

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA  
ELABORACIÓN DE ESCENARIO MÓVIL AUTOMATIZADO DE  
EXTERIOR PARA EMPRESA AUDIOSUR LIMITADA.**

Informe de Habilitación Profesional  
presentado en conformidad a los  
requisitos para optar al Título de  
Ingeniero Civil Mecánico.

Profesor Guía:  
**Dr. Juan Carlos Figueroa Barra**

**HUMBERTO ANTONIO ARCE MELITA**

**CONCEPCIÓN – CHILE**  
**2014**

## Índice de contenido.

Agradecimientos.....	8
Resumen.....	10
1 Introducción.....	11
2 Objetivos .....	12
2.1 Objetivo general .....	12
2.2 Objetivos específicos .....	12
3 Antecedentes generales.....	13
3.1 Antecedentes de la empresa.....	13
3.1.1 Reseña .....	13
3.1.2 Descripción de los servicios .....	15
3.1.3 Identificación de clientes.....	16
4 Metodología general .....	17
4.1 Análisis estratégico .....	17
5 Resultado Análisis estratégico .....	20
5.1 FODA .....	20
5.1.1 Análisis externo: Amenazas-Oportunidades.....	20
5.1.2 Análisis interno: Fortalezas-Debilidades.....	21
5.1.3 Matriz FODA.....	22
5.2 Planificación estratégica.....	23
5.2.1 Visión.....	23
5.2.2 Misión .....	23
5.2.3 Valores .....	23
5.2.4 Objetivos y Metas .....	23
6 Discusiones generales .....	24
7 Antecedentes específicos .....	25

7.1	Descripción sistema actual.....	25
7.1.1	Parrilla de Iluminación .....	25
7.1.2	Escenario.....	26
7.2	Requerimientos de la empresa .....	28
7.2.1	Propuestas .....	28
7.2.2	Requerimientos.....	29
7.3	Proyectos relacionados .....	30
7.3.1	Empresa Europodium .....	30
7.3.2	Empresa Stageline .....	31
8	Metodología específica .....	32
8.1	Diseño de mecanismo escenográfico.....	33
8.1.1	Selección cilindros hidráulicos.....	33
8.1.2	Evaluación de cargas por pandeo .....	35
8.2	Técnicas para análisis de resistencia.....	36
8.2.1	Factor de seguridad.....	37
8.2.2	Cargas de trabajo supuestas.....	38
8.3	Tabla comparativa.....	39
8.3.1	Costos .....	39
8.3.2	Logística .....	39
9	Resultados específicos .....	40
9.1	Desglose de componentes del sistema.....	40
9.2	Planos de diseño.....	42
9.3	Selección de actuadores hidráulicos .....	44
9.3.1	Parrilla lateral.....	44
9.3.2	Tarima .....	44
9.3.3	Techo.....	45

9.3.4	Remolque .....	45
9.4	Evaluación de cargas por pandeo .....	45
9.4.1	Parrilla lateral.....	46
9.4.2	Tarima .....	46
9.4.3	Techo.....	46
9.4.4	Remolque .....	46
9.5	Carga trabajo vs Carga crítica por pandeo.....	46
9.5.1	Parrilla lateral.....	47
9.5.2	Tarima .....	47
9.5.3	Techo.....	47
9.5.4	Remolque .....	47
9.6	Análisis de resistencia.....	47
9.6.1	Análisis de parrilla y techo. ....	48
9.6.2	Análisis de Torres.....	50
9.6.3	Análisis de Tarimas .....	52
9.7	Comparación entre mecanismos.....	54
9.7.1	Costos .....	54
9.7.2	Logística .....	55
10	Conclusiones .....	55
11	Bibliografía.....	59
12	Referencias web.....	60
13	Anexos .....	61

## Índice de figuras.

Figura 1: Organigrama Audiosur Ltda. ....	14
Figura 2: Metodología de análisis estratégico. ....	18
Figura 3: Escala Likert.....	19
Figura 4: Estructura escenográfica.....	26
Figura 5: Montaje estructura escenográfica. ....	27
Figura 6: Requerimiento de la empresa. ....	30
Figura 7: Metodología diseño del mecanismo. ....	32
Figura 8: Rotulación componentes del mecanismo propuesto. ....	41
Figura 9: Vistas lateral y frontal de escenografía diseñada.....	43
Figura 10: Vista isométrica escenografía propuesta. ....	43
Figura 11: Estructura, montaje completo.....	44
Figura 12: Tensión máxima ejercida sobre parrilla y techo. ....	48
Figura 13: Desplazamiento máximo generado sobre parrilla y techo.....	49
Figura 14: Factor de seguridad sobre parrilla y techo. ....	50
Figura 15: Tensión máxima ejercida sobre torre. ....	51
Figura 16: Desplazamiento máximo generado sobre torre.....	51
Figura 17: Factor de seguridad sobre torre. ....	52
Figura 18: Tensión máxima ejercida sobre tarima.....	53
Figura 19: Desplazamiento máximo generado sobre tarima. ....	53
Figura 20: Factor de seguridad sobre tarima.....	54

## Índice de ecuaciones.

Ecuación 1: Definición de Presión.....	34
Ecuación 2: Presión en función del diámetro. ....	34
Ecuación 3: Ecuación de Euler para pandeo ....	35
Ecuación 4: Fuerza crítica por pandeo.....	35
Ecuación 5: Relación de comparación entre cargas. ....	36
Ecuación 6: Definición factor de seguridad.. ....	37
Ecuación 7: Factor de seguridad.....	38

## Índice de tablas.

Tabla 1: Perfil Estratégico del Entorno .....	21
Tabla 2: Perfil Estratégico de la Empresa .....	21
Tabla 3: Matriz FODA estratégico. ....	22
Tabla 4: Carga supuesta sobre parrilla. ....	38
Tabla 5: Carga supuesta sobre escenario.....	39
Tabla 6: Costos variables por evento. ....	39
Tabla 7: Tabla comparativa entre mecanismos.....	40
Tabla 8: Componentes sistema y sus pesos. ....	42
Tabla 9: Cargas de trabajo sobre parrilla lateral.....	44
Tabla 10: Cálculo diámetro cilindros parrilla lateral. ....	44
Tabla 11: Cargas de trabajo sobre tarima. ....	44
Tabla 12: Cálculo diámetro cilindros tarima.....	45
Tabla 13: Cargas de trabajo sobre techo o parrilla completa. ....	45
Tabla 14: Cálculo diámetro cilindros techo o parrilla completa.....	45
Tabla 15: Cargas de trabajo sobre remolque. ....	45
Tabla 16: Cálculo diámetro cilindros remolque.....	45
Tabla 17: Fuerza Crítica por pandeo en parrilla lateral .....	46
Tabla 18: Fuerza crítica por pandeo en tarima.....	46
Tabla 19: Fuerza crítica por pandeo techo o parrilla completa.....	46
Tabla 20: Fuerza crítica por pandeo remolque.....	46
Tabla 21: Comparación cargas en parrilla lateral. ....	47
Tabla 22: Comparación cargas en tarima. ....	47
Tabla 23: Comparación cargas en techo o parrilla completa.....	47
Tabla 24: Comparación cargas en remolque.....	47
Tabla 25: Tabla comparativa de costos operacionales entre mecanismos. ....	54
Tabla 26: Comparación logística entre mecanismos.....	55

*Por cuanto en mí ha puesto su amor, yo también lo libraré;  
Le pondré en alto, por cuanto ha conocido mi nombre.*

Salmos 91:14

## **Agradecimientos**

El presente informe merece el agradecimiento a la empresa Audiosur Limitada, en especial al señor Leonardo Estrada, quién depositó en mí la confianza suficiente para abrir las puertas de su empresa para el desarrollo de este proyecto, pero sin duda agradezco los lazos de amistad que mantiene con mi persona.

Al profesor Juan Carlos Figueroa, por su constante apoyo, por poner a disposición sin dudar los elementos que requiriese del departamento y por jamás poner en tela de juicio de mi integridad como persona y como estudiante.

A la profesora Lissette Parra por el tiempo dedicado en responder mis dudas, por atender mis inquietudes y haberlas aclarado, verdaderamente que su labor fue fundamental para que buena parte de este informe se desarrollara coherentemente.

A mi pareja Maybeline Belmar, por esas largas charlas de apoyo mutuo, que sin duda lograron que gran parte de este estudio tuviese un lineamiento adecuado, y por sobre todo por atender de mi en los momentos en que más lo necesité. A sus padres por tratarme como uno de sus hijos y darme todas las facilidades para dedicarme 100% a este proyecto, sin distraerme con otras preocupaciones.

A Hugo Carrión, gracias por atender desinteresadamente mis dudas, por tus opiniones siempre constructivas y consejos que hicieron de este proyecto lo que es.

A mis amigos de Feubb, que siempre tuvieron palabras de apoyo cuando la motivación decaía, y con quienes pude compartir día a día los logros obtenidos, gracias Malva por tus aportes y revisiones, gracias Joaquín por acordarte de mí.

Al finalizar este largo proceso, además debo sin duda dedicar palabras a quienes fueron mis puntales en los momentos que más lo necesité.



Padre este logro es para ti, los años de esfuerzo y la persona que ahora soy te lo debo, es un orgullo para mi poder darte esta felicidad, y ten por seguro que día a día voy a seguir esforzándome para poder al menos ser un poco como tú.

Madre, tu modo de querer siempre fue distinto, pero no dudo de que esto te enorgullece, les agradezco a ambos la formación que me dieron.

A mis amigos Javier Neira y Felipe Novoa, ahora colegas, gracias por su ayuda, siempre fui el más duro de cabeza, y sin el apoyo que ustedes me dieron, la amistad y las buenas experiencias, este camino se me hubiese hecho mucho más complejo, Javier, deseo además agradecer a tus padres y familia, que me brindaron un apoyo impagable en los momentos más difíciles de mi vida, este logro también es para ellos.

A mi familia, la que estamos formando, a mi pareja Maybeline, a mi hija Aylen, mis puntales, mi fuerza, mi motivación, mis deseos de superación son gracias a ustedes, las amo.

Dios es fiel.

## **Resumen**

El presente estudio se propone otorgar soluciones a las problemáticas detectadas en la gerencia de la empresa de audio, iluminación y productora de eventos Audiosur Limitada. Para ello se realiza un análisis estratégico de la organización, con la finalidad de objetivizar y canalizar las problemáticas, y encausar sus soluciones a una planificación estratégica adecuada y coherente.

Aplicando las herramientas “perfil estratégico de entorno” y “perfil estratégico de la empresa” se elabora una matriz FODA con la cual es posible detectar los lineamientos que la empresa debe trazarse, y junto con eso se construye finalmente la planificación estratégica que se perseguía.

Como resultado del análisis descrito, se detecta que una de las falencias principales se centra en la carencia de una infraestructura escenográfica eficiente, por lo que se levanta la propuesta de generar un diseño que supla las falencias del mecanismo actual y que proporcione además ventajas competitivas por sobre sus competidores.

El diseño desarrollado contiene la incorporación de cilindros hidráulicos que optimizan el montaje, está fabricado sobre un semirremolque de camión de 13 m de longitud que facilita su transporte, e incluye una mayor superficie de escenario, 90 m<sup>2</sup> y techo que cubre la totalidad de este, posibilitando además la adición de paredes y barandas perimetrales.

Sobre el mecanismo diseñado con herramientas *CAD* se realiza una simulación de cargas de trabajo sobre la parrilla de iluminación y el escenario, junto con obtener los esfuerzos máximos permisibles, y los desplazamientos máximos ejercidos sobre los elementos de la estructura, se conocerá como parámetro de mayor relevancia, el coeficiente de seguridad que determinará la cantidad de carga crítica que será capaz de soportar el mecanismo.

Para el caso en estudio se determina que el escenario tiene una capacidad extrema de 18 toneladas de carga, y la parrilla de 8,5 toneladas.

## 1 **Introducción**

Desde hace 20 años que el rol de las empresas de audio y productoras de eventos ha ido tomando preponderancia dentro de la sociedad actual, son cada vez más los espacios de entretenimiento, cultura y aprendizaje que se ofrecen por parte de múltiples organizaciones públicas y privadas a la sociedad y son cada vez más las organizaciones interesadas en presentar eventos de interés masivo. Estos eventos no serían del nivel que se merecen si no fuera por la labor desarrollada por las empresas de audio e iluminación, de ahí que la especialización y profesionalismo de estas empresas adquiere una relevancia fundamental.

Sin el trabajo y compromiso adquirido por estas entidades, se haría compleja la tarea de promover un desarrollo cultural armónico, pluralista y equitativo entre los habitantes del país.

La evolución de estos servicios durante las últimas décadas ha alcanzado niveles insospechados, la apertura económica y el explosivo desarrollo tecnológico ofrecen a este sector industrial nuevas posibilidades de especialización y calidad.

Uno de los aspectos relevantes que determinan el nivel de la empresa, será la infraestructura escenográfica con la que se cuente, en gran medida, de este factor dependerá que se adjudique el desarrollo de prestaciones o simplemente sea espectador cuando de eventos masivos se trate.

Con escenografía cada vez más sofisticadas y eficientes, las empresas hacen gala de sus capacidades y son cada vez más las entidades que se esfuerzan por adquirir estructuras de gran envergadura, razón suficiente para que en la industria surjan especialistas en el diseño y fabricación de mecanismos armables para eventos que dan para todos los requerimientos existentes.

En la región del Biobío, la empresa *Audiosur Ltda* ha sabido hacerse camino durante más de 2 décadas, con el esfuerzo permanente de satisfacer en pleno las necesidades de sus clientes, sorteando con éxito las exigencias cada vez más

complejas que el mercado demanda y con un fuerte vínculo con el mundo de la cultura y las artes.

Teniendo en consideración la voluntad de sobreponerse a los obstáculos, se presentan problemáticas que requieren de atención oportuna y diligente. La competencia se posiciona fuertemente con tecnología de vanguardia y amplias capacidades de inversión, haciendo indispensable la necesidad de renovarse y evitar un estancamiento que puede resultar nefasto para los intereses de la organización.

Para tal efecto, el presente estudio buscará detectar los lineamientos principales de un plan de acción que otorgue una vez más el éxito de la empresa dentro del rubro y a su vez propondrá alternativas orientadas a brindar soluciones que simplifiquen la logística del montaje y preparación de eventos de mediana y gran escala.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Realizar un análisis estratégico que permita identificar los lineamientos del plan de acción que requiere Audiosur Ltda. Para mejorar su infraestructura.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Proponer alternativa de plan de acción orientado desde el área mecánica y de diseño basado en el resultado del análisis estratégico.
- b) Evaluar factibilidad técnica de la propuesta, según los requerimientos de la empresa.
- c) Comparar mecanismo propuesto respecto al sistema actual, en términos logísticos.

### **3 Antecedentes generales**

#### **3.1 Antecedentes de la empresa.**

##### 3.1.1 Reseña

Audiosur Limitada es una empresa que se crea en el año 1991 en Concepción con la finalidad de satisfacer los requerimientos de servicios de amplificación e iluminación de eventos de toda índole de la región, en una gama tan amplia que varían desde aquellos de menor envergadura como charlas y conferencias en salones reducidos, hasta masivos conciertos y recitales al aire libre.

Incorporando pasión por la cultura y en especial por la música, más el adecuado conocimiento técnico para la manipulación de equipamiento especializado, surge una de las empresas más antiguas del rubro en la zona. Con más de 23 años de experiencia al servicio de entidades públicas y privadas tiene en su haber clientes ligados al sector empresarial, educacional, musical, teatral, entre otros, razón por la cual se propicia que desde hace 10 años sus horizontes se ampliaran a prestaciones de gestión comunicacional y gestión cultural, convirtiéndose de esta forma en productora de eventos.

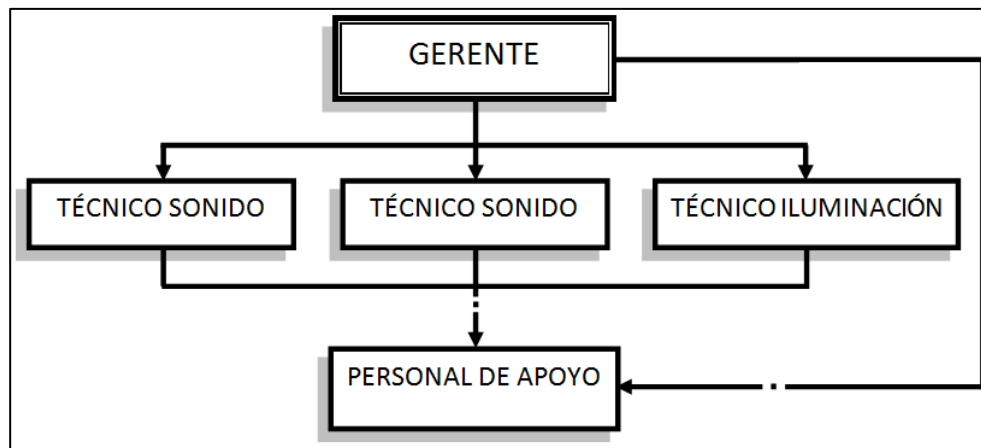
En un rubro tan diverso y de una acelerada evolución tecnológica, es preciso atender con diligencia los requerimientos de los clientes, estar a la vanguardia en manipulación de equipos e infraestructura y contar con el personal calificado para su operación. Es por ello que día a día los esfuerzos están orientados a invertir constantemente en adquisiciones innovadoras y capacitaciones de personal que permitan otorgar un servicio confiable y satisfactorio.

La empresa opera en la actualidad con 3 técnicos de planta, encargados de la logística, la operación y la mantención de los equipos. El gerente realiza labores administrativas, relaciones públicas y de coordinación. Para servicios de mayor envergadura o cuando se requiere atender eventos simultáneos se cuenta con una lista numerosa de operarios temporales quienes prestan servicios de montaje de

infraestructuras y sistemas, asistencia técnica, mantención, movilización, entre otras tareas.

La estructura organizacional de la empresa es de carácter funcional complementada fuertemente con vínculos horizontales, donde cada uno de los técnicos tiene el mismo nivel jerárquico y poder de decisiones respecto al área que le corresponde y el mismo nivel de influencia respecto a las decisiones globales que toma la gerencia. Finalmente el personal de apoyo, requerido de forma eventual responde a las necesidades de los técnicos y las labores que oportunamente estos últimos le asignen, con la salvedad que su presencia atienda requerimientos específicos exclusivos de la gerencia, situación ante la cual sus responsabilidades se tratan de manera directa y aparte.

El siguiente esquema permite visualizar la departamentalización existente en la empresa.



**Figura 1:** Organigrama Audiosur Ltda.

Este tipo de organización, propicia el desarrollo de habilidades en profundidad del personal y a su vez permite que los objetivos funcionales trazados en cada servicio sean alcanzados sin dificultad. Como es de esperarse para esta estructura, se limita la visión de los objetivos organizacionales dando lugar a una reducida capacidad de innovación y una lenta respuesta a los cambios del entorno.

Durante sus años de existencia, la empresa ha estado atenta a los cambios del negocio y presta a satisfacer las necesidades de sus clientes, razón por la cual la constante adquisición de recursos es política fundamental de la gerencia.

### 3.1.2 Descripción de los servicios

La capacidad técnica de la cual dispone Audiosur (detallada en el Ítem 13.2 Anexo 2) permite a la empresa hoy en día facilitar múltiples servicios, con clientes que pueden provenir de un abanico de entidades multisectoriales diversas. Esta razón lleva a seleccionar sólo las más recurrentes de las prestaciones y categorizarlas de la siguiente manera:

- Arriendo de equipos e infraestructura

La empresa pone a disposición todo su equipamiento a los clientes para ser arrendados en eventos temporales, entre lo más recurrente se encuentran las prestaciones de microfonía y su respectivo cableado, notebooks, proyectores multimedia, telones, generadores de electricidad de combustión interna, sillas, toldos y escenarios. Los sistemas de control y de potencia (consolas, monitores, rack y procesadores) son de preferencia de manipulación exclusiva de personal de confianza de la empresa, por lo que se limita su arriendo, siendo preferentemente facilitados sólo a organizaciones con las que se tengan relaciones comerciales permanentes.

- Instalación de sistemas de audio e iluminación y/o asistencia técnica

A pedido de los clientes, la empresa dispone de sus equipos según los requerimientos pactados, los instala en terreno y monta los sistemas de audio e iluminación que son operados por el personal calificado. Este servicio puede incluir

la grabación del evento ya sea en video o en audio. El personal tiene las capacidades adecuadas para asesorar al cliente respecto a las decisiones técnicas que otorguen calidad visual y sonora.

- Montaje de infraestructuras y sistemas

Este servicio se desarrolla principalmente para eventos al aire libre, donde se precisa de infraestructura fija que soporte elementos de potencia e iluminación (parrillas), junto con otros accesorios que dependen de la actividad a realizar. Paralelamente o de forma independiente se dispone de la instalación de plataformas (escenarios) de diferentes superficies y 3 alturas distintas, este servicio es requerido principalmente por grupos musicales para presentaciones en eventos privados como matrimonios o fiestas.

### 3.1.3 Identificación de clientes.

De igual manera es posible realizar una descripción global de los principales tipos de clientes, esta no puede ser detallada, porque, tal como se señaló con anterioridad, los rangos de beneficiarios son demasiado amplios y diversos.

- Planteles educacionales secundarios: licenciaturas y actos internos.
- Planteles de educación superior: actividades extraprogramáticas, escuelas de verano, congresos, etc.
- Municipalidades: semanas comunales, fiestas costumbristas, conciertos, festivales, etc.
- Agrupaciones Culturales: conciertos, obras de teatrales, etc.
- Sindicatos: actos, celebraciones, paseos.
- Gremios: celebraciones navideñas, congresos, actos.
- Fuerzas armadas: desfiles, conciertos, celebraciones.
- Partidos políticos: actos, cierres de campaña.
- Entidades gubernamentales: campañas, conciertos, eventos masivos.



Para tener una referencia más clara es posible citar los siguientes ejemplos:

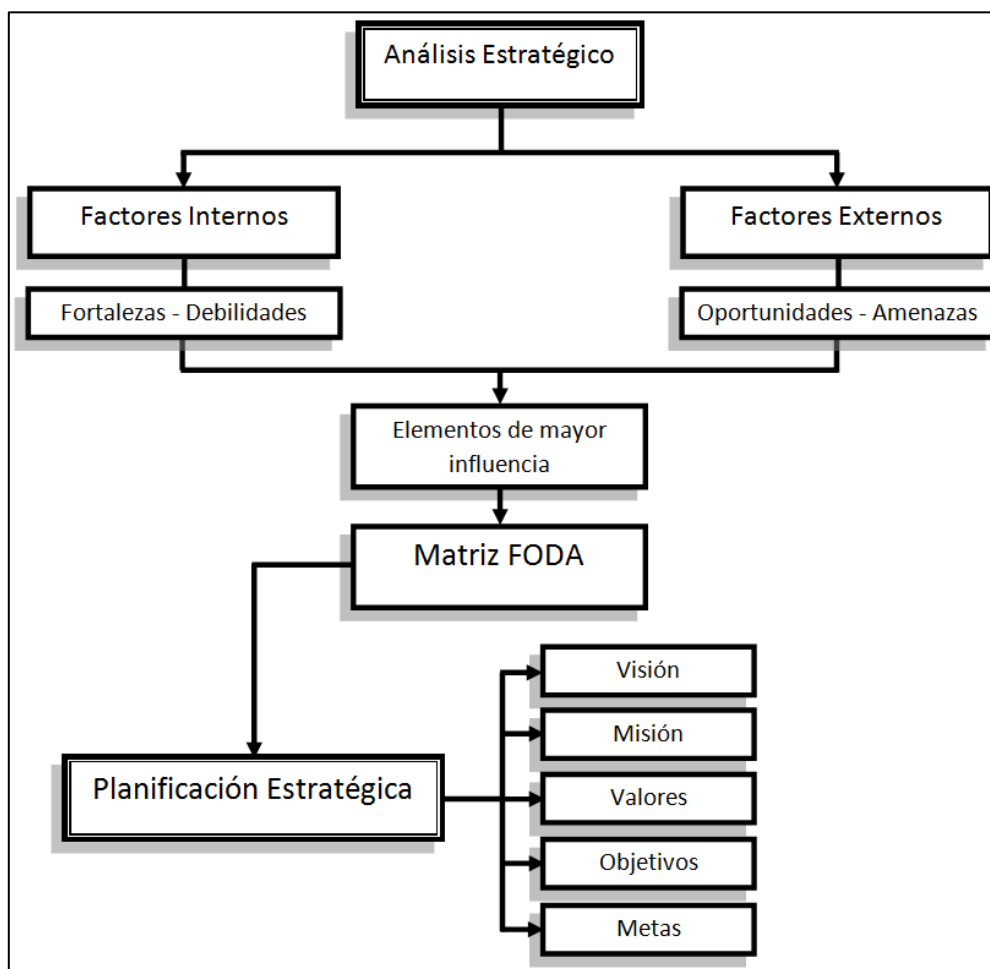
- Universidad del Bío-Bío
- Universidad de Concepción
- Colegio Salesiano
- Colegio SSCC
- Consejo Nacional de la Cultura y las Artes.
- Ejército de Chile
- Artistas del Acero
- Escuela de Grumetes
- Municipalidad de Concepción
- Municipalidad de Lebu
- Municipalidad de Curanilahue
- Sindicato Asmar
- Banda Nueva
- Fundación Teletón

#### **4 Metodología general**

##### **4.1 Análisis estratégico**

Una descripción oportuna del desarrollo del análisis estratégico puede hallarse en la figura 2, mediante el cual se da a conocer el paso a paso de una cadena de sucesos dependientes del cual se espera elaborar un análisis coherente y apegado a realidad de la organización.

Para el desarrollo los lineamientos que definen las acciones que deberá tomar la empresa en el futuro, será necesario realizar un análisis de los entornos que influyen en los quehaceres de la organización. Para ello se utilizarán dos instrumentos que diferenciarán los factores internos y externos.



**Figura 2:** Metodología de análisis estratégico.

El primero de ellos es el *Perfil Estratégico del Entorno* (Guerras y Navas (2007)), en el cual se estudian las variables que no controla la empresa o bien las dimensiones o ámbitos que entrega el entorno y son transversales para cualquier empresa que se encuentre en el mismo sector industrial que desarrolla Audiosur.

Luego se utilizará el *Perfil Estratégico de la Empresa* (Guerras y Navas (2007)) herramienta con la cual se analizan los factores positivos y negativos internos que detecta la empresa que son controlados por ella. En tal caso, será necesario determinar las áreas funcionales presentes en la organización, a fin de realizar una selección ordenada.

En ambos casos se utilizará la escala Likert (*Guerras y Navas (2007)*) que permitirá valorizar y objetivizar los elementos en cuestión, detectando aquellos de mayor relevancia.

La figura 3 indica los valores que asocia la escala Likert a cada concepto.

MN(1)	N(2)	E(3)	P(4)	MP(5)
Muy Negativo	Negativo	Equilibrio	Positivo	Muy Positivo

**Figura 3:** Escala Likert.

Identificados los factores de mayor influencia (MN Y MP) y aquellos que se presume, afectarían la toma de decisiones, se procede a realizar el análisis pertinente por medio de la *Matriz FODA*, herramienta que facilitará la proposición de estrategias que se definirán de la siguiente manera:

*Estrategias FO:* incorporan el uso de las fortalezas para aprovechar las oportunidades.

*Estrategias FA:* utilizando las fortalezas detectadas se busca reducir el impacto de las amenazas.

*Estrategias DO:* considera mejorar las debilidades para tomar ventaja de las oportunidades.

*Estrategias DA:* mediante la mejora o eliminación de las debilidades se evitará ser víctima de las amenazas del entorno.

Finalmente y en conjunto con la gerencia de la empresa, se plantearán los lineamientos estratégicos que decantan de la experiencia recogida durante los años en servicio y que proyectan la idea de empresa futura hacia la cual se direccionarán los esfuerzos.

La finalidad de este análisis es presentar de manera objetiva y definitiva los siguientes elementos:

*Visión:* proyección coherente del estado deseado de la empresa en un periodo tentativo superior a 10 años.

*Misión:* breve síntesis que señala el tipo de servicio prestado, los clientes a quienes va dirigido, lugar geográfico donde se desarrolla, elementos que destacan el liderazgo en el rubro y la responsabilidad social que sostiene la empresa con su entorno.

*Valores:* constituyen el conjunto de principios y costumbres bajo las cuales se regula la gestión de la organización. Se espera que contribuyan al cumplimiento de la visión.

*Objetivos y metas:* describen las situaciones que se desean para la organización, hacia las cuales se volcarán los esfuerzos canalizados en una línea de acción.

## 5 Resultado Análisis estratégico

### 5.1 FODA

#### 5.1.1 Análisis externo: Amenazas-Oportunidades

Análisis de factores externos.

DIMENSIONES	MN(1)	N(2)	E(3)	P(4)	MP(5)
<b>DIMENSION SOCIO-CULTURAL</b>					
Se detecta que en la región del Biobío se llevan a cabo aproximadamente 200 fiestas costumbristas.					
Creciente interés de entidades educativas por incluir en sus programas de estudio actividades extracurriculares vinculadas al teatro, música, danza, entre otros.					
<b>DIMENSION ECONÓMICA</b>					
Opciones de financiamiento y cofinanciamiento de proyectos a través de programas gubernamentales.					
Variación en el precio del dólar.					
<b>DIMENSION TECNOLÓGICA</b>					
Rápida evolución tecnológica que obliga a la renovación de equipos.					
Inestabilidad climática reduce y dificulta la programación de eventos y actividades al aire libre.					

DIMENSION POLÍTICO-LEGAL					
Aumento del 30% del presupuesto nacional de cultura en los últimos 4 años.					
Tratados de libre comercio facilitan la adquisición de equipos sustitutos.					

**Tabla 1:** Perfil Estratégico del Entorno

### 5.1.2 Análisis interno: Fortalezas-Debilidades

Análisis de factores internos.

ÁREAS FUNCIONALES	MN(1)	N(2)	E(3)	P(4)	MP(5)
<b>ÁREA COMERCIAL</b>					
Posicionamiento de la marca en el mercado regional.					
Mantiene una cartera de clientes.					
Arriendo de equipos.					
Vasta experiencia en el rubro.					
<b>ÁREA LOGÍSTICA</b>					
Ubicación céntrica y de fáciles accesos para los clientes.					
Desarrollo de mantenimiento a equipos.					
Instalaciones (bodegas) de espacio reducido.					
Transporte propio.					
<b>ÁREA FINANCIERA</b>					
Menor capacidad de inversión respecto a la competencia, recursos financieros limitados.					
Falta de planificación presupuestaria.					
<b>ÁREA TÉCNICA</b>					
Capacidad técnica que permite versatilidad en el servicio.					
Disponibilidad en múltiples medios de comunicación.					
Equipamiento de tecnologías antiguas.					
Infraestructura escenográfica compleja. Desventaja frente a la competencia					
<b>ÁREA PERSONAL</b>					
Personal técnico profesional que ejecuta actividades técnicas y administrativas.					
Amplia red de contacto.					
Dependencia de la información que le entrega su personal.					
Personal resistente a innovar.					
<b>DIRECCIÓN Y ORGANIZACIÓN</b>					
Carencia de organigrama, es decir definición de funciones.					
No cuenta con una planificación estratégica					

**Tabla 2:** Perfil Estratégico de la Empresa

### 5.1.3 Matriz FODA

La siguiente herramienta permitirá finalmente visualizar los elementos sobre los cuales se deberá intervenir y de los cuales se espera idear un lineamiento de acción y control para mejorar el posicionamiento actual que se tiene en el rubro frente a los otros competidores.

MATRIZ FODA		Factores Internos			
		Fortalezas	Debilidades		
			F1.- Posicionamiento de la marca en el mercado regional.	D1.-Limitada capacidad de inversión	D2.-Falta de planificación presupuestaria.
			F2.- Mantiene una Cartera de clientes.	D3.-Infraestructura escenográfica compleja.	
			F3.- Vasta experiencia en el rubro.	D4.-Personal resistente a innovar.	
			F4.- Transporte propio para equipos.	D5.- No cuenta con una planificación estratégica.	
F5.- Amplia red de contacto.	D6.-Carencia de organigrama, es decir definición de funciones.				
Factores Externos	Oportunidades	Estrategias F-O		Estrategias D-O	
		O1.- Aumento del 30% del presupuesto nacional de cultura en 4 años.	1.- Desarrollar plan de venta de los servicios mejorando el alcance de la Empresa. (O1 - O2- F1 - F2) 2.- Posicionar la marca como líder del rubro en calidad y confianza. (O2 - F1 - F5) 3.- Aumentar presupuesto de marketing. (O3 - F7)	1.- Presentar proyectos participativos que suplan las necesidades de inversión. (D1 - O3)	
		O2.- Desarrollo de aproximadamente 200 fiestas costumbristas en la región del bío-bío.		3.- Agilizar proceso de montaje de infraestructura. (D3 - O3)	
		O3.- Opciones de financiamiento y cofinanciamiento de proyectos a través de programas gubernamentales.		4.- Garantizar presencia y calidad en zonas rurales o lejanas. (D3 - O1 - 02)	
	Amenazas	Estrategias F-A		Estrategias D-A	
		A1.- Inestabilidad climática dificulta la programación de eventos al aire libre.	1.- Generar base de datos con contactos de artistas para suplir necesidades en eventos. (A1 - F2 - F3) 2.- Capacitar permanentemente al personal en el uso de nuevas tecnologías. (A3 - F3)	1.- Desarrollar plan gradual de renovación de equipamiento. (D1 - D2 - D3 - A3)	
A2.- Variación en el precio del dólar.		2.- Idear mecanismo adicional de escenografía ajustable a condiciones climáticas. (D3 - A1)			
A3.- Rápida evolución tecnológica.					

**Tabla 3:** Matriz FODA estratégico.

## **5.2 Planificación estratégica**

### **5.2.1 Visión**

*Audiosur se proyecta ser la empresa líder en prestaciones de audio e iluminación de la región del Bío-Bío, así como también referencia principal para la producción de eventos, con tecnología de vanguardia que otorgue la mayor satisfacción a su amplia gama de clientes.*

### **5.2.2 Misión**

*Apoyados en nuestra vasta experiencia y compromiso entregamos prestaciones de asistencia y montaje profesional de sistemas de audio e iluminación en los eventos de organizaciones públicas y/o privadas que nos requieren en la región del Bío-Bío. Nuestro liderazgo va de la mano con generar un servicio con fuertes relaciones de confianza y calidad motivadas por un fuerte interés de acercar la cultura y el entretenimiento a la ciudadanía.*

### **5.2.3 Valores**

- Versatilidad para la búsqueda permanente del éxito, entendiendo que los logros de nuestros clientes son logros propios.
- Proactividad que permita rápidas decisiones de adaptación a los requerimientos del entorno.
- Seguridad y diligencia en los procesos, que jamás se interpongan las metas por sobre la integridad del personal, de los clientes o del público.
- Empatía con el cliente y el personal, fortalecer relaciones humanas y profesionales transparentes y genuinas.
- Calidad que no distinga entre clientes.

### **5.2.4 Objetivos y Metas**

- 1 Posicionar a Audiosur como la empresa líder del rubro en la región del Bío-Bío.
  - 1.1 Renovar equipamiento de mayor antigüedad.
    - 1.1.1 Renovar el 10% de los equipos al finalizar el periodo 2014
  - 1.2 Aumentar la cantidad de prestaciones que se realizan anualmente.
    - 1.2.1 Aumentar un 20% la cantidad de servicios registrados durante el año 2013.

- 1.2.2 Contactar al 100% de los potenciales clientes para ofrecer servicios.  
Realizar listado de contactos para tal efecto.
- 1.3 Mejorar técnicas de montaje de infraestructura.
  - 1.3.1 Plantear antes de fin de semestre 2014 una alternativa eficiente para escenografía.
  - 1.3.2 Implementar alternativa propuesta antes de iniciado el periodo 2015
- 1.4 Realizar reestructuración organizacional.
  - 1.4.1 Definir durante el primer semestre 2014 los lineamientos finales de la planificación estratégica.
  - 1.4.2 Durante el transcurso del año 2014 renovar personal y otorgar labores específicas.

## **6 Discusiones generales**

Se concluye finalmente del análisis estratégico que según lo señalado en el ítem 1.3 de la sección 6.2.4 Objetivos y Metas, que la gerencia solicita un plan de acción para mejorar la infraestructura existente, entendiendo que en ella hay una falencia que requiere atención en la búsqueda de un servicio óptimo y de un mayor aprovechamiento a las oportunidades que el entorno presenta para el negocio.

Pero con anterioridad es necesario conocer en detalle las características y funcionamiento detallado del sistema actual, antecedentes que se considerarán para la adecuada línea de trabajo que se ideará, a fin de mejorar el mecanismo en cuestión.

Posteriormente, el presente estudio buscará proponer una alternativa coherente a la realidad de la empresa y del entorno que la rodea, desarrollando para tal efecto un diseño que supla las necesidades detectadas.



## **7 Antecedentes específicos**

### **7.1 Descripción sistema actual**

El montaje del sistema actual representa la forma más antigua de la producción de eventos, si bien es cierto, cada uno de los componentes está completamente operativo, su utilización obliga a la empresa a realizar esfuerzos adicionales, un desgaste de recursos que a estas alturas es innecesario. Plantea además limitaciones que acotan los márgenes de la organización, atentando contra los objetivos de superación que se persiguen. Al omitir las señales que el entorno plantea, se arriesga la continuidad de la empresa y se otorgan ventajas competitivas a los contendores que infringen peligrosamente contra las intenciones definidas en los análisis anteriores.

#### **7.1.1 Parrilla de Iluminación**

Descripción: La parrilla mecánica de iluminación consiste en 16 tramos (“truss”) de acero galvanizado, de 3 metros de largo, armables entre sí. Se montan formando un cuadrilátero de 4 truss por lado, (12m). El sistema requiere de 4 torres armables, de 3 cuerpos cada una, con un total de 6m de alto, cada una de ellas incluye en su parte inferior 4 patas estabilizadoras abatibles y a través de ella se desplaza un carro elevador donde se anclan los “truss” para su posterior elevación, que se realiza mediante tecles mecánicos ubicados en cada una de las torres. Se requiere de un mínimo de 4 operadores exclusivos, el tiempo efectivo de montaje corresponde a 3 horas a los cual se agrega el tiempo en que los técnicos de iluminación y audio adosan sus equipos a la estructura. El esfuerzo físico desplegado es alto por parte de los operadores.



**Figura 4:** Estructura escenográfica

Proceso de instalación.

- Armar torres (4) con carro y tecla incluido (posición horizontal).
- Levantar a pulso (posicionar verticalmente las torres).
- Armar tramos horizontales (4 truss por lado).
- Montar extremos de los tramos sobre los carros de cada torre.
- Levantar simultáneamente 4 carros usando teclas manuales (no a su altura total).
- Montar sistema de luces y sonido.
- Levantar totalidad del sistema.
- Instalar cables tensores sobre torres.

#### 7.1.2 Escenario

Descripción: 21 tarimas de terciado de 15mm de espesor y un área de 2,44x1,22m reforzados por el perímetro con acero con sujeciones para los soportes (“patas”).

Estos a su vez están contruidos con adaptación de andamios de 1m de altura con tirantes tipo tijeras. Se requiere de 3 operadores exclusivos más la contratación de servicio de transporte (camión 3/4) el tiempo total del proceso corresponde a 3 horas. Al igual que en la parrilla de iluminación se requiere de un gran esfuerzo físico de parte de los operadores.



**Figura 5:** Montaje estructura escenográfica.

Proceso de instalación.

- Armar cada plataforma independiente
- Posicionar plataformas de manera consecutiva según numeración correspondiente.
- Montar nivelando las plataformas en caso de terreno disparejo.
- Unir plataformas entre sí, por debajo de la tarima usando tensores.
- Instalar faldón por perímetro de escenario.
- Instalar escalera y agregar señalética de precaución.

## **7.2 Requerimientos de la empresa**

### **7.2.1 Propuestas**

#### **7.2.1.1 Mejorar sistema actual**

##### **Reemplazar tecles mecánicas por tecles eléctricos.**

Es la alternativa más económica, no sugiere modificaciones al escenario dado que cualquier intervención resultaría inútil, teniendo en consideración que el sistema actual es ineficiente debido al tipo de material que lo compone (acero) haciéndose difícil de trasladar y manipular por su gran peso, y no por los aspectos referentes a su montaje, que son hasta ahora, perfectamente funcionales.

. Su implementación solo depende de la adquisición de 4 tecles eléctricos de 1000kg cada uno para cada una de las 4 torres. Con esto el proceso de montaje se agiliza y se reduce el esfuerzo necesario para alzar la parrilla de iluminación.

Cabe señalar, que en esta alternativa, las condiciones logísticas se modifican en muy poca medida, y la posición respecto a la competencia en este punto, seguiría siendo de desventaja.

#### **7.2.1.2 Adquirir infraestructura nueva**

##### **Reemplazar totalidad del mecanismo por aluminio.**

Requiere de una importante inversión, por otro lado los esfuerzos físicos del personal durante el montaje, se reducen al mínimo posible para este tipo de estructuras, mejorando la disposición del tiempo requerido para el desarrollo del evento.

La empresa lograría igualarse en posición logística frente a sus competidores más fuertes, que ya cuentan con estructuras de este tipo.

### 7.2.1.3 Diseñar escenografía propia

#### Elaborar diseño de mecanismo eficiente.

Depende de la elaboración de un proyecto serio y contundente, que otorgue solución a las problemáticas planteadas, dentro de un margen de coherencia y realidad. Se necesitará invertir en profesionales competentes para el diseño y análisis de una estructura segura y adecuada, junto con la evaluación de financiamiento pertinente para tal desarrollo.

Dependiendo del nivel de estructura desarrollada, la empresa podría fácilmente superar su posición actual en la industria e inclusive posicionarse por sobre su competencia, logrando de esta forma alcanzar los objetivos trazados anteriormente.

### 7.2.2 Requerimientos

En base a lo planteado por la gerencia de *Audiosur* y su personal de planta, se requiere un mecanismo que contenga las siguientes características básicas:

- Que se facilite su transporte o bien que sea un mecanismo móvil
- Que permita realizar eventos en condiciones climáticas medianamente desfavorables.
- Que su proceso de montaje minimice absolutamente la necesidad de realizar esfuerzos físicos que pongan en riesgo la integridad de los operadores.
- Que disminuya los tiempos de arme y desarme.
- Que aumente la superficie disponible para los artistas.
- Que otorgue mayor grado de seguridad a las personas que desarrollan actividades sobre él.

Analizados los requerimientos, se concluye que el mecanismo debiese describirse de la siguiente manera:

*Escenario de montaje hidráulico, dispuesto sobre semirremolque de carga, que proporcione techo y la posibilidad de incluir paredes sobre su parte posterior y laterales, además de barandas de seguridad en estas mismas zonas.*

*Debe además incorporar la capacidad de adosar elementos de audio e iluminación sobre su estructura superior.*

Para facilitar la visualización del mecanismo esperado, se presenta la siguiente figura.



**Figura 6:** Requerimiento de la empresa.

### 7.3 Proyectos relacionados

#### 7.3.1 Empresa Europodium

La compañía *Europodium* creada en 1994 en Francia, está especializada en el diseño y fabricación de estructuras móviles para escenografías y graderías.

Dentro de su gama de productos, cuentan con 6 líneas diferentes que ofrecen una amplia variedad de soluciones a los requerimientos de sus clientes.

- PRO
- STAGECAR
- HYDRAU
- ALPHASTAGE
- EUROGRADIN
- PAPILLON

Las líneas *Pro* y *Stagecar* ofrecen alternativas de escenografías con 9 modelos diferentes de sistemas completamente mecánicos y más de 400 unidades vendidas en todo el mundo.

La aparición de elementos hidráulicos se produce en el año 2001 en las líneas *Hydrau* y *Alphastage*, que ofrecen 10 tipos de modelos diferentes para usos de gran exigencia técnica. Esta última línea y su modelo *Alphastage 80*, será la que más se asemeja a las características que Audiosur requiere para su mecanismo.

Finalmente las líneas *Eurogradin* y *Papillon* ofrecen 3 modelos de graderías montables y 2 modelos de plataformas para estadios tipo mariposa, respectivamente.

### 7.3.2 Empresa Stageline

Fundada en el año 1987, *Stageline* fue la primera empresa en el mundo en desarrollar el concepto de escenarios móviles cubiertos con capacidad de soporte de carga.

De origen canadiense, la firma cuenta con más de 25 años de experiencia en el desarrollo de equipos móviles fabricados en dos plantas de producción. El grupo Stageline emplea más de 100 personas que trabajan exclusivamente en el desarrollo, la fabricación y el marketing de escenarios móviles y equipos portátiles.

Según datos de la empresa son más de 10.000 los eventos que tienen lugar cada año sobre unidades de Stageline en más de 35 países.

La fabricación de equipos y escenarios móviles telescópicos con sistema hidráulico cuenta con 6 modelos diferentes que van desde los 30m<sup>2</sup> a los 180m<sup>2</sup> de plataforma.

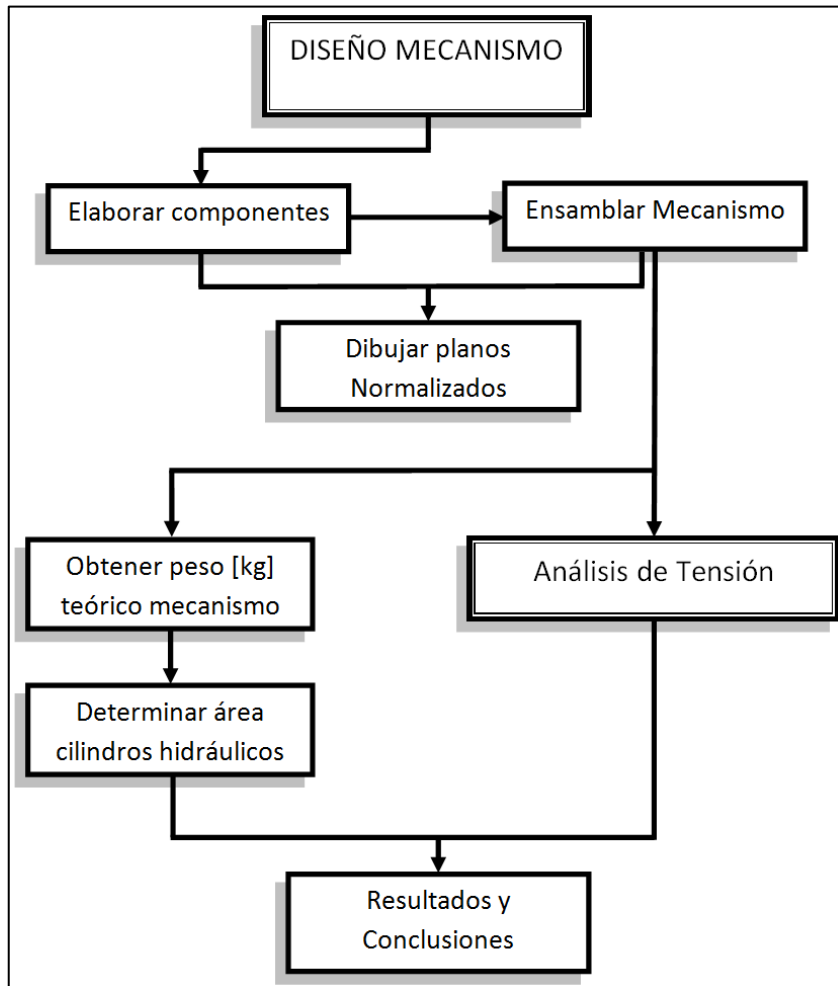
- SL50
- SL100
- SL260
- SL320
- SAM555
- PROMOBILE

La empresa dispone de su experiencia y capacidades al servicio de sus clientes en la fabricación de modelos personalizados.

El SL260 corresponde al modelo de *Stageline* que más se acerca a la descripción realizada en ítem 9.2.2 de requerimientos de Audiosur.

## 8 Metodología específica

El desarrollo del diseño del mecanismo que se propondrá se realizará de la manera que indica la figura 7, mediante la cual se perseguirán resultados adecuados para satisfacer las demandas de la gerencia.



**Figura 7:** Metodología diseño del mecanismo.



## 8.1 Diseño de mecanismo escenográfico.

Luego de determinar la necesidad de contar con un nuevo mecanismo escenográfico, se presenta la inquietud de desarrollar un diseño óptimo y confiable, para lo cual se utilizará un instrumento CAD (*Diseño Asistido por Computadora*) apropiado al requerimiento.

Se trata del software *Inventor* desarrollado por la empresa *Autodesk*. Una completa herramienta provista de una serie de aplicaciones que facilitan la elaboración de modelos de superficie o sólidos en tercera dimensión y que además permiten la simulación de cargas y esfuerzos mecánicos que determinen teóricamente el comportamiento del mecanismo en el mundo real.

En primera instancia será necesario modelar cada uno de los componentes del mecanismo por separado, incorporando el tipo de material con el cual se realizarán los análisis de esfuerzos. Es de relevancia señalar que en cada modelación utilizará unidades de medida del sistema internacional (SI).

Posteriormente será necesario reunir todos los elementos modelados para ser ensamblados dentro del mismo programa, donde se aplicarán restricciones de movilidad que simulen el comportamiento esperado en la fabricación real.

### 8.1.1 Selección cilindros hidráulicos

Una etapa fundamental, será recoger del software el peso teórico de cada componente en kilogramos, el cual se utilizará para calcular el peso de cada submecanismo que dependa de actuadores hidráulicos para su desplazamiento, y de esta manera lograr estimar el diámetro de cada cilindro según la fuerza que deba ejercer.

Para tal caso se utilizarán las siguientes ecuaciones.

$$P = \frac{F}{A}$$

**Ecuación 1:** Definición de Presión. (Cengel y Cimbala (2006))

De donde **P**, será la presión de trabajo, por defecto y por norma de las empresas que fabrican componentes hidráulicos, viene dada en PSI, y oscila entre los 1500 a 2500. Para facilitar el desarrollo, deberá realizarse la conversión a pascales.

**F** corresponde a la fuerza ejercida medida en Newtons, en este caso, además, del peso propio de cada mecanismo, se sumarán cargas adicionales, cuya suma total será castigada con un multiplicador de 3, factor de seguridad recurrente en la industria hidráulica.

Finalmente **A** determinará el área del cilindro hidráulico, de donde se espera calcular el diámetro del actuador, dato fundamental para adquirirlos según sean requeridos.

Luego, despejando la ecuación en función del parámetro incógnito, se tiene que

$$D = \sqrt{\frac{4F}{P\pi}}$$

**Ecuación 2:** Presión en función del diámetro.

Con este dato, más la longitud deseada para cada actuador se procederá a seleccionar por catálogos los modelos adecuados o en su defecto encargar su construcción.

### 8.1.2 Evaluación de cargas por pandeo

A continuación, se deberá evaluar si tales cilindros serán capaces de soportar las cargas de trabajo en función del pandeo al cual serán sometidos los vástagos de cada actuador, para ello se recurrirá a la ecuación de Euler para pandeo, con el objetivo de calcular la carga crítica ( $F_{crítica}$ ).

$$K = \frac{\pi^2 E I}{S k^2}$$

**Ecuación 3:** Ecuación de Euler para pandeo. (*Bosch Rexroth AG (2008)*)

- K = Carga por pandeo en N
- E = Módulo de elasticidad, 210000 N/mm<sup>2</sup> para acero.
- I = Momento de Inercia sección circular, mm<sup>4</sup>
- Sk = Longitud máxima del recorrido del vástago, mm

Posteriormente la Carga crítica o carga máxima de servicio se estimará usando la siguiente relación

$$F_c = \frac{K}{S}$$

**Ecuación 4:** Fuerza crítica por pandeo. (*Bosch Rexroth AG (2008)*)

- $F_c$  = Carga crítica o máxima de servicio, N
- S = Factor de seguridad, 3 para el caso en estudio.

El análisis final se realizará comparando la carga crítica por pandeo a la carga de servicio que se dispondrá para cada cilindro según los pesos del mecanismo y las cargas supuestas de trabajo. En tal acto se procederá a comparar ambos valores esperando que la carga supuesta de servicio sea siempre menor a la carga crítica por pandeo.

$$F_c > F_{\text{trabajo}}$$

**Ecuación 5:** Relación de comparación entre cargas.

## 8.2 Técnicas para análisis de resistencia

Habiendo digitalizado cada uno de los componentes del sistema, utilizando programa *Autodesk Inventor* descrito en el capítulo anterior, para un material acero A 36, con las medidas especificadas según requerimientos y componentes comerciales según norma señalada, además con el ensamblaje del sistema realizado, se debe proceder a efectuar el análisis de tensión.

Para ello, se utilizará la aplicación del programa *Autodesk Inventor*, “*Análisis de Tensión*” la cual proporciona las opciones de agregar condiciones de borde de los elementos en cuestión, agregar fuerza gravitacional, incorporar cargas puntuales o distribuidas y cualquier otra restricción necesaria para simular el comportamiento del mecanismo en la vida real.

*Inventor* realiza un completo análisis de los esfuerzos producidos por cada una de las cargas y la forma en que estos esfuerzos se distribuyen a través del cuerpo del sistema y sus elementos. El criterio usado en este caso es el de **Von Mises**, que entregará valores detallados de tensión producida para cada sección crítica del mecanismo.

La definición más certera de la teoría de Von Mises se puede encontrar en el capítulo 6 del libro *Elementos de Máquinas*, de Hamrock, Jacobson y Schmid,

en la página 237, señala lo detallado a continuación, definición que puede complementarse con la información adjunta en el Anexo 3.

*“La falla se producirá cuando la energía de distorsión por unidad de volumen debida a los esfuerzos máximos absolutos en el punto crítico sea igual o mayor a la energía de distorsión por unidad de volumen de una probeta en el ensayo de tensión en el momento de producirse la fluencia.”*

Además del criterio de Von Mises, el mecanismo realiza cálculos de desplazamientos para determinar deformaciones en cada una de las dimensiones (X, Y, Z) de la estructura, y finalmente entrega valores de coeficiente de seguridad para estimar la cantidad de carga máxima que se podrá aplicar sobre esta.

### 8.2.1 Factor de seguridad

La ecuación que define el cálculo de factor de seguridad es:

$$FS = \frac{\text{Resistencia de pérdida de la función}}{\text{Esfuerzo permisible}} = \frac{S}{\sigma}$$

**Ecuación 6:** Definición factor de seguridad. (*Budynas R., Nisbett K. (2008)*).

De donde la resistencia de pérdida de la función “S”, será conocida por tabla, dado que se utilizará un material conocido, como ya ha sido señalado, acero A-36 con S=250 Mpa. (*Mott (2006)*).

Además se conocerá el esfuerzo  $\sigma$  en este caso obtenidos del programa mediante la teoría de Von mises, por lo que será posible entonces calcular el factor de seguridad

$$FS = \frac{S}{\sigma}$$

**Ecuación 7:** Factor de seguridad. (*Budynas R., Nisbett K. (2008)*).

En palabras simples, el valor de “FS” corresponderá al número de veces que la estructura será capaz de soportar la carga que se le ha simulado.

Pero como ya se ha señalado, el programa contiene la aplicación específica del cálculo del factor de seguridad, mediante una escala de colores y valores, será posible visualizar el valor que señala el FS que se desea conocer, el cual será posible comparar con el determinado por ecuación, utilizando la teoría de Von Mises.

Dado que la entrega de valores del software es una escala, se deberá aplicar la definición que realiza el libro *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, que indica:

*“Deben analizarse todos los modos de pérdida de función, y el modo que conduzca al factor de diseño más pequeño será el modo gobernante”*

De manera tal que, de mencionada escala, preponderará su valor mínimo, el cual será asignado como su factor de seguridad final.

## 8.2.2 Cargas de trabajo supuestas

### 8.2.2.1 Parrilla

	m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/tarima	N/tarima
Tarimas Laterales	29,77	80	2381	23338
Tarima central	28,67	80	2294	22477
Total	88,21	80	7056	69154

**Tabla 4:** Carga supuesta sobre parrilla.

### 8.2.2.2 Escenario

	m	kg/m	kg/parrilla	N
Parrillas Laterales	13	40	520	5096
Parrillas Centrales	13	20	260	2548
Cargas Puntuales	1	800	800	7840

**Tabla 5:** Carga supuesta sobre escenario.

## 8.3 Tabla comparativa

Para realizar una comparación adecuada, que permita contraponer las características de ambos mecanismos (el actual y el propuesto) se plantea evaluar los costos operacionales, el tiempo de montaje, la cantidad de operadores requeridos y las características técnicas de los sistemas en cuestión.

### 8.3.1 Costos

Se consideran los gastos que debe cubrir la empresa en cada evento que deba atender, se incluyen valores para transporte externo arrendado o bien el gasto de combustible para el caso de transporte propio. Se deberá considerar sólo la opción que corresponda. En ambos casos se deben estimar costos promedio.

Costos Variables por evento	
Transporte Promedio	(flete)
Nro. de viajes	
Combustible	\$/l
Rendimiento	km/l
Distancia Promedio	km
Remuneración Personal	
Colación	
Nro. operarios	

**Tabla 6:** Costos variables por evento.

### 8.3.2 Logística

En términos logísticos se deberá comparar el tiempo que cada estructura necesita para ser montada, este dato es fundamental dado que

definirá la capacidad de acción y/o reacción que tenga la empresa para operar o dar solución a problemáticas eventuales.

Junto con eso, se considerarán las características técnicas de los mecanismos, con la finalidad de resaltar las bondades que ofrece el sistema propuesto.

Ítem
Logística
Tiempo estimado de montaje
Tiempo estimado desmontaje
Características Técnicas
Área plataforma
Altura plataforma
Altura parrilla iluminación
Techo
Paredes
Barandas

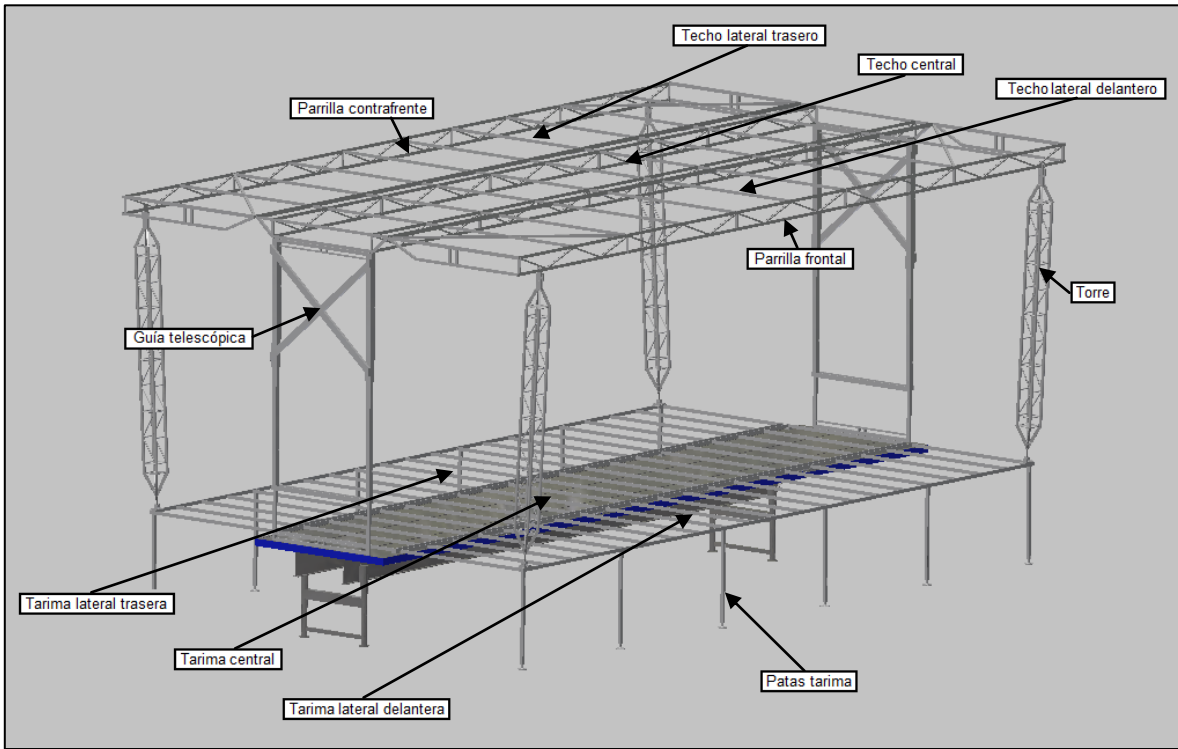
**Tabla 7:** Tabla comparativa entre mecanismos.

## 9 Resultados específicos

### 9.1 **Desglose de componentes del sistema**

La figura 8 extraída del software Autodesk Inventor indica un detalle de cada uno de los submecanismos que conforman el sistema diseñado, y mediante ella será posible identificar las zonas de interés donde serán aplicadas las cargas de trabajo o de servicio que han sido señaladas en el ítem 8.2.2. Cabe señalar que en tal desglose no han sido incluidos los accesorios que completan el mecanismo, dado que estos no serán sometidos a los análisis de tensión, principalmente debido a que su función no atiende a soportar mayores esfuerzos. Sin embargo para efectos prácticos de análisis sus pesos han sido considerados sobre las estructuras que los soportan.





**Figura 8:** Rotulación componentes del mecanismo propuesto.

La tabla 8 da a conocer el desglose detallado de los elementos y submecanismos que componen el sistema diseñado, los cuales no consideran la inclusión de los actuadores hidráulicos, esto se debe principalmente a que es necesario contar con el peso del mecanismo para posteriormente poder seleccionar los cilindros e incorporar sus características al diseño elaborado.

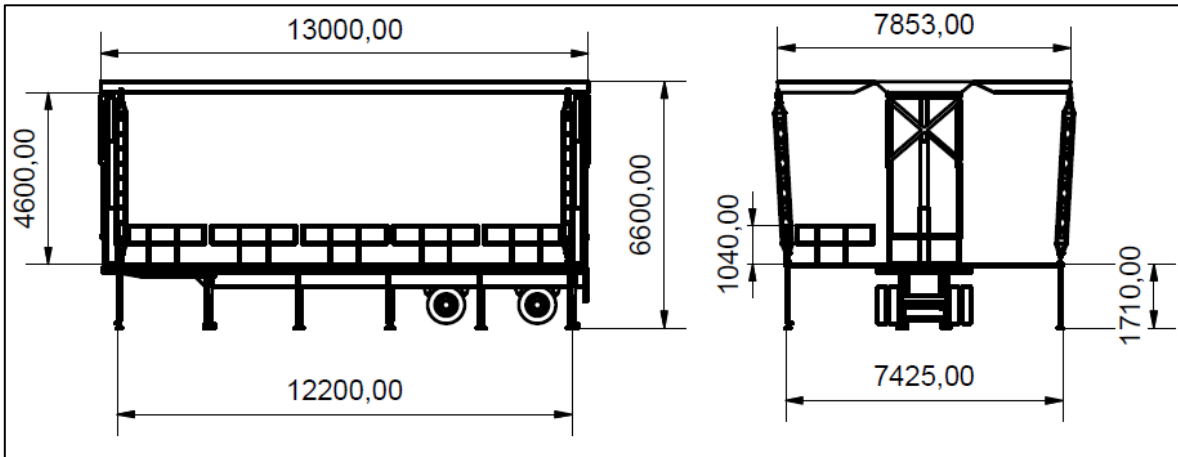
Submecanismo	Nombre componente	Material	Peso kg
bisagra	bisagra corta	Acero A-36	0,405
	bisagra larga	Acero A-36	0,636
	pasador	Acero A-36	1,133
	sub total		2,174
guías telescópicas	guía lateral inferior	Acero A-36	37,505
	guía lateral central	Acero A-36	52,782
	guía lateral superior	Acero A-36	90,679
	suplex guía central	Acero A-36	1,654
	suplex guía inferior	Acero A-36	1,253
	tapa soldable guía central	Acero A-36	0,221
	tapa soldable guía superior	Acero A-36	0,307
	sub total		184,401

tarima central	estructura central piso	Acero A-36	191,819
	tableros centrales	Tablero contrachapado	403,387
	perno anclaje tarima central	Acero A-36	3,21
		subtotal	598,416
tarima lateral trasera	estructura lateral piso - trasera	Acero A-36	193,48
	tableros laterales	Tablero contrachapado	418,068
	baranda	Acero A-36	118,671
	anclaje fijo	Acero A-36	6,25
		subtotal	736,469
tarima lateral delantera	estructura lateral piso - delantera	Acero A-36	179,237
	tableros laterales	madera arce	418,068
	anclaje fijo	Acero A-36	6,25
		subtotal	603,555
patas tarima	pata abatible	Acero A-36	6,878
	pata ajustable	Acero A-36	4,32
	manilla apriete pata	Acero A-36	0,538
		subtotal	11,736
techo	techo central	Acero A-36	312,652
	techo lateral	Acero A-36	227,965
		subtotal	768,582
torre	torre	Acero A-36	107,81
	anclaje deslizable inferior	Acero A-36	1,855
	unión móvil inferior	Acero A-36	1,288
	perno anclaje inferior torre	Acero A-36	1,143
	contratuercas apriete inferior torre	Acero A-36	0,058
	pasador anclaje inferior	Acero A-36	0,465
	abrazadera 2 torre	Acero A-36	2,373
	abrazadera 1 torre	Acero A-36	0,868
	pasador 2	Acero A-36	0,268
	pasador 1	Acero A-36	0,219
	unión abrazaderas	Acero A-36	0,193
		subtotal	116,54
<b>ESTRUCTURA TOTAL</b>			<b>3718</b>

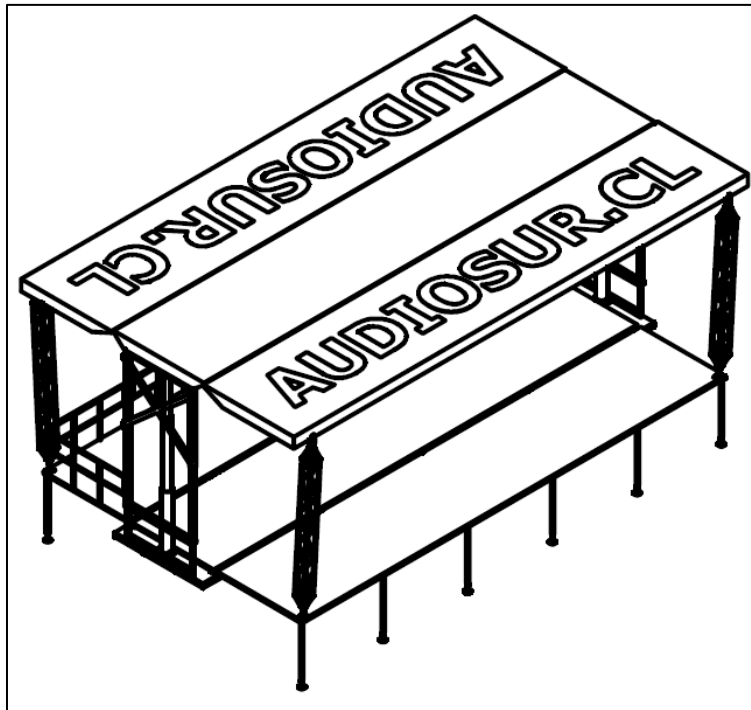
**Tabla 8:** Componentes sistema y sus pesos.

## 9.2 Planos de diseño

Del resultado del diseño elaborado para satisfacer la necesidad detectada, se obtiene el siguiente mecanismo.

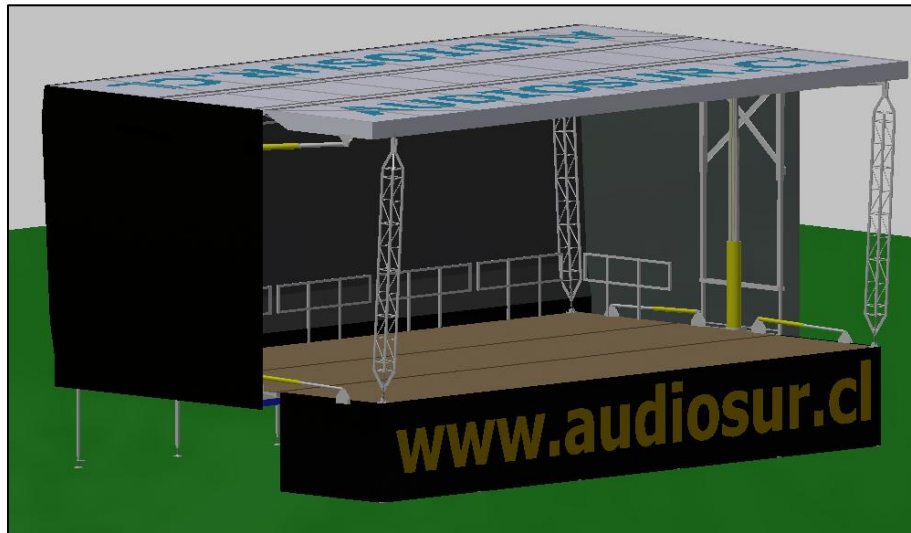


**Figura 9:** Vistas lateral y frontal de escenografía diseñada.



**Figura 10:** Vista isométrica escenografía propuesta.

La figura 11 refleja una visión tridimensional de la estructura lista para ser utilizada, en donde se incluyen accesorios como faldón frontal para ocultar la disposición de los soportes inferiores del remolque, además, se incorporan paredes de lona que serán agregadas según se convenga con el cliente.



**Figura 11:** Estructura, montaje completo.

### 9.3 Selección de actuadores hidráulicos

#### 9.3.1 Parrilla lateral

Cargas para techo abatible (2 cilindros)		
techo lateral	kg	228,0
carga supuesta	kg	2120
torres	kg	233,08
Ftrabajo	kN	25

**Tabla 9:** Cargas de trabajo sobre parrilla lateral.

Carga por cilindro kN	Presión MPa	Diámetro inch	Diámetro Normalizado
12,6	13,8	2,50	3"
Factor de seguridad 3 kN			
37,9			

**Tabla 10:** Cálculo diámetro cilindros parrilla lateral.

#### 9.3.2 Tarima

Cargas para piso abatible (2 cilindros)		
piso lateral	kg	617,8
pata abatible	kg	41,3
Carga supuesta	kg	2381
Ftrabajo	kN	29,8

**Tabla 11:** Cargas de trabajo sobre tarima.

Carga por cilindro kN	Presión MPa	Diámetro inch	Diámetro Normalizado
14,9	13,8	2,53	3"
Factor de seguridad 3 kN			
44,7			

**Tabla 12:** Cálculo diámetro cilindros tarima.

### 9.3.3 Techo

Cargas parrilla (2 cilindros)		
techo	kg	768,6
guías laterales	kg	368,8
carga supuesta	kg	3160
cubierta techo	kg	200
torres	kg	466,16
Ftrabajo	kN	48,6

**Tabla 13:** Cargas de trabajo sobre techo o parrilla completa.

Carga por cilindro kN	Presión MPa	Diámetro inch	Diámetro Normalizado
24,3	13,8	3,64	4"
Factor de seguridad 3 kN			
73,0			

**Tabla 14:** Cálculo diámetro cilindros techo o parrilla completa.

### 9.3.4 Remolque

Cargas remolque (4 cilindros)		
Total mecanismo	kg	9401
carga supuesta	kg	10216
Ftrabajo	kN	192,2

**Tabla 15:** Cargas de trabajo sobre remolque.

Carga por cilindro kN	Presión MPa	Diámetro inch	Diámetro Normalizado
48,1	13,8	4,54	5"
Factor de seguridad 3 kN			
144,2			

**Tabla 16:** Cálculo diámetro cilindros remolque.

## 9.4 Evaluación de cargas por pandeo

Tal como se ha señalado en la metodología, se consideró el diámetro del vástago del cilindro en su máxima carrera y con los datos ya designados se procede a

calcular la Fuerza crítica que debería soportar el elemento hidráulico antes de sufrir deformaciones producto del pandeo.

#### 9.4.1 Parrilla lateral

Vástagos cilindros techo		
d	50	mm
I	306796,158	mm <sup>4</sup>
Sk	1070	mm
Fcrítica	158,7	kN

**Tabla 17:** Fuerza Crítica por pandeo en parrilla lateral

#### 9.4.2 Tarima

Vástagos cilindros piso		
d	40	mm
J	125663,706	mm <sup>4</sup>
Sk	1005	mm
Fcrítica	73,7	kN

**Tabla 18:** Fuerza crítica por pandeo en tarima.

#### 9.4.3 Techo

Vástagos cilindros parrilla		
d	60	mm
J	636172,512	mm <sup>4</sup>
Sk	2000	mm
Fcrítico	94,2	kN

**Tabla 19:** Fuerza crítica por pandeo techo o parrilla completa.

#### 9.4.4 Remolque

Vástagos cilindros alza remolque		
d	40	mm
J	125663,706	mm <sup>4</sup>
Sk	600	mm
Fcrítico	206,7	kN

**Tabla 20:** Fuerza crítica por pandeo remolque.

### 9.5 Carga trabajo vs Carga crítica por pandeo

De los resultados obtenidos en los ítems 11.3 y 11.4 es posible realizar la comparación entre ambas cargas o fuerzas, luego como se ha dispuesto, será necesario evaluar si la fuerza critica es superior a la fuerza de trabajo o servicio,

en tal caso se concluirá que tanto los diámetros de cilindros como de los vástagos son adecuados para realizar el trabajo al que serán sometidos.

#### 9.5.1 Parrilla lateral

Fcrítico kN	>	Ftrabajo kN
158,7		12,6

**Tabla 21:** Comparación cargas en parrilla lateral.

#### 9.5.2 Tarima

Fcrítico kN	>	Ftrabajo kN
73,7		14,9

**Tabla 22:** Comparación cargas en tarima.

#### 9.5.3 Techo

Fcrítico kN	>	Ftrabajo kN
94,2		24,3

**Tabla 23:** Comparación cargas en techo o parrilla completa.

#### 9.5.4 Remolque

Fcrítico kN	>	Ftrabajo kN
206,7		48,1

**Tabla 24:** Comparación cargas en remolque.

En todos los casos evaluados las relaciones resultan favorables, con lo que se concluye que las dimensiones de los elementos son las óptimas para las condiciones de carga que deberán soportar.

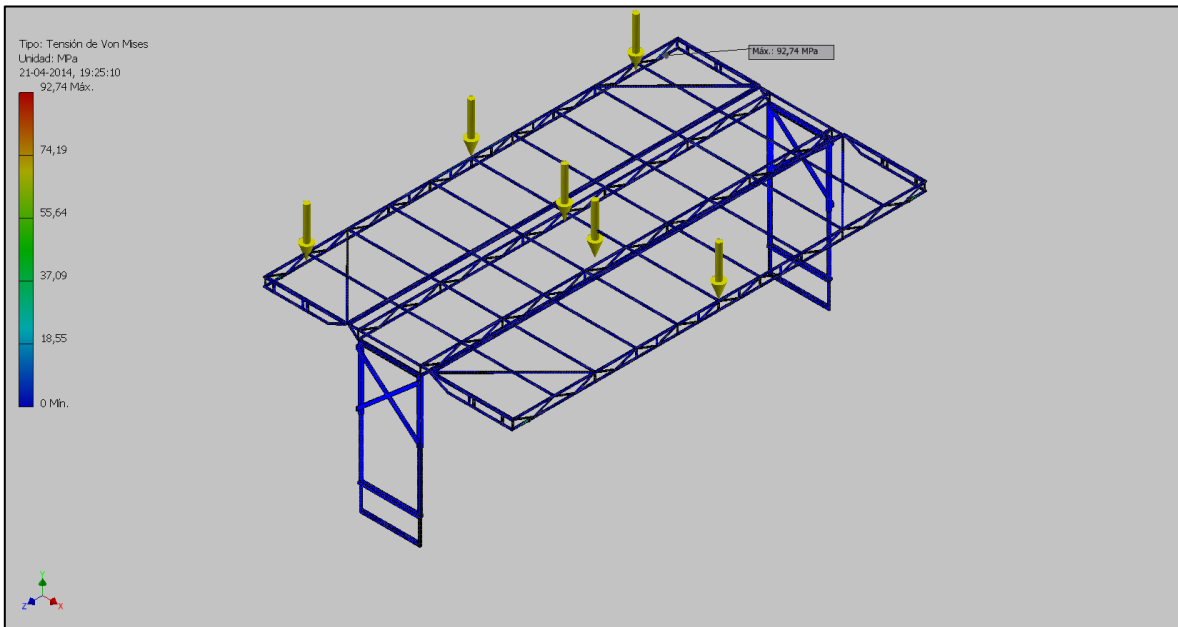
### 9.6 Análisis de resistencia

Dado que el mecanismo resulta ser de geometría extensa, se realizarán análisis por separado para optimizar el proceso computacional, de otra forma resultaría extenuante, arriesgando incluso a no lograr la obtención de resultados.

### 9.6.1 Análisis de parrilla y techo.

Habiendo aplicado sobre esta sección del mecanismo las cargas señaladas en el ítem 10.2.2 de Cargas de trabajo supuestas, los resultados obtenidos en el análisis de tensión destacan los siguientes resultados.

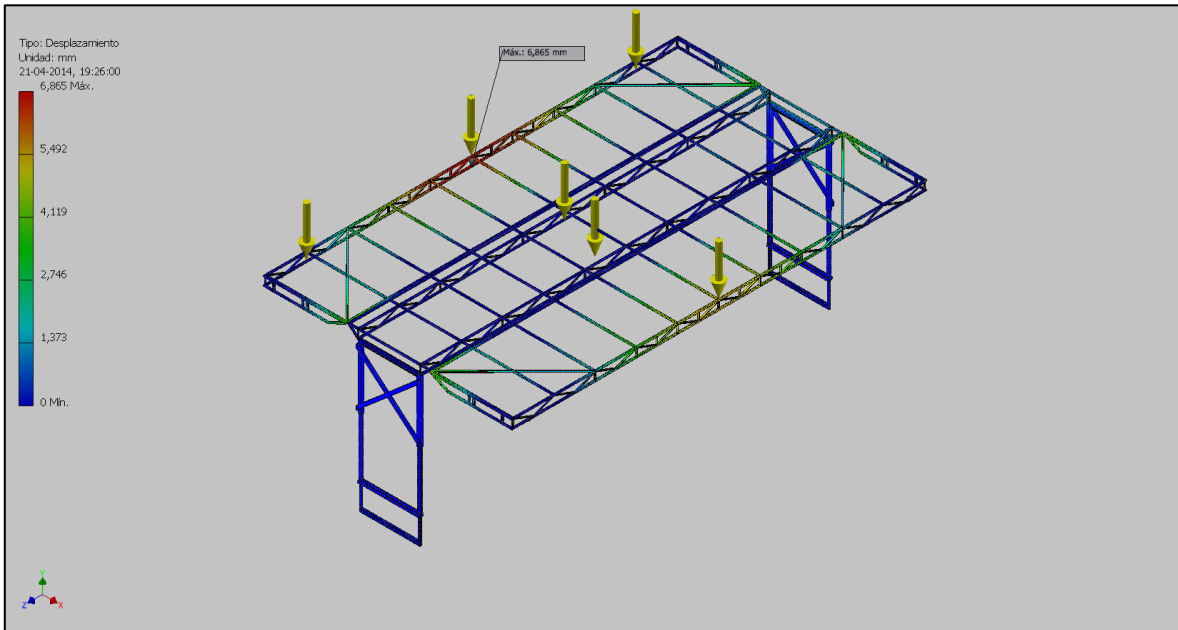
La tensión máxima ejercida sobre el submecanismo corresponde a 92,74 Mpa según el criterio de Von Mises, este valor máximo corresponderá entonces al esfuerzo permisible  $\sigma$  sobre el cual se calculará el FS.



**Figura 12:** Tensión máxima ejercida sobre parrilla y techo.

Por otro lado el desplazamiento máximo producido sobre esta sección del mecanismo, se ejerce sobre la parrilla frontal en su parte central, tal como se visualiza en la imagen, alcanzando para la carga supuesta aplicada, una deformación de 6,8 mm hacia abajo.



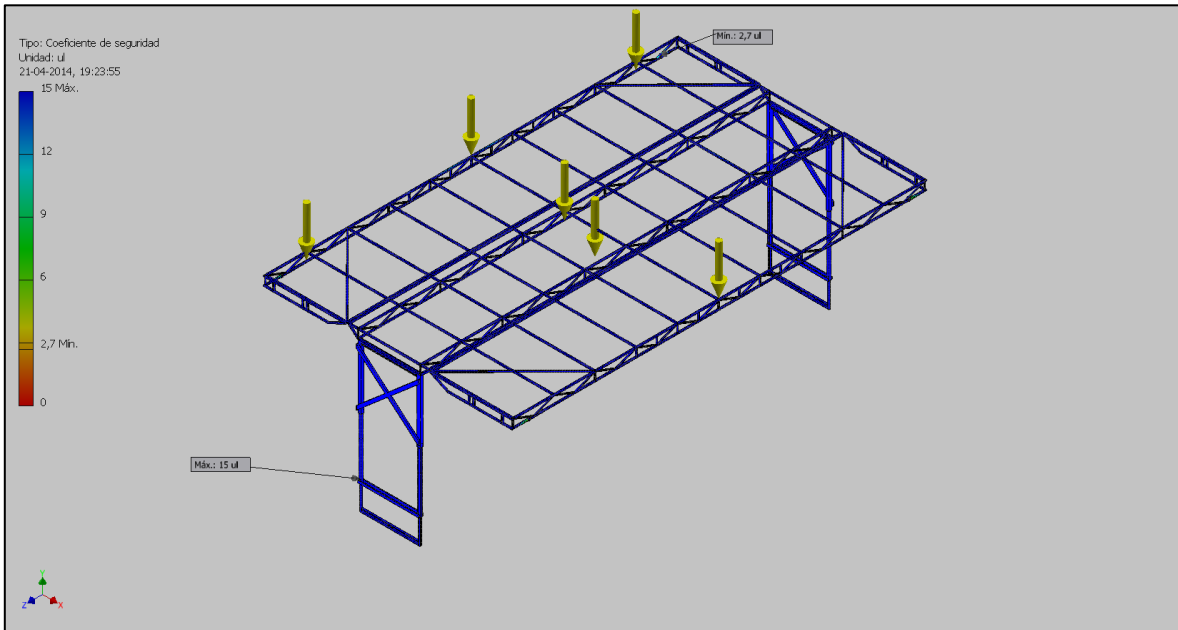


**Figura 13:** Desplazamiento máximo generado sobre parrilla y techo.

Finalmente del programa se requerirá conocer el coeficiente de seguridad, teniendo conocimiento de que preponderará el valor mínimo señalado tal como se ha indicado en el ítem de metodología específica para análisis de tensión.

Para el caso del mecanismo evaluado, se obtiene un valor de 2,7 cifra que indica la cantidad de veces que la parrilla de iluminación será capaz de soportar la carga que se le ha aplicado, y que como es posible visualizar en la figura 13, se sitúa sobre un área cercana a la aplicación de las cargas puntuales y del punto de unión con las torres de soporte.

El valor máximo corresponde a 15, sobre las guías laterales, aunque analizando la escala de colores presentada, es fácil notar que gran parte del mecanismo se ubica sobre un FS superior a 12.



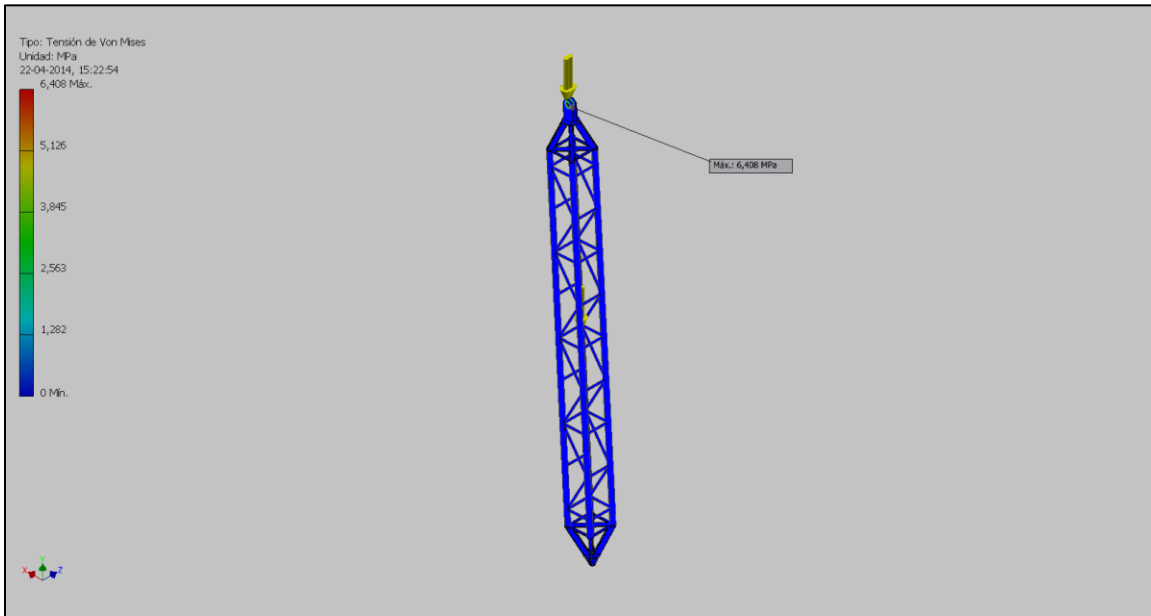
**Figura 14:** Factor de seguridad sobre parrilla y techo.

### 9.6.2 Análisis de Torres

De igual forma como se ha realizado el análisis anterior, se ha separado para efectos de optimización este submecanismo y se le han aplicado las cargas luego de una evaluación del diagrama de cuerpo libre que determinó cuales eran las fuerzas que actuarían sobre él.

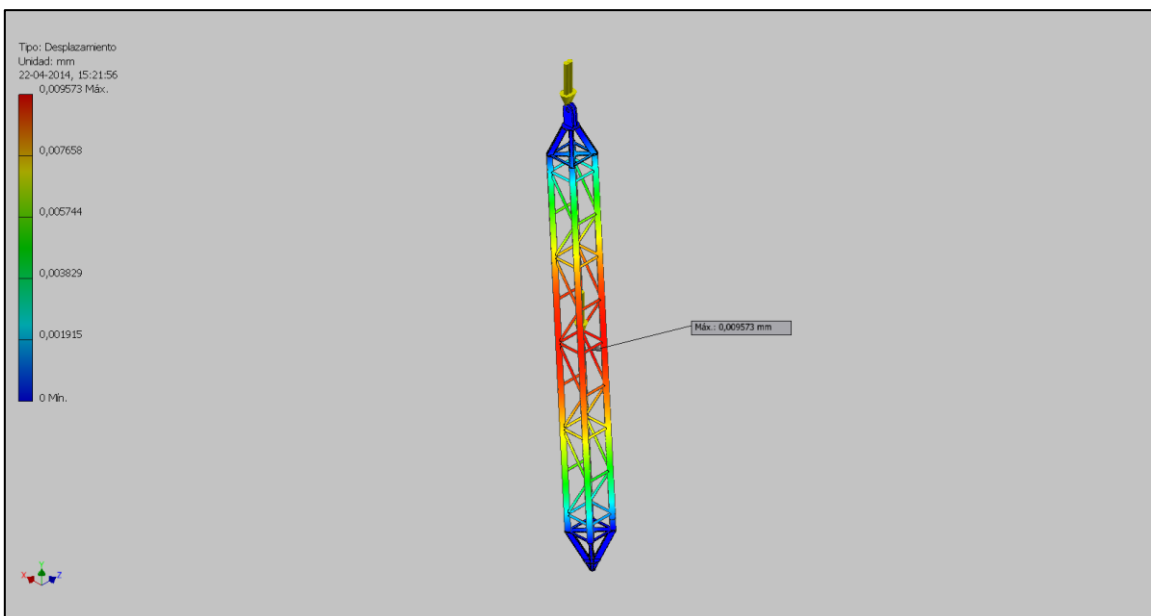
En tal caso la fuerza ejercida sobre una torre resulta de la suma del peso de una sección de techo lateral, más las cargas que se han aplicado sobre este cuerpo. Luego se debe realizar el análisis que permite determinar que parte de esa sumatoria es la que se aplica sobre cada torre y las bisagras que soporta el techo desde el otro extremo. Se aplicó, en definitiva, una fuerza de 10900 N.

Los resultados evidencian que este componente resulta ser el más resistente a las cargas que se le aplican, la tensión obtenida es de solo 6,4 Mpa por lo que se deduce que es capaz de soportar mucha más carga respecto a la que le ha sido simulada, aun así, es necesario tener en cuenta que su capacidad estará limitada al esfuerzo permisible determinado para los componentes que acompañan su funcionamiento.



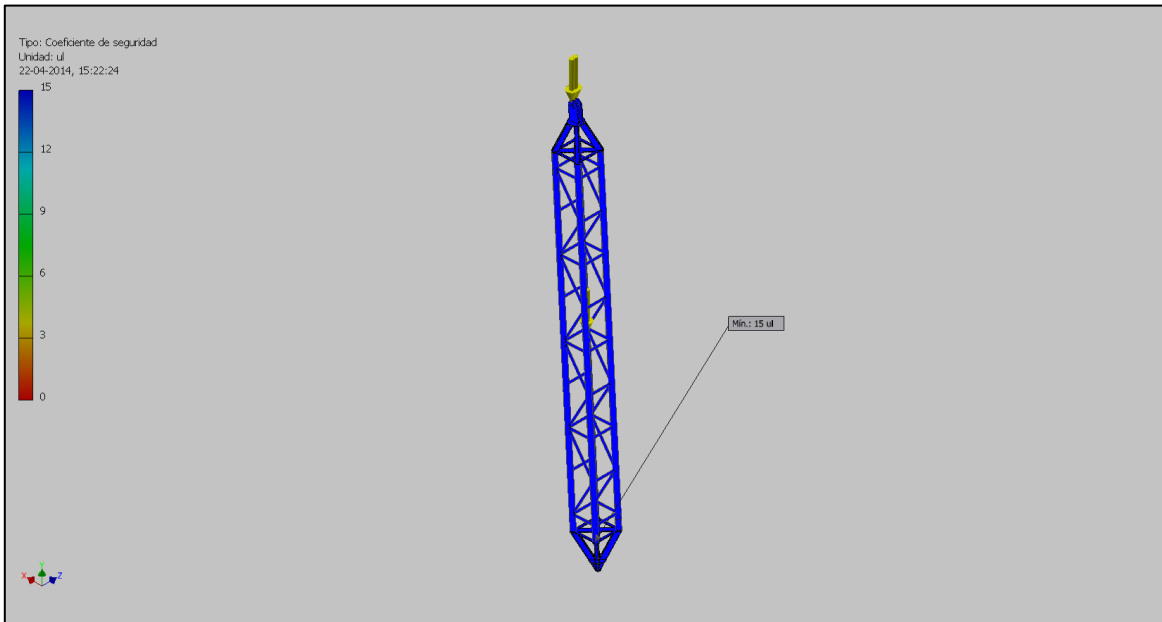
**Figura 15:** Tensión máxima ejercida sobre torre.

En lo que respecta a su desplazamiento, se detecta que de igual manera no representa valores significativos, siendo el máximo de apenas 0.0095 mm, prácticamente imperceptible al ojo e incapaz de ocasionar anomalías en el mecanismo.



**Figura 16:** Desplazamiento máximo generado sobre torre.

Y como era de esperarse el factor de seguridad es el más alto del conjunto, alcanzado la alta cifra de 15, lo que quiere decir que su capacidad podría soportar con facilidad 15 veces los 10900 N con los que ha sido simulado.

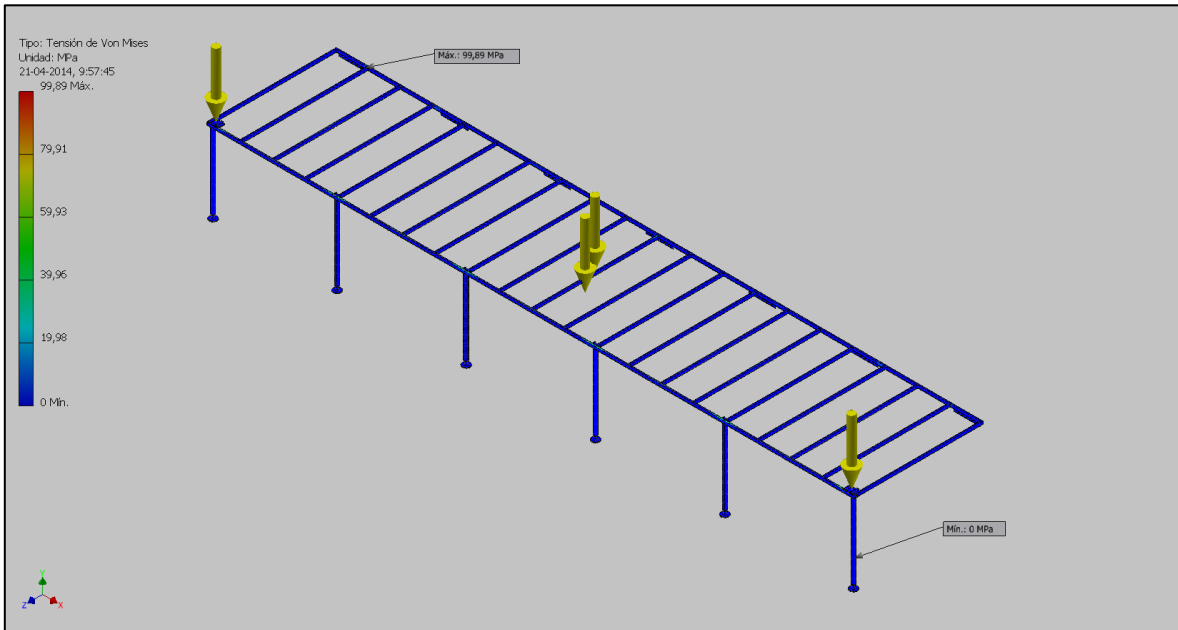


**Figura 17:** Factor de seguridad sobre torre.

### 9.6.3 Análisis de Tarimas

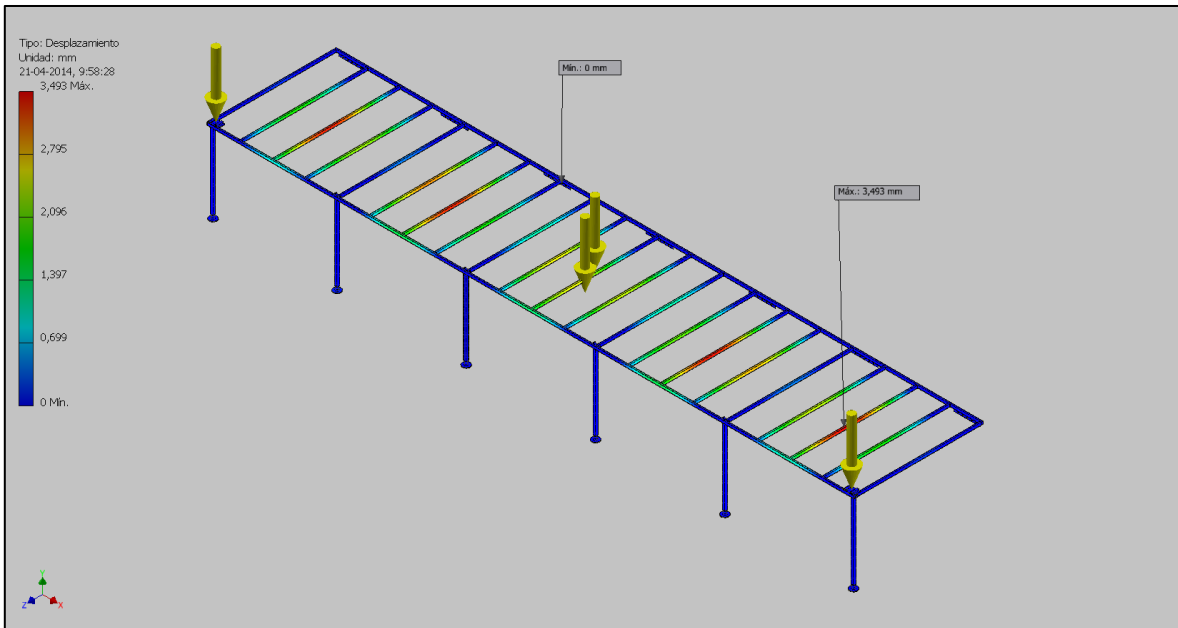
Dada la simetría existente entre las tarimas laterales, y para efectos de reducción en los tiempos de análisis, se ha optado por evaluar solo una tarima, aplicando sobre ella las fuerzas estimadas en el diagrama de cuerpo libre con las cargas más altas, de manera que los resultados podrán ser aplicados perfectamente a ambas secciones laterales.

La tensión máxima obtenida con el ya mencionado método de Von Mises, corresponde a 99.9 Mpa siendo la más alta hallada en todos los análisis realizados, esto sugiere el punto más débil del diseño logrado se encuentra en esta sección del mecanismo.



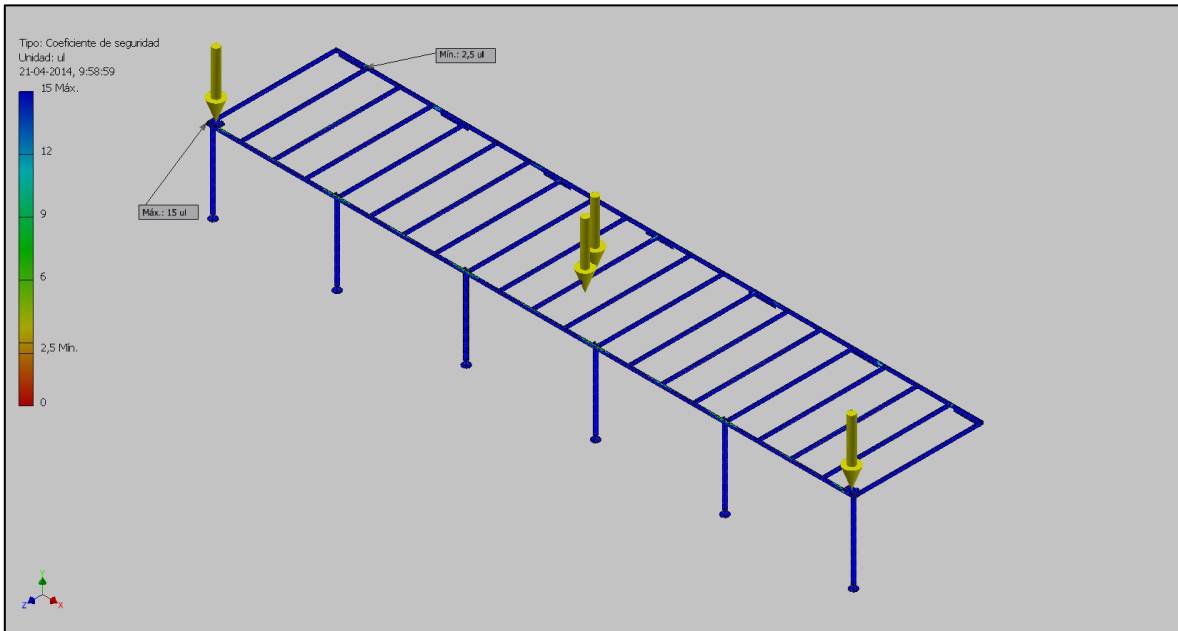
**Figura 18:** Tensión máxima ejercida sobre tarima.

No obstante el alto valor de esfuerzo permisible detectado no se traduce en un desplazamiento significativo, siendo este último de 3,5 mm en el centro de la tarima para las condiciones de carga señaladas con anterioridad.



**Figura 19:** Desplazamiento máximo generado sobre tarima.

Por otro lado el factor de seguridad denostará que en tal mecanismo se halla su punto más débil, siendo de solo 2,5 unidades.



**Figura 20:** Factor de seguridad sobre tarima.

## 9.7 Comparación entre mecanismos

### 9.7.1 Costos

		Costos Variables por evento				Costos Variables por evento	
Mecanismo Actual	Transporte (flete)	\$	45.000	Transporte (flete)	\$	45.000	
	Nro. de viajes		2	Nro. de viajes		0	
		\$	90.000		\$	-	
	Combustible \$/l	\$	710	Combustible \$/l	\$	710	
	Rendimiento km/l		2	Rendimiento km/l		2	
	Distancia Promedio km		0	Distancia Promedio km		30	
		\$	-		\$	10.650	
	Remuneración personal	\$	20.000	Remuneración Personal	\$	20.000	
	Colación	\$	4.000	Colación	\$	4.000	
	Nro. operarios	\$	8	Nro. operarios		2	
	\$	192.000		\$	48.000		
Total	\$	282.000	Total	\$	58.650		

**Tabla 25:** Tabla comparativa de costos operacionales entre mecanismos.

### 9.7.2 Logística

Ítem	Escenografía Actual	Escenario Móvil	Diferencia
<b>Logística</b>			
Tiempo estimado de montaje	4 h	2 h	2 h
Tiempo estimado desmontaje	3 h	1 h	2 h
<b>Características Técnicas</b>			
Área plataforma	63 m <sup>2</sup>	90 m <sup>2</sup>	27 m <sup>2</sup>
Altura plataforma	1 m	1,6 m	60 cm
Altura parrilla iluminación	6 m	6,6 m	60 cm
Techo	no	101 m <sup>2</sup>	101 m <sup>2</sup>
Paredes	no	18,2 m	18,2 m
Barandas	no	18,2 m	18,2 m

**Tabla 26:** Comparación logística entre mecanismos.

## 10 Conclusiones

I. Era necesario objetivizar las falencias que la empresa conocía con anterioridad, la realización de un análisis estratégico sin duda cumple el objetivo trazado de identificar los lineamientos que se deben seguir por parte de la gerencia, y es de esperar que esta tome el peso necesario para llevar a cabo las modificaciones que buscan dar solvencia a la marca.

Los análisis realizados son de carácter variables, deben estar sujetos a evaluaciones constantes que permitan medir la situación que pueda estar atravesando la organización, la realización de una retroalimentación es fundamental para el desarrollo de acciones coherentes y pertinentes.

Por otro lado la empresa debe asesorarse adecuadamente para desarrollar planificaciones presupuestarias y reestructuraciones organizacionales adecuadas, si bien es cierto el autor de este estudio tiene las capacidades y la formación necesaria para abordar esas áreas, no son estas el principal objeto de estudio y análisis.

Teniendo pleno conocimiento de los elementos previamente mencionados, es evidente además, que las directrices del plan de acción se orientan a una modificación en la infraestructura escenográfica, que en la actualidad refleja una

debilidad en la organización y un atentado en contra de los principios de superación y supervivencia que se espera tengan las organizaciones empresariales.

Audiosur Limitada no debiese obviar la existencia de los elementos que derivan del análisis estratégico, y que han sido plasmados en el presente informe, pues en ellos se ofrece una alternativa clara de progreso y de mejores opciones de posicionamiento entre sus competidores, dependiendo siempre de la calidad de las gestiones y el compromiso que se adquiriera para con ellas.

De los factores influyentes que el entorno plantea para el rubro podemos concluir que se detectan oportunidades que propician la adquisición o mejora de infraestructura escenográfica, hay un creciente sector que demanda cada vez más servicios, de la mano de un mercado turístico que evoluciona a favor de la industria de eventos, por otro lado la inversión gubernamental tanto en desarrollo cultural y financiamiento de proyectos tienen una tendencia acelerada al alza, acción que traería consecuencias positivas al negocio.

Del lado de los aspectos amenazantes, no se detectan eventualidades que sacudan el rubro si se analiza desde la perspectiva en que se ha desarrollado el presente estudio, los mecanismos escenográficos tienen durabilidad inmune a cualquier evolución tecnológica y existen posibilidades de adquisición dentro del país sin verse afectado por las variaciones de la divisa.

Si las condiciones apuntan a un futuro favorable, están las herramientas adecuadas para facilitar la toma de decisiones, y emprender planes de acción y eventualmente a inclinarse por desarrollar alternativas propias para la fabricación de infraestructuras. La región del Biobío cuenta con las condiciones necesarias para el emprendimiento en este sector industrial, con materia prima cercana, personal técnico y profesional ampliamente capacitado en el desarrollo de técnicas de diseño y aplicación de conocimiento adecuado para satisfacer estas demandas entre muchas otras.



II. El diseño atiende completamente cada una de las necesidades planteadas por la organización, otorga ventajas competitivas por sobre las otras empresas del rubro en la región y marca el inicio del desarrollo de una nueva forma de hacer eventos masivos al aire libre.

Propone un mecanismo totalmente vanguardista, sofisticado e innovador en nuestro país, satisfaciendo las carencias que los actuales sistemas escenográficos no son capaces de enfrentar. Plantea la incorporación de actuadores de potencia hidráulica que minimizan el uso de fuerza humana, disminuyendo los tiempos de montaje y desarme, agregando al mismo tiempo seguridad a las labores que los operadores deben realizar.

Soluciona las problemáticas de transporte y por primera vez en la región sería posible contar con un escenario capaz de alcanzar con toda su capacidad técnica aquellas comunas donde demandarían múltiples esfuerzos las escenografías convencionales. Ofrece además la facilidad de utilizar el mismo mecanismo para trasladar otros elementos necesarios para el desarrollo de los servicios, como son elementos de potencia, iluminación entre otros.

El mecanismo diseñado aumenta en un 43% la superficie de la tarima con respecto a la actual, y supera en 2 m la altura de la parrilla, siendo esto último un beneficio que radica en el mayor alcance que se obtendría con los elementos de potencia sonora junto con aumentar la distancia entre las luces de alta potencia y los artistas que se presentan sobre el escenario, disminuyendo la sensación de calor y aumentando los efectos visuales que se pretenden con el trabajo de iluminación.

Finalmente el mecanismo otorga nuevos elementos que hasta el día de hoy no están presentes en el desarrollo de eventos al aire libre en la región del Biobío, como lo son el techo, que cubre la totalidad del escenario y la posibilidad de agregar paredes sobre el fondo y los laterales, incorpora también barandas de 1m de alto sobre estos mismos perímetros para proteger a los usuarios de eventuales caídas accidentales.

Otro elemento importante a considerar es la cantidad de operarios de los cuales dependerá el montaje de la estructura, se calcula que fácilmente este mecanismo podría ser manipulado por un mínimo de 2 personas, reduciendo considerablemente al número requerido por el sistema actual, que en promedio se estima en 8 personas. Ante esto, es estrictamente necesario señalar que los operarios deberán ser capacitados para operar los sistemas hidráulicos ya que una manipulación incorrecta podría resultar en daños considerables para la estructura.

La propuesta además, marca el puntapié inicial al desarrollo de una nueva oportunidad de negocio, haciendo propicia la idea de incursionar en el estudio de diseños propios de infraestructuras escenográficas, a estas alturas en la región del Biobío existe la capacidad técnica que permite crear e inventar nuevos mecanismos, afines a la realidad sociocultural y geográfica presente, hay además profesionales dispuestos con el nivel de conocimiento necesario para satisfacer estos requerimientos y aportar con la innovación que el mercado de eventos de interés masivo se merece, con el profesionalismo suficiente para producir mecanismos seguros, eficientes, óptimos y de calidad que incorporen la utilización de tecnología vanguardista, equipos de alto rendimiento y sobre todo el uso de elementos computacionales de última generación y confiabilidad.

III. El análisis de tensión evidencia la capacidad de carga que debiese soportar la estructura, dicha evaluación como fue presentado en el ítem 11.6 Análisis de resistencia, se realizó separando la estructura en 3 submecanismos diferentes debido a que su gran tamaño demandaba recursos computacionales que superaban las capacidades existentes, haciendo fracasar los múltiples intentos por desarrollar un único análisis.

Los valores obtenidos permiten conocer previamente el comportamiento del mecanismo con las cargas aplicadas, cabe señalar primeramente que dichas cargas fueron estimadas según un breve análisis de la sumatoria de los pesos de los componentes que se incluyen en el desarrollo de eventos bajo un supuesto de

utilizar la máxima cantidad de equipos disponibles y redondeando las cifras hacia números cerrados superiores.

De los parámetros entregados por el programa *Inventor*, aquel que representa mayor importancia dentro del estudio realizado corresponde al coeficiente o factor de seguridad, siendo este el que permitirá estimar la carga crítica del sistema, o aquella sobre la cual el mecanismo cederá sus límites de esfuerzo.

Es de carácter recurrente que en ingeniería se utilicen factores de seguridad mínimos de 3, sin embargo el análisis realizado arroja dos valores inferiores a esa cifra, primero para el techo se ha determinado un  $FS=2,7$  y para la tarima un  $FS=2,5$ .

La razón por la cual se ha desestimado modificar el diseño presentado, con la finalidad de mejorar el factor de seguridad, atiende principalmente a que las cargas sobre las cuales se ha trabajado ya se han estimado altas, superiores a lo que los requerimientos actuales demandan. Por otro lado, si se considera que para el caso de la tarima, donde se calculó que la estructura es capaz de soportar 2,5 veces más la carga aplicada, estaríamos diciendo que se sometería a una carga de 200 kg sobre cada uno de los 90 m<sup>2</sup> de esta, hecho que en la práctica supondría 18 toneladas repartidas sobre el escenario o bien cerca de 18 automóviles *citycar*, hecho que sería imposible de realizar sobre un escenario bajo ninguna circunstancia en la región.

## 11 **Bibliografía**

- Budynas R., Nisbett K. (2008), *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley 8va edición*, capítulos 1.1, 2, páginas 18, 29.
- Guerras L., Navas J. (2007), *La dirección estratégica de la empresa*, capítulos 4, 6.
- Sack (2014), *Catálogo de aceros*, capítulo 3, páginas 37 – 40.

- Cengel Y., Cimbala J. (2006), *Mecánica de Fluidos, Fundamentos y Aplicaciones*, capítulo 3, página 66.
- Ley N° 18.290 de Tránsito (Res.1/99; Res.109/2003), *Establece dimensiones máximas a vehículos que indica*. Artículo 1, página 1.
- Consejo nacional de la cultura y las artes (2013), *Cuenta pública 2013*, página 15.
- Mott Robert (2006), *Diseño de Elementos de Máquinas*, capítulo 2, página 54.
- Bosch Rexroth AG (2008), *Hidráulica Industrial*, página 66.
- Hamrock, Jacobson y Schmid (2000), *Elementos de Máquinas*, capítulo 6, página 237.

## 12 Referencias web

- [www.audiosur.cl](http://www.audiosur.cl) – Audiosur Limitada
- [www.sono.cl](http://www.sono.cl) – Empresas Sono
- [www.europodium.fr](http://www.europodium.fr) – Europodium
- [www.stageline.com](http://www.stageline.com) – Stageline
- [www.tremac.cl](http://www.tremac.cl) – Remolques Tremac
- [www.randon.cl](http://www.randon.cl) – Remolques Randon
- [www.boschrexroth.com](http://www.boschrexroth.com) - Elementos hidráulicos Rexroth
- [www.vignola.cl](http://www.vignola.cl) – Automatización industrial
- [nuestrobiobio.cl](http://nuestrobiobio.cl) – Fiestas y tradiciones de la región del Biobío.
- [www.cultura.gob.cl](http://www.cultura.gob.cl) - Consejo Nacional de la cultura y las artes.

13 **Anexos**

### **13.1 Anexo 1 – Actividades culturales y costumbristas región del Biobío.**

Enero	Febrero
Antuco - fiesta de la cereza	Antuco - festival folclórico abanico
Bulnes - carnaval de Bulnes	Arauco - semana comunal
Cabrero - semana cabrerina	Bulnes - trilla a yegua suelta
Cañete - semana cañetina	Cabrero - semana monteaguilina
Coihueco - Sus raíces criollas	Cañete - feria agrícola
Concepción - Feria internacional de arte	Chillán - fiesta de la greda
Contulmo - semana musical	Cobquecura - fiesta de la candelaria
Coronel - feria artesanal	Contulmo - fiesta costumbrista
Curanilahue - fiesta de san Sebastian	Coronel - semana coronelina
El Carmen - expo el carmen	Curanilahue - Trilla a yegua suelta
Florida - semana floridana	Florida - semana comunal
Hualpén - Jornada de recreación	Hualpén - fiesta del changay
Hualqui - fiesta del choclo	Hualqui - fiesta de la madera
Laja - festival folclórico	Laja - festival de la raíz folclórica
Los Ángeles - fiesta de la chilenidad	Lebu - festival internacional de cine
Nacimiento - fiesta costumbrista y canto popular	Los Ángeles - trilla a yegua suelta
Negrete - semana comunal	Lota - semana lotina
Penco - semana comunal	Mulchén - festival de la canción
Pinto - semana recreativa	Nacimiento - carnaval cultural
Quilaco - rodeo comunal	Negrete - festival de la canción
Quilleco - fiesta costumbrista	Ñipas - concurso del vino
Quillón - fiesta de la cerveza	Ñiquén - fiesta de la mora
San Fabian de Alico - muestra artística y cultural	Pemuco - semana comunal
San Pedro - festival de jazz	Pinto - semana comunal
San Rosendo - Fiesta de la trilla	Portezuelo - carnaval de verano
Santa Juana - semana de Santa Juana	Quillón - festivales de verano
Tirúa - semana comunal	San Carlos - festivales artísticos
Tucapel - semana trupanina	San Ignacio - fiesta culinaria de la papa
Yungay - semana comunal	San Nicolás - carnaval de verano
	San Pedro de la paz - festival de teatro
	San Rosendo - carnaval de verano
	Santa Bárbara - fiesta de la miel
	Santa Juana - fiesta de la miel
	Tirúa - fiestas rancheras
	Tome - festival viva Dichato
	Tome - semana comunal
	Yungay - fiesta de la candelaria
Marzo	Abril
San Carlos - feria agrícola, ganadera y artesanal	Chillan - fiesta de la vendimia

Yumbel - 20 chico	Contulmo - aniversario colonización alemana
	Hualqui - Trafkintu
	Nacimiento - fiesta de la vendimia
	Portezuelo - fiesta de la vendimia
	San Ignacio - fiesta de cuasimodo
	San Nicolás - fiesta de la vendimia
	San Rosendo - fiesta de la vendimia
	Yumbel - muestra campesina
<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
Cobquecura - fiesta de la muerte del chancho	Cobquecura - fiesta de san pedro
Coelemu - fiesta del chancho	Hualpén - fiesta de san pedro
Yumbel - festival de la cruz de mayo	Hualqui - fiesta de san juan
	Pinto - mateada campesina
	Portezuelo - encuentro de la paya
	Santa Juana - fiesta de san juan
	Talcahuano - festividad del patrono san pedro
	Tirúa - We Tripantu
	Tome - fiesta de san pedro
	Yumbel - estofado de san juan
<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>
Cabrero - fiesta costumbrista	Chillan Viejo - conmemoración Bernardo O'Higgins
Cobquecura - gran mateada popular	Coelemu - fiesta del camarón
Coelemu - fiesta del chicharrón	Coronel - Schwaguer costumbre y tradiciones
El Carmen - día del pueblo	Florida - fiesta del camarón
Hualqui - fiesta de la liebre	Hualqui - fiesta del camarón
Laja - festival de música ranchera	Mulchén - encuentro folclórico
Nacimiento - festival de la voz de invierno	San Carlos - fiesta de la remolacha
Ñiquén - fiesta del camarón	Yumbel - fiesta del camarón
Santa Juana - fiesta del camarón	
Yumbel - fiesta del chancho	
<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>
Arauco - fiesta del camarón	Bulnes - encuentro de coros
Cabrero - encuentro de payadores	Chillan - festival de la dueña de casa
Cobquecura - cabalgata del pollo cocido	Cobquecura - cabalgata de la amistad
Coronel - fiesta huasa	Coelemu - fiesta del rosario
Hualpén - fiesta de la primavera	Concepción - aniversario
Nacimiento - cantar campesino	Coronel - fiesta del pescado frito
Ninhue - fiesta de la chupalla	Curanilahue- fiesta del digüeñe
Ñipas - concurso de cueca	El Carmen - semana de la primavera



Ñiquén - Aniversario comunal	Hualqui - cruz de san francisco
San Carlos - carreta del folclore	Nacimiento - festival del cantar campesino
San Ignacio - semana de san miguel	Ninhue - fiesta del rosario
San Nicolás - concurso de cueca	Portezuelo - encuentro de raíces folclóricas
San Pedro de la paz - festival Victor Jara	San Nicolás - muestra campesina
Santa bárbara - fiesta rodeo	Tucapel - fiesta de la cruz del trigo
Tomé - festival del cantar	Yumbel - fiesta de la esquila
Tucapel - fiesta del rodeo	
<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
Cañete - fiesta del changle	Cobquecura - aniversario comunal
Chillán - festival Victor Jara	Coelemu - aniversario comunal
Cobquecura - encuentro criollo	Coihueco - encuentro de la esquila
Coelemu - semanas culturales	Contulmo - fiesta de la frutilla
Curanilahue - fiesta de la esquila	Coronel - show pirotécnico
El Carmen - encuentro de cantores populares	Hualqui - peregrinación santa de la piedra
Laja - olimpiadas rurales	Lota - carnaval cultural
Ñipas - concurso del vino	Nacimiento - concierto aniversario comunal
Pemuco - aniversario comunal	Ninhue - semana de la cultura
Portezuelo - día de portezuelo	San Nicolás - Aniversario comunal
Quirihue - muestra costumbrista	Santa Bárbara - fiesta patronal
San Carlos - festival folclórico Violeta de San Carlos	Tomé - feria de navidad
San Fabian de Alico - fiesta costumbrista	Yumbel - fiesta de la cereza
Talcahuano - festival de Talcahuano	Yungay - bendición de espigas
Tomé - día de la tortilla	
Trehuaco - el mingaco de la papa	
Yungay - fiesta de la esquila	

**13.2 Anexo 2 – Capacidad técnica de Audiosur Limitada.**

## **Ficha técnica Audiosur Ltda.**

### Audio

- *Consolas*
  - 1 consola MackieOnix 4880 48 canales
  - 1 consola Hallen &Heathzed 436 32 canales
  - 1 consola Soundcraft Lx7 32 canales
  - 1 consola MackieVlz 24.4 24 canales
  - 1 consola Phonic 16 canales
  - 1 consola MackieVlz 16.2 16 canales
  
- *Powers*
  - 6 Power Audio Lab MH 9400
  - 2 Power SKP max g 3600
  - 3 Power QSC mx 1500
  - 2 Power Crest Audio 901
  - 2 Power SKP max g 2400
  
- *Micrófonos*
  - 16 Shure SM58 LC
  - 8 Shure SM57 LC
  - 4 SenheiserE845
  - 4 SenheiserE835
  - 8 AKG C1000s
  - 6 Rode M3
  - 4 Audiotechnica AT2020
  - 2 Berhinger B5
  - 9 Aurax vocal
  - 1 Auraxinstrumento
  - 1 Set de bateríaShure PG
  - 1 set de bateríaAudiotechnica
  
- *Cajas*
  - 16 Line array MRS La20nd
  - 8 Sub bajos MRS H218
  - 8 Yamaha SM15v
  - 8 Db Technologies Arena 15
  - 10 Bose 802
  - 2 Bose 302 Sub bajo

- 8 SKP Sk300
- 2 SKP Sk300 activas
  
- *Procesadores*
  - 1 Ecuador AshlyGqx 3102
  - 1 Ecuador Dbx 1231
  - 4 Ecuadores Dbx 231
  - 1 Ecuador BerhingerFbq 3102
  - 2 Ecuadores Alesis meq 230
  - 1 Crossover Samson
  - 1 Crossover Dbx 234
  - 1 Dbx drive rack 260
  - 4 compresor/gate Dbx 166xl 2 canales
  - 1 Yamaha SPX 90 efecto
  - 1 Yamaha SPX 1000 efectos
  - 2 Alesis midiverb 2 efectos
  - 1 Compresor/gate Samson de 4 canales
  - 3 Procesadores señal Bose 802 y 302
  
- *Accesorios*
  - 90 Cables canon/canon o XLR aprox
  - 50 Pedestales de micrófonos aprox
  - 20 Pedestales de parlante aprox
  - 24 Cables potencia speakon/speakon aprox
  - 16 Puentes potencia speakon/speakon aprox
  - 8 Cables potencia canon/canon aprox
  - 4 Cables potencia speakon/canon aprox

## Iluminación

- *Consolas*
  - 1 Consola DMX 24 canales doble escena Teatrelight NZ
  - 1 Consola DMX 24 canales wild Pro
  - 1 Controlador DMX para cabezas móviles La Gamme
  - 1 Consola Lite putter con power.
  
- *Dimmer Pack*
  - 1 Consola DMX 24 canales doble escena Teatrelight NZ

- 4 Power Lite Putter 6 canales a 4kw cada canal
- 4 PowerBlue 6 canales a 4kw cada canal
- 2 Power Black 6 canales a 2kw cada canal
- 2 Power MA 6 canales a 2 kw cada canal
  
- *Focos*
  - 46 focos par 64 v/n s/n y f/n 1000 watts
  - 2 Ciclodramas asimétricos 1200 watts
  - 24 focos par 56 v/n 300 watts
  - 7 focos elipsoidales 36° 600 watts
  - 1Cañón Seguidor con ampolleta de descarga HMI 1200 watts
  - 24 focos cuadriled 7x12 watts
  - 4 Cabezas móviles PLS Tango 700
  - 8 pedestales de iluminación telescópicos
  
- *Accesorios*
  - 60 Cables DMX aprox
  - 50 Extensiones 220v aprox
  - 20 Extensiones 110v aprox
  - 8 proyectores multimedia
  - 3 pedestales ajustables para proyectores
  - 3 telones 5m2

## Infraestructura

- 150 sillas plegables acolchadas
- 150 sillas plegables plásticas
- 4 toldos plegables 2,5x2,5m
- 9 tarimas 2,44x1,22m alfombradas (27m<sup>2</sup>) patas ajustables
- 54 patas acero 50x50mm 1m altura
- 54 patas acero 50x50mm 60cm altura
- 54 patas madera 2x2" 15cm altura
- 21 tarimas 2,44x1,22m (63m<sup>2</sup>) patas únicas 1m
- 2 torres elevadoras 200kg 5,5m
- 16 truss parrilla iluminación acero 3m
- 4 soportes verticales parrilla 5,8m
- 4 tecles cadena manual 1000kg
- 1 generador combustión interna Suzuki 4kVA

**13.3 Anexo 3 – Teoría de Von Mises, apunte Profesor Richard Verdugo Leal.**

# TEORÍAS DE FALLAS

Richard Verdugo  
Capítulo 1

## 4. Teoría de Falla de Von Mises

- Denominada energía de deformación máxima, se aplica a materiales dúctiles.
- La falla ocurre cuando la energía de deformación total en un volumen unitario iguala el valor de la energía de deformación en el mismo volumen correspondiente a la resistencia de fluencia.



➤ La energía de deformación por volumen unitario es:

$$u = \frac{\varepsilon_1 \sigma_1}{2} + \frac{\varepsilon_2 \sigma_2}{2} + \frac{\varepsilon_3 \sigma_3}{2}$$
$$= \frac{1}{2E} \left[ \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\nu (\sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_1 \sigma_3) \right]$$

➤ La energía de deformación para producir sólo cambio de volumen  $u_v$ , se obtiene sustituyendo  $\sigma_{prom}$

$$u_v = \frac{3\sigma_{prom}^2}{2E}(1-2\nu)$$
$$= \frac{(1-2\nu)}{6E}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + 2\sigma_1\sigma_2 + 2\sigma_1\sigma_3 + 2\sigma_2\sigma_3)$$

Entonces la energía de distorsión se obtiene al restar:

$$u_d = u - u_v = \frac{(1+\nu)}{3E} \left[ \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]$$

Para el ensayo a tensión simple se tiene:

$$u_d = \frac{(1+\nu)}{3E} S_y^2$$



$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}$$

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$

$$\sigma_{eq} = S_y$$