



TESIS

“Identificación y Eliminación de restricciones en un Proceso de Ingreso y Salida de Contenedores de un puerto, empleando un Modelo de Simulación”

Autor: Gladys Quirola Molina
Director: Ing. Marcos Buestán B.
Febrero 2007



Objetivo General de la Tesis

Identificar los cuellos de botella del proceso de ingreso y salida de contenedores en base a un estudio de tiempos que proporcione la información necesaria para que a través de un modelo de simulación se identifiquen las operaciones restrictivas y se establezcan alternativas de mejora, que reduzcan su impacto.



Objetivos Específicos

- Identificar el cuello de botella del proceso de ingreso y salida de contenedores en base a un estudio de tiempos.
- Realizar un análisis de movimientos de las operaciones restrictivas.
- Establecer alternativas de mejora que permitan eliminar o disminuir el cuello de botella.
- Validar las mejoras planteadas como resultado del estudio de movimientos mediante el modelo de simulación.

Metodología

Primera Etapa

Identificar las operaciones restrictivas del proceso y obtener los estadísticos para input al

modelo de

Segunda Etapa

Objetivo: Ayudar a establecer alternativas de mejora a las operaciones restrictivas identificadas en el estudio

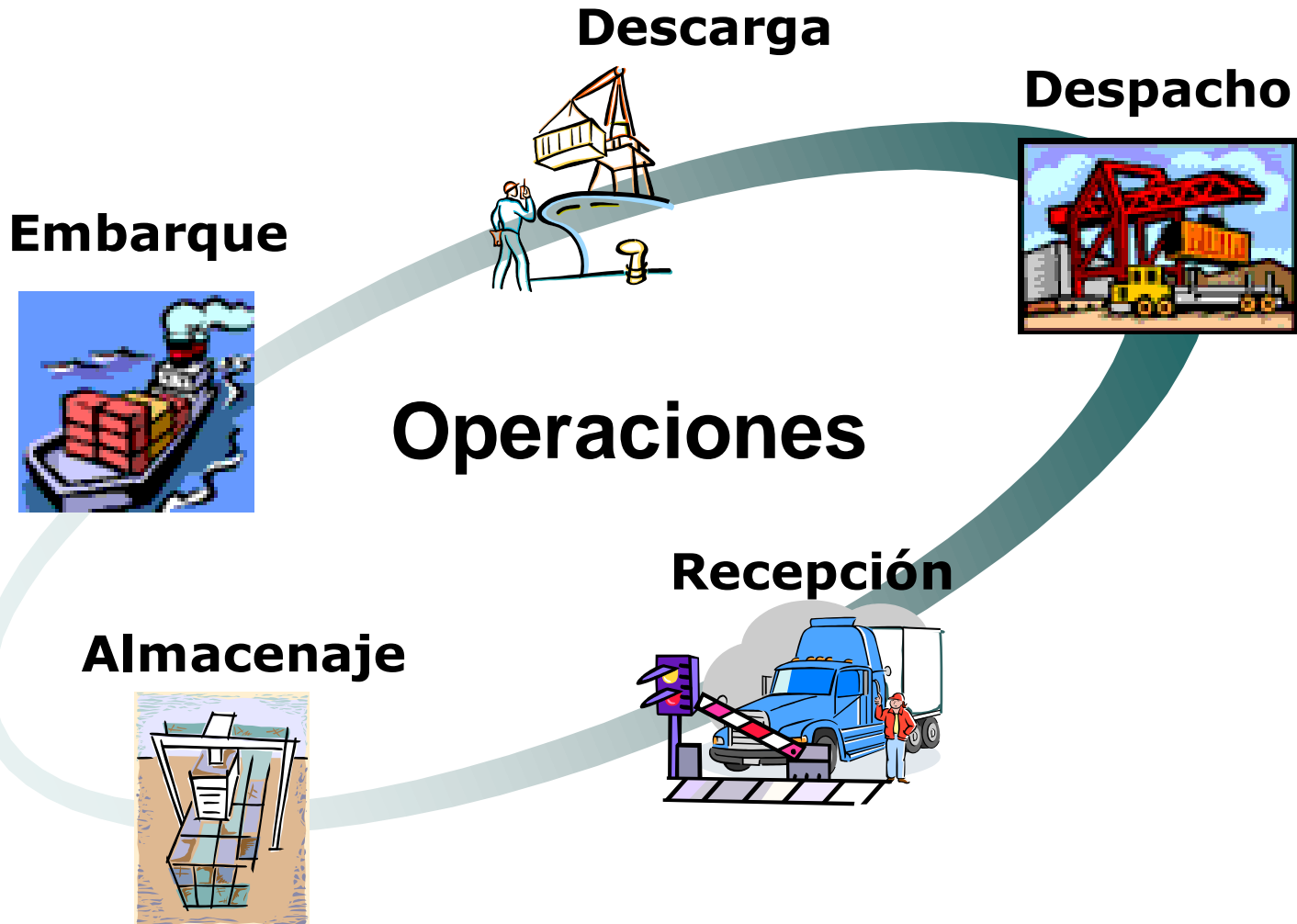
identificadas en el estudio

Tercera Etapa

Incluir las mejoras planteadas en el estudio de movimientos al modelo de simulación y elaborar pruebas

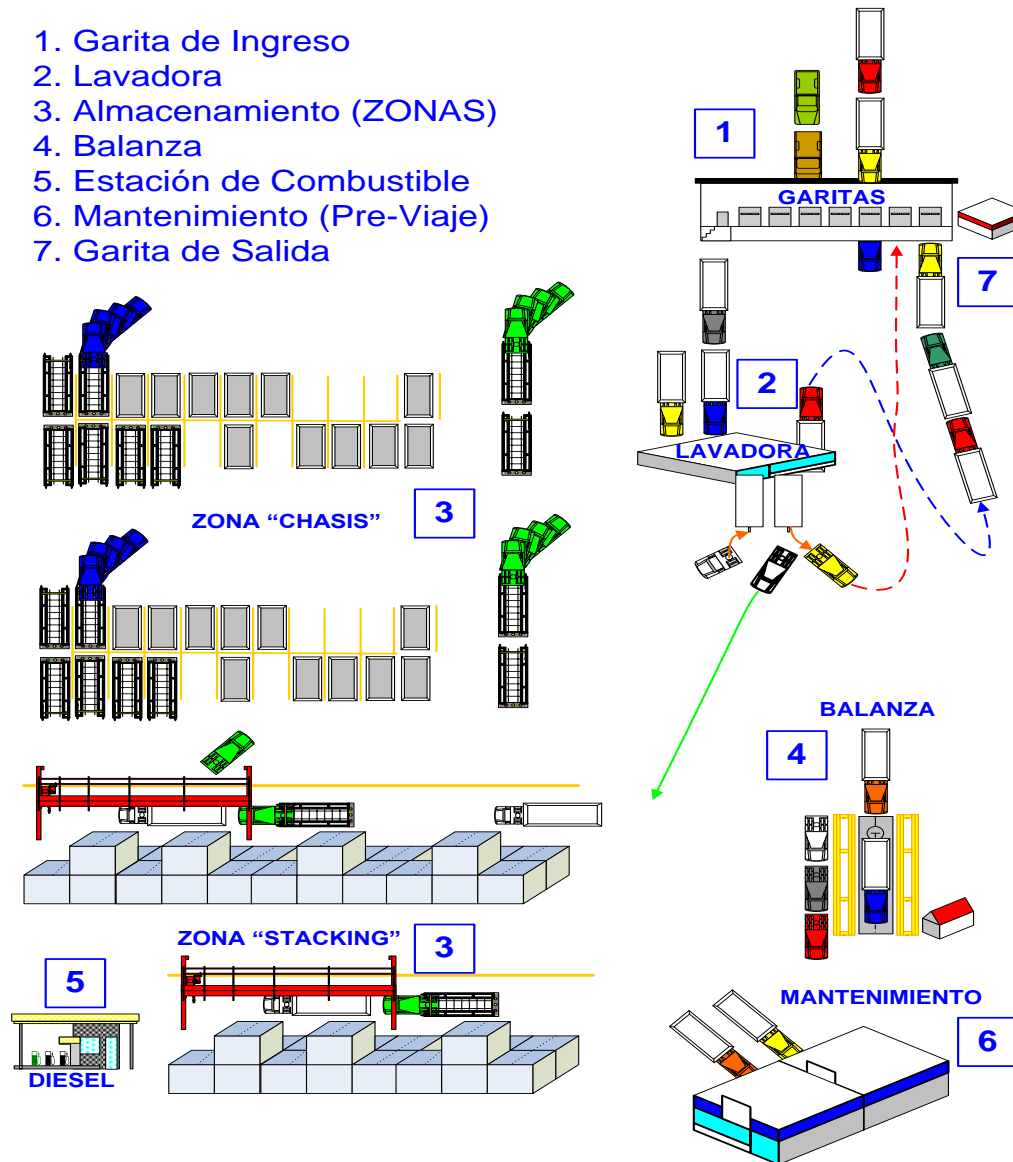
elaborar pruebas

Proceso de Ingreso y Salida de Contenedores del Puerto



Mapeo de las Operaciones

1. Garita de Ingreso
2. Lavadora
3. Almacenamiento (ZONAS)
4. Balanza
5. Estación de Combustible
6. Mantenimiento (Pre-Viaje)
7. Garita de Salida





Estudio de Tiempos

Ingreso de Contenedores

SIN BUQUE - DIA	
Tiempo e/ arribos	14.53 min
Cola en garita	-
Serv. Garita Ent.	7.66 min
Desenganch Cab. Lavado	1.42 min
Servicio Lavado	2.68 min
Eng. Capacity Lavado	7.39 min
Cola Carga RTG	8.71 min
Servicio Carga RTG	4.00 min
Conexión	3.15 min
Tiempo Ciclo	49.54 min

SIN BUQUE - NOCHE	
Tiempo e/ arribos	4.42 min
Cola en garita	26.66 min
Serv. Garita Ent.	17.76 min
Desenganch Cab. Lavado	1.42 min
Servicio Lavado	3.02 min
Eng. Capacity Lavado	4.17 min
Cola Carga RTG	3.95 min
Servicio Carga RTG	1.71 min
Conexión	3.15 min
Tiempo Ciclo	66.25 min

CON BUQUE - DIA	
Tiempo e/ arribos	12.57 min
Cola en garita	-
Serv. Garita Ent.	5.22 min
Desenganch Cab. Lavado	1.42 min
Servicio Lavado	3.67 min
Eng. Capacity Lavado	7.39 min
Cola Carga RTG	8.71 min
Servicio Carga RTG	4.00 min
Conexión	1.75 min
Tiempo Ciclo	44.74 min

CON BUQUE - NOCHE	
Tiempo e/ arribos	7.45 min
Cola en garita	39.09 min
Serv. Garita Ent.	15.23 min
Desenganch Cab. Lavado	1.42 min
Servicio Lavado	3.02 min
Eng. Capacity Lavado	8.09 min
Cola Carga RTG	3.95 min
Servicio Carga RTG	1.81 min
Conexión	1.75 min
Tiempo Ciclo	81.80 min



Estudio de Tiempos

Salida de Contenedores

CON BUQUE - DIA	Banano	C. General
Búsqueda Chassis	12.06 min	3.71 min
Enganche Chassis	3.98 min	1.73 min
Transp. a Stacking	-	-
Cola Grúa Portacont	-	-
Serv Grúa Portacont	9.52 min	3.45 min
Trans a Estac Diesel	-	2.59 min
Serv Estac Diesel	-	13.05 min
Trans a Mantenimiento	-	-
Cola Mantenimiento	-	6.98 min
Serv Mantenimiento	-	2.70 min
Cola Balanza	-	4.63 min
Serv Balanza	-	3.99 min
Lavado Salida	2.75 min	3.24 min
Serv Garita Salida	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	31.35 min	49.11 min

CON BUQUE - NOCHE	Banano	C. General
Búsqueda Chassis	9.71 min	15.92 min
Enganche Chassis	3.23 min	1.88 min
Transp. a Stacking	-	-
Cola Grúa Portacont	4.39 min	-
Serv Grúa Portacont	5.35 min	-
Trans a Estac Diesel	-	-
Serv Estac Diesel	-	7.32 min
Trans a Mantenimiento	-	1.77 min
Cola Mantenimiento	-	1.99 min
Serv Mantenimiento	-	7.49 min
Cola Balanza	-	3.53 min
Serv Balanza	-	4.92 min
Lavado Salida	3.10 min	2.96 min
Serv Garita Salida	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	28.81 min	50.80 min



Estudio de Tiempos

Salida de Contenedores

SIN BUQUE - DÍA	Banano	C. General
Búsqueda Chassis	10.43 min	3.71 min
Enganche Chassis	2.71 min	4.04 min
Transp. a Stacking	5.99 min	2.96 min
Cola Grúa Portacont	5.25 min	19.02 min
Serv Grúa Portacont	1.44 min	2.02 min
Trans a Estac Diesel	-	16.33 min
Serv Estac Diesel	-	5.67 min
Trans a Mantenimiento	-	-
Cola Mantenimiento	-	1.08 min
Serv Mantenimiento	-	8.50 min
Cola Balanza	-	4.02 min
Serv Balanza	-	2.58 min
Lavado Salida	3.51 min	2.96 min
Serv Garita Salida	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	32.37 min	75.94 min

SIN BUQUE - NOCHE	Banano	C. General
Búsqueda Chassis	5.64 min	12.90 min
Enganche Chassis	4.34 min	3.41 min
Transp. a Stacking	3.25 min	2.93 min
Cola Grúa Portacont	5.81 min	5.21 min
Serv Grúa Portacont	4.36 min	4.48 min
Trans a Estac Diesel	-	2.32 min
Serv Estac Diesel	-	7.69 min
Trans a Mantenimiento	-	-
Cola Mantenimiento	-	-
Serv Mantenimiento	-	6.14 min
Cola Balanza	-	1.42 min
Serv Balanza	-	4.51 min
Lavado Salida	3.21 min	3.02 min
Serv Garita Salida	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	29.64 min	57.05 min

Establecimiento del Número de Réplicas

$$n' = \left[\frac{z_{\alpha/2} \cdot s}{e} \right]^2$$

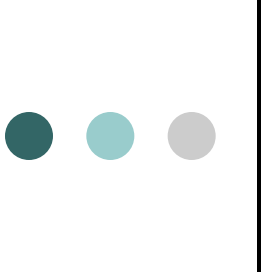
$\alpha=0.01$ $e= 0.25$ min

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Nombre del Registro	Con Buque		Sin Buque	
	Día	Noche	Día	Noche
Cola en garita	30,50 min	47,17 min	1,23 min	20,26 min
Atención Garita de entrada	0,49 min	0,51 min	0,63 min	0,31 min
Cola en estación de lavado	0,02 min	0,03 min	0,06 min	0,06 min
Servicio lavado de entrada	0,26 min	0,23 min	0,22 min	0,20 min
Tiempo búsqueda chasis	0,29 min	0,26 min	0,34 min	0,30 min
Retirar Cont. Vacío zona stacking	0,40 min	0,48 min	0,41 min	0,39 min
Servicio lavado de salida	0,16 min	0,21 min	0,06 min	0,06 min
Abastecimiento diesel	0,60 min	0,92 min	0,61 min	0,41 min
Inspección de Mantenimiento	0,78 min	0,75 min	0,65 min	0,59 min
Servicio de Balanza	0,29 min	0,25 min	0,15 min	0,18 min
Atención garita de salida	0,29 min	0,33 min	0,73 min	0,71 min
Almacen. Cont lleno zona stacking	0,06 min	0,06 min	0,59 min	0,58 min

NÚMERO DE RÉPLICAS

Nombre del Registro	Con Buque		Sin Buque	
	Día	Noche	Día	Noche
Cola en garita	27	65	0	12
Atención Garita de entrada	25	27	42	10
Cola en estación de lavado	0	0	0	0
Servicio lavado de entrada	7	6	5	4
Tiempo búsqueda chasis	9	7	12	10
Retirar Cont. Vacío zona stacking	17	24	18	16
Servicio lavado de salida	3	5	0	0
Abastecimiento diesel	38	89	39	18
Inspección de Mantenimiento	64	59	45	37
Servicio de Balanza	9	7	2	3
Atención garita de salida	9	12	56	53
Almacen. Cont lleno zona stacking	0	0	37	36



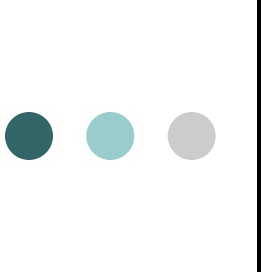
Resultados de la Simulación

ESCENARIO CON BUQUE – DÍA

	Media	0	5	10	15	20	40	60
Cola estación de lavado	0.49	(---*---)						
Atención garita de salida	3.39	(---*---)						
Servicio lavado de salida	3.89	(---*---)						
Almac lleno zonastacking	4.61	(---*---)						
Tiempo búsqueda chasis	4.91	(---*---)						
Serv lavado de entrada	5.25	(---*---)						
Serv de Balanza	6.05	(---*---)						
Abastecimiento de diesel	6.28	(---*---)						
Retirar vacio zon stacking	6.68	(---*---)						
Inspección de Mantenim	11.29	(---*---)						
Atención garita entrada	17.26				(---*---)			
Cola en garita	68.69							(---*---)

ESCENARIO SIN BUQUE - DÍA

	Media	0	5	10	15	20
Cola estación de lavado	0.54	(---*---)				
Servicio lavado de salida	1.27	(---*---)				
Serv de Balanza	1.76	(---*---)				
Cola en garita	3.58	(---*---)				
Atención garita de salida	3.66	(---*---)				
Serv lavado de entrada	4.31	(---*---)				
Tiempo búsqueda chasis	5.00	(---*---)				
Inspección de Mantenim	7.55	(---*---)				
Retirar vacio zon stacking	7.57	(---*---)				
Abastecimiento de diesel	8.07	(---*---)				
Atención garita entrada	8.70	(---*---)				
Almac lleno zon stacking	9.46	(---*---)				



Resultados de la Simulación

ESCENARIO CON BUQUE – NOCHE

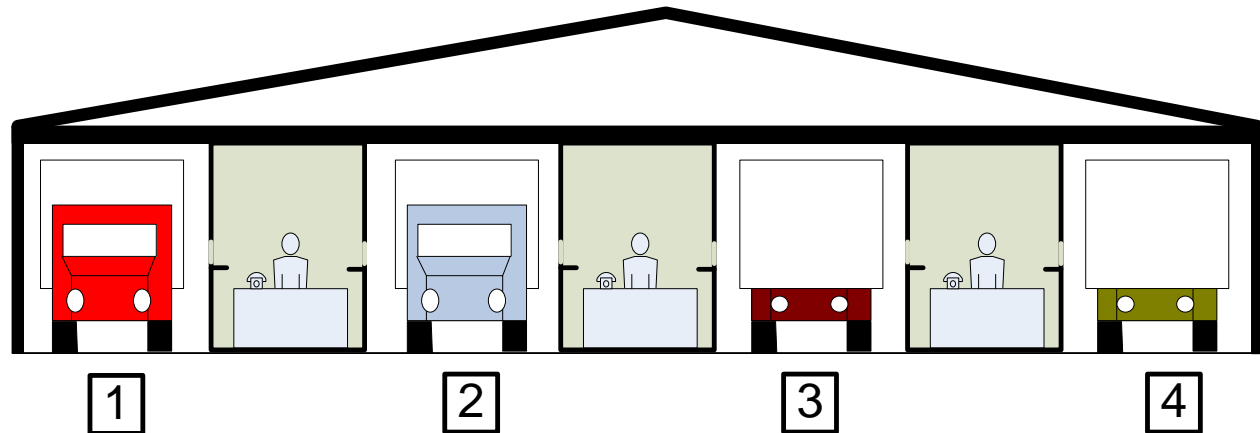
ESCENARIO SIN BUQUE - NOCHE

	Media	0	5	10	15	50	100	150
Cola estación de lavado	0.49	(---*---)						
Atención garita de salida	3.37	(---*---)						
Servicio lavado de salida	3.81	(---*---)						
Almac lleno zonastacking	4.59	(---*---)						
Tiempo búsqueda chasis	4.90	(---*---)						
Serv lavado de entrada	5.28	(---*---)						
Serv de Balanza	6.06	(---*---)						
Abastecimiento de diesel	6.39	(---*---)						
Retirar vacio zon stacking	6.76	(---*---)						
Inspección de Mantenim	11.33	(---*---)						
Atención garita entrada	17.34	(---*---)						
Cola en garita	209.62	(---*---)						

	Media	0	5	10	20	40	80	120
Cola estación de lavado	0.61	(---*---)						
Servicio lavado de salida	1.27	(---*---)						
Serv de Balanza	1.79	(---*---)						
Atención garita de salida	3.59	(---*---)						
Serv lavado de entrada	3.98	(---*---)						
Tiempo búsqueda chasis	4.44	(---*---)						
Inspección de Mantenim	7.30	(---*---)						
Atención garita entrada	7.44	(---*---)						
Retirar vacio zon stacking	7.59	(---*---)						
Abastecimiento de diesel	7.81	(---*---)						
Almac lleno zon stacking	9.38	(---*---)						
Cola en garita	137.35	(---*---)						

Identificación del Cuello de Botella

- Luego de los resultados obtenidos, se pudo establecer que las garitas eran la operación restrictiva del proceso.



Análisis de Movimientos

ACTIVIDADES DEL DIGITADOR	Tiempo MIN	ACTIVIDADES DEL INSPECTOR	ACTIVIDADES DEL COLOCADOR DE ESPONJA
Espera	1.0	Recibe el EIR de salida del chofer	Rompe el sello plástico y abre las puertas del contenedor
Recibe la Hoja de Ruta del chofer	2.0	Realiza la inspección del contenedor y chasis y llena EIR de ingreso	Coloca andamio para subir al contenedor
	3.0		Coloca la esponja dentro del contenedor
Verifica información y llena sticker	4.0	Espera	Cierra las puertas del contenedor y coloca nuevo sello plástico
	5.0		Registra el número de sello de salida y entrada en el formato
Llena datos de chofer en HR, firma y sella	6.0	Retira sticker y coloca en contenedor	
Ingresa la información de la carga en el sistema	7.0	Espera	
	8.0		
Imprime EIR de ingreso y entrega al inspector	9.0	Compara EIR de salida con EIR de entrada	
	10.0		
Digita en el sistema, información del booking	11.0	Si encuentra daño en el equipo reporta al coordinador	
	12.0		
Imprime EIR de salida y entrega al chofer	13.0		
	14.0		
	15.0		

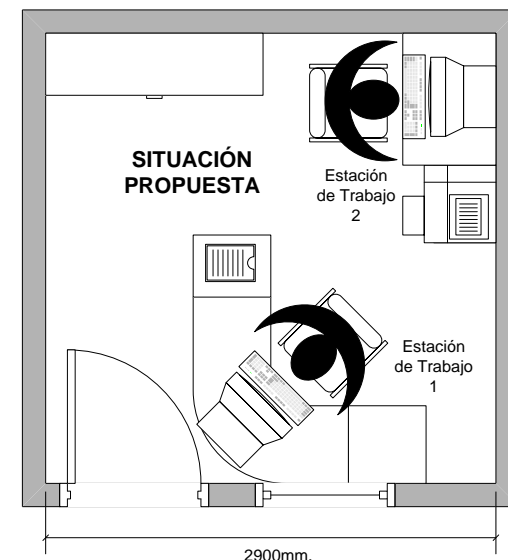
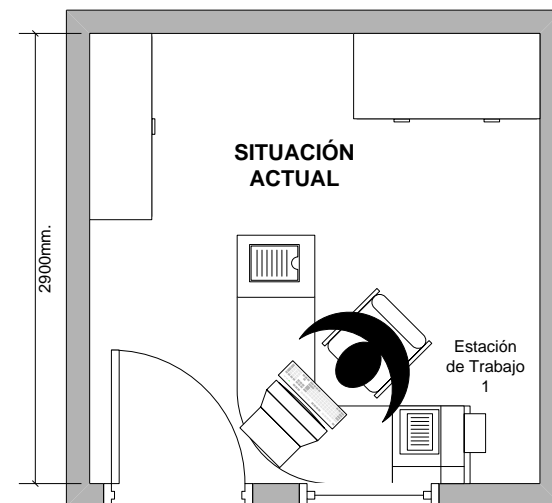
Propuestas de Mejora

DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL ACTUAL

Actividad	Turno 1 (08H00 - 20H00)	Turno 2 (20H00 - 08H00)	Pers. x turno
Digitación	1	1	2
Inspección	1	2	3
Coloc. de Esponja	2	2	4
Total x día	4	5	9

DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL PROPUESTO

Actividad	Turno 1 (08H00 - 16H00)	Turno 2 (16H00 - 00H00)	Turno 3 (00H00 - 08H00)	Pers. x turno
Digitación	1	2	2	5
Inspección	1	2	2	5
Coloc. de Esponja	1	2	2	5
Total x día	3	6	6	15



Propuestas de Mejora

PATIO DE CONTENEDORES EIR RECEIPT

FECHA	NO. DE TRANSACTION	NO. EIR	ORDEN DE TRANSPORTE
CONTAINER	CHASSIS	GENSET	LICENCIA DEL CONDUCTOR
NO. DE PLACA	SELLOS	TRANSPORTISTA	
HUBOMETRO	ENTRADA	SALIDA	OTRAS MARCAS
GENERADOR	ENTRADA	SALIDA	
COMBUSTIBLE	ENTRADA	SALIDA	
NO. DE BOOKING	BARCO	VIAJE	DESTINO PESO
CARGA	TEMPERATURA	HAZARDOUS INFO.	

INSPECCION DE SEGURIDAD

Marque con una X en el área correspondiente (N/A no es aplicable)

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>SI</th><th>NO</th><th>N/A</th></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	SI	NO	N/A																												
SI	NO	N/A																														
Pisos falsos Techos falsos Armazón del contenedor Paredes delanteras y laterales falsas Remaches de bisagras de puertas Remaches de paredes Remaches nuevos	Pegamento o material extraño en las paredes Paredes desiguales o sinuosas Llantas de chasis y remolque Tanques de aire Tanques de combustibles Marcas o quemaduras recientes de soldadura Pintura nuevas en partes o parches																															

CONTENEDOR		PARCHES	HUECO	ROTO	ABOLLADURA	ACCIDENTADO	DELAMINADO	RAYON	FALTANTE
VISTA	POSICION	COD.	FR	FO	AB	AC	DE	RA	FA
LADO IZQUIERDO	ARRIBA	IAR							
	MEDIO	IMD							
LADO DERECHO	ARRIBA	DAR							
	MEDIO	DMD							
ATRAS	DERECHO	ADR							
	IZQUIERDO	AIZ							
FRENTE	ARRIBA	FAR							
	ABAJO	FAB							
TECHO	ARRIBA	TAR							
	MEDIO	TMD							
ATRAS	ARRIBA	ATR							
	MEDIO	ATM							

SELLO DE LLANTAS

<input type="checkbox"/> TOMAS DE AIRE MANITO (2) 30W	<input type="checkbox"/> AROS DE RUEDAS (8) ADR	<input type="checkbox"/> LUCES ROTAS LAT. (8) LRL	<input type="checkbox"/> LUCES DIREC. POSTERIOR (2) LDP
<input type="checkbox"/> TOMAS DE LUZ (1) TL	<input type="checkbox"/> TANQUE DE AIRE DE RESERVA (2) TAR	<input type="checkbox"/> TAPACUROS (2) TPC	<input type="checkbox"/> LUCES STOP POSTERIOR (2) LSP
<input type="checkbox"/> CABLE ENCHUFE/GENSET (1) CES	<input type="checkbox"/> VALVULAS DE AIRE (3) VA	<input type="checkbox"/> ESPARRAGOS (20) ESP	<input type="checkbox"/> LONDRAS (2) LLD
<input type="checkbox"/> MANIVELA (1) MVL	<input type="checkbox"/> MANGUERAS (6) MNG	<input type="checkbox"/> TUBOS DE PLEGUE (2) TPT	<input type="checkbox"/> MANOJOS POSTERIOR (1) MPO
<input type="checkbox"/> PATA DE CHASSIS (2) PCH	<input type="checkbox"/> PULMONES DE AIRE (4) PPA	<input type="checkbox"/> CABLES DE PLEGUE (2) CPL	<input type="checkbox"/> CABLE / PLUG CONTENEDOR (1) CPC
<input type="checkbox"/> BATERIAS (2) BTR	<input type="checkbox"/> RACHES FRENS (4) RFR		

LLANTAS

POSICION	MARCA	ESTADO	POSICION	MARCA	ESTADO
D. E. FRENTE			I. E. FRENTE		
D. I. FRENTE			I. I. FRENTE		
D. E. ATRAS			I. E. ATRAS		
D. I. ATRAS			I. I. ATRAS		

OBSERVACIONES:

ACEPTO QUE EN ESTA FECHA HE INSPECCIONADO CUIDADOSAMENTE EL EQUIPO DESCRITO ARRIBA Y QUE EN LO QUE EN ESTE DOCUMENTO SE REPORTA ES CIERTO Y CORRECTO Y ES EL RESULTADO DE DICHA INSPECCION. COPIA DE ESTE DOCUMENTO FUE ENTREGADO Y RECIBIDO POR LOS ABAJO FIRMANTES.

NOMBRE DEL INSPECTOR:	FIRMA DEL INSPECTOR:	NOMBRE CHOFER:	FIRMA DEL CHOFER:
-----------------------	----------------------	----------------	-------------------

PATIO DE CONTENEDORES EIR RECEIPT

BANANAPUERTO "NAPORTEC"

FECHA	NO. DE TRANSACTION	NO. EIR	ORDEN DE TRANSPORTE
CONTAINER	CHASSIS	GENSET	
NO. DE PLACA	SELLOS	TRANSPORTISTA	
HUBOMETRO	ENTRADA	SALIDA	OTRAS MARCAS
GENERADOR	ENTRADA	SALIDA	
COMBUSTIBLE	ENTRADA	SALIDA	
NO. DE BOOKING	BARCO	VIAJE	DESTINO PESO
CARGA	TEMPERATURA	HAZARDOUS INFO.	

INSPECCION DE SEGURIDAD

<input type="checkbox"/> Pisos Falsos	<input type="checkbox"/> Remaches de Paredes	<input type="checkbox"/> Tanques de aire
<input type="checkbox"/> Techo Falso	<input type="checkbox"/> Remaches Nuevos	<input type="checkbox"/> Tanques de combustible
<input type="checkbox"/> Armazón del contenedor	<input type="checkbox"/> Pegamento o Material extraño en paredes	<input type="checkbox"/> Marcas o quemaduras recientes de soldadura
<input type="checkbox"/> Paredes delanteras y laterales falsas	<input type="checkbox"/> Paredes desiguales o sinuosas	<input type="checkbox"/> Pintura nueva en paredes o parches
<input type="checkbox"/> Remaches de bisagras de puertas	<input type="checkbox"/> Llantas de chasis y remolque	

A ABOLLADO
 D DAÑADO
 H HUECO
 C CORTE
 DE DELAMINADO
 Q QUEMADO
 R RAYON
 F FALTANTE
 PA PARCHES

SELLO DE LLANTAS

<input type="checkbox"/> TOMAS DE AIRE MANITO (2) 30W	<input type="checkbox"/> AROS DE RUEDAS (8) ADR	<input type="checkbox"/> LUCES ROTAS LAT. (8) LRL	<input type="checkbox"/> LUCES DIREC. POSTERIOR (2) LDP
<input type="checkbox"/> TOMAS DE LUZ (1) TL	<input type="checkbox"/> TANQUE DE AIRE DE RESERVA (2) TAR	<input type="checkbox"/> TAPACUROS (2) TPC	<input type="checkbox"/> LUCES STOP POSTERIOR (2) LSP
<input type="checkbox"/> CABLE ENCHUFE/GENSET (1) CES	<input type="checkbox"/> VALVULAS DE AIRE (3) VA	<input type="checkbox"/> ESPARRAGOS (20) ESP	<input type="checkbox"/> LONDRAS (2) LLD
<input type="checkbox"/> MANIVELA (1) MVL	<input type="checkbox"/> MANGUERAS (6) MNG	<input type="checkbox"/> TUBOS DE PLEGUE (2) TPT	<input type="checkbox"/> MANOJOS POSTERIOR (1) MPO
<input type="checkbox"/> PATA DE CHASSIS (2) PCH	<input type="checkbox"/> PULMONES DE AIRE (4) PPA	<input type="checkbox"/> CABLES DE PLEGUE (2) CPL	<input type="checkbox"/> CABLE / PLUG CONTENEDOR (1) CPC
<input type="checkbox"/> BATERIAS (2) BTR	<input type="checkbox"/> RACHES FRENS (4) RFR		

LLANTAS

POSICION	MARCA	ESTADO	POSICION	MARCA	ESTADO
D. E. FRENTE			I. E. FRENTE		
D. I. FRENTE			I. I. FRENTE		
D. E. ATRAS			I. E. ATRAS		
D. I. ATRAS			I. I. ATRAS		

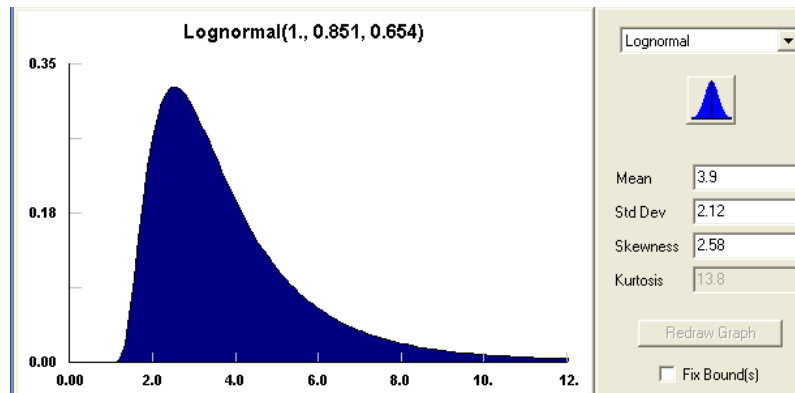
OBSERVACIONES:

ACEPTO QUE EN ESTA FECHA SE HA INSPECCIONADO CUIDADOSAMENTE EL EQUIPO DESCRITO ARRIBA Y QUE LO QUE EN ESTE DOCUMENTO SE REPORTA ES CORRECTO Y RESULTADO DE DICHA INSPECCION. EXCEPTO POR CUALQUIER DAÑO QUE POR SU NATURALEZA HAYA SIDO IDENTIFICADO POSTERIORMENTE COMO DAÑO MALICIOSO E INTENCIONAL.

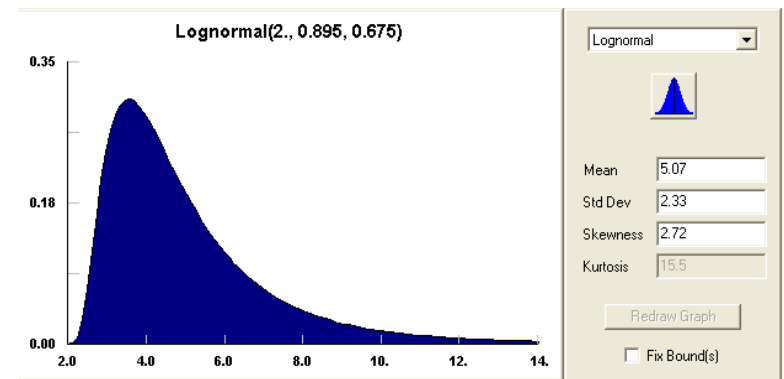
NOMBRE DEL INSPECTOR:	FIRMA DEL INSPECTOR:	NOMBRE CHOFER:	FIRMA DEL CHOFER:
-----------------------	----------------------	----------------	-------------------

Toma de Tiempos luego de las mejoras

ATENCIÓN GARITA DE ENTRADA		
Día	Promedio	Desv Estándar
Lunes	8.28 min	5.69 min
Martes	8.28 min	4.23 min
Miércoles	7.39 min	2.49 min
Jue-Vie-Sa-Do	7.76 min	2.63 min
Promedio Total	8.10 min	4.33 min



DÍA



NOCHE

Establecimiento del Número de Réplicas

$$n' = \left[\frac{z_{\alpha/2} \cdot s}{e} \right]^2$$

$\alpha=0.01$ $e= 0.25$ min

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Nombre del Registro	Con Buque		Sin Buque	
	Día	Noche	Día	Noche
Cola en garita	0.10 min	0.33 min	0.06 min	4.86 min
Atención Garita de entrada	0.19 min	0.22 min	0.22 min	0.13 min
Cola en estación de lavado	0.19 min	0.46 min	0.10 min	2.31 min
Servicio lavado de entrada	0.31 min	0.27 min	0.24 min	0.13 min
Tiempo búsqueda chasis	0.32 min	0.28 min	0.27 min	0.20 min
Retirar Cont. Vacío zona stacking	0.43 min	0.44 min	0.57 min	0.56 min
Servicio lavado de salida	0.23 min	0.20 min	0.07 min	0.07 min
Abastecimiento diesel	0.36 min	1.25 min	0.50 min	0.47 min
Inspección de Mantenimiento	3.39 min	7.65 min	0.52 min	0.60 min
Servicio de Balanza	0.24 min	0.28 min	0.16 min	0.16 min
Atención garita de salida	0.20 min	0.29 min	0.49 min	0.53 min
Almacen. Cont lleno zona stacking	0.08 min	0.06 min	0.62 min	0.54 min

NÚMERO DE RÉPLICAS

Nombre del Registro	Con Buque		Sin Buque	
	Día	Noche	Día	Noche
Cola en garita	1	12	0	39
Atención Garita de entrada	4	5	5	2
Cola en estación de lavado	4	22	1	35
Servicio lavado de entrada	10	8	6	2
Tiempo búsqueda chasis	11	8	8	4
Retirar Cont. Vacío zona stacking	20	20	34	33
Servicio lavado de salida	6	4	1	1
Abastecimiento diesel	14	10	26	23
Inspección de Mantenimiento	76	97	29	38
Servicio de Balanza	6	8	3	3
Atención garita de salida	4	9	25	30
Almacen. Cont lleno zona stacking	1	0	41	31

Comparación de Modelos

CON BUQUE - DÍA	ACTUAL		PROPUESTA	
ACTIVIDAD	Banano	C. General	Banano	C. General
COLA GARITA	68.69 min	68.69 min	0.71 min	0.71 min
SERV. GARITA ENT.	17.26 min	17.26 min	3.41 min	3.41 min
SERV. LAVADO	5.25 min	5.25 min	4.42 min	4.42 min
ENG. CAPACITY LAV.	7.39 min	7.39 min	7.39 min	7.39 min
SERV CARG GR. PORTACONT	4.61 min	4.61 min	4.60 min	4.60 min
CONEXIÓN	1.75 min	1.75 min	1.75 min	1.75 min
Tiempo Ciclo Ingreso	104.95 min	104.95 min	22.28 min	22.28 min
BUSQUEDA CHASSIS	12.06 min	3.71 min	12.06 min	3.71 min
ENGANCHE CHASSIS	3.98 min	1.73 min	3.98 min	1.73 min
COLA GRÚA PORTACONT	-	-	-	-
SERV DESC GRÚA PORTACONT	9.52 min	3.45 min	9.52 min	3.45 min
TRANS. A ESTACIÓN. DIESEL	-	2.59 min	-	2.59 min
SERV. ESTACIÓN DIESEL	6.28 min	13.05 min	5.72 min	13.05 min
TRANS. A MANTENIMIENTO	-	-	-	-
COLA MANTENIMIENTO	-	6.98 min	-	6.98 min
SERV. MANTENIMIENTO	-	11.29 min	-	15.06 min
COLA BALANZA	-	4.63 min	-	4.63 min
SERV. BALANZA	-	6.05 min	-	5.83 min
LAVADO SALIDA	-	-	-	-
SERV. GARITA SALIDA	3.39 min	3.39 min	3.40 min	3.40 min
Tiempo Ciclo Salida	35.23 min	56.87 min	34.68 min	60.43 min
TIEMPO DE CICLO TOTAL	140.19 min	161.83 min	56.97 min	82.72 min

Comparación de Modelos

CON BUQUE - NOCHE	ACTUAL		PROPUESTA	
ACTIVIDAD	Banano	C. General	Banano	C. General
COLA GARITA	39.09 min	39.09 min	1.25 min	1.25 min
SERV. GARITA ENT.	15.23 min	15.23 min	6.79 min	6.79 min
SERV. LAVADO	3.02 min	3.02 min	3.67 min	3.67 min
ENG. CAPACITY LAV.	8.09 min	8.09 min	7.39 min	7.39 min
SERV CARG GR. PORTACONT	4.59 min	4.59 min	4.60 min	4.60 min
CONEXION	2.45 min	2.45 min	1.75 min	1.75 min
Tiempo Ciclo Total	72.47 min	72.47 min	25.45 min	25.45 min
BUSQUEDA CHASSIS	9.71 min	15.92 min	9.71 min	15.92 min
ENGANCHE CHASSIS	3.23 min	1.88 min	3.23 min	1.88 min
COLA GRÚA PORTACONT	4.39 min	-	4.39 min	-
SERV DESC GRÚA PORTACONT	5.35 min	-	5.35 min	-
TRANS. A ESTACIÓN. DIESEL	-	-	-	-
SERV. ESTACIÓN DIESEL	-	7.32 min	-	7.32 min
TRANS. A MANTENIMIENTO	-	1.77 min	-	1.77 min
COLA MANTENIMIENTO	-	1.99 min	-	1.99 min
SERV. MANTENIMIENTO	-	7.49 min	-	7.49 min
COLA BALANZA	-	3.53 min	-	3.53 min
SERV. BALANZA	-	4.92 min	-	4.92 min
LAVADO SALIDA	-	-	-	-
SERV. GARITA SALIDA	3.03 min	3.03 min	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	25.71 min	47.84 min	25.71 min	47.84 min
TIEMPO DE CICLO TOTAL	98.18 min	120.31 min	51.16 min	73.29 min

Comparación de Modelos

SIN BUQUE - DIA	ACTUAL		PROPUESTA	
ACTIVIDAD	Banano	C. General	Banano	C. General
COLA GARITA	3.58 min	3.58 min	0.54 min	0.54 min
SERV. GARITA ENT.	7.66 min	7.66 min	3.38 min	3.38 min
SERV. LAVADO	4.31 min	4.31 min	4.14 min	4.14 min
ENG. CAPACITY LAV.	7.39 min	7.39 min	7.39 min	7.39 min
SERV CARG GR. PORTACONT	4.00 min	4.00 min	4.00 min	4.00 min
CONEXIÓN	3.15 min	3.15 min	3.15 min	3.15 min
Tiempo Ciclo Total	30.09 min	30.09 min	22.60 min	22.60 min
BUSQUEDA CHASSIS	10.43 min	3.71 min	10.43 min	3.71 min
ENGANCHE CHASSIS	2.71 min	4.04 min	2.71 min	4.04 min
TRANSP. A STACKING	5.99 min	2.96 min	5.99 min	2.96 min
COLA GRÚA PORTACONT	5.25 min	19.02 min	5.25 min	19.02 min
SERV GRÚA PORTACONT	1.44 min	2.02 min	1.44 min	2.02 min
TRANS. A ESTACIÓN. DIESEL	-	16.33 min	-	16.33 min
SERV. ESTACIÓN DIESEL	-	5.67 min	-	5.67 min
TRANS. A MANTENIMIENTO	-	-	-	-
COLA MANTENIMIENTO	-	1.08 min	-	1.08 min
SERV. MANTENIMIENTO	-	8.50 min	-	8.50 min
COLA BALANZA	-	4.02 min	-	4.02 min
SERV. BALANZA	-	2.58 min	-	2.58 min
LAVADO SALIDA	3.51 min	-	3.51 min	-
SERV. GARITA SALIDA	3.03 min	3.03 min	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	32.37 min	72.98 min	32.37 min	72.98 min
TIEMPO DE CICLO TOTAL	62.45 min	103.06 min	54.97 min	95.58 min

Comparación de Modelos

SIN BUQUE - NOCHE	ACTUAL		PROPUESTA	
ACTIVIDAD	Banano	C. General	Banano	C. General
COLA GARITA	26.66 min	26.66 min	7.72 min	7.72 min
SERV. GARITA ENT.	17.76 min	17.76 min	6.02 min	6.02 min
SERV. LAVADO	3.02 min	3.02 min	3.02 min	3.02 min
ENG. CAPACITY LAV.	4.16 min	4.16 min	4.16 min	4.16 min
SERV CARG GR. PORTACONT	1.71 min	1.71 min	1.71 min	1.71 min
CONEXION	2.45 min	2.45 min	2.45 min	2.45 min
Tiempo Ciclo Total	55.76 min	55.76 min	25.08 min	25.08 min
BUSQUEDA CHASSIS	5.64 min	12.90 min	5.64 min	12.90 min
ENGANCHE CHASSIS	4.34 min	3.41 min	4.34 min	3.41 min
TRANSP. A STACKING	3.25 min	2.93 min	3.25 min	2.93 min
COLA GRÚA PORTACONT	5.81 min	5.21 min	5.81 min	5.21 min
SERV GRÚA PORTACONT	4.36 min	4.48 min	4.36 min	4.48 min
TRANS. A ESTACIÓN. DIESEL	-	2.32 min	-	2.32 min
SERV. ESTACIÓN DIESEL	-	7.69 min	-	7.69 min
TRANS. A MANTENIMIENTO	-	-	-	-
COLA MANTENIMIENTO	-	-	-	-
SERV. MANTENIMIENTO	-	6.14 min	-	6.14 min
COLA BALANZA	-	1.42 min	-	1.42 min
SERV. BALANZA	-	4.51 min	-	4.51 min
LAVADO SALIDA	0.23 min	-	0.23 min	-
SERV. GARITA SALIDA	3.03 min	3.03 min	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	26.67 min	54.03 min	26.67 min	54.03 min
TIEMPO DE CICLO TOTAL	82.43 min	109.80 min	51.74 min	79.11 min

Pruebas de Hipótesis

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 > \mu_2$$

$$z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Actividades	# Obs.	Media Anterior (μ_1)	Desv. Est.	Media Propuesta (μ_2)	Estadístico de Prueba	Valor p	Conclusión
Cola en garita	70	68,69 min	35,74 min	0,71 min	15,91	0	Se rechaza H_0
Atención garita entrada	70	17,26 min	0,57 min	3,41 min	203,29	0	Se rechaza H_0
Cola estación de lavado	70	0,49 min	0,03 min	0,85 min	-100,40	0,5	No se rechaza H_0
Servicio lavado de entrada	70	5,25 min	0,32 min	4,42 min	21,70	0	Se rechaza H_0
Tiempo búsqueda chasis	70	4,91 min	0,29 min	4,05 min	24,81	0	Se rechaza H_0
Retirar cont. Vacío zona stacking	70	6,68 min	0,44 min	6,73 min	-0,95	0,5	No se rechaza H_0
Servicio lavado de salida	70	3,89 min	0,20 min	3,80 min	3,76	0	Se rechaza H_0
Abastecimiento diesel	70	6,28 min	0,59 min	5,72 min	7,94	0	Se rechaza H_0
Inspección de Mantenimiento	70	11,29 min	0,69 min	15,06 min	-45,71	0,5	No se rechaza H_0
Servicio de Balanza	70	6,05 min	0,29 min	5,83 min	6,35	0	Se rechaza H_0
Atención garita de salida	70	3,39 min	0,28 min	3,40 min	-0,30	0,5	No se rechaza H_0
Almacen. cont lleno zona stacking	70	4,61 min	0,07 min	4,60 min	1,20	0,1	No se rechaza H_0



Conclusiones

- La garita de entrada generaba el mayor tiempo y por lo tanto era la operación restrictiva del proceso de ingreso y salida de contenedores del puerto.
- El ingreso de los vehículos al puerto tiene mayor concentración entre las 20H00 y las 24H00.
- Las propuestas de mejora se resumen en:
 - Implementación de una estación de trabajo adicional en la garita de ingreso



Conclusiones

- Modificación de los formatos de Recepción e Intercambio de Equipo
- Distribución adecuada del personal durante los turnos de trabajo de acuerdo al flujo de vehículos comprobar estadísticamente dicha comparación,
- Luego de la prueba de hipótesis realizada, se concluye que efectivamente existe una disminución del tiempo de atención de las garitas en un 35%.



Recomendaciones

- Se recomienda mejorar la iluminación de la zona de ingreso de vehículos.
- Mejorar el diseño de la garita de ingreso
- Eliminar la actividad de colocación de esponjas que se realiza en la garita de ingreso actualmente