

Universidad del Bío-Bío
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial

Profesor(a) Guía:
Claudia Bañados Castro



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**“ESTUDIO DE MERCADO SOBRE CÓMO EL SEDENTARISMO
LABORAL AFECTA EN EL DESARROLLO DE ENFERMEDADES
MUSCULO-ESQUELÉTICAS EN LOS TRABAJADORES DE OCHO
INSTITUCIONES DE LA COMUNA DE TALCAHUANO “**

**"MARKET STUDY ON HOW LABOR SEDENTARISM AFFECTS THE
DEVELOPMENT OF MUSCLE-SKELETAL DISEASES IN WORKERS
FROM EIGHT INSTITUTIONS OF THE COMMUNITY OF
TALCAHUANO"**

Concepción, enero de 2022

Catherine S. Araneda Sarzoza
Ingeniería Civil Industrial

INDICE

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.....	5
1.1. INTRODUCCIÓN	5
1.2. ORIGEN DEL TEMA	6
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.	8
<i>Objetivo general.....</i>	<i>8</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>8</i>
CAPITULO 2: MARCO TEORICO.	9
2.1. ANTECEDENTES DEL SEDENTARISMO.	9
2.2. SEDENTARISMO LABORAL Y ENFERMEDADES MUSCULO ESQUELÉTICAS.	12
2.3. EL RENDIMIENTO LABORAL.	15
2.4. RENDIMIENTO LABORAL Y SALUD.	17
2.5. TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO DEL SEDENTARISMO Y EL RENDIMIENTO LABORAL.	18
2.6. MÉTODOS PARA IDENTIFICAR LA RELACIÓN CAUSAL ENTRE EL COMPORTAMIENTO SEDENTARIO DE LOS TRABAJADORES Y EL DESARROLLO DE ENFERMEDADES MUSCULO-ESQUELÉTICAS.	19
3. CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO	25
3.2. VARIABLES DE ESTUDIO.	26
3.3. ÁRBOLES DE DECISIÓN.....	26
4. CAPITULO 4: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	27
4.1. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO.....	27
4.2. VARIABLES DE ESTUDIO.	28
4.3. TAMAÑO DE MUESTRA.	30
4.4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN PROPUESTO	31
4.5. TRATAMIENTO DE DATOS PARA REGRESIÓN LOGÍSTICA	32
4.6. MODELOS DE REGRESIÓN	35
4.6.1 <i>Primer Modelo.....</i>	<i>35</i>
4.6.2 <i>Segundo Modelo.....</i>	<i>36</i>
4.6.3 <i>Tercer Modelo</i>	<i>37</i>
4.7. ÁRBOLES DE DECISIÓN	44
5. CAPITULO 5: INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS.	51
5.1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.	51
5.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA PROPORCIÓN.	57
5.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS CON TABLAS DE CONTINGENCIA.	60
6. CAPITULO 6: DISCUSIÓN	64
7. CAPITULO 7: CONCLUSIONES.....	66
8. CAPITULO 8: RECOMENDACIONES.....	67
9. ANEXO	69
9.1. TÉCNICAS DE MUESTREO.....	69

10. BIBLIOGRAFÍA.....70

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: COEFICIENTES DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DEL PRIMER MODELO.....35

TABLA 2: SIGNIFICANCIA, BONDAD DE AJUSTE Y TABLA DE CLASIFICACIÓN DEL PRIMER MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA.....36

TABLA 3: COEFICIENTES DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DEL SEGUNDO MODELO.....37

TABLA 4: SIGNIFICANCIA, BONDAD DE AJUSTE Y TABLA DE CLASIFICACIÓN DEL SEGUNDO MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA.....37

TABLA 5: COEFICIENTES DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DEL TERCER MODELO.....38

TABLA 6: SIGNIFICANCIA, BONDAD DE AJUSTE Y TABLA DE CLASIFICACIÓN DEL TERCER MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA.....38

TABLA 7: VARIABLES CON SUS COEFICIENTES Y ESTADÍSTICOS DEL MODELO 3.40

TABLA 8: VALORES DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES PARA PRONOSTICAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.43

TABLA 9: SUMA DE PRODUCTOS TRABAJADOR 1 Y 2.43

TABLA 10: VARIABLES CON MAYOR JERARQUÍA EN EL PRIMER ÁRBOL DE DECISIONES.46

TABLA 11: VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL PRIMER ÁRBOL DE DECISIONES.....46

TABLA 12: VARIABLES CON PESO RELATIVO MAYOR PARA EL ÁRBOL DE DECISIONES ASOCIADO A LAS MUJERES.....47

TABLA 13: VARIABLES CON PESO RELATIVO MAYOR PARA EL ÁRBOL DE DECISIONES ASOCIADO A LOS HOMBRES.50

TABLA 14: TABLA DE CONTINGENCIA ENTRE HOMBRES Y MUJERES QUE PADECEN Y NO PADECEN ENFERMEDAD MUSCULAR.60

TABLA 15: RECORTE DE TABLA DE CONTINGENCIA CON FRECUENCIA ESPERADA CONSTRUIDO EN STATGRAPHICS.....60

TABLA 16: TABLA DISTRIBUCIÓN X^261

TABLA 17: TABLA DE CONTINGENCIA DE PERSONAS SEDENTARIAS Y NO SEDENTARIAS, TRABAJADORES QUE TIENEN Y NO TIENEN ENFERMEDAD MUSCULAR.62

TABLA 18: RECORTE DE TABLA DE CONTINGENCIA CON FRECUENCIA ESPERADA CONSTRUIDO EN STATGRAPHICS.....62

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DE TALCAHUANO CON LAS UBICACIONES DE LOS ESTABLECIMIENTOS MUESTREADOS.....27

FIGURA 2: ÁRBOL DE DECISIONES AGRUPADO SEGÚN RANGO EDAD, TIPO DE ESTABLECIMIENTO E IMC.46

FIGURA 3: ÁRBOL DE DECISIONES ASOCIADO A LAS MUJERES TRABAJADORAS.....47

FIGURA 4: ÁRBOL DE DECISIONES ASOCIADO A LOS HOMBRES TRABAJADORES.50

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PORCENTAJE DE SEDENTARISMO SEGÚN RANGO ETARIO.8

GRÁFICO 2: CANTIDAD DE HOMBRES Y MUJERES POR ORGANIZACIÓN.51

GRÁFICO 3: PORCENTAJES DE TRABAJADORES HOMBRES Y MUJERES.....52

GRÁFICO 4: CANTIDAD DE TRABAJADORES SEDENTARIOS POR ORGANIZACIÓN.52

GRÁFICO 5: PORCENTAJES DE TRABAJADORES HOMBRES Y MUJERES SEDENTARIOS Y NO SEDENTARIOS.53

GRÁFICO 6: CANTIDAD DE TRABAJADORES SEDENTARIOS Y NO SEDENTARIOS POR CADA GÉNERO SEGÚN LOS
DATOS DE LA MUESTRA.54

GRÁFICO 7: COMPARACIÓN DE PROPORCIÓN ENTRE TRABAJADORES HOMBRES Y MUJERES, RESPECTO DEL
PORCENTAJE DE SEDENTARISMO Y NO SEDENTARISMO.....55

GRÁFICO 8: PORCENTAJES DE TRABAJADORES QUE PADECE O NO PADECE ENFERMEDAD MUSCULAR EN LA
MUESTRA.....55

GRÁFICO 9: GRÁFICOS CIRCULARES CON EL PORCENTAJE DE TRABAJADORES SANOS Y CON ENFERMEDADES
MUSCULARES.....56

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.

1.1. Introducción

En las últimas décadas de la edad contemporánea, la sociedad en general, sufre una serie de transformaciones debido al avance de la ciencia y la tecnología que influyen en dos grandes propósitos: el alcance del bienestar del ser humano y una serie de enfermedades que pueden ser consideradas como las pandemias de este siglo. Estas nuevas realidades implican un cambio en los trabajos que involucran mayor cantidad de esfuerzo físico a otros que favorecen el sedentarismo, por lo tanto, se puede decir que los trabajos son transformados por estos factores.

En cuanto al sedentarismo, este es motivo de la importancia del ejercicio físico como un elemento que mejora la productividad en las empresas, relacionada a más motivación de sus empleados, donde estos exteriorizan situaciones relacionadas con el sedentarismo con efectos en el rendimiento laboral. Es por esto que es importante la actividad física ya que incide de manera positiva en la disminución del riesgo cardiovascular, el cáncer de colon, la depresión y la ansiedad.

En relación a esta situación, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) señala que es necesario aumentar los niveles de actividad física, ya que el ejercicio físico favorece no solo en la productividad sino también en el bienestar psicológico, debido a que se relaciona de manera positiva con los estados de ánimo positivos y la disminución de sentimientos negativos que afectan y perturban en el rendimiento y la productividad en la persona. Por otro lado, la OMS afirma que un aumento del consumo de oxígeno está directamente relacionado con una mejor calidad y esperanza de vida de las personas, puesto que el ejercicio disminuye los accidentes y problemas relacionados a músculos, tendones, ligamentos y nervios.

Los resultados de esta investigación pretenden confirmar la convicción científica de que las personas que realizan ejercicio físico regularmente, en este caso en el ámbito laboral, gozan de una mejor salud y previenen de muchas enfermedades, incrementa la energía, agudiza nuestra capacidad de concentración y la memoria, gracias a una mejor irrigación el cerebro mejora el estado de ánimo al liberar

endorfinas y serotonina, e incrementa nuestra capacidad para priorizar. Sin embargo según una encuesta realizada por el portal Trabajando.com, un 45% de los trabajadores chilenos sufre dolores de espalda derivados del trabajo de oficina. (Vargas, 2015)

1.2. Origen del tema

El origen del tema “Estudio de mercado sobre cómo el sedentarismo laboral afecta en el desarrollo de enfermedades músculo-esqueléticas en los trabajadores de 8 instituciones de la comuna de Talcahuano” fue propuesto por la alumna Catherine Araneda Sarzoza, estudiante de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad del Bío-Bío.

Con el fin de identificar la relación causal entre el comportamiento sedentario de los trabajadores con el desarrollo de enfermedades músculo-esqueléticas mediante el análisis de regresión logística, los árboles de decisiones y la prueba de hipótesis de la actividad física.

1.3. Definición del problema

No todos somos conscientes de que pasar 8 horas diarias sentados en un escritorio, ni del aumento del uso de los medios de transporte “pasivos” que también ha reducido la actividad física, pueden tener un impacto negativo en nuestra salud, y es que esta actividad cotidiana, sumada al hábito de ganar tiempo sacrificando el movimiento físico, se convierte en una bomba de tiempo potencialmente peligrosa que según la Organización Mundial de la Salud se ha convertido en el cuarto factor de riesgo de las enfermedades no transmisibles y al que se le atribuyen el 6% de las muertes mundiales, además de la falta de energía, mal humor, estrés, dolores musculares y propensión a sufrir múltiples enfermedades, donde son sólo algunas de las consecuencias. (EL MUNDO, 2018)

Esta situación genera una gran preocupación, ya que existe conocimiento del impacto positivo que tienen los estilos de vida activos sobre la salud, tanto a nivel físico como psicológico y social. La promoción de la salud en el trabajo es una medida efectiva para disminuir la deserción del trabajo y minimizar la pérdida de productividad. Estas realidades comprobadas permiten resaltar la importancia del ejercicio físico como un aspecto estratégico para mejorar la salud física y psicológica de los trabajadores y como consecuencia de esto, el aumento del rendimiento y la productividad en las organizaciones.

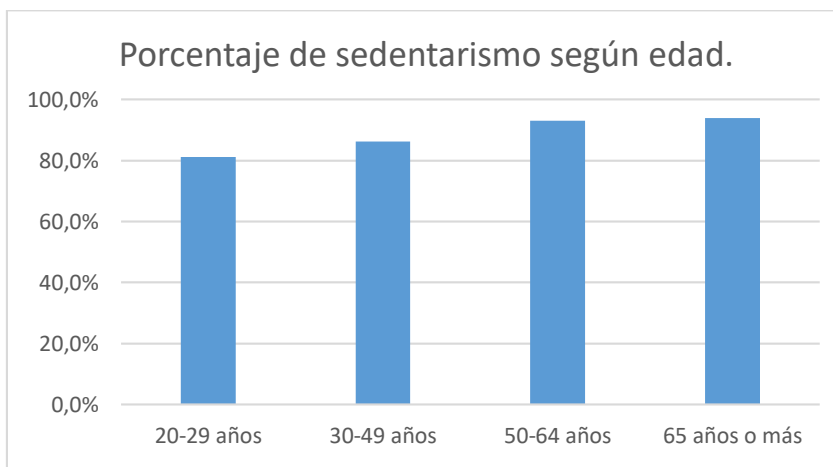
Con los antecedentes enunciados anteriormente, es claro que existe un problema respecto de la salud de los trabajadores, que hasta el día de hoy no se le ha dado cobertura necesaria para abordarla de forma satisfactoria, y esto se ve reflejado en los resultados de la última Encuesta Nacional de Salud del año 2016-2017 (Ministerio de Salud, 2018), en la que a partir de una muestra de 6.233 encuestados, con una representatividad nacional y una población objetivo de personas de 15 años o más residentes en Chile dio como resultado un 86,7% de personas sedentarias, entendiendo que una persona sedentaria es aquella que en los últimos 30 días no practicó deporte o realizó actividad física fuera de su horario de trabajo, durante 30 minutos o más.

El porcentaje mencionado en el párrafo anterior incluye a toda la población encuestada, sin importar su sexo ni su rango etario, por lo que para enfocar la problemática al objetivo de este estudio de mercado es necesario citar cifras respecto de la población que realiza actividades laborales, es decir, los sedentarios laborales.

En el gráfico N°1 se pueden observar los resultados de la Encuesta Nacional de Salud del año 2016-2017 los que acusan que un 81,2% de las personas entre los 20 y los 29 años son sedentarios, un 86,2% de las personas entre los 30 y los 49 años se encuentran dentro de la misma categoría, un 93% de las personas entre 50 y 64 años son sedentarios, y, por último, de aquellos individuos que tienen 65 años o más,

el 94% no realizó actividad física durante los últimos 30 días cuando fueron encuestados.

Gráfico 1: Porcentaje de sedentarismo según rango etario.



Fuente: Elaboración propia.

1.4. Objetivos del estudio.

Objetivo general

Evaluar cómo el sedentarismo laboral puede afectar la salud de trabajadores de 8 instituciones de la comuna de Talcahuano en el desarrollo de enfermedades músculo-esqueléticas mediante antecedentes y parámetros básicos de salud y fisiológicos.

Objetivos específicos

- Generar bases de datos a través de operativos kinesiológicos, con antecedentes, parámetros de salud y fisiológicos de cada trabajador, con el fin de tener toda la información agrupada para su posterior estudio.
- Describir la población de trabajadores en base a sus antecedentes personales, parámetros de salud y establecimiento laboral, por medio de análisis de gráficos y test estadísticos.
- Identificar la relación causal entre el comportamiento sedentario de los trabajadores con el desarrollo de enfermedades músculo-esqueléticas.

- Crear de un modelo predictor del potencial desarrollo de enfermedades musculares asociado a las variables estudiadas en las bases de datos.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO.

2.1. Antecedentes del sedentarismo.

El estilo de vida que se lleva actualmente, en muchos casos caracterizado, por alimentación inadecuada, ausencia del cumplimiento de actividades físicas, y presencia de estrés, ha dado origen al apareamiento de enfermedades como, diabetes, enfermedades musculares, hipertensión arterial, alteraciones hormonales, fallas en el sistema nerviosos central (falta de coordinación).

Para comprender mejor el origen y desarrollo del sedentarismo, se analiza esta posición del ser humano en su avance a partir del nomadismo a lo largo de la evolución de la cultura del ser humano; y también el avance de la tecnología dado en los últimos años, para darle toda clase de comodidades y que todo lo tenga al alcance de su mano, sin realizar mayor esfuerzo físico.

Históricamente el nomadismo era el vivir errante, el carecer de domicilio, decía Heidegger (*) para el cual el lenguaje es el domicilio del ser, el hombre ha vagado por la Naturaleza buscando su horizonte y medios de subsistencia. Fue creando símbolos para poder permanecer en ella, estas producciones conjugaban las sendas a través de las cuales atravesar el mundo, generoso u hostil, según las circunstancias de lo natural y lo histórico. El descubrimiento de la herramienta y la máquina, prolongación instrumental de las extremidades humanas, como pasos de lo tecnológico en la proyección del hombre hacia su identidad antropológica que le permitiría el proceso de mediatización que implica toda cultura. Inicialmente el ser humano sería errante, el cambio al sedentarismo implica la busca de un lugar en el mundo y ese lugar supone seguridad, referencia, anclaje, habitabilidad, seguridad y domiciliarse. El sedentarismo se interrelaciona con la tierra y lo agrario, el hombre se domicilia y comienza a sembrar, y continua con su actividad de caza, pesca y recolecta frutas silvestres. Deja de deambular, para iniciar su vida en un lugar y jerarquiza la tierra, como referente de las identidades étnico-sociales donde nomadismo y sedentarismo son sucesión evolutiva, jerarquizan lo nómada a

través de una cultura sedentaria que es para todos por igual. Dicha homogeneización hace a todos lo mismo, pero ¿dónde? Ya que desaparecen los espacios urbanos, las ciudades, las casas y domicilios, por los rápidos avances de la industrialización que reducen los territorios, y la incontrolada explotación de los recursos naturales que amenaza el medio ambiente, la globalización que exige la competitividad y obliga a la capitalización, ponen en aprietos la existencia de los pueblos (Heidegger, 1983)

En conclusión, el viajar constantemente en un estilo de vida nómada que se da en los inicios de la vida humana, obligaba al ser humano estar en constante actividad. Con el paso del tiempo cuando ya logra ubicarse en un determinado sitio, su vida se torna más tranquila, menos agitada y se inician los procesos de sedentarismo. A esta situación se añade el apareamiento de la tecnología para ubicar al ser humano en un contexto de total comodidad, ya no necesita mayor esfuerzo para cumplir sus tareas. Resulta importante destacar lo que expresan Márquez, Rodríguez y De Abajo, ellos dicen:

En los últimos años, numerosos estudios epidemiológicos y experimentales han confirmado que la inactividad es causa de enfermedad y que existe una relación dosis/respuesta entre actividad física y/o forma física y mortalidad global. Las personas que mantienen unos niveles razonables de actividad, especialmente en la edad adulta y en la vejez, tienen una menor probabilidad de padecer enfermedades crónicas o una muerte prematura. Por otra parte, hay que considerar los costes económicos en términos de enfermedad, ausencia del trabajo o sistemas de salud. Se calcula que los costes médicos de las personas activas son un treinta por ciento inferiores a los que ocasionan aquellas inactivas. Podemos afirmar que la actividad física contribuye a la prolongación de la vida y a mejorar su calidad por medio de beneficios fisiológicos, psicológicos y sociales. En este artículo revisaremos brevemente cuáles son los efectos terapéuticos y preventivos de la actividad física en diversas enfermedades y condiciones. (Márquez, Rodríguez Ordax, & y De Abajo Olea, 2006)

El sedentarismo es una tendencia social que en la actualidad se presenta por la serie de peligros que se dan en los espacios públicos, la mayoría de personas prefiere comunicarse y trabajar en casa e interrelacionarse por las redes sociales. En los trabajos administrativos o técnicos al trabajador le ofrecen un módulo, un computador y en ese entorno debe cumplir las tareas, en ocasiones el trabajo es tan absorbente

que no hace ningún movimiento físico durante las ocho horas, a excepción del tiempo que le dan para la hora de almuerzo, inclusive en ciertos casos los alimentos los toma sentado en su escritorio, sin levantarse para nada, ese el caso más peligroso para tener secuelas en la salud, que se inicia con dolores en la columna especialmente cervical, luego dolor en las articulaciones de los brazos y muñecas. Los especialistas aconsejan que se debe abandonar el escritorio y levantarse cada hora u hora y media de trabajo, estirar las piernas, salir a caminar durante unos cinco minutos, pararse frente a una ventana y observar el paisaje, olvidarse por unos instantes de la tarea que venía realizando.

La inactividad física es un factor de riesgo de primer orden, hay suficiente evidencia científica para considerarla así, ya que facilita la aparición de enfermedades cardíacas, algunos tipos de cáncer, diabetes tipo II, infarto de miocardio y ciertos desórdenes musculo esqueléticos. Un estilo de vida físicamente activo mejora las sensaciones de bienestar general y la salud, por tanto, el sedentarismo es uno de los factores de riesgo modificables de mayor prevalencia en la población general. La contrapartida del sedentarismo es la actividad física. 1 Las personas que mantienen un estilo de vida físicamente activo o una buena forma física tienen menores tasas de mortalidad que sus homónimos sedentarios y una mayor longevidad. Las personas que en cualquier momento de su vida abandonan su hábito sedentario para pasar a otro más activo físicamente, o aumentan su forma física, reducen sus tasas de mortalidad significativamente. El centro de control y prevención de enfermedades y el colegio de medicina deportiva tienen bien claro el importante rol de la actividad física de intensidad moderada para el mantenimiento de una buena salud. La evidencia epidemiológica indica que treinta minutos al día de actividad física moderada reporta sustancial beneficio a la salud (García Pérez, García Roche, Pérez Jiménez, & Bonet Gorbea, 2007)

Con estas citas se reitera que la actividad física es imprescindible para conservar una buena salud, de ahí que, en todas las citas médicas, los profesionales de la salud suelen aconsejar por una y otra vez que el paciente debe realizar actividad física por lo menos durante treinta a cuarenta minutos diarios, como mínimo solo caminar, si puede combinar con trote y ejercicios aeróbicos mejor.

Los beneficios para la salud que se asocian con la práctica de los deportes y ejercicios aeróbicos con regularidad han sido ampliamente documentados por más de 30 años. No obstante, durante el último decenio han surgido nuevos datos científicos según los cuales la actividad física no tiene que ser vigorosa para aportar beneficios de salud. De hecho, 30 minutos diarios de ejercicio físico de intensidad moderada cada día o durante casi todos los días de la semana proporcionan beneficios de salud importantes. Esta modesta cantidad de actividad física, al ser frecuente, puede reducir o eliminar el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, osteoporosis, cáncer de colon y cáncer de mama. La actividad física moderada pero regular —subir escaleras, caminar rápidamente y montar en bicicleta como parte de la rutina diaria— puede reducir el estrés, aliviar la depresión y la ansiedad, estimular la autoestima y mejorar la claridad mental. Además, los escolares que suelen ser activos tienen mejor rendimiento académico y un sentido de responsabilidad personal y social más acentuado que los que son más sedentarios. La mayor parte de esos beneficios de salud han sido ampliamente divulgados y son conocidos en alguna medida por la población en general. Sin embargo, los estilos de vida sedentarios son los que predominan en casi todas las zonas urbanas en el mundo entero. Tanto es así, que la inactividad constituye uno de los grandes factores de riesgo que explican las proporciones epidémicas actuales de las enfermedades no transmisibles (ENT). En su Informe sobre la salud en el mundo 2002 (3), la Organización Mundial de la Salud (OMS) indicó que 76% de todas las defunciones en el continente americano en el año 2000 se debieron a ENT, siendo esta proporción semejante a la encontrada en zonas desarrolladas de Europa (86%) y del Pacífico Occidental (75%). Ese mismo año se produjeron solo en América Latina 119 000 defunciones vinculadas con estilos de vida sedentarios. (Jacoby, Bull, & Neiman, 2003)

2.2. Sedentarismo laboral y enfermedades musculoesqueléticas.

El sedentarismo laboral es la explicación de cómo se relaciona el estar trabajando intelectualmente para obtener productos tangibles, pero no de orden físico y cómo la persona se ve afectada en sus condiciones de salud por el hecho de estar sentada en un escritorio.

Las personas que pasan más tiempo sentadas tienen, aproximadamente, el doble de riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 o alguna enfermedad cardiovascular, un 13% más de padecer cáncer y un 17% más de mortalidad

prematura. Helios Pareja añade un par de peligros más: la sarcopenia, esto es, la pérdida de masa muscular, y las alteraciones cognitivas, a nivel psicológico y neurológico: "El ejercicio no sólo nos ayudará a mejorar la productividad, que al final es lo que quieren las empresas, sino que también contribuirá a prevenir enfermedades que pueden impedirnos hacer nuestro trabajo, como la depresión, la pérdida de memoria, o los cambios de humor. Teniendo en cuenta que, según los autores, el 60% del tiempo que pasa la gente estando despierta son horas sedentarias, y que entre las personas que trabajan en una oficina, el 65-75% de su tiempo lo pasan sentados (son datos del Reino Unido pero es presumible que los de nuestro país sean similares) un grupo de expertos internacionales se han juntado para reunir evidencias científicas y una serie de recomendaciones que ayuden a paliar este sedentarismo laboral. (Pareja, 2015)

Lo citado afirma una vez más que se debe combinar el trabajo con la actividad física, como la forma más efectiva para preservar la salud y evitar el apareamiento de signos y síntomas que son el anuncio de dolencias que pueden resultar graves. En el caso de la presente investigación este fenómeno se presenta en la mayoría de los trabajadores de las instituciones encuestadas.

El cuerpo humano está diseñado para el movimiento y el trabajo sedentario representa un riesgo considerable para la seguridad y la salud en el trabajo, ya que puede provocar el desarrollo o el agravamiento de trastornos musculoesqueléticos (TME) y otros problemas de salud.

Los riesgos asociados al trabajo sedentario pueden afectar a todos los trabajadores que pasan periodos prolongados de tiempo sentados o de pie, como los oficinistas, los trabajadores de fábricas, los conductores, los cajeros y otros.

El grado de sedentarismo en el trabajo es alarmante si se tienen en cuenta los problemas de salud asociados al trabajo sedentario y a los periodos prolongados de sedestación. La inactividad en el trabajo puede causar o agravar las enfermedades musculoesqueléticas, como la rigidez muscular y el dolor de espalda o de columna.

Datos y cifras de la organización mundial de la Salud sobre los trastornos musculoesqueléticos. (Salud, 2021)

- Aproximadamente 1.710 millones de personas tienen trastornos musculoesqueléticos en todo el mundo.
- Entre los trastornos musculoesqueléticos, el dolor lumbar es el más frecuente, con una prevalencia de 568 millones de personas.
- Los trastornos musculoesqueléticos son la principal causa de discapacidad en todo el mundo, y el dolor lumbar es la causa más frecuente de discapacidad en 160 países.
- Estos trastornos limitan enormemente la movilidad y la destreza, lo que provoca jubilaciones anticipadas, menores niveles de bienestar y una menor capacidad de participación social.
- La discapacidad asociada a trastornos musculoesqueléticos ha ido en aumento y se prevé que continúe incrementándose en los próximos decenios.

Alcance

Los trastornos musculoesqueléticos comprenden más de 150 trastornos que afectan el sistema locomotor. Abarcan desde trastornos repentinos y de corta duración, como fracturas, esguinces y distensiones, a enfermedades crónicas que causan limitaciones de las capacidades funcionales e incapacidad permanentes.

- Los trastornos musculoesqueléticos suelen cursar con dolor (a menudo persistente) y limitación de la movilidad, la destreza y el nivel general de funcionamiento, lo que reduce la capacidad de las personas para trabajar. Pueden afectar a:
 - Articulaciones (artrosis, artritis reumatoide, artritis psoriásica, gota, espondilitis anquilosante).
 - Huesos (osteoporosis, osteopenia y fracturas debidas a la fragilidad ósea, fracturas traumáticas).
 - Músculos (sarcopenia).
 - La columna vertebral (dolor de espalda y de cuello).

- Varios sistemas o regiones del cuerpo (dolor regional o generalizado y enfermedades inflamatorias, entre ellas los trastornos del tejido conectivo o la vasculitis, que tienen manifestaciones musculo esqueléticas, como el lupus eritematoso sistémico).

Magnitud.

Según un análisis reciente de los datos relativos a la carga mundial de morbilidad, aproximadamente 1.710 millones de personas en todo el mundo tienen trastornos musculoesqueléticos. Aunque la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos varía según la edad y el diagnóstico, estos afectan a personas de todas las edades en todo el mundo. Los países de ingresos altos son los más afectados en cuanto al número de personas: 441 millones, seguidos de los países de la Región del Pacífico Occidental de la OMS, con 427 millones, y la Región de Asia Sudoriental, con 369 millones. Los trastornos musculoesqueléticos son también los que más contribuyen a los años vividos con discapacidad (AVD) en todo el mundo, ya que representan aproximadamente 149 millones de AVD, lo que equivale al 17% de todos los AVD a nivel mundial.

El dolor lumbar es el principal factor que contribuye a la carga general de trastornos musculoesqueléticos. Otros factores que contribuyen a la carga general de trastornos musculoesqueléticos son las fracturas (436 millones de personas en todo el mundo), artrosis (343 millones), otros traumatismos (305 millones), dolor de cuello (222 millones), amputaciones (175 millones) y artritis reumatoide (14 millones).

2.3. El rendimiento laboral.

El rendimiento laboral se asocia en la literatura empresarial con el comportamiento productivo de los trabajadores que en sus desempeños cotidianos deben responder a un conjunto de metas planteadas por las empresas que se pueden precisar con la aplicación de evaluaciones realizadas de acuerdo con un plan establecido.

Según la Real Academia Española: “El rendimiento laboral o productividad es la relación existente entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc.” Sin embargo, esta no es la única definición de estos términos, existen otras un poco más específicas: – Como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: así, cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. – Como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida. – En el mundo empresarial, la productividad vendría dada por el rendimiento laboral, que es la relación entre los objetivos/metas/tareas alcanzadas y el tiempo (en horas trabajadas de calidad) que se han necesitado para lograrlo; teniendo en cuenta que la variable más importante son las personas; es decir, los recursos humanos, que son los encargados de ejecutar las funciones propias de un cargo o trabajo. El resultado total y final que la empresa espera por los episodios discretos con los que un trabajador lleva a cabo un periodo de tiempo determinado, como por ejemplo su jornada laboral. Dicho resultado puede ser positivo o negativo, en función al rendimiento que presente el empleado presente un buen o mal rendimiento, supone la contribución que ese empleado hace a la consecución de la eficacia de su organización. (Salgado, Gorriti, & y Moscoso, 2007)

Como se deduce de los conceptos, el trabajo es visto como una obligación que debe ser cumplida por las personas para beneficiar a la organización en la cual trabajan, este objetivo empresarial, origina que se olviden en muchas ocasiones, las necesidades de los trabajadores y/o las consecuencias que ello pueda tener en los diferentes aspectos de una relación laboral. En el proceso de definir el rendimiento laboral existen dos criterios:

El primero considera el rendimiento en términos de resultados u outputs del trabajador. Según este criterio la empresa se encarga de medir el rendimiento al cuantificar (poner un número) lo que el empleado ha realizado. Su valoración se objetiva en la determinación de un juicio del valor sobre la calidad de esa medida cuantificada del rendimiento.

El segundo criterio se refiere a la evaluación de los resultados del rendimiento, considera el rendimiento laboral como un conjunto de conductas que se visualizan en el entorno laboral, en lugar de definirlo como su resultado. Salinero “Esta corriente

precisa los términos productividad, excelencia, eficiencia o eficacia como elementos que se referirían a los resultados, mientras que el rendimiento describe los comportamientos que se dirigen a la consecución de estos resultados”. (Fernández-Saliner, 1999)

Es indudable que esta sugerencia de ubicar el rendimiento laboral desde una u otra óptica tiene dificultades porque trabaja dos criterios extremos: centralizar en exceso y exclusivamente en el resultado, o valorar los comportamientos como una forma de evaluar.

En conclusión, Robbins “Es necesario considerar en el rendimiento laboral, tanto los resultados como en conductas, como lo propone la tendencia actual en las organizaciones a la hora de evaluar el rendimiento de sus trabajadores” (Robbins, 1998) .

2.4. Rendimiento laboral y salud.

En el logro del funcionamiento de una empresa, es la salud el aspecto donde convergen lo biológico y lo social, el individuo y la comunidad, la política social y la económica, la satisfacción y la insatisfacción por ser un medio para la realización personal y colectiva de los seres humanos. “Velar por el bienestar del capital humano ayudará a resguardar no solo la integridad física y psicológica de éstos, sino también la rentabilidad de la empresa” (Suarez Guerrero, 2010)

Un sistema de salud es un procedimiento complejo de alta significación para el desarrollo social y, es un instrumento de justicia, que se encuentra influido por la dinámica del mercado internacional, el desarrollo de las economías nacionales, el sistema sociopolítico donde se inscribe y lógicamente por las posibilidades de acceso tecnológico e informático. (N, 2003)

La salud es una parte fundamental de la inversión en capital humano que es hoy en día, el elemento diferenciador de una empresa, permitiéndole competir en mejores condiciones. Los empleados que se sienten mejor física y mentalmente se sienten valorados y cuidados por la empresa, lo que los predispone mejor para su tarea.[...]

Tanto la promoción de hábitos saludables que prevengan patologías como la atención de estas, será la base del éxito económico sostenible de una empresa (Fernández, Valenzuela, Bertin, & Villegas Pineaur, 2015)

Los autores establecen la relación directamente proporcional que existe entre el rendimiento laboral y la salud, coinciden en la necesidad de implementar en las empresas prácticas de salud que mejoren en sus empleados su desempeño diario y su calidad de vida considerada como un aspecto que mejora el rendimiento laboral con réditos económicos.

El mantener la salud con la inclusión de programas que respondan a las necesidades sentidas por los empleados, produce huella, porque el impacto de una estrategia de gestión de la salud sobre factores como el absentismo, la productividad o los costes médicos es una variable para tener muy en cuenta como elemento que crea motivación intrínseca y se visualiza en el compromiso de los empleados en su trabajo.

2.5. Técnicas de mejoramiento del sedentarismo y el rendimiento laboral.

En la actualidad, la vida del ser humano tiende a ser más sedentaria por las siguientes razones:

- Avances de la tecnología y la automatización de los procesos industriales y productivos que de manera progresiva reemplazan la mano de obra.
- Incremento de responsabilidades.
- Ausencia de espacio para la actividad física que es la base para la práctica de hábitos de vida saludable.

Ante estas situaciones las empresas al percatarse de los riesgos que empieza a sufrir su personal con problemas conocidos como afecciones laborales, inician un camino de búsqueda de técnicas encaminadas a crear programas con actividades que sin salir de la oficina se puedan realizar para que las personas descansen unos minutos y retornen a sus labores motivadas.

Ser físicamente activo no es sólo deporte o ejercicio formal. Los lugares de trabajo pueden ser lugares activos sin tener que incluir un gimnasio. Hay muchas maneras simples de promover la actividad física en el trabajo. Los empleadores podrían apoyar o promover lo siguiente:

- Caminar a los escritorios de los colegas en lugar de usar teléfonos internos o correo electrónico.
- Tomar las escaleras en lugar del ascensor.
- Observar las recomendaciones sobre la frecuencia de los descansos y utilizar estos descansos como oportunidades para ser activos.
- Estacionamientos de vehículos en lugares alejados.
- Caminar o andar en bicicleta todo o parte del camino hacia y desde el trabajo.
- Dar un paseo a la hora del almuerzo.
- Organizar un grupo de actividades de almuerzo, por ejemplo, caminar, andar en bicicleta.
- Organizar un equipo deportivo de la compañía, por ejemplo, fútbol, para jugar partidos contra otros equipos locales de trabajo para motivación.

Los empleadores podrían considerar proporcionar:

- Disposiciones de trabajo flexibles para facilitar la actividad física.
- Instalaciones de cambio y duchas.
- Un código de vestuario relajado para los ciclistas / caminantes al trabajo.
- Estacionamiento para bicicletas.
- Bicicletas o equipo de seguridad para ciclistas.

2.6. Métodos para identificar la relación causal entre el comportamiento sedentario de los trabajadores y el desarrollo de enfermedades musculoesqueléticas.

Dado el diseño de la investigación (investigación causal), se propone emplear métodos de regresión logística binaria, y el empleo de árboles de decisión para dar explicación a las causas de las enfermedades musculares según la clasificación

determinada en el estudio. Por otro lado, la prueba de hipótesis utilizando tabla de contingencia y test Chi-cuadrado para evaluar si influye la actividad física (o no actividad física) en el eventual desarrollo de una enfermedad muscular.

Regresión Logística Binaria (Mac-Cardé, 2017)

Una variable binaria es aquella que solo puede adquirir dos posibles valores (Si-No, 0-1, Verdadero-Falso, etc). Las variables binarias constituyen un subconjunto muy importante de las llamadas variables categóricas o cualitativas; las cuales están muy presentes en la economía y las ciencias sociales. En concreto, este tipo de variables juegan un papel fundamental en áreas como la teoría de la decisión y el management.

A diferencia de la regresión lineal (que, como hemos dicho, suele hacer uso de los métodos de estimación por Mínimos cuadrados), en la regresión logística se emplean los métodos de Máxima Verosimilitud (MV) para llevar a cabo la estimación de los parámetros del modelo.

En economía, estos modelos de regresión con variable endógena categórica suelen emplearse para explicar la decisión y que toma un individuo-de entre un número limitado de posibles opciones- a partir de un conjunto de variables explicativas X_1, X_2, \dots, X_k . Así, p.e., supongamos que unos grandes almacenes han de seleccionar una de entre cinco posibles ciudades para ubicar su nueva sede. Al final de optimizar su proceso de elección; sería posible construir un modelo de regresión lineal múltiple que permitiese seleccionar la eventual ubicación en función de una serie de variables explicativas como pueden ser: el tamaño de la población, el número de otros centros de características similares en la zona, la renta per cápita, etc. Por este motivo, los modelos de variable endógena cualitativa son también llamados **modelos de elección discreta**.

Dentro de las variables categóricas, podemos distinguir varios tipos:

- Variables categóricas binarias: son aquellas que solo pueden tomar dos valores (Éxito- Fracaso, 0-1, Sí-No, etc)

- Variables categóricas ordinales: pueden tomar múltiples valores, entre los cuales es posible establecer una relación de orden (Ninguno-Alguno-Muchos, Primero-Segundo-Tercero-Cuarto, Pequeño-Mediano-Grande-Muy Grande, etc)
- Variables categóricas nominales: pueden tomar múltiples valores, si bien no es posible ordenarlos (Azul-Rojo-Verde-Blanco, Madrid-Sevilla-Barcelona-Alicante-Bilbao, etc)

Se llama **odds** al siguiente cociente de probabilidades:

$$Odds = \frac{P(Y=1)}{1-P(Y=1)} = \exp(B_1 + B_2X_2 + \dots + B_kX_k)$$

Tomando logaritmos neperianos en la expresión anterior, obtenemos una expresión lineal para el modelo:

$$Logit[P(Y = 1)] = \ln \frac{P(Y = 1)}{1 - P(Y = 1)} = B_1 + B_2X_2 + \dots + B_kX_k$$

Aquí se aprecia claramente que el estimador del parámetro B_2 se podrá interpretar como la variación en el término Logit (el logaritmo neperiano del cociente de probabilidades) causada por una variación unitaria en la variable X_2 (suponiendo constantes el resto de variables explicativas).

Cuando se hace referencia al incremento unitario en una de las variables explicativas del modelo, aparece el concepto de **odds-ratio** como el cociente entre los dos odds asociados (el obtenido tras realizar el incremento y el anterior al mismo). Así, si suponemos que ha habido un incremento unitario en la variable X_i , tenemos:

$$Odds - ratio = \frac{Odds_2}{Odds_1} = \exp(B_i)$$

De la expresión anterior se deduce que un coeficiente B_i cercano a cero-o, equivalente, un odds-ratio cercano a uno- significará que cambios en la variable explicativa X_i asociada no tendrán efecto alguno sobre la variable dependiente Y.

Prueba de hipótesis

Una prueba de hipótesis es una regla que especifica si se puede aceptar o rechazar una afirmación acerca de una población dependiendo de la evidencia proporcionada por una muestra de datos. Examina dos hipótesis opuestas sobre una población: la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula es el enunciado que se probará. Por lo general, la hipótesis nula es un enunciado de que "no hay efecto" o "no hay diferencia". La hipótesis alternativa es el enunciado que se desea poder concluir que es verdadero de acuerdo con la evidencia proporcionada por los datos de la muestra.

Con base en los datos de muestra, la prueba determina si se puede rechazar la hipótesis nula. Si el valor p es menor que el nivel de significancia (denotado como α o alfa), entonces puede rechazar la hipótesis nula. (Supportminitab, 2019)

Prueba de hipótesis para 1 proporción.

La aproximación z puede usarse para una prueba de hipótesis con una sola proporción (p_0 , observada), donde esta se compara con otra proporción conocida (p_c), control o teórica. Sigue el mismo raciocinio ya visto donde $z =$ diferencia de proporciones/error estándar, calculado aquí usando la proporción control:

$$Z = \frac{p_0 + p_c}{\sqrt{\frac{p_c(1 - p_c)}{n}}}$$

Prueba de hipótesis para 2 proporciones.

Test Z: Para evaluar la diferencia entre dos proporciones independientes, se usa el error estándar de la diferencia calculado con un valor de p mezclado:

$$p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2}$$

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{p(1 - p)}{n_1} + \frac{p(1 - p)}{n_2}}}$$

El método, al ser una aproximación discreta a una normal continua, arroja valores de z que son siempre superiores a los que debieran ser, lo que produce un sesgo en el sentido de encontrar un efecto cuando en realidad no existe.

Tablas de contingencia: Las tablas de frecuencias presentadas simultáneamente se denominan tablas de contingencia que se emplean para registrar y analizar la relación entre dos o más variables cualitativas. En su forma más simple se denominan de 2 por 2, 2 filas y 2 columnas, donde los datos categóricos son las cuentas que se incluyen en una de dos categorías. La primera extensión es de 2 por c columnas y luego las de f filas por c columnas; puede decirse que, en estos casos, con más de dos filas o columnas, la aproximación, como veremos, es análoga a un análisis de varianza. En cualquier caso, es importante destacar que los cálculos deben ser hechos a partir de la cuenta de los individuos o sucesos y no a través de otros datos derivados de esos números como porcentajes, proporciones, promedios u otros. (Dagnino, 2004)

Las pruebas de hipótesis usadas son el test z o una prueba de X^2 (Chi cuadrado) para una muestra; cuando son dos muestras relacionadas o pareadas, un test de McNemar. Para dos muestras independientes, una prueba de X^2 y el test exacto de Fisher, y para más de 2 muestras, el test Q de Cochran o una extensión del X^2 o del test de Fisher.

Test de Chi cuadrado: La X^2 es una prueba de libre distribución (no paramétrica) que mide la discrepancia entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas. Dentro de sus características generales, la prueba X^2 toma valores entre cero e infinito y no tiene valores negativos porque es la suma de valores elevados al cuadrado. Al igual que con el resto de las pruebas de hipótesis, el cálculo se basa en que no hay diferencia, en la hipótesis nula. Para explicar el raciocinio, se puede usar la figura estándar de una tabla 2x2 donde las celdas a, b, c y d representan las cuentas, A, B, C, D son los totales marginales y N el número total.

Tabla 1: Tabla de Frecuencias de 2x2.

	Grupo 1	Grupo 2	
Resultado presente	a	b	C
Resultado Ausente	c	d	D
	A	B	N

Fuente: Elaboración propia.

El raciocinio se basa en la hipótesis nula de que no hay diferencias entre los grupos. Por lo tanto, se espera que a y b sean cada uno aproximadamente la mitad de C y c y d la mitad de D. Estos son los valores esperados en cada celda. Luego se comparan estos valores con los observados en la realidad. Si la hipótesis nula es verdadera, los valores observados y esperados no diferirán grandemente, pero mientras más difieran es evidente que la probabilidad que la hipótesis nula sea cierta va disminuyendo. La suma de esas diferencias en cada celda, al cuadrado para eliminar el signo y divididas por el valor esperado, es el valor de X^2 . Este valor se compara con la distribución teórica para cada grado de libertad obteniéndose así el valor de p. Cuando es igual o mayor que el límite que separa el 95% de la distribución del 5% restante se habla de $p < 0,05$.

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Como todo estadístico, este puede tener un rango de valores determinado por la variabilidad muestral. Este también depende del número de tratamientos que se comparan, expresado en los grados de libertad (v). En general el cálculo es:

$$V = (f - 1)(c - 1)$$

donde f=número de filas y c=número de columnas en la tabla. Para una tabla de 2x2 $(2-1)(2-1)=1$ g.l

La muestra debe ser lo suficientemente grande. Si menos del 20% de las celdas de la tabla de contingencia, presentan valores esperados ≤ 5 no se recomienda aplicar la prueba X^2 y optar por la alternativa del test exacto de Fisher. (Mendivelso & Rodríguez, 2018)

3. CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de este estudio se contempló una investigación descriptiva de tipo causal, de modo que se pretende analizar las relaciones de causa y efecto existentes entre los antecedentes y parámetros de los trabajadores; los que se detallarán más adelante; con el potencial desarrollo de enfermedades músculo-esqueléticas y las enfermedades músculo-esqueléticas asociadas.

El sedentarismo laboral es un patrón conductual transversal a todo tipo de establecimiento y jerarquía organizacional en donde trabajadores realizan sus funciones bajo horarios establecidos, y por lo que el sedentarismo laboral es un factor preocupante que afecta de manera negativa la calidad de vida de los trabajadores.

3.1. Definición de la Población Objetivo.

Para abordar este estudio, se delimitó la población objetivo de trabajadores en un sector geográfico de la región del Bío-Bío, que corresponde a la comuna de Talcahuano.

Dado que el sector geográfico de la población, a pesar de estar delimitado, sigue siendo de tamaño (área) considerable y con una población de trabajadores dispersa en su geografía, por lo que para realizar el muestreo se opta por utilizar la técnica de muestreo probabilístico por conglomerado de una etapa, definiendo los conglomerados según la organización en donde el trabajador desempeña sus funciones. Se define un muestreo de conglomerado de una etapa con el fin de estudiar a todos los trabajadores que pertenecen al conglomerado (la organización en cuestión), no aplicando así un nuevo muestreo dentro de cada conglomerado. Una buena justificación en el empleo de este método es que es más sencillo subdividir la población en subpoblaciones mutuamente excluyentes; en este caso las organizaciones; y estudiar a cada individuo de la empresa, que realizar un muestreo aleatorio o sistemático de toda la población de trabajadores en Talcahuano.

3.2. Variables de Estudio.

Mediante las entrevistas realizadas en los operativos kinesiológicos se tomaron los registros de todos los trabajadores de cada establecimiento en bases de datos separadas, las que fueron solicitadas para el estudio, para luego agruparlas todas en una misma base de datos donde se segmentaron los trabajadores según el establecimiento donde trabajan.

3.3. Árboles de decisión

Adicionalmente, y a modo de complementar el estudio del sedentarismo laboral y las enfermedades musculares, se desarrollaron tres árboles de decisión utilizando el software estadístico RapidMiner.

A diferencia del modelo de regresión logística binaria, en donde la variable respuesta era una variable dicotómica en donde el trabajador desarrolla enfermedad muscular o no desarrolla enfermedad muscular, sin discriminar el tipo de enfermedad muscular. En los árboles de decisiones se contempló el desarrollo o no desarrollo de la enfermedad muscular, así como también la clasificación del tipo de enfermedad muscular, segmentada por ubicación en el cuerpo del trabajador, siendo así las siguientes clasificaciones:

- **Miembro Superior:** Enfermedades como, por ejemplo, tendinitis en la muñeca, dolores en el trapecio, síndrome del túnel carpiano, etc.
- **Zona Cérvico-Dorsal:** Enfermedades como, por ejemplo, cervicalgia, contractura supraespinosa, etc.
- **Zona Lumbar:** Enfermedades como, por ejemplo, lumbago, ciática, espondilosis lumbar, etc.
- **Miembro Inferior:** Enfermedades como, por ejemplo, artrosis de rodilla, fascitis plantar, tendinitis rotuliana, etc.
- **No:** El trabajador observado no presenta enfermedades musculares.

4. CAPITULO 4: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Definición de la Población Objetivo.

Luego de determinar el tamaño de la muestra (cálculo detallado más adelante), se definió una cantidad apropiada de conglomerados que en su conjunto agrupe la cantidad de observaciones necesarias para la muestra del presente estudio. Se determinó que el tamaño muestral corresponde a 271 observaciones, por lo que la cantidad de conglomerados que satisface la cantidad de observaciones necesarias, es de ocho establecimientos (asumiendo que cada organización posee entre 25 y 45 trabajadores).

Para la elaboración del presente estudio se utilizaron fuentes secundarias para tratar la información de los trabajadores de los ocho establecimientos (conglomerados) en Talcahuano, de modo que se procesaron los datos recogidos en entrevistas personales de cada trabajador en los operativos kinesiológicos realizados por una kinesióloga en cada establecimiento de trabajo.

Se escogieron los establecimientos a estudiar de modo que los ocho estuvieran lo más distribuidos posible a lo largo del área geográfica de Talcahuano, los que aparecen marcados en el siguiente mapa.

Figura 1: Mapa de Talcahuano con las ubicaciones de los establecimientos muestreados.



Entre los ocho establecimientos de Talcahuano, se agruparon en tres categorías para simplificar el estudio y hacer más interpretables los resultados. Las clasificaciones con sus respectivas instituciones se enuncian a continuación:

Educacional:

- Colegio Villa Independencia.
- Escuela las Higueras.
- Instituto Tecnológico UCSC.

Empresarial:

- Forestal Comaco.
- Empresa Portuaria Talcahuano San Vicente.
- Instituto de Fomento Pesquero Talcahuano.
- Sernapesca.

Municipal:

- Municipalidad de Talcahuano.

4.2. Variables de Estudio.

En cada base de datos se registraron varios atributos, pero los que se consideraron relevantes para el estudio, se enuncian a continuación.

- Género: Variable nominal que define si el trabajador es hombre (M) o mujer (F).
- Edad: Variable cuantitativa discreta que registra la edad en años de los trabajadores.
- Peso: Variable cuantitativa continua que registra el peso de los trabajadores en kilogramos.
- Estatura: Variable cuantitativa continua que registra la estatura de los trabajadores en metros. Es necesario señalar que se registra en metros para

obtener el índice de masa corporal (IMC) de los trabajadores como valores interpretables.

- Estatura cm: Variable cuantitativa discreta que registra la estatura de los trabajadores en centímetros.
- IMC: Variable cuantitativa continua que registra el índice de masa corporal de los trabajadores, obtenido dividiendo la estatura en metros con el peso al cuadrado del trabajador.
- Actividad Física: Variable cualitativa nominal que define si el trabajador tiene el hábito de realizar actividad física o no.
- Presión Arterial: Se registra la variable presión, presión sistólica y presión diastólica de los trabajadores; todas ellas variables cuantitativas; con el fin de obtener la variable “Rango Presión”, la cual es una variable cualitativa ordinal que registra si el trabajador tiene presión óptima, normal o alta.
- Antecedentes Médicos Relevantes: Variable cualitativa nominal que registra si la persona posee antecedentes de padecer otras enfermedades o no.
- Derivación Especialista: Variable cualitativa que registra si la kinesióloga derivó al trabajador a un especialista de la salud de acuerdo al diagnóstico que haga sobre el trabajador de acuerdo a sus antecedentes y parámetros registrados en la entrevista.
- Muestra: Variable cualitativa nominal que registra el nombre del establecimiento en donde trabaja el trabajador entrevistado en el operativo kinesiológico.
- Tipo de Establecimiento: Variable cualitativa nominal que agrupa los establecimientos registrados en la variable “Muestra” en tres categorías: Empresa, Municipal o Educacional.
- Molestia Muscular: Variable cualitativa nominal que registra si el trabajador posee o no alguna enfermedad muscular.
- Rango Molestia Muscular: Variable cualitativa nominal que registra la zona del cuerpo en donde se manifiesta la enfermedad muscular de cada trabajador, en

caso de padecerla. En donde se definen las siguientes categorías con el nombre en donde se manifiesta la enfermedad.

- Miembro Superior.
- Zona Cérvico-Dorsal.
- Zona Lumbar.
- Miembro Inferior.
- Se dejó en blanco el registro en caso de que el trabajador no manifieste ninguna enfermedad.

4.3. Tamaño de Muestra.

Se estableció que la población objetivo del estudio corresponde a los trabajadores de la comuna de Talcahuano.

Para el cálculo de la muestra se consideró un 95% para el intervalo de confianza, un error admisible de un 5,94% y una heterogeneidad de un 50%. Se utilizó el método de cálculo de tamaño de muestra cuando el tamaño de la población es conocido. A continuación, se enuncia la fórmula utilizada:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * P(1 - P)}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * P(1 - P)}$$

Donde:

n : Tamaño de la muestra.

P : Heterogeneidad, o proporción esperada.

N : Tamaño total de la población.

Z_{α} : Intervalo de confianza.

e : Error máximo admisible en términos de proporción.

Para la obtención del tamaño muestral, se consideró una heterogeneidad o proporción esperada de un 50%, lo que maximiza el margen de error. Esto es porque se desconoce la proporción entre trabajadores con problemas musculares respecto de los que no los padecen. El valor Z_{α} fue obtenido mediante la estandarización considerando un intervalo de confianza de un 95%, por lo que el valor para este caso

corresponde a 1,96. El porcentaje de error máximo admisible es de un 5,94%, por lo que el intervalo en el que puede oscilar el resultado está en torno a este porcentaje.

El tamaño de la población objetivo, lo que corresponde a los trabajadores de la comuna de Talcahuano que se encuentran trabajando durante el desarrollo de este estudio corresponde a un total aproximado de 83.520 individuos, según un estadístico emitido por el Instituto Nacional de Estadísticas. (Instituto nacional de estadísticas, 2018)

El tamaño de la muestra corresponde a 271 individuos, lo que se calculó de la siguiente forma:

$$n = \frac{83520 * (1,96)^2 * 0,5 * (1-0,5)}{0,0594^2 * (83520-1) + (1,96)^2 * 0,5 * (1-0,5)}$$

$$n = 271,31 \approx 271$$

4.4. Análisis de regresión propuesto

La variable dependiente, como variable cualitativa nominal toma los siguientes valores:

$$Molestia Muscular = \begin{cases} 1, & \text{si el trabajador desarrolla enfermedad muscular} \\ 0, & \text{si el trabajador no desarrolla enfermedad} \end{cases}$$

Dada la naturaleza de la variable respuesta, si se empleara el análisis de regresión lineal se violarían los supuestos necesarios para efectuar inferencias. Entre los problemas se encuentra que la distribución de los errores aleatorios no sería normal, por lo que el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) no serviría para estimar los parámetros de un eventual modelo ajustado.

Dicho esto, un método apropiado de regresión para predecir la variable *Molestia Muscular* fue utilizar Regresión Logística Binaria para entender su relación causa-efecto con las demás variables explicativas. Para lo cual se utiliza el método de Máxima Verosimilitud (MV) para llevar a cabo la estimación de los parámetros del modelo.

4.5. Tratamiento de datos para regresión logística

Anteriormente se listaron los atributos que se registraron en la base de datos de todas las observaciones, lo que corresponden a las variables a medir del estudio, pero es importante señalar que, para realizar procedimientos como el análisis de regresión logística, fue necesario hacer algunas modificaciones de las variables explicativas. Tales modificaciones consistieron en cambiar la escala de medición de algunas variables con el fin de facilitar el tratamiento de los datos.

Para el caso de la Regresión Logística, se cambiaron las variables cuantitativas como la Edad, la Estatura, el IMC y Presión Arterial a una escala ordinal según el valor que se haya registrado en la observación. Para posteriormente construir las variables dicotómicas, construyendo n-1 variables dummy cuando la variable ordinal tiene n niveles.

El set de variables independientes planteadas para el primer modelo de Regresión Logística se enuncia a continuación, dicotomizadas según corresponda, y ordenadas de acuerdo al tipo de variable original de donde provinieron.

Variable Género:

$$\text{Género} = \begin{cases} 1, & \text{si el trabajador es hombre} \\ 0, & \text{si no lo es} \end{cases}$$

Variable Edad: Se determina que aquel trabajador que posea una edad inferior a 35 años es considerado como "Adulto Joven". Si tiene entre 35 y 59 años es considerado como "Adulto Maduro", y si posee más de 59 años se considera "Adulto Mayor".

$$\text{Adulto Joven} = \begin{cases} 1, & \text{si el trabajador es adulto joven} \\ 0, & \text{si no lo es} \end{cases}$$

$$\text{Adulto Maduro} = \begin{cases} 1, & \text{si el trabajador es adulto maduro} \\ 0, & \text{si no lo es} \end{cases}$$

Variable Estatura: Se hizo la distinción entre si el trabajador es hombre o mujer para establecer si la persona es de estatura baja, alta o promedio y luego se agrupó la

distinción entre hombre y mujer en una misma variable que se llama Rango Estatura. Para propósitos de simplificar la variable se determinó que para el trabajador que es hombre y que mide menos de 166 cm de estatura es clasificado como “Bajo”, cuando el individuo tiene una estatura entre 166 cm y 173 cm estatura se clasifica como “Promedio”, y si posee más de 174 cm de estatura se clasifica como “Alto”. Para las mujeres observadas, se tiene que una mujer entra en categoría “Bajo” cuando mide menos de 159 cm estatura, mientras que entra en categoría “Promedio” cuando su estatura es de entre 160 cm y 167 cm, y si posee más de 168 cm de estatura se considera “Alto”. Para la cual se tiene que:

$$Bajo = \begin{cases} 1, & \text{si el trabajador hombre o mujer tiene estatura baja según criterio} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

$$Promedio = \begin{cases} 1, & \text{si el trabajador hombre o mujer tiene estatura promedio según criterio} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

Variable IMC: Se determina que si un individuo posee un IMC inferior a 18,5 se le considera como “Infrapeso”, mientras que los trabajadores que posean un IMC entre 18,5 y 24,9 se le considera “Normal” y por último si el IMC es superior a 24,9 se considera en la clasificación “Sobrepeso”. Estos rangos son establecidos por la Organización Mundial de la Salud **Fuente especificada no válida.**

$$Infrapeso = \begin{cases} 1, & IMC < 18,5 \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

$$Normal = \begin{cases} 1, & 18,5 \leq IMC < 24,9 \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

Actividad Física:

$$Actividad Física = \begin{cases} 1, & \text{Si el trabajador realiza actividad física} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

Presión Arterial: Se determinaron dos rangos representativos de la presión. Si el trabajador posee presión arterial alta o no. Para la cual se tomó en cuenta la presión sistólica y diastólica de cada trabajador, en el que en su conjunto se determinó si el

trabajador posee presión arterial normal o alta. Basta que el trabajador posea una presión sistólica superior a 130 latidos por minuto o una presión diastólica superior a 90 latidos por minuto para considerar al trabajador como clasificación presión alta, denotada por “Pres. Alta”, en otro caso fue considerado como presión normal, “Pres. Normal”. Como solamente son dos categorías, solamente se necesita una variable dicotómica, por lo que se escogió representar a la presión alta de la siguiente manera:

$$Pres. Alta = \begin{cases} 1, & \text{si el trabajador posee presión sistólica o diastólica alta} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

Antecedentes Médicos Relevantes: Si el trabajador posee antecedentes de alguna otra enfermedad, se le asigna un valor 1, en caso contrario se le asigna el valor 0.

$$Antecedentes = \begin{cases} 1, & \text{si l trabajador posee antecedentes médicos de una enfermedad} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

Tipo Establecimiento: Se agruparon los conglomerados en tres categorías. En categoría “Educativa”, “Empresarial” y “Municipal” según corresponde. Para lo cual a cada establecimiento se le asigna una categoría tal como:

Educativa:

- Colegio Villa Independencia.
- Escuela las Higueras.
- Instituto Tecnológico UCSC.

Empresarial:

- Forestal Comaco.
- Empresa Portuaria Talcahuano San Vicente.
- Instituto de Fomento Pesquero Talcahuano.
- Sernapesca.

Municipal:

- Municipalidad de Talcahuano.

Por lo que se crean dos variables dicotómicas para representar esta variable:

$$Educativa = \begin{cases} 1, & \text{Si el establecimiento es de tipo educacional} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

$$Empresarial = \begin{cases} 1, & \text{Si el establecimiento es de tipo empresarial} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

Con las variables listadas anteriormente se realizaron algunos (3) modelos de regresión logística, hasta encontrar uno que sea significativo según el p-value, utilizando el paquete complementario Real Statistics para MS-Excel.

4.6. Modelos de Regresión

A continuación, se presentan tres modelos de regresión logística binaria para las variables de estudio, los que fueron construidos en orden correlativo, ya que para formular el segundo y tercer modelo fue necesario eliminar aquellas variables que no sean significativas para el modelo anterior a una significancia de un 10%, discriminando el p-value y el estadístico de Wald.

4.6.1 Primer Modelo

Se utilizaron todas las variables explicativas listadas para explicar la variable Enfermedad Muscular. Las tablas con las salidas de los reportes del primer modelo se encuentran a continuación.

Tabla 1: Coeficientes de regresión logística del primer modelo.

	<i>coeff b</i>	<i>s.e.</i>	<i>Wald</i>	<i>p-value</i>	<i>exp(b)</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
Intercept	0,3542647	0,5671429	0,3901852	0,532202	1,4251324		
GÉNERO	-0,6227956	0,3546641	3,0835902	0,0790858	0,5364427	0,2676903	1,0750135
JOVEN	0,5366785	0,4780477	1,2603346	0,2615878	1,7103166	0,6701338	4,3650727
MADURO	0,6916845	0,3730454	3,4378953	0,0637168	1,9970768	0,9612977	4,1488873
ESTATURA BAJO	-0,7015279	0,4103506	2,9226691	0,0873433	0,4958272	0,2218397	1,1082083
ESTATURA PROMEDIO	-0,1484533	0,3311004	0,2010296	0,653891	0,8620403	0,4504996	1,649532
INFRAPESO	-0,3285665	1,289977	0,0648758	0,7989492	0,719955	0,057448	9,0226844
PERSO NORMAL	-0,2580236	0,2939249	0,7706299	0,3800223	0,772577	0,4342626	1,374457
ACTIVIDAD FÍSICA	-0,024195	0,3095413	0,0061096	0,9376975	0,9760953	0,5321208	1,7904997
PRESIÓN ALTA	-0,2668046	0,393262	0,4602805	0,4974929	0,7658227	0,3543096	1,6552877
ANTECEDENTES MÉDICOS	-0,2503358	0,3089603	0,656509	0,4177951	0,7785393	0,4249062	1,4264876
ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL	0,7497094	0,4520231	2,7508363	0,0972036	2,116385	0,8726336	5,1328363
ESTABLECIMIENTO EMPRESARIAL	0,5883168	0,4785463	1,511383	0,2189282	1,8009545	0,7049582	4,6008925

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2: Significancia, bondad de ajuste y tabla de clasificación del primer modelo de regresión logística.

		Classification Table			
LLO	-159,63895				
LL1	-151,17207		Suc-Obs	Fail-Obs	
		Suc-Pred	146	64	210
Chi-Sq	16,933748	Fail-Pred	15	22	37
df	12		161	86	247
p-value	0,1521065				
alpha	0,05	Accuracy	0,9068323	0,255814	0,6801619
sig	no				
		Cutoff	0,5		
R-Sq (L)	0,0530376				
R-Sq (CS)	0,0662604				
R-Sq (N)	0,0913369				

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla N°2, se concluye que el primer modelo no es significativo, ya que con un 5% de significancia según el test de Chi-cuadrado, ninguna de las variables explicativas contribuye a explicar la variable Enfermedad Muscular.

4.6.2 Segundo Modelo

Como el primer modelo no fue significativo, se procedió a eliminar aquellas variables que no eran significativas. El criterio para eliminar las variables fue descartar aquellas que poseen un p-value más cercano a 1, al mismo tiempo que su estadístico de Wald esté más cerca de cero, siendo así eliminadas las variables dicotómicas “Estatura Promedio” e “Infrapeso”, las que no aportaron a explicar la variable respuesta.

En la tabla N°3 se aprecia que la variable “Actividad Física” es notoriamente no significativa para una significancia de un 10% con un pvalue = 0,94414657 y un estadístico de Wald = 0,00490829, sin embargo, se mantiene dentro del modelo por conveniencia del estudio.

Tabla 3: Coeficientes de regresión logística del segundo modelo.

	<i>coeff b</i>	<i>s.e.</i>	<i>Wald</i>	<i>p-value</i>	<i>exp(b)</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
Intercept	0,26126598	0,52888219	0,2440326	0,62130861	1,29857302		
GÉNERO	-0,6345219	0,35257952	3,23876265	0,07191493	0,53018889	0,26565279	1,05814907
JOVEN	0,53444837	0,47716662	1,25450214	0,26269433	1,70650662	0,66979672	4,34783386
MADURO	0,67308822	0,37070188	3,29681371	0,06941441	1,96028176	0,94793048	4,05378309
ESTATURA BAJO	-0,6000092	0,34962753	2,94513062	0,08613673	0,54880659	0,27657685	1,08898729
PERSO NORMAL	-0,2305793	0,28862926	0,63820451	0,42436172	0,79407347	0,45100257	1,39811327
ACTIVIDAD FÍSICA	-0,0215721	0,30791275	0,00490829	0,94414657	0,9786589	0,53522396	1,78948128
PRESIÓN ALTA	-0,2567257	0,39088652	0,43135755	0,51132357	0,77358036	0,35956899	1,66428861
ANTECEDENTES MÉDICOS	-0,2457449	0,30838749	0,63500256	0,42552626	0,78212173	0,42734089	1,43144366
ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL	0,73627779	0,45026553	2,67390523	0,10200545	2,08814851	0,86396206	5,04693944
ESTABLECIMIENTO EMPRESARIAL	0,5883736	0,47769882	1,51704342	0,21806746	1,8010568	0,70617027	4,5935176

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Significancia, bondad de ajuste y tabla de clasificación del segundo modelo de regresión logística.

LL0	-159,63895	Classification Table			
LL1	-151,30268				
			Suc-Obs	Fail-Obs	
Chi-Sq	16,6725475	Suc-Pred	145	65	210
df	10	Fail-Pred	16	21	37
p-value	0,08193103		161	86	247
alpha	0,05				
sig	no	Accuracy	0,90062112	0,24418605	0,67206478
R-Sq (L)	0,05221955	Cutoff	0,5		
R-Sq (CS)	0,06527246				
R-Sq (N)	0,08997509				

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que el segundo modelo no es significativo, ya que con un 5% de significancia según el test de Chi-cuadrado, ninguna de las variables explicativas contribuye a explicar la variable Enfermedad Muscular.

4.6.3 Tercer Modelo

Como el segundo modelo tampoco es significativo, se eliminan las variables “Peso Normal” con un p-value = 0,42436 y un estadístico de Wald = 0,6382 y “Presión Alta” con un p-vale = 0,51132 y un estadístico de Wald = 0,4313, siendo estas variables no significativas para el modelo 2.

A continuación, se muestra la salida del modelo 3:

Tabla 5: Coeficientes de regresión logística del tercer modelo.

	<i>coeff b</i>	<i>s.e.</i>	<i>Wald</i>	<i>p-value</i>	<i>exp(b)</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>
Intercept	0,07777527	0,49126833	0,02506372	0,87420839	1,08087972		
GÉNERO	-0,59618091	0,34769451	2,94008885	0,08640598	0,5509116	0,27869156	1,08903046
JOVEN	0,54080112	0,47505976	1,29592147	0,25495956	1,71738214	0,67685454	4,35751147
MADURO	0,71867657	0,36479539	3,88122028	0,04882906	2,0517161	1,00369756	4,19403126
ESTATURA BAJO	-0,55688777	0,34613403	2,58849158	0,10764281	0,57298957	0,29074811	1,12921474
ACTIVIDAD FÍSICA	-0,02319441	0,30490253	0,00578688	0,93936218	0,97707251	0,53751834	1,77607092
ANTECEDENTES MÉDICOS	-0,24113625	0,30709078	0,61658289	0,43231995	0,78573456	0,43040738	1,4344057
ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL	0,72133245	0,44729058	2,60070701	0,10681605	2,05717246	0,8561232	4,9431653
ESTABLECIMIENTO EMPRESARIAL	0,55691125	0,47398409	1,3805256	0,24001164	1,74527346	0,68929876	4,41895388

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Significancia, bondad de ajuste y tabla de clasificación del tercer modelo de regresión logística.

LL0	-159,638949				
LL1	-151,852688	Classification Table			
Chi-Sq	15,5725226		Suc-Obs	Fail-Obs	
df	8	Suc-Pred	144	63	2
p-value	0,04892368	Fail-Pred	17	23	
alpha	0,05		161	86	2
sig	yes				
		Accuracy	0,89440994	0,26744186	0,676113
R-Sq (L)	0,0487742				
R-Sq (CS)	0,06110033	Cutoff	0,5		
R-Sq (N)	0,084224				

Fuente: Elaboración propia.

En el tercer modelo se observó que la significación de Chi-cuadrado es menor a 0,05, lo que indica que este modelo ayuda a explicar el desarrollo o no desarrollo de enfermedades musculares, por lo que las variables independientes que se escogieron contribuyen a explicar dicho evento.

En los modelos de regresión logística es común encontrarse con coeficientes de determinación bajos, como en esta salida, en donde el R-cuadrado de Cox y Snell (R-Sq(CS)) y el R-cuadrado de Nagelkerke (R-Sq(N)) dan como valor 0,06110033 y

0,084224 respectivamente. Con estos valores se concluye que el porcentaje que queda explicado de la variable dependiente por el modelo oscila entre un 6,11% y un 8,42%, lo cual es un valor de predicción relativamente bajo, pero para decidir si descartar o no el modelo hay que revisar el porcentaje global correctamente clasificado.

El porcentaje global correctamente clasificado indica el número de casos que el modelo es capaz de predecir correctamente, es decir, en base al modelo ajustado y los datos observados, se realiza una predicción del valor de la variable dependiente (Enfermedad Muscular). Esta predicción se compara con el valor observado de cada trabajador. Si la predicción acertó, entonces el caso es correctamente clasificado, en caso contrario, el caso no es correctamente clasificado. Por lo tanto, mientras más casos clasifique correctamente, mejor es el modelo de regresión logística binaria. Se espera que el modelo clasifique correctamente la mayor cantidad de eventos observados.

Un criterio para elegir si aceptar o no el modelo, es verificar que el porcentaje de los casos correctamente clasificados. Si este porcentaje es mayor al 50%, entonces el modelo se acepta.

En la salida de la significancia y bondad de ajuste se observa un 67,6% de eventos correctamente clasificados, por lo que se acepta el modelo 3 como modelo predictor del desarrollo o no desarrollo de enfermedad muscular en los trabajadores de Talcahuano.

Mediante la regresión logística se pretende pronosticar el evento del desarrollo de enfermedad muscular, sin embargo, este pronóstico se muestra en términos probabilísticos. Por lo tanto la ocurrencia o no ocurrencia del desarrollo de enfermedad muscular estará condicionada por los valores de las variables independientes, en este caso el Género, el rango de edad, si el trabajador es de estatura baja, si el trabajador realiza actividad física (cabe mencionar que no se retiró anteriormente esta variable aunque no fuese significativa, porque es de importancia

para el estudio), si el trabajador posee o no antecedentes médicos, y si el tipo de establecimiento en donde el trabajador desempeña sus funciones

Continuando con el análisis del modelo 3, los coeficientes del modelo se interpretan de la siguiente manera:

- **Signo del coeficiente b:** Indica la dirección de la relación.
- **Valor del coeficiente b:** Corresponde al cambio que se produce en el término Logit¹ al incrementarse en una unidad la variable explicativa asociada. Un coeficiente b cercano a cero, o equivalente a este, significará que el cambio en la variable explicativa asociada no tendrá un efecto importante sobre la variable dependiente.
- **Exp(b):** Indica la fortaleza de la relación. Cuanto más alejado de 1 es el valor, más fuerte es la relación entre la variable independiente con la dependiente. Aquellos exponenciales menores a 1, deben transformarse en su inverso recíproco, dividiendo 1 entre el exponencial de b, con objetivo de comparar el exp(b) entre las otras variables.

Tabla 7: Variables con sus coeficientes y estadísticos del modelo 3.

	<i>coeff b</i>	<i>s.e.</i>	<i>Wald</i>	<i>p-value</i>	<i>exp(b)</i>
Intercept	0,07777527	0,49126833	0,02506372	0,87420839	1,08087972
GÉNERO	-0,59618091	0,34769451	2,94008885	0,08640598	0,5509116
JOVEN	0,54080112	0,47505976	1,29592147	0,25495956	1,71738214
MADURO	0,71867657	0,36479539	3,88122028	0,04882906	2,0517161
ESTATURA BAJO	-0,55688777	0,34613403	2,58849158	0,10764281	0,57298957
ACTIVIDAD FÍSICA	-0,02319441	0,30490253	0,00578688	0,93936218	0,97707251
ANTECEDENTES MÉDICOS	-0,24113625	0,30709078	0,61658289	0,43231995	0,78573456
ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL	0,72133245	0,44729058	2,60070701	0,10681605	2,05717246
ESTABLECIMIENTO EMPRESARIAL	0,55691125	0,47398409	1,3805256	0,24001164	1,74527346

Fuente: Elaboración propia.

Interpretando los coeficientes de cada variable independiente del modelo 3 se tiene que:

¹ La terminología y conceptos específicos sobre regresión logística binaria se tratan en el anexo del informe.

- **Género:** Esta variable cuando toma valor 1 (trabajador hombre) disminuye la probabilidad de que el trabajador desarrolle alguna enfermedad muscular. Mientras que cuando toma valor 0 (trabajadora mujer), la probabilidad de que el individuo desarrolle una enfermedad muscular aumenta. (coeff $b = -0,59618091$).
- **Joven:** Cuando un trabajador se encuentra clasificado según su edad como JOVEN, es decir cuando la variable toma como valor 1, la probabilidad de desarrollar enfermedad muscular aumenta. Caso contrario cuando toma valor 0. (coeff $b = 0,54080112$).
- **Maduro:** Cuando un trabajador es clasificado como adulto MADURO según su edad, es decir cuando la variable toma valor 1, la probabilidad de desarrollar enfermedad muscular aumenta. Caso contrario cuando toma valor 0. Notar que su coeficiente $\exp(b)$ es más cerca de 1 que el $\exp(b)$ de la variable JOVEN, por lo que su contribución a aumentar la probabilidad de desarrollar enfermedad muscular es mayor. (coeff $b = 0,71867657$).
- **Estatura Bajo:** Cuando un trabajador es de estatura baja, sea hombre o mujer, es decir, cuando la variable Bajo toma valor 1, disminuye la probabilidad de desarrollar enfermedad muscular. Caso contrario cuando toma valor 0. (coeff $b = -0,55688777$).
- **Actividad Física:** Si bien, el aporte de esta variable en explicar la variabilidad de la variable dependiente es muy bajo, revisando el signo de su coeficiente b implica que cuando la persona realiza actividad física, es decir, la variable toma valor 1, entonces la probabilidad de desarrollar enfermedad muscular disminuye. Caso contrario cuando esta toma valor 0 cuando el trabajador no hace actividad física, aumentando levemente su probabilidad de desarrollar alguna enfermedad muscular. (coeff $b = -0,02319441$).
- **Antecedentes Médicos:** Interpretando al pie de la letra su coeficiente b , (y quizás contrario a lo que el sentido común dice), quiere decir que cuando el trabajador presenta algún antecedente médico por otra enfermedad, entonces su probabilidad de desarrollar enfermedad muscular disminuye. En cambio, cuando este trabajador no presenta antecedentes médicos (valor 1), su probabilidad de

desarrollar enfermedad muscular, según el modelo, aumenta. (coeff b= -0,24113625).

- **Establecimiento Educativo:** Dado su coeficiente b y su exp(b), cuando el trabajador se desempeña en un establecimiento educacional, la probabilidad de desarrollar enfermedad muscular aumenta de manera importante. (coeff b= 0,72133245).
- **Establecimiento Empresarial:** Cuando la persona se desempeña en un establecimiento empresarial, la probabilidad de desarrollar enfermedad muscular aumenta, igual que la variable anterior, pero de manera menos cuantiosa. (coeff b= 0,55691125).

En conformidad de las salidas del modelo 3, el modelo de regresión logística binario que se obtuvo es:

$$\begin{aligned} \text{Logit}[P(\text{Enf. Muscular} = 1)] &= \ln\left(\frac{P(\text{Enf. Musc} = 1)}{1 - P(\text{Enf. Musc} = 1)}\right) \\ &= \beta_0 + \beta_1 * \text{Género} + \beta_2 * \text{Joven} + \beta_3 * \text{Maduro} + \beta_4 * \text{Est. Bajo} + \beta_5 * \text{Act. Física} + \beta_6 \\ &\quad * \text{Antecedentes Méd.} + \beta_7 * \text{Estab. Educativo} + \beta_8 * \text{Estab. Empresarial} \end{aligned}$$

De modo que para determinar la probabilidad de que el trabajador desarrolle alguna enfermedad muscular dados sus antecedentes es necesario transformar el logit de la variable dependiente, de modo que la probabilidad de ocurrencia de los eventos está dada por:

$$P(\text{Enf. Muscular} = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 * \text{Género} + \beta_2 * \text{Joven} + \dots + \beta_8 * \text{Estab. Empresarial}}}{(1 + e^{\beta_0 + \beta_1 * \text{Género} + \beta_2 * \text{Joven} + \dots + \beta_8 * \text{Estab. Empresarial}})}$$

A partir del tercer modelo formulado se plantean dos pronósticos, con el fin de verificar su utilidad. En la siguiente tabla se muestran los valores de las variables independientes para pronosticar la probabilidad de ocurrencia de enfermedad muscular en dos trabajadores.

Tabla 8: Valores de las variables independientes para pronosticar la probabilidad de ocurrencia.

	Coeficientes b	Trabajador 1	Trabajador 2
Intercepto	0,077775269	1	1
GÉNERO	-0,596180912	0	1
JOVEN	0,54080112	1	0
MADURO	0,718676566	0	1
ESTATURA BAJO	-0,556887767	0	1
ACTIVIDAD FÍSICA	-0,023194408	0	1
ANTECEDENTES MÉDICOS	-0,241136255	0	1
ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL	0,721332446	1	0
ESTABLECIMIENTO EMPRESARIAL	0,556911251	0	1

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la suma de los productos obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 9: Suma de productos trabajador 1 y 2.

	$\ln(P/(1-p))$	P (Probabilidad)	% Prob. Enf. Musc = 1
Trabajador 1	1,33990884	0,792474949	79%
Trabajador 2	-0,0640362	0,483996404	48%

Fuente: Elaboración propia.

Dadas las instancias, según el tercer modelo, se pronostica para el trabajador 1 una probabilidad de un 79% de ocurrencia de enfermedad muscular para un trabajador que es mujer, tiene menos de 35 años de edad, con una estatura superior a 1,59m, que no realiza actividad física, no posee antecedentes médicos por otra enfermedad y trabaja en un establecimiento del tipo educacional.

Mientras que para el trabajador 2, se pronostica una probabilidad de un 48% de desarrollar alguna enfermedad muscular, cuando el trabajador es hombre, con una edad superior a 35 años, es de estatura promedio (entre de 1,66 m y 1,73m), realiza actividad física, posee antecedentes médicos sobre otra enfermedad y trabaja en un establecimiento de tipo empresarial.

4.7 Árboles de Decisión

Se construyeron tres árboles de decisión con el fin de explicar qué variables determinan la manifestación de las enfermedades musculares según su tipo. Para el desarrollo de estos árboles se tomaron todos los registros de la base de datos con los establecimientos agrupados. El primer árbol toma en cuenta variables como el Rango IMC, el Rango Edad, Tipo de Establecimiento, Género, si el trabajador posee Hipertensión Arterial (HTA), el Rango Presión, Estatura, variable Antecedentes, Actividad Física y si el trabajador posee Diabetes o Resistencia a la Insulina. Posterior a la construcción del árbol de decisiones, RapidMiner determinó que las variables que determinan la presencia de ciertas enfermedades musculares según categoría son el Rango IMC, Rango Edad y el Tipo de Establecimiento.

El árbol comienza a ramificarse a partir del Rango de Edad, determinando que los adultos jóvenes, según el establecimiento donde trabajan tienen más probabilidad de desarrollar ciertas enfermedades. En el caso de los trabajadores jóvenes que se desempeñan en establecimientos educacionales tienen una tendencia a desarrollar enfermedades de la Zona Cérvico-Dorsal, los trabajadores jóvenes del sector empresarial tienden a desarrollar enfermedades de la Zona Lumbar y los trabajadores jóvenes del sector Municipal tienden a desarrollar enfermedades asociadas al Miembro Superior.

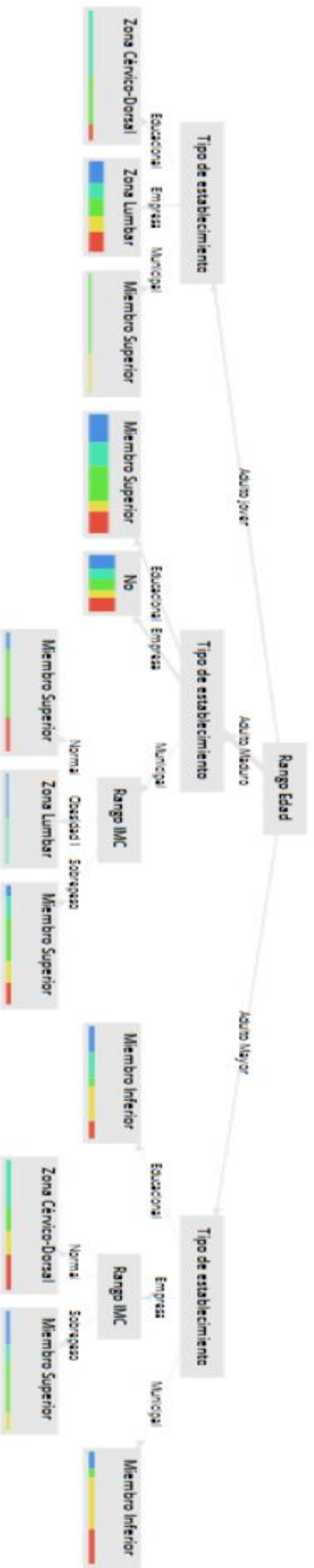
En la siguiente rama se tienen a los Adultos Maduros, en los cuales se desempeñan sus labores en instituciones de tipo Educacional tienden a desarrollar enfermedades del Miembro Superior, los que se trabajan en instituciones de tipo Empresarial tienden a no desarrollar enfermedades musculares, y los que trabajan en institución municipal, dependiendo de su Rango de IMC desarrollarán enfermedades asociadas al Miembro Superior si su IMC es normal, mientras que las personas con sobrepeso y obesidad tienden a desarrollar enfermedades asociadas al Miembro Superior y la Zona Lumbar respectivamente.

En el tercer y último brazo principal, para los Adultos Mayores, el árbol de decisiones define que quienes trabajan en instituciones Educacionales y Municipales tienden a

desarrollar enfermedades asociadas al Miembro Inferior, mientras que quienes trabajan en instituciones empresariales, dependerá del nivel del IMC qué tipo de enfermedad es más probable desarrollar. En este caso, un adulto mayor con un IMC normal tiende a desarrollar enfermedades de la Zona Cérvico-Dorsal y un adulto mayor con sobrepeso tiende a desarrollar enfermedades asociadas al Miembro Superior.

En la siguiente plana se muestra el árbol de decisiones descrito anteriormente:

Figura 2: Árbol de decisiones agrupado según Rango Edad, Tipo de establecimiento e IMC.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Variables con mayor jerarquía en el primer árbol de decisiones.

attribute	wei... ↓
Rango IMC	19.867
Rango Edad	9.832
Tipo de establecimiento	8.862

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11 : Variables involucradas en el primer árbol de decisiones.

attribute	wei... ↓
Rango IMC	19.867
Rango Edad	9.832
Tipo de establecimiento	8.862
GÉNERO	8.819
HTA	8.587
Rango Presión	8.055
Estatura	6.111
Antecedentes	6.068
ACTIVIDAD FÍSICA	3.569
Diab/Res. Insulina	1.841

Fuente: Elaboración propia.

En los otros dos árboles de decisión se optó por separar las observaciones según el género del trabajador, debido a que se estima que es una variable determinante en cuanto al desarrollo de enfermedades musculares.

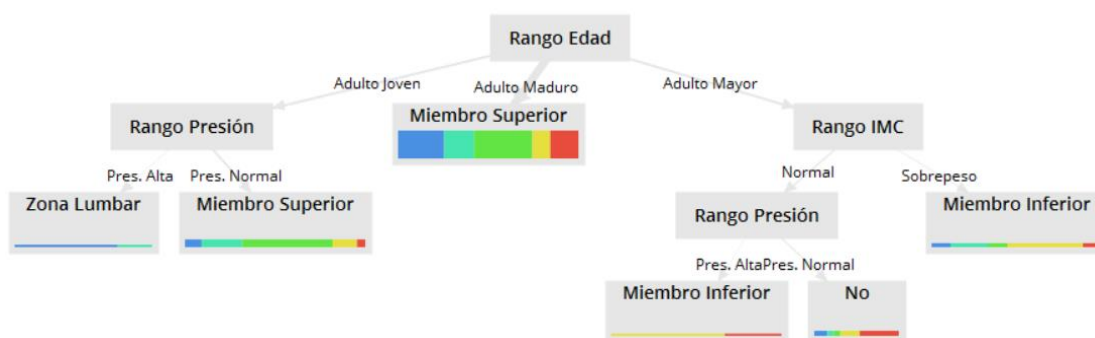
Se comenzó por revisar el árbol de decisiones asociado a las mujeres trabajadoras, donde las primeras ramificaciones ocurren según el Rango Edad, para lo cual, aquellas trabajadoras jóvenes desarrollan enfermedades según su rango de presión, determinándose que las trabajadoras jóvenes con presión alta tienden a desarrollar enfermedades en la zona lumbar, mientras que las que poseen una presión normal, tienden a desarrollar enfermedades musculares asociadas al miembro superior.

Por otro lado, aquellas trabajadoras que estén dentro de un rango de edad entre los 35 y los 59 años, es decir, rango Adulto Maduro, estará definido que es muy probable que desarrollen enfermedades asociadas al miembro superior, sin importar las demás variables.

Por último, aquellas trabajadoras que tengan más de 59 años de edad tendrán más probabilidad de desarrollar enfermedades sobre el miembro inferior si poseen sobrepeso, mientras que las que tengan un peso saludable, o normal y posean presión normal, no desarrollarán enfermedades musculares.

A continuación, se muestra el árbol de decisiones asociado a las mujeres trabajadoras:

Figura 3: Árbol de Decisiones asociado a las mujeres trabajadoras.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Variables con peso relativo mayor para el árbol de decisiones asociado a las mujeres.

attribute	wei... ↓
Rango IMC	22.308
Estatura	9.815
Rango Edad	7.542

Fuente: Elaboración propia.

El último árbol que se muestra a continuación, corresponde a los hombres trabajadores, donde la manifestación de las enfermedades musculares está determinada en primer lugar por el rango de estatura. Aquellos trabajadores que sean clasificados como altos, tienden a desarrollar enfermedades musculares según el rango de edad. Tanto los adultos jóvenes como los adultos mayores tienden a desarrollar enfermedades musculares asociadas a la Zona Lumbar si es que son de alta estatura, mientras que los trabajadores de edad entre 35 y 59 años tienden a desarrollar enfermedades asociadas al Miembro Superior.

Mientras que los trabajadores hombres de baja estatura condicionarán su tendencia a desarrollar enfermedades musculares según el Rango IMC en primera instancia, por lo cual, aquellos individuos con una IMC normal, tienen más probabilidad de desarrollar enfermedades asociadas al miembro inferior, mientras que aquellos individuos con sobrepeso condicionarán sus tendencias a desarrollar enfermedades según la edad que posean.

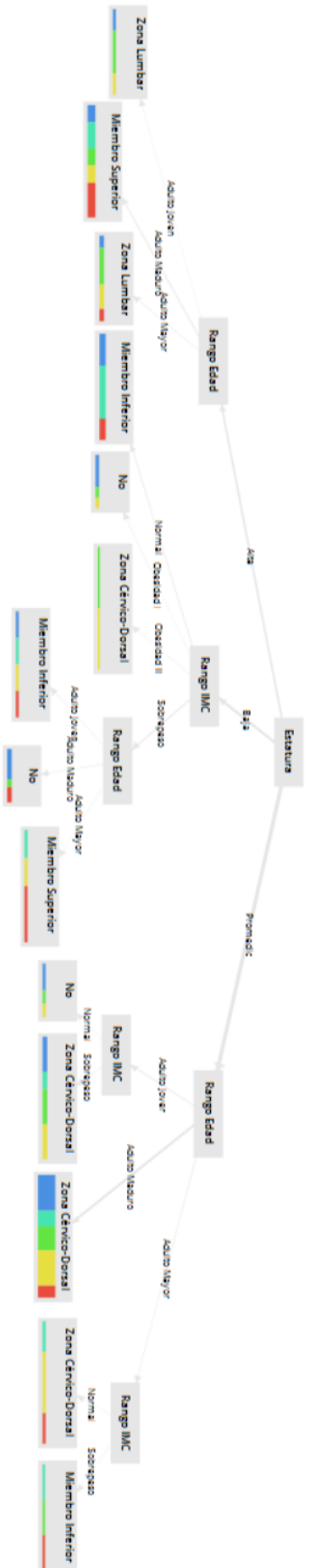
Aquellos trabajadores hombres de baja estatura con sobrepeso y que sean jóvenes tienen más probabilidad de desarrollar enfermedades musculares asociadas al miembro superior, el adulto mayor tendrá más probabilidades de desarrollar enfermedades asociadas al miembro superior, y, por último, aquellos que estén en una edad intermedia comprendida entre los 35 y los 59 años, aparentemente tienen probabilidades de no desarrollar enfermedades musculares.

Por último, en la última rama, que corresponde aquellos trabajadores hombres de estatura promedio, tendrán probabilidad de desarrollar ciertas enfermedades según

su Rango IMC, exceptuando a los adultos maduros de entre 35 y 59 años, los que, sin importar otra variable, tienen más probabilidad de desarrollar problemas en la zona cérico-dorsal.

Los adultos jóvenes de estatura promedio, con un Rango IMC normal, o saludable, se espera que no desarrollen enfermedades musculares, mientras que los trabajadores jóvenes con un sobrepeso tienden a desarrollar problemas en la zona cérico-dorsal, igual que los adultos mayores con un IMC normal. Finalmente, aquellos trabajadores que tengan más de 59 años y que tengan sobrepeso tienen más probabilidades de desarrollar enfermedades asociadas al miembro inferior.

Figura 4: Árbol de Decisiones asociado a los hombres trabajadores.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Variables con peso relativo mayor para el árbol de decisiones asociado a los hombres.

attribute	wei...	↓
Rango IMC	22.308	
Estatura	9.815	
Rango Edad	7.542	

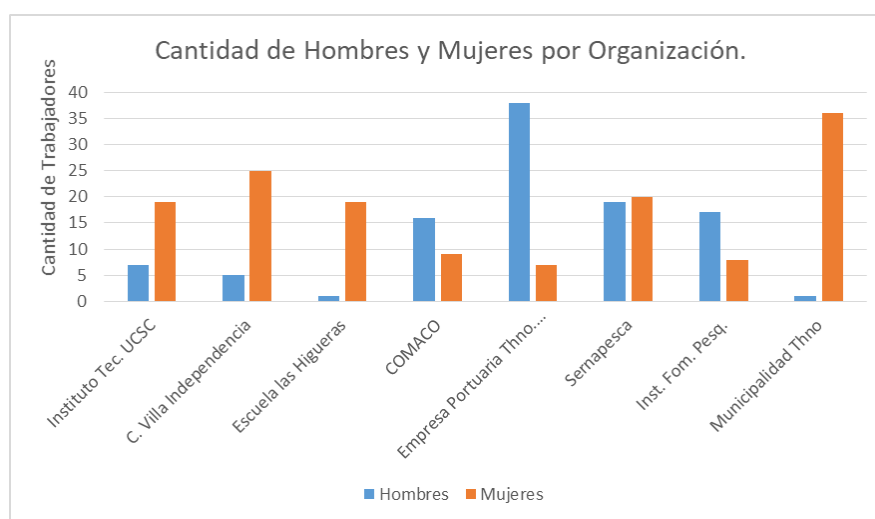
Fuente: Elaboración propia.

5. CAPITULO 5: INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS.

5.1. Análisis de las Muestras.

En el gráfico 2, se muestra la cantidad de trabajadores hombres y mujeres en cada establecimiento estudiado, donde el eje X corresponde al género agrupado por establecimiento, y el eje Y corresponde a la cantidad de trabajadores.

Gráfico 2: Cantidad de hombres y mujeres por organización.

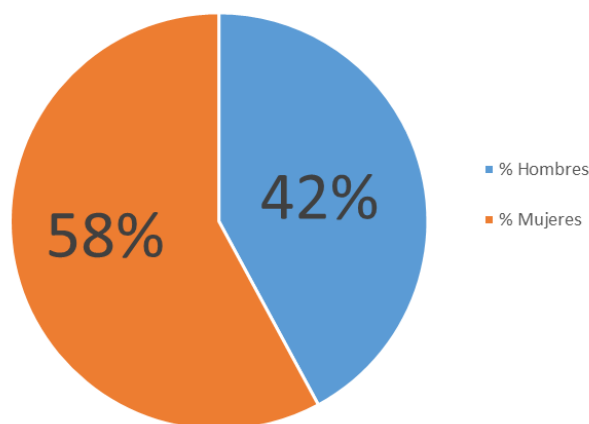


Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se observa que en la mayoría de los establecimientos la proporción entre hombres y mujeres no es igual, y que además hay una mayor cantidad de mujeres en total, lo que se ve acusado en el siguiente gráfico circular, donde se muestra la proporción de hombres y mujeres respecto de todas las observaciones en todos los establecimientos.

Gráfico 3: Porcentajes de trabajadores hombres y mujeres.

Portentaje de Trabajadores Hombres y Mujeres respecto de todas las muestras

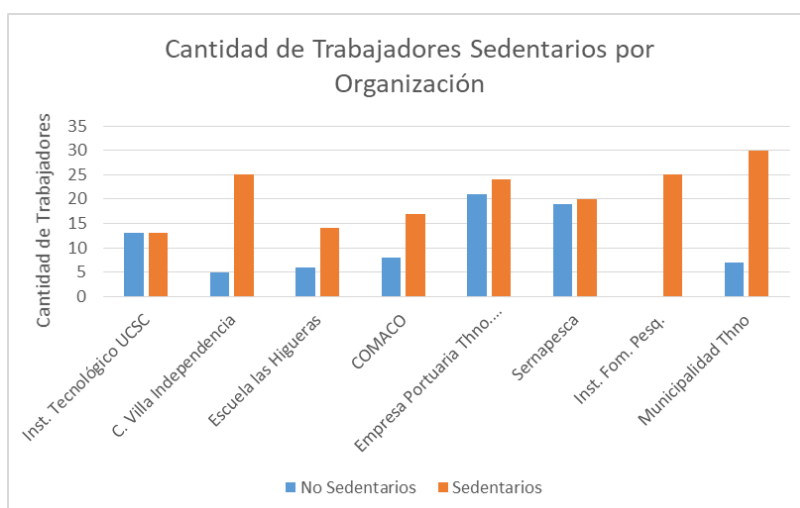


Fuente: Elaboración propia.

Se puede ver una muestra total de 247 trabajadores, distribuidos en ocho establecimientos. El 58% de la muestra son mujeres con 143 observaciones, mientras que la muestra de los hombres es un 42% con 104 observaciones.

A continuación, se presenta un gráfico de barras N°4, que representa la cantidad de trabajadores sedentarios por establecimiento u organización.

Gráfico 4: Cantidad de trabajadores sedentarios por organización.

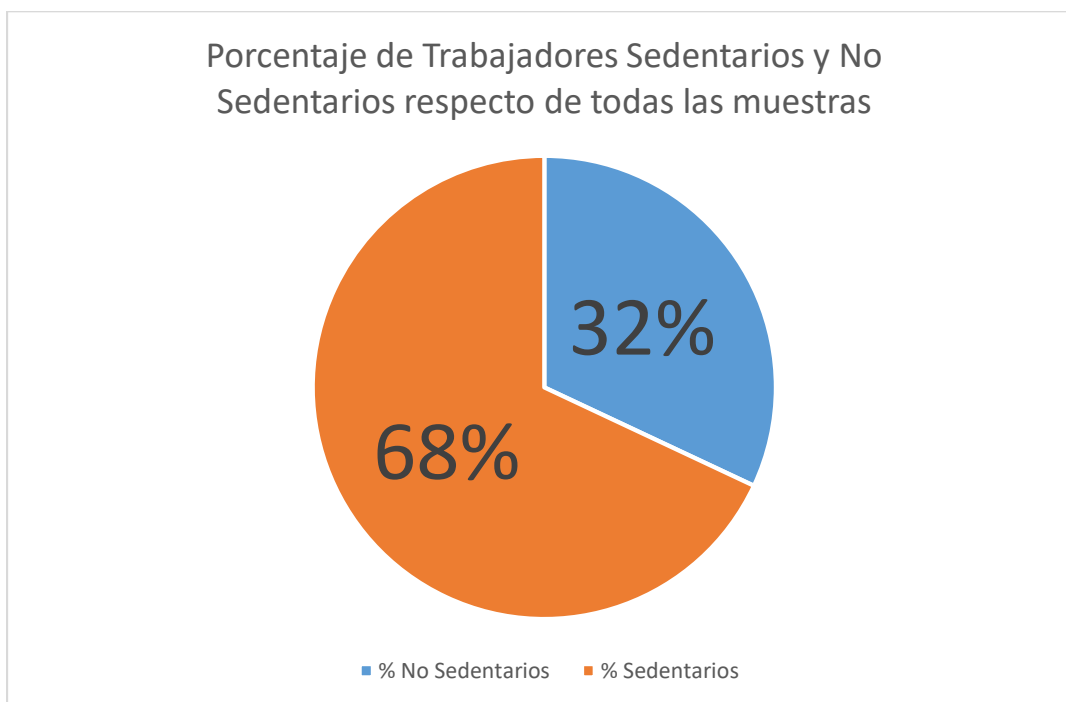


Fuente: Elaboración propia.

Llama la atención que existe un establecimiento donde ningún funcionario realiza actividad física regularmente, el cual es el Instituto de Fomento Pesquero. Mientras que, en algunos establecimientos, como el Instituto Tecnológico UCSC y Sernapesca Talcahuano, tienen una proporción similar entre trabajadores sedentarios y no sedentarios. En los demás establecimientos, como el Colegio Villa Independencia, la Escuela las Higueras, COMACO, Empresa Portuaria Thno. San Vicente y la Municipalidad de Talcahuano tienen una evidente mayor proporción de trabajadores sedentarios que trabajadores que realizan actividad física.

A continuación, se muestra un gráfico circular N°5, donde se agruparon todas las muestras para evidenciar el porcentaje de trabajadores sedentarios y no sedentarios respecto del total de observaciones.

Gráfico 5: Porcentajes de trabajadores hombres y mujeres sedentarios y no sedentarios.

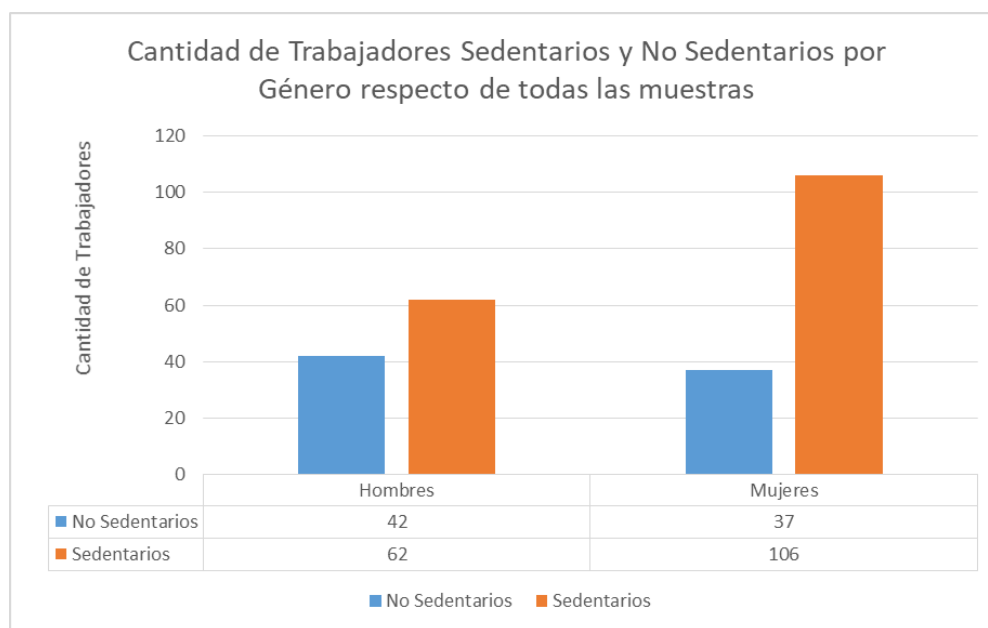


Fuente: Elaboración propia.

Es preocupante ver que solamente el 32% del total de trabajadores realiza algún tipo de actividad física regularmente, mientras que el 68% restante son trabajadores que no poseen este hábito.

Con todos los datos reunidos, es posible graficar la cantidad de trabajadores sedentarios y no sedentarios separados por género, lo que se muestra en el siguiente gráfico.

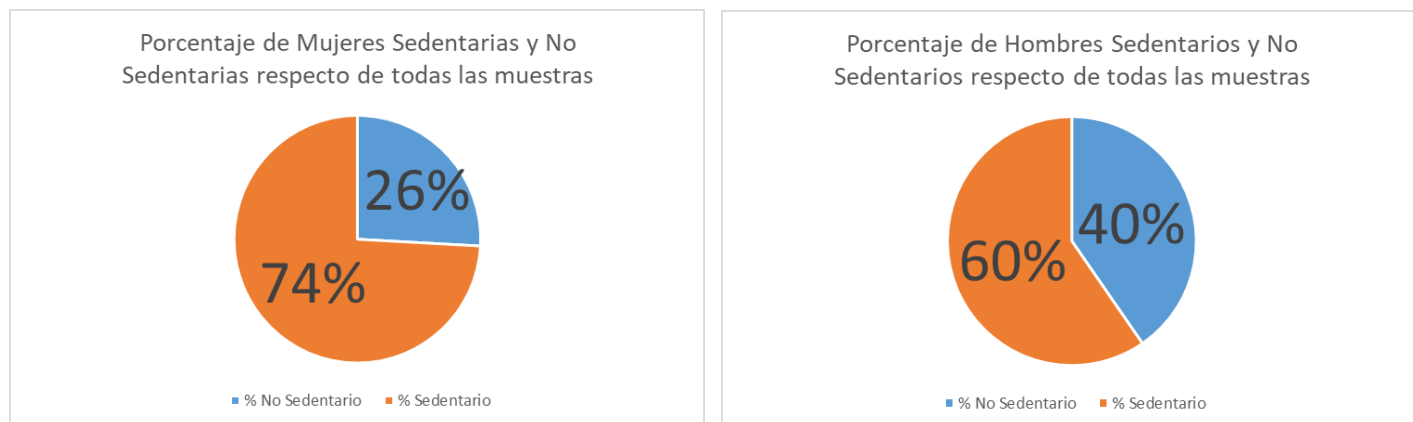
Gráfico 6: Cantidad de trabajadores sedentarios y no sedentarios por cada género según los datos de la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

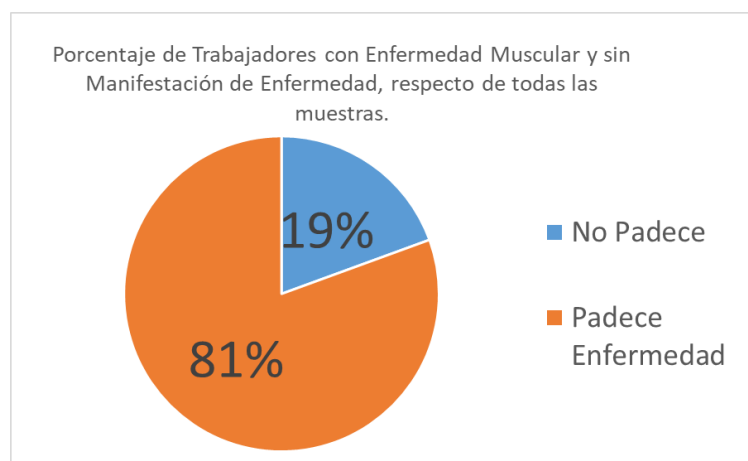
En el gráfico N°6 se observa que, aunque la cantidad de mujeres es mayor a la de hombres, se puede apreciar que existen menos mujeres no sedentarias que hombres no sedentarios. Esto se puede observar más fácilmente en los siguientes gráficos circulares, donde la proporción de mujeres sedentarias alcanza un 74%, y la de los hombres un 60% respecto del total de la muestra agrupada por género.

Gráfico 7: Comparación de proporción entre trabajadores hombres y mujeres, respecto del porcentaje de sedentarismo y no sedentarismo.



Fuente: Elaboración propia.

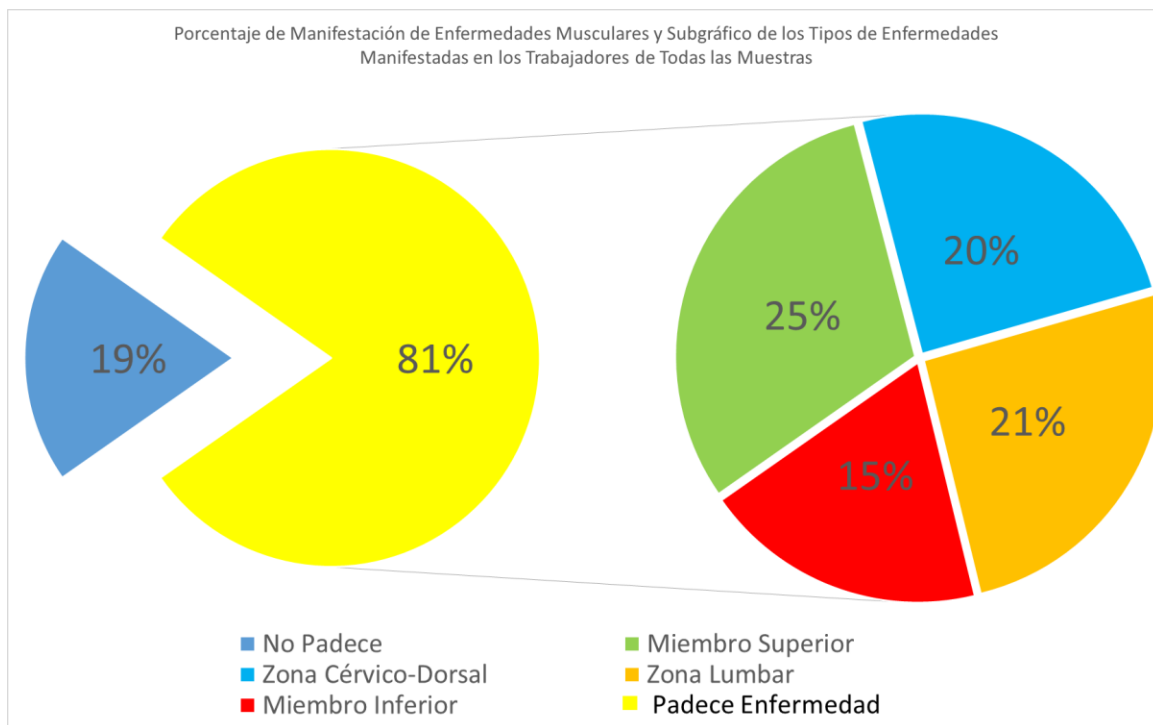
Gráfico 8: Porcentajes de trabajadores que padece o no padece enfermedad muscular en la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico N°8, del total observado, solamente un 19% de los trabajadores no manifiestan enfermedades musculares, mientras que el 81% restante si manifiesta alguna enfermedad muscular, las que en el siguiente gráfico se muestran los porcentajes de manifestación de enfermedades musculares según la ubicación en el cuerpo del trabajador.

Gráfico N° 9: Gráficos circulares con el porcentaje de trabajadores sanos y con enfermedades musculares.



Fuente: Elaboración propia.

En el subgráfico circular se observa que, del total de trabajadores con enfermedad muscular, un 25% manifiesta problemas musculares en la zona Miembro Superior del cuerpo, un 20% manifiesta problemas musculares asociados a la Zona Cérvico-Dorsal, un 21% padece problemas en la Zona Lumbar, y un 15% de los trabajadores con enfermedades musculares manifiesta problemas con algún Miembro Inferior de su cuerpo.

5.2. Prueba de hipótesis para proporción.

- Contexto: ¿Qué género tiene una proporción mayor de trabajadores no sedentarios?
Se plantea la hipótesis de investigación, que consiste en que la proporción de hombres no sedentarios es mayor que la de mujeres no sedentarias.

$$H_0: P_{HO} - P_{MU} \leq 0$$

$$H_1: P_{HO} - P_{MU} > 0$$

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Valor crítico: 1,64

Datos:

P_{MU} = Proporción de mujeres no sedentarias

P_{HO} = Proporción de hombres no sedentarias

N_{HO} = muestra de hombres

N_{MU} = muestra de mujeres

$P_{MU} = 0,2606$

$P_{HO} = 0,4038$

$N_{HO} = 104$

$N_{MU} = 143$

Fórmula:

$$P = (N_{HO} * P_{HO} + N_{MU} * P_{MU}) / (N_{HO} + N_{MU})$$

Resultado:

$$P = 0,3209$$

Fórmula:

$$(S_{PHO-PMU})^2 = P(1-P) [(1/N_{HO}) + (1/N_{MU})]$$

Resultado:

$$S_{PHO-PMU} = 0,060$$

Fórmula para Prueba Estadístico:

$$Z = [(P_{HO} - P_{MU}) - H_0] / S_{PHO-PMU}$$

$$Z = 2,39$$

Respuesta: Se rechaza H_0 , lo cual implica que la proporción de hombres no sedentarios es mayor que la proporción de mujeres no sedentarias.

2. Contexto: ¿La proporción de las mujeres sedentarias es menos del 70% del total de mujeres muestreadas?

Se plantea la hipótesis de investigación, que consiste en que la proporción de mujeres sedentarias es menor al 70%.

H₀: P_{MU} ≥ 0,7

H₁: P_{MU} < 0,7

Nivel de significancia: α= 0,05

Valor crítico: 1,64

Datos:

P_{MU} = Proporción de mujeres sedentarias

N_{MU} =muestra de mujeres

P_{MU} = 0,7254

N_{MU} =142

Fórmula:

$$(S_P)^2 = P (1-P) / N_{MU}$$

Resultado:

$$S_P = 0,037$$

Fórmula para Prueba Estadístico:

$$Z = [(Proporción Observada) - (Proporción H_0)] / S_P$$

$$Z = 0,36$$

Respuesta: No se rechaza H₀, lo cual significa que la proporción de mujeres que son sedentarias es el 70% o mayor.

3. Contexto: ¿La proporción de hombres sedentarios es menos del 50% del total de trabajadores hombres muestreados?

Se plantea la hipótesis de investigación, que consiste en que la proporción de hombres sedentarios es menos de un 50% respecto del total de hombres muestreados.

H₀: P_{H0} ≥ 0,5

H₁: P_{H0} < 0,5

Nivel de significancia: α= 0,05

Valor crítico: 1,64

Datos:

P_{H0} = Proporción de hombres sedentarios

N_{H0} = muestra de hombres

P_{H0} = 0,5961

N_{H0} = 104

Fórmula:

$$(S_P)^2 = P (1-P) / N_{H0}$$

Resultado:

S_P = 0,048

Fórmula para Prueba Estadístico:

$$Z = [(Proporción Observada) - (Proporción H_0)] / S_P$$

Z = 2,008

Respuesta: No se rechaza H₀, esto quiere decir que la proporción de hombres sedentarios es igual o superior de un 50% respecto del total de hombres muestreados.

5.3. Prueba de hipótesis con tablas de contingencia.

1. **Hipótesis de investigación:** El género sí influye en el desarrollo de enfermedades musculares.

H0: El género no influye en el desarrollo de enfermedades musculares.

H1: El género si influye en el desarrollo de enfermedades musculares.

Se plantea la siguiente tabla de contingencia que tabula la cantidad de hombres y mujeres que padecen y no padecen alguna enfermedad muscular.

Tabla 14: Tabla de Contingencia entre hombres y mujeres que padecen y no padecen enfermedad muscular.

	No tiene Enf. Musc.	Tiene Enf. Musc.	Total por Fila
Mujeres	21	122	143
Hombres	27	77	104
Total por Columna	48	199	247

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se calculan las frecuencias esperadas usando Statgraphics, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 15: Recorte de tabla de contingencia con frecuencia esperada construido en Statgraphics.

The screenshot shows a window titled "Tabulación Cruzada - Género por Molestia Muscular". Inside, there is a table titled "Tabla de Frecuencias para Género por Molestia Muscular". The table includes observed frequencies and expected frequencies for both genders across two categories of muscle pain (No Enf. M. and Enf. M.).

	No Enf. M.	Enf. M	Total por Fila
Mujer	21	122	143
Frec. Esp Mujer	27,79	115,21	57,89%
Hombre	27	77	104
Frec. Esp. Hombre	20,21	83,79	42,11%
Total por Columna	48	199	247
	19,43%	80,57%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Para la distribución Chi-cuadrado se calculan los grados de libertad, dados por:

$$GL = (\text{cantidad de filas} - 1) * (\text{cantidad de columnas} - 1)$$

$$GL = (2 - 1) * (2 - 1) = 1$$

Y el estadístico Chi-cuadrado se calcula utilizando la siguiente fórmula,

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{frec. observada} - \text{frec. esperada})^2}{\text{frec. esperada}}$$

$$\chi^2 \approx 4,89$$

Para verificar si se rechaza o no la hipótesis nula, hay que comparar el estadístico Chi-cuadrado calculado con el que se encuentra en tabla para un 5% de significancia y 1 grado de libertad.

Tabla 16: Tabla Distribución χ^2

DISTRIBUCION DE χ^2

Grados de libertad	Probabilidad										
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59
No significativo									Significativo		

Fuente: <https://cristina92sm.files.wordpress.com/2011/05/tabla-chi-cuadrado.jpg>

$$\chi^2_{\text{Tabla}} = 3,84$$

$$\chi^2_{\text{Tabla}} < \chi^2$$

Como el Chi-cuadrado calculado ($\chi^2 \approx 4,89$) es mayor que el estadístico en tabla ($\chi^2_{Tabla} = 3,84$), se rechaza la hipótesis nula, por lo que a un 5% de significancia, el género sí influye en el desarrollo de enfermedades musculares.

2. **Hipótesis de investigación:** La actividad física sí influye en el desarrollo de enfermedades musculares.

H0: La actividad física no influye en el desarrollo de enfermedades musculares.

H1: La actividad física si influye en el desarrollo de enfermedades musculares.

Se plantea la siguiente tabla de contingencia que tabula la cantidad de trabajadores sedentarios y no sedentarios, con los trabajadores que desarrollaron enfermedad muscular.

Tabla 17: Tabla de contingencia de personas sedentarias y no sedentarias, trabajadores que tienen y no tienen enfermedad muscular.

	No tiene Enf. Musc.	Tiene Enf. Musc.	Total por Fila
Sedentario	31	137	168
No Sedentario	17	62	79
Total por Columna	48	199	247

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se calculan las frecuencias esperadas usando Statgraphics, obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 18: Recorte de tabla de contingencia con frecuencia esperada construido en Statgraphics.

The screenshot shows a window titled "Tabulación Cruzada - Actividad Física por Molestia Muscular". Inside, there is a table titled "Tabla de Frecuencias para Actividad Física por Enfermedad Muscular". The table includes observed counts and expected frequencies for sedentary and non-sedentary workers with and without muscle pain.

	No. Enf. M	Enf. M	Total por Fila
Sedentario	31	137	168
Frec. Esp Sed.	32,65	135,35	68,02%
No sedentario	17	62	79
Frec. Esp. No Sed.	15,35	63,65	31,98%
Total por Columna	48	199	247
	19,43%	80,57%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Para la distribución Chi-cuadrado se calculan los grados de libertad, dados por

$$GL = (\text{cantidad de filas} - 1) * (\text{cantidad de columnas} - 1)$$

$$GL = (2 - 1) * (2 - 1) = 1$$

Y el estadístico Chi-cuadrado se calcula utilizando la siguiente fórmula,

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{frec. observada} - \text{frec. esperada})^2}{\text{frec. esperada}}$$

$$\chi^2 \approx 0,3236$$

Para verificar si se rechaza o no la hipótesis nula, hay que comparar el estadístico Chi-cuadrado calculado con el que se encuentra en tabla para un 5% de significancia y 1 grado de libertad.

$$\chi^2_{\text{Tabla}} = 3,84$$

$$\chi^2_{\text{Tabla}} > \chi^2$$

Como el Chi-cuadrado calculado ($\chi^2 \approx 0,3236$), es menor que el estadístico en tabla ($\chi^2_{\text{Tabla}} = 3,8$), NO se rechaza la hipótesis nula, por lo que a un 5% de significancia, la actividad física no influye en el desarrollo de enfermedades musculares.

6. CAPITULO 6: DISCUSIÓN

Mediante el análisis de regresión logística, los árboles de decisiones y la prueba de hipótesis de la actividad física, se determina que esta variable no explica el desarrollo de enfermedades musculares, lo que fue un problema para el propósito central de la investigación, el cual era identificar la relación causal entre el comportamiento sedentario de los trabajadores con el desarrollo de enfermedades músculo-esqueléticas. Esta baja significancia se ve acusada en los modelos de regresión logística desarrollados en este estudio, donde para el primer modelo la variable “Actividad Física” tiene un p-value de 0,9376975, para el segundo modelo su p-value es de 0,94414657 y en el tercer y último modelo desarrollado, el p-value de la variable es de 0,93936218, por lo que si se realizara un test de hipótesis de significancia de la variable “Actividad Física” en los tres modelos, esta variable no sería significativa en ningún de ellos, por lo que su aportación a explicar el incremento (o decremento) de la probabilidad de ocurrencia de la variable “Enfermedad Muscular” en los trabajadores es realmente bajo.

Una posible explicación a esto es que un individuo cuando realiza actividad física de manera regular, es decir, el individuo no es sedentario, no necesariamente implica una menor probabilidad de desarrollar enfermedades musculares, dado que la misma actividad física puede provocar dicho padecimiento. Por lo que una persona sedentaria, estaría “menos expuesta” a este eventual daño provocado por alguna actividad que requiera resistencia o fuerza física.

Dicho lo anterior, esto no significa que en la realidad esto deba ser siempre así, pues una persona que tenga hábitos saludables, como alimentarse de manera apropiada, tener ciclos de sueño regulares y realizar alguna actividad recreativa que implique esfuerzo físico, garantiza una buena calidad de vida en el corto, mediano y largo plazo.

Otro punto importante a mencionar, corresponde a que existe una proporción más alta de mujeres sedentarias que hombres sedentarios, lo que se pudo comprobar con

el test de hipótesis para la proporción de trabajadores sedentarios. Una explicación a este fenómeno puede deberse a que algunas mujeres además de trabajar, se hacen cargo de las responsabilidades de la casa, así como de la crianza de los hijos, lo que les resta tiempo para poder realizar actividad física de manera recreativa y/o constante en el tiempo. Esta es una observación conservadora, pero dado como se está configurada todavía la sociedad hoy en día, es una hipótesis que no carece de sentido.

7. CAPITULO 7: CONCLUSIONES

Basado en los resultados y análisis de los datos obtenidos por muestreo por conglomerado geográfico en ocho establecimientos de Talcahuano, se concluye lo siguiente según los objetivos del proyecto de investigación.

El muestreo probabilístico por conglomerado facilitó el avance del estudio causal, dado que, para abarcar el área geográfica de la comuna de Talcahuano, otro tipo de muestreo aleatorio habría sido más costoso en tiempo, además de que fue posible reunir fácilmente la muestra necesaria dado que es más accesible muestrear a todos los individuos agrupados en un mismo establecimiento. Lo que justifica su eficiencia cuando la población de estudio es muy grande y dispersa en su geografía.

Por otro lado, en el muestreo probabilístico por conglomerado existe la posibilidad de que los conglomerados no sean realmente homogéneos entre ellos, lo que se vio reflejado en el Instituto de Fomento Pesquero, en donde todos los trabajadores entrevistados son sedentarios, o en la Escuela las Higueras, en donde solamente se registró a un solo hombre en todo el establecimiento, por lo que algunos conglomerados, o instituciones no pueden representar a pequeña escala a la población total de trabajadores en Talcahuano. Dicho esto, en una continuación de este estudio será necesario escoger otros clusters que si puedan representar mejor a la población de estudio.

Con los datos obtenidos en el muestreo no es posible determinar causalidad entre el sedentarismo laboral con el desarrollo de enfermedades musculares, dado que con los modelos de regresión logística se determinó que la variable “Actividad Física” no es significativa para el modelo 3, el cual es el modelo significativo para el estudio causal. Tampoco se puede determinar causalidad analizando los árboles de decisión construidos en RapidMiner, ya que la variable “Actividad Física” no explica ni tampoco condiciona el desarrollo de enfermedades musculares de ningún tipo. Por último, la prueba de hipótesis utilizando tabla de contingencia y test Chi-cuadrado para evaluar si influye la actividad física (o no actividad física) en el eventual

desarrollo de una enfermedad muscular se concluye no rechazando la hipótesis nula, la cual es que la actividad física no influye en el desarrollo de enfermedades musculares. Esto puede deberse a que las muestras no representan bien a la población de estudio porque algunos clusters muestreados son heterogéneos entre sí.

8. CAPITULO 8: RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un “plan de acción de pausas activas” debido al gran porcentaje de trabajadores sedentarios. Cabe destacar que, de un total de 247 trabajadores, 168 mencionaron que no realizaban actividad física.

Con la formulación de Pausas Activas, sobre la base de la realización de ejercicios físicos, se aspira a que todo el personal los realice para mejorar sus condiciones personales de salud y a la vez influya en el mejoramiento de su rendimiento laboral para satisfacción de los directivos de la empresa.

Las pausas activas son breves descansos durante la jornada laboral, realizados con el objetivo de que las personas recuperen energías para un desempeño eficiente en su trabajo, a través de diferentes técnicas y ejercicios que ayudan a reducir la fatiga laboral, los trastornos osteomusculares y prevenir el estrés. Estas pausas activas ayudan a disminuir la fatiga física y mental y a integrarlos a los diferentes grupos de trabajo durante la ejecución de los ejercicios. (Mendo & Hernández, 2000)

Las ventajas y beneficios que indican los trabajadores después de un tiempo prudencial de aplicación que se exponen en el portal de salud.com, son entre otras las siguientes:

- ✓ Rompen la rutina de trabajo, reactiva la energía las personas por lo que su estado de ánimo y de alerta mejora notablemente.
- ✓ Afecta positivamente la relación con los compañeros de trabajo por tratarse de ejercicios grupales, actividades extraordinarias y recreativas.
- ✓ Previene lesiones físicas (osteomusculares) y mentales (estrés o nervios).

- ✓ Relaja los miembros corporales más exigidos en el trabajo y reactiva los menos utilizados.
- ✓ Genera conciencia de la salud física y mental entre colaboradores y jefes.
- ✓ Rompe con la rutina y motiva a su ejecución.
- ✓ Previene afecciones físicas y mentales por exceso de exposición a la pantalla, o en general, por excesiva ejecución de una misma labor.

Este plan de acción consiste en la utilización de variadas técnicas, en períodos cortos de tiempo, máximo 10 minutos, durante la jornada laboral con el fin de activar la respiración, la circulación sanguínea y la energía corporal para prevenir desórdenes psicofísicos causados por la fatiga física y mental y potencializar el funcionamiento cerebral, incrementando la productividad y el rendimiento. El tiempo de realización se debe efectuar en cualquier momento del día cuando se sienta pesadez corporal, fatiga muscular, incomodidad, angustia o sobreexcitación psíquica; también pueden establecerse pausas rutinarias en mitad de la jornada laboral, es decir, una vez en la mañana y otra en la tarde.

9. ANEXO

9.1. Técnicas de muestreo

Una muestra puede ser obtenida de dos tipos: probabilística y no probabilística. Las técnicas de muestreo probabilísticas (Aleatorio simple, Aleatorio estratificado, Aleatorio sistemático, Por conglomerados) permiten conocer la probabilidad que cada individuo a estudio tiene de ser incluido en la muestra a través de una selección al azar. En cambio, en las técnicas de muestreo de tipo no probabilísticas (Intencional, Por conveniencia, Accidental o consecutivo) la selección de los sujetos a estudio dependerá de ciertas características, criterios, etc. que él (los) investigador (es) considere (n) en ese momento; por lo que pueden ser poco válidos y confiables o reproducibles; debido a que este tipo de muestras no se ajustan a un fundamento probabilístico, es decir, no dan certeza que cada sujeto a estudio represente a la población blanco. (Walpole, Myers, & L.Myers, 1993)

Definición de técnica de muestreo probabilístico por conglomerado.

Consiste en elegir de forma aleatoria ciertos barrios o conglomerados dentro de una región, ciudad, comuna, etc., para luego elegir unidades más pequeñas como cuadras, calles, etc. y finalmente otras más pequeñas, como escuelas, consultorios, hogares (una vez elegido esta unidad, se aplica el instrumento de medición a todos sus integrantes). Si se desea realizar un estudio de prevalencia o una encuesta en habitantes de una localidad, se sugiere aplicar muestreo por conglomerados, pues son más económicos y eficientes. En este tipo de muestreo, los sujetos a estudio, se encuentran incluidos en lugares físicos o geográficos (conglomerados); por ende, resulta imprescindible diferenciar entre sujetos a estudio (quiénes va a ser medidos) y unidad muestral.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Dagnino, J. (2004). Analisis de proporciones. *Revista Chilena de Anestesia*, 135-136. Obtenido de <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n02.12.pdf>
- EL MUNDO. (5 de septiembre de 2018). *La OMS alerta de que el sedentarismo pone en peligro a una cuarta parte de la población adulta en el mundo*. Obtenido de <https://www.elmundo.es/salud/2018/09/05/5b8faa94268e3e03278b4575.html>
- Fernández, L., Valenzuela, J., Bertin, M., & Villegas Pineaur, F. (2015). Prácticas de responsabilidad social, reputación corporativa y desempeño financiero/Práticas de responsabilidade social, reputação corporativa e desempenho financeiro/Social responsibility practices, corporate reputation and financial performance. *Revista de Administração de Empresas.*, 329.
- Fernández-Salineró, M. (1999). El diseño de un plan de formación como estrategia de desarrollo empresarial: Estructura, instrumentos y técnicas. *Complutense de Educación* 10.1.
- García Pérez, R. M., García Roche, R. G., Pérez Jiménez, D., & Bonet Gorbea, M. (2007). Sedentarismo y su relación con la calidad de vida relativa a salud". *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 1.
- Heidegger, M. (1983). *Ser y Tiempo*.
- Instituto nacional de estadísticas. (2018). *Población total de 15 años y más por situación en la Fuerza de Trabajo, nivel nacional y regional, ambos sexos*.
- Jacoby, E., Bull, F., & Neiman, A. (2003). Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la Región de las Américas. *Revista Panamericana de Salud Pública*.
- Joaquín, Amat, & Rodrigo. (Junio de 2016). Obtenido de https://www.cienciadedatos.net/documentos/24_correlacion_y_regresion_lineal#Regresi%C3%B3n_lineal_simple
- Limeres, C. C. (2012). *Regresión Lineal Simple*. Obtenido de http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOS-PHP-DPTO/MATERIALES/Mat_50140116_Regr_%20simple_2011_12.pdf
- Mac-Carte, P. G. (2017). Concepción.
- Marin, J. (2009). *Regresión Logística*. Obtenido de <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/DM/tema2dm.pdf>
- Márquez, R. S., Rodríguez Ordax, J., & y De Abajo Olea, S. (2006). *Sedentarismo y salud: Efectos beneficiosos de la actividad física*.

- Mendivelso, F., & Rodríguez, M. (2018). PRUEBA CHI-CUADRADO. *Revista Medica Sanitas*, 93. Obtenido de https://www.unisanitas.edu.co/Revista/67/05Rev_Medica_Sanitas_21-2_FMendivelso_et_al.pdf
- Mendo, & Hernández, A. (2000). Acerca del ocio, del tiempo libre y de la animación socio cultural. *Revista digital de educación Física y Deportes*.
- Ministerio de Salud. (Enero de 2018). Obtenido de <https://inta.cl/encuesta-nacional-de-salud-2016-2017-obesidad-y-falta-de-conciencia-de-la-sociedad-chilena/>
- Ministerio de Salud. (Enero de 2018). Obtenido de <https://inta.cl/encuesta-nacional-de-salud-2016-2017-obesidad-y-falta-de-conciencia-de-la-sociedad-chilena/>
- N, R. P. (2003). *Las competencias y el desempeño laboral en el Sistema Nacional de Salud*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412012000400013
- OMS. (2018). *www.who.int*. Obtenido de https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/es/
- Pareja, H. (2015). Una guía para luchar contra el sedentarismo laboral.
- Pérez, R. G., Pino, G. G., Ballesteray, D. G., & Morenob, R. G. (2010). Modelo de regresión logística para estimar la dependencia según la escala de Lawton y Brody. *Revista Medicina de Familia SEMERGEN*, 366. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-pdf-S1138359310001322>
- Poma, S., & Mercedes, C. (2004). *Modelo de Regresión logística*. Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/Salcedo_pc/enPDF/Cap2.PDF
- Poma, S., & Mercedes, C. (2004). *Modelo de Regresión logística* . Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/Salcedo_pc/enPDF/Cap2.PDF
- Robbins, S. P. (1998). "Fundamentos de comportamiento organizacional. Pearson Education.
- Salgado, J. F., Gorriti, M., & y Moscoso, S. (2007). La entrevista conductual estructurada y el desempeño laboral en la Administración Pública española: propiedades psicométricas y reacciones de justicia. *Revista de Psicología del Trabajo y de las organizaciones*.

- Salud, O. M. (2021). *Trastornos musculoesqueléticos*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Suarez Guerrero, C. (2010). Cooperación como condición social de aprendizaje. No. 371.06 371.1022. e-libro, Corp.
- Supportminitab. (2019). *¿Qué es una prueba de hipótesis?* Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/what-is-a-hypothesis-test/>
- Vargas, A. G. (14 de Septiembre de 2015). *Consejos Laborales*. Obtenido de <https://www.trabajando.cl/noticias/1431376079/EI-45--de-los-chilenos-sufre-de-dolores-de-espalda-en-su-horario-de-trabajo.html>
- Walpole, R. E., Myers, R. H., & L.Myers, S. (1993). *Probabilidad y estadística 4ta edición*. México: McGraw-Hill.