TRAB IID2006 A5





# UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LAS
CONDICIONES DE TRABAJO Y MEDIO AMBIENTE DE LOS
CONDUCTORES DE VEHÍCULOS PÚBLICOS DE TRANSPORTE DE
CARGA Y PASAJEROS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, COLOMBIA.

Trabajo de ascenso presentado ante la ilustre Universidad Católica Andrés Bello, para optar a la clasificación de Profesor Asistente.

Ing. Alexander Álvarez García
Octubre de 2006



# Dedicatoria:

A Ismerby con todo mi amor, gracias por tu espera.

# Agradecimientos:

Especial agradecimiento al Doctor Quintana por su paciencia y sapiencia como Profesor y Guía. A la Fundación Fogarty y sus representantes para América Latina, las autoridades de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá y, muy en especial, a las autoridades de mi alma matter, la Universidad Católica Andrés Bello, por brindarme esta única oportunidad. Por último a los ingenieros César Pérez y Vicente Napolitano por su amistad y disposición a apoyarme durante el desarrollo de este informe.



# **ÍNDICE DE CONTENIDO**

INTRODUC	CIÓN	2
	I Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1	Motivación, causas y problemática	
1.2	Objetivos	4
1.3	Alcance y limitaciones del estudio	
MARCO RE		
2.1.	El transporte por carretera	6
2.2.	Métodos de evaluación ergonómica utilizados	8
2.2.1.		9
2.2.2.	Geometría, Dinamometría y Antropometría	9
2.3.	Intervención ergonómica	.10
MARCO ME	TODOLÓGICO	.12
	etodología propuesta	
3.1.	Fase I	.13
3.2.	Fase II	
3.3.	Fase III	.18
	OS	.19
4.1.	Fase I	
4.2.	Fase II	.22
4.2.1.	- Jacob as in Submit J Sind international in	.22
4.2.2.	Ajuste Dinamométrico	.24
4.2.3.	Ajuste timón y acelerador	.35
4.3.	Fase III	.36
CONCLUSIO	DNES	
	DACIONES	
<b>BIBLIOGRAF</b>	=[A	41
PÁGINAS W	EB	42
	3	
NORMAS		42
ANEXOS		43
		. 40
	ÍNDICE DE ILLICTRACIONES	
	<u>INDICE DE ILUSTRACIONES</u>	
Ilustración 1:	Metodología Propuesta; Fuente: EP (Elaboración Propia)	12
Ilustración 2:	Encuesta de Incomodidad; Fuente: EP	13
Ilustración 3:	Visualización de las tablas de contingencia; Fuente: EP	23
Ilustración 4:	Fuerza de los tres pedales por empresa en contraste con los límites definidos; Fuente: CEE	25
Ilustración 5:	Fuerza de los tres pedales por ámbito en contraste con los límites definidos; Fuente: CEE	20
Ilustración 6:	Fuerza de los tres pedales por arribito en contraste con los límites definidos; Fuente: CEE	20
Ilustración 7:	de los tres pedales por tipo de vehículo en contraste con los límites definidos; Fuente: CEE	30
Ilustración 8:	Pedales sometidos a estudio; Fuente: CEE	.32
Ilustración 0:	Dinamómetro para medir fuerzas en tareas de halar y empujar; Fuente: CEE	.44
Ilustración 10	Difference del disemperator para la madiatión Fuente. OFF	.44
Ilustración 11	2: Colocación del dinamómetro para la medición; Fuente: CEE	.45
Ilustración 1	1: Ubicación del dinamómetro; Fuente: CEE	45
Ilustración 40	2: Ubicación del goniómetro para la medición del los ángulos; Fuente: CEE	46
llustración 13	3: Medición de la posición inicial del pedal del freno	46
iiustracion 14	4: Medidas Antropométricas; Fuente: MONDELO, GREGORI & BARRAU, 2000	64
	ÍNDICE DE TABLAS	
	<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	
Tabla 1: Estr	atificación de la muestra por empresa, Fuente: CEE	14



Tabla 2: Estratificación de la muestra por tipo de servicio, Fuente: CEE	14
Tabla 3: Estratificación de la muestra por ámbito, Fuente: CEE	14
Tabla 4: Proporción de ajuste entre las variables antropométricas y geométricas estudiadas; Fuente: EP	15
Tabla 5: Comparación entre las variables geométricas y antropométricas; Fuente: EP	16
Tabla 6: Variables comparadas para los vehículos de carga; Fuente: EP	16
Tabla 7: Variables comparadas para los vehículos de pasajeros; Fuente: EP	16
Tabla 8: Variables comparadas en el diagnóstico de fuerzas; Fuente: DIFFRIENT & TILLEI	17
Tabla 9: Variables comparadas en el diagnóstico angular; Fuente: DIFFRIENT & TILLEI	
Tabla 10: Estratificación de la muestra por empresa para los análisis antropo-geométricos, Fuente: CEE	17
Tabla 11: Estratificación de la muestra por tipo de servicio para los análisis antropo-geométricos, Fuente: CEE	17
Tabla 12: Estratificación de la muestra por ámbito para los análisis antropo-geométricos, Fuente: CEE	17
Tabla 13: Estratificación de la muestra por tipo de vehículo para los análisis antropo-geométricos, Fuente: CEE	18
Tabla 14: Estratificación de la muestra por pedal para los análisis angulares, Fuente: CEE	18
Tabla 15: Partes del cuerpo que reportaron cambios significativos; Fuente: EP	19
Tabla 16: Partes del cuerpo que no sufren cambios entre el inicio y el final del día laboral; Fuente: EP	
Tabla 17: Partes del cuerpo que muestran diferencias entre los factores de estudio; Fuente: EP	21
Tabla 18: Ajuste geométrico cabina y silla, estadísticos descriptivos; Fuente EP	
Tabla 19: Ajuste geométrico cabina y silla, tablas de contingencia; Fuente: EP	22
Tabla 20: Resultados de los análisis de tablas de contingencia; Fuente: EP	23
Tabla 21: Promedios globales de fuerza en cada pedal en Nw; Fuente: CEE	
Tabla 22: Estadísticos descriptivos de fuerza medida en Nw para cada pedal por empresa; Fuente: CEE	25
Tabla 23: Resultado del análisis pos hoc Bonferroni para el acelerador; Fuente: EP	26
Tabla 24 Resultado del análisis pos hoc T2 de Tamhane para el freno; Fuente: EP	26
Tabla 25: Resultado del análisis pos hoc T2 de Tamhane para el embrague; Fuente EP	26
Tabla 26: Tablas de contingencia por empresa para el ajuste del acelerador; Fuente: EP	27
Tabla 27 Tablas de contingencia por empresa para el ajuste del freno; Fuente: EP	27
Tabla 28: Tablas de contingencia por empresa para el ajuste del embrague; Fuente: EP	27
Tabla 29: Estadísticos descriptivos de fuerza medida en Nw para cada pedal por ámbito; Fuente: CEE	28
Tabla 30: Tablas de contingencia por ámbito para el ajuste del acelerador; Fuente: EP	29
Tabla 31: Tablas de contingencia por ámbito para el ajuste del freno; Fuente: EP	
Tabla 32: Tablas de contingencia por ámbito para el ajuste del embrague; Fuente EP	29
Tabla 33: Descriptivos de fuerza medida en Nw para cada pedal por servicio; Fuente: CEE	
Tabla 34: Tablas de contingencia por servicio para el ajuste del acelerador; Fuente: EP	30
Tabla 35: Tablas de contingencia por servicio para el ajuste del freno; Fuente: EP	31
Tabla 36: Tablas de contingencia por servicio para el ajuste del embregue; Fuente: CEE	31
Tabla 37: Descriptivos de fuerza medida en Nw para cada pedal por tipo de vehículo; Fuente: CEE	32
Tabla 38: Resultado del análisis pos hoc Bonferroni para el acelerador; Fuente: EP	
Tabla 39: Resultado del análisis pos hoc Bonferroni para el freno; Fuente: EP	33
Tabla 40: Resultado del análisis pos hoc Bonferroni para el embrague; Fuente: EP	34
Tabla 42: Tablas de contingencia por venículo para el ajuste del acelerador; Fuente: EP	34
Tabla 43: Tablas de contingencia por venículo para el ajuste del meno, Fuente: EP	34
Tabla 44: Promedios de ángulos en cada control en grados; Fuente: EP	35
Tabla 45: Matriz de correlación entre ángulos extremos; Fuente: EP	35
Tabla 46: Prueba de t para muestras relacionadas para el timón y el acelerador; Fuente: EP	30
Tabla 47: Fases de la intervención propuesta; Fuente: EP	30
Tabla 48: Descripción de las medidas antropométricas, Fuente: ISO 7250:1996.	51
<u>ÍNDICE DE ANEXOS</u>	
Anexo 1: Protocolos de Medición	44
Anexo 2: Mapas de Incomodidad	47
Anexo 3: Variables Antropométricas	64



# **SINOPSIS**

Este trabajo representa la primera oportunidad para un egresado de la Universidad Católica Andrés Bello de optar por una Beca Fogarty para realizar una pasantía de investigación, ésta se llevó a cabo en el Centro de Estudios de Ergonomía (CEE) de la Pontificia Universidad Javeriana, enmarcado en la investigación realizada por el CEE, Colciencias y Seguros Bolívar llamada: "Evaluación del impacto de los programas ergonómicos en el comportamiento de los factores de riesgo en la población de trabajadores de transporte de carga y pasajeros". Su objetivo principal fue el de identificar oportunidades de mejora de las condiciones de trabajo y medio ambiente de los conductores de vehículos públicos de transporte de carga y pasajeros en la ciudad de Bogotá. Para ello se llevó a cabo una serie de evaluaciones ergonómicas que determinaron los posibles riesgos asociados y, al final, se propondrán propuestas de intervención que sirvan de punto de partida para futuras investigaciones o planes de mejora.



# INTRODUCCIÓN

El trabajo es una parte fundamental del tiempo del ser humano, con él cubre necesidades básicas propias y, a su vez, aporta un servicio valioso en el desarrollo de la comunidad; por lo tanto es de gran importancia que el trabajo se adapte a las capacidades físicas y mentales de las personas, poniendo al hombre como centro y corazón del aparato productivo de cualquier nación.

La aplicación de la ergonomía al lugar de trabajo se enfoca entonces en adaptar las tareas al ser humano y no al revés, en busca de cuidar la salud de los trabajadores, pero, también posee otro efecto importante, y este se mide en un concepto propio de la Ingeniería Industrial, este efecto se nota como un aumento de la capacidad productiva, es decir, en la productividad de las empresas.

El transporte es una de las industrias claves en la economía mundial. El transporte por carretera es común en países en vías de desarrollo, es decir, es el único medio para transportar encomiendas, productos, personas, etc. de manera interna dentro de una ciudad, región o país. Este trabajo está específicamente referido a esta industria. Los trabajadores de este sector se enfrentan a diversos retos en lo que respecta a la salud y la seguridad; por ejemplo, el personal dedicado a la carga y la descarga de mercancías de camiones corren el riesgo de padecer lesiones músculo-esqueléticas; las personas encargadas del funcionamiento, mantenimiento de vehículos no sólo son vulnerables a dichas lesiones, sino también a los efectos tóxicos de combustibles, lubricantes y humos de escape. La no utilización de los principios ergonómicos en el diseño de asientos, pedales y tableros de las cabinas puede estar asociado en la aparición de trastornos acumulativos, fatiga física o mental. El personal que presta sus servicios en este sector también se ve expuesto a condiciones climáticas extremas que hacen que el trabajo sea más arduo y también más peligroso.

Las principales causas de estrés en estos trabajadores están relacionadas a cambios de turno, aislamiento, jornadas muy largas de trabajo, lejanía del hogar por varios días y la interrelación con el público y el tráfico vehicular. La salud y seguridad de los trabajadores en la industria del transporte son aspectos fundamentales, no sólo para los propios interesados, sino también para las personas que pueden verse afectadas como pasajeros o peatones, por tanto, su protección es una responsabilidad conjunta de las empresas, los trabajadores y la comunidad.



## Capítulo I

# **DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

# 1.1 Motivación, causas y problemática

El sector transporte tuvo un comportamiento ascendente dentro del producto interno bruto colombiano en los últimos años, partiendo de un 8.07% en 1987 hasta 9.1% en 19961, siendo entonces uno de los sectores más productivos en la economía colombiana, haciendo así más críticos los puestos de trabajo relacionados con este servicio.

De acuerdo a las estadísticas de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo en el año 2002², las patologías con mayor incidencia en la población de trabajadores del sector transportador en Colombia fueron: hernias, lumbalgias y luxaciones; las partes del cuerpo más afectadas se definieron como: las manos, los hombros, la espalda, las rodillas y la cadera. Estos datos señalan una discrepancia entre las características y exigencias del puesto de trabajo con respecto a la capacidad física de los trabajadores, este tipo de lesiones son características de exposición a tareas que demandan del trabajador posturas inadecuadas, movimientos repetitivos y aplicación de fuerza innecesaria, estas demandas con el tiempo generan traumas acumulativos que derivan en lesiones osteo — musculares. Investigaciones previas realizadas en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia³, describen la labor de los trabajadores del sector transporte como: de baja calificación técnica, con un alto nivel de repetición, posturas inadecuadas y aplicación de fuerza. Esto a su vez se complica con la exposición a condiciones de gases, ruidos, altas temperaturas, vibración y continuas paradas que en algunos casos superan los límites permisibles.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> DANE, 1996

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> ARP Bolívar, 2002.

<sup>3</sup> CHAPARRO & GUERRERO, 2001.



Una porción considerable de los traumas mayores que entran a las salas de urgencias en muchos países del mundo son a raíz de accidentes de tránsito; la literatura mundial ha descrito que las actividades relacionadas con el transporte se encuentran catalogadas como actividades de alto riesgo. La razón principal de esta aseveración es que la locomoción del ser humano no evolucionó para viajar a la velocidad que alcanzamos en los vehículos, entonces, nuestra percepción se ve afectada de tal forma que cualquier fuente de distracción puede causar una consecuencia devastadora.

Estas razones nos llevan a concluir que el mejoramiento de las condiciones del trabajo de los transportistas derivaría en un mejoramiento en las condiciones de salud y, específicamente una mejora de las condiciones ergonómicas, sería un punto fundamental a tratarse para mejorar la calidad de vida de estos trabajadores.

# 1.2 Objetivos

# Objetivo General:

Identificar oportunidades de mejora de las condiciones de trabajo y medio ambiente de los conductores de vehículos públicos de transporte de carga y pasajeros en la ciudad de Bogotá, Colombia.

#### Objetivos específicos:

- Medir el grado de confort actual de los conductores.
- Caracterizar el puesto de trabajo en función de las relaciones antropo-geométricas existentes.
- Desarrollar propuestas de intervención ergonómica basadas en las evidencias encontradas.

# 1.3 Alcance y limitaciones del estudio

Este trabajo es parte de una investigación realizada por el CEE denominada "Evaluación del impacto de los programas ergonómicos en el comportamiento de los factores de riesgo en la población de trabajadores de transporte de carga y pasajeros", al ser una parte no pretende reescribir la investigación, lo que pretende es aportar ideas para contrastar algunos parámetros físicos con aquellos pertenecientes al puesto de trabajo.

5



El alcance de este trabajo será hasta el desarrollo de una alternativa de intervención ergonómica, dejando la aplicación a otros entes que empleen la estrategia creada, la evalúe o la utilicen como punto de partida para intervenciones más complejas.

Se pretende que este informe sea un trabajo exploratorio de la situación actual que tendrá su basamento en análisis estadísticos descriptivos y comparativos para determinar la existencia de diferencias significativas y así determinar posibles situaciones de riesgos.



## Capítulo II

# MARCO REFERENCIAL

## 2.1. El transporte por carretera

El transporte por carretera mueve personas, animales y mercancías de todo tipo. Estos dos últimos tipos de carga se transportan en camiones, aunque los autobuses, además de paquetes y el equipaje de los pasajeros, desplazan a menudo aves y otros animales de pequeño tamaño. Las personas que viajan por carretera suelen utilizar el autobús, aunque, en algunos países, se emplean con este fin camiones de diversos modelos, entre los que figuran remolques, camiones cisterna, volteos, combinaciones de remolques dobles y triples, grúas móviles, camiones de reparto y camionetas. Los pesos brutos de estos vehículos oscilan entre 2.000 y más de 80.000 kg. Transportan todo tipo de artículos: paquetes pequeños y grandes, maquinarias, piedras y arena, acero, leña, líquidos inflamables, gases comprimidos, explosivos, materiales radiactivos, sustancias químicas corrosivas y reactivas, líquidos criogénicos, productos alimenticios, alimentos congelados, cereales a granel y ganado ovino y bovino, entre otros.

Las responsabilidades de los conductores varían según el tipo de transporte que realizan, los camioneros aparte de la conducción del vehículo poseen otras tareas entre las cuales se puede mencionar:

- Revisar el vehículo antes de cada viaje.
- Verificar la ruta e indicaciones a seguir.
- Mantener y la reparar el vehículo en caso de un incidente.
- Cargar y descargar la mercancía y equipajes que lleva.
- Cobrar el dinero recibido a cambio de los artículos, transporte o servicios prestados.
- Vigilar la mercancía y solicitar asistencia en caso de cualquier incidente.
- Intentar controlar los derrames, fugas o extinguir incendios provocados por un accidente.

Trabajo de Ascenso 6



- Transportar personas.
- Recoger y despachar pasajeros en condiciones de seguridad
- Suministrar información veraz y confiable de direcciones y ubicaciones

Esta cantidad de actividades convierte a la conducción de vehículos en un trabajo con una carga mental significativa.

Los accidentes de tránsito constituyen uno de los riesgos más graves con que se enfrentan los conductores de camiones y autobuses. La fatiga provocada por horarios de trabajos prolongados o irregulares o, por otros factores de estrés, aumenta la probabilidad de accidente. Una velocidad excesiva o el transporte de cargas con pesos superiores a lo aconsejable agravan la situación, al igual que el tráfico y las condiciones meteorológicas adversas, que disminuyen la tracción y la visibilidad. Si en el accidente intervienen materiales peligrosos, el conductor y los pasajeros quedan expuestos a lesiones aún más graves (por exposición a productos tóxicos, quemaduras, etc.) y en ocasiones se ve afectada una zona extensa en torno al lugar del suceso.

Los conductores afrontan diversos riesgos ergonómicos. Los más obvios son las lesiones de espalda, cuello, caderas, hombros, etc. por asientos mal diseñados, palancas mal ubicadas, controles distribuidos a distancias incorrectas, volantes posicionados inadecuadamente, entre otros. En algunos casos, la conducción vehicular va acompañada a la manipulación de cargas, entonces malas prácticas, hábitos posturales incorrectos y otras acciones de levantamiento inadecuadas aumentan el riesgo ergonómico considerablemente. Aunque se ha generalizado el uso de fajas de sujeción lumbar en camioneros y sus ayudantes, la necesidad de cargar y descargar mercancías en lugares donde no se dispone de carretillas elevadoras, grúas o simples carretillas de ruedas, en combinación a la gran variedad de pesos y configuraciones de los bultos, contribuyen a agravar el riesgo de lesión por levantamiento. Otro riesgo postural es aquel relacionado a la costumbre de llevar el brazo durante mucho tiempo apoyado en la ventanilla en una posición elevada, esto provoca, a consecuencia de las vibraciones, dolores en los hombros y problemas articulares. La vibración en sí afecta a todo el cuerpo y puede llegar a dañar los órganos del área lumbar.

Los conductores corren el riesgo de sufrir pérdidas auditivas por exposición prolongada a fuertes ruidos emitido por el motor o por el ambiente externo; el mantenimiento deficiente, los silenciadores defectuosos y el mal aislamiento de la cabina de conducción agravan este riesgo, notándose, una pérdida más pronunciada en el oído cercano a la ventanilla del conductor gracias a

8



la exposición al medioambiente, pero aún, ya que este es dinámico y cambia sus características a medida en que se desplaza el vehículo en calles, carreteras, avenidas y autopistas.

Los conductores, sobre todo los de camiones de transporte de larga distancia, suelen trabajar un número excesivo de horas sin el descanso apropiado, la OIT (Organización Internacional Del Trabajo) establece un periodo descanso de cada cuatro horas de conducción<sup>4</sup>, limita el tiempo total dedicado a ésta a nueve horas diarias y 48 semanales y, exige al menos diez horas de descanso en cada período de 24. No obstante, las expectativas de las empresas y la necesidad económica, así como ciertas modalidades de remuneración, fuerzan a los conductores a prestar servicio durante un número de horas excesivo. Está comprobado que una jornada muy prolongada produce estrés psicológico, agrava las deficiencias ergonómicas y multiplica el riesgo de accidentes (incluidos los debidos al sueño), esto conlleva a los conductores a consumir estimulantes como la cafeína.

A estas deficiencias ergonómicas, los horarios de trabajos excesivos, el ruido y la ansiedad por cuestiones económicas se suman a los factores de estrés psicológico, fisiológico y/o fatiga ya existentes por tráfico intenso, deficiencia de los pavimentos, condiciones meteorológicas desfavorables, conducción nocturna, miedo a asaltos, preocupación por el mal estado del vehículo, concentración intensa sostenida, agresiones, exposición prolongada a gases provenientes del escape del motor o a riesgos de carácter químico, radiactivo o biológico asociados al tipo de carga que transportan; aislamiento social y, largas jornadas fueras del hogar que tienen como consecuencia el deterioro rápido de la salud del trabajador. Por ello, los conductores necesitan de un servicio médico, tanto para verificar su aptitud para el trabajo como para mantener su salud. Empresas y conductores deben cumplir las normas de evaluación de la capacidad física para el trabajo para que así se proteja a los trabajadores y la tarea de conducir, se haga menos exigente.

# 2.2. Métodos de evaluación ergonómica utilizados

Un método de evaluación es un proceso sistemático que sirve para estimar el valor de algo, en Ergonomía los métodos de evaluación son aquellos que ayudan a estimar el valor del riesgo relacionado con el desajuste de la tarea al trabajador, dentro del sistema hombre-máquina.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup>Convenio N° 153 OIT, 1979



Los métodos de evaluación utilizados en pos de cumplir con los objetivos se pueden clasificar de varias maneras, estas dependerán del alcance del método, el tipo de resultado que se obtendrá de él o las peculiaridades de la tarea evaluada. A continuación se explicaran los métodos utilizados y las características de los mismos:

#### 2.2.1. Incomodidad

La medición de la incomodidad es un método exploratorio que trata de cuantificar una molestia sentida (disconfort) sentida en alguna parte del cuerpo. Se conoce como un micro-trauma producido por algún factor externo a la persona. Al medir esta variable se intenta detectar desórdenes traumáticos acumulativos en su fase inicial. Esta variable se mide a través de encuestas características y utiliza como escala de medición la escala de Borg modificada por Colertt y Bishop<sup>5</sup>; los valores de esta escala van desde 0-10, en donde 0 es ninguna incomodidad y 10 es incomodidad insoportable. El análisis se fundamenta en la detección de traumas acumulativos a través de la percepción de la persona en estudio; persiguiendo el proporcionar al investigador una ventana a la percepción del trabajador de la molestia provocada por la exposición a esa tarea. Como referencia teórica, la escala de Borg modificada cumple las características de una escala ordinal o de rango, lo cual restringe las operaciones aritméticas, y por lo tanto, las estadísticas que se le pueden aplicar, Siegel<sup>6</sup> insta a que los análisis estadísticos admisibles en escalas de este tipo sean de estadística no paramétrica evaluando rangos y estadísticos de orden, también son comunes la utilización de técnicas de conteo para caracterizar la muestra y, por último, la medida de tendencia central que se recomienda es la mediana (P<sub>50</sub>).

# 2.2.2. Geometría, Dinamometría y Antropometría

Los factores ambientales a los cuales el trabajador está expuesto durante toda la jornada laboral puede llegar a afectarle en más de una forma y, está comprobado que si no se presta la debida atención al control de estos, los daños ocasionados al trabajador pueden llegar a ser permanentes. Teniendo esto como punto de partida con este análisis se pretende comparar los datos de la geometría de las cabinas de los buses y camiones estudiados con la antropometría de la

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup>CORLETT & BISHOP,1976

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> SIEGEL, 1972



o las personas que lo conducen, para así determinar si existe un ajuste antropo-geométrico aceptable.

Otro punto a analizar es el que corresponde al uso de fuerza en la activación de los pedales del freno, acelerador y embrague (en el caso que lo tenga) de los vehículos estudiados. Adicionalmente se medirán dos variables más, el recorrido angular de los pedales y el volante al igual que sus posiciones límite. Todos estos valores serán contrastados con los valores límite seleccionados como referencias en el estudio<sup>7</sup>.

La antropometría de la población laboral fue tomada según la norma ISO 7250 y los datos de la dinamometría de los pedales y la geometría de la cabina fueron recolectados según los protocolos mostrados en el Anexo 1 del presente informe.

# 2.3. Intervención ergonómica

En Ergonomía, la exigencia científica fundamental radica en la observación de situaciones reales de trabajo, en diferencia a los estudios existentes en el área de las ciencias sociales, en los que la intervención con la realidad se destina a la verificación de mecanismos hipotéticos, obtenidos a través de una perspectiva teórica o a partir de modelos descriptivos en una perspectiva empirista.

La intervención en Ergonomía es un procedimiento peculiar que se inicia a partir de una demanda específica socialmente establecida. Los límites y las formas de esa intervención se van transformando a través del contacto con la realidad del trabajo, determinando la secuencia de las etapas, las fases del proceso que serán privilegiadas y los principales aspectos de la realidad.

Las diferentes etapas de la intervención ergonómica están resumidas en el modelo presentado a seguir. La linealidad necesaria en la presentación, considerada un recurso metodológico, no implica necesariamente que las fases propuestas en el modelo sean seguidas una después de la otra. Muchas veces, el Ergónomo, se ve obligado, por causa de los resultados de una etapa a buscar datos nuevos en la fase anterior.

El proceso se inicia entonces con un pre-diagnóstico, a partir de este se define un plan de observación sistemática y una recolección de datos con el objetivo de verificar las hipótesis propuestas y proceder al tratamiento y validación de los datos obtenidos hasta el momento; este procedimiento sistemático se enfoca en un proceso técnico y de análisis de las tareas de los

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> DIFFRIENT N, TILLEI AR, HARMAN D, 1981.



trabajadores. Luego de la recolección de datos se procede a su análisis y un diagnóstico más completo de la situación. De aquí se emprende una fase de propuesta de mejora y consecutivamente la selección de las más adecuadas para evitar así la exposición innecesaria de los trabajadores a los riesgos ergonómicos identificados. Luego de escoger la mejor alternativa se comienza la fase de implantación, en esta fase, programas educativos e informativos son punta de lanza y se enfocan en el aprendizaje del nuevo método desarrollado, en el uso correcto de los equipos o en la familiarización con los cambios propuestos. Al final se reevalúa los puestos modificados y se determina el nivel de impacto de las propuestas escogidas. La meta de cualquier Ergónomo es el mitigar o eliminar los riesgos encontrados en etapas anteriores.



## Capítulo III

# MARCO METODOLÓGICO

## 3. Metodología propuesta

En la siguiente ilustración se muestra la metodología propuesta para este trabajo, comprende tres fases, en las dos primeras se efectuarán diagnósticos utilizando los datos recolectados a través de los protocolos de medición y las encuestas de incomodidad; con estos diagnósticos o análisis se desarrollarán las recomendaciones y propuestas de intervención ergonómica.



Ilustración 1: Metodología Propuesta; Fuente: EP (Elaboración Propia)



#### 3.1. Fase I

En esta fase se quiere contestar las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál o cuáles partes del cuerpo se muestran afectadas durante el transcurso de la jornada?
- ¿Cuál o cuales partes del cuerpo se muestran afectadas durante el transcurso de la semana laboral?
- ¿Estos cambios son significativos?
- o ¿Qué empresa, ámbito y servicio son los más problemáticos?

Para eso se preparó un instrumento mostrado en la ilustración siguiente, que comprende las siguientes partes:

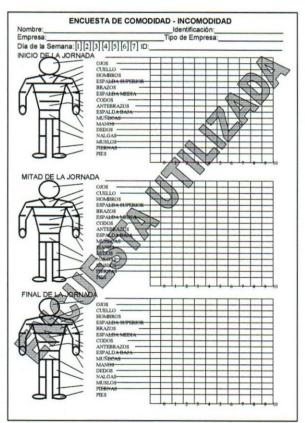


Ilustración 2: Encuesta de Incomodidad; Fuente: EP

- Un encabezado en donde se le pregunta al trabajador los siguientes puntos:
  - 1. Nombre
  - 2. Identificación (C.I.)



- 3. Empresa
- 4. Tipo de Empresa (de aquí se obtienen los datos de ámbito y servicio)
- 5. Día de la semana
- Un espacio para colocar un ID, este número será colocado por el analista que recaude la información y será el código del sujeto a estudiar.
- Una serie de diagramas que pide la evaluación de las partes de su cuerpo desde 0 (sin incomodidad) a 10 (incomodidad máxima); esta evaluación será llevada a cabo en tres distintos momentos de la jornada de trabajo, específicamente al inicio, a la mitad y al final.

Los valores obtenidos serán tabulados para ser presentados gráficamente. Mediante esta forma se mostrarán los cambios en el nivel de incomodidad en cada instante del día, para cada parte del cuerpo haciendo referencia al resto de los factores relevantes en el proyecto.

En las siguientes tablas se indicará como esta caracterizada la muestra de 54 personas que participaron en esta etapa del estudio.

Empresa <sup>8</sup>	Número de Personas
CM	4
RC	7
MM	3
MB	11
TA	3
TC	26
Total	54

Tabla 1: Estratificación de la muestra por empresa, Fuente: CEE9

Servicio	Número de Personas
Carga	28
Pasajeros	26
Total	54

Tabla 2: Estratificación de la muestra por tipo de servicio, Fuente: CEE

Ámbito	Número de Personas	
Municipal	40	
Intermunicipal	14	
Total	54	

Tabla 3: Estratificación de la muestra por ámbito, Fuente: CEE

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Los nombres de las empresas seran sustituidos por sus siglas por razones de confidencialidad

<sup>9</sup> CEE: Centro de Estudios de Ergonomía de la Pontificia Universidad Javeriana



Debido a las características definidas para la escala utilizada en la cuantificación de la incomodidad, las pruebas estadísticas que se utilizarán para determinar si existen cambios significativos serán no paramétricas, entre ellas se encuentran: pruebas de signos, rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon, Kruskal-Wallis y la prueba de la mediana.

#### 3.2. Fase II

En la Fase II del trabajo, se analizarán los vehículos desde el punto de vista antropogeométrico, comparando las medidas de los segmentos corporales críticos y las variables geométricas medidas en los vehículos, tanto de carga como de pasajeros.

La comparación se hizo uno a uno entre cada vehículo y la o las personas que pudieran conducirlos, de allí se obtendrá una *proporción de ajuste* de las variables antropométricas con las variables geométricas de las cabinas de los vehículos, esta proporción se utilizará para clasificar el ajuste tal como se indica en la tabla 4.

Proporción de ajuste	Clasificación
0,00-0,25	Muy desajustado
0,25-0,50	Desajustado
0,50-0,75	Ajuste Aceptable
0,75-1,00	Ajuste Correcto

Tabla 4: Proporción de ajuste entre las variables antropométricas y geométricas estudiadas; Fuente: EP

En la tabla 3 se muestran las variables geométricas y antropométricas a comparase y los criterios utilizados, cabe destacar que estos criterios están basados en una interpretación de los indicados por Mondelo, Torada & Barrau, 2000; la interpretación responde a la no utilización de estimadores puntuales para comparar las variables, sino intervalos, en donde los extremos fueron definidos por la experiencia del Ing. Barrero<sup>10</sup>.

-			
7	Variable Antropométrica <sup>10</sup>	Variable Geométrica	Criterio escogido para la comparación <sup>11</sup>
	Altura poplitea	Altura del asiento	La altura poplitea debe estar dentro de un intervalo formado por la altura del asiento ± 2 cm
7	Distancia sacro-poplitea	Profundidad del asiento	La diferencia entre la Distancia Sacro-Poplitea y la Profundidad del Asiento debe estar entre 1 y 5 cm
	Ancho de caderas	Ancho del asiento	Ancho de las caderas debe ser menor que el ancho del asiento
I	Alcance horizontal mínimo con	Distancia espaldar-timón mínima	El alcance horizontal mínimo con agarre debe encontrarse en el rango formado entre la distancia espaldar-
	agarre	y máxima	timón mínima y máxima.
1	Alcance horizontal máximo sin	Distancia espaldar instrumentos	El alcance horizontal máximo sin agarre debe encontrarse en el rango formado entre la distancia espaldar-
7	agarre	mínima y máxima	instrumentos mínima y máxima.
4	Alcance horizontal máximo sin	Distancia máxima hombros barra	El alganes harizantel máxima sia assers deba ser recurso la distancia di inchesia de la distancia di inchesia della distancia di inchesia della distancia di inchesia di inche
7	agarre	de cambio	El alcance horizontal máximo sin agarre debe ser mayor a la distancia máxima hombros a la barra de cambio
	Anchura Bideltoidea	Ancho del espaldar	El ancho del espaldar debe ser mayor que la anchura Bideltoidea
1	Estatura de pie	Altura de la cabina	Idealmente en este tipo de vehículos la altura de la cabina debería ser mayor que la altura del conductor
	Altura sentado	Altura de la silla	Si existe altura mínima y máxima de la silla, la altura-sentado debe entrar en ese rango, si no, la altura de la
	Altara de la silia		silla debe ser superior que la altura-sentado.



#### Tabla 5: Comparación entre las variables geométricas y antropométricas; Fuente: EP

Luego se utilizo las tablas de contingencia para identificar si existían diferencias significativas entre las proporciones de ajuste por empresa, vehículo, servicio y ámbito y, así conocer cual empresa, ámbito, vehículo o servicio era el que presentaba peor ajuste y cual el mejor.

Es importante recalcar que existe una discrepancia en las ocho variables estudiadas entre los vehículos de carga y pasajeros; en el estudio en los vehículos de carga no se tomo en cuenta la variable "estatura de pie" y se incluyó la "distancia del espaldar o de los hombros a la barra de cambio". En las tablas siguientes se muestra las variables consideradas en el análisis de cada tipo de vehículo.

Variable Antropométrica	Variable Geométrica
Altura poplitea	Altura mínima y máxima del asiento
Distancia Nalga-poplitea	Profundidad del asiento
Ancho de Caderas	Ancho Asiento
Alcance horizontal mínimo con agarre	Distancia espaldar-timón mínima y máxima
Alcance horizontal máximo sin agarre	Distancia espaldar instrumentos mínima y máxima
Alcance horizontal máximo sin agarre	Distancia Máxima hombros-barra de cambio
Anchura Bideltoidea	Ancho del espaldar
Altura Sentado	Altura mínima y máxima de la silla

Tabla 6: Variables comparadas para los vehículos de carga; Fuente: EP

Variable Antropométrica	Variable Geométrica
Altura poplitea	Altura del asiento
Distancia Nalga-poplitea	Profundidad del asiento
Ancho de Caderas	Ancho Asiento
Alcance horizontal mínimo con agarre	Distancia espaldar-timón mínima y máxima
Alcance horizontal máximo sin agarre	Distancia espaldar instrumentos mínima y máxima
Anchura Bideltoidea	Ancho del espaldar
Estatura de Pie	Altura de la cabina
Altura Sentado	Altura de la silla

Tabla 7: Variables comparadas para los vehículos de pasajeros; Fuente: EP

Las otras variables de estudios corresponden a aquellas que hacen referencia de las posiciones angulares máximas del volante o timón, las posiciones angulares y recorridos del pedal del acelerador y por último, la dinamometría de los pedales (freno, acelerador y embrague) al 100% de su recorrido. Estas variables fueron comparadas con las cartillas desarrolladas para la población americana por DIFFRIENT & TILLEI, 1981; estas cartillas muestran los rangos de fuerzas y ángulos entre los cuales deberían estar diseñados estos controles.

El desajuste se consideró cuando el valor medido se encontraba fuera del rango así fuese por exceso o por defecto; luego, a través de tablas de contingencia se realizó el mismo análisis anterior. En la siguiente tabla se muestran las variables y los criterios de comparación utilizados.



Variables dinamométricas	Rango recomendado por DIFFRIENT & TILLEI	Instrumento utilizado en la medición
Fuerza utilizada para realizar el 100% del recorrido angular de los pedales del freno, acelerador y el embrague.	100-249 N	Dinamómetro

Tabla 8: Variables comparadas en el diagnóstico de fuerzas; Fuente: DIFFRIENT & TILLEI

Variables angulares	Rango recomendado por DIFFRIENT & TILLEI	Instrumento utilizado en la medición
Angulo mínimo y máximo del volante	30° y 60°	Goniómetro
Angulo mínimo y máximo del acelerador	32° y 57°	Goniómetro
Recorrido angular del volante	30°	Goniómetro
Recorrido angular del acelerador	25°	Goniómetro

Tabla 9: Variables comparadas en el diagnóstico angular; Fuente: DIFFRIENT & TILLEI

La cantidad de evaluaciones realizadas variaron en este análisis, una de las causa fue la falta de un control (por ejemplo el pedal del embrague en vehículos con caja automática), otro factor fue la cantidad de vehículos disponibles, conductores disponibles por las empresas, entre otros puntos, en pocas palabras, los análisis se llevaron a cabo con la cantidad de personas que se pudieron evaluar. En las siguientes tablas se observaran los tamaños de muestra utilizados en estos análisis.

Empresa	Tamaño de la muestra	
CM	11	
RC	28	
MM	16	
ME	20	
TA	8	
TC	34	
Totales	117	

Tabla 10: Estratificación de la muestra por empresa para los análisis antropo-geométricos, Fuente: CEE

Servicio	Tamaño de la muestra
Carga	42
Pasajeros	75
Totales	117

Tabla 11: Estratificación de la muestra por tipo de servicio para los análisis antropo-geométricos, Fuente: CEE

Ámbito	Tamaño de la muestra
Intermunicipal	47
Municipal	70
Totales	117

Tabla 12: Estratificación de la muestra por ámbito para los análisis antropo-geométricos, Fuente: CEE

Vehículo	Tamaño de la muestra
Microbús	9
Bus	1
Articulado	16



Alimentador	8	
Integrado	11	
Furgón	22	
Mula	8	
Totales	75	

Tabla 13: Estratificación de la muestra por tipo de vehículo para los análisis antropo-geométricos, Fuente: CEE

Tipo de Pedal	Cantidad de vehículos estudiados
Acelerador	92
Freno	92
Embrague	72

Tabla 14: Estratificación de la muestra por pedal para los análisis angulares, Fuente: CEE

#### 3.3. Fase III

En esta fase se desarrollará una propuesta de intervención ergonómica que buscará mejorar los riesgos encontrados en los análisis descritos. Esta describirá las fases de aplicación y la forma de reevaluar las características de los puestos de trabajo en estudio para medir el impacto de las mejoras implementadas, esta intervención es básica y pretende ser un punto de inicio para intervenciones más elaboradas en un futuro.



## Capítulo IV

# RESULTADOS

#### 4.1. Fase I

Para determinar cuales partes del cuerpo se ven afectadas durante la jornada laboral se utilizó el análisis de Kruskal –Wallis y la prueba de la mediana, las variables en estudio en esta parte son las escalas de incomodidad registradas para cada parte del cuerpo en los distintos momentos de las jornadas laborables; el factor de comparación es cada uno de los días de la semana laboral (siete días en que se realizo el estudio). Los resultados arrojaron diferencias significativas con P-Valor < 0,05, la siguiente tabla ilustrará los resultados obtenidos.

Parte del cuerpo	Momento de la jornada laboral en los distintos días de la semana.
Cuello	Final
Espalda Baja	Mitad y Final
Espalda Media	Mitad y Final
Espalda Superior	Mitad y Final
Ojos	Final

Tabla 15: Partes del cuerpo que reportaron cambios significativos; Fuente: EP

Basado en los resultados observados en la tabla anterior, se puede aseverar que en el transcurso de la semana laboral la molestia sentida por los conductores en las partes del cuerpo mostradas en la tabla 15 varía; en la prueba de la mediana se nota un aumento de las escalas de incomodidad registradas por encima de las respectivas medianas, por lo cual esta variación es con tendencia al crecimiento, es decir, al pasar la semana, al final de cada día, la molestia sentida en el cuello, espalda y ojos es mayor.

Para el estudio de la incomodidad sentida en el transcurso de la jornada se aplicó la prueba de signos y la de pares igualados de Wilcoxon, se comparó diariamente las escalas de incomodidad registradas al principio y al final del día, de allí se observó que en la mayoría de las partes corporales estudiadas cambios significativos (P-Valor < 0,05) con tendencia hacia el aumento, en la tabla siguiente se muestran por cada día las partes corporales que **no** mostraron cambios significativos:



Día de la semana	Partes del cuerpo sin cambio
Dia 1	Dedos
Dia 2	
Día 3	
Día 4	Manos
Día 5	
Día 6	Antebrazos, codos
Día 7	Antebrazos, brazos, codos, dedos, manos, muñecas y muslos

Tabla 16: Partes del cuerpo que no sufren cambios entre el inicio y el final del día laboral; Fuente: EP

La interpretación de estos resultados índica que las partes del cuerpo **no** reportadas en la tabla 16 sufren cambios significativos también a lo largo del día laboral. Algunas fracciones de los miembros superiores no se muestran afectadas, aunque se nota que en algunos días de la semana todas las partes en estudios muestran una variación significativa en las escalas de incomodidad registradas.

Haciendo comparaciones diarias (en la semana de estudio) entre cada empresa, ámbito y servicio, aplicando Kruskal-Wallis y prueba de la mediana se observó diferencias significativas (P-valor < 0,05) entre cada factor en algunas variables, sin patrón reconocible. Un punto observado fue que al final de la jornada de trabajo en todos los días estudiados fueron pocas las diferencias encontradas entre las respectivas partes corporales, esto nos lleva a aseverar que al final del día, no importa la empresa, el ámbito en que se desenvuelve el trabajador o el servicio que se presta, la incomodidad sentida aumenta a los mismo niveles.

-	
-	
-	
-	
-	
-	
-	
1000	
- 1	The second second
-	10 TO
	RPUSSUES I
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
	Minamata
-	Village Control of the Control of th
-	
_	
20	

semana Semana Día 1						•			
Día 1		Empresa			Ámbito			Servicio	
Día 1	Inicio	Mitad	Final	Inicio	Mitad	Final	nicio	Mitad	Final
Día 1				Antebrazos, codos,					
	Pies, piemas,			dedos, manos,	Antebrazos,	ı	1		1
	Harios			munecas musios, piernas, pies	codos, munecas.				
Día 2	L	Espalda media	1	1	1	1	1	1	1
Día 3	1	1	1	1	1	1	1	1	ı
Día 4	1	Espalda media	Espalda media	1	1	Muñecas	-	•	1
Día 5	Cuello, espalda media			ı	Manos, muñecas	Manos		1	Brazos
Día 6	1	1		-	Brazos, codos manos, muñecas	Muñecas	1	I	
Día 7	Cuello	Cuello, espalda media, nalgas, ojos	1	ı	I	I	Cuello, ojos	Brazos, cuello, espalda media, espalda superior,	Muñeca,.nalgas, ojos.

Tabla 17: Partes del cuerpo que muestran diferencias entre los factores de estudio; Fuente: EP

Al finalizar esta parte se verifica que las partes más afectadas son las que forman la espalda, cuello y los ojos, esto si importar en que forma se realice el análisis. Lo hallazgos encontrados apuntan a una demanda extensiva de la postura sedente en este puesto de trabajo; se sabe que las posturas soportadas por mucho tiempo pueden causar dolores y molestias, aparte si las sillas y, la ubicación de los controles no cumplen con las condiciones adecuadas, pueden ser un factor multiplicador de los problemas ya encontrados. Los ojos están expuestos a un medioambiente hostil, que trae como consecuencia molestias importantes; este ambiente se puede describir como un conglomerado de gases productos de la combustión de los vehículos, que normalmente se ven asociados a ardor e incomodidad en los órganos visuales.



#### 4.2. Fase II

# 4.2.1. Ajuste de la Cabina y Silla

En general la proporción de ajuste esta alrededor de un 40%, en la siguiente tabla se mostrará con mayor detalle los estadísticos descriptivos del ajuste geométrico.

Tamaño de la muestra	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
117	62,5 %	12,5 %	75,0 %	39,6 %	11,6 %

Tabla 18: Ajuste geométrico cabina y silla, estadísticos descriptivos; Fuente EP

Al categorizar la variable utilizando como referencia los rangos mostrados en la tabla número 4 se realizará un análisis de tablas de contingencia para saber cual de los rangos expuesto es significativamente superior. Entrarán en juego los elementos que se han definido como los factores de estudio.

Factor:		Ajuste Antropo	- Geométrico		
Empresa	Ajuste Correcto	Ajuste Aceptable	Desajustado	Muy Desajustado	Totales
CM	0	0	9	2	11
RC	0	6	22	0	28
MM	0	1	13	2	16
ME	0	0	18	2	20
TA	0	5	3	0	8
TC	0	3	22	9	34
Totales	0	15	87	15	117

Factor:		Ajuste Antropo	- Geométrico		
Ámbito	Ajuste Correcto	Ajuste Aceptable	Desajustado	Muy Desajustado	Totales
Intermunicipal	0	13	34	0	47
Municipal	0	2	53	15	70
Totales	0	15	87	15	117

Factor:	Ajuste Antropo - Geométrico				
Servicio	Ajuste Correcto	Ajuste Aceptable	Desajustado	Muy Desajustado	Totales
Carga	0	8	25	9	42
Pasajeros	0	7	62	6	75
Totales	0	15	87	15	117

Factor:	Ajuste Antropo - Geométrico				
Vehículo	Ajuste Correcto	Ajuste Aceptable	Desajustado	Muy Desajustado	Totales
Microbús	0	2	7	0	9
Bus	0	0	1	0	1
Articulado	0	0	14	2	16
Alimentador	0	0	7	1	8
Integrado	0	0	6	5	11
Furgón	0	3	15	4	22
Mula	0	5	3	0	8
Totales	0	10	53	12	75

Tabla 19: Ajuste geométrico cabina y silla, tablas de contingencia; Fuente: EP



Factor	P-Valor
Empresa	< 0,001
Ámbito	< 0,001
Servicio	0,021
Vehículo	0,002

Tabla 20: Resultados de los análisis de tablas de contingencia; Fuente: EP

Los análisis por tablas de contingencia revelan que la proporción de ajuste es significativamente diferente sin importar el factor utilizado para el estudio. El rango definido como *Desajustado* es el que tiene mayor frecuencia en todas las tablas, de allí se puede afirmar que existe un problema en el ajuste de los trabajadores a su respectivas cabinas. En la ilustración siguiente se pueden observar las gráficas correspondientes a las tablas de contingencias.

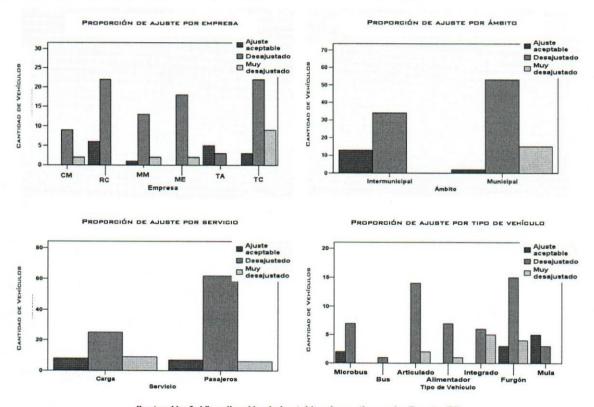


Ilustración 3: Visualización de las tablas de contingencia; Fuente: EP

Las empresas que presentan mayores problemas de ajuste son las del conglomerado de pasajeros, sobre todo en el ámbito municipal, individualmente las empresas más afectadas son RC y ME por las empresas de transporte de pasajeros y TC por las de carga.

Los vehículos del ámbito municipal son los de peor ajuste, el 97,14% de los 70 vehículos evaluados tienen una proporción de ajuste menor al 50%. Con respecto al tipo de servicio, los



vehículos de pasajeros se muestran con las proporciones de desajuste más grande, un 90,67% de sus 75 vehículos se encuentran en la misma situación mencionada.

En el servicio de carga la situación es menos crítica aunque también es preocupante. Los tipos de vehículos utilizados para carga (furgón y mulas<sup>12</sup>) son los que muestran la mejor proporción de ajuste; todos los vehículos de transporte de pasajeros presentan situaciones críticas con respecto a este análisis.

# 4.2.2. Ajuste Dinamométrico

La dinamometría estudiada en los pedales se relacionó con la necesaria para que el recorrido de los pedales fuese completo. Es importante indicar que en CM y ME sus vehículos son de caja automática, por lo tanto no poseen el pedal del embrague, de allí surge una diferencia en la cantidad de vehículos estudiados para cada pedal.

Pedales	Número de vehículos	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Acelerador	92	171,67	21,33	193,00	72,30	33,97
Freno	92	359,34	48,33	407,67	170,81	75,13
Embrague	72	205,33	61,00	266,33	146,33	48,52

Tabla 21: Promedios globales de fuerza en cada pedal en Nw; Fuente: CEE

De manera global se observa una gran variabilidad, que hace imposible concluir de forma contundente que la mayoría de los vehículos se encuentran entre los límites aceptables mostrados en la tablas 8 y 9.

La tabla 21 muestra los estadísticos descriptivos de las fuerzas medidas. Los valores máximos pertenecientes a los pedales del freno y del acelerador están muy por encima de los límites establecidos; todos los mínimos están por debajo de lo definido y, como punto importante, se menciona que la desviación estándar en el mejor de los casos es de casi un 50% de la media, lo que confirma que existe gran variabilidad en las medidas tomadas, trayendo esto como consecuencia una desigualdad pronunciada de las demandas físicas exigidas a los trabajadores en la tarea de conducción.

Para profundizar los análisis se realizaron pruebas t para verificar que pedal necesita más fuerza para realizar el 100% de su recorrido. Se realizó entonces una prueba de homogeneidad de varianza de dos en dos, esta arrojo que existían diferencias significativas entre las varianzas de las

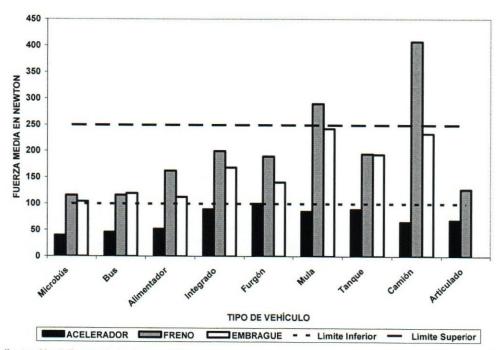


fuerzas aplicadas a cada pedal (P-Valor < 0,001). Partiendo de este supuesto se planteo una serie de pruebas t en donde se obtuvo que la fuerza de aplicación al pedal del freno es significativamente mayor, luego seguida por el embrague y por último el pedal del acelerador (P-Valor < 0,01).

Ahora observando los datos de forma estratificada y, realizando comparaciones entre estos estratos, se estudiaran las diferencias y, luego se apreciará el ajuste a las normas a través de tablas de contingencias como en el caso anterior.

	EMPRESA	ACELERADOR	FRENO	EMBRAGUE
	Media	62,63	90,87	
CM	Tamaño de la muestra	10	10	No poseen
	Desviación	14,64	19,68	este pedal
	Media	42,10	116,23	110,50
RC	Tamaño de la muestra	20	20	20
	Desviación	13,80	15,12	17,40
	Media	51,93	162,43	112,70
MM	Tamaño de la muestra	10	10	10
	Desviación	13,75	21,97	25,50
	Media	74,60	163,67	
ME	Tamaño de la muestra	10	10	No poseen
	Desviación	42,81	44,00	este pedal
	Media	78,29	232,92	208,42
TA	Tamaño de la muestra	8 4 1/2 7	8	8
	Desviación	10,59	78,33	50,53
TC	Media	96,82	216,38	162,68
	Tamaño de la muestra	34	34	34
	Desviación	33,20	80,70	42,90

Tabla 22: Estadísticos descriptivos de fuerza medida en Nw para cada pedal por empresa; Fuente: CEE



llustración 4: Fuerza de los tres pedales por empresa en contraste con los límites definidos; Fuente: CEE



En la ilustración 4 se muestra que, en todas las empresas, el pedal que requiere mayor fuerza para su activación completa es el freno, seguido del embrague y luego el acelerador. El pedal del acelerador se muestra por debajo del límite inferior en todos los casos.

Se realizaron contrastes de comparación estadística entre las empresas, los resultados obtenidos se mencionaran a continuación: se encontró evidencia estadística para aseverar la igualdad de varianza para el acelerador (P-Valor =0,094) y, la diferencia de este estadístico para el freno y el embrague (P-Valor < 0,001). El ANOVA entre los tres pedales indicó diferencias significativas entre las empresas (P-Valor < 0,001) y, partiendo de los resultados anteriores se eligió para las comparaciones pos hoc del acelerador el método de Bonferroni y para los otros dos el método T2 de Tamhane.

Para el acelerador las empresas que dieron diferencias significativas:

Empresa 1	Empresa 2	P-Valor
TC	CM	0,009
TC	RC	< 0,001
TC	MM	< 0,001
RC	MB	0,033
RC	TA	0,025
Resto	Resto	> 0,339

Tabla 23: Resultado del análisis pos hoc Bonferroni para el acelerador; Fuente: EP

Para el freno las empresas que dieron diferencias significativas:

Empresa 1	Empresa 2	P-Valor	
CM	RC	0,042	
CM	MM	< 0,001	
CM	MB	0,006	
CM	TA	0,017	
CM	TC	< 0,001	
RC	MM	< 0,001	
RC	TA	0,05613	
RC	TC	< 0,001	
Resto	Resto	> 0,110	

Tabla 24 Resultado del análisis pos hoc T2 de Tamhane para el freno; Fuente: EP

Para el embrague las empresas que dieron diferencias significativas:

Empresa 1	Empresa 2	P-Valor
RC	TA	0,005
RC	TC	< 0,001
MM	TA	0,004
MM	TC	< 0,001
Resto	Resto	> 0.220

Tabla 25: Resultado del análisis pos hoc T2 de Tamhane para el embrague; Fuente EP



A continuación se mostrarán las tablas de contingencia relacionadas al ajuste del los pedales a los criterios establecidos.

Empresa	100% A	Tatal		
Lilipiesa	Si se ajusta	No se ajusta	Total	
CM	0	10	10	
RC	0	20	20	
MM	0	10	10	
ME	0	10	10	
TA	0	8	8	
TC	7	27	34	
Total	7	85	92	

P-Valor	
< 0,024	

Tabla 26: Tablas de contingencia por empresa para el ajuste del acelerador; Fuente: EP

Empresa	100%	T-4-1		
Lilipiesa	Si se ajusta	No se ajusta	Total	
CM	4	6	10	
RC	15	5	20	
MM	1	9	10	
ME	0	10	10	
TA	0	8	8	
TC	7	27	34	
Total	27	65	92	

P-Valor	
< 0,001	

Tabla 27 Tablas de contingencia por empresa para el ajuste del freno; Fuente; EP

Empress	100% E	Tatal	
Empresa	Si se ajusta	No se ajusta	Total
RC	17	3	20
MM	7	3	10
TA	1	7	8
TC	14	20	34
Total	39	33	72

P-Valor	
< 0,001	

Tabla 28: Tablas de contingencia por empresa para el ajuste del embrague; Fuente: EP

De los hallazgos encontrados en los análisis anteriores describir las siguientes situaciones:

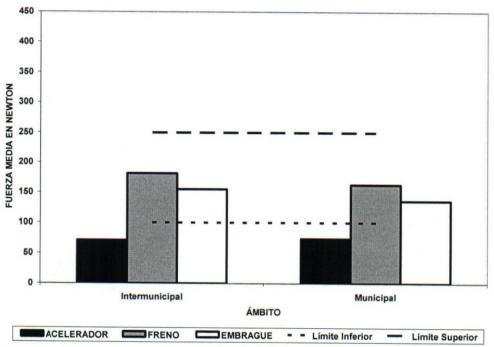
- El acelerador siempre se muestra fuera de las normas, solo en la empresa TC existe una proporción de vehículos que se ajustan.
- 2. En el caso del freno solo en RC hay un buen ajuste con las normas, en el resto de las empresas la proporción de desajuste es mayor y distintas entre sí.
- 3. En el embrague las empresas de transporte de pasajeros son las que muestran mejor ajuste, pero existe mayor proporción de ajuste que en los otros dos pedales.

Para analizar las diferencias existentes entre cada ámbito; se realizará una prueba t de muestras independientes, pero antes se realizará una prueba de homogeneidad de varianzas para saber que supuestos asumir durante la realización de la prueba.



	Ámbito	Acelerador	Freno	Embrague
	Media 70,72	70,72	181,59	155,18
Intermunicipal	Tamaño de la muestra	39	39	39
	Desviación	43,15	92,88	57,31
Municipal	Media	73,47	162,88	135,86
	Tamaño de la muestra	53	53	33
	Desviación	25,61	58,51	33,37

Tabla 29: Estadísticos descriptivos de fuerza medida en Nw para cada pedal por ámbito; Fuente: CEE



llustración 5: Fuerza de los tres pedales por ámbito en contraste con los límites definidos; Fuente: CEE

Se observa que el pedal que requiere más fuerza para la ejecución de su función es el freno y, el acelerador se encuentra por debajo de los límites propuestos. Se realizaron contrastes estadísticos en donde se determinó que en los tres pedales las varianzas de los ámbitos son diferentes (P-Valor < 0,009). El contraste entre las medias estudiadas mostró que no existen diferencias entre las medias de cada pedal para los dos ámbitos (P-Valor > 0,080), análogamente que con la empresa. A continuación se realizarán análisis de contingencia en donde se verifica el ajuste de cada pedal. Al agrupar los datos por ámbito no se reportan diferencias entres las medias de fuerza.



Ámbito	100% A	Tatal		
Ambito	Si se ajusta	No se ajusta	Total	
Intermunicipal	2	37	39	
Municipal	5	48	53	
Total	7	85	92	

P-Valor	
> 0,441	

Tabla 30: Tablas de contingencia por ámbito para el ajuste del acelerador; Fuente: EP

Á b.i.k.a	100%	Total		
Ámbito	Si se ajusta	No se ajusta	Total	
Intermunicipal	19	20	39	
Municipal	8	45	53	
Total	27	65	92	

Tabla 31: Tablas de contingencia por ámbito para el ajuste del freno; Fuente: EP

Ámbito	100% E	Total	
Ambito	Si se ajusta	No se ajusta	Total
Intermunicipal	20	19	39
Municipal	19	14	33
Total	39	33	72

P-	Valor
>	0,384

Tabla 32: Tablas de contingencia por ámbito para el ajuste del embrague; Fuente EP

De los hallazgos observados se puede afirmar:

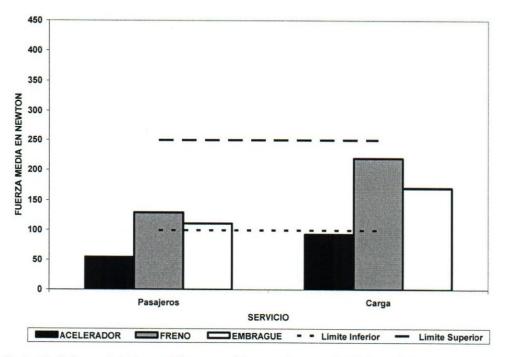
- 1. El acelerador en ambos ámbitos se encuentra desajustado en las mismas proporciones.
- Para el pedal del freno existen diferencias significativas. En este pedal se observa que la proporción de desajuste del ámbito municipal es mucho mayor.
- El embrague se muestra más ajustado a las normas que los otros dos pedales, no existe diferencias significativas entre los dos ámbitos.

El tipo de servicio será analizado igual que el punto anterior.

Servicio		Acelerador	Freno	Embrague
Pasajeros	Media	54,67	129,89	111,23
	Tamaño de la muestra	50	50	30
	Desviación	25,389	37,94	20,03
Carga	Media	93,29	219,53	171,39
	Tamaño de la muestra	42	42	42
	Desviación	30,99	79,58	47,41

Tabla 33: Descriptivos de fuerza medida en Nw para cada pedal por servicio; Fuente: CEE





llustración 6: Fuerza de los tres pedales por servicio en contraste con los límites definidos; Fuente: CEE

Las condiciones observadas con respecto al freno y acelerador se mantienen igual que en la sección anterior. La diferencia entre los parámetros de fuerza de ambos servicios es más marcado que en el gráfico anterior. El transporte de carga se muestra con los parámetros más altos. Se realizaron contrastes estadísticos en donde se determinó que para el acelerador no se mostró diferencias entre las varianzas (P-Valor = 0,299), en el caso del freno y el embrague si se observo diferencias entre las varianzas (P-Valor < 0,001), partiendo de estos supuestos se determinaron diferencias significativas entre carga y pasajeros para los tres pedales (P-Valor < 0,001). A continuación se realizarán análisis de contingencia:

Servicio	100% A	Tatal	
	Si se ajusta	No se ajusta	Total
Pasajeros	0	50	50
Carga	7	35	42
Total	7	85	92

P-Valor	
< 0,009	
	_

Tabla 34: Tablas de contingencia por servicio para el ajuste del acelerador; Fuente: EP

Servicio	100% Freno		Tatal
Servicio	Si se ajusta	No se ajusta	Total
Pasajeros	20	30	50
Carga	7	35	42
Total	27	65	92

P-Valor < 0,027



Tabla 35: Tablas de contingencia por servicio para el ajuste del freno; Fuente: EP

Servicio	100% Embrague		Total
	Si se ajusta	No se ajusta	Total
Pasajeros	24	6	30
Carga	15	27	42
Total	39	33	72

	P-Valor
	< 0,001
-	

Tabla 36: Tablas de contingencia por servicio para el ajuste del embregue; Fuente: CEE

De los hallazgos observados se puede afirmar:

- El acelerador en ambos servicios se encuentra desajustado, en transporte de pasajeros no existe un vehículo que entre en el rango definido por las normas, mientras que en carga existe un pequeño grupo.
- En el freno también predomina el desajuste pero el transporte de pasajeros se muestra con mayor proporción de ajuste que el de carga.
- 3. La mayoría de los vehículos de pasajeros que poseen este pedal se muestran en los rangos definidos por las normas, en carga es el caso contrario.

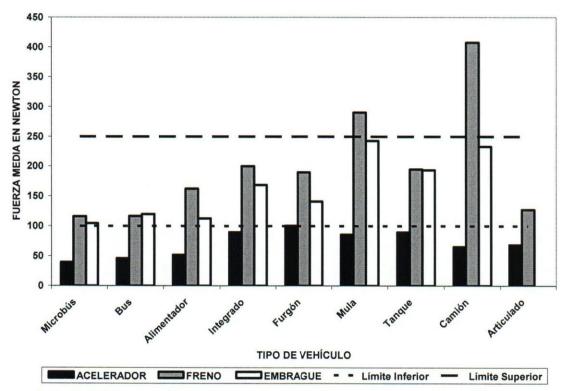
Las últimas diferencias estudiadas serán las que se conforman entre los tipos de vehículos, en este caso se utilizará el mismo procedimiento que con las empresas, aquí se podrá apreciar los vehículos que se encuentran mejor ajustados a los límites propuestos en las diferentes empresas.

	Vehículo	Acelerador	Freno	Embrague
	Media	39,53	116,00	104,33
Microbús	Tamaño de la muestra	12	12	12
	Desviación	14,89	17,38	8,46
	Media	45,95	116,59	119,75
Bus	Tamaño de la muestra	8	8	8
	Desviación	11,83	12,06	23,38
64666	Media	68,62	127,27	No poseer este pedal
Articulado	Tamaño de la muestra	20	20	
	Desviación	31,74	49,95	
	Media	51,93	162,43	112,70
Alimentador	Tamaño de la muestra	10	10	10
	Desviación	13,75	21,97	25,50
Integrado	Media	89,53	199,87	168,77
	Tamaño de la muestra	10	10	10
	Desviación	10,59	82,00	27,69
Furgón	Media	100,59	189,76	140,70
	Tamaño de la muestra	21	21	21
	Desviación	41,48	37,46	28,00



Mula	Media	85,86	290,29	243,21
	Tamaño de la muestra	7	7	7
	Desviación	10,90	59,13	20,86
Tanque	Media	89,50	194,67	193,50
	Tamaño de la muestra	2	2	2
	Desviación	3,06	143,31	48,32
Camión	Media	65,33	407,67	233,33
	Tamaño de la muestra	2	2	2
	Desviación	0,00	0,00	0,00

Tabla 37: Descriptivos de fuerza medida en Nw para cada pedal por tipo de vehículo; Fuente: CEE



llustración 7: de los tres pedales por tipo de vehículo en contraste con los límites definidos; Fuente: CEE

Los vehículos articulados son de caja automática y no poseen embrague. Se puede observar en el gráfico que el freno y el acelerador se comportan igual al resto de los gráficos, pero, se observa específicamente cuales vehículos están por fuera de los límites y cuales se ajustan correctamente.

Para este caso, se utilizaron lo mismos tipos de análisis realizados para las empresas. En los tres pedales se encontró que la varianza fue diferente para todos los pedales (P-Valor < 0,001), partiendo de ese hallazgo se encontraron diferencias significativas entre los vehículos (P-Valor <



0,001). Se eligió entonces para las comparaciones pos hoc de todos los pedales el método de Bonferroni.

Para el acelerador los vehículos que dieron significativamente diferentes entre si fueron:

Vehículo 1	Vehículo 2	P-Valor
Microbús	Integrado	0,001
Microbús	Furgón	< 0,001
Microbús	Mula	0,02
Bus	Integrado	0,036
Bus	Furgón	< 0,001
Articulado	Furgón	0,01
Alimentador	Furgón	< 0,001
Resto	Resto	> 0,09

Tabla 38: Resultado del análisis pos hoc Bonferroni para el acelerador; Fuente: EP

Para el freno los vehículos que dieron significativamente diferentes entre si fueron:

Vehículo 1	Vehículo 2	P-Valor
Microbús	Integrado	0,003
Microbús	Furgón	0,001
Microbús	Mula	< 0,001
Microbús	Camión	< 0,001
Bus	Integrado	0,01
Bus	Furgón	0,01
Bus	Mula	< 0,001
Bus	Camión	< 0,001
Articulado	Integrado	0,005
Articulado	Furgón	0,002
Articulado	Mula	< 0,001
Articulado	Camión	< 0,001
Alimentador	Mula	< 0,001
Alimentador	Camión	< 0,001
Integrado	Mula	0,007
Integrado	Camión	< 0,001
Furgón	Mula	< 0,001
Furgón	Camión	< 0,001
Tanque	Camión	< 0,001
Resto	Resto	> 0,100

Tabla 39: Resultado del análisis pos hoc Bonferroni para el freno; Fuente: EP

Para el embrague los vehículos que dieron significativamente diferentes entre si fueron:

Vehículo 1	Vehículo 2	P-Valor
Microbús	Integrado	< 0,001
Microbús	Furgón	0,003
Microbús	Mula	< 0,001
Microbús	Tanque	< 0,001
Microbús	Camión	< 0,001
Bus	Integrado	0,002
Bus	Mula	< 0,001



Bus	Tanque	0,008
Bus	Camión	< 0,001
Alimentador	Integrado	< 0,001
Alimentador	Mula	< 0,001
Alimentador	Tanque	0,002
Alimentador	Camión	< 0,001
Integrado	Mula	< 0,001
Integrado	Camión	0,03
Furgón	Mula	< 0,001
Furgón	Camión	< 0,001
Resto	Resto	> 0,108

Tabla 40: Resultado del análisis pos hoc Bonferroni para el embrague; Fuente: EP

Igual que con los puntos anteriores, a continuación se realizarán análisis de contingencia en donde se verifica el ajuste de cada pedal con respecto a las normas establecidas como referencia.

Vehículo	100% A	Total		
veniculo	Si se ajusta	No se ajusta	Total	
Microbús	0	11	11	
Bus	0	9	9	
Articulado	lo 0 20	20	0 20	20
Alimentador	r 0 10 3 7		10	
Integrado				
Furgón	3	18	21	
Mula	0	4	4	
Tanque	ue 0 2		2	
Camión	1	4	5	
Total	7	85	92	

P-Valor	
0,077	

Tabla 41: Tablas de contingencia por vehículo para el ajuste del acelerador; Fuente: EP

Vehículo	100%	100% Freno		
veniculo	Si se ajusta	No se ajusta	Total	
Microbús	7	4	11	
Bus	8	1	9	
Articulado	4	16	20	
Alimentador	1	9	10	
Integrado	ado 4 6		10	
Furgón	3	18	21	
Mula	0	4	4	
Tanque	0	0 2		
Camión	0	5	5	
Total	27	65	92	

P-Valor	
< 0,001	

Tabla 42: Tablas de contingencia por vehículo para el ajuste del freno; Fuente: EP

Vehículo	100% E	Total		
veniculo	Si se ajusta	No se ajusta	Total	
Microbús	9	2	11	
Bus	8 1		8 1	9
Alimentador	7	3	10	
Integrado	2	8	10	

P-Valor	
< 0,001	



Furgón	13	8	21
Mula	0	4	4
Tanque	0	2	2
Camión	0	5	5
Total	39	33	72

Tabla 43: Tablas de contingencia por vehículo para el ajuste del embrague; Fuente: EP

De los hallazgos observados se puede afirmar:

- En el acelerador de todos los vehículos se muestra un desajuste con respecto a las normas, solo tres vehículos de carga muestran algunos casos en donde se ajusta a la norma de referencia utilizada.
- 2. En el freno, se nota mayor cantidad de vehículos que entran en las normas, en el caso del bus y microbús se ve una mayor proporción de ajuste que de desajuste.
- El embrague se vuelve a mostrar como el pedal más ajustado a las normas sobre todo en los vehículos de transporte de pasajeros.

### 4.2.3. Ajuste timón y acelerador

Los ángulos analizados fueron los medidos en el pedal de uso más frecuente (el acelerador) y en el volante; la exposición ha estos dos controles es la mayor durante toda la tarea.

Ángulos	Tamaño de la muestra	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desviación
Angulo mínimo timón	92	0	74	74	43,30	19,54
Angulo máximo timón	92	0	74	74	48,42	16,64
Angulo máximo acelerador	92	0	68	68	42,91	14,68
Angulo mínimo acelerador	92	-63	42	105	18,10	19,88
Recorrido del acelerador	92	9	63	54	24,82	9,00

Tabla 44: Promedios de ángulos en cada control en grados; Fuente: EP

Igual que en el caso de la dinamometría se observa una gran variabilidad que hace imposible concluir de forma contundente que la mayoría de los vehículos se encuentran en la norma. La mayoría de los máximos y mínimos se encuentran fuera de los límites, la desviación de las variables geométricas estudiadas oscila alrededor del 50% de la media.

Se realizaron pruebas t para comprobar si la media de cada ángulo en estudio era igual a la norma correspondiente, en cuatro de estas pruebas se observo que no son iguales a los límites (P-Valor < 0,001), el único valor que no dio diferente fue el **recorrido del acelerador** que en la norma es de 25º (P-Valor = 0,884). Se compararon los valores extremos tanto del timón como del pedal del



acelerador; se aplicaron pruebas t para muestras relacionadas entre los valores extremos medidos, la matriz de correlación resultante fue:

PARES A COMPARAR	Tamaño de muestra	Correlación	P-Valor.	
Par 1= Angulo máximo timón y Angulo mínimo timón	92	0,911	>0,001	
Par 2 = Angulo máximo acelerador y Angulo mínimo acelerador	92	0,908	>0,001	

Tabla 45: Matriz de correlación entre ángulos extremos; Fuente: EP

Este resultado muestra que existe una fuerte correlación de los datos, luego las prueba t para muestras relacionadas mostraron los siguientes resultados:

		Diferencias relacionadas							
Pares a Comparar	Media Des	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	P-Valor	
				Inferior	Superior				
Par 1	Timón	5,120	8,122	0,847	3,437	6,802	6,046	91	< 0,001
Par 2	Acelerador	24,815	9,001	0,938	22,951	26,679	26,445	91	< 0.001

Tabla 46: Prueba de t para muestras relacionadas para el timón y el acelerador; Fuente: EP

En la tabla anterior se observa que existen diferencias significativas en los pares estudiados, los ángulos denominados como máximos y mínimos mantuvieron sus relaciones, pero en estos extremos existen disparidades con la norma utilizada como referencia. La diferencia resultante entre los ángulos del timón fue de 5 grados aproximadamente, la diferencia según la norma es de 30°. En el caso del acelerador la oscila alrededor de 25 grados que se ajusta bastante a lo medido; las discrepancias se muestran en los valores iniciales del recorrido del pedal.

### 4.3. Fase III

Según la OSHA el 30% de los programas ergonómicos producen un impacto positivo en la productividad de las empresas, este aumento es de alrededor de un 7%. En el mundo competitivo de hoy cualquier acción que produzca un aumento en la productividad de las empresas es bienvenido ya que esta fuera de contexto dar de bajas a los empleados para disminuir costos.

La intervención ergonómica propuesta está conformada por tres fases, una fase enfocada al estudio relacionado con la detección y evaluación de riesgos ergonómicos existentes, la segunda fase será en la creación y aplicación de programas educativos dirigidos al personal, el objetivo principal de esta fase es el educar a los trabajadores acerca de los riesgos detectados y las mejores formas de mitigarlos; la última fase será acerca de la generación e implantación de propuestas de mejora.



ETAPA 1	<ul> <li>Recopilación de resultados y hallazgos</li> </ul>		
ETAPA 2	Charlas educativas y entrevistas indirectas		
ETAPA 3	<ul> <li>Generación de soluciones y establecimiento de prioridades</li> <li>Estudio de factibilidad de las soluciones e implantación de las más idóneas</li> <li>Repetición de las evaluaciones realizadas en este estudio y comparación con los anteriores resultados</li> <li>Establecer estrategias de seguimiento de las soluciones implantadas</li> </ul>		

Tabla 47: Fases de la intervención propuesta; Fuente: EP

Cada fase requerirá de un equipo multidisciplinario que lleve a cabo todas las acciones establecidas, es importante establecer que el diseño de una intervención de este estilo puede ser un proyecto en si, en Venezuela este tipo de de intervenciones se denomina "Programa Ergonómico". En este momento se podría decir que nos encontramos en la etapa 2, y sería el momento adecuado para iniciar los ciclos de charlas educativas.



### **CONCLUSIONES**

Las mediciones de incomodidad mostraron un cambio significativo entre el inicio y el final de la jornada laboral para los factores estudiados, esta variación fue hacia el aumento y no enseña mucha variación entre las empresas, ámbitos y tipos de servicio. Esta incomodidad reportada parte del poco ajuste mostrado entre la antropometría de la población en estudio con la geometría de sus respectivas cabinas.

En el análisis relacionado con el ajuste antropo – geométrico la empresa RC mostró de manera consistente tener menor proporción de ajuste que las demás empresas. Por otra parte agrupando a las empresas por el factor servicio, entre las empresas de carga la empresa TC y en el caso de pasajeros la empresa RC son las que indican menor proporción de ajuste. La empresa que muestra mayor proporción de ajuste es TA y en el ámbito municipal se mostró con menor posibilidad de ajuste. El servicio de pasajeros se mostró consistentemente como el de menor proporción de ajuste

De los vehículos utilizados por las empresas, los vehículos denominados "mulas" son los que muestran mejor proporción de ajuste, los vehículos utilizados en el transporte de pasajeros casi nunca muestran una proporción de ajuste en la clasificación de aceptable mientras que los de carga sí. Con respecto a la dinamometría, en todas las comparaciones se observo como el freno es el pedal que requiere más fuerza para su total recorrido, seguido del embrague y por último el pedal del acelerador. Existe mucha variabilidad en las medidas de cada pedal, lo que muestra que no existe una estandarización de estas fuerzas entre los vehículos.

De acuerdo a las pruebas t realizadas a las medidas de fuerza promediadas por ámbito y servicio, se determinó que no existen diferencias entre ámbitos pero si entre los tipos de servicio y, en ese rubro el transporte de carga se mostró en los pedales con mayor resistencia a la realización del 100% de su recorrido.



En el factor empresa se encontró diferencias significativas, de allí las pruebas pos hoc revelaron que la empresa RC, CM y TC se mostraron diferentes en sus respectivos casos.

TC se muestra como la única con algún ajuste con respecto al acelerador, en el caso del freno sólo RC tiene un balance positivo con respecto al ajuste a las normas y, en el embrague también sólo RC y MM muestran eso, en el resto de las empresas en los tres pedales se muestran fuerzas mayores a las aceptables.

En el estudio del ámbito no existió diferencias entres las proporciones de ajuste en los pedales del acelerador y el embrague, mostrándose el acelerador como el pedal con mayor cantidad de datos fuera de la norma; solamente existió diferencias en el pedal del freno y se mostró que el ámbito municipal es el que muestra los pedales de aplicación de mayores fuerzas para completar su recorrido.

Al estudiar al factor servicio, se notan diferencias significativas entre las proporciones de ajuste en los tres pedales, entonces se puede decir que en la proporción de ajuste en transporte de pasajeros para el pedal del acelerador esta completamente desajustada; en el pedal del freno se observa mayor proporción de desajuste pero existe un porcentaje de vehículos que se encuentran conforme con las normas; el embrague en este caso aparece en el transporte de pasajeros con un ajuste considerable a las normas, en carga hay también un buen porcentaje de ajuste pero predomina el desajuste.

En el estudio del tipo de vehículo se observa el mismo comportamiento que el estudio del servicio, ya que se discrimina cada servicio en el tipo de vehículos, los vehículos con mejor ajuste son los de pasajeros para el embrague. En el caso del freno se muestran al los buses y microbuses como los mejor ajustados; en los integrados, articulados, alimentadores y furgones existe algún ajuste pero predomina el desajuste. En el embrague hay mayor cantidad de vehículos ajustados, los que tienen mayor proporción de ajuste son los buses, microbuses, alimentadores y furgones, el resto poseen algunos alguna proporción de ajuste pero el desajuste es mayor.

Las posiciones angulares iniciales y finales de los pedales no son las referidas por la norma pero el recorrido sí. En relación con el timón se observó un ajuste muy pobre, por lo tanto, limita la posición con respecto al conductor.

Se estableció una intervención ergonómica que consta de 3 etapas, en este momento la 1era etapa, es la que se muestra en este informe, debido a que esta etapa es la de identificación y evaluación de riesgos.



### **RECOMENDACIONES**

A partir de estos hallazgos se recomienda que se organice en cada empresa un programa de capacitación que tenga como objetivo mejorar el ajuste antropo-geométrico a la cabina. Es necesario observar las factibilidades de compra o fabricación de partes de la cabina como la silla, de tal forma que la nueva sea ajustable a la población o se ajuste al conductor asignado.

Un programa de mantenimiento que se encargue de calibrar los pedales de los vehículos de tal forma que ajusten a la escala mencionada, pero se tiene que hacer la salvedad de que estos límites fueron definidos para la población americana, por lo tanto, se debería definir un límite superior de fuerza menor al que tiene la norma (249 N), se sugiere que este sea de 200 N para así hacer justicia a las diferencias existentes entre la población americana y la colombiana.

Los pedales más críticos son el acelerador y el freno, debería existir una paridad entre las fuerzas necesarias para provocar su total recorrido, se observa siempre que el acelerador es el que requiere menos fuerza, a tal punto que es mucho menor a lo referido por la norma, por razones de seguridad el pedal del acelerador no debería ofrecer tan poca resistencia para así lograr que el conductor no vaya a exceso de velocidad con tanta facilidad. El embrague tampoco debería ofrecer mucha resistencia para que no se haga difícil realizar un cambio de velocidad, debemos recordar que las jornadas laborales de estos trabajadores en promedio exceden las 8 horas, por lo tanto las resistencias que deben ofrecer los pedales no debe ser excesivas. Fuerzas ejercidas superiores a lo establecido y la repetitividad de un movimiento puede ocasionar una lesión osteo-muscular que comienza con la incomodidad reportada.



### **BIBLIOGRAFÍA**

- ASEGURADORA DE RIESGO PROFESIONAL (ARP) Bolívar (2002). Informe operativo y de resultados
- CORLETT, E. N. and BISHOP, R. P. A TECHNIQUE FOR ASSESSING POSTURAL DISCOMFORT.
   1976, Ergonomics, 19(2), 175-182.
- CHAPARRO P., GUERREO J. CONDICIONES DE TRABAJO Y SALUD EN CONDUCTORES DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO EN BOGOTÁ, D.C. Revista de Salud Pública 3 (2): 171, 2001
- CHINER, Mercedes; DIEGO, Antonio y ALCAIDE, Jorge. LABORATORIO DE ERGONOMÍA. 1era edición, Editorial Alfaomega y Universidad Politécnica de Valencia.
- CORTÉS, José María. SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO, Técnicas de prevención de riesgos ambientales. 3era Edición, Editorial Alfaomega y Tébar.
- DIFFRIENT N., TILLEI AR., HARMAN D. HUMANSCALE 4/5/6. Henry Dreyfuss Associates. 1981, USA.
- FERRER V., F.; MINAYA L., G.; NIÑO E., J.; RUIZ R., M. MANUAL DE ERGONOMÍA. Editorial MAPFRE, 1995, España.
- KROEMER, K.; GRANDJEAN, E. FITTING THE TASK TO THE HUMAN, A TEXT BOOK OF OCCUPATIONAL ERGONOMICS. 5th edition, Taylor & Francis Editorial
- MONDELO, Pedro; GREGORI, Enrique y BARRAU, Pedro. ERGONOMÍA 1: FUNDAMENTOS. 3era Edición, Editorial Alfaomega y Ediciones UPC, 2000.
- MONDELO, Pedro; GREGORI, Enrique; BLASCO, Joan y BARRAU, Pedro. ERGONOMÍA 3:
   DISEÑOS DE PUESTOS DE TRABAJO. 2era Edición, Editorial Alfaomega y Ediciones UPC, 2000.
- SIEGEL, Sidney. ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA APLICADAS A LA CIENCIA DE LA CONDUCTA. Biblioteca Técnica de Psicología, Editorial Trillas, 1972, México.



### **PÁGINAS WEB**

www.dane.gov.co

### **CONVENIOS**

 Convenio nº 153 de la Organización Internacional del Trabajo sobre duración del trabajo y períodos de descanso en transportes por carretera, 1979.

### **NORMAS**

International Organization for Standardization (ISO). INTERNATIONAL STANDARD ISO 7250: 1996
 (E) BASIC HUMAN BODY MEASUREMENTS FOR TECHNOLOGICAL DESIGN. 1996, Geneva, Switzerland.



### **ANEXOS**



### **ANEXO 1: PROTOCOLOS DE MEDICIÓN**

### 1. DINAMOMETRÍA Y GEOMETRÍA DE LOS PEDALES

La dinamometría es el estudio que se realiza en cualquier tipo de control, y consiste en registrar la fuerza necesaria para su activación. La geometría de los pedales (recorridos angulares) será medida también en este proceso.

### 1.1. Medición de esfuerzo en los pedales.

Para la medición de fuerzas en los pedales se tiene que tener en cuenta que existen tres tipos de pedales, el embrague, el freno y el acelerador, los cuales deben ser medidos de forma individual.

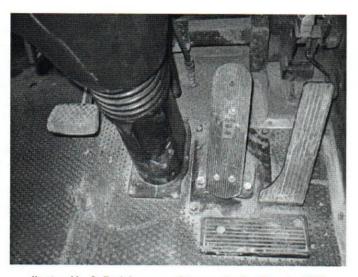


Ilustración 8: Pedales sometidos a estudio; Fuente: CEE

### Paso 1:



llustración 9: Dinamómetro para medir fuerzas en tareas de halar y empujar; Fuente: CEE



### Paso 2:

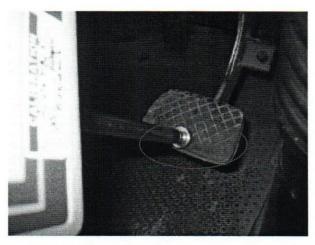


Ilustración 10: Colocación del dinamómetro para la medición; Fuente: CEE

El dinamómetro debe estar de forma perpendicular al pedal y el instrumento debe ubicarse en el punto de contacto entre el pedal y el pie del conductor, siendo esta el área de mayor uso por parte del conductor, en donde se ve un desgaste del material que generalmente es de caucho.

### Paso 3:



Ilustración 11: Ubicación del dinamómetro; Fuente: CEE

El dinamómetro debe tomarse con las dos manos para darle firmeza, y de esta manera comenzar la compresión del pedal del embrague hasta el máximo de recorrido que este permita sin tocar el tope, ya que de hacerlo, distorsionaría las medidas sobredimensionándolas. En este punto el operario debe sostener el instrumento por un momento para leer en la pantalla de visualización los datos arrojados. Esta compresión del pedal debe realizarse 3 veces, calibrando el instrumento a ceros, para sacar un promedio y así obtener un dato confiable.



Las posiciones angulares se obtienen con un instrumento llamado Goniómetro que mide el recorrido del pedal en grados.

### Paso 1:



Ilustración 12: Ubicación del goniómetro para la medición del los ángulos; Fuente: CEE

Se busca un lugar referencia en donde ubicar el goniómetro dentro del habitáculo de los pedales, para empezar a medir las posiciones definidas.

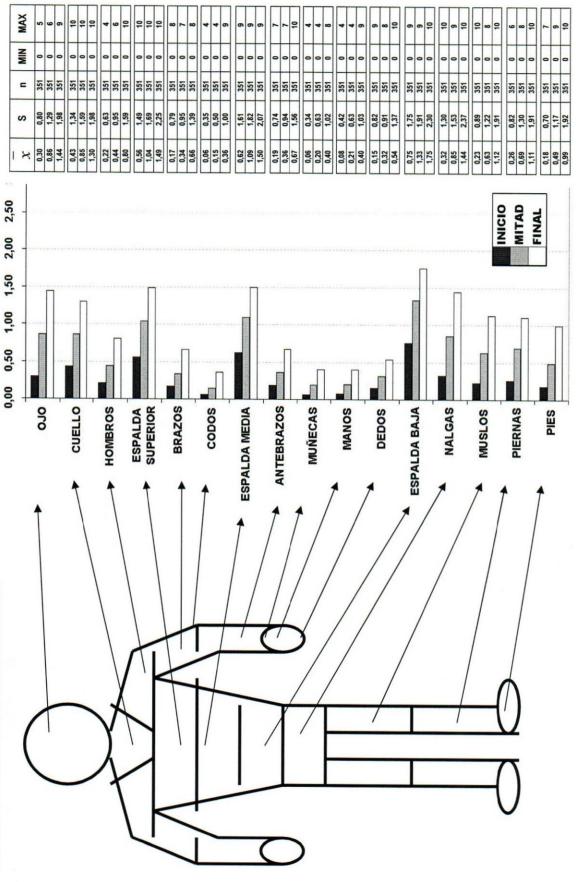
### Paso 2:



Ilustración 13: Medición de la posición inicial del pedal del freno

Se mide con el goniómetro la posición del pedal en su estado normal sin ninguna compresión (0% de recorrido). Teniendo esta medida, se prosigue a tomar la posición con máxima compresión (100% del recorrido) con el vehículo prendido para que la bomba de aire funcione en un nivel de presión adecuado y con la ayuda de una persona que comprima este pedal hasta su máximo recorrido sin tocar el tope.





### INCOMODIDAD GENERAL POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

INCOMODIDAD EN EL DÍA 1 POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

### INCOMODIDAD EN EL DÍA 2 POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

MAX

Z

20 20

0,24

20 20

1,54

1,03

20 20

1,16

20 20

1,95

20 20

1,07 1,25 1,37 0,27 0,76 1,05

20 20

0,14

1,13

20 20

2,07

20 20 20

1,43 1,61 2,48 0,45 1,95 1,64

1,50

## INCOMODIDAD EN EL DÍA 3 POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

## INCOMODIDAD EN EL DÍA 4 POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

9 E

MAX

Z

=

20 20

20 20

20 20

20 20 20

2 2 2

20 20

50 50

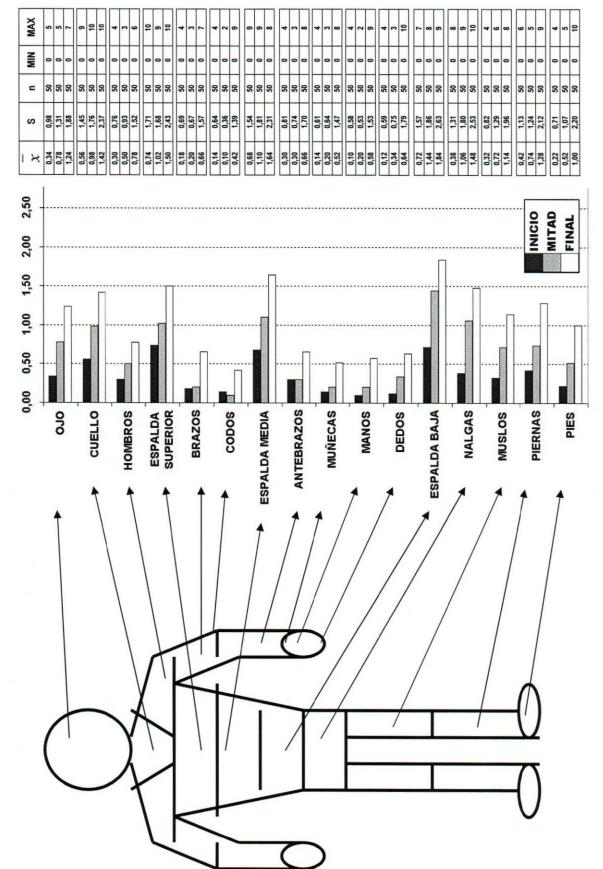
50 50

20 20 20

20 20

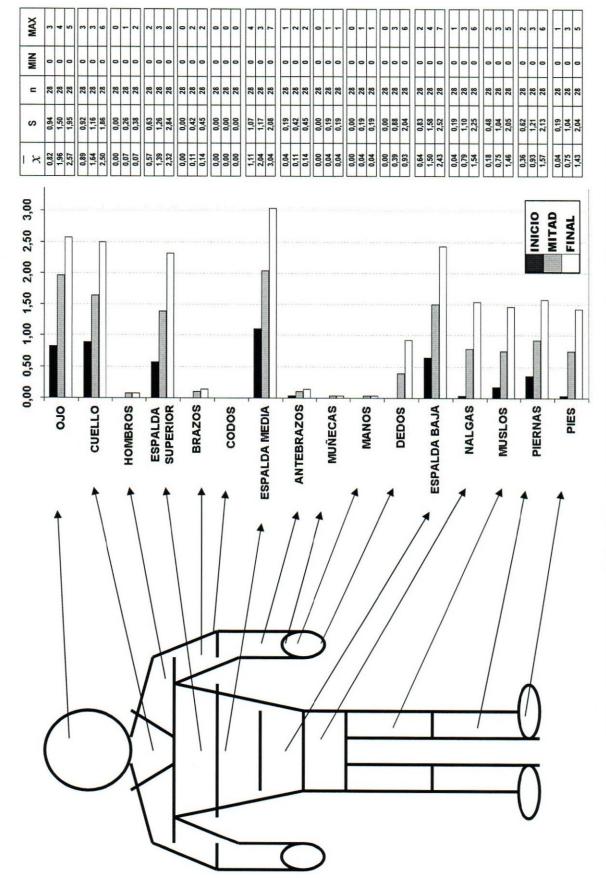
## <u>INCOMODIDAD EN EL DÍA 5 POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL</u>

52



INCOMODIDAD EN EL DÍA 6 POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

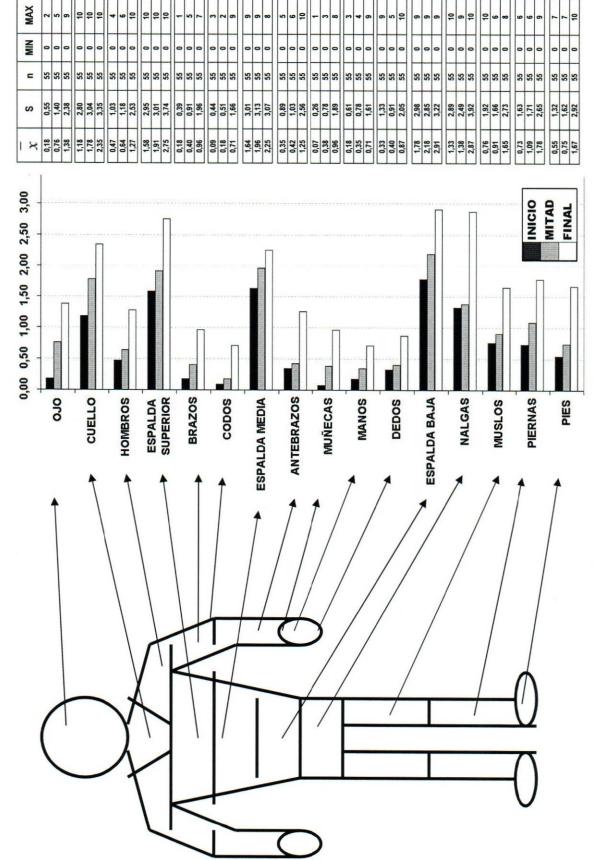
### <u>INCOMODIDAD EN EL DÍA 7 POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL</u>



INCOMODIDAD EN LA EMPRESA CM POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

\$ C

# INCOMODIDAD EN LA EMPRESA MB POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

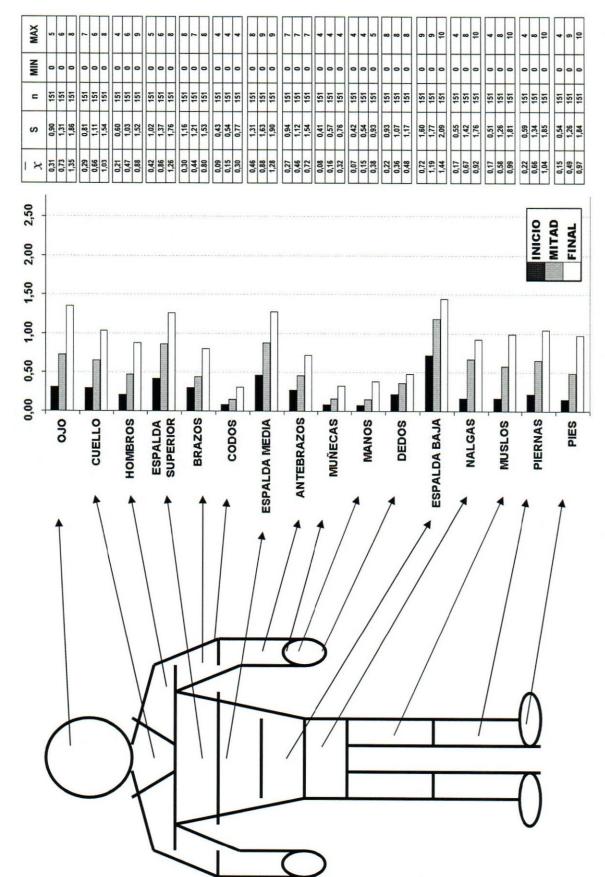


INCOMODIDAD EN LA EMPRESA RC POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

<u>INCOMODIDAD EN LA EMPRESA TC POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL</u>



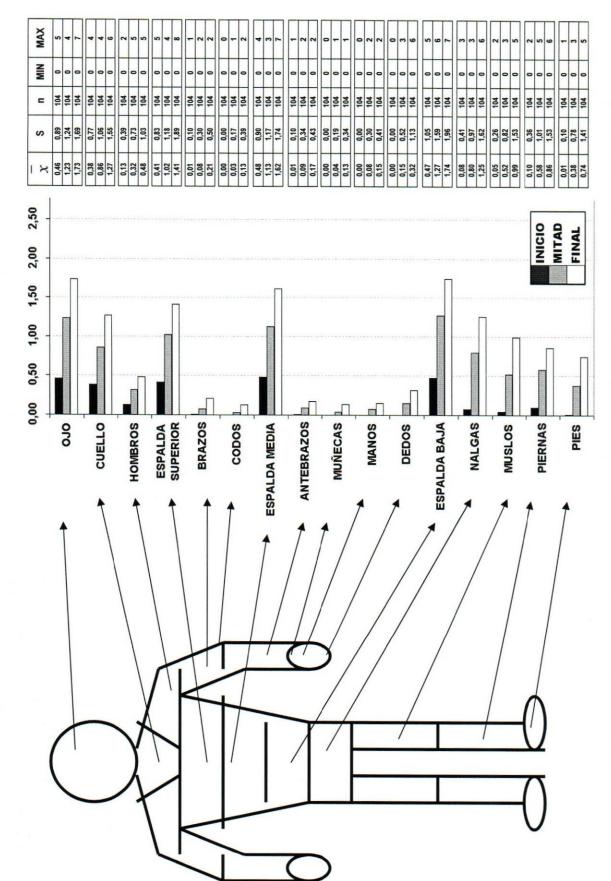
<u>INCOMODIDAD EN LA EMPRESA TA POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL</u>



INCOMODIDAD EN EMPRESAS DE CARGA MUNICIPAL POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

INCOMODIDAD EN EMPRESAS DE CARGA INTERMUNICIPAL POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

5 E



INCOMODIDAD EN EMPRESAS DE PASAJEROS MUNICIPAL POR MOMENTO DE LA JORNADA LABORAL

TRABAJO DE ASCENSO



### **ANEXO 3: VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS**

Una variable antropométrica es una característica del ser humano que puede cuantificarse, definirse, tipificarse y expresarse en una unidad de medida; tienen componentes tanto genéticos como medioambientales y pueden utilizarse para definir la variabilidad individual o de la población. Actualmente se han descrito hasta 2200 variables antropométricas, la mayoría de ellas son medidas lineales y son hechas por instrumentos adecuados (métricos); otras variables pueden requerir métodos o instrumentos especiales.

En el caso de las variables utilizadas en este trabajo a continuación se describirán, según la norma ISO 7250:1996.

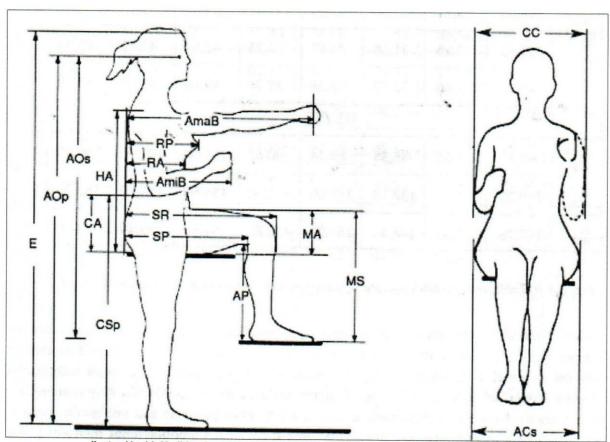


Ilustración 14: Medidas Antropométricas; Fuente: MONDELO, GREGORI & BARRAU, 2000

Estatura (E), Altura de ojos de pie (AOp), Altura de ojos sentado (AOs), Altura del Acromio (HA), Altura codo-asiento (CA), Altura codo suelo de pie (CSp), Profundidad del torax (RP), Profundidad del abdomen (RA), Alcance mínimo con agarre (AmiB), Alcance máximo con agarre (AmaB), Distancia sacro-rótula (SR), Distancia sacro poplítea (SP),



Altura poplítea (AP), Altura muslo-asiento (MA), Altura muslo-suelo (MS), Distancia codo-codo (CC), Ancho de caderas sentado (ACs).

### **DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS ESTUDIADAS**

- Altura de pie: Distancia vertical desde el piso hasta el punto más alto de la cabeza (Vértice).
- Altura sentado: Distancia vertical desde la superficie horizontal del asiento hasta el punto más alto del de la cabeza (Vértice).
- Altura poplítea: Distancia vertical desde el piso donde descansan los pies hasta la superficie inferior del muslo inmediatamente atrás de la rodilla, con la pierna doblada en ángulo recto.
- Distancia sacro-poplítea: Distancia horizontal desde la superficie inferior del muslo inmediatamente atrás de la rodilla hasta la parte más lejana de la zona sacra.
- Ancho de caderas: Distancia medida entre las porciones más sobresalientes de la cadera.
- Alcance horizontal mínimo con agarre: Distancia horizontal desde la superficie vertical de la espalda hasta el eje del agarre de la mano, en máxima extensión del brazo.
- Alcance horizontal máximo sin agarre: Distancia horizontal desde la superficie vertical de la espalda hasta la punta de los dedos, en máxima extensión del brazo y mano.
- Anchura bideltoidea: Distancia entre las máximas protuberancias del músculo deltoides del brazo derecho e izquierdo.

Tabla 48: Descripción de las medidas antropométricas, Fuente: ISO 7250:1996