

MODELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE UN TANQUE ESTACIONARIO DE ALMACENAMIENTO DE GLP APLICADO AL NEGOCIO DE COMERCIALIZACIÓN AL GRANEL

Vanessa Salazar V., Giovanni Martinez U., Jorge Abad M.

Instituto de Ciencias Matemáticas

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

vanessa.mireya@gmail.com, giovannymartinez@gmail.com, jabad@espol.edu.ec ⁽¹⁾

Resumen

En el presente artículo se dará un punto de vista como solución al planteamiento del problema de determinar el tamaño óptimo del tanque estacionario a ser instalado en el cliente para el abastecimiento de gas licuado de petróleo (GLP) a granel. Para determinar esta solución se han tomado en consideración temas comerciales que les sirven para cerrar un negocio, así como los costos de transporte en que incurre la planta comercializadora de GLP para llevar el producto desde el punto de despacho hacia el cliente. Con esta solución se puede evitar argumentaciones que se consideran subjetivas en el momento de cerrar la negociación de abastecimiento de GLP a granel con el cliente.

Palabras Claves: gas licuado de petróleo, granel, cisterna, tanques, costos, transporte.

Abstract

In this article we will view as a solution to the problem to determine the optimal size of the stationary tank to be installed on the client for the supply of liquefied petroleum gas (LPG) in bulk. To determine this solution were taken into consideration commercial issues that serve to close a business, and transportation costs incurred by the marketing of LPG plant to bring the product from the point of delivery to the customer. This solution can avoid arguments that are considered subjective at the time of closing the negotiations for the supply of bulk LPG to the customer.

Keywords: liquefied petroleum gas, bulk, tanker, tanks, costs, transportation.

1. Introducción

Varias empresas utilizan el gas licuado de petróleo (GLP) en su proceso productivo, lo que conlleva a la necesidad de abastecimiento por una de las empresas comercializadoras de GLP del país. Estas empresas comercializadoras buscan a los clientes potenciales para entregar el producto. Es importante indicar que el país, tiene un solo proveedor, que es el estado ecuatoriano (Petroecuador).

El departamento comercial al contactar con estas empresas, coordinan reuniones en las cuales van esclareciendo las necesidades energéticas, para así llegar a una solución de abastecimiento óptima (al menos por el lado comercial). Si bien es cierto, siempre se negocia la mejor opción del lado de la comercializadora, el responsable comercial a cargo, puede ofrecer alguna “sensibilización” en algunas de las ofertas para cerrar la negociación. Esta “sensibilización” en mucho de los casos, afecta uno de los principales costos que involucra el abastecimiento de GLP granel para la industria: el tanque para

recepción de GLP a granel (en el lado de la industria), debido a que el tanque se muestra en muchas “presentaciones” –medidas-, se puede tomar una “presentación” de tanque menor para que la inversión inicial del proyecto baje considerablemente. Al tomar esta decisión, el principal afectado es el departamento de logística :

- Al escoger un tanque de menor tamaño para el almacenamiento de GLP en el cliente, generará viajes adicionales a dicho cliente para abastecer la demanda, que con un tanque más grande se ahorrarían. Estos viajes “adicionales” generan costos de transporte, que tendrán que ser “asumidos” por el presupuesto logístico, si es que el responsable comercial no incluyó lo que genera estos viajes adicionales en la “tarifa mensual comercial” que se cobra por la entrega del GLP a granel.

Esta situación –de escoger un menor tanque- ha causado reiteradamente discusiones entre los departamentos comercial y logística, debido a que mientras el uno defiende el “cierre de una venta a un

cliente”, el otro defiende los costos adicionales que pueden poner en peligro la rentabilidad del proyecto.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación que permita escoger el tamaño de tanque óptimo para el abastecimiento del GLP al granel para una industria.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las principales variables que generan costos en el abastecimiento de GLP al granel.
- Determinar, considerando el punto de vista de la industria así como de la comercializadora, cuál es el tamaño óptimo del tanque.
- Presentar alguna sensibilidad en la opción del tamaño del tanque de granel, tomando en cuenta los costos adicionales que incurre la empresa al realizar mayores viajes.
- Delimitar las soluciones de tanque a las que se puedan considerar como óptimas.

3. Fundamento Teórico.

GLP es el acrónimo de los Gases licuados del petróleo butano y propano comerciales. Los GLP son hidrocarburos combustibles que en estado normal se encuentran en estado (fase) gaseosa. Se obtienen del refinado del petróleo por destilación fraccionada, del mismo modo que se obtienen otros derivados del petróleo como la gasolina. Los GLP se almacenan en botellas y depósitos en estado (fase) líquida al someterlos a presión.

Los GLP más comunes son el propano y el butano comerciales. Ambos se comercializan cumpliendo las especificaciones vigentes

Grado de llenado

El GLP en fase líquida se dilatan por la temperatura más que los recipientes que los contienen. Los gases butano y propano se almacenan licuados a presión porque en ese estado queda reducido su volumen unas 240 veces aproximadamente. El llenado de un envase no puede sobrepasar el 85% de su volumen quedando el 15% restante ocupado por el GLP en fase gaseosa. Esta limitación se debe al hecho, de que al calentarse el envase, el líquido contenido se dilataría más que el acero utilizado del cual está hecho el envase y si estuviera totalmente llena podría llegar a romperse.

3.1. Depósitos

Son recipientes destinados a contener GLP en estado líquido, bajo presión, para su almacenamiento y consumo. Pueden ser fijos o móviles según se instalen.

Los depósitos móviles han de ser trasladados a una Planta de llenado para su carga.

Los depósitos fijos se subdividen en (3):

- Aéreos o de superficie. Los situados al aire libre y la generatriz inferior del cilindro quedan a un nivel superior al del terreno, como se observa en la Figura 3.1

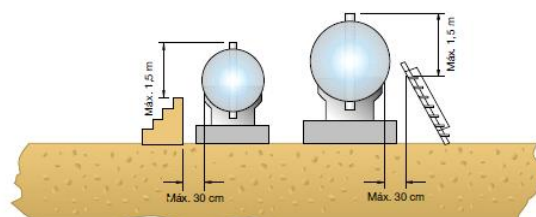


Figura 3.1: Depósitos aéreos

- Enterrados. Los situados enteramente por debajo del nivel del terreno circundante, como se observa en la Figura 3.2

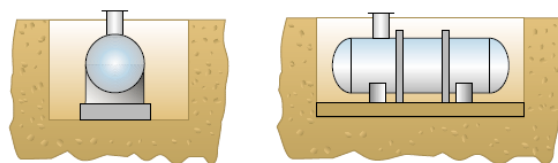


Figura 3.2: Depósitos enterrados

- Semienterrados. Aquellos enterrados parcialmente que, por algún impedimento (roca a escasa profundidad, terreno con pendiente pronunciada, etc.) no resulta posible enterrarse completamente.

Para tener la consideración de enterrados se han de cubrir totalmente, completándose la fosa mediante paredes de otra de fabrica u hormigón.

3.2. Tanque fijo o estacionario

Se entiende por tanque fijo o estacionario al recipiente de acero fabricado especialmente para contener GLP y que por su peso y dimensiones puede llenarse solamente en el lugar mismo de su instalación. Su diseño y construcción debe cumplir las especificaciones de la NTE INEN 2 261 (ANEXO 1) y tener la certificación de conformidad con esta norma.

La forma que tienen normalmente estos tanques, es semejante a cápsulas, esto es, con cuerpo cilíndrico y cabezas semiesféricas las cuales van soldadas al cuerpo con soldadura eléctrica.

Con relación a su capacidad y utilización, los tanques estacionarios se clasifican en (Véase Figura 3.3):

- Tanques estacionarios para uso doméstico, comercial o industrial cuya capacidad oscila entre 300 y 5,000 kg.
- Tanques de almacenamiento destinados a plantas de almacenamiento. Su capacidad oscila entre los 5,000 y 250,000 kg.
- Tanques para transportar GLP montados como carga directamente sobre el chasis de algún vehículo (pipas), su capacidad oscila entre 5,000 kg., 12,000 kg., 40,000 kg. Y 120,000 kg.
- Tanque para montarse en vehículos que consumen GLP como combustible del motor. Su capacidad varía entre 60 y 120 kg.



Figura 3.2.1: Tanques Fijos o Estacionarios
Fuente: Empresa Comercializadora de GLP

3.3 Modelo

Indicador de porcentaje de llenado de las cisternas.
Por temas de seguridad, se debe llenar un tanque de GLP a granel solo hasta el 85% . Además, con el fin de evitar, en muchos de los casos, que se apague la maquinaria por falta de presión o de producto se debe mantener un stock mínimo en el tanque de GLP granel del 20%, por ende, en cada viaje, solo se llena un máximo de 65% de la capacidad del tamaño del tanque:

100% - 15% stock de seguridad – 20% stock mínimo = 65% (Capacidad del Tanque)

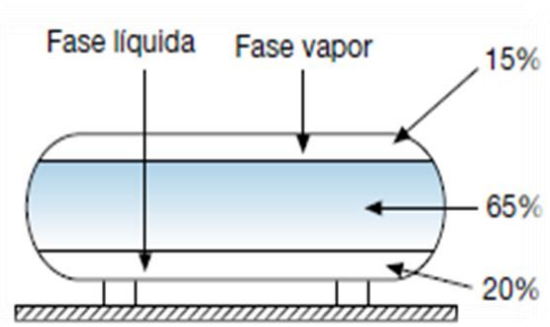


Figura 3.3.1: Proporción útil de almacenamiento en un tanque de GLP a granel.

Cisternas de abastecimiento de GLP a granel.

Se considera que la cisterna de abastecimiento de GLP a granel sale llena en su totalidad (85% de su capacidad), y realiza una sola entrega en cada viaje (supuesto).

Costo de Instalación.-

En este costo se encuentran incluidos todos los rubros que tienen relación con la instalación del tanque de granel en el lado del cliente, sin incluir el rubro del costo del tanque, esto es:

- Tuberías
- Tren de regulación.
- Flexibles
- Obra civil (lugar de colocación del tanque dentro del predio de la empresa).

Tamaño de los tanques de GLP.-

Para efectos de la presente solución, se va a considerar los tamaños más comunes en los tanques de GLP industrial que se han instalado en las empresas en los últimos 5 años, como se observa en la Tabla 3.1:

Tamaño (m ³)	PVP (\$)
0.45	650.00
2	1,802.30
4	2,921.46
7	6,492.10
7.5	6,346.33
8	10,221.70
10	12,777.13

Fuente: Precios vigentes a la fecha de una empresa comercializadora de GLP en el Ecuador.

Tabla 3.3.1: Tamaño y precio de los tanques de almacenamiento de GLP a granel.

El tamaño se encuentra en metros cúbicos (m³). Para pasar de metros cúbicos a kilogramos (densidad relativa del producto a 15°C) la relación es de:

$$1 \text{ m}^3 = 0.531 \text{ Kg. (utilizando la densidad)}$$

relativa de Quito)

Fuente: REPSOL, Los gases licuados de petróleo

Aplicando esta relación a cada tamaño de tanque, queda como se aprecia en la Tabla 3.3.2

m ³	TM
0.45	0.239
2	1.062
4	2.124
7	3.717
7.5	3.983
8	4.248
10	5.310

Fuente: Empresa Comercializadora de GLP en el Ecuador

Tabla 3.3.2: Capacidad en Toneladas de los diferentes tamaños de tanque de GLP a granel.

Fuente: Empresa Comercializadora de GLP en el Ecuador

Depreciación de activos.-

Los tanques de GLP a granel como la instalación de los mismos sufren una depreciación contable con el transcurso de los años. Se considera una depreciación de 30 años para el tanque de GLP y 10 años para las instalaciones. La inversión va a ser analizada en un periodo de 5 años plazo.

Fuente: Precios vigentes a la fecha de una empresa comercializadora de GLP en el Ecuador.

Cisternas de abastecimiento.-

Para el presente proyecto se van a utilizar las cisternas con las que la compañía en estudio realiza el abastecimiento de GLP a granel. Estas cisternas se detallan en la Tabla 3.3.3.

A	4,505.00	4.51
B	7,658.50	7.66
C	3,604.00	3.60
D1	5,406.00	5.41
D2	5,406.00	5.41
E1	7,658.50	7.66
E2	7,658.50	7.66

Tabla 3.3.3: Capacidad de las cisternas de abastecimiento

Los gastos operativos de estas cisternas en el año 2010 se detallan en la Tabla 3.3.4.

UNIDAD	KM / MES	KM / AÑO	KILOS ENTREGADOS	VARIABLES			FIJOS			
				MANT. ANUAL (\$)	COMBUSTIBLE ANUAL (\$)	GASTOS DE PERSONAL (FLUJO ANUAL) (\$)	SEGUROS, PERMISOS (\$)	Costo Fijo por viajes (\$)	Costo Variables por Km. (\$)	Viajes al día
A	4,127	49,524	800,592.08	11,987.93	8,518.13	29,333.14	6,500.00	57.06	0.41	2.00
B	3,955	47,460	2,252,511.29	11,488.31	8,163.12	29,333.14	6,500.00	87.78	0.41	1.30
C	2,245	26,940	660,017.89	6,521.18	4,633.68	29,333.14	6,500.00	57.06	0.41	2.00
D1	5,830	69,960	233,729.64	16,934.72	12,033.12	29,333.14	6,500.00	57.06	0.41	2.00
D2	3,467	41,604	2,877,365.60	10,070.79	7,155.89	29,333.14	6,500.00	57.06	0.41	2.00
E1	3,999	47,988	1,425,126.00	11,616.12	8,253.94	29,333.14	6,500.00	87.78	0.41	1.30
E2	5,327	63,924	2,315,269.06	15,473.63	10,994.93	29,333.14	6,500.00	87.78	0.41	1.30
		347,400	10,564,611.55	\$ 84,092.67	\$ 59,752.80	\$ 205,332.00	\$ 45,500.00			

Tabla 3.3.4: Costos de operación de las diferentes cisternas de abastecimiento de GLP a granel.

A partir de los valores de la Tabla 3.3.4 se elaboran los costos que son usados en la solución planteada. Los gastos fijos tienen que ser amortizados dentro de los viajes anuales de la cisterna, en tanto que los gastos variables (que dependen del recorrido) son amortizados por la distancia que recorran cada una de las cisternas en cada viaje. En las columnas finales de la Tabla 3.3.4 se detalla el costo por cada viaje y costo por Km. recorrido en cada cisterna. En la Figura 3.3.2 se detalla las unidades de los gastos fijos y variables:

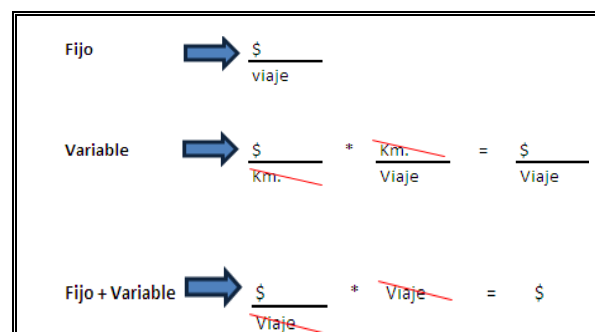


Figura 3.3.2: Proceso para encontrar la unidad de medida

Cisterna (nombre)	Capacidad kg	Capacidad TM
-------------------	--------------	--------------

Zonas con acceso restringido.-

Se definieron 3 tipos de zonas que se pueden escoger al inicio para encontrar una solución de abastecimiento, restringiendo algunos tamaños de cisternas:

- Zona A.- sin restricción
- Zona B.- restricción de cisternas grandes
- Zona C.- restricción de cisternas grandes y medianas.

Costo del inventario.-

El GLP que se entrega al cliente, pertenece al proveedor, hasta el momento que la empresa lo utiliza en sus labores cotidianas.

Tasa de Corte	18%	
Demanda	100 TM anuales	
Inventario promedio del tanque	53%	[100% (Capacidad del Tanque) – 85% (Stock de Seguridad) + 20% (Costo Hueco)] / 2
Tanque Óptimo	7.50 m ³ 3.98 TM	
Costo GLP (Semana Junio)	0.8111	Fuente: Página de PetroEcuador
Costo del Inventario (Depons)	\$308.16	Anual
	\$25.68	Mensual

EXPLICACION

$$3.98 \text{ TM} \cdot 53\% = \frac{1,000 \text{ Kg}}{1 \text{ TM}} = 2,110.73 \text{ Kg. de inventario prom.} = \frac{0}{2}$$

Costo de mantenimiento de inventario

$$= \text{Inventario Prom.} \cdot \text{Tasa de Corte} = \frac{0}{2} \cdot \text{Precio} \cdot \text{Tasa de Corte}$$

$$= 2,110.73 \text{ Kg} \cdot 0.811 \frac{\$}{\text{Kg}} \cdot 0.2$$

$$= 308.16 \frac{\$}{\text{año}} = 25.68 \frac{\$}{\text{mes}}$$

Tabla 3.3.5: Ejemplo de cálculo de costo de inventario para una demanda anual de 100 TM.

Datos de ingreso en el optimizador.-

Se deben ingresar los siguientes datos:

- Costo de instalación.- estimado por el asesor comercial
- Tasa de Corte.- definido en el 18% por la empresa.
- Kilómetros recorridos.- desde la planta hasta el cliente (luego se calcula la distancia total que es igual a los kilómetros recorridos * 2).
- Demanda anual.- la demanda anual de GLP que la industria requiere en un año calendario.
- Autonomía mínima.- número de días mínimo de duración del GLP en la industria (si se coloca 0 no hay restricción).
- Zona.- zona restringida A, B o C.
- Ingreso Bruto por TM.- ingreso medio en \$ por cada tonelada consumida de GLP industrial.

Se va a realizar el cálculo de las autonomías que tendría el cliente por cada tamaño de tanque, utilizando:

1. Demanda anual de 100 TN
2. Recorrido de 30 KM

3. Obra civil estimada de USD\$10.000
4. Tasa de corte del 18%
5. Días laborables en el año = 314 días (lunes a sábado).
6. Zona de abastecimiento – A (sin restricciones).

Tanque m ³	TM / m ³	TM en Tanque * 65%	Viajes año	Autonomía (días)	Obra Civil (\$)	Costo del Tanque (\$)
0.45	0.531	0.16	643.8	0.49	10,000	483
2.00	0.531	0.69	144.9	2.17	10,000	1,521
4.00	0.531	1.38	72.4	4.34	10,000	2,465
7.00	0.531	2.42	41.4	7.59	10,000	5,479
7.50	0.531	2.59	38.6	8.13	10,000	5,356
8.00	0.531	2.76	36.2	8.67	10,000	8,626
10.00	0.531	3.45	29.0	10.84	10,000	12,456
15.00	0.531	5.18	19.3	16.26	10,000	15,878

Tabla 3.3.6: Información relevante para al análisis correspondiente a cada tamaño de tanque de GLP a granel.

En la Tabla 3.3.6 se puede observar que en el caso de un tanque de 0.45 m³ que equivale a una capacidad en TN OPERATIVA (65%) de 0.16 TN se requieren realizar 643 viajes al año y otorga una autonomía de 0.49 días (Autonomía = Stock / consumo diario). En la Tabla 3.3.7 se detallan los costos por kilómetros recorridos dependiendo de la cisterna a utilizar por cada tamaño de tanque de GLP a granel:

COSTO DESPACHO * KM.									
COSTOS VARIABLES DE TRANSPORTE EN CISTERNAS									
Tanque m ³	Costo viaje (\$)	A (\$)	B (\$)	C (\$)	D1 (\$)	D2 (\$)	E1 (\$)	E2 (\$)	MIN
0.45	57	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	88	0.06	0.04	0.08	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
4	57	0.13	0.07	0.16	0.11	0.11	0.07	0.07	0.07
7	57	0.22	0.13	0.28	0.19	0.19	0.13	0.13	0.13
7.5	57	0.24	0.14	0.30	0.20	0.20	0.14	0.14	0.14
8	88	0.25	0.15	0.32	0.21	0.21	0.15	0.15	0.15
10	88	0.32	0.19	0.40	0.26	0.26	0.19	0.19	0.19
15	88	0.83	0.28	0.83	0.40	0.40	0.28	0.28	0.28

Tabla 3.3.7: Costos anuales fijos y variables de transporte (\$/Km.)

En la Tabla 3.3.7 se puede observar que para un tamaño de tanque de GLP a granel de 0.45 m³ el costo de transporte por Km. en la cisterna A es de USD\$ 0.01. Multiplicar estos valores por la distancia a recorrer (distancia = 30 Km. * 2 -ida y vuelta-) y el número de viajes que debe realizar cada cisterna al año, da como resultado el costo variable anual de transporte que tiene cada cisterna de abastecimiento para cada tanque de GLP, como se observa en la Tabla 3.3.8.

Tanque m3	Costo Despacho * Distancia * Viajes Año							MIN	OBS
	Cisterna A (\$)	Cisterna B (\$)	Cisterna C (\$)	Cisterna D1 (\$)	Cisterna D2 (\$)	Cisterna E1 (\$)	Cisterna E2 (\$)		
0.45	37,289	37,061	37,426	37,197	37,197	37,061	37,061	37,061	NO VIABLE
2	13,268	13,041	13,406	13,176	13,176	13,041	13,041	13,041	VIABLE
4	4,684	4,457	4,822	4,592	4,592	4,457	4,457	4,457	VIABLE
7	2,913	2,686	3,051	2,821	2,821	2,686	2,686	2,686	VIABLE
7.5	2,756	2,529	2,894	2,664	2,664	2,529	2,529	2,529	VIABLE
8	3,731	3,504	3,869	3,639	3,639	3,504	3,504	3,504	VIABLE
10	3,095	2,868	3,233	3,003	3,003	2,868	2,868	2,868	VIABLE
15	3,052	2,020	3,814	2,155	2,155	2,020	2,020	2,020	VIABLE

Tabla 3.3.8: Costo Anual de Transporte

En la tabla 3.3.8 se puede observar que para un tanque de GLP de 0.45 m3 que es abastecido por la cisterna A, el costo anual de transporte es de USD\$ 37,289. ((Costo Variable * Distancia * # viajes año) + (Costo Fijo * # viajes año)). En la columna final OBS. = observación se indica la viabilidad de esa solución (tanque de 0.45 m3), tomando como tope el número de viajes máximo que puede dar la cisterna “X” para abastecer el tanque de 0.45 m3.

Se desarrolló una hoja de Excel en la cual se pueden observar los diferentes valores del Costo Total (Costo Total = Costo de Transporte + Costo de Inventario + Costo de Instalación + Costo del tanque GLP) por cada tamaño de tanque de GLP a granel a instalar en el lado del cliente, como se observa en la Figura 3.3.3:

Cisterna (M3.)	Tanques (M3.)							
	0.45	2.00	4.00	7.00	7.50	8.00	10.00	15.00
A	\$ 39,348	\$ 11,012	\$ 7,031	\$ 5,607	\$ 5,461	\$ 5,585	\$ 5,414	\$ 6,184
B	\$ 58,902	\$ 15,236	\$ 9,030	\$ 6,651	\$ 6,420	\$ 6,471	\$ 6,077	\$ 5,834
C	\$ 39,486	\$ 11,150	\$ 7,169	\$ 5,744	\$ 5,598	\$ 5,723	\$ 5,552	\$ 6,776
D1	\$ 39,256	\$ 10,920	\$ 6,939	\$ 5,515	\$ 5,369	\$ 5,494	\$ 5,322	\$ 5,376
D2	\$ 39,256	\$ 10,920	\$ 6,939	\$ 5,515	\$ 5,369	\$ 5,494	\$ 5,322	\$ 5,376
E1	\$ 58,902	\$ 15,236	\$ 9,030	\$ 6,651	\$ 6,420	\$ 6,471	\$ 6,077	\$ 5,834
E2	\$ 58,902	\$ 15,236	\$ 9,030	\$ 6,651	\$ 6,420	\$ 6,471	\$ 6,077	\$ 5,834

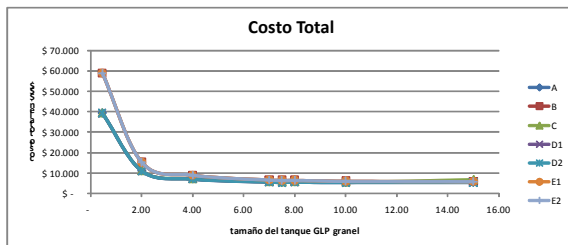


Figura 3.3.3: Costo Total

En la Figura 3.3.4, se detallan los costos de inventario, en el que se denota claramente que mientras más grande el tanque de GLP a granel, más grande el costo de inventario.

Cisterna (M3.)	0.45	2.00	4.00	7.00	7.50	8.00	10.00	15.00
A	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616
B	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616
C	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616
D1	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616
D2	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616
E1	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616
E2	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616

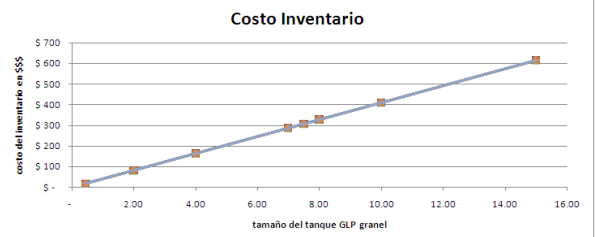


Figura 3.3.4. Costo de Inventario

A manera de resumen se muestra la Figura 3.3.5 con las 4 curvas de costos que corresponden a la cisterna A

RUBROS	Tamaño del tanque de GLP a granel							
	0.45	2.00	4.00	7.00	7.50	8.00	10.00	15.00
Costo transporte	\$ 37,289	\$ 13,268	\$ 4,684	\$ 2,913	\$ 2,756	\$ 3,731	\$ 3,095	\$ 3,052
Costo Inventario	\$ 18	\$ 82	\$ 164	\$ 288	\$ 308	\$ 329	\$ 411	\$ 616
Costo Instalación	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000
Costo Tanque	\$ 41	\$ 113	\$ 183	\$ 406	\$ 397	\$ 639	\$ 799	\$ 1,198
Costo Total Anual	\$ 39,348	\$ 15,463	\$ 7,031	\$ 5,607	\$ 5,461	\$ 5,461	\$ 6,698	\$ 6,304

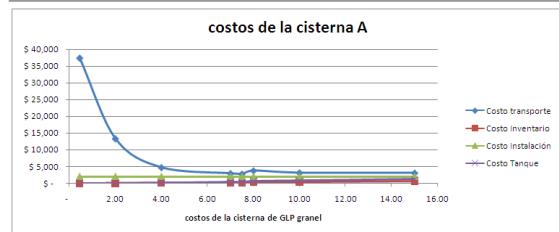


Figura 3.3.5: Rubros de los costos involucrados usando la Cisterna A de abastecimiento.

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones.

En la Figura 3.3.3 se muestran las curvas con los costos totales anuales de abastecimiento al cliente de GLP a granel considerando cada una de las cisternas de abastecimiento así como los tamaños más usados de tanque de GLP en el lado del cliente.

El resultado que refleja el tamaño óptimo del tanque de GLP a granel se lo determina analizando los siguientes valores:

- Si se selecciona el tanque que produzca el VAN del proyecto mas adecuado para la empresa comercializadora, el mejor tamaño sería el tanque de 10 m3 que genera por sobre los USD\$10,000 dólares en los 5 años de proyecto.
- Si se selecciona el tanque con el costo total anual menor detallado en la Figura 3.3.3, el tanque de 7.5 M3 es el que presenta un costo de aproximadamente USD\$8,000 al año.

Se puede concluir que la mejor opción para realizar el análisis son la opción 1 que escoge el VAN del

proyecto en un período de 5 años pues tiene incluidos todos los rubros de ingresos y costos en su solución.

De requerir algún argumento de corto plazo para cerrar una negociación comercial se puede utilizar el argumento 2 que usa solo los costos totales anuales para tomar alguna decisión diferente de la óptima. Cualquier cambio de tamaño de tanque por fuera del presente análisis corresponde a un costo más elevado que el óptimo, por ende, menor rentabilidad en el proyecto comercial.

Cabe recalcar que la solución planteada muestra una autonomía de más de 8 (ocho) días para el cliente cuando se coloca en 0 (cero) la variable autonomía necesaria del cliente. Por ejemplo, "1. Introducción", debe estar en mayúscula, alineado a la izquierda, con una línea de espacio en blanco antes y una línea de espacio en blanco después a tamaño 10. Use un punto (".") después del número del título, no un coma.

4.2 Recomendaciones

Como base para los cálculos realizados se asume que las cisternas siempre van llenas al máximo de su capacidad, sino el costo por las ineficiencias serían más altos a los actuales. Al igual que cuando tenemos un 65% de uso en el tamaño de un tanque de GLP industrial, el primer despacho es ruido, ya que es la única vez que la cisterna de abastecimiento despacha al 100% del tanque de GLP granel del cliente.

Siempre al cliente presentarle \$/TN con el objetivo de que busque menos viaje y más autonomía, siempre tomando como base el cálculo óptimo del tamaño del tanque presentado.

Para mejorar el análisis es preferible conseguir las TONELADAS DE GLP INDUSTRIAL entregadas en el mismo año calendario, con lo cual se puede tener el costo por kilo de GLP entregado por cada cisterna de abastecimiento de GLP a granel. Una mala administración de los costos que se incurren en cada cisterna de abastecimiento dará como resultado un incremento de los costos anuales del proyecto.

Es preferible decidir desde un aspecto COMERCIAL cual es la mejor decisión al tomar el costo de transporte OPTIMO, puesto que el mismo puede ser que dé como resultado en un cisterna MAYOR pero que pasa si de daña DICHA cisterna de abastecimiento por un largo periodo de tiempo?, ya que el transporte de GLP en el país es sumamente escaso y reglamentado. Por lo que se sugiere no tomar el menor costo de la cisterna OPTIMA sino realizar o un promedio de los costos de todas las cisternas o escoger el mayor valor para siempre estar cubierto. En caso de siempre enviar la cisterna optima de abastecimiento, estaríamos siendo lo más

eficientemente posible. De tornarse el mercado de GLP granel altamente competitivo, se aconsejaría escoger el costo más bajo.

Otro cambio para mejorar el análisis es el hecho de colocar más de un tanque de GLP a granel en el lado del cliente, pues en la actualidad existen ciertos clientes que tienen más de una cisterna de diferentes tamaños.

Cuando se desee analizar el despacho a clientes de GLP canalizado doméstico, se sugiere incluir el número promedio o máximo de clientes a despachar, pues el cálculo normalmente se lo realiza con tanques de GLP a granel de pequeñas capacidades, y se requiere que los costos fijos y variables de transporte se diluyan entre los diferentes clientes que se van a despachar en el viaje. Esto da como resultado que a dichos clientes se haga necesario el cobro de una tasa fija.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] **BALLOU, R. (2004)**, "Logística Administración de la Cadena de Suministro", (Quinta Edición). Pearson Prentice Hall, México-México.
- [2] **KENNETH W. (1998)**, "Transport Carrier Costing", Transportation Studies Volumen 9, Gordon and Breach Science Publishers, New York-United States
- [3] **MAULEÓN, M. (2006)**, "Logística y Costos", Ediciones Díaz de Santos, Madrid-España.
- [4] **ZURITA, G. (2010)**, "Probabilidad y Estadística, Fundamentos y Aplicaciones", (Segunda Edición), Ediciones del Instituto de Ciencias Matemáticas ESPOL, Guayaquil-Ecuador.
- [5] **MOSCOSO X. (2007)**, "Diseño e implementación de un Modelo Tarifario para la Transportación Terrestre", Tesis de Grado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción de ESPOL, Guayaquil-Ecuador
- [6] **MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA (2003)**, "Actualización de Costos de Transporte de Carga", [en línea], Obtenido el: Abril de 2011, desde <http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Bibliotecadocumentos/Documentos.htm>