

**DISEÑO DE UN SUBSISTEMA DE ACOMODACIÓN PARA TRABAJO EN ALTURAS
EN LABORES DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE FACHADAS**

**JUAN SEBASTIÁN CHÁVEZ SARMIENTO
DAVID ENRIQUE FONTALVO CRÚZ
ANDRÉS FELIPE RAMÍREZ PRIETO**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
BOGOTÁ D.C.
2019 - II**

**DISEÑO DE UN SUBSISTEMA DE ACOMODACIÓN PARA TRABAJO EN ALTURAS
EN LABORES DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE FACHADAS**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE DISEÑADOR INDUSTRIAL**

DIRECTOR

ANDRÉS FRANCISCO RAMOS GIFFUNI

COMITÉ

CARLOS AUGUSTO PINZÓN SÁNCHEZ

GLORIA FABIOLA BELTRAN PEREIRA

JUAN CARLOS RUIZ BARRAGAN

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
BOGOTÁ D.C.**

2019 - II

TABLA DE CONTENIDOS

- 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- 2. JUSTIFICACIÓN**
- 3. OBJETIVOS**
 - 3.1. OBJETIVO GENERAL**
 - 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**
- 4. MARCO TEÓRICO**
 - 4.1. TRABAJO EN ALTURAS**
 - 4.1.1. TIPOS DE SISTEMAS EN LOS TRABAJOS EN ALTURA**
 - 4.1.1.1. SISTEMAS FIJOS**
 - 4.1.1.2. SISTEMAS TEMPORALES**
 - 4.1.2. CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO EN ALTURA**
 - 4.1.3. CAMPOS DE ACCIÓN DEL TRABAJO EN ALTURAS**
 - 4.1.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PERSONAL (EPI)**
 - 4.1.4.1. AGRUPACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA**
 - 4.2. NORMATIVIDAD TRABAJO EN ALTURAS**
 - 4.3. ERGONOMÍA**
 - 4.3.1. ENFOQUE SISTÉMICO (RELACIÓN OBJETO HUMANO)**
 - 4.3.1.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL**
 - 4.3.2. RIESGO LABORAL (IMPLICACIÓN EN LA SALUD FÍSICA)**
 - 4.4. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**
- 5. PROCESO DE DISEÑO**
 - 5.1. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD**
 - 5.2. INVESTIGACIÓN DE MERCADO**
 - 5.3. DESARROLLO DE PRODUCTO**
 - 5.3.1. MODELOS Y PRUEBAS**
 - 5.3.2. SELECCIÓN DE MATERIALES**

5.3.2.1. PROCESOS PRODUCTIVOS

5.3.3. FACTOR HUMANO Y ANTROPOMETRÍA

6. PROPUESTA FINAL

6.1. COSTOS

6.2. VALIDACIONES

6.3. LOGO

7. CONCEPTO DE DISEÑO

8. CONCLUSIONES

8.1. PROYECTO DENTRO DE LA NORMA

8.2. PROCESO A SEGUIR

9. REFERENCIAS

AGRADECIMIENTOS

El proyecto Iuga y sus integrantes agradecen el apoyo de las personas que hicieron posible la investigación, filmación y observación de los datos necesarios que se lograron recopilar para darle una base sustentable a la idea de lograr diseñar una nueva superficie de trabajo para los operarios de alturas.

En primera instancia se agradece a el ingeniero de la Pontificia Universidad Javeriana Pedro Nel Guerrero encargado de la parte de seguridad social en la realización de trabajos por parte de los operarios internos de la institución y de la certificación para el uso de operarios tercerizados, el cual nos apoyó en las etapas preliminares del proyecto en darnos los contactos con los operarios, observarlos directamente en la actividad y poder conversar con algunos de ellos, e hizo posible el contacto con los trabajadores de Aseos Ideales.

De igual forma se agradece a los operarios Rosa Gaona, Yomar Henriquez, Jhon Fajardo, Humberto Timote, Diego Loaiza en nombre de *Aseos Ideales*, los cuales facilitaron la observación, toma de videos y fotografías de la actividad al ser ellos los observados, además de aportar a la realización del diseño con sus opiniones y con la participación de los mismos en las pruebas en las que ellos probaron el subsistema/producto y dieron su observación al respecto. Finalmente se dan agradecimientos al director de proyecto por ser el asesor fundamental del proyecto y aclarar dudas y procedimientos que facilitaron el buen desarrollo del Proyecto Iuga.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los trabajos en alturas son una serie de actividades que son realizadas a partir de una altura de 1.50 metros, para estas se utilizan una serie de equipos que ayudan a ascender y descender el personal encargado de desarrollarla como lo es el sistema de prevención de caídas. En dicho sistema (compuesto por arnés, mosquetones, línea de vida, línea de trabajo, freno o ID) el asiento, tabla, silla, sillín o guindola no está propiamente diseñado para las actividades en altura, es visto actualmente como un accesorio para la labor y a pesar de que su uso es de carácter obligatorio para labores de suspensión que tomen más de siete minutos, no se encuentra normatizado y/o regulado por ninguna institución; actividades como la limpieza y mantenimiento de fachadas y los insumos que se utilizan en estas acortan la vida útil y funcional del asiento, que a su vez es un elemento de ser re-diseñado, podría ayudar a reducir los riesgos de salud y problemas que sufren los operarios y todo lo que esto representa para empresas, aseguradoras de riesgos laborales, consejo de seguridad colombiano y ministerio de trabajo.

2. JUSTIFICACIÓN

Las labores en suspensión, uno de los tipos de trabajos en altura que tienen un riesgo clase V (5) lo que los ubica en la categoría más alta dentro de los trabajos de alto riesgo según el decreto 1607 de 2012. En perspectiva de los operarios que realizan labores en suspensión y hacen uso del asiento junto con el sistema de prevención de caídas, son personas que padecen de algunos problemas en posturas, agotamiento, adormecimiento todos factores y síntomas relacionados con el síndrome del arnés o de suspensión ortostática producidos por la inmovilidad de la persona en suspensión. Por otro lado, los insumos con los que se realiza la limpieza de fachadas (como lo son agua, detergentes, desengrasantes y ácido nítrico entre otros) reducen la vida útil del asiento.

En el ámbito empresarial, es decir aquellas empresas que prestan servicio de limpieza y mantenimiento en fachadas, realizan inversiones de hasta \$4'500.000 COP en el equipo de los operarios y seguros de riesgo laboral con las ARL que si bien son medidas normalizadas y

permiten el correcto desarrollo de las actividades en altura; es en estas que se representan dos de los principales dolores para la empresa. En la primera, con la vida útil del equipo que por especificación debería durar un máximo de cinco años, está durando un total de 8 meses debido al uso que se le da por parte de los operarios. Y en la segunda las indemnizaciones generadas a partir de accidentes en la labor y aquellos problemas de salud anteriormente mencionados en los operarios.

Un tercer actor involucrado en la problemática son las Aseguradoras de riesgos laborales (ARL) según estadísticas y datos del **CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD** y **FASECOLDA** durante el 2018 tuvieron 26 casos de indemnizaciones por trabajos en altura. Dichas indemnizaciones se encuentran categorizadas por la pérdida de la capacidad laboral y ocupacional junto con el porcentaje de incapacidad permanente parcial; estos factores se encargan de determinar el costo que representaría la indemnización de un operario. Dentro de las aproximaciones desarrolladas en la etapa de investigación encontramos que si los 26 casos pertenecieran a la misma ARL y tuvieran un porcentaje de incapacidad permanente parcial del 25% (el porcentaje de incapacidad permanente parcial va del 5% al 49%) representarían un total de \$624'000.000 COP teniendo en cuenta que el salario máximo aproximado de un operario es de \$2'000.000 COP.

Por otra parte, el **MINISTERIO DE TRABAJO** el ente regulador del trabajo y quien está encargado de la adopción de políticas, planes generales y proyectos a nivel nacional. Los trabajos en altura, se encuentran categorizados en la resolución 1409 del 2012, en donde encontramos que solo se hace referencia al asiento como elemento de uso obligatorio cuando el operario tarda más de 7 minutos desarrollando la actividad, asimismo se considera como un accesorio para las labores el cual no se encuentra normatizado y/o regulado por ninguna institución.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL:

Diseñar un subsistema de acomodación para el sistema de prevención de caídas en trabajos en alturas enfocados en limpieza y mantenimiento de fachadas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contribuir al mejoramiento en la relación máquina - hombre en labores de suspensión, desde el enfoque sistémico de la ergonomía.
- Potenciar la importancia / valor de la silla como elemento dentro del sistema.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. TRABAJO EN ALTURAS

La definición de trabajo en alturas la podemos tomar de *AXA COLPATRIA* y la resolución 1409 del *MINISTERIO DE TRABAJO*. (2012)

“El trabajo seguro en alturas es considerado como una actividad o desplazamiento que ejecuta un trabajador a 1.50 metros o más sobre un nivel inferior, considerado de alto riesgo y conforme a las estadísticas nacionales, es una de las principales causas de accidentalidad y muerte laboral.”

Asimismo, se considera trabajo en altura cualquier actividad que se desarrolle bajo nivel cero, es decir pozos, excavaciones de profundidad mayor a 1.50 metros y situaciones similares.

4.1.1. TIPOS DE SISTEMAS EN LOS TRABAJOS EN ALTURA

4.1.1.1. SISTEMAS FIJOS

Se refieren a aquellos sistemas de prevención que se encuentran instalados dentro de organizaciones o fábricas en donde se realizan a diario actividades que signifiquen un riesgo de caída de altura.

“Este tipo de sistemas consisten en el uso de pasarelas, barandas, túneles, escaleras fijas que se convierten en parte de las instalaciones de las empresas y que tienen como único fin eliminar o disminuir el riesgo al que están expuestos los trabajadores.”

Adicionalmente, toda organización que realice este tipo de actividades en forma rutinaria debe contar con protocolos de trabajo para el desarrollo de esta labor.

4.1.1.2. SISTEMAS TEMPORALES

Se refieren a aquellos sistemas de prevención que son utilizados cuando la actividad no se desarrolla con gran frecuencia, de forma que pueda ser desarrollada y luego desmontar los sistemas.

“Los ejemplos típicos son andamios, plataformas y escaleras móviles que son utilizados en situaciones no cotidianas y/o con un grupo pequeño de personas.” ECIJG (2009)

Adicionalmente, toda organización que realice este tipo de actividades en forma esporádica debe contar con permisos de trabajo para el desarrollo de esta labor.

4.1.2. CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO EN ALTURA

Según el protocolo de trabajo en alturas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (2009).

“Para facilitar el estudio de los trabajos en altura se clasifican en cuatro grupos, cada grupo involucra un equipo de protección individual (EPI) específico y técnicas propias.” ECIJG (2009)

Como primer grupo se habla de la restricción de movimiento. El principio de restricción de movimiento consiste en mantener el trabajador alejado del riesgo de caída, haciendo uso de equipos de protección individual como lo son líneas de vida, trabajo y arneses anclados a puntos estratégicos.

En un segundo grupo tenemos la detención de caídas, el cual se presenta en el momento que la actividad que se está desarrollando existe una gran posibilidad de que el operario tenga una caída, por lo que se deben tener todas las medidas adecuadas y evitar que suceda.

“Un adecuado sistema anticaídas debe garantizar que la distancia recorrida por el trabajador durante su caída sea mínima; debe absorber la energía necesaria para que no se presente ningún tipo de lesión y al terminar el desplazamiento debe dejar al trabajador en una posición que no represente amenaza para su salud.” ECIJG (2009)

Cabe mencionar que dentro del grupo de detención de caídas encontramos el concepto de distancia de detención, el cual hace referencia al desplazamiento vertical total requerido para detener una caída, teniendo en cuenta la longitud de los sistemas de sujeción, las distancias de activación de los sistemas y las deformaciones de cada elemento.

Como tercer grupo tenemos el posicionamiento bajo tensión continua, el cual permite al operario ubicarse de forma segura en lugares de difícil acceso o posicionamiento como lo es una superficie inclinada.

“Este tipo de técnica transmite estabilidad al trabajador mediante el uso bajo tensión de sus (EPI) y también protege de una eventual caída.” ECIJG (2009)

Finalmente, el cuarto grupo de la clasificación es el acceso por cuerdas, la cual es utilizada cuando la estructura donde se planea desarrollar es de difícil acceso y a la vez de riesgo constante a medida que progresa la actividad. Según el protocolo de trabajo en alturas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (2009). “Se debe contar en este caso con dos sistemas, uno de progresión y posicionamiento, y otro de detención de caídas, cada uno de los sistemas debe ser independiente y solidario en caso de falla.

4.1.3. CAMPOS DE ACCIÓN DEL TRABAJO EN ALTURAS

Algunos de los campos en donde los operarios realizan trabajos en alturas van desde inspecciones en estructuras como puentes, instalación de publicidad, limpieza y mantenimiento de fachadas, entre otros.

“Algunos de los campos de acción del trabajo en alturas son:

- Estabilización de taludes, frentes rocosos.
- Evaluación y elaboración de informes técnicos.
- Instalación de equipos de aire acondicionado y sistemas de refrigeración.
- Instalación de líneas de vida y sistemas de seguridad.
- Instalaciones de gas, fontanería y electricidad.” ECIJG (2009)

4.1.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PERSONAL (EPI)

Los equipos de protección individual personal (EPI) son herramientas que permiten al operario realizar las actividades de forma segura y eficiente.

“Todos los equipos de protección personal para trabajo en altura deben cumplir con normas técnicas nacionales e internacionales que garanticen las características técnicas de los mismos. Es responsabilidad del empleador generar políticas y formatos de revisión periódica de cada uno de los EPI.” ECIJG (2009)

4.1.4.1. AGRUPACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA

El primer componente del equipo son los arneses, el cual tiene como función dar soporte al cuerpo y distribuir las cargas que se puedan presentar durante el trabajo o al detener una caída. De acuerdo con ECIJG (2009) “En Colombia al igual que la mayoría de los demás países solo se permite el uso de arneses de cuerpo completo para la realización de trabajos en altura, este tipo distribuye las cargas en los muslos, pelvis, pecho y hombros.”

Los arneses de cuerpo completo pueden tener entre 5 y 7 puntos de sujeción, dependiendo de las tareas para las que haya sido diseñado, pero todos deben contar como mínimo con un punto dorsal.

Los mosquetones son otro componente muy versátil del equipo, ya que cuentan con un sistema de apertura y cierre que les permite unir elementos para generar distintas combinaciones. En Colombia solo se permite el uso de mosquetones automáticos, los cuales se bloquean una vez sean manipulados por el operario. Adicionalmente, un tercer componente son los cabos de anclaje o eslingas, cuya función es la de conectar al operario con los demás componentes del equipo, como lo son líneas de vida y puntos de anclaje.

“Los cabos de anclaje no deben permitir una caída de más de 1.8 metros; por eso, ésta es su longitud máxima permitida dependiendo de su aplicación, deben restringir el movimiento del trabajador, mantenerlo posicionado o detener su caída.” ECIJG (2009)

El casco al igual que en otras labores es de gran importancia, ayuda a proteger la cabeza del operador en caso de golpes durante la labor, en caso de una caída e incluso con la misma estructura en la que está trabajando. Por otro lado, tenemos el último componente fundamental en el equipo que son las cuerdas, actualmente existen dos tipos de cuerdas para los trabajos en altura:

“Cuerdas dinámicas: utilizadas sólo cuando el operario está expuesto a caídas durante el montaje de los sistemas de seguridad definitivos; estas se caracterizan por su gran elasticidad.

Cuerdas semi estáticas que son las que se utilizan para la gran mayoría de situaciones de trabajo.” ECIJG (2009)

Del mismo modo, las cuerdas que más se utilizan en las labores son de 13 a 16 milímetros de diámetro, fabricadas principalmente en materiales sintéticos como poliamidas y poliéster. Para algunas aplicaciones especiales que requieran alta resistencia se utiliza el kevlar.

4.2. NORMATIVIDAD TRABAJO EN ALTURAS

Los trabajos en alturas son labores en donde intervienen dos actores fundamentales, empleadores y operarios; de la mano con obligaciones, medidas, cadena de seguridad, conceptos y efectos de caída. El ministerio de trabajo en la resolución 1409 de julio de 2012, establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas.

“Objeto y campo de aplicación. La presente resolución tiene por objeto establecer el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas y aplica a todos los empleadores, empresas, contratistas, subcontratistas y trabajadores de todas las actividades económicas de los sectores formales e informales de la economía, que desarrollen trabajo en alturas con peligro de caídas.” Mintrabajo (2012).

Por otro lado, dentro de la norma encontramos segmentos como lo son las obligaciones de los empleadores. En esta categoría se destacan las siguientes obligaciones:

- “Identificar la existencia de alguna enfermedad de las que se habla en la Resolución 1409 de 2012.
- Ofrecer las capacitaciones para los trabajadores que desempeñen trabajo en alturas, conforme a las Resoluciones 1409 de 2012 y 1903 de 2013.
- Garantizar que la estructura de anclaje utilizada tenga como mínimo una resistencia de 5000 libras, por persona conectada.
- Asegurar la compatibilidad de los componentes del sistema de protección contra caídas con el fin de garantizar la salud y la vida de los trabajadores.
- Incluir dentro de su Plan de Emergencias un procedimiento para rescate en alturas con personal entrenado.
- Verificar el cumplimiento de todas las normas de seguridad y utilizar los equipos adecuados, garantizará que el Trabajo en alturas realice de forma segura.

AXA COLPATRIA y la resolución 1409 del MINISTERIO DE TRABAJO. (2012)

Asimismo, se encuentran las obligaciones de cualquier trabajador que desempeñe labores en alturas debe:

- Asistir a las capacitaciones, participar en las actividades de entrenamiento y reentrenamiento programadas por el empleador y aprobar satisfactoriamente las evaluaciones de conocimiento y desempeño.
- Cumplir con los procedimientos establecidos por el empleador.

- Informar sobre cualquier condición de salud que le genere restricciones, antes de realizar trabajos en alturas.
- Hacer uso adecuado de las medidas de prevención contra caídas que sean implementadas por el empleador.
- Reportar el deterioro o daño de los sistemas colectivos e individuales de prevención y protección contra caídas.
- Participar en la elaboración y diligenciamiento del Permiso de trabajo en alturas, y acatar las disposiciones del mismo.

AXA COLPATRIA y la resolución 1409 del *MINISTERIO DE TRABAJO*. (2012)

4.3. ERGONOMÍA

Teniendo en cuenta los conceptos previos y de acuerdo con la *International Ergonomics Association* ERGONOMÍA es: “la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar a fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema.” “En todas las aplicaciones su objetivo es común, se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas; los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores”. (Tortosa et al, 1999).

4.3.1. ENFOQUE SISTÉMICO (RELACIÓN OBJETO HUMANO)

El enfoque sistémico es una forma de abordar o estudiar un fenómeno, objeto, proceso como un sistema, es decir, establecer sus límites, sus propiedades, sus componentes funcionando como un todo (las relaciones entre componentes), sus flujos de energía, materia o información, de esta manera identificar subsistemas y suprasistemas.

4.3.1.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL

Muchas empresas tienen como propósito prestar estos servicios donde se encuentra una actividad laboral intensa. Los operarios destinados para estas labores debe cumplir una serie de requisitos propios de la actividad, ya que es considerada como una labor de alto riesgo, donde se pone en riesgo la vida y se debe efectuar bajo unas condiciones muy específicas.

Para poder llevar a cabo estas actividades es necesario que los operarios estén certificados en un curso en trabajo de alturas, y una serie de pruebas donde se les desafía en dimensiones, físicas y mentales. Una vez cumplan la totalidad de requisitos se consideran aptos para la actividad.

Las condiciones de seguridad y performance se ven determinadas por el sistema de acomodación corporal.

4.3.2. RIESGO LABORAL (IMPLICACIÓN EN LA SALUD FÍSICA)

El riesgo laboral es una de las preocupaciones en las cuales se enfoca el proyecto ya que es uno de los elementos que desfavorece y afecta directamente a las compañías especialmente cuando se trata de labores que llevan al extremo las capacidades físicas de los operarios o las tareas que los empleados deben realizar según un contrato.

Desde el ministerio de salud se establecen varios puntos legales, que cada empresa debe acatar para darle un ambiente laboral propicio a sus empleados y como respetarles el derecho a tener un trabajo digno que esté acorde con el buen trato y unas condiciones óptimas de las labores a realizar, como definición del trabajo saludable el ministerio establece:

“La seguridad y salud en el trabajo se define como aquella disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores.

“Tiene por objeto la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones, así como el mejoramiento de las condiciones y el medio ambiente de trabajo.”

Sin embargo la labor en la que enfatiza el proyecto como lo son los trabajos en suspensión muestra datos desde fasecolda, ARL y los propios empleados de que existe un riesgo laboral sumamente alto al realizar la tarea sobretodo por los equipos que se utilizan para realizar cada labor, los cuales por sus movimientos, posiciones y relación inadecuada de los elementos del sistema como lo es el equipo y el humano afectan directamente la salud del operario y esto se respalda gracias a lo establecido desde los términos de la organización mundial de la salud donde un riesgo laboral es:

“Los riesgos para la salud en el lugar de trabajo, incluidos el calor, el ruido, el polvo, los productos químicos peligrosos, las máquinas inseguras y el estrés psicosocial provocan enfermedades ocupacionales y pueden agravar otros problemas de salud. Las condiciones de empleo, la ocupación y la posición en la jerarquía del lugar de trabajo también afectan a la salud. Las personas que trabajan bajo presión o en condiciones de empleo precarias son propensas a fumar más, realizar menos actividad física y tener una dieta poco saludable.”

Dentro de todo lo que se considera un riesgo laboral, uno de los ítems que más afecta el desempeño laboral es la afección física, la cual se traduce en accidentes, enfermedades, deficiencia al realizar la tarea, e incapacidades que se vuelven permanentes, sin embargo todo está regulado desde el ministerio de trabajo y el ministerio de salud ya que son los que avalan y determinan la causalidad de las falencias físicas y si esta está siendo producida directamente por las labores desempeñadas.

“La enfermedad laboral es aquella contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar.”

“El Gobierno nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero si se demuestra la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacionales será reconocida como enfermedad laboral, conforme lo establecido en las normas legales vigentes. (Ley 1562 de 2012).”

En nuestro caso de estudio, el riesgo laboral está dado por las condiciones laborales que a pesar de las normativas establecidas desde la resolución 1409 del ministerio de trabajo en donde el trabajo en suspensión considerado categoría 5, debe usarse un sillín que sirva como soporte (resolución 1409 de 2019 del ministerio de trabajo), no tiene el diseño ni los elementos necesarios para realizar la actividad, en donde el operario realiza movimientos repetitivos, se generan enfermedades especialmente en la zona lumbar donde se produce mayor tensión al realizar la actividad y con ello se convierte en incapacidades que afectan al operario, la compañía y el pago por indemnización en las ARLs (Decreto 1477 de 2014 del ministerio del trabajo).

4.4 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

La innovación se convierte en un concepto sumamente importante en los últimos años, como una manera de cambiar lo que ya está establecido o conocido en un contexto de mercado, empresa o producto el cual funciona para mejorar diversos aspectos que otorguen resultados positivos, ya sea en cifras, en uso, en consumo, etc.

Por otra parte, el término innovación tecnológica, entra ya a unos aspectos mucho más específicos que se determinan a través de los cambios que se desarrollan en productos o procesos que se incorporan a los elementos ya existentes que de igual forma busca resultados positivos (Manual de Oslo)

Sin embargo dentro del proyecto descrito durante todo este documento, se enfatizará en lo que es la innovación tecnológica específicamente en la modalidad de afectar directamente el producto cambiando las condiciones actuales del dispositivo que genera una postura sedente para los trabajos en suspensión conocido como sillín o guindola, siendo un proyecto que hace parte de la innovación y definido desde lo que el manual de oslo propone como un producto con innovación.

“Las innovaciones de producto pueden utilizar nuevos conocimientos o tecnologías, o basarse en nuevas utilidades o combinaciones de conocimientos o tecnologías ya existentes. El término “producto” cubre a la vez los bienes y los servicios. Las innovaciones de producto incluyen la introducción de nuevos bienes y servicios y las mejoras significativas de las características funcionales o de utilización de bienes y servicios existentes.”

Adicional a esto el proyecto abarca de igual forma el significado de la innovación sobre el producto, cabe aclarar que según el manual de oslo, la innovación se verá enmarcada en el cambio en cuanto a materiales, elementos tecnológicos en cuanto a sistemas que afectarán directamente la forma en que se usa y cómo éste se comporta directamente en la actividad en la que se verá enmarcada el producto, por lo tanto es posible demarcar el proyecto dentro de lo que el manual de Oslo determina lo que es una innovación y que los cambios que se van generando aportan de manera positiva a la actividad, y al la persona que tiene un contacto directo con el equipo para realizar una tarea determinada, esto tendrá cabida dentro de lo que el manual de oslo describe como una mejor significativa

“Las *mejoras significativas* de productos existentes se producen cuando se introducen cambios en los materiales, componentes u otras características que hacen que estos productos tengan un mejor rendimiento.”

5. PROCESO DE DISEÑO

5.1 ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD Y TRABAJO DE CAMPO

Como primera instancia en nuestro proceso de diseño, luego de comprender la teoría del trabajo en altura, junto con cada especificación desde el ámbito de lo ergonómico, normativo y la variedad de actividades en trabajo de alturas. A partir de ello, decidimos enfocarnos en el trabajo en alturas de limpieza y mantenimiento de fachadas, conociendo la normatividad que se maneja en el país, decidimos investigar a fondo sobre la actividad contactando empresas de servicio de limpieza y mantenimiento de fachadas. Allí descubrimos el orden que se maneja en los trabajos, junto a operarios, coordinadores y los respectivos dueños de las empresas; para ello necesitaríamos conocer el rol de los operarios y coordinadores en la actividad.

Los operarios son los encargados del desarrollo de las tareas de limpieza y mantenimiento de las fachadas, haciendo uso del equipo necesario como lo hemos mencionado anteriormente, compuesto por la cuerdas, arnés, insumos de limpieza y el asiento. Mientras que los operarios se encargan del monitoreo de los operadores en el desarrollo de la actividad, en algunos casos descienden con ellos por lo que hacen uso del mismo del equipo de descenso que utilizan los operadores. Asimismo, los tiempos en que se desarrolla la actividad varían de acuerdo al tipo de edificación que se esté interviniendo, pueden durar una semana completa en una edificación con descensos de 5 horas diarias.

Fue a partir de este trabajo de campo y teniendo en cuenta el planteamiento del problema y objetivos del proyecto, que desarrollamos un análisis Hierarchical task analysis (HTA).

“Hierarchical Task Analysis (HTA) was first developed in the 1960s in order to overcome the limitations of classical time-and-motion methods in analysing complex nonrepetitive cognitively loaded tasks. Originally developed for training process control tasks in the steel and petrochemical industries, HTA is now widely used in a variety of

contexts, including in-terface design and error analysis in both individual and team tasks in power generation and command and control systems, as well as many others” Annet, J. (2003)

El cual nos ayudó a dar el inicio al proceso de diseño de nuestro proyecto. El análisis HTA nos permitió visualizar la actividad de manera sistemática y de esta manera enfocarnos en los pasos y sub actividades o tareas en donde el operario hiciera uso del asiento, de esta manera conocer a fondo qué dolores, irregularidades o problemas se presentaban con esa interacción entre la persona y el objeto.

Adicionalmente, surgen los primeros requerimientos de nuestro producto como lo es un soporte lumbar que ayude a reducir la fatiga, lesiones y dolores de espalda de los operarios a lo largo de la actividad, la comodidad como asiento el cual debe acoplarse los glúteos y muslos de los operarios como y un compartimiento para insumos de limpieza tales como trapos, ventosas y limpia vidrios.

5.2 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

El subsistema, entra en un mercado específico el cual está enmarcado dentro de los productos que se venden en los equipos de prevención de caídas. Para su ingreso al mercado se realizó una investigación dentro de las empresas y operarios que hacen parte de la base de datos de Fasecolda (Ente que tiene en sus registros todos los trabajadores y empresas que se afilian a una aseguradora, siendo un requisito de ley), Dentro de esta base de datos, se encuentran los datos anuales de cuantas empresas, cuántos operarios dependientes e independientes están realizando la actividad del mantenimiento de fachadas y a su vez un elemento fundamental para conocer cuántos accidentes, lesiones e incapacidades se cuentan durante un año.

Sin embargo para la investigación de mercado es necesario tener el número exacto empresas, y operarios activos los cuales se conoce deben tener por obligación el subsistema de acomodación Iuga, adicional a esto se realiza una elección de parte de la gestión del proyecto en donde se establece el mercado inicial que se va a atacar en primera instancia, el cual servirá de prueba para saber si el subsistema logra los objetivos de mercado propuestos por el proyecto, de esta manera se presenta el mercado seleccionado por medio de la siguientes imágenes:

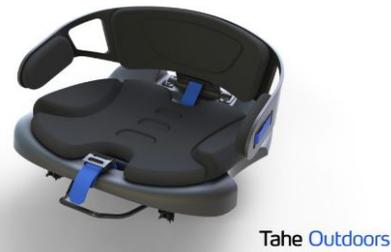
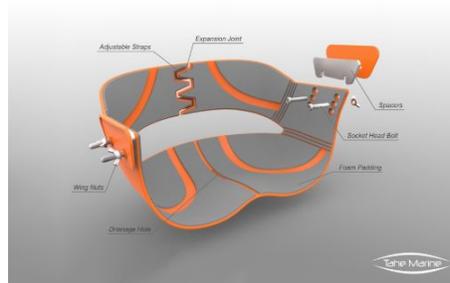
MERCADO ACTUAL DEL SECTOR



El mercado que será principal para el producto se basa en las ciudades capitales más importantes del país, en donde está Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena y Manizales, las cuales poseen el mayor volumen de mercado, y para los 5 primeros años en el que Iuga entre al mercado, estará dispuesto para el 70% del mercado, siendo en cifras 17.000 operarios los cuales tendrán el subsistema.

5.3 DESARROLLO DE PRODUCTO

Nuestro proceso de desarrollo comienza con el hallazgo de referentes de asientos, precisamente asientos de kayak, a pesar de ser una actividad completamente diferente, las dimensiones y morfología que se encuentran en estos asientos fueron de gran ayuda al darnos un referente visual de lo que podría llegar a ser nuestro producto.



Desde aquí se da un punto de partida en el que se formulan hipótesis y posturas que van de la mano con lo objetivos propuestos al inicio del proyecto.

Las hipótesis principalmente formuladas son:

- El subsistema/producto debe tener un soporte lumbar que de un apoyo al operario al momento de realizar la actividad.
- El subsistema/producto debe rotar, para posibilitar un movimiento natural que genere mayor confort de trabajo para el operario.
- El soporte lumbar de subsistema/producto debe flexionarse para que se ajuste a los movimientos del operario durante la actividad.
- El subsistema/producto debe realizarse con un material capaz resistir a los agentes corrosivos que utilizan durante la actividad para darle un mayor operatividad.

Cabe resaltar que dentro del proceso de diseño se tuvo que eliminar algunas de las hipótesis, ya que al tratarse de una actividad en suspensión, se elimina el contacto del operario con una superficie rígida la cual limita movimientos o acciones que se proponen para mejorar el confort del operario y su relación con la superficie de trabajo, y adicional, se generaron nuevos elementos que dieron origen a la propuesta final que se pudo desarrollar al final del proyecto.

Las posturas formuladas:

- La postura principal del proyecto se dio desde el enfoque ergonómico, en donde la función del diseño se realizó para poder crear un producto/subsistema capaz de adaptarse

a las condiciones laborales actuales de los operarios que trabajan en alturas teniendo en cuenta la anatomía, y fisiología del cuerpo y los equipos o elementos utilizados en un descenso, por lo tanto era necesario mejorar la relación que existe entre el ser humano y la máquina u objeto visto desde la visión sistémica de la ergonomía.

- Otra de las posturas fundamentales del proyecto se basó en la normatización del subsistema/producto dentro de la resolución existente en el ministerio de trabajo, en donde el proyecto pueda certificar el subsistema, su modo de uso, materiales y producción, dándole la misma importancia que tienen los demás elementos pertenecientes al equipo de prevención de caídas.
- Se estima dentro del proyecto que la prioridad se dará al confort, comodidad y rendimiento del usuario dentro de la actividad, por encima de un valor ambiental que tenga el producto, esto quiere decir que el proyecto no se limitaría al uso de un material que beneficie a los operarios.

5.3.1 MODELOS Y PRUEBAS

Posteriormente a las formulaciones anteriores, se inició el proceso de diseño en el que era necesario la realización de modelos que dieran cuenta de cómo se vería el elemento de forma real y adicionalmente hacer pruebas que pudieran validar las hipótesis, corregir medidas y saber la posición de los elementos.



Modelo 1.

Realizado con elementos encontrados en una casa, y realizado artesanalmente, probado con cuerdas de carga, en el que se establece la posición y tamaño del soporte lumbar del subsistema, el número de puntos de sujeción que tendría el subsistema/producto, y a qué distancia se deben posicionar al estar en la actividad real y observando el comportamiento de tensión de las cuerdas, todo esto realizado en suspensión a la altura de un pasamanos de un parque.





Modelo 2.

Este modelo se realizó con un diseño propio del equipo, en el que se buscaba una morfología diferente, y se pudiera establecer medidas tomadas con el modelo 1, pero esta vez teniendo en cuenta la antropometría (medidas del cuerpo) las cuales hacen un diseño ergonómico, buscando el confort de la persona que usa el subsistema/producto, aquí se aumentó el espacio existente entre los puntos de sujeción para dar mayor estabilidad en suspensión, se dio un ángulo amplio al soporte lumbar, buscando un contacto permanente por parte del elemento que pudiera fraccionarse con los movimientos del operario y en este punto se tomaron decisiones de diseño pertinentes a la parte normativa en el uso del subsistema donde el balde como elemento fundamental de la actividad no puede estar conectado al subsistema/producto ya que el peso del fluido utilizado puede cambiar el punto de gravedad en la actividad y desestabilizar al operario al estar en suspensión, adicionalmente se tomó la determinación de hacer un diseño mucho menos robusto y que a la percepción de los operarios se vea cómodo.



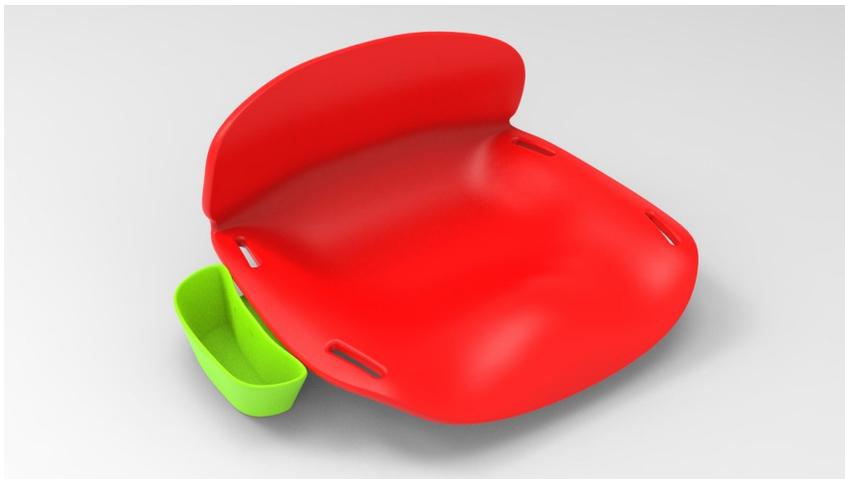
Modelo 2, prueba 1.

En paralelo con el proceso de diseño se realizó una prueba inicial con los operarios, para tener una opinión más precisa de los usuarios finales del subsistema/producto, en donde se modificaron medidas sobretodo del soporte lumbar el cual estaba muy recostado impidiendo tener el contacto permanente con el usuario, y se obtuvo una apreciación inicial muy positiva, en donde se aceptaba el diseño como posible producto para uso en un ámbito profesional.



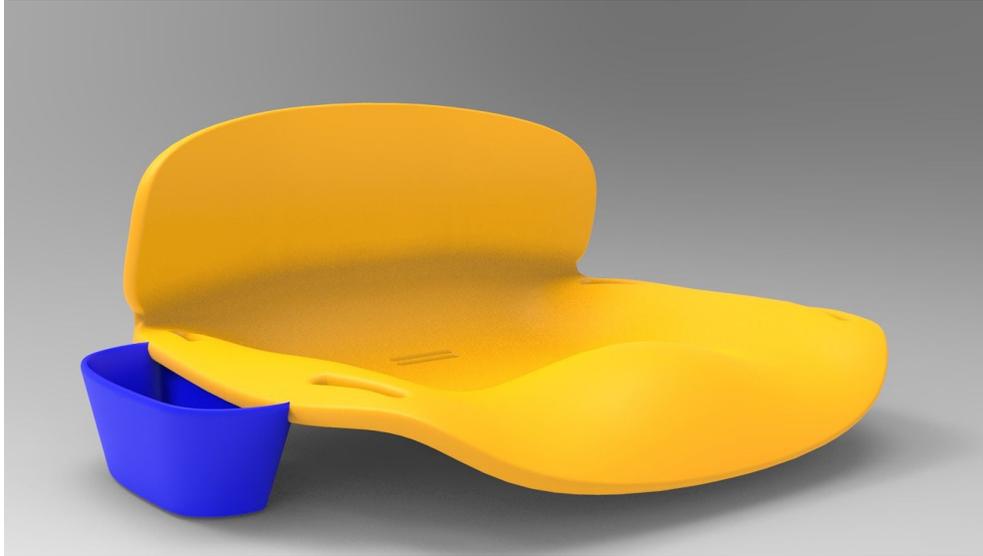
Modelo digital 1.

Después del primer diseño en el modelo 1 y las pruebas en función del subsistema/producto, y de percepción por parte de los operarios, se tuvieron en cuenta todas las modificaciones pendientes, en las que se realiza un modelo digital, en el cual se puede establecer de manera más concreta el diseño formal, del producto, teniendo en cuenta siempre las medidas tomadas del modelo 1, sobretodo las dimensiones que van en contacto con el cuerpo del operario, esto nos dice todo el soporte lumbar, la zona de los glúteos y los muslos.



Modelo digital 2.

Se hacen algunos cambios al modelo anterior, en cuanto a curvas en los diferentes filos que tiene el subsistema, se agrega el componente de almacenamiento para que los operarios puedan poner allí sus trapos y elemento de trabajo livianos que puedan mantener al momento de realizar la actividad y se estaba buscando un color capaz de permitir la visualización de daños o manchas para el mantenimiento y observación del mismo.



Propuesta digital final.

Se da la propuesta final de diseño en la que se hacen cambios mínimos frente al diseño anterior, se agrega el componente de almacenamiento unificado con la pieza principal para que en la producción la pieza salga de un solo molde, y se agregan unas rejillas para evacuar el líquido que entre al subsistema al realizar la actividad.



Modelo físico final.

Se hace una representación física del diseño final, para la demostración del subsistema/producto.

5.3.2 SELECCIÓN DE MATERIAL

En la selección del material a partir de las pruebas e investigación realizada tuvo lugar en la familia de los polímeros, principalmente termoplásticos en donde encontramos diversos referentes en asientos, que si bien su contexto de uso era muy diferente a nuestra actividad en trabajo en alturas nos permitió llegar a la tabla de materiales con cuatro termoplásticos en los que podría desarrollarse el producto.

MATERIAL	PROPIEDADES	PROCESOS	COSTOS	CONCLUSIONES
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	Densidad: 0.956 g/cm ³ . Permeabilidad: 0.70 g/m ² . Resistencia a la tensión: 24MPa. Coeficiente de fricción: 0.25 μ (mi). Módulo de elasticidad: 2800 - 23° C.	MOLDEO POR INYECCIÓN	Material en pellets \$3.000 COP / Kilogramo	A partir del análisis de las propiedades del material, las pruebas que realizamos en el desarrollo de la actividad, la simulación de cargas sobre el diseño con el respectivo material y los procesos por los cuales se puede someter el material para la producción de nuestro sistema.
POLICLORURO DE VINILO (PVC)	Densidad: 0.47 g/cm ³ . Permeabilidad: - Resistencia a la tensión: 26MPa. Coeficiente de fricción: 0.60 μ (mi). Módulo de elasticidad: 3000 - 23° C.	MOLDEO POR ROTO-MOLDEO MOLDEO POR INYECCIÓN	Material en pellets \$4.500 COP / Kilogramo	A pesar de la versatilidad del material y la cantidad de aplicaciones dentro de las industrias de automotores, electrónicas, construcción y productos del hogar. Las propiedades del material no son las mejores para el desarrollo del proyecto, partiendo del costo y sobretodo la variedad de termoplásticos en el mercado.
POLIETERETERCETONA (PEEK)	Densidad: 1.32 g/cm ³ . Permeabilidad: 200 cm ³ Resistencia a la tensión: - Coeficiente de fricción: 0.18 μ (mi). Módulo de elasticidad: -	MOLDEO POR INYECCIÓN EXTRUSIÓN	Material en pellets \$500 COP / Kilogramo	Debido a la robustez del material, este es utilizado en la fabricación de piezas para artículos con aplicaciones exigentes. Bombas. Pistones. Aislamiento de cables.
POLISULFURO DE FENILENO (PPS)	Densidad: 1.38 g/cm ³ . Resistencia a la tracción: 30-35N/tex Resistencia a la tensión: - Coeficiente de fricción: - Temperatura de operación máxima: 200° - 220° C	MOLDEO POR INYECCIÓN	Material en pellets \$34.350 COP / Kilogramo	El material es utilizado principalmente en el ámbito de la ingeniería de precisión, aplicaciones electrónicas y construcción de maquinaria. Es recomendado para la fabricación de piezas con elevados requerimientos mecánicos y térmicos.

Tabla de materiales del proyecto.

Como podemos ver en la imagen anterior, la tabla compara cuatro termoplásticos: el Polietileno de alta densidad (PEAD), Policloruro de vinilo (PVC), Polieteretercetona (PEEK) y Polisulfuro de fenileno (PPS). Las cuatro variables importantes en nuestro análisis van de acuerdo a las propiedades, procesos, costos y conclusiones que muestran nuestro punto de vista frente al material, junto con la investigación detrás de cada uno de ellos. En la primera variable de propiedades encontramos cinco propiedades que seleccionamos como las más importantes en cuanto a su papel en el producto: densidad del material, permeabilidad, resistencia a la tensión, coeficiente de fricción y el módulo de elasticidad. Algunas con una variación numérica considerable entre materiales pero fue en sus aplicaciones actuales que nos ayudaron a encontrar el material indicado y final el Polietileno de alta densidad (PEAD).

5.3.2.1 PROCESOS PRODUCTIVOS

Durante el desarrollo del proyecto, se analizaron diversas formas de llegar al proceso productivo más indicado. Teniendo en cuenta los requerimientos y propiedades físicas y químicas que se buscaban para el producto y la necesidad de que su producción pudiese llegar a ser masiva y de "fácil" ejecución, la misma investigación arrojó que el sistema podría elaborarse en un proceso enfocado en polímeros. Una vez se inicia la investigación de cual proceso es el mas indicado, se empieza a buscar asesoría con ingenieros mecánicos e industriales y se llegan a dos procesos que se ajustaban a la gestión de proyecto que se buscaba.

Los procesos indicados son: moldeo por inyección o por inyección asistida (gas) y el segundo proceso el rotomoldeo. Tras hacer un análisis del polímero más apropiado para el producto (*Tabla de materiales*) y en la evaluación de costos, se llegó a la conclusión de que a pesar de que la producción por rotomoldeo se ajustaba más a un presupuesto inicial y económico, no se ajustaba al criterio de calidad que se buscaba teniendo en cuenta el material y la actividad. Por este motivo se tomó la decisión que el proceso productivo sería por medio de inyección/soplado. Después de hacer varias cotizaciones y ajustes de cifras, el valor del molde para el producto oscila entre los 15 a 20 millones de pesos colombianos sin contar el costo de la inyección, este valor no fue posible obtenerlo ya que este se obtiene calculando el diseño del molde ya en un plano productivo real. Quedan los procesos restantes que se deben tener cuenta para el sistema, tales como las reatas, estas se tienen que coser a los herrajes metálicos los cuales también deben ser adquiridos como un elemento de seguridad industrial, la producción y costura de las reatas es nacional en procesos tercerizados, se debe investigar y decidir si los herrajes deben ser importados o se pueden conseguir como producción nacional. Finalmente queda en desarrollo el proceso productivo del contenedor adicional para los accesorios de los operarios, ya se debe plantear si se realizara una pieza aparte o será una sola pieza.

5.3.3. FACTOR HUMANO Y ANTROPOMETRÍA

Para el factor humano y antropometría que el proyecto utiliza para el desarrollo de su producto, se tuvieron en cuenta las medidas de tres operarios que realizan trabajo en alturas constantemente. Dos hombres y una mujer, brindando la posibilidad de que el diseño del producto pueda adaptarse a la forma corporal de ambos géneros, a pesar de que en la actividad predomina el género masculino sobre el género femenino. A continuación se presenta un gráfico en donde podemos observar la investigación de las medidas que fueron utilizadas para generar las dimensiones de la propuesta final.



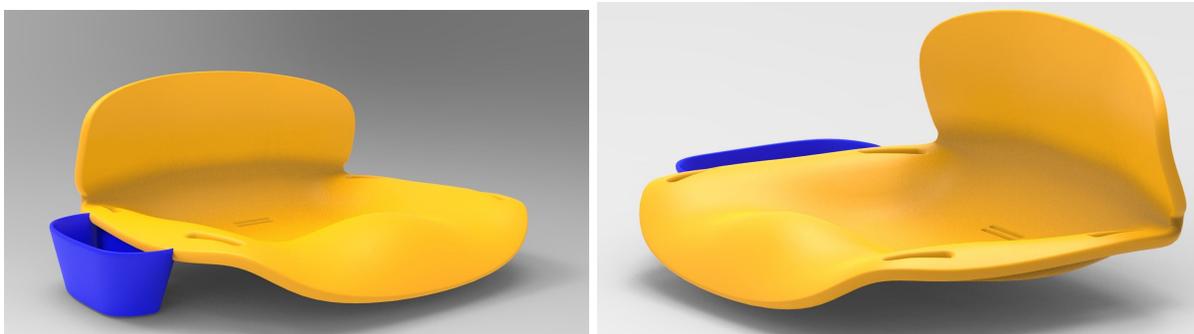
Gráfico antropometría y percepción del operario.

Como podemos observar en el gráfico se exhibe la lista de medidas para hombre y mujer que fueron la base en las dimensiones del producto. A si mismo, los percentiles que le siguen fueron tomados del libro “Datos Antropométricos para el Diseño - Región Nororiental Colombiana (2008)” por M. Fernanda, F. Espinal, A. Peña. A partir de una población en el área andina de Colombia entre los 18 y los 40 años de edad tanto hombres como mujeres.

Por otro lado, tenemos la percepción del operario frente a la propuesta final, en la que inicialmente realizamos una prueba de percepción reuniendo a ocho operarios, siete de ellos hombres y una mujer. En la prueba validamos aspectos como lo es el apoyo lumbar en contacto permanente, el confort del encajonamiento y morfología del asiento, su facilidad en el transporte con respecto al tamaño, el requerimiento de un curso o entrenamiento para el correcto uso del equipo para que haya una completa adaptación en un tiempo de dos meses.

Finalmente, como parte del aspecto de percepción del operario, hicimos uso de la teoría de Bernhard E. Bürdek sobre el diseño integral y la comunicación estético formal de nuestro producto; de ello rescatamos que nuestro proyecto se trata de una forma que dominante y el resto de elementos son subordinados, es decir el asiento es la forma dominante y el conglomerado con el que debe funcionar se adapta a él. Del mismo modo, en el ámbito de la comunicación estético formal nuestro diseño es intuitivo y su forma se comunica con el operario.

6. PROPUESTA FINAL



Iuga, después de un proceso muy detallado, llega a la propuesta final presentada digitalmente en los renders anteriores, los cuales muestran el subsistema/producto, al cual se llegó, en el que se puede determinar la forma, y los detalles del subsistema, como orificios, rejillas, y componentes.

6.1. COSTOS



Dentro de la estimación de costos del proyecto, es necesario tener tres cifras clave las cuales son, Costos fijos, precio de venta, costo unitario de producción.

Se debe tener en cuenta que los costos incluidos dentro de este proyecto son aproximaciones, en donde algunos de los datos pueden aumentar o disminuir, todo depende del precio de venta de todos los insumos ya que algunos solo se obtuvo datos de precio unitario y no al por mayor, y algunas cotizaciones aproximadas que se realizaron para poder determinar un costo inicial del proyecto.

Dentro de los costos fijos, se encuentra estimado:

- Molde para inyección.
- Reata de trabajo pesado, para las sujeción del subsistema con el operario.
- Anillos de sujeción (certificados)
- Polietileno de alta densidad (PEAD) como materia prima de la inyección.
- Tornillería, para sujetar las reatas al subsistema principal.
- Costura, en la que involucra los anillos y las reatas.

- Ganancia para los diseñadores del equipo.

El precio de venta unitario del producto se decidió por venderse a \$250.000 pesos, esto teniendo en cuenta el precio actual del producto (tabla para trabajo en altura) en donde se aumenta el precio por el valor agregado que ofrece como lo es el tener en cuenta las medidas antropométricas de los operarios, una forma más allegada a la del cuerpo humano, la resistencia del material a los agentes químicos que utilizan hoy en día en la actualidad, y el diseño industrial que mejora las condiciones laborales de los usuarios finales.

Por otro lado el costo de producción se obtiene con los costos fijos y se agrega el IVA correspondiente, siendo \$80.197 pesos.

Teniendo en cuenta los precios y costos anteriores, se obtiene que para cumplir lo estipulado en el proyecto, en el que se proyecta una entrada al mercado inicial en los 5 primeros años y poder dar el subsistema/producto a los operarios de Bogotá y Medellín, siendo en número 17.000 operarios, se deben vender 3.400 unidades por año, y para obtener el punto de equilibrio se necesitan vender 6.447 unidades consiguiendolo en tiempo al finalizar el segundo año de ventas.

6.2. VALIDACIONES

El proceso de validaciones empezó después de haber realizado el primer modelo físico. Este modelo estaba realizado en madera MDF y posteriormente se le aplicaría espuma de poliuretano. Este primer diseño se caracterizó por tener unas características físicas y visuales algo desproporcionadas. Al momento de intervenir el área del espaldar se entendió más la importancia de realizar un diseño enfocado hacia la practicidad, enfocado en las condiciones antropométricas de los operarios. Al utilizar madera para los primeros modelos, siempre existió una percepción de ser un producto pesado y complicado de manipular y transportar para los operarios. Este pasaría ser un factor a para el re diseño final. Fue de vital importancia presentar el diseño a los empleados de *Aseos Ideales S.A.* (Empresa que nos brindó su ayuda durante la realización del proyecto) ya que sin la percepción de ellos no hubiera sido posible llegar a las validaciones

necesarias para el rediseño. Las observaciones principales radican en que el modelo visualmente era confuso al principio, posteriormente al interactuar físicamente con el objeto la percepción cambió en gran manera y se entendería un poco más ya que manifestaron la existencia de un cambio significativo en la sensación de confort y comprendieron la importancia del poder trabajar con un apoyo lumbar. Se les explicaría que ese no sería el peso ni el tamaño final, que la finalidad del modelo era inicialmente encontrar las medidas y las proporciones más apropiadas para la actividad teniendo en cuenta factores como: movimientos físicos, ángulos de confort, utensilios o accesorios utilizados, etc. Finalmente se les preguntaría a los operarios por que funciones o elementos les gustaría que estuviesen presentes en el producto final y como lo imaginaban. Se tomaron en cuenta todas las observaciones y comentarios para la validación final.

Validación modelo final:

El tercer y último modelo sería el resultado del desarrollo y validaciones previas tanto de los operarios como de los profesores y decisiones de diseño que se tomaron para el prototipo final como grupo. Las percepciones cambiaron a favor del diseño final al previamente propuesto ya que sería la evolución y la forma definitiva. A pesar de parecer un diseño simple, este implicó un gran estudio de aspectos ergonómicos y antropométricos aplicado a la actividad y al nuevo material y diseño estético - formal que se escogió, esto sin dejar de lado las condiciones bajo las que se determina la actividad. La validación se realizó por encuestas de percepción, comparativas con referentes y opinión directa con el objeto físico. En la comprobación del modelo final con los operarios previamente mencionados, se logró consolidar y comprobar de manera positiva los ajustes que se tenían proyectados en la fase final del proyecto. Se corrió con la suerte que gran parte de los operarios con los que se había conversado durante el semestre se encontraban presentes el día de la validación final así mismo se encontraba un ingeniero encargado de las obras y la seguridad de los operarios que resaltó puntos positivos respecto al diseño, haciendo así más consistente el análisis de la propuesta final. Estos encuentros y retroalimentaciones varias nos ayudaron a llegar a la validación final donde se llegaría en gran manera al objetivo que se tenía. De todo el proceso de validación quedó un elemento restante en

en relación al contenedor de elementos y accesorios de los operarios (Revisar en renders) que después de evaluar el desarrollo se tomo una decision de diseño de no integrarse al modelo final pero sin descartar del modelo de producción real.

6.3. LOGO



7. CONCEPTO DE DISEÑO

Subsistema de acomodación que hace parte del sistema de prevención de caídas, el cual permite obtener una postura en el desarrollo de la actividad que ayude al operario a evitar dolor, fatiga y lesiones a largo plazo. Lo anterior, a partir de un apoyo lumbar con contacto permanente y la forma del asiento completamente adaptable a la morfología del cuerpo del operario, en conjunto con materiales y distribución de los insumos de limpieza, generando así el confort del operario en la labor en alturas de limpieza y mantenimiento de fachadas. - ni idea si esto está decente lel

8. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el estado en el que se encontraban los elementos diseñados y dispuestos para la actividad antes de intervenir, puede decir que se llegó a un nivel de innovación y desarrollo importante ya que se llegó a diseñar un subsistema propio y dirigido para la actividad, a pesar de que la propuesta puede evolucionar, es una alternativa que se implanta como una solución inmediata a las necesidades más vitales de los operarios y operarias tales como: apoyo lumbar, performance o rendimiento en la ejecución de las tareas en altura.

Uno de los propósitos del proyecto es el de convertir el subsistema Iuga una especificación de diseño en la que en un futuro este pueda ser incorporado dentro de la normativa de seguridad para trabajo en alturas y pueda ser utilizada en dichas labores. Principalmente con los beneficios en confort y performance en el desarrollo de la actividad que nuestro subsistema provee al mercado actual, proyectamos un inicio de ventas a nivel nacional en Colombia, seguido por una expansión a américa latina y por último a nivel internacional, esto debido a que en el resto del planeta, los sistemas actuales para la labor no son diferentes a lo que se utiliza en Colombia.

El proyecto Iuga, se consolidó gracias a la preocupación del equipo por mejorar las condiciones laborales de una población específica, y en este caso se realizó para los operarios que trabajan diariamente en el mantenimiento y limpieza de fachadas los cuales deben estar a grandes alturas, con equipo que no entiende realmente las necesidades de los mismos, de esta manera se logró una propuesta final que se adapta mucho mejor a la actividad y logra una apreciación diferente por parte de nuestro usuario final. Con esto es necesario decir lo importante y necesario que fue involucrar a los usuarios en este caso, los operarios, en el desarrollo del todo el proyecto, ya que la opinión de estos fue fundamental para replantear cuáles eran las necesidades verdaderas y de igual forma replantear la forma de la propuesta final anteriormente presentada, por lo tanto en cualquier proceso de diseño siempre se requerirá asistencia de los usuarios finales que estén involucrados en el cambio que se quiere realizar, y que estos logren tengan una relevancia importante sobre las decisiones de diseño que se puedan obtener.

8.1. PROYECTO DENTRO DE LA NORMA

Iuga, dentro de sus objetivos, posturas y motivaciones del proyecto siempre quisimos transformar la norma colombiana para mejorar las condiciones laborales de los operarios que trabajan en alturas, siendo esta una tarea de riesgo clase V, el más alto considerado en las funciones laborales, y esto se puede hacer a partir de modificar la resolución 20-09 de 2012 que está vigente actualmente.

Dentro de la resolución, es necesario, hacer una especificación del diseño de Iuga, el cual se notifiquen las medidas antropométricas estipuladas en este proyecto, el material de fabricación, el proceso de fabricación, el número de puntos de sujeción para realizar la tarea en alturas, la forma de uso por parte de los operarios, ayudando de esta manera a todo el gremio de operarios que trabajan en esta labor.

Para la resolución:

La superficie de trabajo debe utilizarse en una tarea que requiera más de 5 min en suspensión, la superficie debe estar realizada en Polietileno de alta densidad de color amarillo ya que sus propiedades mecánicas y físicas aportan a la actividad, resistiendo el peso del operario y los implementos que utilice, además de resistir a la corrosión por parte de los agentes químicos que se utilizan en las tareas de mantenimiento y lavado de fachadas, el color porque es llamativo para una observación sencilla por parte del coordinador para verificar el estado de los operarios, y en segunda instancia para facilitar la limpieza al poder visualizar en una superficie clara manchas, raspones, etc. Y visualizar defectos que pongan en riesgo la operatividad del equipo.

Deben usarse cuatro puntos de sujeción, dos delanteros, dos traseros, conformados por dos reatas de trabajo pesado de color negro y dos anillos de acero inoxidable.

Al tener uso del subsistema Iuga el balde con cualquier tipo de fluido debe utilizarse en una tercera línea de trabajo, al lado opuesto de la línea de vida, ya que mejora el plano de trabajo del operario.

8.2. PROCESO A SEGUIR

El subsistema Iuga llegó a una etapa de diseño final, y demostración por medio de modelo con materiales no reales, en el cual se verificó su funcionalidad real en suspensión, sin embargo es necesario realizar un prototipo con materiales reales seleccionados en el desarrollo del proyecto, se debe hacer por medio de impresión 3D para verificar su operación en una tarea de un operario en condiciones reales, para poder pasar a un prototipo final.

9. REFERENCIAS

Acosta. G. (2002). “La ergonomía desde la visión sistémica”. Recuperado el 26 de Agosto de 2019. En:

https://www.researchgate.net/publication/251231320_La_ergonomia_desde_la_vision_sistematica

MinSalud (S.F.) “Aseguramiento en riesgos laborales”. Recuperado el 26 de Agosto de 2019.

En:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/DOA/RL/Aseguramiento%20en%20riesgos%20laborales.pdf>

Organización mundial de la salud. OMS. (2018) “Salud de los trabajadores”. Recuperado el 26 de Agosto de 2019. En: https://www.who.int/topics/occupational_health/es/

MinSalud (2014). “Decreto 1477 de 2014”. Recuperado el 26 de Agosto de 2019. En:

http://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/36482/decreto_1477_del_5_de_agosto_de_2014.pdf/b526be63-28ee-8a0d-9014-8b5d7b299500

OECD. (2005). “Manual de Oslo”. Recuperado el 26 de Agosto de 2019. En:

<http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>

UNED. (S.F.). “Resumen del manual de Oslo en Innovación”. Recuperado el 6 de Septiembre de

2019. En: http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,23280929&_dad=portal

Ministerio de trabajo. (2012). “Resolución 1409”. Recuperado el 6 de Septiembre de 2019. En:

https://www.arlsura.com/files/res1409_2012.pdf

AXA COLPATRIA. (S.F.). “Seguridad industrial, trabajo de alturas”. Recuperado el 7 de Septiembre de 2019. En:

<https://www.arl-colpatria.co/PortalUIColpatria/repositorio/AsesoríaVirtual/a201512100454.pdf>

Escuela Colombiana de Ingeniería. (S.F.). “Trabajo en altura, protocolo”. Recuperado el 8 de Septiembre de 2019. En:

<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocolos/ERGO/trabajoenaltura.pdf>

Annett, J. (2003). Hierarchical task analysis. In E. Hollnagel (Ed.), Handbook of Cognitive Task Design. (pp. 17-35). Erlbaum Mahwah, NJ. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019. En:

https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/614499/mod_resource/content/1/Annett_2003.pdf

M. Maradeí, F. Espinel, A. Peña. (2008). “Datos antropométricos para el Diseño” Santander, Colombia. Editorial: Ediciones Universidad Industrial de Santander.