



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL SAN NICOLAS

PROYECTO FINAL - INGENIERIA INDUSTRIAL

“EVALUACIÓN DE TRANSPORTE ALTERNATIVO
PARA EL SISTEMA RONDÍN”

Profesores:

Ing. Armando Pettorossi
Ing. Eduardo García Barrera

Resumen ejecutivo

Análisis de la factibilidad de la modificación del transporte de las bobinas de acero que Ternium Siderar, desde su planta ubicada en la ciudad de San Nicolás, envía a su planta ubicada en Ensenada. Diseñar el nuevo sistema logístico y la estrategia para llevarlo a cabo.

En la actualidad las bobinas son transportadas en camión y tren. El total de toneladas enviado a Ensenada en la actualidad es de 848049 en el año. La demanda diaria es de 2323 toneladas. El 27,05% de las toneladas viajan en tren y el 72,95% lo hace en camión.

La propuesta consiste en transportar las bobinas por medio marítimo, utilizando para ello barcasas con remolcadores. Utilizando el programa Quest para simular los viajes, la mejor solución obtenida fue la de utilizar 2 convoyes de 5 barcasas cada uno. Cada barcaza tiene la capacidad de transportar hasta 1500 toneladas. Tenemos un tiempo de ciclo o round trip de cada convoy de 4 días, donde se puede transportar hasta 6750 toneladas por convoy. Esas toneladas abastecen la producción de 2 días en la planta de Ensenada.

Con el objetivo de recortar los tiempos de carga y descarga, se diseñó una plataforma que almacene las bobinas destinadas a cada viaje. Cada plataforma tendrá la capacidad de albergar hasta 45 toneladas de bobinas. La misma tendrá un peso de 3,65 toneladas. Para facilitar la carga y descarga de plataformas se adquirirán 4 grúas de capacidades necesarias y suficientes para la manipulación de estas plataformas, las mismas son de marca Liebherr modelo LHM 550. Además se deberán conseguir los spreaders para carga sobredimensionada y las bases que soportan hasta 51 toneladas de carga. Para manipular las plataformas vacías se utilizaran Autoelevadores.

Evaluada la propuesta en 10 años obtenemos una TIR de 33,00%, siendo el VAN u\$s 20.706.500 para la propuesta de tercerizar el servicio de transporte fluvial; si se llevara a cabo la inversión de remolcadores y barcasas arroja una TIR de 19,50% y un VAN de u\$s 9.506307,04.

Índice

Índice general	
Resumen Ejecutivo	2
Introducción	9
Reseña Terniun Siderar	10
Historia	11
Descripción del proceso productivo	12
Zona portuaria	18
Productos	23
Características generales del sistema del transporte nacional	25
Transporte automotor	25
Transporte ferroviario	26
Transporte fluvial	26
Transporte marítimo	26
Transporte aéreo	27
Comparación entre transporte fluvial, ferroviario y automotor	27
Situación actual del transporte de bobinas	29
Consideraciones de seguridad	32
Métodos de estiba	34
Transporte actual detallado	42
Propuesta logística	48
Consideraciones iniciales	48
Diagrama de flujo del proceso logístico	56
Proceso logístico	59
Simulación en Quest	65
Resultados obtenidos	69
Resumen de datos	119
Impacto ambiental	126
Evaluación económico-financiera	127
Análisis de sensibilidad	130
Conclusión	133

Anexos	134
Anexo 1 - Ley 24449 - ley de tránsito (Dec. 779/95 Dec. Reglamentario)	135
Anexo 2 - Diseño de plataforma	137
Anexo 3 - Grúa móvil portuaria Liebherr LHM 550	150
Anexo 4 - Spreader	164
Anexo 5 - Base	169
Anexo 6 - Autoelevador Yale	174
Anexo 7 - Remolcadores y barcazas	175
Anexo 8 - Distribución de probabilidad	176
Anexo 9 - Impacto ambiental	179
Anexo 10 - Flujo de caja	185
Bibliografía	191

Índice de gráficos	
Gráfico 1 - Proyección de la demanda de bobinas en Tn.	62
Gráfico 2 - Proyección de la demanda de bobinas en unidades.	63
Gráfico 3 - Bobinas demandas actualmente según peso.	63
Gráfico 4 - Bobinas demandas en el año 1 según peso.	63
Gráfico 5 - Bobinas demandas en el año 2 según peso.	64
Gráfico 6 - Bobinas demandas en el año 3 al año 10 según peso.	64
Gráfico 7 - Histograma carga de barcaza con 282 PBC en puerto SN.	71
Gráfico 8 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 282 PBC en puerto SN.	72
Gráfico 9 - Histograma viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	73
Gráfico 10 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	73
Gráfico 11 - Histograma descarga de 282 PBC de barcaza en puerto EDA.	74
Gráfico 12 - Distribución normal estandarizada descarga de 282 PBC de barcaza en puerto EDA.	74
Gráfico 13 - Histograma carga de barcaza con 282 PBV en puerto EDA.	75
Gráfico 14 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 282 PBV en puerto EDA.	76
Gráfico 15 - Histograma viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	77
Gráfico 16 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	77
Gráfico 17 - Histograma descarga de 282 PBV en puerto SN.	78
Gráfico 18 - Distribución normal estandarizada descarga de 282 PBV en puerto SN.	78
Gráfico 19 - Histograma carga de barcaza con 240 PBC en puerto SN.	81
Gráfico 20 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 240 PBC en puerto SN.	82
Gráfico 21 - Histograma viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	83
Gráfico 22 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	83
Gráfico 23 - Histograma descarga de 240 PBC de barcaza en puerto EDA.	84
Gráfico 24 - Distribución normal estandarizada descarga de 240 PBC de barcaza en puerto EDA.	84
Gráfico 25 - Histograma carga de barcaza con 240 PBV en puerto EDA.	85
Gráfico 26 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 240 PBV en puerto EDA.	86
Gráfico 27 - Histograma viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	87

Proyecto final – Evaluación de transporte alternativo para el sistema Rondín

Gráfico 28 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	87
Gráfico 29 - Histograma descarga de 240 PBV en puerto SN.	88
Gráfico 30 - Distribución normal estandarizada descarga de 240 PBV en puerto SN.	88
Gráfico 31 - Histograma carga de barcaza con 210 PBC en puerto SN.	91
Gráfico 32 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 210 PBC en puerto SN.	92
Gráfico 33 - Histograma viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	93
Gráfico 34 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	93
Gráfico 35 - Histograma descarga de 210 PBC de barcaza en puerto EDA.	94
Gráfico 36 - Distribución normal estandarizada descarga de 210 PBC de barcaza en puerto EDA.	94
Gráfico 37 - Histograma carga de barcaza con 210 PBV en puerto EDA.	95
Gráfico 38 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 210 PBV en puerto EDA.	96
Gráfico 39 - Histograma viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	97
Gráfico 40 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	97
Gráfico 41 - Histograma descarga de 210 PBV en puerto SN.	98
Gráfico 42 - Distribución normal estandarizada descarga de 210 PBV en puerto SN.	98
Gráfico 43 - Histograma carga de barcaza con 180 PBC en puerto SN.	101
Gráfico 44 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 180 PBC en puerto SN.	102
Gráfico 45 - Histograma viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	103
Gráfico 46 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	103
Gráfico 47 - Histograma descarga de 180 PBC de barcaza en puerto EDA.	104
Gráfico 48 - Distribución normal estandarizada descarga de 180 PBC de barcaza en puerto EDA.	104
Gráfico 49 - Histograma carga de barcaza con 180 PBV en puerto EDA.	105
Gráfico 50 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 180 PBV en puerto EDA.	106
Gráfico 51 - Histograma viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	107
Gráfico 52 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	107
Gráfico 53 - Histograma descarga de 180 PBV en puerto SN.	108
Gráfico 54 - Distribución normal estandarizada descarga de 180 PBV en puerto SN.	108
Gráfico 55 - Histograma carga de barcaza con 150 PBC en puerto SN.	111
Gráfico 56 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 150 PBC en puerto SN.	112
Gráfico 57 - Histograma viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	113
Gráfico 58 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	113
Gráfico 59 - Histograma descarga de 150 PBC de barcaza en puerto EDA.	114
Gráfico 60 - Distribución normal estandarizada descarga de 150 PBC de barcaza en puerto EDA.	114
Gráfico 61 - Histograma carga de barcaza con 150 PBV en puerto EDA.	115
Gráfico 62 - Distribución normal estandarizada carga de barcaza con 150 PBV en puerto EDA.	116
Gráfico 63 - Histograma viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	117
Gráfico 64 - Distribución normal estandarizada viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	117
Gráfico 65 - Histograma descarga de 150 PBV en puerto SN.	118
Gráfico 66 - Distribución normal estandarizada descarga de 150 PBV en puerto SN.	118
Gráfico 67 - Comparación de la capacidad de los convoyes.	120
Gráfico 68 - Comparación flujo de inventario promedio entre la alternativa de 1 convoy con la alternativa de 2 convoyes.	121
Gráfico 69 - Nivel de inventario promedio para el año 1.	122
Gráfico 70 - Nivel de inventario promedio para el año 2.	123

Proyecto final – Evaluación de transporte alternativo para el sistema Rondín

Gráfico 71 - Nivel de inventario promedio para el año 3 al 10.	123
Gráfico 72 - VAN alternativa 1 – tercerizar el transporte fluvial.	128
Gráfico 73 - Comparación de alternativa 1 con la situación actual proyectada 10 años.	128
Gráfico 74 - VAN alternativa 2 – Adquirir remolcadores y barcasas.	129
Gráfico 75 - Comparación de alternativa 2 con la situación actual proyectada 10 años.	130
Gráfico 76 - Comparación de VAN entre alternativa 1 y alternativa 2.	130
Gráfico 77 - Sensibilidad respecto a la variación del costo del transporte fluvial.	131
Gráfico 78 - Sensibilidad respecto a la variación del costo del transporte carretero.	132
Gráfico 79 - Sensibilidad respecto a la variación de la tasa de descuento.	133
Gráfico 80 - Sensibilidad respecto a la variación del stock de seguridad.	133

Índice de tablas	
Tabla 1 - Transportistas	29
Tabla 2 - Mix de bobinas en Tn.	31
Tabla 3 - Mix de bobinas en %.	31
Tabla 4 - Ciclo del transporte de bobinas por camión.	46
Tabla 5 - Cantidad de bobinas a transportadas en camión y tren actualmente.	47
Tabla 6 - Mix de bobinas por plataforma.	48
Tabla 7 - Proyección de la demanda de bobinas en Tn.	61
Tabla 8 - Proyección de la demanda de bobinas en unidades.	62
Tabla 9 - Consideraciones para realizar los cálculos de tiempo.	68
Tabla 10 - Consideraciones para realizar los cálculos de tiempo.	69
Tabla 11 - Resultados obtenidos simulando 1 convoy con 10 barcasas.	69
Tabla 12 - Datos obtenidos carga de barcaza con 282 PBC en puerto SN.	71
Tabla 13 - Resultados.	71
Tabla 14 - Datos obtenidos Viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	72
Tabla 15 - Resultados.	72
Tabla 16 - Datos obtenidos descarga de 282 PBC de barcaza en puerto EDA.	73
Tabla 17 - Resultados.	74
Tabla 18 - Datos obtenidos carga de barcaza con 282 PBV en puerto EDA.	75
Tabla 19 - Resultados.	75
Tabla 20 - Datos obtenidos viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	76
Tabla 21 - Resultados.	76
Tabla 22 - Datos obtenidos Descarga de 282 PBV en puerto SN.	77
Tabla 23 - Resultados.	78
Tabla 24 - Resumen de datos 1 convoy con 10 barcasas.	79
Tabla 25 - Resultados obtenidos simulando 2 convoyes con 8 barcasas.	79
Tabla 26 - Datos obtenidos carga de barcaza con 240 PBC en puerto SN.	81
Tabla 27 - Resultados.	81
Tabla 28 - Datos obtenidos Viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	82
Tabla 29 - Resultados.	82
Tabla 30 - Datos obtenidos descarga de 240 PBC de barcaza en puerto EDA.	83

Proyecto final – Evaluación de transporte alternativo para el sistema Rondín

Tabla 31 - Resultados.	84
Tabla 32 - Datos obtenidos carga de barcaza con 240 PBV en puerto EDA.	85
Tabla 33 - Resultados.	85
Tabla 34 - Datos obtenidos viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	86
Tabla 35 - Resultados.	86
Tabla 36 - Datos obtenidos Descarga de 240 PBV en puerto SN.	87
Tabla 37 - Resultados.	88
Tabla 38 - Resumen de datos 2 convoyes con 8 barcasas.	89
Tabla 39 - Resultados obtenidos simulando 2 convoyes con 7 barcasas.	89
Tabla 40 - Datos obtenidos carga de barcaza con 210 PBC en puerto SN.	91
Tabla 41 - Resultados.	91
Tabla 42 - Datos obtenidos Viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	92
Tabla 43 - Resultados.	92
Tabla 44 - Datos obtenidos descarga de 210 PBC de barcaza en puerto EDA.	93
Tabla 45 - Resultados.	94
Tabla 46 - Datos obtenidos carga de barcaza con 210 PBV en puerto EDA.	95
Tabla 47 - Resultados.	95
Tabla 48 - Datos obtenidos viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	96
Tabla 49 - Resultados.	96
Tabla 50 - Datos obtenidos Descarga de 210 PBV en puerto SN.	97
Tabla 51 - Resultados.	98
Tabla 52 - Resumen de datos 2 convoyes con 6 barcasas.	99
Tabla 53 - Resultados obtenidos simulando 2 convoyes con 6 barcasas.	99
Tabla 54 - Datos obtenidos carga de barcaza con 180 PBC en puerto SN.	101
Tabla 55 - Resultados.	101
Tabla 56 - Datos obtenidos Viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	102
Tabla 57 - Resultados.	102
Tabla 58 - Datos obtenidos descarga de 180 PBC de barcaza en puerto EDA.	103
Tabla 59 - Resultados.	104
Tabla 60 - Datos obtenidos carga de barcaza con 180 PBV en puerto EDA.	105
Tabla 61 - Resultados.	105
Tabla 62 - Datos obtenidos viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	106
Tabla 63 - Resultados.	106
Tabla 64 - Datos obtenidos Descarga de 180 PBV en puerto SN.	107
Tabla 65 - Resultados.	108
Tabla 66 - Resumen de datos 2 convoyes con 6 barcasas.	109
Tabla 67 - Resultados obtenidos simulando 2 convoyes con 5 barcasas.	109
Tabla 68 - Datos obtenidos carga de barcaza con 150 PBC en puerto SN.	111
Tabla 69 - Resultados.	111
Tabla 70 - Datos obtenidos Viaje de barcaza desde SN hasta EDA.	112
Tabla 71 - Resultados.	112
Tabla 72 - Datos obtenidos descarga de 150 PBC de barcaza en puerto EDA.	113
Tabla 73 - Resultados.	114

Proyecto final – Evaluación de transporte alternativo para el sistema Rondín

Tabla 74 - Datos obtenidos carga de barcaza con 150 PBV en puerto EDA.	115
Tabla 75 - Resultados.	115
Tabla 76 - Datos obtenidos viaje de barcaza desde EDA hasta SN.	116
Tabla 77 - Resultados.	116
Tabla 78 - Datos obtenidos Descarga de 150 PBV en puerto SN.	117
Tabla 79 - Resultados.	118
Tabla 80 - Resumen de datos 2 convoyes con 5 barcasas.	119
Tabla 81 - Tiempos obtenidos a través de la simulación.	119
Tabla 82 - N° de viajes por convoy – capacidad del convoy.	119
Tabla 83 - Comparación 1 convoy de 10 barcasas con 2 convoyes de 5 barcasas.	122
Tabla 84 - Inventario promedio años 2 a 10 para la alternativa de dos convoyes y 5 barcasas.	123
Tabla 85 - Porcentaje de utilización del puerto de San Nicolás.	124
Tabla 86 - Porcentaje de utilización del puerto de Ensenada.	124
Tabla 87 - Cantidad promedio de camiones en cola.	124
Tabla 88 - Situación actual proyectada a 10 años– Gasto de combustible.	126
Tabla 89 - Situación futura – Gasto de combustible.	126
Tabla 90 - Diferencia en la generación de CO2.	126
Tabla 91 - Sensibilidad respecto a la variación del costo del transporte fluvial.	130
Tabla 92 - Sensibilidad respecto a la variación del costo del transporte carretero.	131
Tabla 93 - Sensibilidad respecto a la variación de la tasa de descuento.	131
Tabla 94 - Sensibilidad respecto a la variación del stock de seguridad.	132
Tabla 95 - Valores diseño de plataforma.	137
Tabla 96 - IPN según IRAM-IAS U 500 - 511.	139
Tabla 97 - Tubo de acero sección rectangular según IRAM-IAS U 500 – 218/U 500 - 2592.	143
Tabla 98 - Perfiles ángulo según IRAM-IAS U 500 – 558.	144
Tabla 99 - Material para producir una plataforma bobinera.	145
Tabla 100 - Planilla de cálculo de costo.	145
Tabla 101 - Resumen de datos Leval S.A.	147
Tabla 102 - Resumen de datos Base para grúa.	169
Tabla 103 - Resumen de datos Autoelevador.	174
Tabla 104 - Tipos de gases contaminantes.	182
Tabla 105 - Ciclo de un proyecto MDL.	183
Tabla 106 - Costos involucrados en la alternativa 1.	185
Tabla 107 - Flujo de caja alternativa 1.	186
Tabla 108 - Flujo de caja situación actual proyectada 10 años.	187
Tabla 109 - Comparación de VAN entre la alternativa 1 y la situación actual proyectada 10 años.	187
Tabla 110 - Costos involucrados en la alternativa 2.	188
Tabla 111 - Flujo de cajas alternativa 2.	189
Tabla 112 - Comparación de VAN entre la alternativa 2 y la situación actual proyectada 10 años.	190