



PROPUESTA DE PARQUEADERO DE AUTOMÓVILES PARA LA UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA, SEDE CALI

Yeimmy Londoño Gaitán, Francy Leidy Patiño Alzate, Jhon Haide Cano Beltrán, Harol Daniel Posso

**Universidad Cooperativa de Colombia
Cali, Colombia**

Resumen

En los últimos años la ciudad de Cali, ha tenido una mayor demanda de espacio de parqueo, tanto de autos, como para motocicletas y bicicletas, debido a que factores como el mal servicio que presta el transporte público y la inseguridad del mismo, han obligado a los ciudadanos a comprar vehículos propios. Esta situación no es ajena a la comunidad universitaria que ha incrementado el número de vehículos pero que no ha visto compensado este mayor número de automotores con una mayor oferta de parqueaderos. Con estos antecedentes, presentamos una propuesta de solución para mejorar y optimizar el espacio del parqueadero de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Cali, que permita, de manera inteligente, gestionar el espacio que se ofrece para parqueo de vehículos, de tal forma que se pueda incrementar la utilización del mismo, multiplicando hasta en cinco veces, la capacidad actual instalada.

El estudio y propuesta busca, además, disminuir factores de inconformidad de la comunidad universitaria con el parqueadero, debido a la oferta limitada que hay para el tamaño de la población a atender, mientras toma en cuenta aspectos como el impacto ambiental de la propuesta versus otras alternativas. El proyecto considera distintos elementos: factores de uso, población, espacio, opciones de parqueo, factores económicos y ambientales y propone una solución de parqueadero automatizado que permita mejorar la situación de parqueo limitado dentro de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Cali.

Palabras clave: parqueadero, vehículos, optimización

Abstract

In recent years the city of Cali has had a greater demand for parking space, both cars, motorcycles and bicycles, because factors such as poor service provided by public transport and insecurity of the same, have forced to citizens to buy their own vehicles. This situation is not alien to the university community that has increased the number of vehicles but has not seen compensated this greater number of cars with a greater supply of parking. With this background, we present a proposal for a solution to improve and optimize the space of the parking lot of the Cooperativ In recent years the city of Cali has had a greater demand for parking space, both cars, motorcycles and bicycles, because factors such as poor service provided by public transport and insecurity of the same, have forced To citizens to buy their own vehicles. This situation is not alien to the university community that has increased the number of vehicles but has not seen compensated this greater number of cars with a greater supply of parking. With this background, we present a proposal for a solution to improve and optimize the space of the parking lot of the Cooperative University of Colombia Cali headquarters, which allows, intelligently, to manage the space that is offered for parking vehicles, in such a way that it can Increase the utilization of the same, multiplying up to five times the installed capacity.

The study and proposal also seeks to reduce factors of nonconformity of the university community with the parking lot, due to the limited supply that exists for the size of the population to be served, while taking into account aspects such as the environmental impact of the proposal versus other alternatives. The project considers different elements: factors of use, population, space, parking options, economic and environmental factors and proposes an automated parking solution that will improve the limited parking situation within the Cooperative University of Colombia Cali headquarters. The University of Colombia Cali headquarters, which allows, intelligently, to manage the space that is offered for parking vehicles, in such a way that it can Increase the utilization of the same, multiplying up to five times the installed capacity. The study and proposal also seeks to reduce factors of nonconformity of the university community with the parking lot, due to the limited supply that exists for the size of the population to be served, while taking into account aspects such as the environmental impact of the proposal versus other alternatives. The project considers different elements: factors of use, population, space, parking options, economic and environmental factors and proposes an automated parking solution that will improve the limited parking situation within the Cooperative University of Colombia Cali headquarters.

Keywords: *parking; vehicles; optimization*

1. Introducción

Nuestra ciudad ha crecido de forma rápida, este crecimiento genera no solo oportunidades sino problemáticas asociadas al espacio. No estamos preparados para lo que implica el crecimiento. La inseguridad, el servicio deficiente del transporte

público y la necesidad de llegar a sitios cada vez más alejados de nuestra residencia, han hecho que se incremente la búsqueda particular de transporte. Datos del RUNT, organismo que registra desde 2009 todos los trámites y operaciones que estén relacionados a los vehículos en Colombia, dan cuenta de 12623300 de vehículos, con una participación del 55,8% para las motos y un 44,2% para automóviles. Cada vez hay menos espacio para guardar los vehículos en los que nos movilizamos.

Cuando las edificaciones fueron construidas, no existió la planificación ni la proyección del crecimiento que el país experimentaría en los siguientes años. Esta realidad general, toca de manera particular a la Universidad Cooperativa de Colombia en su sede de la ciudad de Cali. Este proyecto pretende proponer un modelo de parqueo inteligente, que tome en cuenta la falta de espacio, el alto costo de la infraestructura, el costo ambiental, y que tomando como base los conocimientos adquiridos en Ingeniería (Particularmente en el curso de Física Mecánica), aplicarlos a una problemática real de calidad y cantidad de espacio para la cada vez mayor población con vehículo en la comunidad universitaria.

2. Objetivos

- Resolver una Situación Problema en el aula desde el curso de Física Mecánica, donde se proponga solución a una problemática real asociada al ambiente académico.
- Realizar una evaluación y discusión de los diferentes tipos de parqueaderos automatizados que se pueden implementar, discutir sus ventajas y desventajas, y a partir de todo esto seleccionar el más apropiado para la universidad.
- Proponer una posible solución tanto eficiente como económica para la sede de la universidad, para el problema de estacionamiento de vehículos.
- Hacer un estudio técnico de capacidad, localización y costos del parqueadero propuesto, tanto a escala real como en maqueta.
- Analizar riesgos, ventajas y desventajas del parqueadero propuesto para la sede de la Universidad.

3. Planeación

El flujo vehicular es uno de los impactos de tráfico más lento que influye en la universidad, lo cual ha generado inconformidad a la comunidad universitaria e incluso vecindario alrededor que se ven afectados por la falta de parqueaderos suficientes en la UCC.

3.1 Tipos de parqueaderos considerados: Por medio de algunos análisis que se realizaron al estudio de este proyecto se tomaron diferentes modelos de parqueaderos

con el fin de conocer los beneficios más convenientes que pueden generar para la universidad, como lo fueron [1]:

Parqueadero de cuadro rotativo - Ventajas: Se pueden parquear más vehículos en el espacio disponible, no hay uso de ascensores ni escaleras en el desplazamiento de los dueños del vehículo, reduce las emisiones de CO₂ ya que el vehículo se movilizara con el motor apagado. Desventajas: Tiempo en bajar o retirar el vehículo, ruido en el movimiento de la rotación de los vehículos, la expectativa deseada para la cantidad de vehículos es mayor a la que dispone este sistema de parqueadero.

Parqueadero con elevador - Ventajas: Se acopla en el área disponible reduciendo el espacio para mayor capacidad de vehículos, reduce emisiones de CO₂ debido a que el automóvil es movilizado con el motor apagado, uso de ascensores manejados por medio de programación, uso de tecnologías avanzadas, seguridad del vehículo al ser retirado del parqueadero. Desventajas: Por medio de estudios de comparación con otra clase de parqueadero, se dedujo que consume mayor espacio al ser una estructura cuadrada, tiempo de espera al solicitar el automóvil por el conductor.

Parqueadero subterráneo - Ventajas: Se facilita la circulación del tránsito del vehículo, reducción de la contaminación ambiental, mejor optimización del área disponible para el parqueadero. Desventajas: mayor costo al tener que incluir un costo extra que es el mover la tierra que dispone el área, al hacer un estudio del espacio disponible de la universidad conocemos que tenemos un suelo freático lo cual nos elevara mucho más los costos para ser construidos de manera subterránea [2].

Parqueadero con plataforma - Ventajas: Mejor optimización del espacio disponible dando una mejor capacidad de cantidad de vehículos, seguridad del vehículo, reducción de emisiones de CO₂ debido a que el automóvil es movilizado con el motor apagado, no realiza mayor ruido al movilizar el automóvil al puesto disponible que halla en el nivel de la torre. Desventajas: tiene que haber un espacio disponible para poder ingresar el vehículo a la torre.

A través de los distintos modelos de parqueaderos que fueron estudiados para este proyecto, se escogieron 2 propuestas, las cuales se estudiaron de manera más profunda con el fin de identificar la más apropiada para la UCC que se acople a las necesidades fundamentales que existen en el flujo de los vehículos, el parqueadero subterráneo y el parqueadero con plataforma.

Conforme a los datos que se estudiaron de estas 2 clases, se definió que el más apropiado para este proyecto es, el parqueadero con plataforma debido a que su ventaja con respecto al subterráneo es menor en costos al ser comparado con el suelo freático que presenta el parqueadero subterráneo. Además, se consideró más viable esta opción, ya que, en costos, vemos que es menor que el subterráneo.

Una vez definido el tipo de parqueadero a proponer, se procedió a hacer un estudio previo del parqueadero con el que cuenta la universidad, este estudio, principalmente se basó en las medidas y cantidad de espacios de parqueo con las que contamos. También encontramos el nivel del suelo freático este es debido a que la universidad

está construida encima de una laguna, entonces el nivel en el que está el agua es de 5 a 6 metros, el cual no convenía para construir el parqueadero subterráneo razón por la cual se decidió hacer el parqueadero en plataforma.

Una vez con las medidas, las cuales mostramos a continuación, se pudieron realizar todos los cálculos necesarios para propuesta del parqueadero real y el montaje del parqueadero a escala.

3.2 Área del parqueadero de la UCC: De los espacios disponibles en la sede de la universidad para parqueo de carros, se consideró el que se describe en la Foto1.

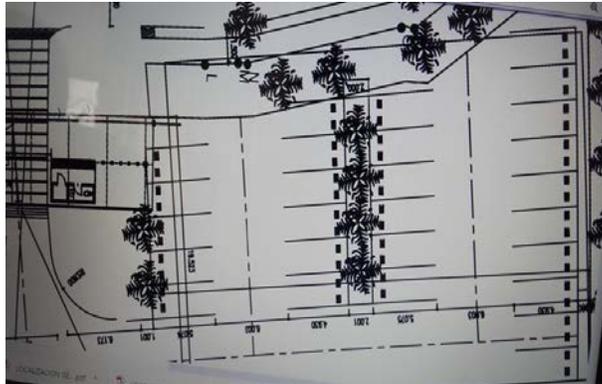


Foto 1. Plano de la superficie donde se instalaría el parqueadero propuesto.

El cual es un terreno plano de 34.1m de largo y 19.5m de ancho. Esta área fue escogida debido a que es el más amplio disponible, con la posibilidad de instalar 2 torres de 15m de diámetro, cada una con 3 niveles y cada nivel con capacidad de disponer 10 estacionamientos.

Esta clase de innovación de parqueadero que se propone para UCC, logra obtener grandes beneficios tanto para la universidad como para las personas que realizaran uso de él, como lo es brindar la seguridad del automóvil al estar dentro de la institución, ninguna persona podrá solicitar un automóvil sin confirmar con un documento ser dueño y de una forma satisfactoria aportar de manera ecológica al impacto ambiental al no producir CO₂ mientras los motores de los automóviles se encuentren apagados. Las operaciones de este nuevo sistema de estacionamiento tendrán diferentes e importantes mejoras al procedimiento actual:

- Registro del cliente: datos de la persona, a la cual se le asignara un dato único para reclamar su vehículo de salida.
- Lugar asignado para estacionar el automóvil: el parqueadero tiene forma de asignar un espacio libre que halla entre los 3 niveles que dispone para el automóvil del usuario.

Proceso de cobros por el servicio de estacionamiento: con el fin de recuperar el valor invertido en este Parqueadero Mecánico, se propone la siguiente tarifa de pago:

- Usuarios de 30 minutos: No tendrán costo alguno
- Usuarios de 1 hora a 2 horas: El costo de este lapso de tiempo tendrá una tarifa de \$2000.
- Usuarios de más de 2 horas: La tarifa que tendrá a partir de este tiempo es de 4000 pesos
- Tarifa especial: Se propone en esta tarifa del 50% de descuento a Estudiantes que incluyan el valor del parqueadero en la matrícula.
- Para los docentes de tiempo completo y personal de la universidad se dará un valor que incluya esta clase de descuento.

4. Construcción del prototipo (maqueta)

Luego de conocidos los tipos de parqueadero más comunes existentes en el mundo, identificado las limitaciones y necesidades de la Universidad y escogido el tipo de parqueadero a proponer, se procedió a construir la maqueta prototipo.

Para comenzar a construir nuestro prototipo, se hicieron dos propuestas por parte del equipo, una era hacer la maqueta de forma rectangular, ya que de esta forma se pensó que sería un poco más fácil ensamblar y se optimizaría mejor el espacio con este tipo de estructura. La segunda propuesta era hacerlo con una estructura circular, la cual también ayudaba a optimizar los espacios.

Se realizaron los planos de ambas estructuras y se compararon para ver cuál era más viable, con las cuales vimos que en la estructura circular se podían ingresar más autos que en la estructura rectangular, para ser más exactos de 2 a 3 cupo de más. Además de esto se llegó a la conclusión de que la estructura circular daba un toque más estético al parqueadero, por estas dos razones, se decidió realizar el prototipo con esta estructura.

Para realizar el prototipo fueron necesarios una serie de materiales, tanto para lo estético como para lo mecánico, dentro de los cuales tenemos la caja de piñones, servomotor, 3 círculos de madera, 4 círculos de cartón paja, láminas de cartón paja, fuente eléctrica, módulo Arduino UNO, batería, elevador manual, palos cuadrados, silicona, pegante instantáneo, aerosol, pegamento, lija, plano entre otros.

Antes de comenzar a armar la maqueta, se colocaron las medidas que iban a tener los dos parqueaderos, tanto el prototipo, como el parqueadero real, las cuales cabe resaltar que están a escala 1:35, las medidas se muestran a continuación en la Tabla 1 y Tabla 2:

| MEDIDAS PROTOTIPO (cm) | |
|------------------------|------|
| DIAMETRO | 43,4 |
| ALTURA PISO | 5,7 |
| ANCHO CABINA | 5,7 |
| LARGO CABINA | 14,3 |

Tabla 1.

| MEDIDAS REALES (m) | |
|--------------------|------|
| DIAMETRO | 15,2 |
| ALTURA PISO | 2,0 |
| ANCHO CABINA | 2,0 |
| LARGO CABINA | 5,0 |

Tabla 2.

Una vez obtenidas estas medidas se comenzó a ensamblar el prototipo, el cual constaba de 3 pisos, cada piso tiene un círculo de madera que da resistencia, pegado por la parte inferior a un círculo de 44cm de diámetro, ambos círculos con un círculo en el medio de 17cm; en el círculo tiene 9 separadores de (14,4x5,7) cm en cartón paja, los cuales simulan los separadores reales del parqueadero y lo que le da resistencia a los pisos superiores. Todos estos pisos están soportados en la parte inferior por 6 columnas hechas con palos cuadrados, cada columna tiene 23,5cm aproximadamente.

Durante la construcción de esta parte física del prototipo, se tuvieron diferentes dificultades, las cuales se desprendían a partir de soluciones que se daban para resolver inconvenientes anteriores. Dentro de estas dificultades, cabe resaltar la medida de la escala, la cual en un principio nos había quedado totalmente errada, a partir de este error nos tocó desarmar la maqueta y volverla a armar con las medidas con la escala con valores ajustados. Además, esto desencadenó en un error de medidas en las columnas que sostienen el prototipo, las cuales se les realizó un alargamiento para que las medidas ensamblaran perfectamente.

Otro inconveniente muy importante, es que el motor chocaba con el primer piso del prototipo, problema el cual lo resolvimos aumentándole tamaño a las columnas y quitándole unos milímetros a los pisos del parqueadero.

En la parte mecánica, tenemos la caja de piñones, conectado al elevador manual, lo cual hace que el elevador suba y baje mecánicamente, la caja de piñones va conectada a una fuente eléctrica, que es el que le da la energía para que pueda funcionar. En la base del elevador manual hay un agujero donde esta ensamblado el servomotor con una mariposa, que es el que le da el movimiento de 360° a la base del parqueadero; a la mariposa va pegado un palo de escoba de 11cm que ensambla el servomotor con la base que se va a encargar de subir, bajar, rotar e insertar los carros en el parqueadero. El servomotor funciona por medio de una batería que se le ensambla por fuera, esta le da la energía necesaria para hacer su movimiento de 360°.

Toda esta parte mecánica, hablando del movimiento vertical que es producido por la caja de piñones, y el movimiento circular que da el servomotor, posteriormente se controló con ayuda de módulo Arduino UNO.

Con el Arduino lo que se logró fue transformar una plataforma de elevación con sistema mecánico de acción manual, existente en el laboratorio de la universidad, en una plataforma de acción controlada electrónicamente, por medio de un arreglo con pulsadores y un motor de corriente continua, además dar un giro de 360° en la

superficie de la plataforma por medio de un servomotor controlado, accionado con un potenciómetro.

El sistema consiste en un servomotor conectado al pin9 de salida análogo de la placa Arduino, que es controlado por medio del giro del potenciómetro [3].

Además, con el Arduino, se logró programar una placa, que muestra un mensaje de bienvenida al parqueadero, es un detalle que se quiso añadir, para darle un poco de estética al parqueadero, idea la cual fue dada por las mujeres del grupo y que fue complementada con ayuda de un estudiante de ingeniería de sistemas, que tenía los principios básicos en Arduino, quien nos sirvió de tutor con toda la parte de conexiones y programación del Arduino.

5. Propuesta y costos del parqueadero a escala real

La construcción de un parqueadero mecánico automatizado contempla rubros en materiales, mano de obra, fabricación, montaje, equipos y parte eléctrica.

| OBRA CIVIL | | | | | | | | |
|----------------|-----------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------------------|----------------------|
| CARGO | CANT | SALARIO BASE | Vr. HORA ORDIN. | Horas (15 días) | Sub Total | AUX. TRANSP LEGAL | PROVISION APORTE (DE LA EMPRESA) | TOTAL NOMINA |
| | | | | | | | 40% | |
| Ingeniero | 1 | \$ 2,200,000 | \$ 9,167 | 160 | \$ 1,466,667 | \$ - | \$ 586,667 | \$ 2,053,333 |
| Inspecto HSE | 1 | \$ 1,200,000 | \$ 5,000 | 160 | \$ 800,000 | \$ 51,800 | \$ 320,000 | \$ 1,171,800 |
| Operador civil | 6 | \$ 1,200,000 | \$ 5,000 | 160 | \$ 4,800,000 | \$ 51,800 | \$ 1,920,000 | \$ 6,771,800 |
| Ayudantes | 6 | \$ 900,000 | \$ 3,750 | 160 | \$ 3,600,000 | \$ 51,800 | \$ 1,440,000 | \$ 5,091,800 |
| Total | 14 | | | | | | | \$ 15,088,733 |

Tabla 4. Elaborado por el grupo de trabajo

Primera parte: Los costos de la nómina para la realización del parqueadero están divididos en 3 partes: primera parte; la obra civil, en la cual se realizarán los cálculos topográficos y cimentación que soporten el peso de la estructura del parqueadero. El trabajo se ejecutará en 15 días, con 14 personas y sus respectivos salarios que suman un total de \$15.088.733, incluidas prestaciones sociales pagadas por el trabajador y la empresa.

| FABRICACION | | | | | | | | |
|--------------|-----------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------------------|----------------------|
| CARGO | CANT | SALARIO BASE | Vr. HORA ORDIN. | Horas (15 días) | Sub Total | AUX. TRANSP LEGAL | PROVISION APORTE (DE LA EMPRESA) | TOTAL NOMINA |
| | | | | | | | 40% | |
| Supervisor | 1 | \$ 1,800,000 | \$ 7,500 | 160 | \$ 1,200,000 | \$ 51,800 | \$ 480,000 | \$ 1,731,800 |
| Inspecto HSE | 1 | \$ 1,200,000 | \$ 5,000 | 160 | \$ 800,000 | \$ 51,800 | \$ 320,000 | \$ 1,171,800 |
| Calidad | 1 | \$ 1,100,000 | \$ 4,583 | 160 | \$ 733,333 | \$ 51,800 | \$ 293,333 | \$ 1,078,467 |
| Armador | 6 | \$ 1,300,000 | \$ 5,417 | 160 | \$ 5,200,000 | \$ 51,800 | \$ 2,080,000 | \$ 7,331,800 |
| Ayudantes | 7 | \$ 900,000 | \$ 3,750 | 160 | \$ 4,200,000 | \$ 51,800 | \$ 1,680,000 | \$ 5,931,800 |
| Total | 16 | | | | | | | \$ 17,245,667 |

Tabla 5. Elaborado por el grupo de trabajo

Segunda parte: Fabricación de la estructura, donde se efectuarán el acondicionamiento del material con sus respectivas medidas para el montaje. Este trabajo se realizará con 16 personas en un tiempo de 15 días. Los salarios respectivos que suman un total de \$17.245.667, incluidas prestaciones sociales pagadas por el trabajador y la empresa.

| MONTAJE | | | | | | | | |
|--------------|-----------|--------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|----------------------------------|----------------------|
| CARGO | CANT | SALARIO BASE | Vr. HORA ORDIN. | Horas (45 días) | Sub Total | AUX. TRANSP LEGAL | PROVISION APORTE (DE LA EMPRESA) | TOTAL NOMINA |
| | | | | | | | 40% | |
| Ingeniero | 1 | \$ 2,200,000 | \$ 9,167 | 360 | \$ 3,300,000 | \$ - | \$ 1,320,000 | \$ 4,620,000 |
| Inspecto HSE | 1 | \$ 1,200,000 | \$ 5,000 | 360 | \$ 1,800,000 | \$ 116,550 | \$ 720,000 | \$ 2,636,550 |
| Calidad | 1 | \$ 1,100,000 | \$ 4,583 | 360 | \$ 1,650,000 | \$ 116,550 | \$ 660,000 | \$ 2,426,550 |
| Montador | 5 | \$ 1,400,000 | \$ 5,833 | 360 | \$ 10,500,000 | \$ 116,550 | \$ 4,200,000 | \$ 14,816,550 |
| Ayudantes | 6 | \$ 900,000 | \$ 3,750 | 360 | \$ 8,100,000 | \$ 116,550 | \$ 3,240,000 | \$ 11,456,550 |
| Total | 14 | | | | | | | \$ 35,956,200 |

Tabla 6. Elaborado por el grupo de trabajo

Tercera parte; montaje de estructura, por medio del cual se realizará la instalación de los elementos estructurales, motor y sistema de elevación. Este trabajo lo realizarán 14 personas, incluyendo personal de seguridad y calidad, el trabajo se ejecutará en 45 días sumando un costo de nómina de \$35.956.200, incluidas prestaciones sociales pagadas por el trabajador y la empresa.

En total de los gastos de nómina suman el valor de \$ 68.290.600.

| DOTACION | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|-------|------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|
| DESCRIPCION | CANT | HORAS | Vr. UNIT | Vr. TOTAL | | |
| CAMISA TIPO INGEN | PERSONA | 2 | 360 | \$ 32 | \$ 23,000 | |
| CAMIBUSO | PERSONA | 5 | 360 | \$ 24 | \$ 43,750 | |
| CAMISA DRILL | PERSONA | 27 | 360 | \$ 24 | \$ 236,250 | SUB - TOTAL \$ 1,412,700 |
| PANTALON | PERSONA | 27 | 360 | \$ 29 | \$ 283,500 | IVA 16% \$ 226,032 |
| BOTAS | PERSONA | 27 | 360 | \$ 85 | \$ 826,200 | Vr. TOTAL \$ 1,638,732 |
| ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL | | | | | | |
| DESCRIPCION | UNI | CANT | Vr. UNIT | Vr. TOTAL | | |
| GUANTES VAQUETA CORTO | Par | 35 | 12000 | 420000 | | |
| GAFAS OSCURAS | Uni | 35 | 7000 | 245000 | | |
| TAPAOIDOS | Uni | 35 | 1200 | 42000 | SUB - TOTAL \$ 3,091,550 | |
| ARNES | Uni | 7 | 160650 | 1124550 | IVA 16% | \$ 494,648 |
| ESLINGAS POSICIONAMIENTO | Uni | 7 | 180000 | 1260000 | Vr. TOTAL \$ 3,586,198 | |
| EQUIPOS | | | | | | |
| DESCRIPCION | MED. | CANT. | Vr. UNIT | Vr. TOTAL | SUB - TOTAL | |
| Grua capacidad 30 toneladas | Hora | 360 | \$ 181,250 | \$ 65,250,000 | IVA 16% | \$ 10,440,000 |
| | | | | | Vr. TOTAL \$ 75,690,000 | |
| CONSUMIBLES | | | | | | |
| DESCRIPCION | MED. | CANT. | Vr. UNIT | Vr. TOTAL | SUB - TOTAL | |
| SOLDADURA 6010 - 1/8" | Kg | 300 | \$ 5,600 | \$ 1,680,000 | IVA 16% | \$ 551,398 |
| SOLDADURA 7018 - 1/8" | Kg | 300 | \$ 5,300 | \$ 1,590,000 | Vr. TOTAL \$ 3,997,638 | |
| DISCOS PULIDORA GRANDE CORTE 1/6" | UNID | 10 | \$ 4,052 | \$ 40,520 | | |
| OXIGENO | UNID | 3 | \$ 45,240 | \$ 135,720 | | |
| | | | | | TOTAL \$ | 84,912,568 |

Tabla 7. Elaborado por el grupo de trabajo

Por otra parte, los insumos como consumibles, elementos de protección personal, dotación y alquiler de grúa para realizar el montaje de la estructura suman un total de \$ 84.912.568 pesos.

| MATERIAL ESTRUCTURA | | | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------|-----------------|-----------------------|
| DESCRIPCION | MED. (x 6m) | CANT. | Vr. UNIT | Vr. TOTAL |
| VIGA HEA 220 ASTM A36 Acero | unidad | 30 | \$ 660,600 | \$ 19,818,000 |
| VIGA IPE 160 ASTM A36 Acero | unidad | 31 | \$ 208,267 | \$ 6,456,277 |
| VIGA CANAL 6x8.2 ASTM A36 Acero | unidad | 28 | \$ 166,050 | \$ 4,649,400 |
| VIGA CANAL 6x5.4 ASTM A36 Acero | unidad | 28 | \$ 99,085 | \$ 2,774,380 |
| Lamina de Alfajor de 1/4 x 4 x 1 | unidad | 20 | \$ 305,013 | \$ 6,100,260 |
| TOTAL | | | | \$ 39,798,317 |
| MATERIAL OBRA CIVIL | | | | |
| DESCRIPCION | MED. | CANT. | Vr. UNIT | Vr. TOTAL |
| Cemento | Kg | 450 | \$ 88,900 | \$ 40,005,000 |
| TOTAL | | | | \$ 40,005,000 |
| PARTE ELECTRICA | | | | |
| DESCRIPCION | MED. | CANT. | Vr. UNIT | Vr. TOTAL |
| Lamparas | Unidad | 21 | \$ 42,000 | \$ 882,000 |
| Instalacion de cableado | Unidad | 1 | \$ 32,000,000 | \$ 32,000,000 |
| TOTAL | | | | \$ 32,882,000 |
| ASCENSOR | | | | |
| DESCRIPCION | MED. | CANT. | Vr. UNIT | Vr. TOTAL |
| Ascensor | Unidad | 1 | \$ 120,000,000 | \$ 120,000,000 |
| Planta Electrica | Unidad | 1 | \$ 75,000,000 | \$ 75,000,000 |
| TOTAL | | | | \$ 195,000,000 |
| TOTAL | | | | \$ 307,685,317 |

Tabla 8. Elaborado por el grupo de trabajo

El suministro de materiales para la realización de la fabricación de estructura y fundición de obra civil y ascensor, suman un total de \$307.685,317 pesos.

Los gastos totales estimados para la construcción de un parqueadero mecánico automatizado, serían de **CUATROCIENTOS SESENTA MILLONES, OCHOCIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO PESOS** (\$460.888.485), evaluando los materiales y los gastos que se tendrán al momento de la fabricación y el montaje.

6. Expectativas a mediano plazo

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Cali propuso un plan piloto para ser desarrollado el 2017, en el cual cada uno de las cohortes

(Ingeniería Industrial y Sistemas) desarrollará una única Situación Problema, en la cual todos los cursos le deben de aportar saberes y quehaceres, de tal forma que se pueda cumplir con el propósito del proyecto y desarrollar así las competencias correspondientes a cada curso, y a cada semestre, apuntando siempre a las macrocompetencias correspondientes al programa de estudio del estudiante [4].

Para este plan piloto se ha dado a conocer en detalle las experiencias obtenidas previamente con la aplicación de esta metodología (únicamente en cursos de Física), y se espera poder obtener nuevas y enriquecedoras experiencias de aplicar este modelo a un semestre de un programa de estudio, ya que la interrelación y aporte de diferentes áreas de conocimiento a una misma Situación Problema, permitirá ubicar al estudiante en un contexto real donde pueda materializar la totalidad de los conocimientos que va adquiriendo durante el semestre. Se espera documentar nuevamente los resultados de dicha experiencia.

7. Referencias

- [1] Anon, (2016). [online] Available at: <http://LOS ESTACIONAMIENTOS MAS ESPECTACULARES DEL MUNDO> [Accessed 16 oct. 2016].
- [2] Anon, (2016). [online] Available at: <http://Sistema subterráneo de estacionamiento en China> [Accessed 16 Oct. 2016].
- [3] ArduinoLab. (2012). Controllando un servo con Arduino y un potenciómetro.
- [4] Sitio WEB <https://www.youtube.com/watch?v=mvuy92WxbzM&t=25s>

Sobre los autores

- **Yeimmy Londoño Gaitán**, Físico, Maestría en Instrumentación Física (Candidato), Profesor Tiempo Completo Universidad Cooperativa de Colombia, Profesor catedrático Universidad del Valle, yeimy.londonog@campusucc.edu.co;
- **Francy Leidy Patiño Alzate**, Estudiante Ingeniería de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia, francy.patinoa@campusucc.edu.co
- **Jhon Haide Cano Beltrán**, Ingeniero de Sistemas, Profesor Tiempo Completo Universidad Cooperativa de Colombia, jhon.Canob@campusucc.edu.co;
- **Harol Daniel Posso**, Estudiante Ingeniería de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia, daniel.possom@campusucc.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)