodología se divide en dos etapas, la primera es un levantamiento de datos in-situ que permite tener registro de datos en tiempos real y la segunda, consiste en un completo análisis de los tiempos registrados los cuales mediante la utilización de un software adecuado permiten conocer tendencias a través del cálculo de probabilidades considerando las frecuencias de ocurrencia.

Finalmente, la experiencia del trabajo en terreno permite realizar observaciones y recomendaciones para mejorar las distintas etapas que contribuyen al proceso de entrega basadas en el criterio propio.

PALABRAS CLAVES: Desempeño, Plazos, Nivel de confianza

¹ Estudiante, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, jicid@ing.ucsc.cl

² Profesor guía, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, gbustamante@ucsc.cl

³ Informante, Subgerencia de Estudios y Desarrollo, Constructora Aitue S.A, CHILE, fgonzalez@aitue.cl

ABSTRACT

The construction industry is one of the sectors characterized by major deficiencies and ineffectiveness, and it is known that the factors affecting them are of a varied type since the main actors in this sector are manpower and of which it is almost impossible to have a control. The latter puts construction firms at a disadvantage compared to the markets of the international economy in this respect. However, it is also known that this industry perceives large profits when proper planning is implemented with the least flexibility, that is, when you run as close to the initial planning as possible or at least by ensuring that such flexibilities do not affect the critical path. As mentioned above, the factors affecting them are very varied, but regardless of their category these factors impact on the programmed advances which results in significant economic losses that the construction company must assume, therefore, have a data backup, which is very scarce in this industry, has an added value that makes it possible to increase the competitiveness of these companies.

The construction company Aitue S.A, is a company focused on the construction of single family homes and residential or private buildings that is affected to this type of problems. In particular will be studied the Vivo Huerto project located in the Region of the Biobío, commune of San Pedro de la Paz, Concepción which is a housing project, specifically a building of 5 levels without underground from which it is expected to obtain as a result the performance of the resources and the level of compliance that the winery of the project has.

As mentioned above, this study aims to determine the actual performance of the resources available to the project winery regardless of the factors that influence this performance that are very varied. The methodology is divided into two stages, the first is an in-situ data survey that allows data to be recorded in real time and the second, consists of a complete analysis of the recorded times which, by using appropriate software, allow to know trends through the calculation of probabilities considering the frequencies of occurrence.

Finally, the experience of the field work allows to make observations and recommendations to improve the different stages that contribute to the delivery process based on one's own criteria.

KEY WORDS: Performance, Terms, Level of confidence

1. INTRODUCCION

1.1. PRESENTACIÓN DEL TEMA

El presente estudio realizado para la Constructora Aitue S.A. en su proyecto Edificio Vivo Huerto está enfocado exclusivamente en el nivel de servicio que presta bodega al proyecto y el desempeño que tienen los recursos de las bodegas.

El estudio comienza con el registro de datos mediante un levantamiento en obra de todos los tiempos asociados al proceso de respuesta, desde que el pedido es ingresado a bodega hasta que se entrega la última unidad de material solicitado. Posteriormente, se realizó un análisis de los distintos tiempos que permiten ajustar una distribución de probabilidad a cada etapa del ciclo de entrega para finalmente, proponer oportunidades de mejora que incrementen la competitividad y el desempeño de los recursos disponibles.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Constructora Aitue S.A ha desarrollado numerosos proyectos de viviendas urbanas tanto en la Región del Biobío como en la Región Metropolitana y la Región de O'Higgins. Sin embargo, el desarrollo de edificaciones en altura sigue siendo aún un camino muy variante. Actualmente, la constructora presenta incumplimiento en los compromisos de avance de obra, esto implica que no podrá cumplirse el plazo de entrega al mandante y que finalmente se traduce en una pérdida económica que debe asumir la constructora. La hipótesis que se sostiene es que dichos retrasos están asociados al abastecimiento de materiales a la obra los cuales debe gestionar y proveer la bodega de cada proyecto. Es por esto último, que se analizará los tiempos que toma la bodega en dar respuesta a los pedidos solicitados por los supervisores encargados de las distintas partidas asociadas al proyecto, y además se ajustará de acuerdo al registro de los tiempos de cada etapa del proceso de respuesta una curva que permita representar de la forma más fidedigna el comportamiento que tienen los distintos modos de entrega. En el caso particular, Constructora Aitue S.A tiene un compromiso de entrega menor o igual a 12 hr por definición de la empresa considerando un equipo de trabajo compuesto por 7 personas. La estructuración del equipo de trabajo es la siguiente:

- Jefe de bodega: eleva solicitud de materiales con bajo stock o materiales para nuevos requerimientos, ingresa stock de materiales mediante la compra de ellos, realiza solicitud de equipos o recambio de ellos.
- Asistente de bodega: rebaja materiales mediante el ingreso de pedidos al sistema informático que se utiliza.
- Pañolero: encargado de atender el pañol para pedidos pequeños. Supervisar la respuesta a los pedidos que han sido solicitados.
- Jornales de patio: carga y descarga de materiales tanto para viviendas por pedido como en bodega cuando llega material de proveedores, transporte de materiales si es necesario, manualmente o mediante carro de arrastre . Mantención del orden y limpieza de bodega.



1.3. OBJETIVOS GENERALES

Mejorar el nivel de servicio de bodega para apoyar al cumplimiento de los objetivos de cada proyecto de construcción, mediante la determinación del desempeño que tienen los recursos de bodega.

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el nivel de cumplimiento en el abastecimiento de materiales que tiene bodega con la obra.
- Determinar tiempos de respuesta origen-destino.
- Determinar capacidad de los recursos en la entrega de materiales almacenados en bodega sujeta a variadas configuraciones para su posterior uso en la planificación de los proyectos de Constructora Aitue S.A.
- Identificar ineficiencias en el proceso y sus causas.
- Identificar oportunidades de mejora en el proceso y proponer alternativas que permitan aumentar la competitividad de la constructora.

1.4. ALCANCE

El trabajo a realizar consiste en el seguimiento de los pedidos solicitados en bodega y considera sólo aquellos materiales de obra gruesa o terminaciones los cuales son más pesados y difíciles de manipular, y requieren de ser suministrados por personal de bodega en la vivienda solicitada. Los materiales seleccionados son tiras de perfiles metálicos, planchas, sacos, pisos y cerámicos, aislantes acústicos y puertas. Además, este levantamiento considera los pedidos abarcados en la jornada de trabajo diurna que es de 8:00 AM y hasta las 18:00 PM dejando fuera de estos registros la jornada nocturna implementada recientemente y la media jornada de los días sábado. Finalmente, este estudio determinará la capacidad promedio que tienen los recursos de bodega en abastecer los requerimientos que tiene la obra sirviendo de apoyo en la planificación de los proyectos de la constructora. Además, el trabajo en terreno permite identificar las ineficiencias en el proceso y sus causas, pudiendo de esta forma contribuir a abordarlas, a través de las propuestas de cambios que mejoren el nivel de cumplimiento que tienen las bodegas de Aitue, y por lo tanto, incrementando la competitividad de la empresa.



2. METODOLOGIA

Para comenzar el presente estudio se requirió participar en la obra misma durante toda la jornada de trabajo durante aproximadamente 10 semanas, de modo que, pudiera registrarse la mayor cantidad de pedidos desde que fuera solicitado en la bodega del proyecto y hasta la entrega de la última unidad de material correspondiente al pedido.

2.1. LEVANTAMIENTO DE DATOS IN SITU

El registro se hizo en tiempo real en la bodega del proyecto Vivo Huerto directamente en una planilla Excel, donde los tiempos correspondientes al proceso de respuesta son los siguientes:

- Fecha-hora pedido: instante de tiempo en el que el supervisor ingresa su pedido, mediante el asistente de bodega, al sistema.
- Fecha-hora inicio carga: instante de tiempo en el que los recursos de bodega toman la primera unidad de material correspondiente al pedido.
- Fecha-hora fin carga: instante de tiempo en que se carga la última unidad de material del pedido.
- Fecha-hora despacho: instante de tiempo en que los recursos de bodega o en su defecto la grúa torre, comienzan el traslado del material a la obra.
- Fecha-hora inicio descarga: instante de tiempo en que los recursos toman la primera unidad de material a ser entregada.
- Fecha-hora entrega: instante de tiempo en que se ha colocado la última unidad de material en el departamento o pasillo solicitado.
- Fecha-hora término: instante de tiempo en que los recursos se encuentran nuevamente disponibles en bodega.

Por otra parte, se toma registro del modo de entrega, el cual está diferenciado de la forma siguiente:

- Modo 1 (manual): entrega realizada de forma manual directamente por los jornales.
- Modo 2 (semi mecanizado): entrega que se realiza con el uso de un carro de arrastre que permite transportar mayor cantidad de material hacia la obra.
- Modo 3 (full mecanizado): entrega que se realiza con el apoyo de una grúa torre, es decir, el material a trasladar se carga en un pallet que es movilizado por dicha maquinaria hacia una plataforma dispuesta en obra.

Adicionalmente, se registra el número de jornales que se disponen para dicha entrega y la cantidad de material entregado con su respectiva unidad.

2.2. PROCESAMIENTO DE DATOS

2.2.1. Validación

En el registro de los datos “Fecha-hora...” no se discriminó las horas en que bodega no estaba disponible, ya sea por hora de colación, toma de inventario, término de turno o feriado; por lo tanto, los datos almacenados requirieron de ser revisados para su limpieza, restando todas las horas muertas para su posterior uso de manera correcta y útil.



2.2.2. Clasificación

En la manipulación de los datos la información se trabajó con tablas dinámicas (función de Excel), de modo que, la información pudiera ordenarse en los diferentes conjuntos de interés, por ejemplo:

- Tiempo entrega (hh:mm:ss): es el tiempo que ha tomado la respuesta origen-destino, es decir, tiempo real que tardó el material en llegar a la vivienda desde que fue solicitado en bodega, considerando las horas disponibles.
- Tiempo carga (hh:mm:ss): es el tiempo que se requiere para completar una carga desde que comienza a cargarse la primera y hasta la última unidad.
- Tiempo preparación despacho (hh:mm:ss): es el tiempo que tarda en despacharse el material de bodega desde que fue cargado completamente.
- Tiempo despacho (hh:mm:ss): es el tiempo que tarda el material en ser transportado desde bodega hasta el lugar desde donde es descargado.
- Tiempo descarga (hh:mm:ss): tiempo que toma el material desde que se comienza la descarga hasta que está colocado en la vivienda que fue solicitado.
- Tiempo retorno (hh:mm:ss): tiempo que tardan los recursos en devolverse a bodega después de la entrega completa.
- Tiempo de ciclo (hh:mm:ss): tiempo que toma una entrega desde que es cargada la primera unidad y hasta que los jornales regresan a bodega estando disponibles para un próximo entrega.

El tiempo de entrega considera las horas reales que tarda un pedido en estar colocado en la vivienda solicitada. Para el tiempo de ciclo, éste se subdividió de acuerdo al tipo de material y modo de entrega, los tiempos de carga y descarga se subdividieron en tipo de material, y, la preparación del despacho y despacho se subdividió en los modos de entrega.

2.3. DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD

Uno de los objetivos de la estadística es el conocimiento cuantitativo de una determinada parcela de la realidad. Para ello, es necesario construir un modelo de esta realidad particular objeto de estudio, partiendo de la premisa de que lo real es siempre más complejo y multiforme que cualquier modelo que se pueda construir. De todas formas, la formulación de modelos aceptados por las instituciones responsables, permite obviar la existencia del error o distancia entre la realidad y el modelo.

Los modelos teóricos a los que se hace referencia se reducen en muchos casos a funciones de probabilidad. La teoría de la probabilidad tiene su origen en el estudio de los juegos de azar, que impulsaron los primeros estudios sobre cálculo de probabilidades en el siglo XVI, aunque no es hasta el siglo XVIII cuando se aborda la probabilidad desde una perspectiva matemática con la que se define que, al aumentar el número de pruebas, la frecuencia de un suceso tiende a aproximarse a un número fijo denominado probabilidad (Martín Pliego FJ, 1997)

La teoría axiomática, formulada por Kolmogorov, define probabilidad como una función que asigna a cada posible resultado de un experimento aleatorio un valor no negativo. Uno de los conceptos más importantes de la teoría de probabilidades es el de variable aleatoria que, intuitivamente, puede definirse como cualquier característica medible que toma diferentes valores con probabilidades determinadas. Toda variable aleatoria posee una distribución de probabilidad que describe su comportamiento. Una forma usual de describir la distribución de probabilidad de una variable aleatoria es mediante la denominada función de densidad. La función de densidad más conocida e importante del cálculo de probabilidades y de la estadística es la función normal, pero la curva de esta distribución de probabilidad no siempre es la que representa mejor o se acerca más a la realidad (D., 1993), por lo tanto, mediante el software EasyFit que permite ajustar automáticamente



las distribuciones a los datos de la muestra y seleccionar el mejor modelo podrá hacerse el análisis de datos lo más fácil posible. La única restricción que tiene este software es que como mínimo se debe tener 5 datos de variable aleatoria.

3. RESULTADOS

3.1. ENTREGA

El tiempo de entrega por pedido registrado arroja que en promedio 10 de 142 pedidos sobrepasan el plazo comprometido por la constructora (12 hr) como lo indica la Ilustración 1.



Ilustración 1: Gráfico correspondiente al tiempo promedio de entrega por cada pedido.

Considerando los tiempos máximos que toma un pedido en completarse, la Ilustración 2 muestra que de los 142 pedidos sólo 16 están sobre el tiempo comprometido por la constructora.

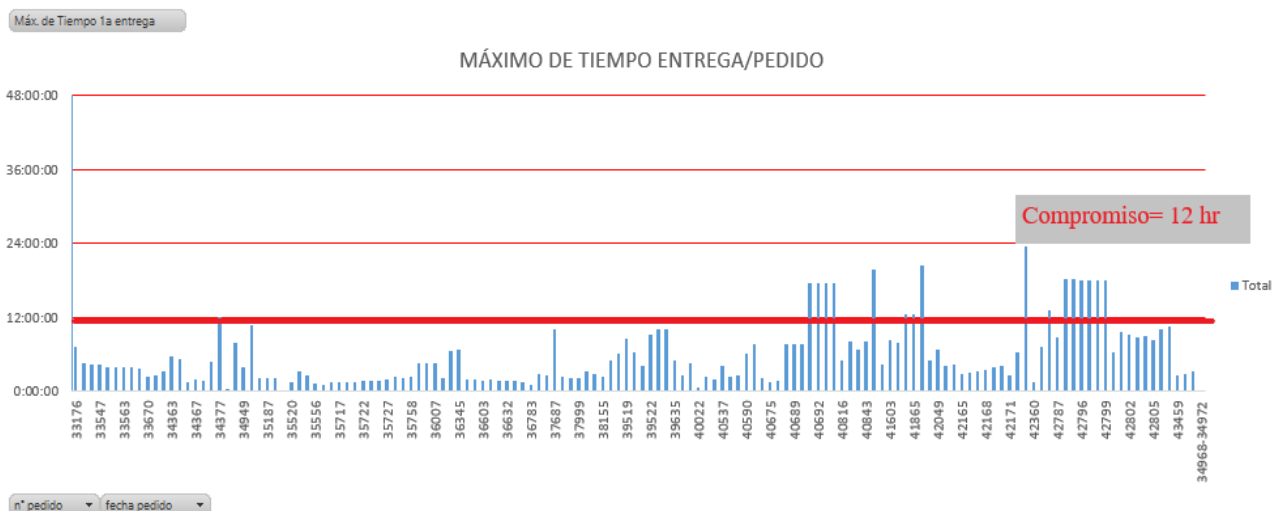


Ilustración 2: Gráfico que corresponde al tiempo máximo que toma la entrega de un pedido.



3.2. CICLO

3.2.1. CICLO MODO 1 TIRA DE METALCON

Para la entrega de tiras de perfiles metálicos y con una muestra de tamaño $n=47$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal como se observa en la Ilustración 3 lo que permite estimar que con un 90% de confianza que la capacidad de entrega es $\{9,73-106,45\} \frac{\text{tira}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$, y con un 50% de confianza la capacidad de entrega es $\{21,81-56,44\} \frac{\text{tira}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$. Además, se puede establecer considerando los tiempos promedio de cada etapa del proceso de entrega que el tiempo de retorno consume la mayor parte del tiempo de ciclo como se observa en la Ilustración 10.

3.2.2. CICLO MODO 1 UNIDAD (PUERTA)

Para la entrega de unidades de puerta y con una muestra de tamaño $n=6$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Beta como se observa en la Ilustración 4 lo que permite estimar que con un 90% de confianza la capacidad de entrega es $\{2,73-20,0\} \frac{\text{puerta}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$, y con un 50% de confianza la capacidad de entrega es $\{3,0-19,99\} \frac{\text{puerta}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$. Además, se puede observar en la Ilustración 11 que el tiempo asociado al despacho es el que consume el mayor tiempo del ciclo.

3.2.3. CICLO MODO 2 PLANCHA

Para la entrega de planchas y con una muestra de tamaño $n=7$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal que se presenta en la Ilustración 5 con esto se puede estimar que con un 90% de confianza la capacidad de entrega es $\{2,15-10,46\} \frac{\text{plancha}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$, y con un 50% de confianza la capacidad de entrega es $\{3,91-7,23\} \frac{\text{plancha}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$. Además, la Ilustración 12 muestra que el porcentaje de tiempo mayor es el tiempo de despacho.

3.2.4. CICLO MODO 2 SACO

Para la entrega de sacos y con una muestra de tamaño $n=17$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull como se muestra en la Ilustración 6 con lo que se puede estimar que con un 90% de confianza la capacidad de entrega es $\{5,49-36,42\} \frac{\text{saco}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$, y con un 50% de confianza la capacidad de entrega es $\{15,97-28,74\} \frac{\text{saco}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$. Además, los tiempos promedios indican que del proceso de ciclo la etapa que utiliza mayor tiempo es el tiempo de retorno como lo muestra la Ilustración 13.

3.2.5. CICLO MODO 2 CAJA PISO Y CERÁMICO

Para la entrega de cajas de piso flotante y cerámico, y con una muestra de tamaño $n=5$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull que muestra la Ilustración 7 con lo que puede estimarse que con un 90% de confianza la capacidad de entrega es $\{8,71-24,97\} \frac{\text{caja}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$, y con un 50% de confianza la capacidad de entrega es $\{14,53-21,17\} \frac{\text{caja}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$. Además, la Ilustración 14 permite detectar que el tiempo de descarga consume un mayor porcentaje del tiempo total de ciclo.

3.2.6. CICLO MODO 3 PLANCHA

Para la entrega de planchas y con una muestra de tamaño $n=36$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal de 3 parámetros que se muestra en la Ilustración 8 con lo que se puede estimar que con un 90% de confianza la capacidad de entrega es $\{1,55-14,26\} \frac{\text{plancha}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$, y con un 50% de confianza la capacidad de entrega es $\{3,74-8,65\} \frac{\text{plancha}}{\text{hora} \cdot \text{hombre}}$. Además, la Ilustración 15 indica que la preparación de despacho utiliza más del 50% del tiempo de ciclo total.



3.2.7. CICLO MODO 3 SACO

Para la entrega de sacos y con una muestra de tamaño $n=9$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull que se observa en la Ilustración 9 con lo cual es posible estimar que con un 90% de confianza la capacidad de entrega es $\{1,54-7,57\} \frac{saco}{hora \cdot hombre}$, y con un 50% de

confianza la capacidad de entrega es $\{1,71-3,44\} \frac{saco}{hora \cdot hombre}$. Además, se observa en la Ilustración 16 que el tiempo de preparación de despacho es la que consume más de la mitad del tiempo observado en el ciclo.

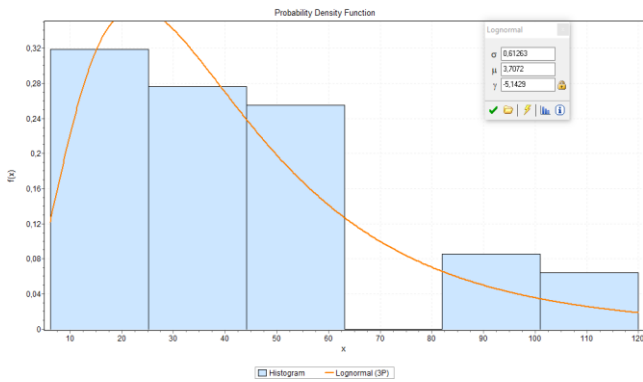


Ilustración 3: Gráfico correspondiente a la curva del ciclo de entrega de tiras de metalcon en modo 1.

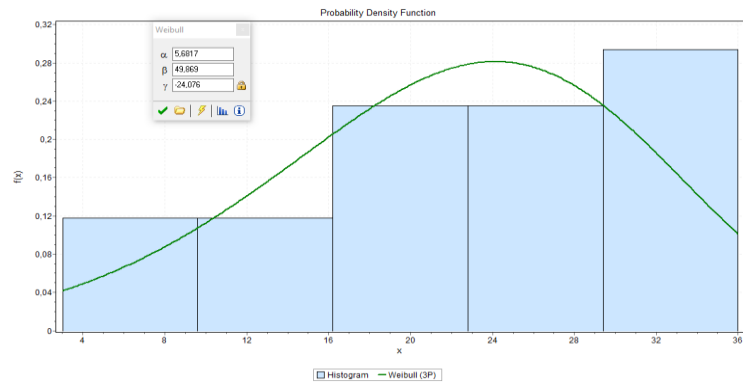


Ilustración 6: Gráfico correspondiente a la curva del ciclo de entrega de sacos en modo 2.

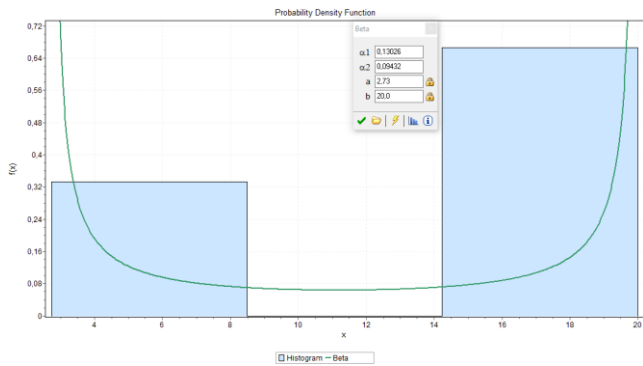


Ilustración 4: Gráfico correspondiente a la curva del ciclo de entrega de unidades de puertas en modo 1.

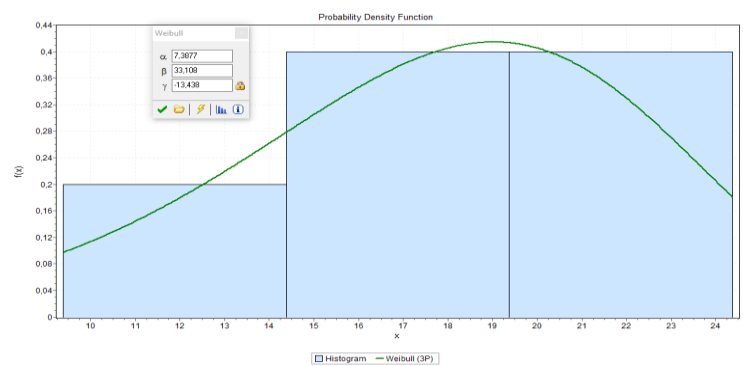


Ilustración 7: Gráfico correspondiente a la curva del ciclo de entrega de cajas de pisos y cerámicos en modo 2.

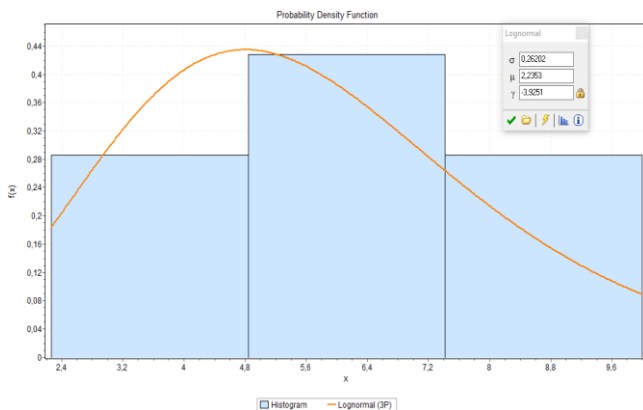


Ilustración 5: Gráfico correspondiente a la curva del ciclo de entrega de planchas en modo 2.

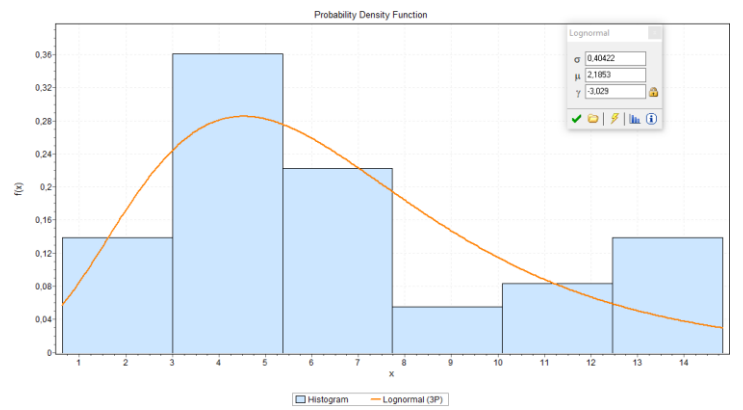


Ilustración 8: Gráfico correspondiente a la curva del ciclo de entrega de plancha en modo 3.

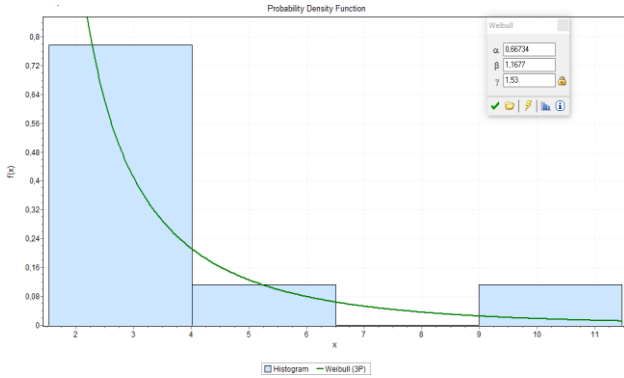


Ilustración 9: Gráfico que corresponde a la curva del ciclo de entrega de sacos en modo 3.

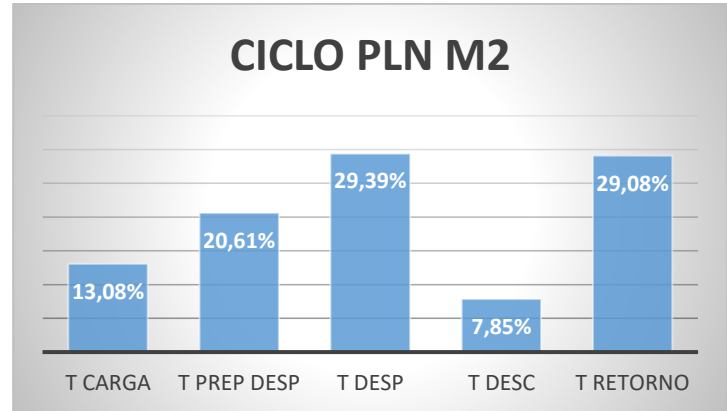


Ilustración 12: Gráfico que indica la etapa del proceso que requiere un tiempo mayor para completarse en la entrega de planchas en modalidad de entrega semi-mecanizado.

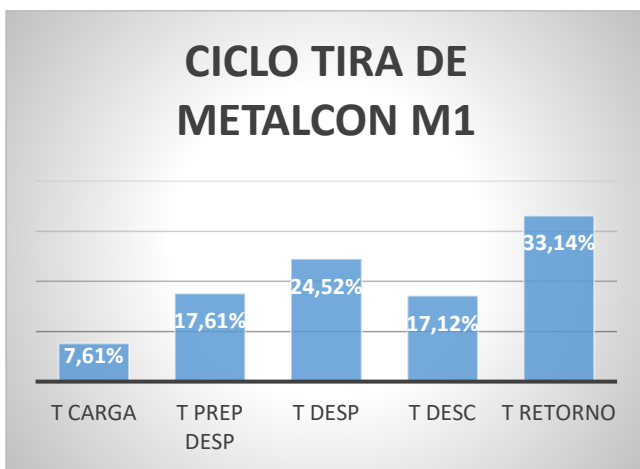


Ilustración 10: Gráfico que indica la etapa del proceso que requiere un tiempo mayor para completarse en la entrega de tiras de metalcon en modalidad de entrega manual.

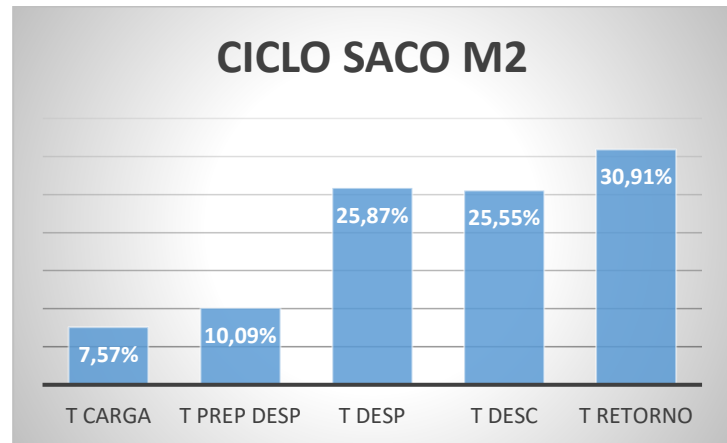


Ilustración 13: Gráfico que indica la etapa del proceso que requiere un tiempo mayor para completarse en la entrega de sacos en modalidad de entrega semi-mecanizado.

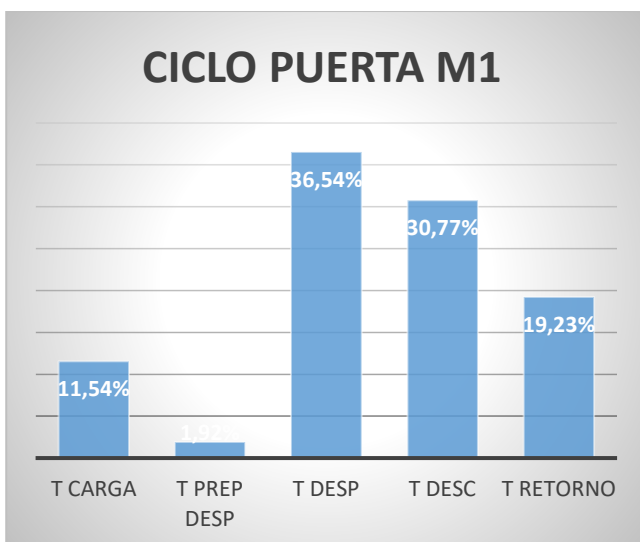


Ilustración 11: Gráfico que indica la etapa del proceso que requiere un tiempo mayor para completarse en la entrega de puertas en modalidad de entrega manual.

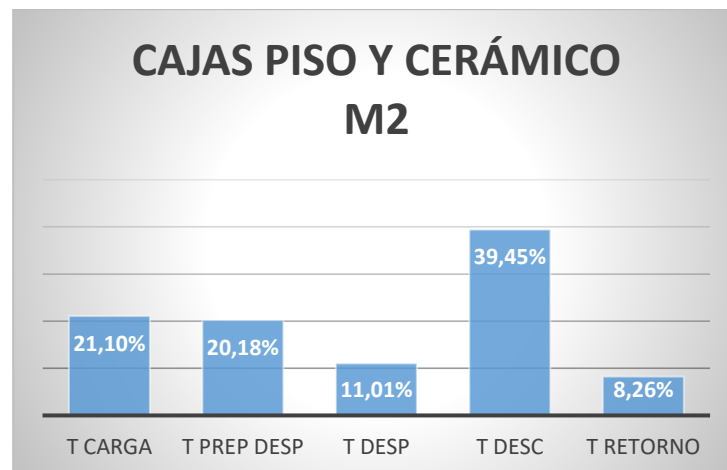


Ilustración 14: Gráfico que indica la etapa del proceso que requiere un tiempo mayor para completarse en la entrega de cajas de pisos y cerámicos en modalidad de entrega semi-mecanizado.

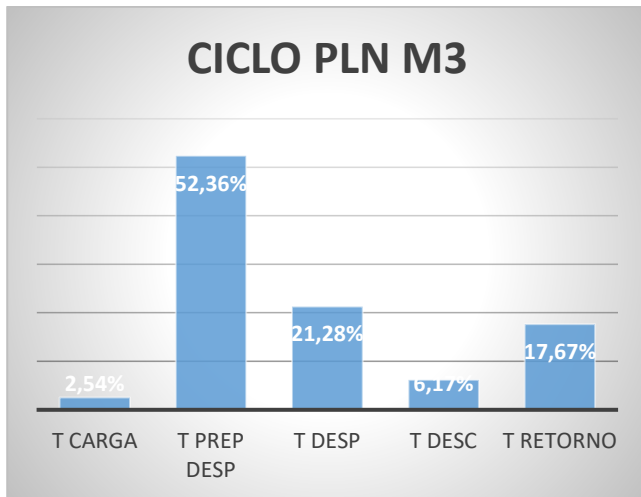


Ilustración 15: Gráfico que indica la etapa del proceso que requiere un tiempo mayor para completarse en la entrega de planchas en modalidad de entrega full-mecanizado.

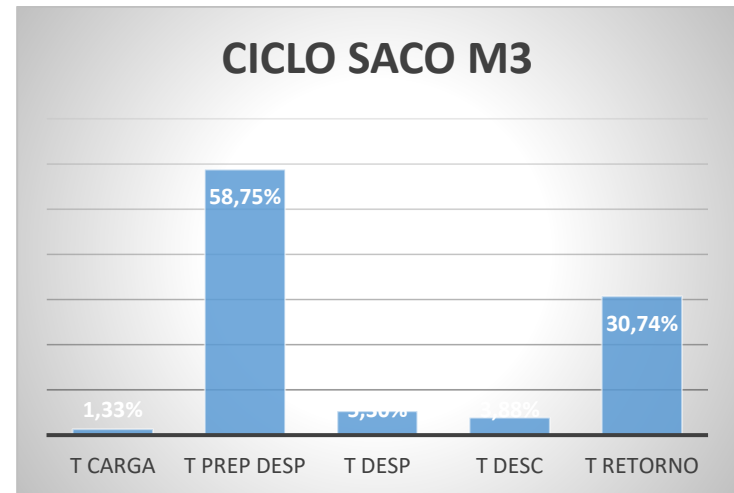


Ilustración 16: Gráfico que indica la etapa del proceso que requiere un tiempo mayor para completarse en la entrega de sacos en modalidad de entrega full-mecanizado.

3.3. CARGA

3.3.1. TIRA DE METALCON

Para la carga de tiras de perfiles metálicos y con una muestra de tamaño $n=50$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull que se muestra en la Ilustración 17.

3.3.2. PLANCHA

Para la carga de planchas y con una muestra de tamaño $n=149$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal que se muestra en la Ilustración 18.

3.3.3. SACO

Para la carga de sacos y con una muestra de tamaño $n=28$ la curva que describe mejor su

comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal que se muestra en la Ilustración 19.

3.3.4. CAJA PISO Y CERÁMICO

Para la carga de cajas de piso flotante y cerámico, y con una muestra de tamaño $n=5$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Normal que se observa en la Ilustración 20.

3.3.5. UNIDAD (PUERTA)

Para la carga de puertas y con una muestra de tamaño $n=14$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal que se observa en la Ilustración 21.

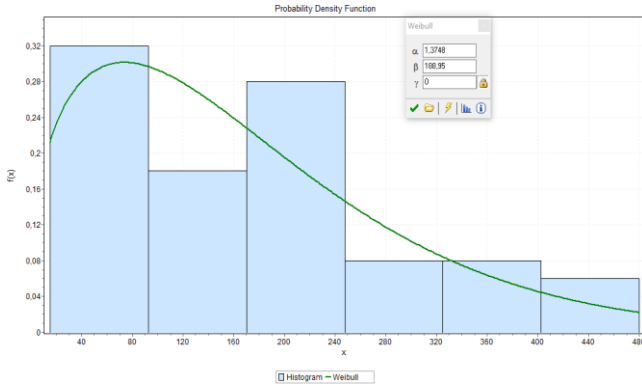


Ilustración 17: Gráfico de la distribución de probabilidad que representa la carga de tiras de perfiles metálicos.

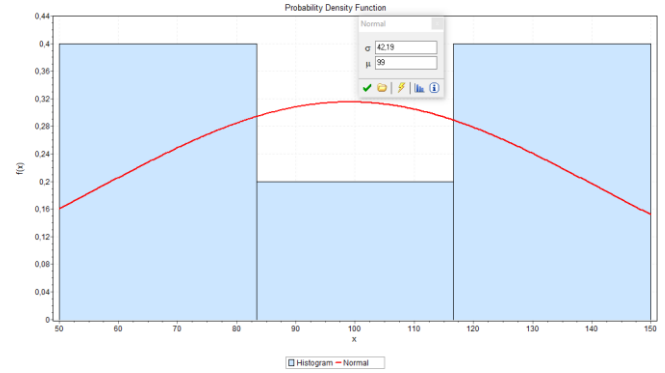


Ilustración 20: Gráfico de la distribución de probabilidad que representa la carga de cajas de piso y cerámico.

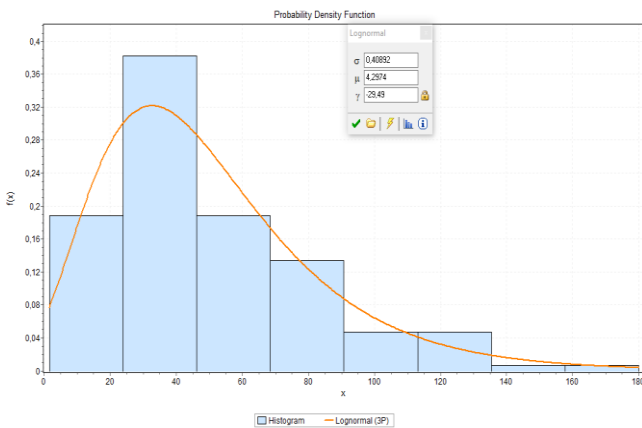


Ilustración 18: Gráfico de la distribución de probabilidad que representa la carga de planchas.

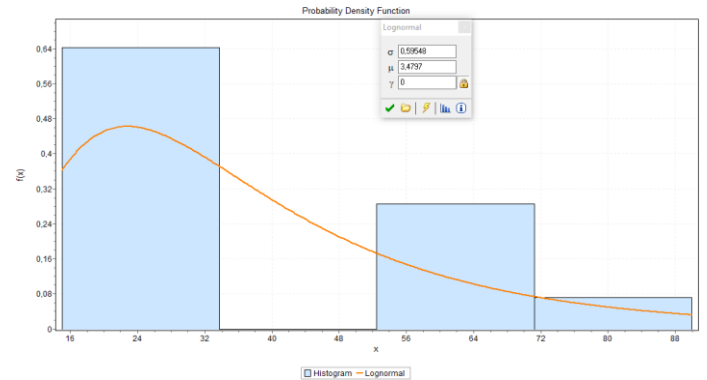


Ilustración 21: Gráfico de la distribución de probabilidad que representa la carga de unidades de puerta.

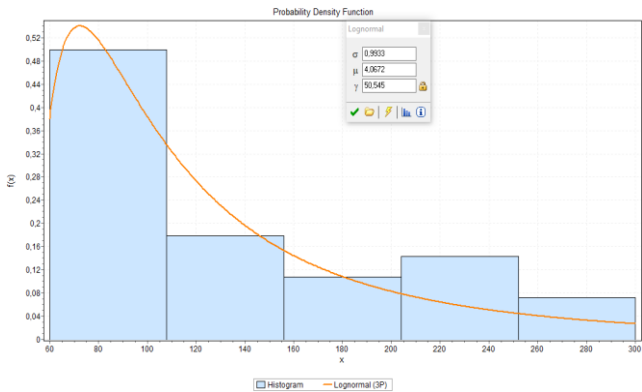


Ilustración 19: Gráfico de la distribución de probabilidad que representa la carga de sacos.

Además, como resultado en la etapa de carga se detalla en la Tabla 1 un resumen de los rangos de cantidades probables de carga por hora* hombre.

Tabla 1: Resumen de cantidades probables de carga con 90 y 50 % de confiabilidad.

CARGA	CANTIDAD CON 90% DE CONFIANZA Y unidad de material/ hr * hombre	CANTIDAD CON 50% DE CONFIANZA Y unidad de material/ hr * hombre
TIRA (METALCON)	21,78 – 419,71	76,34 – 239,62
PLANCHA	8,03 – 114,54	26,3 – 67,37
SACO	61,94 – 349,72	80,43 – 164,66
CAJAS PISO Y CERÁMICO	29,6 – 168,4	70,54 – 127,46
PUERTAS	12,19 – 86,42	21,72 – 48,49

3.4. PREPARACIÓN DESPACHO

3.4.1. MODO 1

Para el tiempo de espera desde la carga hasta que es despachado y con una muestra de tamaño $n=82$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull como se muestra en la Ilustración 22.

3.4.2. MODO 2

Para el tiempo de espera desde la carga hasta que es despachado y con una muestra de tamaño $n=68$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull que se observa en la Ilustración 23.

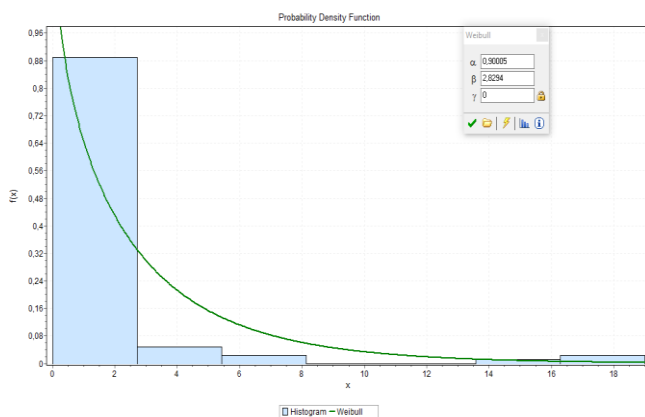


Ilustración 22: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada al tiempo de preparación despacho en modo 1.

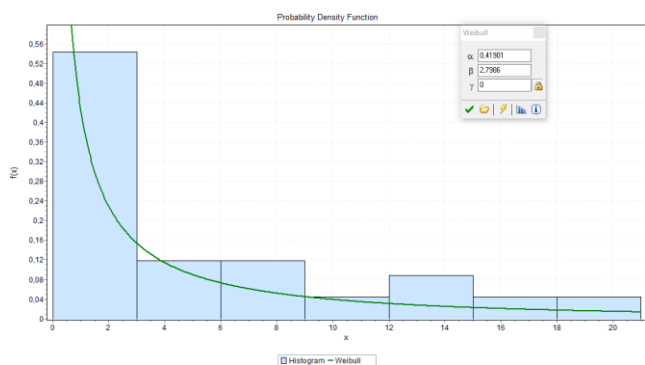


Ilustración 23: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada al tiempo de preparación despacho en modo 2.

Además, como resultado en la etapa de la preparación de despacho (inicio despacho-fin de la

3.4.3. MODO 3

Para el tiempo de espera desde la carga hasta que es despachado y con una muestra de tamaño $n=176$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal de 3 parámetros que se muestra en la Ilustración 24.

3.4.4. MODO 3 PROMEDIO

Para el tiempo de espera desde la carga hasta que es despachado y con una muestra de tamaño $n=21$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal que se muestra en la Ilustración 25.

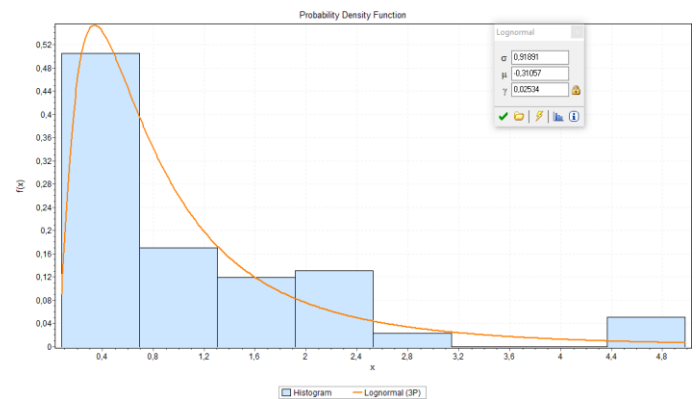


Ilustración 24: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada al tiempo de preparación despacho en modo 3.

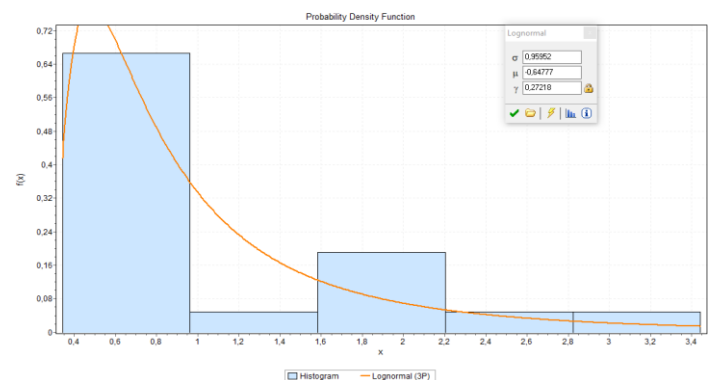


Ilustración 25: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada al tiempo promedio por día de preparación despacho en modo 3.

carga) se detalla en la Tabla 2 el rango de tiempo requeridos para dicha etapa.

3.5. DESPACHO

3.5.1. MODO 1

Para el despacho y con una muestra de tamaño $n=82$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull como se observa en la Ilustración 26 .

3.5.2. MODO 2

Para el despacho y con una muestra de tamaño $n=68$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull como se muestra en la Ilustración 28.

3.5.3. MODO 3

Para el despacho y con una muestra de tamaño $n=176$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal como se observa en la Ilustración 27 .

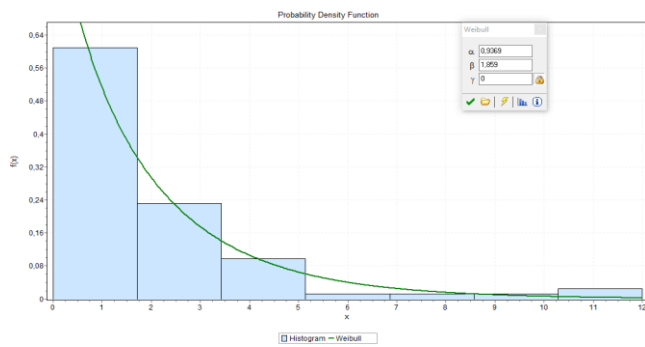


Ilustración 26: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada al despacho en modo 1.

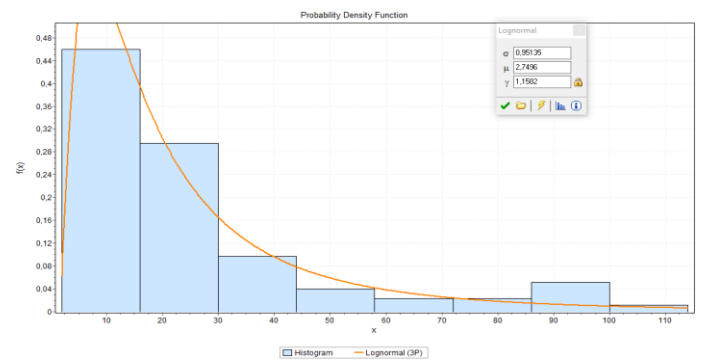


Ilustración 27: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada al despacho en modo 3.

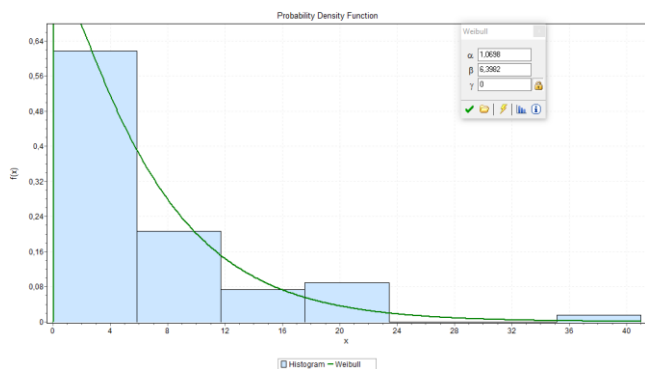


Ilustración 28: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada al despacho en modo 2.

El tiempo de despacho (inicio descarga-inicio despacho) se detalla en la Tabla 2 que resume los intervalos de tiempo asociados a la etapa señalada.

Tabla 2: Resumen de intervalos de tiempo de preparación despacho y despacho con 90 y 50 % de confiabilidad.

	INTERVALO DE TIEMPO PREPARACIÓN DESPACHO CON 90% DE CONFIABILIDAD	INTERVALO DE TIEMPO PREPARACIÓN DESPACHO CON 50% DE CONFIABILIDAD	INTERVALO DE TIEMPO DESPACHO CON 90% DE CONFIANZA	INTERVALO DE TIEMPO DESPACHO CON 50% DE CONFIANZA
MODO 1	0,14 min-2,08 min	0,44 min-1,24 min	0,08 min -6 min	0,49 min -2,63 min
MODO 2	0,002 min -38,38 min	0,14 min -6,1 min	0,4 min -17,84 min	2 min -8,68 min
MODO 3	0,19 hr -3,35 hr	0,42 hr-1,39 hr	4,43 min -75,93 min	9,39 min-30,86 min
MODO 3 PROMEDIO	0,38 hr -2,81 hr	0,55 hr-1,27 hr	-----	-----

3.6. DESCARGA

3.6.1. TIRA DE METALCON

Para la descarga de tiras de perfil metálico, y con una muestra de tamaño $n=61$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Weibull como se muestra en la Ilustración 29.

3.6.2. CAJA PISO Y CERÁMICO

Para la descarga de cajas de piso flotante y cerámico, y con una muestra de tamaño $n=5$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Normal que se observa en la Ilustración 30.

3.6.3. PLANCHA

Para la descarga de planchas y con una muestra de tamaño $n=168$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal que se muestra en la Ilustración 31.

3.6.4. UNIDAD (PUERTA)

Para la descarga de unidades de puerta y con una muestra de tamaño $n=13$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal que se muestra en la Ilustración 32.

3.6.5. SACO

Para la descarga de sacos y con una muestra de tamaño $n=32$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal como se observa en la Ilustración 33.

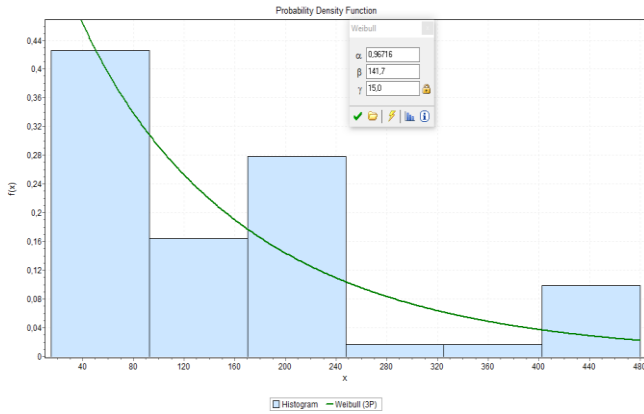


Ilustración 29: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada a la descarga de tiras de perfiles metálicos.

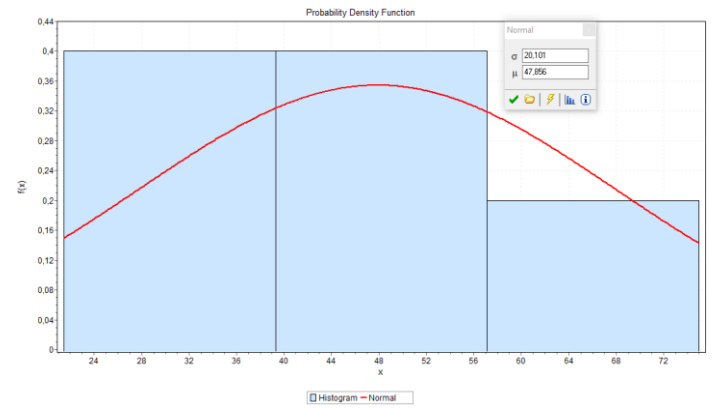


Ilustración 30: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada a la descarga de cajas de piso y cerámico.

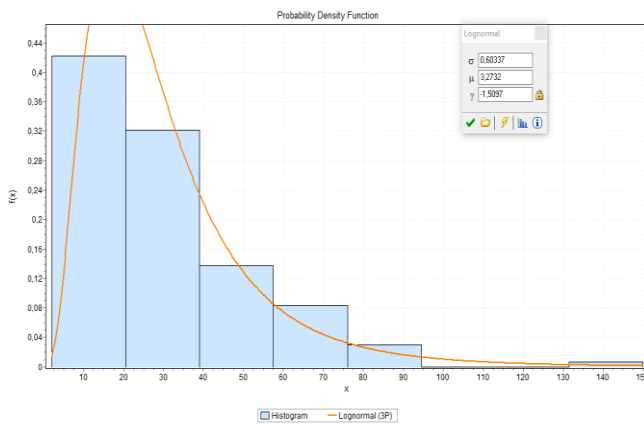


Ilustración 31: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada a la descarga de planchas.

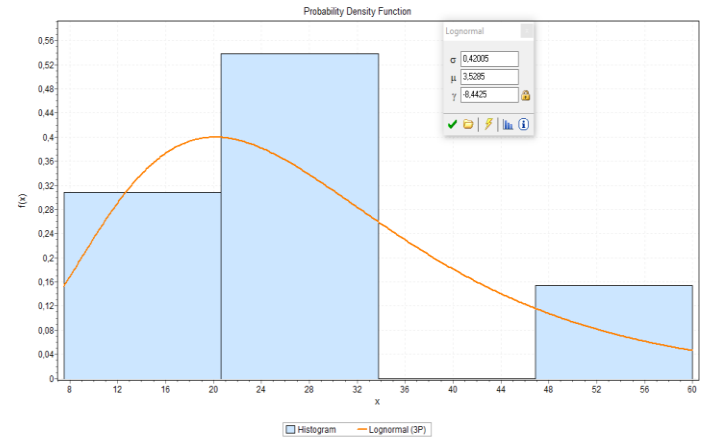


Ilustración 32: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada a la descarga de unidades de puertas.

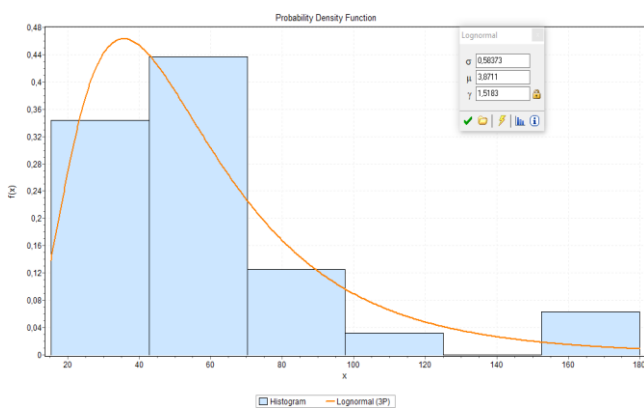


Ilustración 33: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada a la descarga de sacos.

Además, como resultado en la etapa de descarga se detalla en la Tabla 3 un resumen de los rangos de cantidades probables de descarga por hora* hombre.

Tabla 3: Resumen de cantidades probables de descarga con 90 y 50 % de confiabilidad.

DESCARGA	CANTIDAD CON 90% DE CONFIANZA Y unid de material/ hr * hombre	CANTIDAD CON 50% DE CONFIANZA Y unid de material/ hr * hombre
TIRA (METALCON)	21,57 – 455,61	54,08 – 213,63
PLANCHA	8,27 – 69,7	16,06 – 38,14
SACO	19,89 – 126,89	33,89 – 72,67
CAJAS PISO Y CERÁMICO	14,79 – 80,92	34,3 – 61,41
PUERTAS	8,63 – 59,55	17,22 – 36,79

3.7. RETORNO

Para el tiempo de retorno y con una muestra de tamaño $n=326$ la curva que describe mejor su comportamiento es la de la distribución de probabilidad Lognormal como se muestra en la Ilustración 34. Además, como resultado se puede estimar que con un 90% de confianza los tiempos de retorno se mueven en el intervalo de tiempo {0,71 min-55,39 min} y con un 50% de confianza el intervalo de tiempo es {2,57 min -15,33 min}.

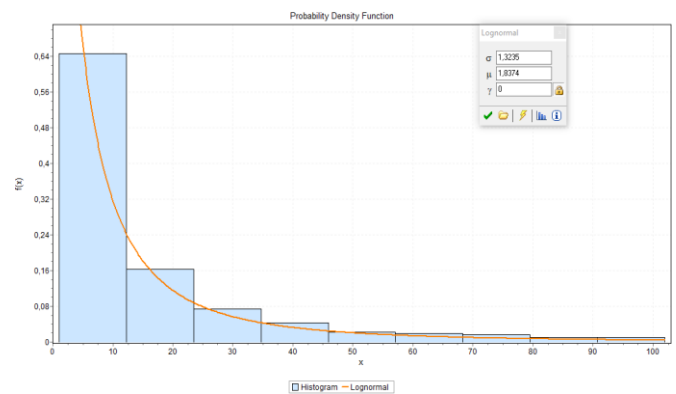


Ilustración 34: Gráfico que representa la distribución de probabilidad asociada al tiempo de retorno.

4. CONCLUSIONES

- Existe una alta variabilidad en los plazos de entrega a obra. En promedio el 93% de los pedidos cumple con el plazo comprometido (12 hr) y el 7% restante se entrega entre 12 hr y 24 hr.
- Los tiempos de ciclo varían según el tipo y cantidad de material, el modo de transporte y la cantidad de mano de obra disponible. Sin embargo, se puede concluir que el tiempo de ciclo mayor se registra en el modo full mecanizado con un tiempo de ciclo promedio de 122 min. Considerando este T_{ciclo} la capacidad de atención es de 4 pedidos por día.
- Se puede determinar que el tiempo de ciclo promedio considerando todos los modos de traslado es 47 min y considerando este T_{ciclo} la capacidad de atención es 11 pedidos por día.
- En el modo full mecanizado el tiempo de preparación despacho, es decir, el tiempo desde que ha sido cargada la última unidad de material y hasta que comienza a despacharse es el que consume más del 50% del tiempo de ciclo.
- En el modo semi-mecanizado se puede concluir que del tiempo de ciclo, el tiempo de despacho es el mayor ya que se utiliza un carro de arrastre que hace dificultoso el traslado debido al peso que no sólo corresponde al material en traslado sino al del carro propiamente tal. Sin embargo, para el caso particular de las cajas de pisos y cerámicos el mayor tiempo se registra en la descarga debido a que desde el primer piso se descarga hacia los pisos superiores y de sólo una caja por “viaje”.
- Para los tiempos de ciclo total donde el tiempo de retorno es el de mayor porcentaje se puede concluir que la mano de obra es la más impredecible. De ahí, que el histograma de retorno muestre alta variabilidad y su intervalo de tiempo probable sea tan flexible.
- Para el tiempo de ciclo en el modo manual el tiempo de despacho utiliza mayor parte en el tiempo de ciclo total debido a la difícil manipulación de las unidades de material en traslado.
- Los histogramas de carga presentan una alta variabilidad de acuerdo al tipo de material que se está cargando. Asimismo, para la descarga. Sin embargo, se puede concluir que en todo tipo de material en general se llega a doblar la cantidad de unidades cargadas por sobre las descargadas, esto debido a que las distancias de carga son más cortas que las de descarga.
- En las tiras de metalcon esto último no se cumple ya que tanto carga como descarga tienen un intervalo uniforme debido a que el acceso para la carga presenta dificultades en general.



5. OBSERVACIONES

- No existe coordinación entre bodega y jefe de terreno a cargo de grúa torre.
- Respecto a la solicitud de materiales hechas por el supervisor, bodega no tiene conocimiento de las especificaciones técnicas de las partidas, por lo tanto, se entrega material similar, pero que no cumple todos los requerimientos que han sido solicitados.
- Bodega no tiene conocimiento de las entregas de partidas diarias (cartillas cerradas), por lo tanto, desconoce las prioridades de terreno del día siguiente, ya que no participa de las reuniones diarias de programación que se hacen al terminar la jornada. Esto último, genera que se entreguen los pedidos a departamentos “sin cancha” provocando acopio de material que no se puede utilizar y que corre el riesgo de que al moverlo éste se destruya o se pierda. Además, de utilizar tiempo en hombres que deben hacer este trabajo.
- Equipos en arriendo inadecuados para ejecutar los trabajos. Los equipos se sobrecalientan o no son adecuados para la persona que lo está manipulando.
- No existe equivalencia entre equipos y extensiones.
- Poca conciencia de cuadrilla de jornales respecto del material que reparten, especialmente de los más delicados, los cuales deben ser repuestos retrasando la entrega de pedidos.
- Irresponsabilidad de jornales en sus horarios, falta de compromiso y desinterés. Básicamente, “buscar el día”.
- No hay comunicación oportuna entre mantención y bodega... la reacción no es inmediata.
- Desinterés de solucionar problemas.

6. OPORTUNIDAD DE MEJORA

- La grúa torre debe prestar servicio a toda la obra, por lo tanto, debe existir coordinación oportuna entre el jefe de bodega y el jefe de terreno a cargo de esta maquinaria considerando como mínimo 45 minutos para movimientos de material durante la jornada ajustando prioridades.
- Bodega debe informarse y respaldarse, trabajando en conjunto con Oficina Técnica respecto de los materiales específicos utilizados para cada partida cuidando que cumplan con los requerimientos solicitados. Utilizar cuadro que especifique cantidades, tipo de material y partida a ejecutar.
- Bodega debe participar en la reunión diaria de programación del día siguiente para conocer cartillas cerradas y prioridades de entrega del día siguiente, ya que los horarios de pedidos diarios de materiales que generan los supervisores no coinciden con la entrega de cartillas cerradas.
- Considerar equipos de mejor calidad y rendimiento (que permitan un rendimiento constante).
- La cantidad de equipos debe ser equivalente con la cantidad de extensiones. Adicionalmente, debe considerarse un amplio stock de reserva que permita solucionar problemas de distancias y/o fallas de manera oportuna.
- Debe existir capacitación a los jornales de bodega respecto de los materiales que manipulan y de su forma de acopio en terreno cuidando además, las partidas que ya han sido entregadas (papel mural, tabiquería, pisos y cerámicos, etc.).
- Generar compromisos de cuadrilla garantizando un incentivo económico por responsabilidad en horarios y entrega de pedidos por día.
- Bodega debe generar informe de los equipos con falla al finalizar la jornada, de modo que, los equipos sean revisados por mantención a la brevedad o a primera hora del inicio de la jornada del día siguiente. Si el equipo no tiene arreglo gestionar reemplazo del equipo dentro de la mañana.
- Voluntad al diálogo y aceptar nuevos métodos o propuestas.



UCSC

7. REFERENCIAS

D., P. (1993). *Modelos y métodos.1. Fundamentos*. Madrid: Alianza Universidad Textos.

Martín Pliego FJ, R.-M. L. (1997). *Estadística I: Probabilidad*. Madrid: AC.