

**HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS LABORALES EN
EL SERVICIO DE VIGILANCIA PRIVADA DE 24 HORAS PERMANENTE EN LA
EMPRESA VIMARCO LTDA BASADO EN UN MODELO DE PROGRAMACIÓN
LINEAL**

**SHEYLA PALACIO MARTINEZ
DIANA VILLARREAL JIMENEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA
2009**

**HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS LABORALES EN
EL SERVICIO DE VIGILANCIA PRIVADA DE 24 HORAS PERMANENTE EN LA
EMPRESA VIMARCO LTDA BASADO EN UN MODELO DE PROGRAMACIÓN
LINEAL**

**SHEYLA PALACIO MARTINEZ
DIANA VILLARREAL JIMENEZ**

Presentado como requisito final para obtener el Título profesional de:
INGENIERO INDUSTRIAL

Director:

Ing. MSc. LUIS I. MORALES ECKARDT

Asesor:

Ing. JAIRO PEREZ PACHECO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA
2009**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias, Abril de 2009

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Sergio y Margarita, por su esfuerzo y por ser mi apoyo y motor constante, sin ellos no sería la persona que soy hoy en día.

A mi hermano, Sergio, por estar ahí conmigo y para mi incondicionalmente.

A mi novio, Rodolfo, por acompañarme, quererme y apoyarme siempre.

A toda mi familia, primos, tíos, abuelos, por creer y confiar en mis cualidades.

A mis amigos, por estar siempre conmigo acompañándome cuando he necesitado de ellos.

Sheyla Margarita Palacio Martínez

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día.

A mis padres, por ser quienes con un gran esfuerzo y dedicación velan por mis estudios y mi educación. Son a ellos a quien les debo todo.

A mi hermano, quien incondicionalmente ha estado a mi lado, compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos.

También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí.

Diana Villarreal Jimenez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, por habernos dado la salud y sabiduría para lograr llegar hasta este punto donde hemos podido avanzar un eslabón más de la larga cadena llamada "vida".

A nuestros padres, porque gracias a su esfuerzo y dedicación al sacarnos adelante, hoy presentamos esta tesis de grado.

A la Universidad Tecnológica de Bolívar, en especial a la Facultad de Ingenierías.

A nuestro director Luis Ignacio Morales Eckardt, quien guió paso a paso la elaboración de esta tesis de grado, con mucha paciencia y dedicación. Gracias Profel!

A todos los profesores que contribuyeron a lo largo de la carrera en el conocimiento de todas las bases teórico-prácticas para poder alcanzar una vida profesional.

A nuestros compañeros de carrera, de quienes aprendimos cada día, y con quienes compartimos cada día de esta etapa de nuestras vidas.

Muchísimas gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma han intervenido dentro de la realización de este proyecto y la culminación satisfactoria de nuestros estudios universitarios.

Sheyla Margarita Palacio Martínez

Diana Villarreal Jiménez

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. FORMULACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA	3
1.2 DELIMITACIÓN DEL TEMA	4
1.2.1 Operacional	4
1.2.2 Teórica	5
1.2.3 Espacial	5
1.2.4 Temporal	5
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.3.1 Descripción del problema	5
1.3.2 Elementos del problema	7
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GENERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
3. JUSTIFICACIÓN	11
4. MARCO REFERENCIAL	13
4.1 MARCO CONCEPTUAL	13
4.2 MARCO TEÓRICO	14
4.2.1 Investigación de Operaciones	14
4.2.2 Aplicaciones de la Investigación de Operaciones	16
4.2.3 Programación Lineal	17
4.2.4 Uso de la Programación Lineal	20
4.2.4.1 Características de los problemas de PL	21
4.2.4.2 Formulación de un modelo de PL	21
4.2.4.3 Aplicaciones de la PL	23
4.2.5 Antecedentes de la investigación	26
5. ANALISIS DESCRIPTIVO DE LA EMPRESA	32
5.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	32
5.2 PRODUCTOS Y/O SERVICIOS PRESTADOS POR LA COMPAÑÍA	36
5.2.1 Experiencia en el servicio	37
5.2.2 Características del cliente	37
5.2.3 Necesidades y expectativas de los clientes	40
5.3 IDENTIDAD CORPORATIVA	42
5.3.1. Misión	42
5.3.2 Visión	42
5.3.3 Organigrama	42
5.3.4 Distribución Regional	43
5.3.5 Personal	44
6. MARCO LEGAL LEGISLATIVO PARA DETERMINACION DE LOS COSTOS	46

6.1 DECRETO 356 DE 1994	46
6.2 DECRETO 1444 DE 1991	46
6.3 DECRETO 4950 DE 2007	47
6.4 RESOLUCION 224 DE 2008	50
6.5 CODIGO SUSTANTIVO DEL TRABAJO	50
6.6 DECRETO NUMERO 1607 DE 2002	54
6.7 DECRETO 1772 DE 1994	55
7. DISEÑO DEL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL	58
7.1 SERVICIOS DE VIGILANCIA FIJA	58
7.2 ASPECTOS GENERALES DEL SERVICIO 24 HORAS	59
7.2.1 Estructura de costos	60
7.2.2 Recursos	62
7.3 ASPECTOS GENERALES PARA CONSTRUCCION DEL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL	64
7.4 MODELO DE PROGRAMACION LINEAL	64
7.5 DECLARACION DE LAS VARIABLES DE DECISION	65
7.6 DETERMINACION DE LA FUNCION OBJETIVO	66
7.7 RESTRICCIONES	70
8. ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO	79
9. CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFIA	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Localización Oficinas VIMARCO LTDA	44
Tabla 2. Total empleados VIMARCO LTDA	45
Tabla 3. Cotización ATEP	57
Tabla 4. Valor tipo de hora laboral	60
Tabla 5. Estructura de costo mensual del servicio de vigilancia fija 24 horas	61
Tabla 6. Estructura de costo mensual para un trabajador	65
Tabla 7. Costo laboral servicio 24 horas permanente	78
Tabla 8. Resumen de soluciones al modelo de PL	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica oficinas administrativas VIMARCO LTDA	33
Figura 2. Organigrama de la empresa	43
Figura 3. Logo de la empresa	43
Figura 4. Imagen de pantalla de entrada de datos al software	75
Figura 5. Imagen de pantalla de salida de soluciones del Software	76

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE ENTRADA MODELO DE PROGRAMACION
ANEXO 2. RESULTADO MODELO DE PROGRAMACION LINEAL

INTRODUCCIÓN

Se ha estudiado la necesidad de crear en VIMARCO Ltda. Una estructura sistemática que programe la distribución de turnos de trabajos en el servicio de seguridad física privada en modalidad 24 horas permanente que esta presta. Necesidad que dos estudiantes de la Universidad Tecnológica de Bolívar decidieron satisfacer a esta empresa basándose en la investigación de operaciones, más exacta, la programación lineal, convirtiendo esta idea en trabajo de grado.

Mediante la expedición de diferentes Decretos, el gobierno nacional estableció una serie de consideraciones para la prestación de los servicios de vigilancia y seguridad privada en el país, para que las organizaciones que desarrollen esta actividad cumplan con los requerimientos mínimos de operación. Estos requerimientos son primordiales para el óptimo desempeño de la organización a sus clientes, mediante la utilización de recursos como tecnología, logística, comunicación, sistemas de alarmas y lo más esencial e importante en el desarrollo de esta actividad, el talento humano; desarrollando altas competencias para lograr que una organización de vigilancia y seguridad privada preste de manera adecuada sus servicios.

Al presentar este proyecto de grado, se plantean los objetivos propuestos, la utilización de los recursos disponibles y la metodología con la cual se llevo a cabo,

el tiempo necesario para la realización así como también su justificación y el planteamiento indispensable que dio lugar al planteamiento del problema.

1. FORMULACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA

Para muchos la Programación Lineal es una parte integral de las matemáticas que muchas veces es estudiada sin encontrar aplicación alguna en el mundo real; en ocasiones para otras personas simplemente es una forma de aplicar modelos de optimización para empresas netamente productivas y para otras es un tema que solo interesa a los ingenieros industriales y de producción.

Sin embargo, la Programación Lineal ha evolucionado en su aplicación en los últimos años, y muchas organizaciones han notado que el empleo de las mismas ha logrado que muchas de estas tomen decisiones de forma asertiva, sin poner en riesgo los recursos disponibles de la compañía.

Una de las novedades más interesantes es la aplicación de la informática, que elimina los procedimientos manuales para solucionar los problemas que surgían del área de producción, y que le permiten a los interesados en estos problemas de optimización, ahorrarse tiempo en los largos y tediosos procesos de cálculo, dejando mayor tiempo para el análisis de los resultados que, en últimas, es lo que más interesa al obtener las respuestas numéricas.

A pesar de los grandes intentos de la Investigación de Operaciones en generar un impacto sobre la administración de las organizaciones, aún no se ha logrado inocular entre las pequeñas y medianas empresas debido a la miopía general de quienes están al frente de dichas organizaciones, ignorando que podrían evitarse muchos problemas si se tuvieran en cuenta los métodos utilizados por la Programación Lineal.

La trayectoria y experiencia de muchos autores sobre el tema, permite afirmar que el uso de un software especializado en la materia para la construcción de un modelo basado en el planteamiento de un problema de optimización lineal, contribuye no solo a tomar decisiones más acertadas, sino a evaluar realmente como se comportan los recursos que se encuentran en la organización o el área evaluada.

1.2 DELIMITACIÓN DEL TEMA

1.2.1 Operacional

El proyecto se enfocó en el departamento de Operaciones y Talento Humano de la organización VIMARCO VIGILANTES MARITIMA COMERCIAL LTDA con el fin de obtener la información necesaria en materia de asignación de turnos y costos laborales.

1.2.2 Teórica

Para el desarrollo de este proyecto de grado se siguieron las pautas y requisitos de la PROGRAMACIÓN LINEAL, teniendo presente como fundamento la ASIGNACION DE TURNOS DE TRABAJO.

1.2.3 Espacial

El proyecto de grado “HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS LABORALES EN EL SERVICIO DE VIGILANCIA PRIVADA DE 24 HORAS PERMANENTE EN LA EMPRESA VIMARCO LTDA BASADO EN UN MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL” se desarrolló en su sede administrativa ubicada en La Matuna Cll 32 No. 8A-65 Edificio B.C.H. Piso 3.

1.2.4 Temporal

El proyecto se desarrolló en el periodo comprendido entre Agosto del 2008 y Abril de 2009 con el propósito de realizar el análisis respectivo de los resultados y sea entregado y analizado por VIMARCO para verificar la viabilidad de aplicar el modelo en la compañía.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 Descripción del problema.

Actualmente el mundo se encuentra en un punto donde la calidad de vida depende cada vez más de la tecnología, y es aquí donde los ingenieros entran a jugar un papel muy importante en el asesoramiento de las empresas ofreciendo soluciones

óptimas ligadas con la informática a problemas que afectan el desarrollo exitoso de las organizaciones.

En las organizaciones que tienen como objetivos brindar el servicio de seguridad privada a empresas y/o personas donde deben programar los turnos de su personal teniendo en cuenta el factor reducción de costos para la organización para cumplir con su servicio, esta situación representa una gran carga para la mayoría de los jefes de personal.

VIMARCO LTDA es una de ellas, quien en su servicio de vigilancia en la modalidad de 24 horas permanente, incluyendo domingos y festivos, deben programar sus guardas de seguridad teniendo en cuenta la legislación laboral colombiana sobre la cantidad de horas ordinarias y extraordinarias máximas permitidas en un día o semana por persona y el valor de la misma con respecto al salario mínimo mensual vigente.

Una consideración a tener en cuenta y que restringe aun más el problema, se encuentra en la necesidad de realizar rotaciones cada cuatro meses de los guardas en los diferentes servicios contratados, evitando así crear familiaridad entre el guarda y el entorno en el que se desarrolla su labor.

La programación de los turnos de guardas obliga a tener alrededor de 3 a 5 empleados rotándose en el mismo puesto, calculo basado en la sumatoria de

horas ordinarias diurnas y nocturnas. Para dicha programación del personal en el puesto se debe realizar con base a la liquidación de horas trabajadas según lo estipulado en el código sustantivo del trabajo.

Siendo la modalidad de 24 horas permanentes de vigilancia de un 44% ¹ del total de los servicios prestados por VIMARCO LTDA surge la necesidad de diseñar un modelo que permita optimizar los costos laborales a través del cálculo del número de horas de cada tipo, que debe laborar un guarda.

1.3.2 Elementos del problema.

Los factores que hacen parte de la situación problemática necesarios para el enunciado del problema son:

- Identificar el problema y/o necesidad.
- Identificación de leyes, decretos y resoluciones Colombianas que rigen la prestación del servicio de vigilancia y seguridad privada.
- Identificar los procesos existentes en la empresa con relación a la programación del servicio 24 horas permanente.
- Formulación de la Función Objetivo.
- Determinación de requisitos del cliente y requisitos legales a cumplir por la organización.
- Determinación de las variables y restricciones que aplican en el modelo..

¹ Información suministrada por el área de programación de VIMARCO Ltda., dato con fecha de corte 28 de Febrero de 2009.

- Análisis de Sensibilidad de la Función Objetivo, y sus restricciones.
- Formulación de estrategias de acuerdo a los datos numéricos arrojados.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta la necesidad de la empresa VIMARCO Ltda. Se dio respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿LA UTILIZACION DE UN MODELO DE PROGRAMACION LINEAL PERMITIRA LA OPTIMIZACION DE LOS COSTOS LABORALES DE UN SERVICIO DE VIGILANCIA PRIVADA 24 HORAS PERMANENTE?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de programación lineal como herramienta para la optimización de los costos laborales en la programación de guardas para un servicio de vigilancia en modalidad 24 horas permanentes, basado en las condiciones legales existentes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar el Código Sustantivo del Trabajo vigente en la república de Colombia, con respecto a la normatividad que regula la liquidación de las horas de los trabajadores que laboran en turnos rotativos, con objeto de identificar las restricciones a construir en el modelo de programación lineal.
- Revisar las resoluciones y decretos vigentes proferidas por la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada en la república de Colombia, con respecto a la normatividad que regula la prestación del servicio ofrecido por las empresas de seguridad privada, con objeto de identificar las restricciones a construir en el modelo de programación lineal.
- Construir un modelo de Programación Lineal Entera con objeto de encontrar una solución a la problemática planteada, a través de la utilización de la

información previamente recolectada y el modelo general de programación Lineal.

- Solucionar el modelo previamente construido a través del uso de un software de Programación Lineal, buscando obtener el número de horas que debe laborar cada guarda en un periodo de 30 días con el fin de optimizar los costos de programación del servicio.
- Analizar los resultados del modelo y comparar el impacto económico que representa el cambio en la programación.

3. JUSTIFICACIÓN

“El desarrollo de la programación lineal se considera entre los avances científicos más importantes del siglo XX, pues su impacto ha sido extraordinario. Actualmente es una herramienta de uso común que ha beneficiado a muchas organizaciones en distintos países con ahorros de cualquier índole, por lo que su uso se está ampliando rápidamente a todos los sectores de la sociedad”².

En el sector de vigilancia y seguridad privada no existe un método definido para la programación de asignación del personal en la prestación de sus servicios. Cada empresa emplea su propio criterio para ello, cuidándose de cumplir con lo estipulado en la ley laboral y ofrecer al mercado los servicios con las tarifas estipuladas por la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada.

VIMARCO LTDA tiene la necesidad de programar los servicios sistemáticamente y no de forma empírica como esta realizando actualmente. Los estudios empíricos que se han realizado en cuanto a programación no dan la seguridad que se esta obteniendo una solución optima y segura de lo que se está realizando.

La empresa, actualmente presenta una mayor demanda el servicio 24 horas permanente así como también es el que representa mayor porcentaje de sus costos de operación. Es aquí donde la empresa debe entrar a jugar su mejor

² Programación Lineal. [en línea]. s.f. Disponible en la dirección Web: http://www.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_Terminados/Investigacion_de_Operaciones_Careaga/Common/IO-modulo1.htm p. 2.

papel, buscando optimizar los costos en la programación de su servicio de guardas para obtener así una mayor utilidad de los servicios prestados. Para esto se requiere de un análisis matemático de la situación que dé como resultado un modelo de programación lineal ágil respondiendo a esta necesidad.

Con el modelo de programación se implementará una mejor opción de programación teniendo en cuenta los salarios, topes de horas y equilibrio de salarios entre los guardas asignados al servicio obteniendo así una satisfacción en los empleados y por ende un mejor nivel de calidad.

Al implementar el modelo de programación, le brinda a VIMARCO una ventaja competitiva ante las demás empresas de vigilancia y seguridad privada representada en el ahorro en costos laborales justos y en tiempo para los programadores de turnos.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONCEPTUAL

EMPRESA DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD PRIVADA: Sociedad de responsabilidad limitada legalmente constituida, cuyo objeto social consista en la prestación remunerada de servicios de vigilancia y seguridad privada, en la modalidad de vigilancia móvil, fija y/o escolta mediante la utilización de cualquier de los medios establecidos.

SERVICIOS DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD PRIVADA: Actividades que de forma remunerada o en beneficio de una organización pública o privada, desarrollan las personas naturales o jurídicas, tendientes a prevenir o detener perturbaciones a la seguridad y tranquilidad en lo relacionado con la vida y los bienes propios o de terceros y la fabricación, instalación, comercialización y utilización de equipos para vigilancia y seguridad privada, blindajes y transporte con este mismo fin.

SUPERINTENDENCIA DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD PRIVADA: Organismo del orden nacional, de carácter técnico, adscrito al Ministerio de Defensa Nacional, con autonomía administrativa y financiera. Le corresponde ejercer el control, inspección y vigilancia sobre la industria y los servicios de vigilancia y seguridad privada.

RESOLUCION: Decreto, providencia, auto o fallo de autoridad gubernativa o judicial.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Investigación de Operaciones

Las prácticas iniciales de la Investigación de Operaciones se le atribuye a los servicios militares prestados a principios de la II Guerra Mundial. Debido a los esfuerzos bélicos, existía una necesidad urgente de asignar recursos escasos a las distintas operaciones militares y a las actividades dentro de cada operación, en la forma más eficiente posible. Por esto, las administraciones militares Americanas y Británicas hicieron un llamado a un gran número de científicos para que aplicaran el método científico a éste y a otros problemas estratégicos y tácticos. Estos equipos de científicos fueron los primeros equipos de IO.

La Investigación de Operaciones se ocupa de la resolución de problemas relacionados con la conducción y coordinación de las operaciones o actividades dentro de una organización. Su ámbito de aplicación es muy amplio, empleándose a problemas de fabricación, transporte, construcción, telecomunicaciones, planificación y gestión financiera, ciencias de la salud, servicios públicos, etc. En general, puede aplicarse en todos los problemas relacionados con la gestión, la planificación y el diseño.

La Investigación de Operaciones incluye un conjunto muy amplio de técnicas orientadas a proporcionar una ayuda cuantitativa a la toma de decisiones. El método empleado es el método científico, y las técnicas que se utilizan son, en buena medida, técnicas matemáticas.

El objetivo de este campo de la ingeniería es que se asimile los principios que guían la resolución de problemas mediante la aplicación de las técnicas de Investigación de Operaciones. En concreto:

- La construcción de modelos de decisión basados en descripciones matemáticas, con el objetivo de tomar decisiones en situaciones de complejidad o incertidumbre.
- La resolución, mediante análisis matemático o simulación, de los modelos de decisión, obteniendo los valores óptimos de las variables de decisión que intervienen en el modelo.
- La realización de estudios de sensibilidad de la solución o soluciones propuestas, para evaluar su robustez frente a cambios en las condiciones de los parámetros del modelo.
- Obtener una visión general sobre el concepto de sistema e identificar sus partes componentes en un sistema productivo.
- Desarrollar capacidades necesarias para el diseño de modelos particulares para resolver problemas en situaciones específicas.
- Comprender la importancia de la Investigación de Operaciones como metodología de optimización dentro de cualquier tipo de organización.

- Conocer y utilizar herramientas computacionales, soporte para la aplicación de los modelos

4.2.2 Aplicaciones de la Investigación de Operaciones.

La investigación de operaciones se aplica a problemas que se refieren a la conducción y coordinación de operaciones o actividades dentro de una organización en busca de encontrar una mejor solución, (llamada solución óptima) para el problema bajo consideración.

Metodología de la Investigación de Operaciones³:

- 1) Definición del problema: Esto incluye determinar los objetivos apropiados, las restricciones sobre lo que se puede hacer, las interrelaciones del área bajo estudio con otras áreas de la organización, los diferentes cursos de acción posibles, los límites de tiempo para tomar una decisión, etc.
- 2) Formulación de un modelo matemático: representa la esencia del problema y permite evaluar las alternativas de la solución.
- 3) Obtención de una solución a partir del modelo.
- 4) Prueba y validación del modelo: antes de usar el modelo debe probarse exhaustivamente para intentar identificar y corregir todas las fallas que se

³ Investigación de Operaciones. [en línea]. s.f. Disponible en la dirección Web: [www.investigacion-operaciones.com/Presentacion_modelos/INTRODUCCION% 20INV.%20OPER.ppt](http://www.investigacion-operaciones.com/Presentacion_modelos/INTRODUCCION%20INV.%20OPER.ppt) p. 4 -12.

puedan presentar, y verificar que todas las expresiones matemáticas sean consistentes en las dimensiones de las unidades que emplean.

4.2.3 Programación lineal⁴

La programación lineal se plantea como un modelo matemático desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial para planificar los gastos y los retornos, a fin de reducir los costos al ejército y aumentar las pérdidas del enemigo. Se mantuvo en secreto hasta 1947. En la posguerra, muchas industrias lo usaron en su planificación diaria.

Los fundadores de la técnica son George Dantzig, quien publicó el algoritmo simplex, en 1947, John von Neumann, que desarrolló la teoría de la dualidad en el mismo año, y Leonid Kantorovich, un matemático ruso, que utiliza técnicas similares en la economía antes de Dantzig y ganó el premio Nobel en economía en 1975.

El ejemplo original de Dantzig de la búsqueda de la mejor asignación de 70 personas a 70 puestos de trabajo es un ejemplo de la utilidad de la programación lineal. La potencia de computación necesaria para examinar todas las permutaciones a fin de seleccionar la mejor asignación es inmensa; el número de posibles configuraciones excede al número de partículas en el universo. Sin

⁴ RIOS, Insua Sixto: Investigación Operativa. Programación lineal y aplicaciones. 1 Ed. España: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces S.A. 1996 p 13-16.

embargo, toma sólo un momento encontrar la solución óptima mediante el planteamiento del problema como una programación lineal y la aplicación del algoritmo simplex. La teoría de la programación lineal reduce drásticamente el número de posibles soluciones óptimas que deberán ser revisadas.

- **Variables**

Las variables son números reales mayores o iguales a cero. $X_i \geq 0$

En caso que se requiera que el valor resultante de las variables sea un número entero, el procedimiento de resolución se denomina Programación entera.

- **Restricciones**

Las restricciones pueden ser de la forma:

Tipo 1: $A_j = \sum_{i=1}^N a_{ij} \times X_i$

Tipo 2: $B_j \leq \sum_{i=1}^N b_{ij} \times X_i$

Tipo 3: $C_j \geq \sum_{i=1}^N c_{ij} \times X_i$

Donde:

A = valor conocido a ser respetado estrictamente;

B = valor conocido que debe ser respetado o puede ser superado;

C = valor conocido que no debe ser superado;

j = número de la ecuación, variable de 1 a M (número total de restricciones);

a; b; y, c = coeficientes técnicos conocidos;

X = Incógnitas, de 1 a N;

i = número de la incógnita, variable de 1 a N.

En general no hay restricciones en cuanto a los valores de N y M. Puede ser N = M; N > M; ó, N < M.

Sin embargo si las restricciones del Tipo 1 son N, el problema puede ser determinado, y puede no tener sentido una optimización.

Los tres tipos de restricciones pueden darse simultáneamente en el mismo problema.

Función Objetivo

La función objetivo puede ser:

$$Max Z = \sum_{i=1}^N f_i \times X_i$$

ó

$$Min Z = \sum_{i=1}^N f_i \times X_i$$

Donde:

f = coeficientes son relativamente iguales a cero.

4.2.4 Uso de la Programación Lineal.

“Los estudios han demostrado que es una de las técnicas matemáticas más usadas. Sus primeras aplicaciones comerciales en la refinación del petróleo y en la manufactura de alimento para ganado y se extendió muy rápido al transporte de mercancía, a la programación de grupos de trabajo y de equipo, a la ubicación de plantas y a la coordinación de operaciones de producción”⁵

La Programación Lineal trata del uso frecuente de los recursos que proporciona un método eficiente para determinar una decisión óptima la cual es escogida de varias decisiones posibles.

El problema general es asignar recursos limitados entre actividades competitivas de la mejor manera posible (óptima), esto incluye elegir el nivel de ciertas actividades que compiten por recursos escasos necesarios para realizarlas.

La Programación Lineal es un modelo matemático de tipo determinístico, de optimización. Esto significa que el modelo supone que sus parámetros son conocidos con absoluta certeza (números fijos) y que cierta entrada produce una única respuesta que maximiza o minimiza un objetivo cuantificable.

⁵ HODSON, William. Maynard: Manual del Ingeniero Industrial. 4 ed. México: Mc Graw Hill, 1997. Tomo IV. p. 14.159.

4.2.4.1 Características de los problemas de Programación Lineal⁶

- Proporcionalidad: Las variables y la función objetivo deben ser lineales.
- Divisibilidad: las soluciones no deben ser necesariamente números enteros.
- Optimalidad: La solución óptima (máximo o mínimo) debe ocurrir en uno de los vértices del conjunto de soluciones factibles.

4.2.4.2 Formulación de un Modelo de Programación Lineal.

Para la formulación de un modelo de Programación Lineal se debe cumplir con los siguientes requisitos⁷:

- 1) Definir la función objetivo: consiste en optimizar el objetivo que persigue una situación, la cual es una función o ecuación lineal de las diferentes actividades del problema. La función objetivo se busca maximizar o minimizar y debe expresarse en términos de las variables de decisión.
- 2) Definir las variables de decisión: son las incógnitas del problema. La definición de las variables es el punto clave y básicamente consiste en los niveles de todas las actividades que pueden llevarse a cabo en el problema a formular.
- 3) Definir las restricciones: son los diferentes requisitos que debe cumplir cualquier solución para que pueda llevarse a cabo. Dichas restricciones

⁶ WINSTON, Wayne. Investigación de operaciones Aplicaciones y Algoritmos. 4 Ed. México. Thompson Editores, 2004. P 1384.

⁷ EPPEN, Gary D. Investigación de Operaciones en las ciencias administrativas. 5 ed. México. Pearson Educación, 1998. p. 13 -25.

pueden ser de capacidad, mercado, materia prima, calidad, balance de materiales, etc. Y se expresan en ecuaciones o desigualdades lineales.

- 4) Restringir las variables de decisión a la no negatividad: debido a que en la gran mayoría de los problemas los valores negativos no tienen significado físico.

Los pasos para la construcción del modelo son⁸:

- 1) Definir las variables de decisión: Se empieza con la observación y análisis necesario para definir el significado cuantitativo de las variables de decisión o controlables que se pueden representar, en símbolos como X_1 , X_2 , X_3 ,..., o bien, identificar con nombre específico de producto o bienes de manufactura, almacén o venta, disponibilidad y/o requerimiento de recurso o materia prima.
- 2) Definir el objetivo o meta en términos de las variables de decisión. Representada por una variable (denotada con Z , G , U , etc.) cuyo valor se desea maximizar (utilidad, rendimiento, ingreso, producción) o bien minimizar (costo, tiempo, mano de obra, inventario).
- 3) Definir las restricciones. Las restricciones pueden ser de una o todas las clases siguientes: Si no se debe exceder el recurso disponible, de la forma \leq o $<$; para no menos de lo requerido, de la forma \geq o $>$; o también para igualar el recurso especificado, de la forma $=$.

⁸ Investigación Operativa. [en línea]. Investigacionoperativa.com. s.f. Disponible en la dirección Web: <http://www.investigacionoperativa.com/index.html>

- 4) Restringir todas las variables para que sean no negativas. para condicionar las variables a valores no negativos

Siguiendo el modelo Standard de Programación Lineal⁹, la estructura del modelo se expresa de la siguiente forma:

Variables de decisión: X_j : variables de decisión, $j = 1, 2, \dots, n$.

n : número de variables.

Función objetivo: Optimizar $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_n X_n$

Donde: Optimizar = Maximizar o Minimizar

Restricciones: Sujeta a $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$

$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$

$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$

Donde:

m : número de restricciones.

a_{ij} , b_i , c_j constantes, $i = 1, 2, \dots, m$

No negatividad: $X_1 > 0, X_2 > 0, \dots, X_n > 0$

4.2.4.3 Aplicaciones de la Programación Lineal¹⁰.

Principales aplicaciones de la programación que cubren las áreas funcionales más importantes de una organización empresarial:

⁹ HODSON, William. Op. Cit., p. 14.159 – 14.160.

¹⁰ FAULIN, Javier y JUAN, Ángel. Aplicaciones de la Programación Lineal. Disponible en la dirección Web: <http://www.humyo.com/F/>

- **Marketing:** En la publicidad nos permite determinar cuál es la combinación más efectiva de medios para anunciar nuestros productos, donde intervienen en muchas ocasiones partiremos de un presupuesto para publicidad fijo y nuestro objetivo será distribuirlo entre las distintas opciones que se nos ofrecen (televisión, radio, periódicos, revistas, etc.) de forma que nuestros productos tengan la mayor difusión posible. En otros casos, las restricciones no serán presupuestarias sino que vendrán dadas por la disponibilidad de cada medio y por las políticas publicitarias de nuestra propia empresa.
- **Administración de Producción y Operaciones:** Muchas veces en las industrias de proceso, una materia prima en particular puede transformarse en una gran variedad de productos. Las técnicas de PL permiten decidir sobre la cantidad más adecuada que una empresa debe producir de cada uno de sus productos a fin maximizar los beneficios sin dejar de cumplir con unos determinados requisitos (financieros, de demanda, contractuales, de disponibilidad de materias primas, etc.). de igual forma para establecer un plan de producción para un período de semanas o meses que incluya combinación de mano de obra, costos de inventario y almacenamiento, limitaciones de espacio, demanda, etc.

- Recursos Humanos: Los problemas de planificación de personal para asignación de tareas y/o horarios también se pueden analizar con programación lineal. El objetivo aquí será asignar de la forma más eficiente posible un trabajo a cada empleado.
- Finanzas: El problema del inversor podría ser un problema de selección del mix de su cartera de inversiones. Un problema al que se tienen que enfrentar de forma habitual los directivos de bancos, fondos de inversión, y compañías de seguros es la selección de una serie de inversiones concretas de entre la gran variedad de alternativas existentes en el mercado. Por norma general, el objetivo de estos directivos es maximizar los beneficios esperados de estas inversiones, las cuales se ven sometidas a un conjunto de restricciones, algunas legales y otras provenientes de la propia empresa (como puede ser el nivel de riesgo que se desea asumir o la cantidad máxima que se permite invertir). Otro problema de decisión implica determinar la combinación de métodos de financiación para una cantidad de productos cuando existe más de un método de financiación disponible. El objetivo puede ser maximizar las ganancias totales cuando las ganancias de un producto determinado dependen del método de financiación.
- Logística: El llamado problema del transporte se refiere al proceso de determinar el número de bienes o mercancías que se han de transportar

desde cada uno de los orígenes a cada uno de los destinos posibles. El objetivo suele ser minimizar costes de transporte, y las restricciones vienen dadas por las capacidades productivas de cada origen y las necesidades de cada destino.

- A Mezclas: Este problema representa una de las primeras aplicaciones de la PL, y comenzó a utilizarse en los hospitales para determinar la dieta más económica con la que alimentar a los pacientes a partir de unas especificaciones nutritivas mínimas. En la actualidad también se aplica con éxito en el ámbito agrícola con la misma idea de encontrar la combinación óptima de alimentos que, logrando un aporte nutritivo mínimo, suponga el menor costo posible.

4.2.5 Antecedentes de la investigación

Se han desarrollado una serie de investigaciones con relación a la planificación del trabajo en diferentes sectores empresariales que trabajan por turnos o “scheduling”; buscando optimizar los costos. Por medio de estas investigaciones se busca distribuir en “x” cantidad de personal unos horarios específicos para el cumplimiento de una serie de turnos, que completen el servicio requerido. Son problemas que corresponden a la Investigación de Operaciones, que por medio de la aplicación de la programación lineal se ha obtenido la optimización de los costos. A continuación se describe el logro alcanzado de cuatro casos con la aplicación de modelos de programación lineal:

- *“Algoritmo para Programación de Fuerza de Trabajo”*. Carlos Montoya.

Presenta un algoritmo, que permite solucionar el problema de "Asignación de turnos y rotación de personal", y el "Problema del diseño de turnos", teniendo en cuenta diferentes tipos de restricciones y circunstancias que suceden en la vida real, de tal manera que el procedimiento propuesto sea aplicable en diferentes organizaciones y empresas

A su vez este artículo trata sobre como la programación de la Fuerza de Trabajo puede llegar a afectar la salud y vida social de los trabajadores. Existen dos formas de resolver estos dos problemas. Una forma consiste en coordinar el diseño de turnos y la asignación de turnos resolviéndolos como un solo problema mediante un mismo procedimiento, La otra forma consiste en hallar la programación de la fuerza de trabajo solamente después de que los turnos han sido diseñados.

El método-solución propuesto para resolver los problemas planteados en el artículo en mención está basado en las heurísticas de búsqueda local, en el sentido de que se plantea una solución inicial, a partir de la cual se buscan otras posibles soluciones que pueden o no mejorar el valor de la función objetivo.

El método propuesto permite obtener la cantidad mínima de trabajadores mediante la cual alguna organización pueda suplir una demanda de personal previamente establecida, pero teniendo en cuenta ciertas restricciones que se presentan en la vida real en la mayoría de empresas.

- *“Planning and scheduling in manufacturing and services”*. Michael L. Pinedo.

Este libro habla sobre la planificación y aplicación de la programación. Estas dos áreas son las formas más comunes que se utilizan en la toma de decisiones en las empresas. Este libro habla de cómo la planificación y programación de las funciones en una empresa suelen utilizar técnicas como el análisis heurístico y métodos para asignar sus limitados recursos a las actividades que tienen que desarrollar.

Este libro abarca muchas áreas de aplicación para empresas del sector de servicios, manufactura, entre otros. Para este trabajo específicamente se utilizó como referencia el área de servicios, la sección donde se desarrolla el tema de la asignación y programación de la fuerza laboral.

En este capítulo específicamente se describe como se debe realizar la asignación de personal a turnos de trabajo buscando así cubrir con la demanda.

- *“Optimización de la planificación del trabajo en empresas que trabajan a turnos”*. Mikel Lezaun.

Este documento describe diferentes problemas de consultoría que se presentan en las empresas, los cuales se dividen en tres grupos:

- Problemas puntuales que las empresas necesitan imperiosamente resolver, para cumplir con alguna norma legal.

- Problemas latentes en la empresa. Donde hay una clara percepción de que son susceptibles de una mejora profunda, de que se pueden optimizar utilizando métodos matemáticos.
- Problemas inherentes al diseño o desarrollo por la empresa de métodos de producción innovadores, o a la decisión de la empresa de introducirse en actividades dirigidas a crear nuevas tecnologías, nuevos productos, etc.

El tipo de problema que compete a este trabajo de grado es el de los latentes ya que en la actualidad existe un método de programación de los guardas en los servicios 24 horas permanente, pero con esto se busca optimizar los costos laborales de estos servicios, para así brindar un mejor margen de rentabilidad a la compañía.

- *“Simple Approaches to Shift, Days-Off and Tour Scheduling Problems”*. James G Morris and Michal J. Showalter.

En este documento se encuentra plasmada la idea que en la actualidad los problemas de asignación de turnos han recibido mucha atención en la literatura de modelos de programación lineal enteros, buscando así aproximarse a ser modelos de asignación de fuerza laboral.

Cuando el contexto avanza hacia un entorno operativo, es decir, la prestación de servicios de más de 24 horas al día, 7 días a la semana, se hace hincapié en la necesidad de olvidar los puntos de vista errados que se tenían con

respecto a la programación, buscando así integrar las formulas pertinentes para hallar una solución más optima.

Esta observación se basa en experimentos sobre diferentes patrones de exigencia de trabajo.

Se puede apreciar en estos documentos, que este tipo de problema ha sido previamente explorado, pero aún no ha arrojado resultados concretos. Esto se debe a la gran complejidad y la cantidad de variables del modelo.

En esta tesis de grado se tuvieron en cuenta todas las circunstancias reales de la empresa y se buscó con este modelo adaptar el problema a la situación actual de la misma.

Se tuvieron en cuenta las distintas leyes laborales que regulan estos tipos de servicios.

Es importante tener en cuenta que en la actualidad en VIMARCO se está empleando un método empírico para la programación de los guardas en los diferentes turnos de trabajo, por lo que se hace necesario utilizar la información arrojada en la solución de este modelo. Con esto se busca facilitar la programación, ya que muestra la cantidad de horas de cada tipo a laborar por los guardas.

En este modelo se puede apreciar un resultado que contiene una respuesta tipo entera en cuanto a la cantidad de horas que deben laborar los guardas y el valor de cada una de ellas.

Para desarrollar un modelo que arroje detalladamente una respuesta que se acomode más a la realidad, se necesitaría de mayor investigación, debido a la complejidad de este problema.

Esta tesis de grado se puede tomar como punto de partida para la realización de un nuevo trabajo que abarque la posibilidad de un modelo que no solo presente la cantidad de horas, sino también su distribución en un día, semana o mes (depende de la unidad de tiempo en que se trabaje).

5. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA EMPRESA OBJETIVO.

5.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

VIMARCO VIGILANTES MARITIMA COMERCIAL LTDA es una empresa de seguridad privada, con más de 31 años de experiencia, operada en su mayoría por miembros de las Fuerzas armadas en uso de buen retiro, organizada y desarrollada dentro de la más cuidadosas y avanzadas técnicas y procedimientos de Seguridad Integral aplicada al ámbito industrial, turístico, comercial, empresarial, bancario, residencial, minero y petrolero.

Las fortalezas operativas de la organización son sus Oficinas Corporativas, 11 regionales en todo el territorio nacional: Atlántico, Magdalena, Bolívar, Montería, Antioquia, Valle, Bogotá D.C., Valle y Santander (Ver figura 1). Cuenta con un personal operativo de más de 5000 hombres soportado con la Academia de Capacitación ANALSE. Desde el punto de vista financiero la empresa tiene un capital pagado de más de 4.000 millones de pesos, una póliza de responsabilidad civil de 2.000 millones y el patrimonio bruto es de 12.160 millones a corte de diciembre de 2007. Como fortaleza organizacional puede decirse que VIMARCO cuenta con la certificación NTC-ISO 9001: 2000 para su sistema de gestión de la calidad, Además de OHSAS 18001 y NTC-ISO 14001.

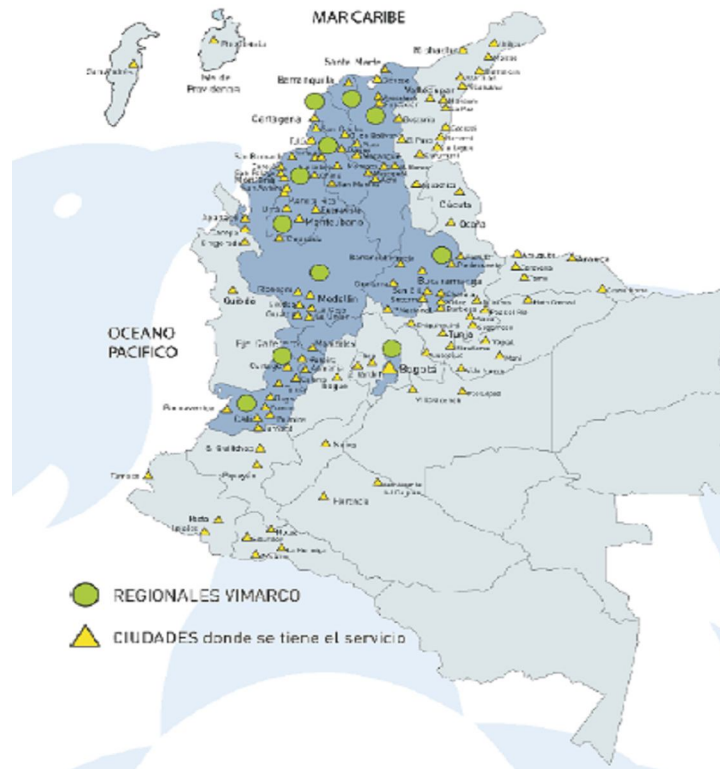


Figura 1. Ubicación Geográfica Oficinas Administrativas VIMARCO LTDA
Fuente: VIMARCO

Su sede principal esta localizada en Cartagena, La Matuna CII 32 No. 8A-65 Edificio B.C.H. Piso 3.

VIMARCO nació en Cartagena como la Compañía Marítima Comercial Ltda. Empresa que se dedicó a actividades marítimas y portuarias con su fundador y propietario Sr. Capitán de Navío Jorge H. Berrío Posada (Q.E.P.D.), esta empresa inició sus actividades atendiendo entre otros servicios la demanda de Pilotos Prácticos para el Terminal Marítimo de Cartagena (Colpuertos) y para diferentes

muelles de empresas oficiales como Ecopetrol y otros privados del sector de Mamonal.

Estando en ese medio se presentó la necesidad de personas que se encargaran de la custodia de equipos y materiales a diferentes contratistas, es allí cuando se inician estos servicios sin que fuera la actividad social de dicha empresa. Rápidamente el servicio se extendió y dado el auge de esta actividad y el hecho de que La Marítima Comercial Ltda. no contemplaba dentro de su objeto social tal actividad comercial, se gestionó ante el Ministerio de Defensa Nacional la formalización de una compañía de vigilancia privada y fue así como en Junio 12 de 1975 fue expedida la Licencia de funcionamiento mediante Resolución No. 4359 que daba vida jurídica y legal a la Compañía que se denominó Vigilantes Marítima Comercial Ltda VIMARCO LTDA. Desde ese entonces y hasta nuestros días se han atendido diferentes frentes de servicio relacionados con la satisfacción de necesidades del sector empresarial en los ámbitos marítimo, de seguridad, de suministros de personal, de servicios técnicos, de capacitación, de comercio, de asistencia social en salud y otras necesidades del hombre, para las cuales se fueron fundando unidades de negocios hasta llegar a conformar un grupo empresarial integrado por las siguientes empresas:

VIMARCO Ltda.:

Servicios de vigilancia y seguridad privada.

VIMARCO Tecnología:

Suministros y servicios técnicos en seguridad electrónica.

VIMARCO Asesorías y Estudios de Seguridad:

Asistencia y servicios de investigación en seguridad.

ANALSE Ltda.:

Capacitación en vigilancia y seguridad privada.

Fábrica Internacional de Blindajes:

Comercialización y servicios en blindajes de alta seguridad.

La Marítima Comercial Ltda.:

Servicios técnicos para los sectores industrial, marítimo y aseo para todo el sector empresarial.

Comercializadora Virtual:

Comercialización masiva de bienes de uso personal y familiar.

VISALUD:

Institución prestadora de servicios de salud.

SERVIMARITIMA Ltda.:

Suministro de personal.

Fundación Capi Berrío:

Asistencia social.

Cooperativa Cooservicios:

Asistencia social.

5.2 PRODUCTOS Y/O SERVICIOS PRESTADOS POR LA COMPAÑÍA

Actualmente la organización VIMARCO VIGILANTES MARITIMA COMERCIAL LTDA, presta los servicios de exclusividad en lo relacionado con la prestación de servicios de seguridad y vigilancia según las actividades establecidas en el Decreto 356 de 1994.

- Asesorías y estudio de seguridad
- Blindaje
- Escolta
- Polígrafo
- Seguridad electrónica y monitoreo
- Vigilancia con caninos
- Vigilancia fija
- Vigilancia móvil y ronda

De manera amplia, VIMARCO VIGILANTES MARITIMA COMERCIAL LTDA, presta los servicios de:

- Protección a personas naturales o jurídicas de derecho público o privado.
- Protección a bienes muebles e inmuebles.
- Escolta a personas.
- Vigilancia Móvil y Rondas
- Seguridad electrónica

5.2.1 Experiencia en el Servicio

VIMARCO LTDA realiza sus actividades desde hace treinta años en materia de Vigilancia y Seguridad Privada, trabajando bajo las políticas y funciones consignadas en el marco legal Colombiano en materia de la prestación de servicio por parte de entidades privadas, utilizando siempre la última tecnología, estando de esta manera acorde con su objeto social.

La experiencia obtenida desde antes de su fundación, el soporte técnico asociado y el conocimiento relacionado con su objeto, son fortalezas de VIMARCO LTDA para brindar la confiabilidad necesaria a los clientes y proyectarse como la organización líder en los servicios de Vigilancia y Seguridad Privada.

5.2.2 Características del Cliente

Los clientes principales de la organización VIMARCO LTDA., son Entidades públicas y privadas, naturales y jurídicas, tales como centro comerciales, bancos, instituciones educativas y de salud, entre otras.

VIMARCO a la fecha cuenta con 1026 clientes a nivel nacional, ofreciéndoles todos los servicios del catalogo de productos. Dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

CERROMATOSO S.A.

SECRETARIA DE EDUCACION CARTAGENA

UNICENTRO
CENTRAL DE INVERSIONES S.A. CISA
BANCO SANTANDER
CITIBANK
BANCO AGRARIO DE COLOMBIA
BANCO DE LA REPUBLICA
ISA INTERCONEXION ELECTRICA
BANSUPERIOR
AGUAS DE CARTAGENA
SENA
EDATEL
GRANAHORRAR
SIEMENS S.A.
BBVA
UNIVERSIDAD DE CORDOBA
HOTELES DECAMERON DE COLOMBIA S.A.
FRESENIUS MEDICAL CARE COLOMBIA S.A.
CAMBIAMOS S.A.
UNICENTRO DE OCCIDENTE
ALMAGRAN S.A.
MALTERIA TROPICAL S.A.
I.C.B.F.
CENTRO DE CONVENCIONES

COMFENALCO
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
SERVINCLUIDOS
CIUDADELA COMERCIAL METROPOLIS
UNIVERSIDAD DE SUCRE
SURTIGAS DEL CARIBE
BANCO UNION DE COLOMBIA
COMPAÑÍA AMERICANA DE MULTISERVICIOS
AGRUPACION LA PRADERA DE POTOSI CLUB RESIDENCIAL
HYUNDAI COLOMBIA AUTOMOTRIZ
COTECMAR
CAMARA DE COMERCIO BOGOTA
COMFAMILIAR DEL ATLANTICO
FISCALIA GENERAL DE LA NACION
MAKRO
CAR-HYUNDAI S.A.
PASEO DE LA CASTELLANA
DOW QUIMICA DE COLOMBIA S.A.
TERMOCANDELARIA S.A. E.S.P
CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA
OPERADOR VIAL DE COLOMBIA S.A.
REGISTRADURIA NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

HOTEL SANTA CLARA S.A.

5.2.3 Necesidades y expectativas de los Clientes

Las necesidades y expectativas de los clientes de la organización VIMARCO LTDA están establecidas en el Decreto 73 de 2003 y el Decreto 356 de 1994, de obligatorio cumplimiento. A continuación se exponen éstas necesidades y expectativas.

- Ofrecer modalidades de servicio.

La vigilancia humana es solo un eslabón en la cadena de la seguridad. En cualquier momento, usted necesitará extender su estrategia de seguridad y acceder a otras modalidades de servicio, como son la utilización de medios caninos (Para modalidades de ataque o de especialización en búsqueda), medios tecnológicos (Para la venta, instalación y monitoreo de equipos electrónicos de CCTV, alarmas y accesos) o servicios de escolta (Para personas o carga crítica). Para cada uno de estos servicios, la Superintendencia emite una Licencia de Modalidad a las empresas que se han capacitado y que han cumplido una serie de requisitos y preparativos logísticos y de infraestructura para prestar ese servicio. Cuando las necesidades de seguridad demanden otras modalidades de servicio, se debe asegurar que la empresa posee las licencias que acrediten su autorización para prestar servicios especializados.

- Capacidad de brindar servicios.

Una empresa de vigilancia y seguridad privada debe poseer la capacidad para prestar servicios de asesorías, consultorías e investigaciones a sus usuarios en todo momento, bien sea para situaciones preventivas como es el caso de los análisis de riesgos y vulnerabilidades o en situaciones correctivas como las investigaciones en caso de siniestro, las cuales requieren de personal altamente capacitado en el manejo de la información e inteligencia.

Para ejercer esta labor, las empresas deben poseer una Licencia otorgada por la Superintendencia donde califican al personal encargado de estas labores según estudios, capacidades y experiencia para cumplir con toda efectividad esta tarea.

Es una ventaja muy importante el que su empresa de vigilancia tenga la capacidad y el permiso para realizar asesorías, consultorías e investigaciones porque contar con expertos asegura que las estrategias de seguridad se estarán actualizando y adaptando constantemente.

- Experiencia.

La seguridad integral es un complicado ajedrez donde cada estrategia se encarga de cubrir un flanco de riesgo potencial. Solo personas con experiencia y conocimiento en el tema pueden asegurar que ese ajedrez se juegue adecuadamente.

Por esta razón es tan importante que la empresa de vigilancia acredite trayectoria

y experiencia en el mercado a través de los diferentes contratos, su tiempo de duración y en algunos casos, el valor ejecutado confirmará la capacidad de contratación que tiene la empresa

5.3 IDENTIDAD CORPORATIVA.

5.3.1 Misión.

“Trabajamos por la construcción de un mundo en el que prime la cultura de seguridad, de tal manera que la confianza y la tranquilidad incrementen la productividad y la calidad de vida.”

5.3.2 Visión.

“A través del diseño y promoción e implementación de soluciones integrales de seguridad, servicios generales, tecnología y un talento humano altamente especializado, con principios y valores éticos morales, apoyando en tecnología de vanguardia; proporcionamos a nuestros cliente las condiciones de confianza y tranquilidad que incrementen su productividad y calidad de vida, sobrepasando así las expectativas de orgullo y generación de valor de los accionistas y de desarrollo de nuestros colaboradores, sus familias y la comunidad.”

5.3.3 Organigrama.

VIMARCO VIGILANTES MARITIMA COMERCIAL LTDA, ha establecido una estructura organizacional, como se muestra en la figura 2, en el cual define los

niveles de autoridad de los diferentes cargos de la organización y los relaciona con los niveles de dependencia inmediata. Así mismo en la figura 3 se muestra el logo de identidad corporativa de la empresa.



Figura 2. Organigrama de la empresa
Fuente: VIMARCO



Figura 3. Logo de la empresa
Fuente: VIMARCO

5.3.4 Distribución Regional.

VIMARCO cuenta con 11 Regionales (Ver tabla 1) a nivel Nacional ubicadas en las principales ciudades del país, en las cuales se apoya para cumplir los contratos requeridos en diferentes zonas del país, siendo estas direccionadas por

la Oficina Corporativa ubicada en la ciudad de Cartagena, específicamente en el centro Edificio BCH pisos 3,4 y 8.

Tabla 1. Localización Oficinas VIMARCO LTDA

	REGIONAL	CIUDAD	DIRECCIÓN
1	BOLÍVAR	CARTAGENA	URB LA FRAGATA DG 30 MZ 1 LOTE 8
2	ATLÁNTICO	BARRANQUILLA	CALLE 68 #50-69 ANTIGUO PRADO
3	MAGDALENA	SANTA MARTA	KRA 12 #24-45 BAVARIA
4	SUCRE	SINCELEJO	KRA 24 #19-13 2 PISO 7 DE AGOSTO
5	CORDOBA	MONTERIA	KRA 6 #63-68
6	MONTELIBANO	MONTELIBANO	LA MINA COMPLEJO INDUSTRIAL KM 23
7	BOGOTA	BOGOTA	KRA 30 #91-93 LA CASTELLANA
8	ANTIOQUIA	MEDELLIN	CALLE 41 #77-36 BARRIO LAUREL
9	VALLE	CALI	CALLE 38ª No. 4N-184 BARRIO LA FLORA
10	SANTANDER	BUCARAMANGA	CALLE 56 #29-81 BARRIO BOLARQUI
11	EJE CAFETERO	PEREIRA	AV 30 DE AGOSTO #48-23

5.3.5 Personal

VIMARCO cuenta con una planta de personal a nivel nacional de 5245 colaboradores. 243 personal administrativo y 5002 personal operativo, distribuidos a nivel nacional por regionales de la siguiente manera (Ver tabla 2):

Tabla 2. Total Empleados VIMARCO LTDA

TOTAL EMPLEADOS VIMARCO ENERO DE 2009			
REGIONAL	ADMTIVO	OPERATIVO	TOTAL
CORPORATIVA	68	0	68
BOLÍVAR	42	1627	1669
ATLANTICO	14	510	524
MAGDALENA	10	263	273
SUCRE	9	140	149
CORDOBA	12	280	292
MONTELIBANO	9	179	188
BOGOTA	30	1322	1352
ANTIOQUIA	8	197	205
VALLE	12	264	276
SANTANDER	8	126	134
EJE CAFETERO	7	108	115
TOTAL	229	5016	5245

6. MARCO LEGISLATIVO PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS LABORALES EN EL SECTOR DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA PRIVADA EN COLOMBIA.

6.1 DECRETO 356 DE 1994. ESTATUTO DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD PRIVADA.

El Estatuto de Vigilancia y Seguridad Privada tiene como objeto establecer el reglamento para la prestación por particulares de servicio de Vigilancia y Seguridad Privada, entendiéndose por Vigilancia y Seguridad Privada, las actividades que de forma remunerada o en beneficio de un organización pública o privada, desarrolla las personas naturales o jurídicas, tendientes a prevenir o detener perturbaciones a la seguridad y tranquilidad individual en lo relacionado con la vida y los bienes propios o de terceros y la fabricación, instalación, comercialización y utilización de equipos para vigilancia y seguridad privada, blindaje y transporte con este mismo fin.

6.2 DECRETO 1444 DE 1991. MANUAL DE VIGILANCIA PRIVADA.

Decreto expedido por el Ministerio de Defensa para fijar normas para el funcionamiento de servicios de Vigilancia Privada a cargo de personas naturales o

jurídicas, sociedades cooperativas y entidades públicas y privadas. El decreto define lo que se considera actividades de Vigilancia Privada, las cuales son nombradas a continuación:

- Protección a personas naturales o jurídicas de derecho público o privado.
- Protección a bienes muebles e inmuebles.
- Escolta a personas.
- Escolta a vehículos y transporte de mercancías.
- Transporte de valores

6.3 DECRETO 4950 DE 2007

Fijación de las tarifas mínimas para el cobro de los servicios de vigilancia y seguridad privada prestados por las empresas y/o cooperativas de vigilancia y seguridad privada.

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 2 del Decreto 356 de 1994, los servicios de vigilancia y seguridad privada como las actividades que de forma remunerada o en beneficio de una organización pública o privada, desarrollan las personas naturales o jurídicas tendientes a prevenir o detener perturbaciones a la seguridad y tranquilidad individual en lo relacionado con la vida y los bienes propios o de terceros.

Que el artículo 92 del Decreto 356 de 1994, establece que las tarifas que se determinen para la prestación de los servicios de vigilancia y seguridad privada, deberán garantizar como mínimo, la posibilidad de reconocer al trabajador el salario mínimo legal mensual vigente, las horas extras, los recargos nocturnos, prestaciones sociales, los costos operativos inherentes al servicio y demás prestaciones.

Que los estudios de costos y gastos de los servicios prestados por las empresas de vigilancia y seguridad privada, conduce a la conclusión de que el servicio no puede estar por debajo de una tarifa mínima, fijada en salarios mínimos.

Artículo No. 2: Tarifas. Establézcase como tarifas mínimas para el cobro de servicios de vigilancia y seguridad privada veinticuatro (24) horas, treinta días (30) al mes, las siguientes:

- Empresas armadas con medio humano: La tarifa será el equivalente a 8.8 salarios mínimos legales mensuales vigentes para cubrir los gastos laborales; más un 10% sobre el monto calculado, para cubrir gastos administrativos y de supervisión.
- Empresas sin armas con medio humano: la tarifa será el equivalente a 8.8 salarios mínimos legales mensuales vigentes para cubrir los costos laborales; más un 8% sobre el monto calculado, para cubrir gastos administrativos y de supervisión.

- Empresas sin armas con medio humano y canino: La tarifa será el equivalente a 8.8 salarios mínimos legales mensuales vigentes para cubrir los costos laborales, más un 11% sobre el monto calculado, para cubrir gastos administrativos y de supervisión.

Artículo No. 3: Estructura de Costos y Gastos. La tarifa está dada sobre la base de los costos directos que influyen los factores salariales, prestacionales, parafiscales y dotaciones e indirectos que incluyen los gastos de administración y supervisión, impuestos y utilidades.

Artículo No. 5: Aplicación de la tarifa. Los usuarios que se encuentren clasificados en los siguientes sectores serán sujetos de aplicación de la tarifa mínima establecida en el artículo 2, así:

- ✓ Sector Comercial
- ✓ Sector Industrial
- ✓ Sector aeroportuario
- ✓ Sector financiero
- ✓ Sector transporte y comunicaciones
- ✓ Sector energético y petrolero
- ✓ Sector público
- ✓ Sector educativo privado

6.4 RESOLUCIÓN 224 DE 2008

Resolución de la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada, por el cual se establecen las tarifas mínimas para la prestación de servicio de vigilancia y seguridad privada para el año 2008. En el texto definitivo de la resolución, se expresa las tarifas expuesta por el ente regulador nacional mencionado anteriormente para el cobro de las tarifas para sectores comerciales y de servicios, industrial, aeroportuario, financiero, transporte y comunicaciones, energético y petrolero, publico, educativo privado.

6.5 CODIGO SUSTANTIVO DEL TRABAJO

Artículo No 1. OBJETO. La finalidad primordial de este Código es de lograr la justicia en las relaciones que surgen entre empleadores y trabajadores, dentro de un espíritu de coordinación económica y equilibrio social.

Artículo No 2. APLICACION TERRITORIAL. El presente Código rige en todo el territorio de la República para todos sus habitantes, sin consideración a su nacionalidad.

Artículo No 3. RELACIONES QUE REGULA. El presente Código regula las relaciones de derecho individual del Trabajo de carácter particular, y las de derecho colectivo del Trabajo, oficiales y particulares.

Artículo No 158. JORNADA ORDINARIA. La jornada ordinaria de trabajo es la que convengan a las partes, o a falta de convenio, la máxima legal.

Artículo No 159. TRABAJO SUPLEMENTARIO. Trabajo suplementario o de horas extras es el que excede de la jornada ordinaria, y en todo caso el que excede de la máxima legal.

Del artículo anterior se derivan los siguientes conceptos:

- ✓ **Horas extras diurnas:** Horas adicionales a las ordinarias, comprendidas entre las 6:00 y 22:00 horas en día laboral (no festivo).
- ✓ **Horas extras nocturnas:** Horas adicionales a las ordinarias, comprendidas entre las 22:00 y las 6:00 horas en día laboral (no festivo).
- ✓ **Horas extras diurnas ferias:** Horas adicionales a las ordinarias laboradas en día domingo o festivo nacional entre las 6 de la mañana y diez de la noche.
- ✓ **Horas extras nocturnas ferias:** Horas adicionales a las ordinarias laboradas en día domingo o festivo nacional en horario nocturno entre las 10 de la noche y las 6 de la mañana.

Artículo No 160. TRABAJO ORDINARIO Y NOCTURNO: ARTICULO MODIFICADO POR EL ARTÍCULO 25 DE LA LEY 789 DE 2002. DIARIO OFICIAL 45046 DEL 27/12/02.

1. Trabajo ordinario es el que se realiza entre las seis horas (6:00 a.m.) y las veintidós horas (10:00 p.m.).

2. Trabajo nocturno es el comprendido entre las veintidós horas (10:00 p.m.) y las seis horas (6:00 a.m.).

Del artículo anterior se derivan los siguientes conceptos:

- ✓ **Horas ordinarias diurnas:** Hora dentro de la jornada laboral ordinaria entre las 6 de la mañana y las diez de la noche en día laboral (no festivo).
- ✓ **Horas ordinarias nocturnas:** Hora dentro de la jornada laboral ordinaria comprendida entre las diez de la noche y las seis de la mañana en día laboral (no festivo).
- ✓ **Horas ordinarias ferias:** Hora dentro de la jornada laboral ordinaria laborada en día festivo, siendo este domingo o día festivo nacional.

Artículo No 161. DURACION. <Modificado por el artículo 20 de la Ley 50 de 1990. El nuevo texto es el siguiente:> La duración máxima de la jornada ordinaria de trabajo es de ocho (8) horas al día y cuarenta y ocho (48) a la semana.

Artículo No 168. TASAS Y LIQUIDACION DE RECARGOS. <Modificado por el artículo 24 de la Ley 50 de 1990. El nuevo texto es el siguiente:>

1. El trabajo nocturno por el solo hecho de ser nocturno se remunera con un recargo del treinta y cinco por ciento (35%) sobre el valor del trabajo diurno, con

excepción del caso de la jornada de treinta y seis (36) horas semanales previstas en el artículo 20 <161> literal c) de esta ley.

2. El trabajo extra diurno se remunera con un recargo del veinticinco por ciento (25%) sobre el valor del trabajo ordinario diurno.

3. El trabajo extra nocturno se remunera con un recargo del setenta y cinco por ciento (75%) sobre el valor del trabajo ordinario diurno.

4. Cada uno de los recargos antedichos se produce de manera exclusiva, es decir, sin acumularlo con algún o otro.

Artículo No 179. REMUNERACION: Modificado por el Artículo 26 de la Ley 789 de 2002. Diario Oficial 45046 del 27/12/02.

1. El trabajo en domingo y festivos se remunerará con un recargo del setenta y cinco por ciento (75%) sobre el salario ordinario en proporción a las horas laboradas.

Artículo No 180. TRABAJO EXCEPCIONAL. <Modificado por el artículo 30 de la Ley 50 de 1990. El nuevo texto es el siguiente:> El trabajador que labore excepcionalmente el día de descanso obligatorio tiene derecho a un descanso compensatorio remunerado, o a una retribución en dinero, a su elección, en la forma prevista en el artículo anterior.

Para el caso de la jornada de treinta y seis (36) semanales previstas en el artículo 20 literal c) de esta ley, <161 c.s.t.). El trabajador solo tendrá derecho a un descanso compensatorio remunerado cuando labore en domingo.

Artículo No 181. DESCANSO COMPENSATORIO. <Modificado por el artículo 31 del Ley 50 de 1990. El nuevo texto es el siguiente:>

El trabajador que labore habitualmente en día de descanso obligatorio tiene derecho a un descanso compensatorio remunerado, sin perjuicio de la retribución en dinero prevista en el artículo 180 del Código Sustantivo del Trabajo.

En el caso de la jornada de treinta y seis (36) horas semanales previstas en el artículo 20 literal c) de esta ley <161 c.s.t.>, el trabajador solo tendrá derecho a un descanso compensatorio remunerado cuando labore en domingo.

Del artículo anterior se derivan los siguientes conceptos:

- ✓ **Horas festivas compensadas:** Horas ordinarias laboradas en un día domingo o festivo nacional que se compensa con un descanso remunerado que corresponde al valor de una hora ordinaria.
- ✓ **Horas de descanso:** Por cada 48 horas ordinarias laboradas en la semana se pagan 8 horas de descanso.

6.6 DECRETO NÚMERO 1607 DE 2002.

Por el cual se modifica la Tabla de Clasificación de Actividades Económicas para el Sistema General de Riesgos Profesionales y se dictan otras disposiciones.

Debido a la globalización de la economía que trae consigo incorporación de nueva tecnología y procesos productivos que han generado nuevas actividades económicas, se hace necesario modificar el Decreto 2100 de 1995, por el cual se

adoptó la tabla de clasificación de actividades económicas para el Sistema General de Riesgos Profesionales; además mediante Resolución 0056 de 1998, el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), estableció la Única Clasificación de Actividades Económicas para Colombia CIU revisión 3 de 1989, adoptando la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, por lo que se hace necesario ampliar la tabla de actividades económicas del Sistema General de Riesgos Profesionales, logrando con ello la estandarización y la generación de estadísticas comparativas internacionalmente. Entonces, teniendo en cuenta los criterios de salud ocupacional emitidos por entidades especializadas, se ratifica la necesidad de modificar la Tabla de Clasificación de Actividades Económicas, adoptando la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas.

Tomando en consideración lo estipulado en el decreto anterior, las empresas dedicadas a actividades de investigación y seguridad incluyen solamente servicios de vigilancia privada, se clasifican como empresas de clase IV con riesgo alto.

6.7 DECRETO 1772 DE 1994.

Por medio del cual se reglamenta la afiliación y la cotización al Sistema General de Riesgos Profesionales.

Artículo No 9. Determinación de la cotización:

Las cotizaciones al sistema general de riesgos profesionales se determinan de acuerdo con:

a) La actividad económica del empleador;

- b)** Índice de lesiones incapacitantes de cada empleador, calculado según la metodología general definida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, y
- c)** El cumplimiento de las políticas y la ejecución de los programas sobre salud ocupacional, determinados por la entidad administradora de riesgos profesionales a la cual se encuentra afiliado el empleador.

Artículo No 10. Obligatoriedad de las cotizaciones:

Durante la vigencia de la relación laboral, los empleadores deberán efectuar cotizaciones obligatorias al sistema general de riesgos profesionales.

Artículo No 11. Base de cotización:

Las cotizaciones correspondientes a los trabajadores dependientes del sector privado se calcularán con base en el salario mensual devengado.

Para el efecto, constituye salario el que se determine para el sistema general de pensiones. Igual que para el sistema general de pensiones, la base de cotización estará limitada a veinte (25) salarios mínimos, y la de los salarios integrales se calculará sobre el 70% de ellos.

Artículo No 12. Monto de las cotizaciones:

El monto de las cotizaciones a cargo de los empleadores, no podrá ser inferior al 0.348%, ni superior al 8.7%, de la base de cotización de los trabajadores a cargo del respectivo empleador.

Artículo No 13. Tabla de cotizaciones mínimas y máximas:

En desarrollo del artículo 27 del Decreto 1295 de 1994, se adopta la siguiente tabla de cotizaciones para cada clase de riesgo (Ver tabla 3):

Tabla 3. Cotización ATEP.

TABLA DE COTIZACIONES MÍNIMAS Y MÁXIMAS				
Clase	Riesgo	Valor Mínimo	Valor Inicial	Valor Máximo
I	Mínimo	0.348%	0.522%	0.696%
II	Bajo	0.435%	1.044%	1.653%
III	Medio	0.783%	2.436%	4.089%
IV	Alto	1.740%	4.350%	6.960%
V	Máximo	3.219%	6.960%	8.700%

Fuente: ARSEG

Tomando en cuenta el artículo No 2 del Decreto 1607 de 2002 y el artículo No 13 del Decreto 1772 de 1994, se estipuló el valor máximo para el cálculo de los riesgos profesionales para empresas dedicadas a prestar el servicio de vigilancia y seguridad privada, es decir se tomó un 6,96% sobre el valor base de cotización.

7. DISEÑO DEL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL

7.1 SERVICIOS DE VIGILANCIA FIJA.

Se presta el servicio de vigilancia fija con armas o sin armas en cualquier zona del país, y en el horario según los requerimientos del cliente. Los guardas que prestan este servicio se encuentran acreditados con los estándares y niveles de capacitación exigidos por la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada. Existe un completo diagnóstico integral de seguridad previo a la presentación del servicio, por medio de estudios de seguridad. Hay más de 5000 hombres cuidadosamente seleccionados por un equipo interdisciplinario de especialistas. Este equipo cuenta con un estricto programa de formación profesional continuada en materia de investigación, control y prevención de pérdidas; control y prevención de emergencias; tácticas y estrategias, disuasión y reacción; comunicaciones y primeros auxilios bajo la dirección de la Academia Nacional de Seguridad ANALSE. Se cuenta con los más avanzados equipos de comunicación conectados a unas centrales en todo el país las 24 horas, equipos de supervisión electrónica con la última generación para monitoreo y control de los puestos de vigilancia, una completa flota de vehículos para vigilancia, supervisión y reacción, equipo de armamento adecuado y en perfecto estado para cada uno de los guardas y un completo programa de bienestar para los miembros de la organización que incluye

además de los requisitos de ley, incentivos y beneficios especiales para los colaboradores y sus familias.

El servicio de Vigilancia Fija se presta en el horario que el cliente lo requiera, programando a los guardas para que presten el servicio en una programación optima, que beneficie tanto al guarda como a la compañía, cumpliendo con los requisitos de ley establecidos en Colombia. En este trabajo plantearemos un modelo de programación lineal para optimizar la programación en un servicio 24 horas permanente, teniendo en cuenta que para un puesto 24 horas se debe contratar un número de guarda para cumplir el horario establecido, turnándolos por horas y días de acuerdo a la legislación laboral. VIMARCO tiene aproximadamente 995 puesto 24 horas a nivel nacional.

7.2 ASPECTOS GENERALES DEL SERVICIO 24 HORAS

Este servicio es una de las modalidades del servicio de vigilancia fija. Se presta todos los días, incluyendo festivo. Para esto se deben programar los guardas para que estén disponibles para este servicio, a una hora y día específico. Se tiene en cuenta las horas que labora, que de acuerdo a la legislación laboral deben ser 8 horas ordinarias diarias o 48 horas a la semana, generando extras todas las trabajadas después de estas, siendo horario nocturno después de 10 de la noche hasta las 6 de la mañana. Mínimo deben ser 48 horas a la semana para obtener un día de descanso. Cada hora en el trabajo tiene un valor específico como se

observa en la tabla 4, con relación al salario mínimo legal vigente (\$496.900), de la siguiente manera:

Tabla 4. Valor Tipo de Hora Laboral

TIPO DE HORA	FACTOR	VALOR (\$ / hrs)
Horas ordinarias diurnas	1	\$ 2.070
Horas ordinarias nocturnas	1.35	\$ 2.795
Horas ordinarias diurnas ferias	1	\$ 2.070
Horas ordinarias nocturna ferias	1	\$ 2.795
Horas extras diurnas	1.25	\$ 2.588
Horas extras nocturnas	1.75	\$ 3.623
Horas extras diurnas ferias	2	\$ 4.140
Horas extras nocturnas ferias	2.5	\$ 5.176
Horas festivas compensadas	0.75	\$ 1.552
Horas festivas no compensadas	1.75	\$ 3.623
Horas de descanso	1	\$ 2.070

Fuente: Ministerio de Protección Social

Para este trabajo dentro de los costos de puesto se tiene en cuenta que dentro del salario se debe agregar el subsidio de transporte, el cual equivale a \$ 59.300 para el salario mínimo legal vigente, y se paga este valor por día, para los días en que el guarda está de turno.

7.2.1 Estructura de costos.

La tabla 5 muestra los costos que se generan para prestar un servicio 24 horas permanentes, los cuales se generan teniendo en cuenta la programación de los turnos en una modalidad 2x2x2, (Dos días diurnos, dos días nocturnos y dos días de descanso) donde se cubre un puesto 24 horas con tres guardas.

Tabla 5. Estructura de Costo Mensual del Servicio Vigilancia Fija 24 horas

GUARDA 24 HORAS PERMANENTE CON ARMA							
CONCEPTO	VIG 1		VIG 2		VIG 3		PUESTO
** HORAS ORDINARIAS	201,83	417.879,10	201,83	417.879,10	202,00	418.224,17	1.253.982,36
** HORAS DE DESCANSO	35,17	72.809,65	35,17	72.809,65	35,00	72.464,58	218.083,89
** FESTIVAS COMPENSADAS	9,00	13.975,31	10,00	15.528,13	9,00	13.975,31	43.478,75
** FESTIVAS NO COMPENSADAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
** RECARGO NOCTURNO	71,67	51.932,95	70,67	51.208,31	72,00	52.174,50	155.315,76
** HORAS EXTRAS DIURNAS ORDINARIAS	9,00	23.292,00	16,00	41.408,00	12,00	31.056,00	95.756,00
** HORAS EXTRAS DIURNAS FESTIVAS	25,60	106.005,33	26,00	107.661,67	25,60	106.005,33	319.672,33
** HORAS EXTRAS NOCTURNAS ORDINARIAS	8,00	28.985,83	9,00	32.609,06	8,50	30.797,45	92.392,34
** HORAS EXTRAS NOCTURNAS FESTIVAS	3,67	18.978,82	3,67	18.996,07	3,83	19.841,49	57.816,39
TOTAL PAGO HORAS		733.859,00		758.099,98		744.538,84	2.236.497,82
** AUXILIO DE TRANSPORTE	20,30	40.126,33	20,30	40.126,33	20,30	40.126,33	120.379,00
TOTAL SALARIO		773.985,33		798.226,32		784.665,17	2.356.876,82
<u>PRESTACIONES SOCIALES</u>							
CESANTIA	8,33	61.194,71	8,33	61.533,89	8,33	60.931,70	183.660,30
PRIMAS	8,33	61.194,71	8,33	61.533,89	8,33	60.931,70	183.660,30
INTERESES CESANTIA	1,00	7.346,30	1,00	7.387,02	1,00	7.314,73	22.048,05
VACACIONES	4,17	28.937,67	4,17	29.107,33	4,17	28.806,11	86.851,10
TOTAL PRESTACIONES	21,83	158.673,39	21,83	159.562,13	21,83	157.984,24	476.219,75
<u>APORTES PARAFISCALES</u>							
CAJA DE COMPENSACION	9,00	62.505,36	9,00	62.871,83	9,00	62.221,20	187.598,38
PENSION	12,00	83.340,48	12,00	83.829,10	12,00	82.961,60	250.131,18
SALUD	8,50	59.032,84	8,50	59.378,95	8,50	58.764,46	177.176,25
ARP	4,35	30.210,92	4,35	30.388,05	4,35	30.073,58	90.672,55
TOTAL APORTES	33,85	235.089,61	33,85	236.467,92	33,48	234.020,83	705.578,37
TOTAL OBLIGACIONES DE SEG. SOCIAL	55,68	393.763,00	55,68	396.030,05	55,30	392.005,07	1.181.798,12
TOTAL COSTO LABORAL DEL SERVICIO		1.127.622,00		1.154.130,03		1.136.543,91	3.538.674,94
OTROS COSTOS DIRECTOS							
UNIFORMES Y DOTACION							234.875,33
ARMAMENTO							171.126,07
COMUNICACIONES							45.000,00
OTROS COSTOS							535.115,00
TOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS							986.116,40
TOTAL COSTOS DIRECTOS							4.524.791,33
COSTOS INDIRECTOS							
ADMINISTRACION					4,0%		174.908,80
UTILIDAD					4,0%		174.908,80
IMPREVISTOS					2,0%		87.454,40
SUBTOTAL INDIRECTOS					10,0%		437.272,00
TARIFA SERVICIO							4.962.063,33

Fuente: División Comercial VIMARCO

7.2.2 Recursos.

El personal de supervisión de VIMARCO ejerce control directo y permanente (24 horas) sobre los guardas de seguridad. Se movilizan en patrullas dotadas con radio de comunicaciones que se encuentra en contacto permanentemente con las oficinas de control y comunicaciones. Todo el personal ejerce sus funciones debidamente uniformados y armados (cuando se requiere). Además para atender cualquier tipo de eventualidad cuentan con el apoyo del grupo de coordinadores de supervisión y electrónico.

Los Recursos técnicos y equipos utilizados para prestar el servicio son los siguientes:

Transporte:

Camionetas tipo Pick Up

Vehículos para transporte de material

Motocicletas todo terreno 125c.c.

Comunicaciones:

Radioteléfonos base Motorola con fuente de poder de 12Amp. Y 45 W de salida para instalación en fijos

Radios móviles Motorola de 45 W para vehículos y patrullas

Portátiles Motorola para ejecutivos, controles operativos y puestos de servicio

Fax, teléfonos celulares y Avantel

Uniformes

Tradicional con camisa, pantalón, saco y corbata

Enterizo industrial

Abrigos invernales

Autorizado por la SVSP Resolución No. 01193 de Mayo 4 de 2005

Armamento

Revólveres calibre 38L

Revólveres calibre 32L

Escopetas de repetición calibre 12-20

Escopetas sencillas calibre 12-16-20

Pistolas calibre 9mm-7.65mm

Tecnología

Sistemas interiores y perimetrales, alarmas, sensores alámbricos e inalámbricos

Sistemas de circuito cerrado de TV., cámaras tipo domo, grabación digital
análoga.

Sistemas de detección: armas, explosivos y antinarcóticos.

Sistemas de control de acceso, control de visitantes, empleados, contratistas.

Sistemas contra incendio: tecnología iónica, monóxido de carbono, fotoeléctrico

Equipo de poligrafía

7.3 ASPECTOS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DEL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL.

Para programar el servicio de vigilancia 24 horas permanente es necesario cubrir las 24 horas del día con “n” número de guardas que genere el menor costo posible, teniendo en cuenta las siguientes variables:

- El guarda se debe programar y liquidar en horas de acuerdo a lo establecido en el código laboral.
- Se debe tener en cuenta la estructura de costos que genera el puesto de un servicio 24 horas.
- El sueldo del guarda, incluyendo únicamente las horas ordinarias y horas de descanso, no debe ser inferior al salario mínimo.
- Lo establecido en la legislación laboral el horario nocturno es de 10:00 P.M. a 6:00 A.M y el diurno de 6:00 A.M. a 10:00 PM.

7.4 MODELO DE PROGRAMACION LINEAL.

Se quiere plantear un modelo que minimice el costo laboral del servicio sin incluir las prestaciones sociales, debido a que estos costos no se pueden variar, al igual que los costos de dotación. Se tendrá en cuenta la siguiente tabla que proviene de la Tabla 5. (Estructura de Costo Mensual del Servicio Vigilancia Fija 24 horas)
(Ver tabla 6).

Tabla 6. Estructura de Costo Laboral de un servicio con tres guardas

GUARDA 24 HORAS PERMANENTE CON ARMA							
CONCEPTO	VIG 1		VIG 2		VIG 3		PUESTO
** HORAS ORDINARIAS	201,83	417.879,10	201,83	417.879,10	202,00	418.224,17	1.253.982,36
** HORAS DE DESCANSO	35,17	72.809,65	35,17	72.809,65	35,00	72.464,58	218.083,89
** FESTIVAS COMPENSADAS	9,00	13.975,31	10,00	15.528,13	9,00	13.975,31	43.478,75
** FESTIVAS NO COMPENSADAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
** RECARGO NOCTURNO	71,67	51.932,95	70,67	51.208,31	72,00	52.174,50	155.315,76
** HORAS EXTRAS DIURNAS ORDINARIAS	9,00	23.292,00	16,00	41.408,00	12,00	31.056,00	95.756,00
** HORAS EXTRAS DIURNAS FESTIVAS	25,60	106.005,33	26,00	107.661,67	25,60	106.005,33	319.672,33
** HORAS EXTRAS NOCTURNAS ORDINARIAS	8,00	28.985,83	9,00	32.609,06	8,50	30.797,45	92.392,34
** HORAS EXTRAS NOCTURNAS FESTIVAS	3,67	18.978,82	3,67	18.996,07	3,83	19.841,49	57.816,39
TOTAL PAGO HORAS		733.859,00		758.099,98		744.538,84	2.236.497,82

7.5 DECLARACION DE LAS VARIABLES DE DECISION

X_{ij} = Numero de horas laboradas por el guarda i del tipo de hora j al mes.

Siendo,

$i = \{1,2,3\}$; subíndice de guarda

$j = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$; subíndice de tipo de hora

Siendo j:

$j = 1 \rightarrow$ Horas ordinarias diurnas

$j = 2 \rightarrow$ Horas ordinarias nocturnas

$j = 3 \rightarrow$ Horas ordinarias feriadas diurnas

$j = 4 \rightarrow$ Horas ordinarias feriadas nocturnas

$j = 5 \rightarrow$ Horas extras diurnas

$j = 6 \rightarrow$ Horas extras nocturnas

$j = 7 \rightarrow$ Horas extras diurnas feriadas

$j = 8 \rightarrow$ Horas extras nocturnas feriadas

$j = 9 \rightarrow$ Horas de descanso feriado compensado

$j = 10 \rightarrow$ Horas de descanso

7.6 DETERMINACIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO

La función objetivo está dada por el valor respectivo de cada tipo de hora asignada a cada trabajador:

Es decir,

Minimizar la función donde:

- El valor de las horas ordinarias diurnas corresponde a la suma de las horas ordinarias diurnas y las horas ordinarias feriadas diurnas laboradas por cada guarda, multiplicadas por \$2,070 que es el costo de una hora ordinaria diurna con base en el SMMLV.

$$2.070*(X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{13} + X_{23} + X_{33})$$

- El valor de las horas ordinarias nocturnas corresponde a la suma de las horas ordinarias nocturnas y las horas ordinarias feriadas nocturnas laboradas por cada guarda, multiplicadas por \$2,795 que es el costo de una hora ordinaria nocturna con base en el SMMLV. “*El trabajo nocturno, por el*

*solo hecho de ser nocturno se remunera con un recargo del treinta y cinco por ciento (35%) sobre el valor del trabajo diurno”.*¹¹

$$2.795*(X_{12} + X_{14} + X_{22} + X_{24} + X_{32} + X_{34})$$

- El valor de las horas extras diurnas corresponde a la suma de las horas extras diurnas laboradas por cada guarda, multiplicadas por \$2,588 que es el costo de una hora extra diurna con base en el SMMLV. “El trabajo extra diurno se remunera con un recargo del veinticinco por ciento (25%) sobre el valor del trabajo ordinario diurno”¹²

$$2.588*(X_{15} + X_{25} + X_{35})$$

- El valor de las horas extras nocturna corresponde a la suma de las horas extras nocturnas laboradas por cada guarda, multiplicadas por \$3,623 que es el costo de una hora extra nocturna con base en el SMMLV. “El trabajo extra nocturno se remunera con un recargo del setenta y cinco por ciento (75%) sobre el valor del trabajo ordinario diurno.”¹³

$$3.623*(X_{16} + X_{26} + X_{36})$$

- El valor de las horas extras diurnas ferias corresponde a la suma de las horas extras diurnas ferias laboradas por cada guarda, multiplicadas por

¹¹ Art. 168. Código Sustantivo del Trabajo y Código Procesal del Trabajo y de la Seguridad Social. Vigésima tercera edición 2009. Colombia. Legis Editores S.A., 2009.

¹² *Ibíd.*

¹³ *Ibíd.*

\$4,140 que es el costo de una hora extra diurna feriado con base en el SMMLV, que corresponde al veinticinco por ciento (25%) del horario extra diurno y, *“El trabajo en domingo y festivos se remunerará con un recargo del setenta y cinco por ciento (75%) sobre el salario ordinario en proporción a las horas laboradas.”*¹⁴

$$4.140*(X_{17} + X_{27} + X_{37})$$

- El valor de las horas extras nocturnas feriado corresponde a la suma de las horas extras nocturnas feriado laboradas por cada guarda, multiplicadas por \$5,176 que es el costo de una hora extra nocturna feriado con base en el SMMLV, que corresponde al setenta y cinco por ciento (75%) del trabajo nocturno y al setenta y cinco por ciento (75%) del trabajo en día festivo.

$$5.176*(X_{18} + X_{28} + X_{38})$$

- El valor de las horas de descanso remunerado corresponde a la suma de las horas de descanso remunerado de cada guarda, multiplicadas por \$2,070 que es el costo de una hora diurna ordinaria con base en el SMMLV *“El trabajo durante los días de descanso obligatorio solamente se permite retribuyéndolo o dando un descanso compensatorio remunerado: a) En aquellas labores que no sean susceptibles de interrupción por su naturaleza*

¹⁴ Ibíd., Art. 169

*o por motivos de carácter técnico; b) En las labores destinadas a satisfacer necesidades inaplazables, como los servicios públicos, el expendio y la preparación de drogas y alimentos; c) En las labores del servicio doméstico y de choferes particulares”.*¹⁵ *“El trabajador que labore excepcionalmente el día de descanso obligatorio tiene derecho a un descanso compensatorio remunerado, o a una retribución en dinero, a su elección, en la forma prevista en el artículo anterior.”*¹⁶

$$2,070*(X_{19} + X_{29} + X_{39})$$

- El valor de la hora de descanso corresponde a la suma de las horas de descanso de cada guarda, multiplicadas por \$2,070 que es el costo de una hora ordinaria diurna con base en el SMMLV. *“El empleador debe remunerar el descanso dominical con el salario ordinario de un día, a los trabajadores que habiéndose obligado a prestar sus servicios en todos los días laborables de la semana, no falten al trabajo, o que, si faltan, lo hayan hecho por justa causa o por culpa o disposición del empleador”*¹⁷

$$2.070*(X_{110} + X_{210} + X_{310})$$

¹⁵ *Ibíd.*, Art. 175

¹⁶ *Ibíd.*, Art. 180

¹⁷ *Ibíd.*, Art. 173

Función objetivo:

Min Z =

$$2.070*(X_{11} + X_{13} + X_{19} + X_{110} + X_{21} + X_{23} + X_{29} + X_{210} + X_{31} + X_{33} + X_{39} + X_{310}) + \\ 2.795*(X_{12} + X_{14} + X_{22} + X_{24} + X_{32} + X_{34}) + 2.588*(X_{15} + X_{25} + X_{35}) + 3.623*(X_{16} + X_{26} \\ + X_{36}) + 4.140*(X_{17} + X_{27} + X_{37}) + 5.176*(X_{18} + X_{28} + X_{38})$$

7.7 RESTRICCIONES

a.) El contrato que se hace entre el empleador y el empleado se basa en el salario mínimo legal vigente para el año en curso, por lo tanto, para el año 2009 el salario básico del guarda no deben ser menores a \$496.900. *“A partir del primero (1°) de enero del año 2009 regirá como Salario Mínimo Legal Mensual para los trabajadores de los sectores urbano y rural la suma equivalente al salario mínimo definido por el Decreto 4965 de 27 de diciembre de 2007, incrementado en el índice de Precios al Consumidor calculado entre el 1° de enero y el 31 de diciembre de 2008 y certificado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. En caso de que el resultado contenga una fracción en centavos o en pesos, tal monto será aproximado a la centena superior siguiente”*.¹⁸ El DANE reportó que la inflación en Colombia durante el año 2008 fue de 7,67%.¹⁹

El salario básico incluye horas ordinarias y las horas de descanso.

¹⁸ Art. 1. Decreto 4868 de 2008 “

¹⁹ <http://www.caracol.com.co/nota.aspx?id=740062>

$$2.070*(X_{11}+ X_{12}+ X_{13}+ X_{14}+ X_{110}) \geq 496.900 \quad R1$$

$$2.070*(X_{21}+ X_{22}+ X_{23}+ X_{24}+ X_{210}) \geq 496.900 \quad R2$$

$$2.070*(X_{31}+ X_{32}+ X_{33}+ X_{34}+ X_{310}) \geq 496.900 \quad R3$$

b.) Por cada 48 horas ordinarias laboradas en turnos acumuladas a la semana por empleado, tiene derecho a 8 horas de descanso remuneradas, o por fracciones. *“El empleador debe remunerar el descanso dominical con el salario ordinario de un día, a los trabajadores que habiéndose obligado a prestar sus servicios en todos los días laborables de la semana, no faltan al trabajo, o que, si faltan, lo hayan hecho por justa causa o por culpa o disposición del empleador”*²⁰

$$\frac{X_{i1} + X_{i2} + X_{i3} + X_{i4}}{48} = \frac{X_{i11}}{8}, \text{ o lo que es igual a:}$$

$$X_{11}+ X_{12}+ X_{13}+X_{14} =6X_{110} \quad R4$$

$$X_{21}+ X_{22}+ X_{23}+X_{24} =6X_{210} \quad R5$$

$$X_{31}+ X_{32}+ X_{33}+X_{34} =6X_{310} \quad R6$$

c.) Para cumplir con el pago del salario mínimo legal vigente, se debe programar el guarda mínimo 240 horas ordinarias al mes que corresponde a 208 ordinarias y 32 de descanso. Por lo tanto, la siguiente restricción contempla que la suma de las

²⁰ Art. 173. Código Sustantivo del Trabajo y Código Procesal del Trabajo y de la Seguridad Social. Vigésima tercera edición 2009. Colombia. Legis Editores S.A., 2009.

horas ordinarias diurnas laborales, nocturnas laborales y festivas diurnas y nocturnas, debe ser mayor a 208 horas:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} \geq 208 \quad R7$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} \geq 208 \quad R8$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} \geq 208 \quad R9$$

d.) Por cada hora ordinaria laborada en un día festivo (días festivos nacionales y domingos) el trabajador tiene derecho a una hora de descanso compensada. *“El trabajo durante los días de descanso obligatorio solamente se permite retribuyéndolo o dando un descanso compensatorio remunerado”²¹.*

$$X_{19} = X_{13} + X_{14} \quad R10$$

$$X_{29} = X_{23} + X_{24} \quad R11$$

$$X_{39} = X_{33} + X_{34} \quad R12$$

e.) Para cubrir el servicio 24 horas, se toma un mes promedio de 30 días teniendo en cuenta el siguiente cálculo:

Número de días en el año	365	aprox.
Número de semanas en el año	52,14	52
Número de semanas en el mes*	4,35	4
Número de días al mes	30,42	30

* por cada semana corresponde un domingo

²¹ Art. 180. Código Sustantivo del Trabajo y Código Procesal del Trabajo y de la Seguridad Social. Vigésima tercera edición 2009. Colombia. Legis Editores S.A., 2009.

Para cubrir la totalidad del servicio 24 horas durante todo el mes, se deben cubrir un total de horas de 720. Estas horas se discriminan de la siguiente forma para el año 2009, teniendo en cuenta que durante el año hay 18 días festivos que corresponde (aproximado) a 2 días festivos y 4 domingos al mes, obteniendo un total promedio de 6 días feriados al mes. El resto de los días corresponden a días hábiles.

Horas diurnas no feriadas a laborar por mes:	16 horas X 24 días = 384
Horas nocturnas no feriadas a laborar por mes:	8 horas X 24 días = 192
Horas diurnas feriadas a laborar por mes:	16 horas X 6 días = 96
Horas nocturnas feriadas a laborar por mes:	8 horas X 6 días = 48

Con la anterior información obtenemos las siguientes restricciones:

$$X_{11} + X_{15} + X_{21} + X_{25} + X_{31} + X_{35} = 384 \quad R13$$

$$X_{12} + X_{16} + X_{22} + X_{26} + X_{32} + X_{36} = 192 \quad R14$$

$$X_{13} + X_{17} + X_{23} + X_{27} + X_{33} + X_{37} = 96 \quad R15$$

$$X_{14} + X_{18} + X_{24} + X_{28} + X_{34} + X_{38} = 48 \quad R16$$

Para obtener un equilibrio en las horas diurnas feriadas, en caso que se requieran programar, se propone la siguiente restricción con el fin de evitar un exceso de horas que no permita realizar una programación eficiente.

$$X_{13} + X_{17} \leq 32 \quad R17$$

$$X_{23} + X_{27} \leq 32 \quad \text{R18}$$

$$X_{33} + X_{37} \leq 32 \quad \text{R19}$$

Además se restringen las horas extras diurnas feriadas, debido a que al horario diurno le corresponde 16 horas al día, y así se evita que se carguen el total de horas diurnas feriadas a las extras diurnas feriadas.

$$X_{17} + X_{27} + X_{37} \leq 24 \quad \text{R20}$$

Sumado a las restricciones anteriores se agrega la condición de no negatividad, es decir $X_{ij} \geq 0$

Para resolver el modelo se utilizó como herramienta el software de apoyo WINQSB® versión 2.0 desarrollado por el matemático Yih Long Chang.

A manera de resumen, en el anexo 1 se encuentra el modelo de programación lineal planteado de forma matricial que sirvió como input al software. Así mismo en la figura 4 se muestra una imagen de pantalla de la utilización del software al ingresar la matriz de datos.

Variable -->	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X110	X111	X21	X22	X23
Minimize	2070	2795	2070	2795	2588	3623	4140	5176	1552	3623	2070	2070	2795	2070
Salario	2070	2795	2070	2795	2588	3623	4140	5176	1552	3623	2070	0	0	0
Salario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2070	2795	2070
Salario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrs	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-6	0	0
Hrs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Hrs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrs	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Hrs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrs extras	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Hrs extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrs extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrs	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Hrs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hrs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrs no	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0
Hrs no	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hrs no	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horas	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Horas	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Horas	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Horas	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LowerBound	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UpperBound	3623	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous

**Figura 4. Imagen de pantalla de entrada de datos al software
Elaboración propia**

	12:37:14	Monday	April	06	2009			
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X11	192,0000	2,070,0000	397,440,0000	0	basic	-M	2,070,0000
2	X12	0	2,795,0000	0	0	at bound	2,795,0000	M
3	X13	0	2,070,0000	0	0,0007	at bound	2,069,9990	M
4	X14	0	2,795,0000	0	0,0004	at bound	2,795,0000	M
5	X15	48,0000	2,588,0000	124,224,0000	0	basic	-M	2,588,0000
6	X16	0	3,623,0000	0	310,0000	at bound	3,313,0000	M
7	X17	0	4,140,0000	0	0,0007	at bound	4,140,0000	M
8	X18	0	5,176,0000	0	311,0004	at bound	4,865,0000	M
9	X19	0	1,552,0000	0	0	basic	1,552,0000	3,623,0000
10	X110	0	3,623,0000	0	2,071,0000	at bound	1,552,0000	M
11	X111	32,0000	2,070,0000	66,240,0000	0	basic	-M	3,108,0000
12	X21	48,0000	2,070,0000	99,360,0000	0	basic	2,070,0000	2,070,0000
13	X22	144,0000	2,795,0000	402,480,0000	0	basic	2,795,0000	2,795,0000
14	X23	0	2,070,0000	0	0,0007	at bound	2,069,9990	M
15	X24	0	2,795,0000	0	0,0004	at bound	2,795,0000	M
16	X25	48,0000	2,588,0000	124,224,0000	0	basic	-M	2,588,0000
17	X26	0	3,623,0000	0	310,0000	at bound	3,313,0000	M
18	X27	0	4,140,0000	0	0,0007	at bound	4,140,0000	M
19	X28	0	5,176,0000	0	311,0004	at bound	4,865,0000	M
20	X29	0	1,552,0000	0	0	basic	1,552,0000	3,623,0000
21	X210	0	3,623,0000	0	2,071,0000	at bound	1,552,0000	M
22	X211	32,0000	2,070,0000	66,240,0000	0	basic	-M	3,108,0000
23	X31	0	2,070,0000	0	0,0001	at bound	2,070,0000	M
24	X32	48,0000	2,795,0000	134,160,0000	0	basic	2,795,0000	2,795,0000
25	X33	96,0000	2,070,0000	198,720,0000	0	basic	-M	2,070,0010
26	X34	48,0000	2,795,0000	134,160,0000	0	basic	-M	2,795,0000
27	X35	48,0000	2,588,0000	124,224,0000	0	basic	2,588,0000	2,588,0010
28	X36	0	3,623,0000	0	310,0000	at bound	3,313,0000	M
29	X37	0	4,140,0000	0	0,0007	at bound	4,140,0000	M
30	X38	0	5,176,0000	0	311,0004	at bound	4,865,0000	M
31	X39	144,0000	1,552,0000	223,488,0000	0	basic	-M	1,552,0000
32	X310	0	3,623,0000	0	2,071,0000	at bound	1,552,0000	M
33	X311	32,0000	2,070,0000	66,240,0000	0	basic	-M	3,107,9980
	Objective	Function	(Min.) =	2,161,200,0000	(Note:	Alternate	Solution	Exists!!)

Figura 5. Imagen de pantalla para salida de solución del software
Fuente: elaboración propia

Al resolver el modelo se obtiene la información resumida en el anexo 2. Igualmente en la figura 5 se muestra una **imagen de pantalla** de la salida de resultados del software.

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS (DE LA SOLUCION)

Revisando la tabla de solución óptima generada por el software WINQSB 2.0 (ver anexo 2), se tienen los siguientes resultados:

- $X_{11} = 4$ → El guarda 1 debe laborar 4 horas ordinarias diurnas.
- $X_{12} = 192$ → El guarda 1 debe laborar 192 horas ordinarias nocturnas.
- $X_{13} = 32$ → El guarda 1 debe laborar 32 horas ordinarias feriadas diurnas.
- $X_{17} = 24$ → El guarda 1 debe laborar 24 horas extras diurnas feriadas.
- $X_{18} = 48$ → El guarda 1 debe laborar 48 horas extras nocturnas feriadas.
- $X_{19} = 32$ → El guarda 1 acumula 32 horas de descanso feriados compensados.
- $X_{110} = 38$ → El guarda 1 acumula 38 horas de descanso.
- $X_{21} = 178$ → El guarda 2 debe laborar 178 horas ordinarias diurnas.
- $X_{23} = 32$ → El guarda 2 debe laborar 32 horas ordinarias feriadas diurnas.
- $X_{29} = 32$ → El guarda 2 acumula 32 horas de descanso feriados compensados.
- $X_{210} = 35$ → El guarda 2 acumula 35 horas de descanso.
- $X_{31} = 202$ → El guarda 3 debe laborar 202 horas ordinarias diurnas.
- $X_{33} = 8$ → El guarda 3 debe laborar 8 horas ordinarias feriadas diurnas.
- $X_{39} = 8$ → El guarda 3 acumula 8 horas de descanso feriados compensados.
- $X_{310} = 35$ → El guarda 3 acumula 35 horas de descanso.

Aplicando esta configuración al servicio se minimizan los costos de la empresa.

Las variables $X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{22}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{32}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}$, son nulas, es decir, que los guardas no laboraran en las horas correspondientes a estas variables.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores y la estructura de costos actual expuesta en la Tabla 5, el costo actual de un puesto 24 horas permanente es de \$4.962.063 donde el costo laboral (sin incluir prestaciones sociales) corresponde a la suma de \$2.236.498. Al resolver el modelo se puede concluir que la empresa VIMARCO LTDA puede prestar un servicio de vigilancia fija 24 horas teniendo un costo mensual mínimo de \$4.926.533. La disminución en el valor del servicio corresponde netamente a los costos laborales, que fueron el objeto de estudio de este trabajo de grado. Los resultados obtenidos (TABLA 7) para el costo laboral del puesto es de \$2,200,968, obteniendo una disminución en los costos totales de \$35,530 (1,6%), cumpliendo satisfactoriamente con las restricciones estipuladas en el momento de definir el modelo de programación lineal.

Tabla 7. Costo Laboral Servicio 24 Horas Permanente

TIPO DE HORA	VALOR(\$ /hrs)	VIGILANTE 1		VIGILANTE 2		VIGILANTE 3	
		No. Horas	Valor	No. Horas	Valor	No. Horas	Valor
Horas ordinarias diurnas	\$ 2.070	4	\$ 8.280	178	\$ 368.460	202	\$ 418.140
Horas ordinarias nocturnas	\$ 2.795	192	\$ 536.640		\$ 0		\$ 0
Horas ordinarias diurnas ferias	\$ 2.070	32	\$ 66.240	32	\$ 66.240	8	\$ 16.560
Horas ordinarias nocturnas ferias	\$ 2.795		\$ 0		\$ 0		\$ 0
Horas extras diurnas	\$ 2.588		\$ 0		\$ 0		\$ 0
Horas extras nocturnas	\$ 3.623		\$ 0		\$ 0		\$ 0
Horas extras diurnas ferias	\$ 4.140	24	\$ 99.360		\$ 0		\$ 0
Horas extras nocturnas ferias	\$ 5.176	48	\$ 248.448		\$ 0		\$ 0
Horas descanso compensadas	\$ 2.070	32	\$ 66.240	32	\$ 66.240	8	\$ 16.560
Horas de descanso	\$ 2.070	38	\$ 78.660	35	\$ 72.450	35	\$ 72.450
TOTAL			\$ 1.103.868		\$ 573.390		\$ 523.710

Las variables de decisión determinan la cantidad de cada tipo de hora.

8. ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO

En este proyecto se busca solucionar el problema de la programación de la fuerza de trabajo. En general este tipo de problema incluye muchos problemas referentes a la planeación y programación en particular el "Diseño de turnos basado en el tipo de hora a laborar" de la fuerza de trabajo en una empresa. Estos problemas se manifiestan de diferentes formas de acuerdo al tipo de organización. La programación de la fuerza de trabajo puede llegar ser un factor determinante en cuanto a la reducción de costos de una organización. Por tal razón surge la necesidad de encontrar programas que permitan reducir costos sin afectar su nivel de eficiencia.

El método-solución propuesto para resolver el problema planteado en esta tesis, está basado en un modelo de programación lineal. Dicho método teóricamente puede resultar de gran eficacia teniendo en cuenta la complejidad del problema a resolver. Dadas las características de este problema, se encontró que era posible diseñar un modelo de programación lineal, que pudiese proporcionar un total de horas a laborar por cada guarda, siguiendo un procedimiento lógico.

Es importante tener en cuenta que la solución de este modelo arroja un total de horas que a su vez se convierte en salarios y costo laboral de un puesto. Al notar una diferencia salarial entre los tres guardas se recomienda hacer una rotación de

los turnos mensual, con el fin de nivelar el salario anual de los tres. El costo laboral está repartido de la siguiente manera:

Tabla 8. Costo Laboral mensual por Vigilante

	Guarda 1	Guarda 1	Guarda 1
COSTO LABORAL	\$ 1.103.868	\$ 573.390	\$ 523.710

Para obtener un equilibrio entre los tres guardas del puesto, y evitar conflictos entre ellos, con la empresa o con los clientes, se propone realizar una rotación mensual que permita obtener un equilibrio anual en los ingresos de los mismos. Es decir, cada guarda al año tendrá ingresos de \$8,803.872, siendo asignado cuatro veces al año cada uno de los salarios.

El criterio de optimización es que todos los trabajadores tengan asignada al final del año una carga de trabajo similar que les permita generar los mismos ingresos creando así un ambiente de trabajo justo y equitativo asegurando la eficiencia tanto de la empresa como del trabajador en la prestación del servicio.

De la mano con la estrategia anterior se propone uno de los cambios más interesantes que es la aplicación de la informática a través de software y de la hoja de cálculo que eliminan los procedimientos netamente matemáticos para solucionar problemas y que le permiten a los interesados en estos problemas de optimización, ahorrarse tiempo en los largos y tediosos procesos de cálculo

manual permitiendo un mayor espacio para el análisis de los resultados que, en últimas, es lo que más interesa al obtener las respuestas numéricas.

Se propone para futuros trabajos el estudio de una metodología o modelo que permita asignar los turnos por día a cada guarda para cubrir este servicio. La literatura investigada como base de este trabajo de grado, permite afirmar que actualmente no se ha elaborado un modelo de tal manera que permita realizar este trabajo. Siendo el planteamiento de este modelo extenso y de un tamaño bastante grande que obliga un estudio aún más exigente de cada condición.

Como paso inicial, en este trabajo se plantea las horas totales de cada tipo a laborar por cada guarda. Estas variables son la entrada a un nuevo modelo que permita realizar la programación diaria durante un periodo determinado.

De esta forma la importancia de la Programación Lineal no solo radica en el procedimiento matemático, sino en la herramienta financiera que sirve de soporte para la toma de decisiones en cualquier organización, por tal motivo es vital que la empresa maneje adecuadamente esta herramienta que es aplicable a todas las áreas que la componen y que permite la asignación eficiente de los recursos, además de la ayuda que presta para globalizar la información.

Por otra parte el diseñar un modelo de programación lineal y usar herramientas informáticas para encontrar sus posibles soluciones implica un cambio en la cultura organizacional, es decir un cambio en la forma que usualmente realizan las

actividades los empleados de VIMARCO LTDA en el día a día. La cultura tiene que ver con el proceso de socialización que se da dentro de una empresa, a través de una objetivación social, en este caso particular VIMARCO LTDA implementara acciones que permitan socializar el nuevo método para programar los turnos de trabajo para la prestación del servicio de vigilancia fija 24 horas.

9. CONCLUSIONES

En este trabajo se llega a ver que las empresas (ya sean de servicios, manufacturera, etc.) necesitan de un buen manejo de sus recursos para lograr una eficiencia y reducir costos, además eso significa mayores utilidades para un buen desarrollo. Teniendo en cuenta todo esto se comprende que el modelo de programación lineal es de una gran ayuda para estas.

Se identificaron los servicios que ofrece VIMARCO LTDA, y tomando como punto de partida el servicio 24 horas de la vigilancia fija, se establecieron los aspectos a estudiar para plantear el modelo de programación lineal buscando optimizar los costos laborales en la programación del servicio. Con todos los datos proporcionados por la empresa y con los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación como ingenieros y demás, se logro determinar un modelo de programación lineal para alcanzar los objetivos establecidos.

Se planteó el modelo de programación lineal teniendo en cuenta todas las variables establecidas en el código laboral y la información suministrada por la empresa, buscando optimizar el proceso de programación de los empleados, minimizando el costo del servicio.

De un servicio fijo tipo 2x2x2 (donde los trabajadores trabajan dos días de día, dos

de noche y dos días de descanso), se pudo establecer un tipo de servicio variable garantizando un ahorro mensual a la empresa de \$ 35,539 por puesto y por ende un ahorro mensual aproximado a nivel nacional (aprox. 995 puestos 24 horas permanente) de \$ 35,000,000.

El impacto total en la empresa anualmente es de más de \$ 420 millones de pesos.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, David; SWEENEY, Dennis y WILLIAMS, Thomas. Métodos Cuantitativos para los Negocios. 9 ed. México: Editorial Thomson Learning, 2004. 834p. ISBN 970-686-372-9.

ÁLVAREZ VALDÉS, R; CRESPO, E. y TAMARIT, JM. The Labour Scheduling at an Airport Refuelling Installation. [En línea]. The Journal of Operational Research Society. Vol. 50, No. 3. Marzo de 1999. p. 211-218. ISSN 01605682. Disponible en la dirección Web: <http://www.jstor.org/stable/3010684>.

EPPEN, Gary D. Investigación de Operaciones en las ciencias administrativas. 5 ed. México. Pearson Educación, 1998. p. 13 -25.

FAULIN, Javier y JUAN, Ángel. Aplicaciones de la Programación Lineal. Disponible en la dirección Web:

<http://www.humyo.com/F/5170397-167957249/Y2QxZjhhYTBJN2I1ZGQwNWE2ZmJhMWIwNTFjMDUyOTY=%20->

Gabriel Leandro. Aplicaciones de la Programación Lineal. [en línea]. Auladeeconomia.com. s.f. Disponible en la dirección Web: www.auladeeconomia.com/Aplicaciones%20de%20PL.ppt

GALLAGHER, Charles. Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones en Administración. México: McGraw Hill, 1982. ISBN 968-451-312-7.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ-COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. 4 ed. México: McGraw Hill, 2006. 896p. ISBN 970-10-5753-8.

HILLIER, Mark y LIEBERMAN, Gerald. Métodos Cuantitativos para Administración. México: McGraw Hill, 2001. 876p. ISBN 970-103-362-0.

HODSON, William. Maynard: Manual del Ingeniero Industrial. 4 ed. México: Mc Graw Hill, 1997. ISBN 970-10-1062-0.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio: Tesis y Otros Trabajos de Grado. Bogotá: División de publicaciones ICONTEC, 2002. 147p. ISBN 958-9383-07-6.

Investigación de Operaciones. [En línea]. s.f. Disponible en la dirección Web: [www.investigacionoperaciones.com/Presentacion_modelos/INTRODUCCION % 20INV.%20OPER.ppt](http://www.investigacionoperaciones.com/Presentacion_modelos/INTRODUCCION%20INV.%20OPER.ppt)

Investigación Operativa. [En línea]. Investigacionoperativa.com. s.f. Disponible en la dirección Web:

<http://www.investigacionoperativa.com/index.html>

LEZAUN, Mikel. Optimización de la Planificación del Trabajo en Empresas que trabajan a turnos [en línea]. Departamento de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación operativa; Facultad de Ciencia y Tecnología: Universidad del País Vasco. Marzo de 2007. Disponible en la dirección Web: <http://weblogs.madrimasd.org/matematicas/archive/2007/03/05/60379.aspx>

MAYNARD, James M. A Linear Programming Model for Scheduling Prison Guards [en línea]. [Washington D.C., USA]. National Science foundation, 1980. Disponible en la dirección Web: http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/31/c3/d8.pdf

MONTOYA, Carlos, Algoritmo para Programación de Fuerza de Trabajo. [En línea] s.f. Universidad de Los Andes. Disponible en la dirección Web: http://elavio2005.uniandes.edu.co/ResumenesParticipantes/Lunes/MontoyaCarlos_R.do

Programación Lineal. [En línea]. s.f. Disponible en la dirección Web: http://www.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_Terminados/Investigacion_de_Operaciones_Careaga/Common/IO-modulo1.htm

TAHA, Hamdy. Investigación de Operaciones. 7 ed. México: Pearson, 2004.
848p. ISBN 970-260-498-2

Ángeles, J, y Aquino, V. (1998). Implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo en la Fábrica de Harina de Pescado Challwa Ancash. Chimbote: Tesis Universidad Nacional de Trujillo.

Gass I., Saúl. (1985). Linear Programming. New York: McGraw-Hill.

RIOS, Insua Sixto: Investigación Operativa. Programación lineal y aplicaciones.1 Ed. España: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces S.A.1996 p 13-16.

Salazar, J. (1994). Desarrollo y Aplicación de un Modelo de Programación Lineal (Computarizado) para Alimentos Balanceados. Valparaíso: Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Taha, H. (2005). Investigación de Operaciones, una introducción. México: Prentice Hall.

WINSTON, Wayne. Investigación de operaciones Aplicaciones y Algoritmos. 4 Ed. México. Thompson Editores, 2004. P 1384.