

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



TESIS DE GRADO

**“SISTEMA EXPERTO DE IDENTIFICACION
EN TALLAS DE ROPA”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMATICA
MENCION: INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS

POSTULANTE: BLANCA MIRIAM CALLISAYA MIRANDA
TUTOR METODOLÓGICO: M.Sc. FRANZ CUEVAS QUIROZ
ASESORA: Lic. CARMEN ROSA HUANCA QUISBERT

La Paz – Bolivia

2017



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA**



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza, salud y por iluminar mi mente en cada paso que doy.

A mis queridos padres, por todo el esfuerzo y sacrificio, por brindarme todo el amor, la comprensión, el apoyo incondicional y la confianza en cada momento de mi vida y sobre todo en mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTOS

A mi Tutor M. Sc. Franz Cuevas Quiroz, por haberme brindado la colaboración con toda su capacidad, conocimiento y paciencia en la realización del presente Tesis de Grado.

Agradecer a mi Asesora Lic. Carmen Rosa Huanca Quisbert por los consejos brindados para el desarrollo del presente trabajo por tenerme paciencia y el tiempo que puso en la revisión de mi Tesis de Grado.

A mis padres Felipe y Felipa por brindarme su apoyo incondicional en mis estudios y enseñarme a ser perseverante y no rendirme jamás.

RESUMEN

Las tallas de ropa es una medida convencional usada para indicar el tamaño relativo de las prendas de vestir. Conocer las medidas del cuerpo es una necesidad para obtener la ropa en los tamaños adecuados. Las tallas de ropa varían en los diferentes países para esto existe una equivalencia de las tallas.

El presente trabajo identifica las tallas de prendas de vestir a la que responde las medidas de nuestro cuerpo, así también las equivalencias de tallas con otros países haciendo uso de los sistemas expertos que se encuentra dentro del campo de la Inteligencia Artificial, estos sistemas son capaces de realizar tareas similares al razonamiento humano, permiten crear sistemas que realicen inferencias a partir de una base de conocimientos que es proporcionada por un experto humano en este caso un ingeniero textil quien es un profesional que conoce sobre la confección de prendas de vestir, de forma que el sistema experto sigue con los mismos procesos que un especialista humano para resolver un problema en un dominio específico.

Con la metodología de Buchanan que consta de 5 fases se desarrolla el sistema experto, para el prototipo se usó el lenguaje de programación SWI-PROLOG.

Finalizando se hizo pruebas para identificar las tallas de ropa de distintas personas y se hizo una comparación entre el prototipo y el ingeniero experto en textil.

ABSTRACT

Clothing sizes are a conventional measure used to indicate the relative size of garments. Knowing body measurements is a must to get clothes in the right sizes. The sizes of clothes vary in the different countries for this there is an equivalence of the sizes with the other countries.

The present work identifies the garment sizes to which the measurements of our body respond, as well as the size equivalences with other countries making use of the expert systems that are within the field of Artificial Intelligence, these systems are capable to perform tasks similar to human reasoning, they allow to create systems that make inferences from a knowledge base that is provided by a human expert in this case a textile engineer who is a professional who knows about the garment making, so that the expert system continues with the same processes as a human specialist to solve a problem in a specific domain.

With the Buchanan methodology consisting of 5 phases, the expert system is developed, for the prototype the SWI-PROLOG programming language was used. Finishing was done tests to identify the clothing sizes of different people and a comparison was made between the prototype and the expert textile engineer.

ÍNDICE

1	PRESENTACION	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes.....	2
1.3	Planteamiento del problema.....	5
1.4	Justificación	6
1.5	Hipótesis	7
1.6	Objetivos	7
1.6.1	Objetivo general	7
1.6.2	Objetivos específicos.....	7
1.7	Alcances.....	7
1.8	Metodología	8
2	MARCO DE REFERENCIA	9
2.1	Inteligencia artificial.....	9
2.2	Sistemas expertos.....	11
2.2.1	Conceptos básicos del funcionamiento de un sistema experto	14
2.2.2	Características de un sistema experto	15
2.2.3	Estructura del sistema experto	16
2.2.4	Sistema experto basado en reglas	19
2.2.5	Arboles	21
2.2.6	Ingeniería del conocimiento	26
2.3	Tallas de ropa	27
2.3.1	Origen de las tallas de ropa.....	27
2.3.2	Primeros nombres en las medidas y tallas	28

2.3.3 Antropometría en la confección de prendas de vestir	28
2.3.4 Medidas principales del cuerpo	28
2.3.5 Tablas de talla de ropa por países según sus medidas	32
2.4 Metodología de Buchanan	34
2.4.1 Identificación	34
2.4.2 Conceptualización	35
2.4.3 Formalización	35
2.4.4 Implementación	36
2.4.5 Validación	36
3 PROCESO DE LA INVESTIGACION	39
3.1 Fase I: Identificación	39
3.2 Fase II: Conceptualización	38
3.2.1 Adquisición del conocimiento	38
3.2.2 Clasificación del conocimiento	48
3.3 Fase III: Formalización	51
3.3.1 Base de Conocimiento	51
3.3.2 Motor de inferencia	58
3.4 Fase IV: Implementación	59
3.5 Fase V: Validación	61
4 PRUEBA DE HIPOTESIS	65
4.1 Contraste de rachas de Wald-Wolfowitz	65
4.2 Desarrollo de la prueba de hipótesis	65
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1 Conclusiones	72
5.2 Recomendaciones	72

6 BIBLIOGRAFIA 73

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Talla de ropa según peso y altura	4
Figura 2.1: Las ramas de la Inteligencia Artificial	10
Figura 2.2: Inteligencia Artificial.....	12
Figura 2.3: Conceptos de Sistemas Expertos	14
Figura 2.4: Estructura de un sistema experto.....	16
Figura 2.5: Árbol binario	21
Figura 2.6: Árbol de decisión binario	24
Figura 2.7: Árbol de decisión con ramas múltiples	25
Figura 2.8: Funciones del ingeniero del conocimiento	26
Figura 2.9: Medidas principales del cuerpo femenino	30
Figura 2.10: Medidas principales del cuerpo masculino	31
Figura 2.11: Modelo propuesto por Buchanan	34
Figura 3.1: Participantes que intervienen en el desarrollo.....	38
Figura 3.2: Diagrama de flujo elaboración de una prenda de vestir	38
Figura 3.3: Diagrama de flujo selección de talla.....	39
Figura 3.4: Red Semántica clasificación de términos.....	49
Figura 3.5: Red semántica talla letra, EEUU, Europea	50
Figura 3.6: Árbol de decisión talla letra, vestidos y camisas (Mujer)	54
Figura 3.7: Árbol de decisión talla letra, faldas, pantalones, shorts (Mujer)	55
Figura 3.8: Árbol de decisión talla letra, camisas (Varón)	56
Figura 3.9: Árbol de decisión talla letra, pantalones, bermudas (Varón)	57
Figura 3.10: Pantalla Menú	59
Figura 3.11: Pantalla opciones de ropa (Mujer).....	60
Figura 3.12: Pantalla de talla de ropa (Mujer)	60
Figura 3.13: Pantalla opciones de ropa para el Varón	61
Figura 3.14: Pantalla pregunta contorno cuello opción uno	62
Figura 3.15: Pantalla pregunta contorno cuello opción dos.....	62
Figura 3.16: Pantalla resultado.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Conversión de tallas de ropa	5
Tabla 2.1: Medidas principales del cuerpo humano.....	28
Tabla 2.2: Talla letra, vestidos, camisas (Mujer).....	32
Tabla 2.3: Talla letra, faldas, pantalones, shorts (Mujer)	32
Tabla 2.4: Talla letra, camisas (Varón)	33
Tabla 2.5: Talla letra, camisas (Varón)	33
Tabla 3.1: Medidas a nivel general del cuerpo femenino.....	42
Tabla 3.2: Medidas a nivel general del cuerpo masculino	44
Tabla 3.3: Talla letra	46
Tabla 3.4: Talla EEUU	47
Tabla 3.5: Talla Europea	47
Tabla 4.1: Casos de estudios de Sistema Experto	66

1 PRESENTACION

1.1 Introducción

El presente trabajo de investigación del área textil, identifica las tallas de prendas de vestir, que nos permite saber la talla de ropa a la que responde las medidas de nuestro cuerpo, como también saber las equivalencias en otros sistemas de medidas de tallas de ropa, por lo que se hace uso de los sistemas expertos, que es una rama dentro de la inteligencia artificial, estos sistemas informáticos permiten la creación de máquinas que razonan como el hombre, teniendo un espacio de conocimientos limitados.

En teoría pueden razonar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano (médico, abogado, contador, entre otros expertos en conocimientos) para resolver un problema específico. Este tipo de modelos de conocimiento por ordenador ofrece un extenso campo de posibilidades en resolución de problemas y en aprendizaje.

Los sistemas basados en reglas se han convertido en una de las herramientas más eficientes para tratar de manera óptima una buena colección de problemas, ya que las reglas deterministas constituyen la más sencilla de las metodologías utilizadas en sistemas expertos.

Se realiza el análisis del problema en capítulo 1, tomando en cuenta la situación problemática en nuestro medio para lo posterior plantear el problema, objetivo general, objetivos específicos y el planteamiento de la hipótesis a demostrarse en los capítulos siguientes, para todo lo anteriormente mencionado se recopila información referente al tema de tallas de ropa.

En el Capítulo 2 muestra el marco referencial, el cual hace referencia a definiciones de conceptos de tallas de ropa y de sistemas expertos que deben ser considerados en el desarrollo de la investigación.

Continuando con el contenido del Capítulo 3 se muestra el proceso de investigación, en el cual se puede observar cómo se emplean los métodos utilizados. Se desarrolla el sistema basado en conocimiento donde se muestra la base de conocimiento, motor de inferencia, junto al prototipo desarrollado para ponerlo en experimentación.

En el Capítulo 4 se hará la prueba de hipótesis, finalmente en el Capítulo 5 se realizarán las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos de investigación

1.2 Antecedentes

Desde hace miles de años el primer lenguaje que han utilizado los seres humanos para comunicarse ha sido el de la indumentaria (Lurie, 1994). La ropa nos sirve para proteger el cuerpo humano, el vestirse en la actualidad se ha convertido en algo tan normal como comer, respirar. Se observa que cada persona usa la ropa según su cultura, creencias religiosas y que también este de acuerdo a sus posibilidades económicas. El usar una tendencia en la ropa viene afectado de acuerdo al clima y su estado de ánimo de la persona. Todo esto viene relacionado a lo que es la moda. (Lando, 2009) Afirma: En el caso del vestuario, moda significa la forma particular de vestirse en cada temporada. La moda mantiene a la mujer siempre versátil, sorprendente y encantadora. Ella nunca se cansa de descubrir los nuevos matices en su prodigiosa naturaleza, por lo cual siempre actualiza su imagen.

De lo cual viene el concepto diseño de modas según (Altaf, 2006) es un arte donde se aplica la creatividad a los conocimientos estéticos y funcionales apoyados por la ciencia, la tecnología y otras disciplinas a través de un proceso sistemático de investigación y desarrollo, su teoría general no tiene límites en el uso, ya que se adapta a la ergonomía humana, a sus carencias naturales, al requerimiento socio – cultural, ambiental, a los procesos y procedimientos que favorecen la utilización de los recursos naturales y artificiales (máquina, materias primas). Así también (Venditelli & Griotto, 2013) afirma: El diseñador se inspira ante todo en un ambiente particular que le hace pensar inmediatamente en unos colores y en unas formas determinados. En los últimos años se implementaron varios sistemas de apoyo para un diseñador de

modas, que le facilita al diseñador poder elaborar un trabajo más conciso apoyándose en las herramientas que nos brinda la tecnología.

A continuación se cita trabajos aproximados a la idea de investigación.

- Polygon Software: En el año 1986 se lanza PolyNest, primer sistema “abierto” de diseño y manufactura asistido por computadora para la industria de la confección, PolyNest revoluciono el uso de CAD en el mercado de la confección, por ser el primer software del sistema operativo Windows, quienes trabajan en la industria de la costura pueden usar Polynest para diseñar moldes marcadores, el programa organiza todos los materiales, moldes gráficos y costos asociados al desarrollo de la moda.
- Pointcarre: Pointcarre proporciona una variedad de programas útiles para particulares y para negocios en la industria de la moda y textil. Los diseñadores pueden usar Shape Software para ver como encajará el molde sobre un cuerpo real. Además, el programa Weave Design ayuda a producir tejidos para crear el patrón deseado. Pointcarre también vende Textile Design para crear moldes, texturas y otros diseños sobre tela. Con este programa, los diseñadores pueden escanear fotos para usar en sus diseños. El programa también ayuda a limpiar las fotos escaneadas para que sean útiles en el proceso de diseño.
- Optitex: El sistema de diseño de patrones de OptiTex ofrece herramientas intuitivas y potentes diseñadas para trabajar con patrones en cada uno de los pasos de su ciclo de producción. Proporciona un completo conjunto de funciones diseñadas específicamente para los fabricantes de productos del sector de la costura: ropa, automoción, tapicería y materiales compuestos. Especialmente se han desarrollado las pinzas, margen de costura, esquinas especiales, técnicas de medición avanzadas, pliegues, curvas complejas, modificaciones de dimensiones y forros, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes en un amplio rango de tipos de productos.

- La Tesis Criterios proyectuales para la creación de un sistema indumentario relativos a la imagen corporativa: propone que los uniformes sean parte importante de la imagen corporativa de las empresas, lo que se trata para la indumentaria con rasgos constantes y variables en relación a la imagen corporativa, tanto en lo expresivo como en lo funcional y responder a la necesidad de expresión, comunicación funcionalidad en virtud de la empresa. La imagen corporativa puede estar compuesta por uno o más elementos, que de manera conjunta o independiente todos cumplen una misma función, acentuar la gráfica y la solidez de la imagen corporativa, mediante lo la cual, los usuarios pueden determinar características y valores del producto (Galindo, 2009). Así mismo los uniformes deben estar diseñados de forma que estimule al usuario como cliente, transmitiendo en estos la ideología de la empresa, es decir que a través de lo tangible se muestre lo intangible, produciendo a través de los diseños sentidos en el público donde se capte la importancia y ventajas de los servicios y productos que ofrece la institución.

Las tallas de ropa varían en los diferentes países. A continuación se muestra en la figura las tallas de ropa, según el peso y altura que tiene la persona a nivel Latinoamérica, en la figura 1.1 la altura está representada por [cm] y el peso por [Kg], [lbs]

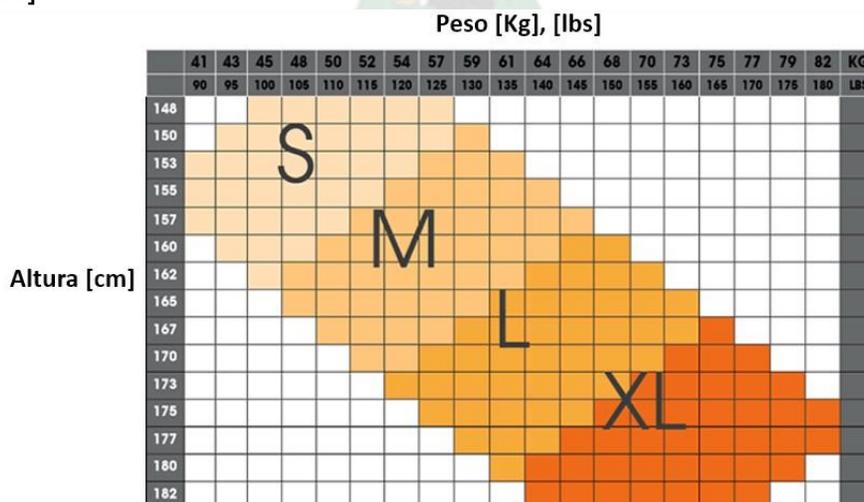


Figura 1.1: Talla de ropa según peso y altura
Fuente: The Company for women

Las tallas varían de acuerdo al país donde se encuentran, a continuación se muestra en la tabla 1.1 la equivalencia de tallas de ropa con los otros países.

Tabla 1.1: Conversión de tallas de ropa

País	Talla XS	Talla S	Talla M	Talla L	Talla XL	Talla XXL
España	34	38	40	44	46	48
Francia	36	38	42	44	46	48
Italia	38	40	42	44	46	48
EEUU	2	4	6	8	10	12
Reino Unido	6	8	10	12	14	16

1.3 Planteamiento del problema

Llevar una talla precisa es indispensable a la hora de sentirse a gusto además de estar cómoda con la prenda que lleva puesta, una prenda a nuestros ojos puede resultar muy bonita, pero si la talla no es la correcta para nuestro cuerpo puede llegar a ser un problema a la hora de comprar o elegir la prenda de vestir, de modo que la prenda pueda ser:

- Demasiado suelta: la prenda que usamos está muy suelta a nuestro cuerpo si es así, transmitimos una imagen descuidada y desaliñada.
- Demasiado Apretada: La ropa que es demasiado ajustada comunica que una persona esta tenso o que no está consciente de su talla, otro mensaje que puede transmitir la persona que usa una talla muy ajustada es la falta de interés que tiene la persona a la hora de vestir.
- Demasiado grande: Al usar prendas demasiado grandes, da a conocer que está usando ropa de otra persona, por lo general la ropa que es demasiado grande implica descuido y abandono y proyecta un enfoque desordenado sobre la vida.
- Demasiado largo: las prendas de vestir demasiado largos hacen que luzcas desaliñada, descuidada y sin atención a los detalles.

- Una prenda demasiado corto: Cuando se utiliza una prenda demasiado corto la persona proyecta a una imagen mezquino.

Estas prendas tiene efectos visuales que transmiten como es la persona, un ejemplo en el ámbito profesional, si un empleado de una empresa luce una prenda de vestir descuidada o mal ajustada puede comunicar mensajes completamente erróneos como ser que la persona no pone atención a los detalles, que es perezosa o descuida, todo esto puede transmitir sin decir ni una sola palabra. Es muy importante ponerle especial atención a la talla de ropa que usamos independientemente del peso, el objetivo es que se logre transmitir una imagen adecuada y elegante utilizando la talla correcta a nuestro cuerpo.

Lo opción más efectiva para que la talla de ropa de una persona sea exacta a su cuerpo es mandar hacer la prenda de vestir a una diseñadora de ropa, para que ella tome las medidas correspondientes que tiene la persona y así elaborar una prenda de vestir a la medida de la persona, para así quedar satisfecho con la prenda de vestir.

Realizar las compras de ropa por internet a veces puede ser confuso a la hora de pedir la prenda indicando nuestra talla, ya que muchas veces la ropa nos llega muy pequeña o muy grande. Por lo tanto el problema de investigación es:

¿Un sistema computacional puede calcular la talla correcta de una prenda de vestir?

1.4 Justificación

Las prendas de vestir constituyen un papel importante porque genera ganancias económicas a la hora de ir a comprar dichas prendas, así como también hace énfasis de ver la identidad o costumbre de cada pueblo. Promoviendo así la cultura de los diferentes ciudades del mundo. Las prendas de vestir generan un importe económico a los países, exportando las prendas de vestir a diferentes lugares del mundo.

Las prendas de vestir también influye en salud de las personas según (Gotta, 2010) afirma: Una encuesta realizada por la Fundación Imagen y Autoestima señala la frustración e insatisfacción que genera ir de compras y no encontrar la talla de ropa adecuada, lo cual es motivo de someterse a dietas para que la persona pueda perder

de peso por no estar en la talla que antes usaba. Si la persona decide perder el peso para poder usar la talla que desea o que antes usaba está atentando contra su salud porque se basara en hacer dietas, así descuidara totalmente su salud.

El sistema experto será una herramienta orientada especialmente para identificar la talla de ropa que pertenece una persona. Así también dará mayor facilidad a la modista al momento de confeccionar la ropa, de igual manera a toda persona que desea saber su talla de ropa.

El correcto ajuste de la ropa incrementa el confort y la satisfacción del usuario y puede contribuir a disminuir las devoluciones en las ventas por internet.

1.5 Hipótesis

El sistema experto permite identificar la talla correcta en diferentes tipos de cuerpo.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Elaborar un sistema experto que identifique las tallas de ropa en diferentes tipos de cuerpo.

1.6.2 Objetivos específicos

- Construir la base de conocimientos para las tallas de prendas de vestir.
- Elaborar el motor de inferencia según la base de conocimientos.
- Construir un prototipo para identificar las tallas de ropa.
- Identificar las diferentes tallas de prendas de vestir que hay en otros países.

1.7 Alcances

La tesis de grado estará centrado en la implementación de un sistema experto que identificará la talla de ropa que pertenece una persona.

- El sistema experto se basará en hechos y conocimientos sobre las diferentes tallas de ropa que existe.

- El sistema experto mostrará la talla de ropa a la que pertenece, de acuerdo a las respuestas que realice la persona.
- El sistema experto mostrará su talla de ropa y las equivalencias que hay con otros países.
- El sistema experto estará basado en personas tanto del sexo masculino como femenino.
- El sistema experto identificará las tallas de ropa con personas que comprenden entre la edad joven y adulta.

1.8 Metodología

Los métodos, técnicas y herramientas son utilizados para alcanzar los objetivos propuestos para el desarrollo del trabajo. Se utilizará:

- El método científico, que servirá de guía para la organización del proceso de investigación, el cual es capaz de proporcionarnos una respuesta a nuestra interrogante que es nuestro problema central planteada, tiene los siguientes pasos: Observación, identificación del problema, hipótesis, experimentación y resultados.
- Para el diseño del sistema experto se utilizará la metodología de Buchanan las cuales son 5 etapas fundamentales que son: Identificación, conceptualización, formalización, implementación y validación del prototipo.
- La herramienta en la cual será programada e implementada el prototipo del sistema experto será en el lenguaje de programación Prolog, utilizando el SWI-Prolog Editor.
- El método que se utilizará para la prueba de hipótesis será la de contraste de rachas de Wald-Wolfowitz.

2 MARCO DE REFERENCIA

Para su mejor comprensión se hace la definición de Inteligencia Artificial, como también las características, componentes de los sistemas expertos. Se realiza una descripción de las fases que presenta la metodología de Buchanan como ser: Identificación, Conceptualización, Formalización, Implementación y validación del prototipo. Así mismo definiremos los términos de tallas de ropa, orígenes de las tallas de ropa, antropometría en la confección de prendas de vestir, medidas principales del cuerpo femenino y masculino.

2.1 Inteligencia artificial

(Pino & Abajo, 2001) Afirman que: la IA (Inteligencia Artificial) es un campo de la ciencia y la ingeniería que se ocupa de la comprensión, desde el punto de vista informático, de lo que se denomina comúnmente comportamiento inteligente. También se ocupa de la creación de artefactos que exhibe este comportamiento.

(Haugeland, 1988) Afirma: El objetivo de la inteligencia artificial será construir sistemas que aprendan. Mientras tanto, esos sistemas podrían ser un atajo para los adultos artificiales: por ejemplo, sistemas con la “aptitud inexperta” de un niño podría aprender por su cuenta, de la experiencia de sus libros y demás. La inteligencia artificial debe empezar por tratar de entender el conocimiento (y la destreza y todo lo que se puede adquirir), y después sobre esa clase, abordar el aprendizaje.

El estudio de cómo lograr que las computadoras realicen tareas que por el momento, los humanos hacen mejor (Rich & Knight, 1991).

Los sistemas de IA se pueden clasificar en tres categorías básicas: sistemas expertos (basados en conocimientos) y las herramientas empleadas en su construcción, sistemas en lenguaje natural (aplicaciones de la vida diaria en el idioma nativo del usuario), y sistemas de percepción para visión, habla y tacto como se muestra en la figura 2.1. Los sistemas expertos son programas que utilizan procesos de razonamiento similares a los humanos, en vez de técnicas de computación, para resolver problemas en campos específicos del saber. Estos procesos programados, que simulan el razonamiento humano, a su vez, están basados en conocimientos humanos experimentales, o habilidades, que se codifican en el programa en una estructura denominada base de conocimientos.

Con este mecanismo codificado de cognición y razonamiento, los sistemas expertos pueden afrontar problemas insolubles desde la perspectiva de los ordenadores de programación convencional. Varios sistemas expertos han demostrado su viabilidad comercial en campos tales como la electromedicina y el diagnóstico médico.

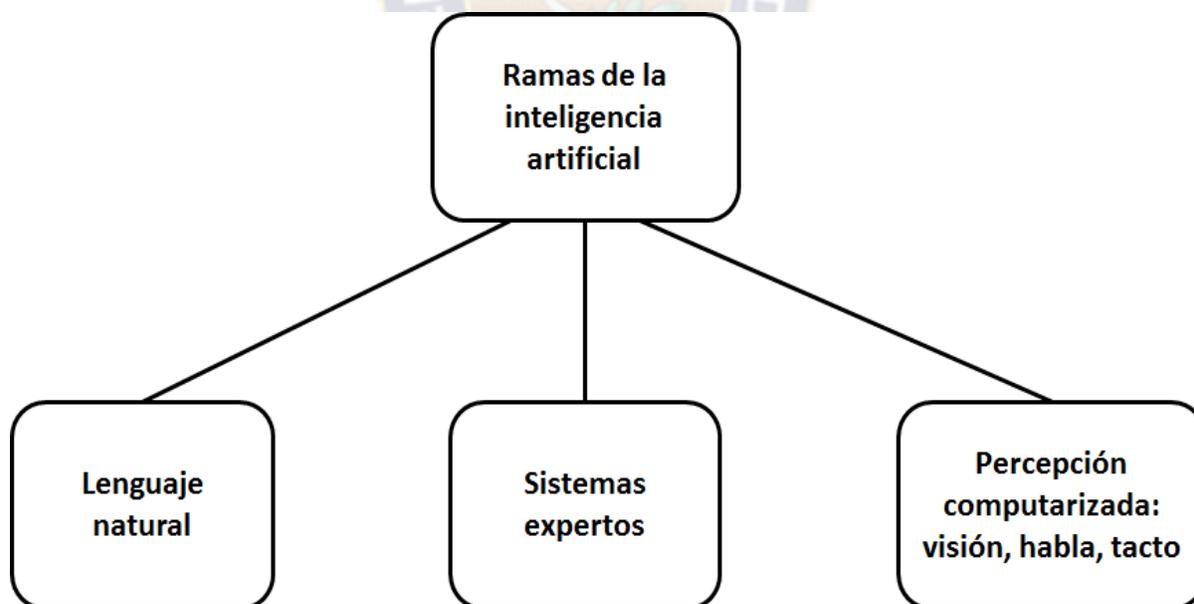


Figura 2.1: Las ramas de la Inteligencia Artificial
Fuente: Rauch, 1989

Según (Rauch, 1989) La configuración de sistemas informáticos, la prospección petrolífera y proceso de información. La segunda área de la IA, denominada sistemas

de lenguaje natural, incluye programas que comprenden el idioma en que se expresa el usuario: por ejemplo, el inglés. Estos programas proporcionan un medio fácil para aprender de comunicación con los ordenadores, pues eliminan la necesidad de aprender un lenguaje de computación.

Los sistemas de lenguaje natural más comunes, que satisfacen las necesidades más inmediatas, son aquellos que sirven de interface con las bases de datos. Estos sistemas de lenguaje natural permiten que el usuario consulte la base de datos en inglés de idioma coloquial y no en lenguajes informáticos usuales de consulta de bases de datos. Estos sistemas pueden precisar ambigüedades y resolverlas de muy diferentes modos. Así los sistemas de lenguaje natural hacen accesible la información de las bases de datos accesibles a los no profesionales de la informática que necesitan o desean tener acceso a los ordenadores (Rauch, 1989).

El tercer tipo de programas de IA son los sistemas de percepción visual, audible y táctil. Los sistemas de visión computarizada, por ejemplo, pueden interpretar escenas plásticas o pueden inferir acerca de la calidad (ni roto ni doblado) u orientación física de los objetos que pasan por delante de una cámara de televisión (Rauch, 1989).

2.2 Sistemas expertos

(Feigenbaum & Gary, 1982) El primer paso para resolver cualquier problema es definir el área o dominio del problema que será resuelto; esta consideración es tan cierta para la inteligencia artificial como en la programación convencional, sin embargo a causa de la mística antes asociadas con la IA, hay una prolongada tendencia a seguir creyendo en viejo adagio: "Si todavía no ha sido resuelto un problema es un problema de la IA"; otra definición popular es: "la IA está haciendo que las computadoras actúen como en las películas". Tal vez este tipo de cuadro mental haya sido común en los años setenta, cuando la IA se encontraba en plena fase de investigación, pero hoy en día la IA resuelve muchos problemas reales y tiene muchas aplicaciones comerciales.

Aunque no se han encontrado soluciones generales a los problemas clásicos de la IA, como la traducción del lenguaje natural, la comprensión del habla y la visión, restringir el dominio del problema ayudaría a producir una solución útil. Por ejemplo, no es difícil construir sistemas sencillos del lenguaje natural si la entrada se restringe a oraciones de la forma sustantivo, verbo y predicado. Actualmente este tipo de sistemas funcionan bien para proporcionar una interfaz amigable con el usuario en muchos productos de software, como sistemas de base de datos y hojas de cálculo. De hecho, los analizadores gramaticales relacionados con los populares juegos de aventuras con computadora, basados en texto, exhiben un sorprendente grado de habilidad en la comprensión de lenguaje natural.

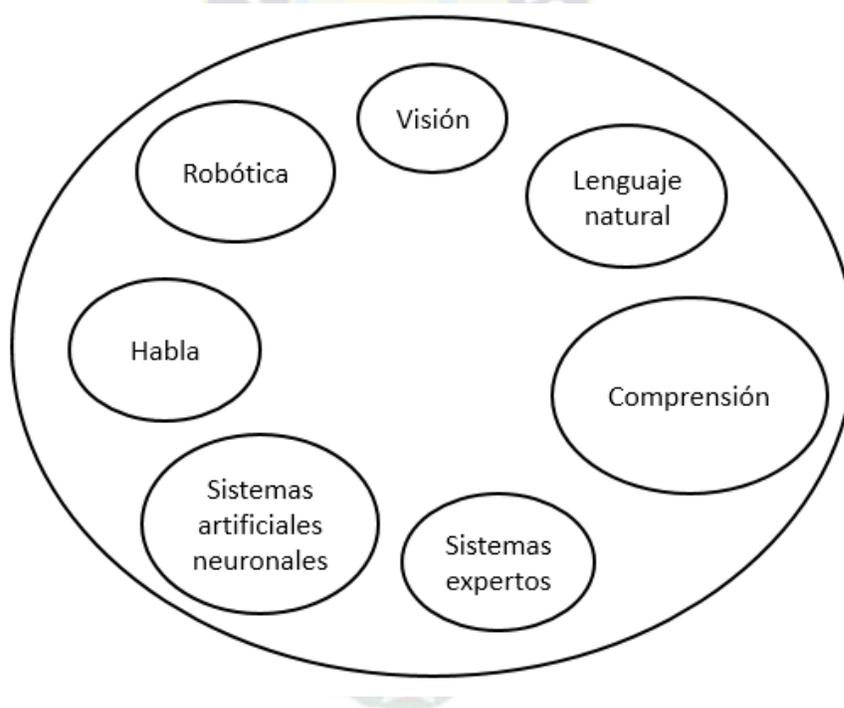


Figura 2.2: Inteligencia Artificial
Fuente: Giarratano, 2001

Como se muestra en la figura 2.2, la IA tiene muchas áreas de interés. El área de sistemas expertos es una aproximación muy exitosa a la solución de los problemas clásicos de IA en la programación de inteligencia. El profesor Edward Feigenbaum de la Universidad de Stanford, pionero en la tecnología de sistemas expertos, los ha

definido como “un programa de computación inteligente que usa el conocimiento y los procedimientos de inferencia para resolver que son lo suficientemente difíciles como para requerir significativa experiencia humana para su solución” (Feigenbaum & Gary, 1982) es decir el sistema experto es un sistema de cómputo que emula la habilidad de tomar decisiones de un especialista humano.

El término emular según (Giarratano, 2001) significa que el sistema experto tiene el objetivo de actuar en todos los aspectos como un especialista humano. Una emulación es mucho más fuerte que una simulación, que en algunos aspectos solo requiere que se actué como en la realidad. A pesar de que una solución de problema de propósito general aun nos elude, los sistemas expertos funcionan bien en sus dominios restringidos. Como prueba de su éxito, solo se necesita observar las muchas aplicaciones que tienen hoy en sus negocios, la medicina, la ciencia, la ingeniería, además de todos los libros, diarios, conferencias y productos dedicados a ellos.

Los sistemas expertos son una rama de IA que hace un amplio uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano. Este es una persona que tiene experiencia desarrollada en cierta área. Esto es, el especialista tiene conocimientos o habilidades especiales que la mayoría no conoce o de las que no dispone, puede resolver problemas que la mayoría no podría resolver, o los resuelve con mucha mayor eficiencia (Giarratano, 2001).

Cuando los sistemas expertos se desarrollaron por primera vez en los años setenta, contenían exclusivamente conocimiento experto; sin embargo hoy en día a menudo se aplica el término sistema experto, a cualquier sistema que utiliza tecnologías de sistemas expertos. Esta tecnología puede incluir a los lenguajes y programas especiales de sistemas expertos, además del hardware diseñado para ayudar en su desarrollo de ejecución (Giarratano, 2001). El conocimiento de los sistemas expertos puede obtenerse por experiencia o consulta de los conocimientos que suelen estar disponibles en libros, revistas, y con personas capacitadas.

Los términos sistemas expertos o sistema basado en conocimiento, se usa como sinónimos. La mayoría utiliza el término sistema experto tan solo porque es más corto, a pesar de que quizá no tengan experiencia en su sistema, solo conocimiento general (Giarratano, 2001).

En la figura 2.3 se ilustra el concepto básico de un sistema experto basado en conocimiento. El usuario aporta los hechos o información al sistema experto y recibe consejo o experiencia como respuesta. En su interior, el sistema experto incluye dos componentes principales. La base de conocimiento contiene el conocimiento que le permite al mecanismo de inferencia sacar conclusiones; estas son las respuestas del sistema experto a la consulta especializada del usuario (Giarratano, 2001).

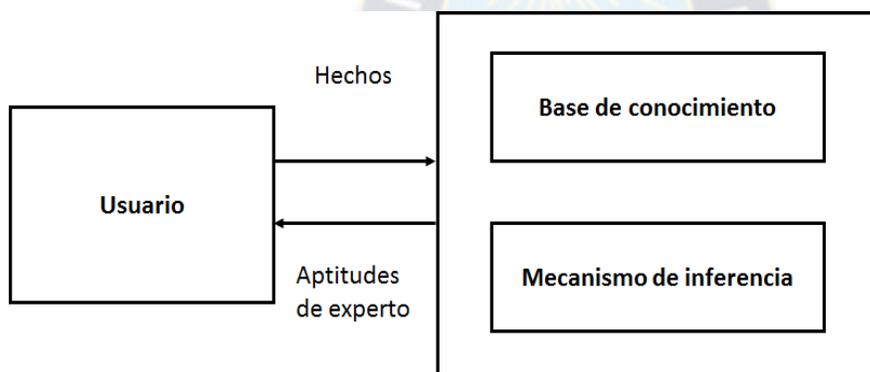


Figura 2.3: Conceptos de Sistemas Expertos
Fuente: Giarratano, 2001

2.2.1 Conceptos básicos del funcionamiento de un sistema experto

También se han diseñado excelentes sistemas basados en conocimientos que funcionan como el asistente inteligente de un especialista humano.

Estos asistentes están diseñados con tecnología de sistemas expertos debido a sus ventajas de desarrollo. Cuanto más conocimiento se añade a un asistente inteligente, actuara más como un especialista.

Por tanto, desarrollar un asistente inteligente puede constituir un útil acontecimiento en la producción de un sistema experto completo. Además es posible que al acelerar

la solución de problemas proporcione más tiempo disponible a los especialistas. Los tutores inteligentes son otra nueva aplicación de la inteligencia artificial; a diferencia de los viejos sistemas de instrucción asistida por computadora, el nuevo sistema puede proporcionar instrucciones sensibles al contexto (Giarratano,1991).

2.2.2 Características de un sistema experto

Según (Giarratano, 2001), un sistema experto suele diseñarse para que tenga las siguientes características generales:

- **Alto desempeño:** El sistema debe tener la capacidad de responder a un nivel de competencia igual al de un especialista en el campo. Esto significa que la calidad del consejo dado por el sistema debe ser muy alta.
- **Tiempo de respuesta adecuado:** El sistema debe actuar en un tiempo razonable, comparable o mejor al tiempo requerido por un especialista, para alcanzar una decisión. Si un sistema experto necesita un año para tomar una decisión que un especialista tomaría en una hora, no sería muy útil. Las restricciones de tiempo en el desempeño de un sistema experto pueden ser especialmente severas en el caso de los sistemas en tiempo real, cuando una respuesta debe darse dentro de un intervalo.
- **Confiabilidad:** El sistema experto deber ser confiable y no propenso a caídas o no será usado.
- **Comprensible:** El sistema debe ser capaz de explicar los pasos de su razonamiento mientras se ejecutan, de tal modo que sea comprensible. En lugar de ser solo una “caja negra” que produce una respuesta milagrosa, el sistema debe tener capacidad de explicación, de la misma forma que los especialistas pueden explicar su razonamiento. Este rasgo es muy importante por varias razones.

2.2.3 Estructura del sistema experto

La estructura del sistema experto está conformado por las siguientes partes: base de conocimientos, base de hechos, motor inferencias e interface. La siguiente figura 2.4 presenta la arquitectura e interrelaciones de estos elementos (Santana, 1988):

a) Base de conocimiento

Es una base de datos que almacena todo el conocimiento del sistema experto en forma de reglas. Este conocimiento comprende los datos que describen el problema, las reglas utilizadas, la forma de combinar estas reglas, los nuevos datos deducidos y las propuestas de solución. Se caracteriza porque los conocimientos son descritos de manera declarativa, almacenados en pequeños fragmentos y no existe jerarquía entre los mismos. En la creación de una base de conocimientos se debe tener en cuenta que objetos serán definidos, como son las relaciones entre estos objetos, como se formularán y procesarán las reglas (Santana, 1988).

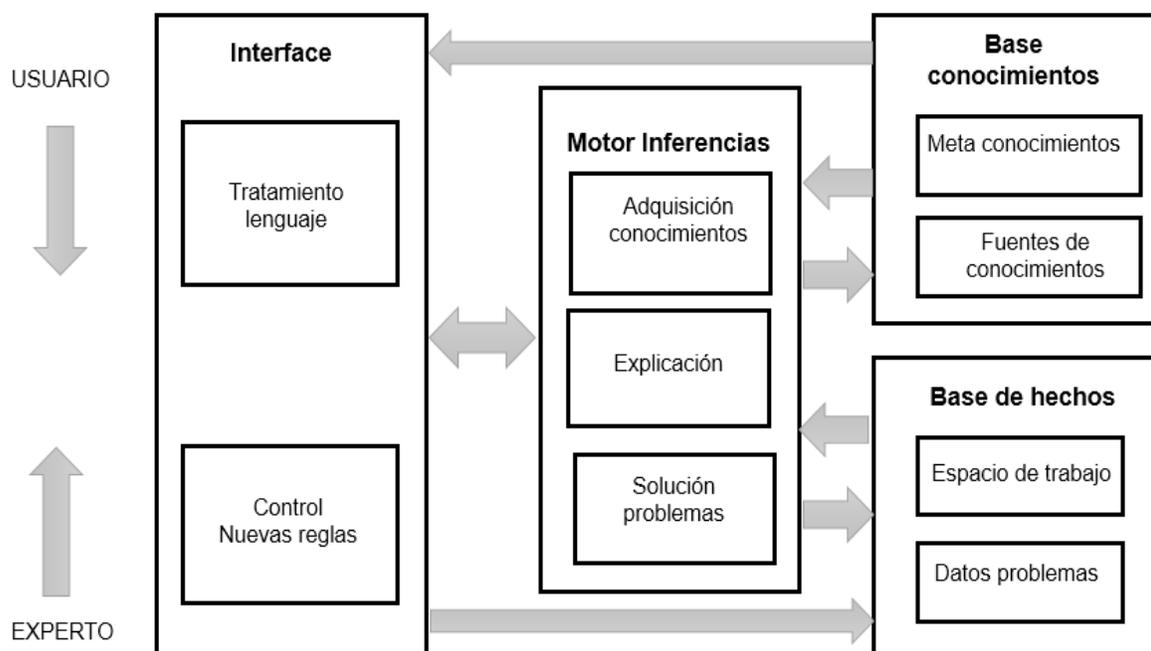


Figura 2.4: Estructura de un sistema experto
Fuente: Santana, 1988

b) Base de hechos

Contiene los datos del problema así como los elementos y hechos relativos a la solución de un problema en particular. A su vez almacena la información dada por el usuario en respuesta a las preguntas del sistema (Santana, 1988).

c) Motor de inferencia

(Santana, 1988) Simula la estrategia de solución de un experto, obtiene conclusiones aplicando las reglas sobre los hechos presentes. Determina qué acciones se realizarán, en qué orden y cómo las realizarán las diferentes partes del sistema experto. Está compuesto por:

- **Solucionador de problemas**

Contiene mecanismos de valoración de conocimientos, como mecanismos de inferencia, los cuales permiten deducir nuevos hechos o establecer nuevas hipótesis. Debe disponer de técnicas de búsqueda para recorrer la base de conocimientos y de técnicas de selección.

- **Modulo generador de explicaciones**

Es un subsistema que tiene la capacidad de explicar el razonamiento que conduce a cierta conclusión, para lo cual requiere de una interface con el usuario. El sistema debe acceder al registro de conocimientos que se emplearon durante el procesamiento de información y traducirlo en forma aceptable para el usuario.

- **Modulo generador de conocimiento**

Contiene las funciones necesarias para mejorar el conocimiento del sistema experto. Debe ser capaz de actualizar la base de conocimientos ya sea comunicando nuevos conocimientos o modificando los existentes, verificando las entradas para identificar errores o inconsistencias.

- **Mecanismos de razonamiento**

Cuando el conocimiento se ha presentado, se necesita un mecanismo de razonamiento para obtener conclusiones a partir de la base de conocimientos. Para las reglas “Si, Entonces” existen básicamente dos formas de razonamiento. El mecanismo de razonamiento encadenamiento hacia atrás, el mecanismo de razonamiento encadenamiento hacia adelante.

- **Reglas de inferencia**

Las reglas de inferencia nos permite obtener conclusiones a partir de un conjunto de premisas así obtenemos una conclusión deseada. Las reglas que se utilizarán serán: Modus Ponendo Ponens llamado también “método de la afirmación” y Modus Tollendo Tollens llamado también “método de la negación”.

- **Modus ponendo ponens**

El Modus ponendo ponens es quizás la regla de inferencia más comúnmente utilizada. Se utiliza para obtener conclusiones simples. En ella, se examina la premisa de la regla, y si es cierta, la conclusión pasa a formar parte del conocimiento.

- **Modus tollendo tollens**

La regla de inferencia Modus tollendo tollens se utiliza también para obtener conclusiones simples. En este caso se examina la conclusión y si es falsa, se concluye que la premisa también es falsa.

d) Interface de usuario

Establece la forma en que el sistema experto se presentará al usuario, se debe establecer un diálogo en términos del problema y con construcciones del lenguaje humano correctas. Debe cumplir con los siguientes requisitos: el aprendizaje del manejo debe ser rápido, debe evitar la entrada de datos erróneos, las preguntas y resultados deben de presentarse en forma comprensible para el usuario (Santana, 1988).

Un sistema experto posee tres tipos diferentes de interfaces de usuario:

- Interface de componente de adquisición: Usada por el ingeniero del conocimiento y por el usuario experto.
- Interface del componente explicativo: Usada por el ingeniero del conocimiento, usuario experto y el usuario del sistema.
- Interface de consulta: Encargada de plantear preguntas, recibir respuestas y emitir resultados.

e) Usuario

Según (Santana, 1988). Los sistemas expertos poseen dos tipos de usuarios:

- Usuario Experto: Se encarga de añadir nuevos conocimientos a la base de conocimientos o de modificar el conocimiento existente en el sistema.
- Usuario del sistema: Ejecuta el sistema experto.

2.2.4 Sistema experto basado en reglas

Según (Gamez & Puerta, 1998): En general, los primeros sistemas expertos, por ejemplo Dendral: (Obtiene estructuras moleculares a partir de análisis espectrales) y MYCIN: (Diagnóstico y tratamiento de enfermedades de la sangre) pertenecían a este tipo de sistemas.

Las reglas nos permiten representar conocimiento del siguiente tipo:

Si la temperatura es superior a 37°C entonces al paciente tiene fiebre

Si un libro es anterior al siglo XVII y es raro entonces es un libro caro

En general, las reglas son del tipo

SI Condición ENTONCES Acción

En este tipo de sistemas, la parte SI de la regla (también llamada premisa o antecedente) es testeada y en caso de ser cierta, la parte **ENTONCES** (también llamada acción o consecuente) se activa, dando como resultado un nuevo conjunto de hechos (Gamez & Puerta, 1998).

Por ejemplo, supongamos el siguiente hecho “El paciente tiene una temperatura de $(39^{\circ}\text{C} > 37^{\circ}\text{C})$ ” es cierto y por tanto, podemos concluir que el paciente tiene fiebre.

Tanto la Condición como la Acción de una regla se pueden representar expresiones lógicas compuestas, conectadas por los operadores lógicos **y**, **o**, **no**, como por ejemplo:

$$SI A \text{ y } (no) B \text{ ENTONCES } C \text{ y } D$$

(Gamez & Puerta, 1998) Existiendo grandes inconvenientes para este tipo de sistemas, su popularidad, simplicidad y la similaridad con la forma de razonamiento humano hacen que sean una herramienta de gran utilidad para un conjunto amplio de problemas.

En un sistema experto basado en reglas, el motor de inferencia se encarga de seleccionar de la base de conocimiento aquellas reglas que son aplicables. Para ello, empareja la *Condición* de las reglas con el conjunto de hechos (almacenados en la base datos) y en caso de ser ciertos aplica las reglas obteniendo (“infiere”) nuevos hechos que se incorporan a la base de datos. Repitiendo este proceso se produce un encadenamiento de conclusiones (Gamez & Puerta, 1998). El principal problema que se plantea es el de crear un conjunto de inferencias que nos permita llegar desde la definición inicial de problema a la solución. En este sentido podemos encontrar dos estrategias principales.

2.2.5 Árboles

Según (Giarratano, 2001) un árbol, es una estructura jerárquica de datos conformada por nodos que almacenan información, y por ramas, que conectan a los nodos. A veces a las ramas se les denomina vínculos o bordes, y a los nodos vértices. En la figura 2.5 se muestra un árbol binario general que tiene cero, una o dos ramas por nodo. En un árbol orientado, el nodo raíz ocupa el lugar más alto de la jerarquía, y las hojas, el más bajo. Un árbol puede considerarse como una clase especial de red semántica en la que cualquier nodo, excepto el raíz, tiene exactamente un nodo padre y cero o más nodos hijo. Para tipo usual de árbol binario hay un máximo de dos hijos por nodo y los nodos hijo de la derecha son diferentes a los de la izquierda.

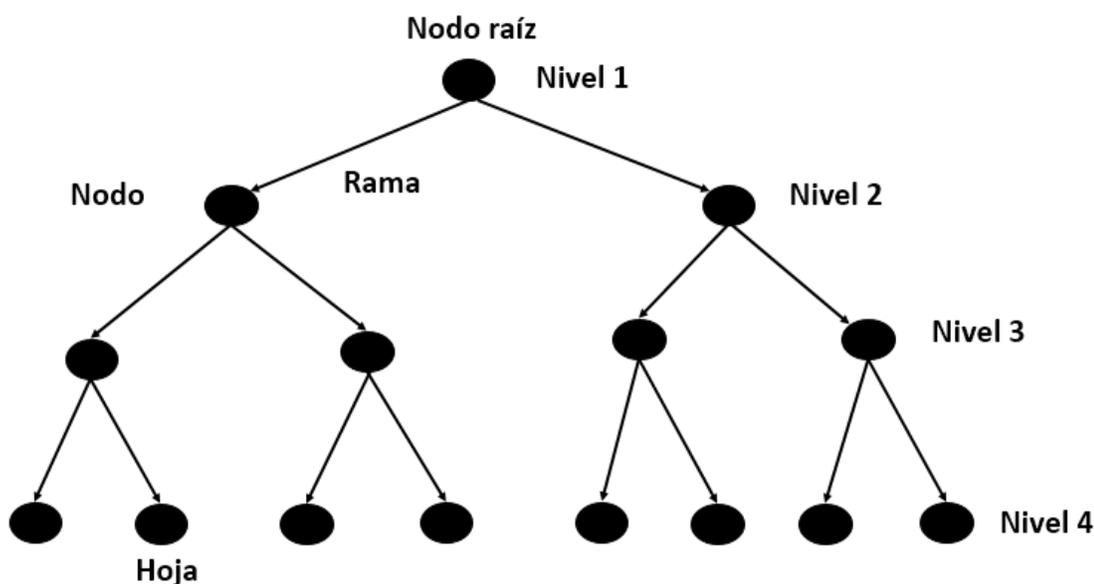


Figura 2.5: Árbol binario
Fuente: Giarratano, 2001

Si un nodo tiene más de un padre, se encuentra en una red. En la figura 2.5 se observa que solo hay una secuencia de bordes, o ruta, de la raíz a cualquier nodo, porque no es posible moverse contra una flecha. En los árboles orientados todas las flechas apuntan hacia abajo (Giarratano, 2001).

Los árboles son un caso especial de una estructura general matemática llamada gráfica. El término suele utilizarse como sinónimo de gráfica cuando se describe un

ejemplo particular de gráfica como una red telefónica. Una gráfica puede tener cero o más vínculos entre los nodos y ninguna distinción entre padres e hijos. Un ejemplo sencillo de gráfica es un mapa: las ciudades son los nodos y los vínculos son los caminos. Los vínculos pueden tener flechas o direcciones asociadas con ellos y peso para diferenciarse; se puede hacer una analogía con las calles de un solo sentido que tienen límites de peso para los caminos que circulan por ellas. Los pesos de una gráfica pueden representar cualquier tipo de información. Si la gráfica es la ruta de una línea aérea, los pesos pueden ser los kilómetros entre las ciudades, el costo del vuelo, el consumo de combustible y más (Giarratano, 2001).

Un sistema neuronal artificial es otro ejemplo de gráfica con ciclos, porque durante el entrenamiento hay retroalimentación de la información de una capa a la otra de la red, lo que modifica los pesos. Una gráfica simple no tiene vínculos que se encuentren inmediatamente detrás del propio nodo (Giarratano, 2001).

a) Árbol de decisión binario

Los árboles de decisión proporcionan un paradigma útil para resolver ciertos tipos de problemas de clasificación, pues deducen soluciones al reducir el conjunto de posibles soluciones a una serie de decisiones o preguntas que acortan su espacio de búsqueda.

Los problemas que son adecuados para su solución mediante árboles de decisión se tipifican con la característica de que proporcionan la respuesta a un problema a partir de un conjunto predeterminado de respuestas posibles. Por ejemplo, quizá un problema de taxonomía requiera la identificación de una gema de conjunto de todas las gemas conocidas o un problema de diagnóstico tal vez requiera la selección de un remedio de un conjunto de remedios posibles.

Puesto que debe determinarse el conjunto de respuestas, los árboles de decisión no funcionan bien para resolver problemas de programación, planeación o síntesis y, en general, problemas que deben producir soluciones además de seleccionar entre ellas (Giarratano, 2001).

Un árbol de decisión se compone de nodos y ramas, los nodos representan ubicaciones en el árbol, y las ramas conectan nodos padre con nodos hijo cuando se mueven de la parte superior a la base y conectan nodos hijos con nodos padres cuando se mueven de la base a la parte superior, al nodo de la parte superior del árbol, que no tiene padre, se le llama nodo raíz y a los nodos sin hijos se les llama hojas. Observe que en un árbol, cada nodo solo tiene un padre, con excepción del nodo raíz, que no tiene ninguno (Giarratano, 2001).

Los nodos hoja de un árbol de decisión representan todas las soluciones posibles que se derivan del árbol, a esos nodos se les conoce como nodos de respuesta, y a los demás como nodos de decisión. Cada nodo de decisión representa el cuestionamiento o decisión que, al preguntarse o decidirse, determina la rama apropiada que debe seguirse en el árbol de decisión. En los árboles de decisión simples esta pregunta podría tener respuestas de si o no como "¿Es el animal de sangre caliente?", la rama izquierda del nodo representaría la ruta que se seguiría si la respuesta es no. En general, un nodo de decisión puede usar cualquier criterio para seleccionar la rama a seguir, suponiendo el proceso de selección siempre produce una sola rama (Giarratano, 2001). Por tanto, los nodos de decisión pueden seleccionar una rama que corresponde a un conjunto o rango de valores, una serie de casos o funciones que correlacionan el estado del nodo de permitir incluso razonamiento hacia atrás o probabilístico.

Para ilustrar la operación de un árbol de decisión, consideremos las siguientes heurísticas en la selección del vino apropiado para servir con un alimento. (Giarratano, 2001)

SI el plato principal es carne roja
ENTONCES servir vino tinto

SI el plato principal es ave y es pavo
ENTONCES servir vino tinto

SI el plato principal es ave y es pavo

ENTONCES servir vino blanco
 SI el plato principal es pescado
 ENTONCES servir vino blanco.

En la figura 2.6 se muestra la representación de las heurísticas del vino como un árbol de decisión binario, donde los nodos de decisión supone que cada pregunta solo puede responderse con sí o no y se ha agregado un nodo de respuesta predeterminado que contiene la respuesta “El mejor color es desconocido” al conjunto de heurísticas para el caso en que el plato principal no sea carne roja, ave o pescado (Giarratano, 2001).

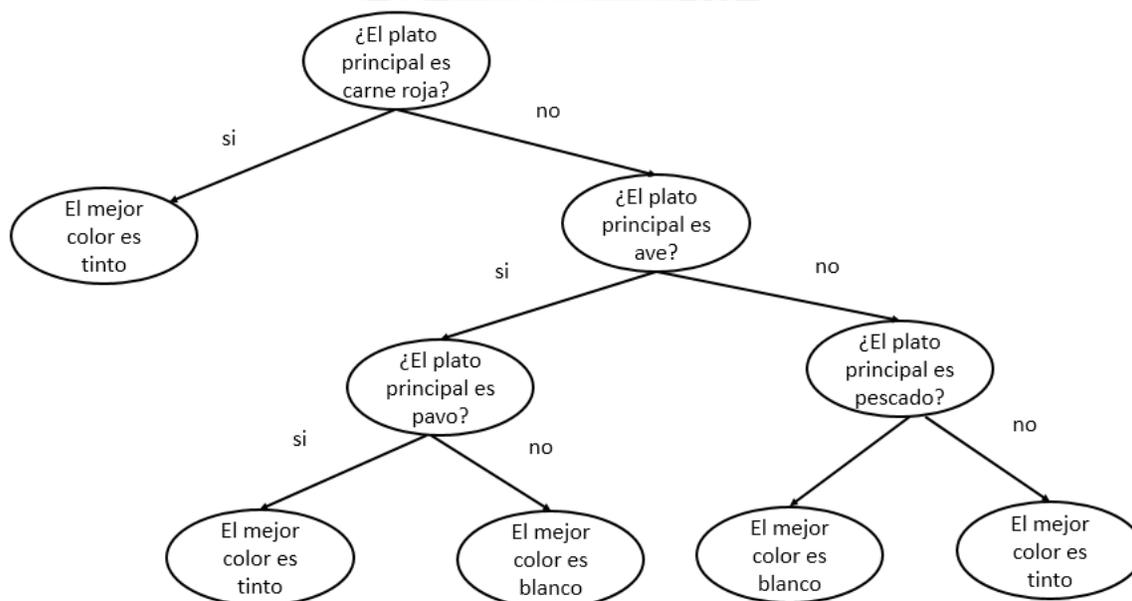


Figura 2.6: Árbol de decisión binario
Fuente: Giarratano, 2001

El procedimiento para recorrer el árbol y llegar a un nodo de respuesta es muy simple, el proceso de inferencia se inicia al establecer la ubicación actual del nodo raíz en el árbol de decisión, si la ubicación actual es un nodo de decisión, entonces la pregunta asociada con el nodo de decisión debe responderse de alguna manera (con frecuencia lo debe hacer la persona que consulta el árbol de decisión). Si la respuesta es sí, entonces la ubicación actual se establece en el nodo hijo conectado a la rama si (o

izquierda) de la ubicación actual, si la respuesta es no, entonces la ubicación actual se establece con el nodo hijo conectado a la rama no (o derecha) de la ubicación actual, entonces el valor del nodo de respuesta es la pregunta inferida mediante la consulta con el árbol de decisión, de lo contrario, el procedimiento para el manejo de un nodo de decisión se repite hasta que se alcance un nodo de respuesta (Giarratano, 2001).

b) Árbol de decisión con varias ramas

Los árboles de decisión que solo permiten ramas binarias de decisión dificultan la representación de una decisión que permita un conjunto de respuestas o una serie de casos. El árbol de decisión binario construido para el ejemplo del vino proporciona un buen ejemplo de esta ineficiencia, pues en caso de que el plato principal sea pescado, se deben tomar tres decisiones antes de que pueda determinarse que el mejor color es el blanco: deben hacerse las preguntas "¿El plato principal es carne roja?", "¿El plato principal es ave?" y "¿El plato principal es pescado?". Una pregunta mucho más directa que permitiría expresar un nodo de decisión capaz de manejar esta pregunta debe permitir ramas múltiples, dada una serie de decisiones posibles (en este caso carne roja, ave, pescado y otros). En la figura 2.7 se muestra el árbol de decisión modificado de la figura 2.6, permitiendo ahora ramas múltiples realizadas mediante una modificación simple de algoritmo.

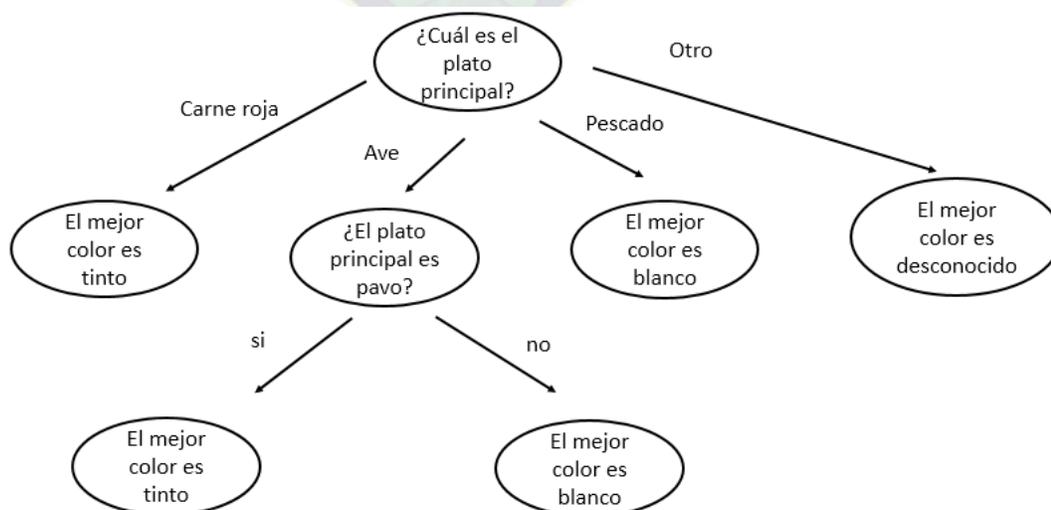


Figura 2.7: Árbol de decisión con ramas múltiples
Fuente: Giarratano, 2001

2.2.6 Ingeniería del conocimiento

(Harmon & King, 1988). Los ingenieros del conocimiento adquieren el conocimiento de un experto humano y luego lo integran en un sistema experto. Son especialistas en obtener información del experto, hacer un prototipo de sistema experto que incorpore el conocimiento y trabajar con el experto para mejorar el sistema. A continuación en la figura 2.8 observamos las funciones del ingeniero del conocimiento.

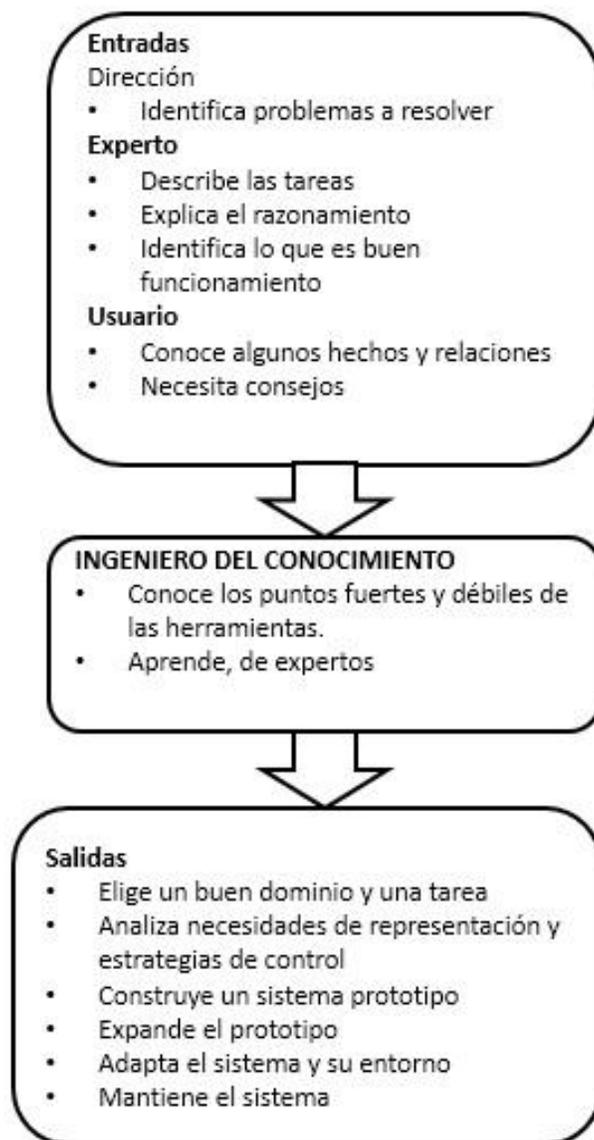


Figura 2.8: Funciones del ingeniero del conocimiento
Fuente: Harmon & King, 1988

Los ingenieros del conocimiento pasan mucho más tiempo con los expertos, se ocupan con mayor profundidad de los procesos mentales de éstos, y siguen interactuando con ellos hasta que pueden traspasar la finalización del desarrollo a los propios expertos.

2.3 Tallas de ropa

La talla es una medida convencional usada para indicar el tamaño relativo de las prendas de vestir, que están basadas en las medidas del cuerpo humano.

2.3.1 Origen de las tallas de ropa

Según (Echeverri, 2016) Sólo desde los años 60 del Siglo XX, cuando empezó el florecimiento de las Industrias de Confección en los diferentes países, se empezó a manejar el concepto de tallas comerciales para la compra del vestuario en las pocas tiendas de ropa y 'boutiques' que empezaban a aparecer en las grandes ciudades, pues hasta ese momento el 90% del vestuario mundial se obtenía "hecho a la medida" cosido en casa o por la modista o sastre que vivía cerca de la casa.

Como en esa época de mediados de siglo pasado no existían los nombres de las medidas y tallas de ropa, la industria militar de Estados Unidos, con sus grandes fábricas de uniformes para la guerra, comenzó a facilitar la información de las medidas y tallas que ellos usaban para sus grandes producciones de uniformes y vestuario militar, permitiéndoles a las industrias de confección americanas de la posguerra (segunda guerra mundial) tener estos conocimientos para que los usarán en su beneficio y se convirtieran en los grandes confeccionistas del mundo (Echeverri, 2016).

Estos grandes confeccionistas, entonces, adoptaron una estandarización de tallas simple que les servía a todas las personas adultas, para adquirir su vestuario más rápido y siguiendo los parámetros de la Nueva Moda, que mandándolo a confeccionar con su modista o sastre, obedeciendo a los nuevos patrones de consumos que empezaron a imperar en la época de posguerra a raíz del desarrollo y enriquecimiento de parte de la población en Europa y Norteamérica (Echeverri, 2016).

2.3.2 Primeros nombres en las medidas y tallas

Según (Echeverri, 2016): A principios del siglo XX, la industria militar en Estados Unidos, antes de la primera guerra mundial, pretendiendo introducir Métodos de Ingeniería a los procesos fabriles realizaron muchas mediciones de los distintos tipos de cuerpos de la población de Norteamérica logrando crear un estándar antropométrico de los distintos cuerpos, definiendo las tallas y sus nombres para su producción industrial como lo las explicamos a continuación:

- **Talla XS:** Extra pequeña
- **Talla S:** Pequeña
- **Talla M:** Mediana
- **Talla L:** Grande
- **Talla XL:** Extra grande
- **Talla XXL:** Extra extra grande
- **Talla XXXL:** Extra extra extra grande

2.3.3 Antropometría en la confección de prendas de vestir

Según (Aparicio, y otros, 2004). La antropometría se ocupa de la medición de las variaciones en las dimensiones físicas y la composición del cuerpo humano a diferentes edades. La industria de la moda y de la indumentaria técnica se dirige a segmentos de población cada vez más específicos, con exigencias de adaptación crecientes y características antropométricas muy diferenciadas. La forma y las dimensiones del cuerpo pueden variar mucho en función de diferentes parámetros como la edad, el género o el origen geográfico. Conocer las dimensiones y la forma del cuerpo humano permite establecer un patronaje y tallaje más precisos para la ropa y los complementos y, por tanto, conseguir una mejor adaptación a los consumidores (Valero, y otros, 2015).

2.3.4 Medidas principales del cuerpo

Para la construcción de patrones o piezas que conforman las distintas prendas de vestir, se necesita tomar medidas al cuerpo humano. En la tabla 2.1 podemos ver las principales medidas antropométricas del cuerpo de la mujer y del cuerpo del hombre.

Tabla 2.1: Medidas principales del cuerpo humano

Parte del cuerpo	Detalle
Contorno pecho	Medida del contorno haciendo pasar la cinta métrica por el punto más sobresaliente del pecho.
Contorno cintura	Medida del contorno de la cintura en su punto más estrecho.
Contorno cadera	Corresponde con la medida de contorno en la cual la cadera es más sobresaliente.
Interior de la pierna	Medida de la entrepierna al talón.
Contorno cuello	Se mide en el nacimiento del cuello, por encima de la clavícula.

Fuente: Morales, 2017

Para tomar medidas del cuerpo femenino y masculino, la persona debe estar sin zapatos y vestido/a con una prenda ajustada al cuerpo, para que sus medidas se puedan tomar más exactas.

En el caso de la mujer el brassier debe ser de copa normal, con el que se sienta más a gusto, para no distorsionar la medida de busto. En la figura 2.8 podemos apreciar las

medidas contorno cuello, contorno pecho, contorno cintura, contorno cadera, interior de la pierna de un cuerpo femenino.

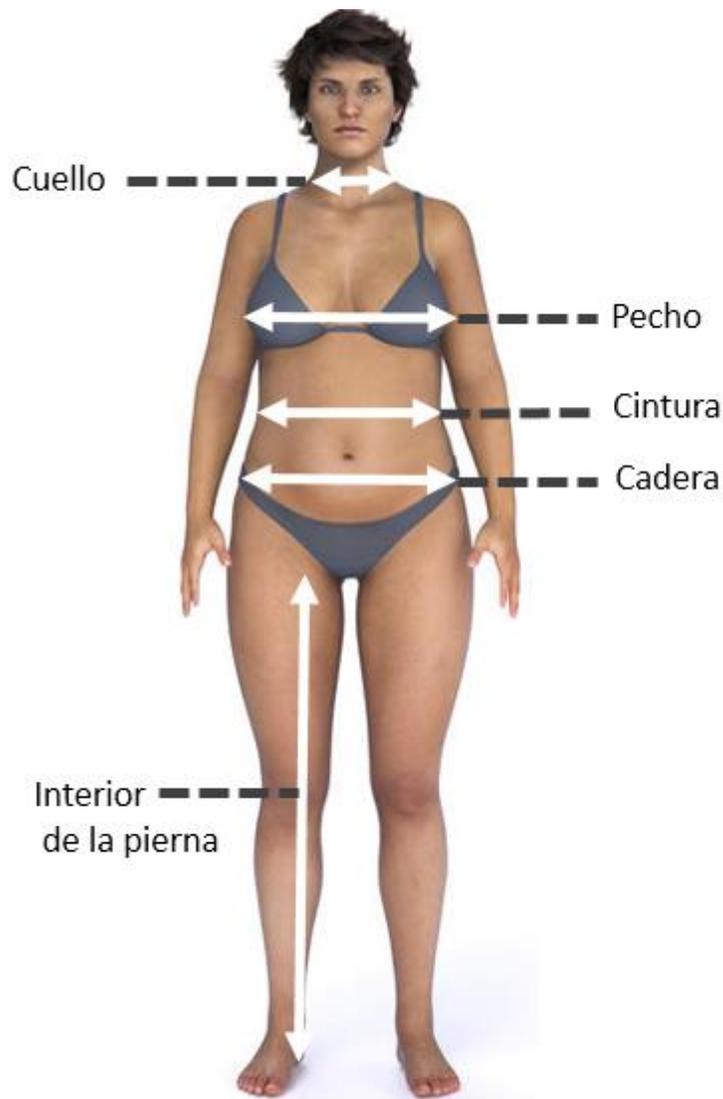


Figura 2.9: Medidas principales del cuerpo femenino
Fuente: Morales, 2017

La persona deberá tener una cinta o lazo delgado para anudarlo a la parte del cuerpo que medirá a manera de cinturón, identificando el sitio exacto de la cintura, cadera, cuello, pecho. No debe quedar ni apretado ni suelto. Si las medidas a tomar son de su propia persona, deberá pedir ayuda para que le tomen las medidas, pues de lo contrario sus medidas no serán correctas.



Figura 2.10: Medidas principales del cuerpo masculino
Fuente: Morales, 2017

En la figura 2.9 se observa las medidas contorno cuello, contorno cintura, contorno cadera, interior de la pierna de un cuerpo masculino.

2.3.5 Tablas de talla de ropa por países según sus medidas

A continuación se visualiza la talla (letra), para vestidos, camisas, faldas pantalones y shorts para la mujer.

Tabla 2.2: Talla letra, vestidos, camisas (Mujer)

VESTIDOS, CAMISAS (MUJER)							
Talla	XS	S	M	L	XL	XXL	XXXL
Contorno pecho	80 - 85	86 - 93	94 - 101	102 - 110	111 - 120	121 - 130	131 - 140
Contorno cintura	62 - 68	69 - 76	77 - 84	85 - 94	95 - 106	107 - 118	119 - 132
Contorno cadera	86 - 92	93 - 100	101 - 108	109 - 116	117 - 124	125 - 134	135 - 144

Fuente: Morales, 2017

Tabla 2.3: Talla letra, faldas, pantalones, shorts (Mujer)

FALDAS, PANTALONES, SHORTS (MUJER)							
Talla	XS	S	M	L	XL	XXL	XXXL
Contorno cintura	62 - 68	69 - 76	77 - 84	85 - 94	95 - 106	107 - 118	119 - 132
Contorno cadera	86 - 92	93 - 100	101 - 108	109 - 116	117 - 124	125 - 134	135 - 144
Interior pierna	77 - 78	79 - 80	81 - 82	83 - 84	85 - 86	87 - 88	89 - 90

Fuente: Morales, 2017

Seguidamente observamos en la tabla 2.4 la talla para camisas del varón y en la tabla 2.5 pantalones, bermudas para el varón.

Tabla 2.4: Talla letra, camisas (Varón)

CAMISAS (VARON)							
Talla	XS	S	M	L	XL	XXL	XXXL
Contorno cuello	35 - 36	37 - 38	39 - 40	41 - 42	43 - 44	45 - 46	47 - 48

Fuente: Morales, 2017

Tabla 2.5: Talla letra, camisas (Varón)

PANTALON, BERMUDAS (VARON)							
Talla	XS	S	M	L	XL	XXL	XXXL
Contorno de la cintura	72 - 78	79 - 84	85 - 92	93 - 96	97 - 104	105 - 112	113 - 116
Interior de la pierna	77 - 78	79 - 80	81 - 82	83 - 84	85 - 86	87 - 88	89 - 90

Fuente: Morales, 2017

En el Anexo A se visualiza las tablas de tallas de EEUU y Europea.

2.4 Metodología de Buchanan

En el presente trabajo de investigación se utilizará la metodología de Buchanan según:

(Palma, 2000) esta metodología se basa en el típico ciclo de vida en cascada utilizando los inicios de la ingeniería de software, de la que se puede deducir que el proceso de construcción de un sistema experto se plantea como un proceso de revisión casi constante, que puede implicar redefinición de los conceptos de las representaciones o el refinamiento del sistema implementado. En la figura 2.11 Se muestra las fases en la que se divide la metodología.

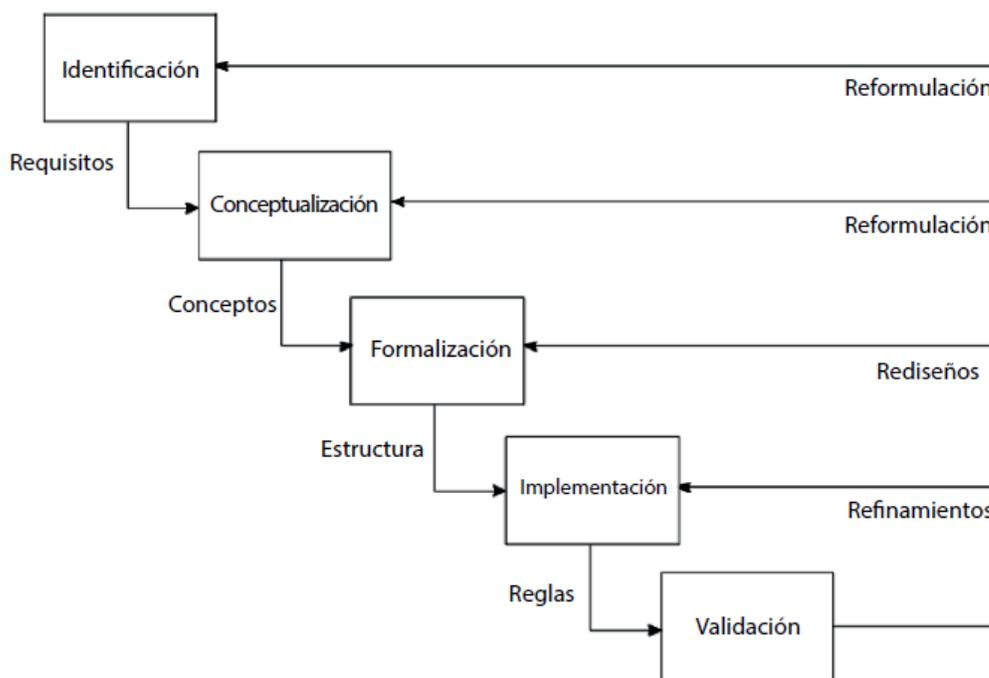


Figura 2.11: Modelo propuesto por Buchanan
Fuente: Palma, 2000

La descripción de cada una de las fases de la metodología Buchanan es la siguiente:

2.4.1 Identificación

Abarca desde la lectura de libros o artículos, las entrevistas o charlas con las personas familiarizadas con el tema y la búsqueda de un experto que esté dispuesto a colaborar

en la construcción del sistema, como también la definición de cuáles son las funciones y tareas más idóneas para ser realizadas por el experto (Martinez, 2009).

Se realiza los siguientes puntos:

- Se identifican los participantes y roles.
- Se identifican las tareas que debe realizar el sistema experto.

2.4.2 Conceptualización

Se define los conceptos que permiten una representación adecuada del conocimiento identificando todos los elementos necesarios para la solución del problema. (Palma, 2000). Se realiza la adquisición del conocimiento posteriormente se hace la clasificación del conocimiento adquirido por el ingeniero textil.

El conocimiento es considerado como datos, hechos, información, para la representación de este conocimiento existen diferentes técnicas de representación, se hará uso de las redes semánticas, que es una técnica clásica de representación. Las redes semánticas se desarrollaron para la Inteligencia Artificial como una forma de representar la memoria y la comprensión del lenguaje del ser humano (Quillan, 1968).

La estructura de una red semántica gráficamente en términos de nodos y los arcos que conectan. A los nodos suele denominarse como objetos y a los arcos como vínculos o bordes (Giarratano, 2001).

2.4.3 Formalización

Una vez realizada la conceptualización del conocimiento, el siguiente paso es expresar el mencionado conocimiento en una manera formal. En esta etapa tiene como objetivo expresar los conocimientos sobre el problema y su resolución en estructuras que puedan ser utilizadas por una computadora (Palma, 2000).

Se procede a la realización de la base de hechos, y el motor de inferencia, términos ya definidos en la estructura de un sistema experto. Para el motor de inferencia se hará uso de las reglas de producción.

2.4.4 Implementación

(Palma, 2000) En esta fase, el ingeniero de conocimiento formula reglas, que representen los conceptos y el conocimiento formalizado. El resultado es un programa prototipo que nos permite comprobar si hemos conceptualizado y formalizado bien el conocimiento que el experto tiene sobre el problema. Se aplica las reglas de producción mencionado en la fase anterior, en la construcción del prototipo, se desarrollará en el lenguaje de programación SWI-Prolog como se indicó en el capítulo uno.

2.4.5 Validación

Esta fase consiste en el evaluación del rendimiento del prototipo construido para encontrar errores o anomalías en la base de conocimiento o en los mecanismos de inferencia (Palma, 2000).



3 PROCESO DE LA INVESTIGACION

En este capítulo se presenta el diseño del sistema experto de identificación en tallas de ropa, consiste en analizar y estructurar el conocimiento obtenido por el experto que ayuda a construir la base de conocimiento, motor de inferencia más el prototipo, para así poder alcanzar los objetivos del capítulo uno. Utilizando como base principal la metodología de Buchanan, cuyas fases se desarrolla en el presente capítulo.

3.1 Fase I: Identificación

Identificamos a los participantes que intervienen en el desarrollo del sistema experto y las relaciones que existen entre ellos en la figura 3.1.

Ingeniero textil (experto humano), quien es un profesional que conoce y domina los procesos productivos de la industria textil, la construcción de telas y la confección de prendas de vestir aporta todo su conocimiento en la elaboración de una prenda de vestir, tallas de ropa, como también las equivalencias de tallas de ropa en otros países.

El sistema experto es el elemento que se va construyendo en función del conocimiento adquirido del ingeniero textil y el ingeniero de conocimiento término que se definió en la ingeniería del conocimiento en la página 27 del Capítulo 2.

Las tareas del sistema experto son:

- Identificar la talla de ropa de una persona.
- Permitir el ingreso de un nuevo conocimiento a la base de conocimientos inicial.
- Permitir editar el conocimiento almacenado en la base de conocimientos.

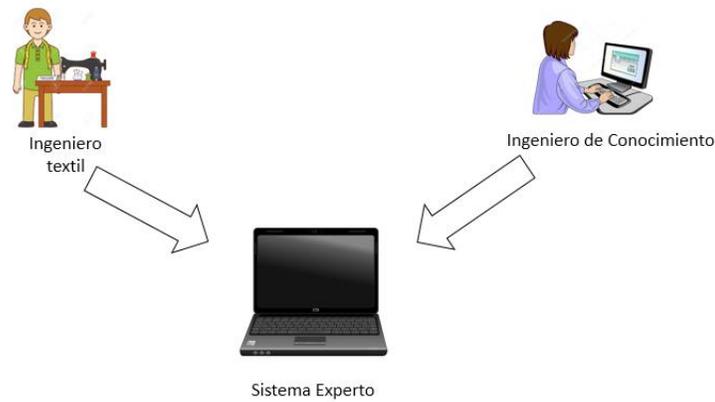


Figura 3.1: Participantes que intervienen en el desarrollo

3.2 Fase II: Conceptualización

3.2.1 Adquisición del conocimiento

Se recolecta información relevante a través de la experiencia del experto ingeniero textil. A continuación en la figura 3.2 se muestra los pasos que se debe seguir para la elaboración de una prenda de vestir.

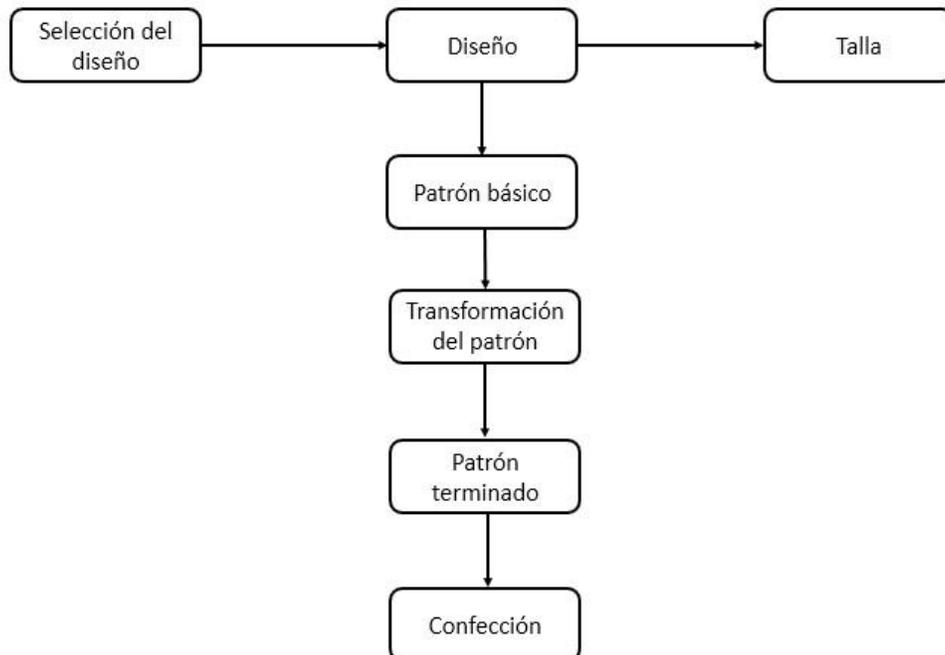


Figura 3.2: Diagrama de flujo elaboración de una prenda de vestir

a) Selección del diseño: Para la selección del diseño debemos tener en cuenta cinco elementos esenciales como ser el color, forma, caída, textura, equilibrio de las prendas.

b) Diseño: Para diseñar una ropa se hace dibujos de la silueta de una persona, al empezar hacer esto es importante pensar en la manera como se ve la prenda en un cuerpo. Esta es la razón por la que la mayoría de los diseñadores dibujan sus diseños en un figura humana. Dibujar una figura desde cero cada vez que se hace un nuevo diseño podría tomar tiempo y parecer intimidante, así que muchos diseñadores utilizan un croquis, este solo es una plantilla que se utiliza cada vez que hagas el bosquejo de una nueva prenda.

c) Talla: Para la selección de talla se toma en cuenta si es personalizado o talla estándar. En la figura 3.3 se observa el diagrama de flujo con la selección de talla de ropa, si elegimos talla personalizada, la prenda de vestir se elabora con las mediciones propias de la persona sin hacer uso de las tablas antropométricas mostradas en el Capítulo 2 página 32.

Si elegimos la talla estándar, las medidas que se toman en cuenta son de acuerdo a las tablas antropométricas.

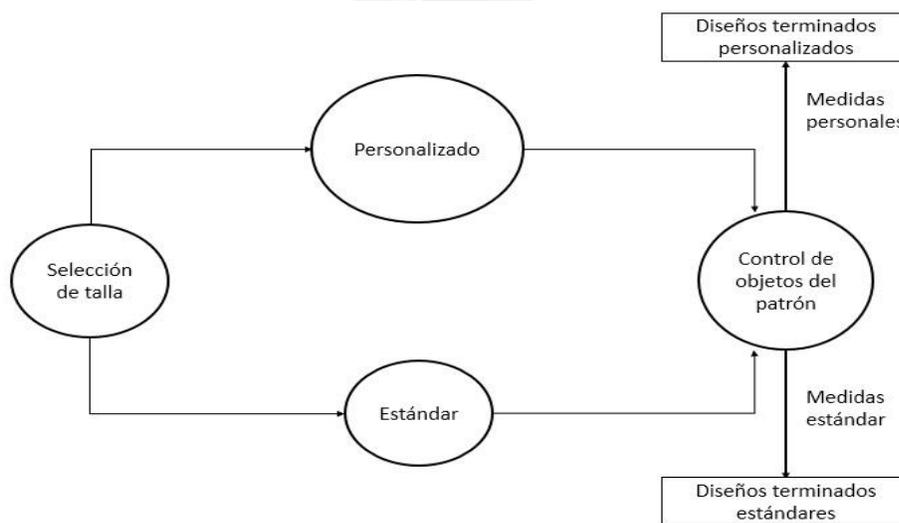


Figura 3.3: Diagrama de flujo selección de talla

d) Patrón básico: Los fundamentos para el trazo de patrones son los siguientes:

- **Equipo para trazar**

- Mesa para cortar, amplia, de superficie lisa ya que es para extender el papel para hacer los trazos, luego para extender la tela.
- Reglas, instrumento de madera o plástico propio para trazar líneas sobre el papel o tela.
- Escuadra, instrumento de dibujo en forma de triángulo, rectángulo, forma de un ángulo recto.
- Cintra métrica, para tomar las medidas del cuerpo, numerada por ambos lados en centímetros.
- Rueda para trazar (rondana), provista de muescas agudas que sirven para transferir líneas de un patrón a otro papel.
- Plantillas, reglas auxiliares que sirven para trazar las líneas curvas de diferentes patrones.
- Plantillas curvas, sirve para trazar las curvas de bocamanga, ecote, tiro.
- Regla de curva, nos sirve para trazar curvas de costados entrepiernas.

- **Sistema métrico decimal**

La unidad de medida es el metro su abreviatura es el m.

Está formado por múltiplos y submúltiplos.

Los múltiplos son:

Decámetro, su abreviatura es Dm.

Hectómetro, su abreviatura es Hm.

Kilómetro, su abreviatura es Km.

Los submúltiplos son:

Decímetro: su abreviatura es dm.

Centímetro, su abreviatura es cm.

Milímetro, su abreviatura es mm.

En el trazo de patrones básicos, existen tres decimales de mayor uso: 0,25; 0,50; 0,75.

- **Fraciones más usadas en el trazo de patrones**

La fracción $1/2$; significa la mitad de una unidad.

La fracción $1/3$ significa un tercio o la tercera parte de una unidad.

La fracción $1/4$ significa un cuarto o la cuarta parte de una unidad.

- **Geometría básica**

Dado que se deben dibujar los patrones sobre papel, por medio de trazos en los que se utilizan diferentes elementos de geometría, es conveniente reconocer los más elementales como son: líneas rectas, líneas inclinadas, líneas interrumpidas, líneas curvas, líneas paralelas, líneas verticales, líneas horizontales, ángulos rectos.

- **Líneas paralelas**

Estas líneas tienen la característica que mantienen igual distancia entre ellas, tanto al inicio como al final, entre ellas están las líneas paralelas verticales, líneas paralelas horizontales, líneas paralelas inclinadas.

- **Simbología sobre patrones**

Existe una variedad de símbolos en el trazo de patrones; estos nos indican la forma en que se deben colocar los patrones sobre la tela, antes de cortar diferentes piezas que requiere cualquier prenda de vestir, como ser; al hilo o urdiembre de la tela, al sesgo de la tela, tela doblada, línea de corte, la tela colocada al hilo y doblada, la tela al sesgo y doblada, cremallera (zipper), frunces. Línea costura, línea rematada que indica la posición del bolsillo que el modelo exija, línea el centro de una pieza o piquete, unión de piezas o piquetes. Técnica de creación de patrones, nos permite realizar paso a paso el trazo para elaborar los moldes de una prenda.

e) Transformación del patrón: Es modificado convenientemente hasta convertirlo en patrón de un modelo determinado. Para ello se dibujan en el patrón los detalles particulares del modelo y se suprimen las líneas innecesarias o a su vez se modifican convenientemente para parecerse totalmente al modelo que se desee.

f) Patrón terminado: Una vez teniendo el patrón terminado se pone la tela en una mesa y sobre ella se colocan los moldes obtenidos. Se traza sobre la tela utilizando los moldes y tizas de colores.

g) Confección: Una vez cortada la tela, el cosido es la última operación para confeccionar una prenda de vestir, previamente se han de armar o montar los diferentes elementos que la forman; esta operación es muy importante, ya que se constituye el paso de la superficie que forma la tela o la pieza de vestir, que representa un volumen en el espacio, es decir, se pasa de dos a tres dimensiones.

Para facilitar el cosido final se suele hilvanar antes. El hilván es una costura con puntas largas y separadas que permite unir rápidamente las piezas que se coserán después definitivamente. Aunque hay diferentes tipos de costura, la más frecuente para unir las piezas de una prenda es el pespunte, en el que en cada puntada la aguja retrocede y pasa por el agujero anterior antes de clavarse más adelante.

Medidas a nivel general del cuerpo femenino

Tabla 3.1: Medidas a nivel general del cuerpo femenino

Semiperímetros del tronco		
1	Busto	Mitad de la medida de contorno, tomada por debajo de las axilas.
2	Pecho	Semiperímetro del contorno de pecho, tomada por la parte más prominente del pecho.
3	Tórax	Mitad de la medida de contorno, tomada por debajo del pecho.
4	Cintura	Mitad de la medida de contorno, tomada por la cintura.
5	Cadera alta	Mitad de la medida de contorno, tomada entre la distancia entre la línea de cintura y la línea de cadera.
6	Cadera	Mitad de la medida de contorno, tomada por la parte más ancha de la cadera.

Contorno cuello y extremidades		
7	Cuello	Media de contorno tomada por la base del mismo.
8	Brazo	Tomada a una distancia de 4 cm, por debajo de la axila.
9	Codo	Tomada a la altura de la articulación con el brazo extendido.
10	Muñeca	Tomada a la altura de la articulación con el brazo extendido.
11	Muslo	Tomada 7 cm, por debajo de la altura de la ingle.
12	Rodilla	Tomada por la anchura máxima de la rodilla, con la pierna extendida.
13	Pantorrilla	Tomada por la máxima anchura entre rodilla y tobillo.
14	Tobillo	Tomada por la anchura máxima del tobillo.
Medidas de largo o distancias entre verticales		
15	Estatura	Desde la cabeza a los pies, descalza y en posición recta
16	Séptima cervical al suelo	Del mismo modo que la anterior, pero desde la séptima vertebra al suelo.
17	Altura de pecho	Tomada desde el hombro junto el cuello hasta el tétio.
18	Talle por delante	Tomada desde el mismo punto que la anterior, pero hasta la altura del talle.
19	Talle por espalda	Tomada desde el mismo punto que la anterior, pero por la espalda y hasta la altura del talle.
20	Alto cadera	Distancia por el costado desde la altura del talle hasta el hueso de la cadera.
21	Cintura al suelo	Distancia por el costado desde la altura del talle hasta el suelo.
22	Entrepierna	Largo total de la pierna por el interior hasta el tobillo.
23	Largo de brazo	Tomado desde la 7° cervical, pasando por el acrómino, hasta el cúbito.
Medidas horizontales		
24	Ancho total de hombros	Mitad de la media entre acromios.
25	Hombro	Desde la base del cuello al acrómino.

26	Encuentro	Mitad de la media entre el nacimiento de ambos brazos, y pos espalda.
27	Frente de pecho	Mitad de la media entre el nacimiento de ambos brazos, y por el delantero.
28	Télio a centro delantero	Mitad de la media entre ambos télios o separación de pecho.

Medidas a nivel general del cuerpo masculino

Tabla 3.2: Medidas a nivel general del cuerpo masculino

Semiperímetros del tronco		
1	Pecho	Semiperímetro del contorno de pecho, tomada por la parte más prominente del pecho.
2	Cintura	Mitad de la media de contorno, tomada por la cintura.
3	cadera	Mitad de la media de contorno, tomada por la parte más ancha de la cadera.
Contorno cuello y extremidades		
4	Cuello	Medida de contorno tomada por la base del mismo.
5	Brazo	Tomada a una distancia de 5 cm, por debajo de la axila.
6	Codo	Tomada a la altura del codo con el brazo extendido.
7	Muñeca	Tomada a la altura final del cúbito.
8	Muslo	Tomada 7 cm, por debajo de la altura de la ingle.
9	Rodilla	Tomada por la anchura máxima de la rodilla, con la pierna extendida.
10	Pantorrilla	Tomada por la máxima anchura entre rodilla y tobillo.
11	Tobillo	Tomada por la anchura máxima del tobillo
Medidas de largo o distancias entre verticales		
12	Estatura	Desde la cabeza a los pies, descalza y en posición recta.

13	Séptima cervical al suelo	Desde la séptima vertebra al hueso.
14	Talle por espalda	Tomada desde el mismo punto que la anterior, hasta la altura de talle.
15	Alto de cadera o posaderas	Distancia por el centro de la espalda o posaderas.
16	Cintura al suelo	Distancia tomada por el centro de la espalda a la altura del talle, hasta el suelo.
17	Entrepierna o tiro	Largo total de la pierna por el interior, hasta el tobillo.
18	Largo de brazo	Tomado desde el final de la clavícula hasta el cubito.
Medidas horizontales		
19	Ancho total de hombros	Mitad de la medida entre acróminos.
20	Hombro	Desde la base del cuello al acrómino.
21	Encuentro	Mitad de la medida entre el nacimiento de ambos brazos, y por la espalda.
22	Frente de pecho	Mitad de la medida entre el nacimiento de ambos brazos, y por delantero.

Medidas principales para la confección de vestidos para la mujer

Las medidas que se necesita para la confección de dichas prendas de vestir son:

- Contorno pecho
- Contorno cintura
- Contorno cadera

Medidas principales para la confección de camisas para la mujer

- Contorno pecho
- Contorno cintura
- Contorno cadera

Medidas principales para la confección de faldas para la mujer

- Contorno cintura
- Contorno cadera

Medidas principales para la confección de pantalones para la mujer

- Contorno cintura
- Contorno cadera
- Interior pierna

Medidas principales para la confección de short para la mujer

- Contorno cintura
- Contorno cadera

Medidas principales para la confección de camisas para el varón

- Contorno cuello

Medidas principales para la confección de pantalón, bermudas para el varón

- Contorno cintura
- Interior pierna

Las tallas de ropa varían mucho según cada país, en la mayoría de las prendas de ropa viene marcada la talla para diferentes países, es importante conocer las tallas de ropa en otros países.

A continuación se observa en la tabla 3.3 las tallas que existen en la talla letra

Tabla 3.3: Talla letra

N°	Talla (letra)
1	XS
2	S
3	M
4	L
5	XL
6	XXL
7	XXXL

En la tabla 3.4 se muestra las tallas existentes para la talla de ropa EEUU

Tabla 3.4: Talla EEUU

N°	Talla EEUU
1	4
2	6
3	8
4	10
5	12
6	14
7	16
8	18
9	20
10	22
11	24
12	26

Finalmente en la tabla 3.5 se observa las tallas de ropa Europea

Tabla 3.5: Talla Europea

N°	Talla Europea
1	34
2	36
3	38
4	40
5	42
6	44
7	46
8	48
9	50
10	52
11	54
12	56

13	58
14	60

3.2.2 Clasificación del conocimiento

Organizando del conocimiento adquirido por el experto ingeniero textil a continuación se muestra una representación semántica de los conceptos, que son de ayuda en la construcción del sistema experto. En la figura 3.4 se muestra la clasificación de los términos, a entender como ser:

- Tallas de ropa para la mujer. En estas se encuentran las prendas de vestir como los vestidos, camisas, faldas, pantalones, shorts.
Los vestidos, camisas requieren las medidas en [cm] del cuerpo femenino del contorno del pecho, contorno de cintura y contorno de cadera.
Para las faldas, pantalones, shorts se necesitan las medidas en [cm] del cuerpo femenino del contorno cintura, contorno cadera e interior pierna.
- Tallas de ropa para el varón. En estas se encuentran prendas de vestir como las camisas, pantalones, bermudas.
Las camisas requieren las medidas en [cm] del contorno cuello.
Para el pantalón, bermudas se necesita las medidas en [cm] del contorno de la cintura e interior de la pierna.

En la figura 3.5 se observa las distintas tallas que existen en otros países como ser la talla letra, talla EEUU, talla Europea.

- Talla letra. En estas están XS, S, M, L, XL, XXL, XXXL
- Talla EEUU. En estas están 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26
- Talla Europea. En estas están 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60.

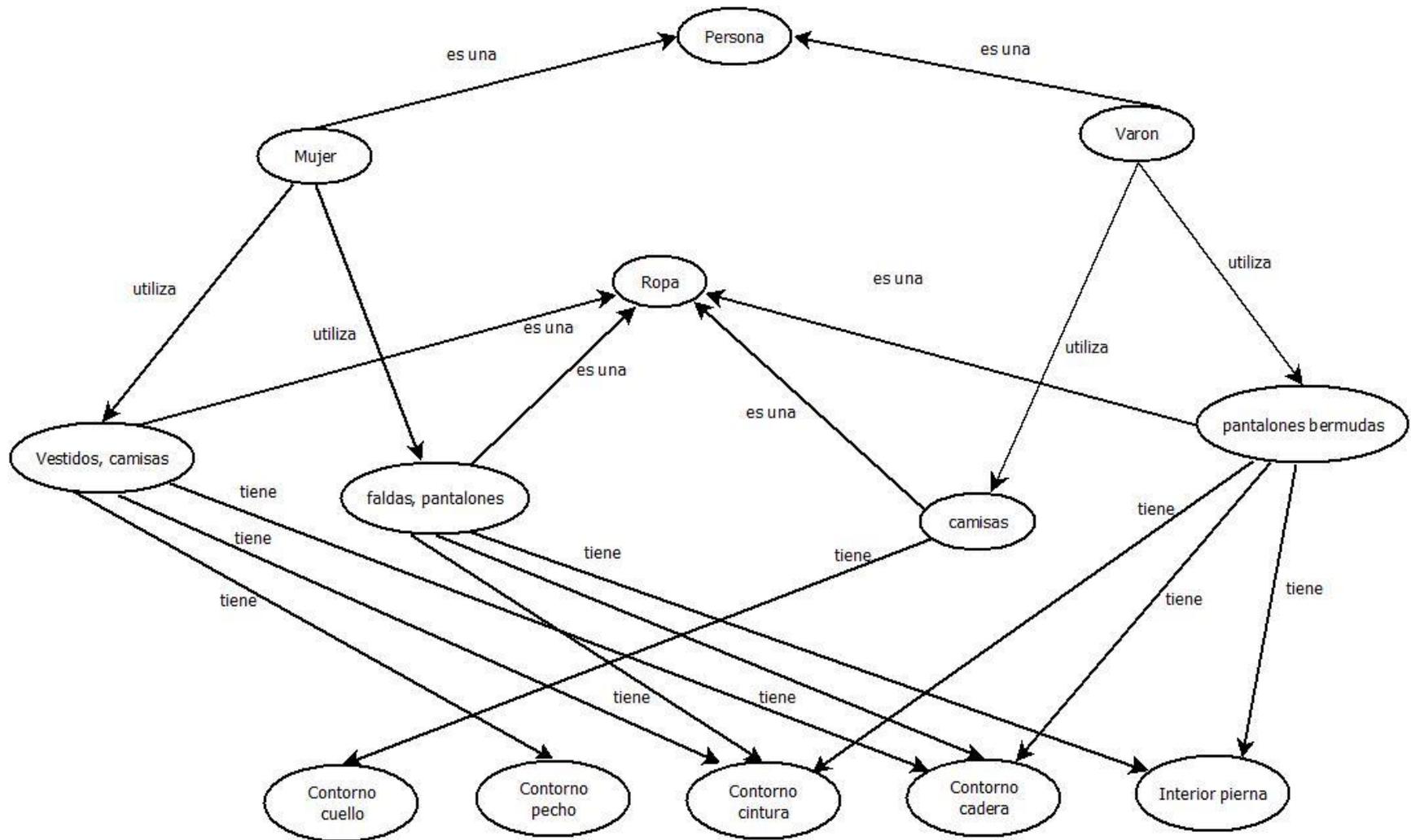


Figura 3.4: Red Semántica clasificación de términos

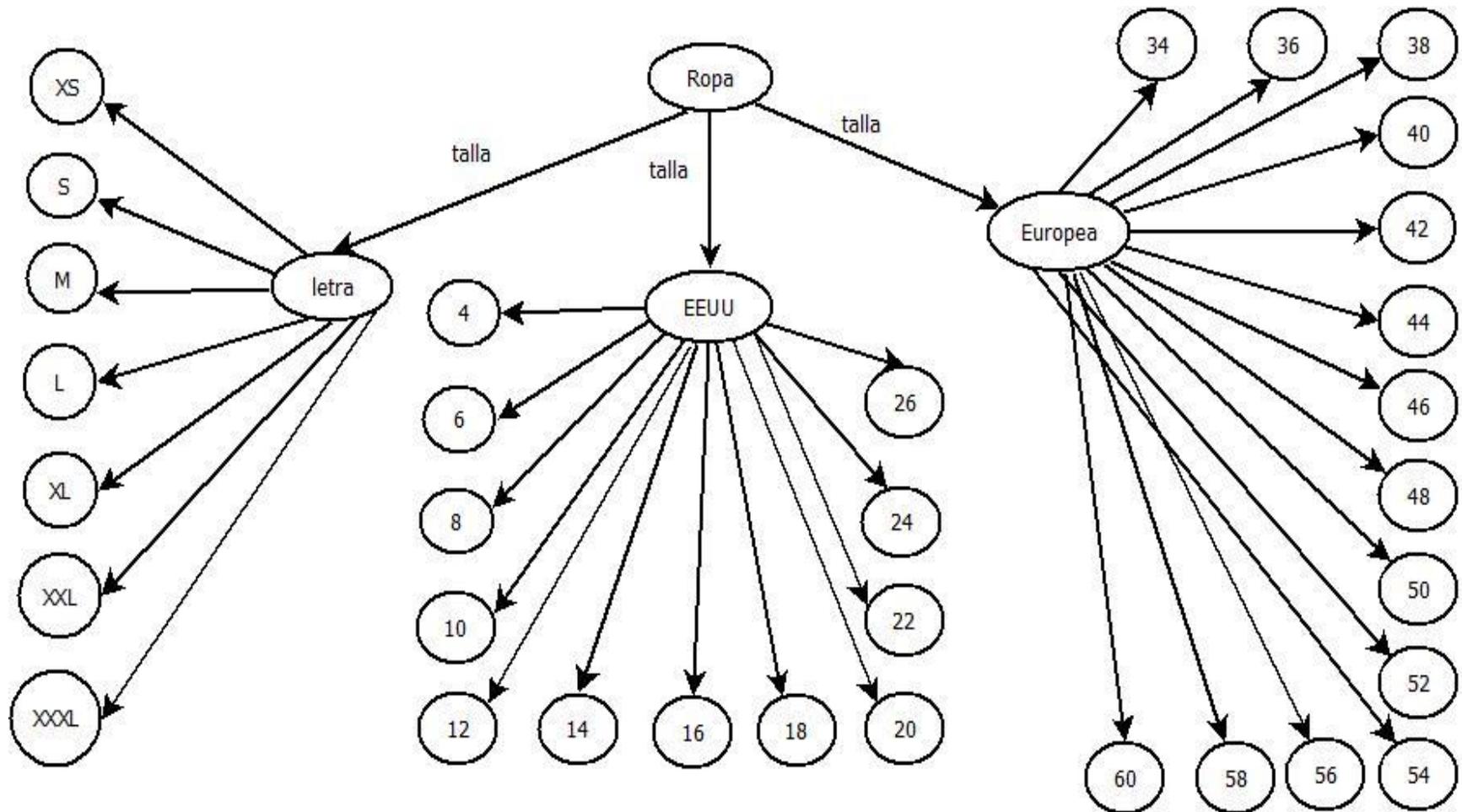


Figura 3.5: Red semántica talla letra, EEUU, Europea

3.3 Fase III: Formalización

En la fase se dan a conocer los pasos para la construcción del motor de inferencia que trabaja con la información contenida en la base de conocimientos. Se procede a la construcción de la base de hechos y la base de reglas lo que esto conforma la base de conocimiento.

3.3.1 Base de Conocimiento

a) Base de hechos

La base de hechos será representada por el conjunto de las mediciones que debe tener cada talla diferente de ropa.

A continuación se tienen los hechos para la talla letra para la mujer

Hechos para vestidos, camisas de la mujer

- H1: Contorno pecho es de 80 a 85 [cm]
- H2: Contorno pecho es de 86 a 93 [cm]
- H3: Contorno pecho es de 94 a 101 [cm]
- H4: Contorno pecho es de 102 a 110 [cm]
- H5: Contorno pecho es de 111 a 120 [cm]
- H6: Contorno pecho es de 121 a 130 [cm]
- H7: Contorno pecho es de 131 a 140 [cm]
- H8: Contorno cintura es de 62 a 68 [cm]
- H9: Contorno cintura es de 89 a 76 [cm]
- H10: Contorno cintura es de 77 a 84 [cm]
- H11: Contorno cintura es de 85 a 94 [cm]
- H12: Contorno cintura es de 95 a 106 [cm]
- H13: Contorno cintura es de 107 a 118 [cm]
- H14: Contorno cintura es de 119 a 132 [cm]
- H15: Contorno cadera es de 86 a 92 [cm]
- H16: Contorno cadera es de 93 a 100 [cm]
- H17: Contorno cadera es de 101 a 108 [cm]
- H18: Contorno cadera es de 109 a 116 [cm]
- H19: Contorno cadera es de 117 a 124 [cm]

H20: Contorno cadera es de 125 a 134 [cm]

H21: Contorno cadera es de 135 a 144 [cm]

Hechos para faldas, pantalones, shorts de la mujer

H1: Contorno cintura es de 62 a 68 [cm]

H2: Contorno cintura es de 69 a 76 [cm]

H3: Contorno cintura es de 77 a 84 [cm]

H4: Contorno cintura es de 85 a 94 [cm]

H5: Contorno cintura es de 95 a 106 [cm]

H6: Contorno cintura es de 107 a 118 [cm]

H7: Contorno cintura es de 119 a 132 [cm]

H8: Contorno cadera es de 86 a 92 [cm]

H9: Contorno cadera es de 93 a 100 [cm]

H10: Contorno cadera es de 101 a 108 [cm]

H11: Contorno cadera es de 109 a 116 [cm]

H12: Contorno cadera es de 117 a 124 [cm]

H13: Contorno cadera es de 125 a 134 [cm]

H14: Contorno cadera es de 135 a 144 [cm]

H15: Interior pierna es de 77 a 78 [cm]

H16: Interior pierna es de 79 a 80 [cm]

H17: Interior pierna es de 81 a 82 [cm]

H18: Interior pierna es de 83 a 84 [cm]

H19: Interior pierna es de 85 a 86 [cm]

H20: Interior pierna es de 87 a 88 [cm]

H21: Interior pierna es de 89 a 90 [cm]

A continuación se tiene los hechos de las prendas de vestir para la talla letra en el caso del varón

Hechos para camisas del varón

H1: Contorno cuello es de 35 a 36 [cm]

H2: Contorno cuello es de 37 a 38 [cm]

H3: Contorno cuello es de 39 a 40 [cm]

H4: Contorno cuello es de 41 a 42 [cm]

H5: Contorno cuello es de 43 a 44 [cm]

H6: Contorno cuello es de 45 a 46 [cm]

H7: Contorno cuello es de 47 a 48 [cm]

Hechos para pantalón, bermudas del varón

H1: Contorno cintura es de 72 a 78 [cm]

H2: Contorno cintura es de 79 a 84 [cm]

H3: Contorno cintura es de 85 a 92 [cm]

H4: Contorno cintura es de 93 a 96 [cm]

H5: Contorno cintura es de 97 a 104 [cm]

H6: Contorno cintura es de 105 a 112 [cm]

H7: Contorno cintura es de 113 a 116 [cm]

H8: Interior pierna es de 77 a 78 [cm]

H9: Interior pierna es de 79 a 80 [cm]

H10: Interior pierna es de 81 a 82 [cm]

H11: Interior pierna es de 83 a 84 [cm]

H12: Interior pierna es de 85 a 86 [cm]

H13: Interior pierna es de 87 a 88 [cm]

H14: Interior pierna es de 89 a 90 [cm]

b) Representación del árbol de decisión

A continuación se observa en la figura 3.6 el árbol de decisión el cual nos muestra el razonamiento que debe seguirse para identificar la talla de ropa en vestidos y camisas para la mujer en la talla letra.

En la figura 3.7 se observa el árbol de decisión para identificar la talla letra en faldas y pantalones para la mujer.

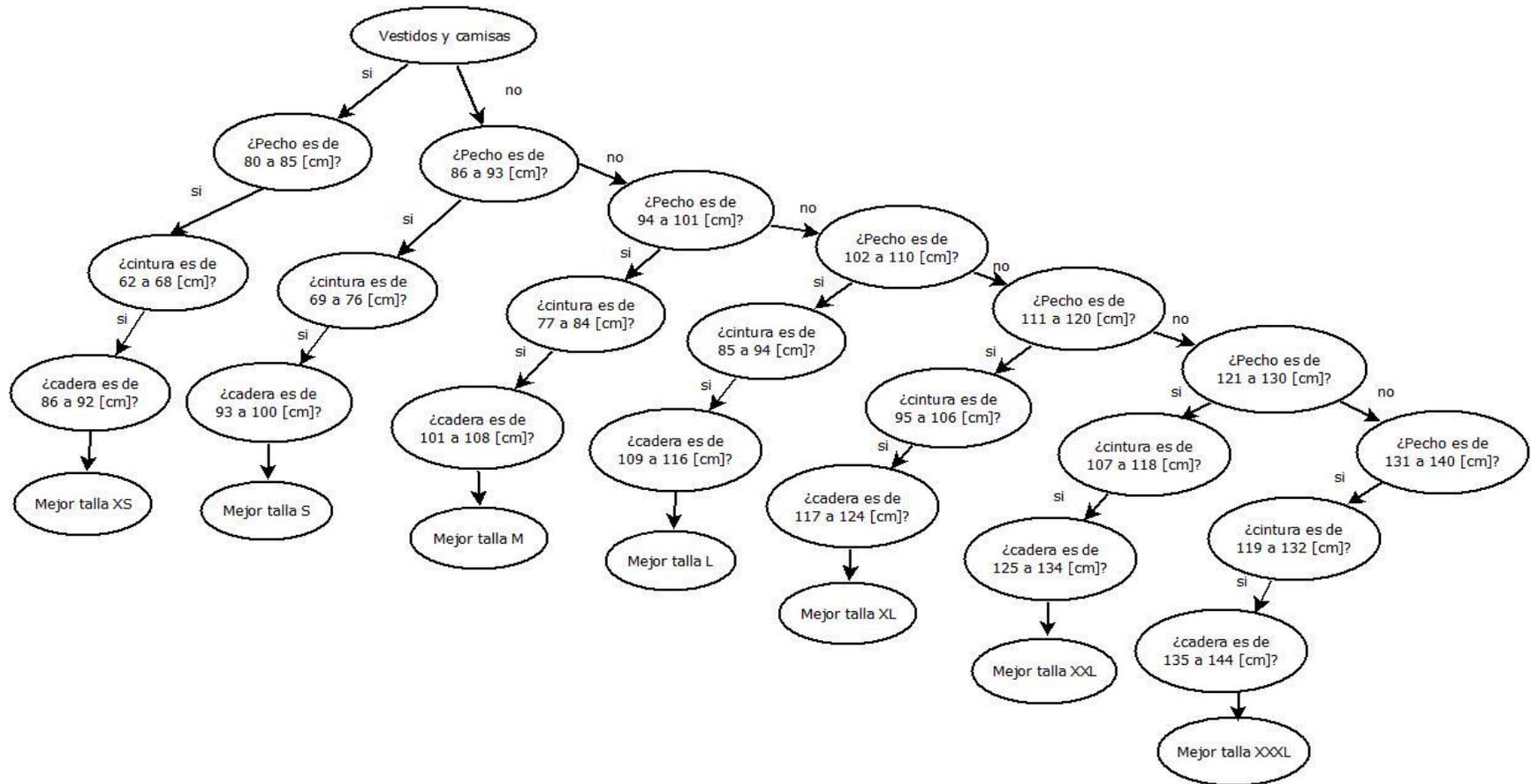


Figura 3.6: Árbol de decisión talla letra, vestidos y camisas (Mujer)

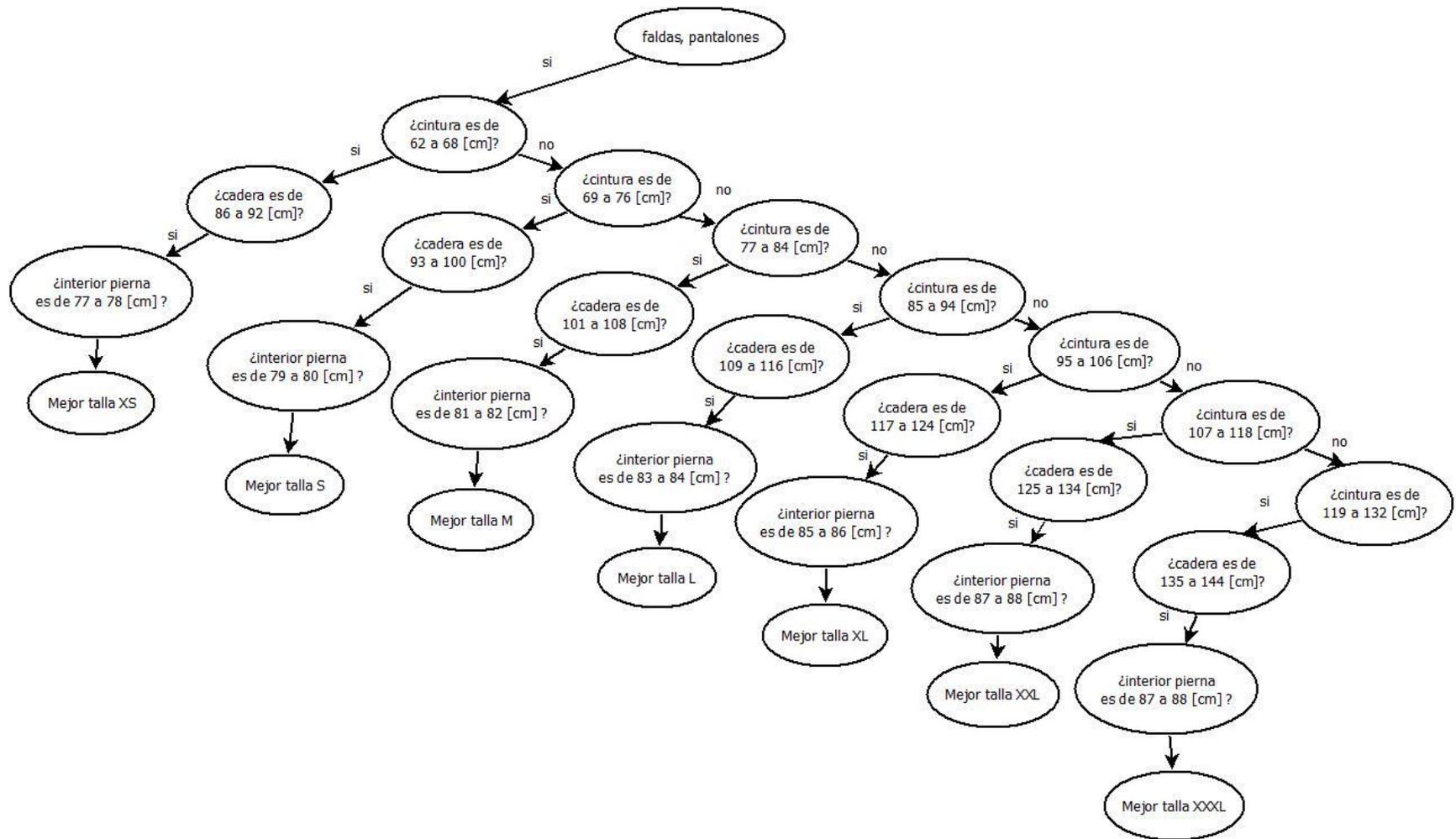


Figura 3.7: Árbol de decisión talla letra, faldas, pantalones, shorts (Mujer)

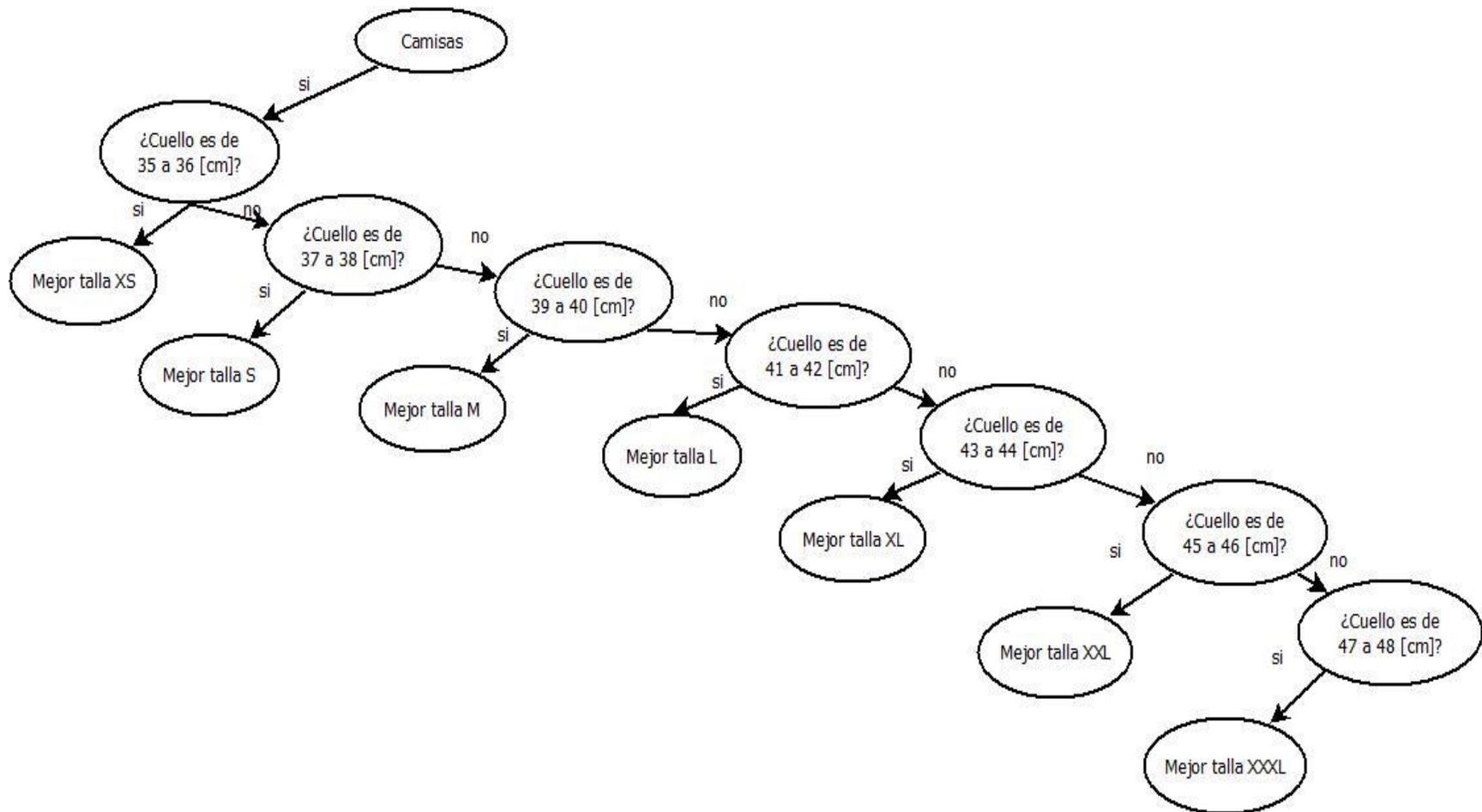


Figura 3.8: Árbol de decisión talla letra, camisas (Varón)

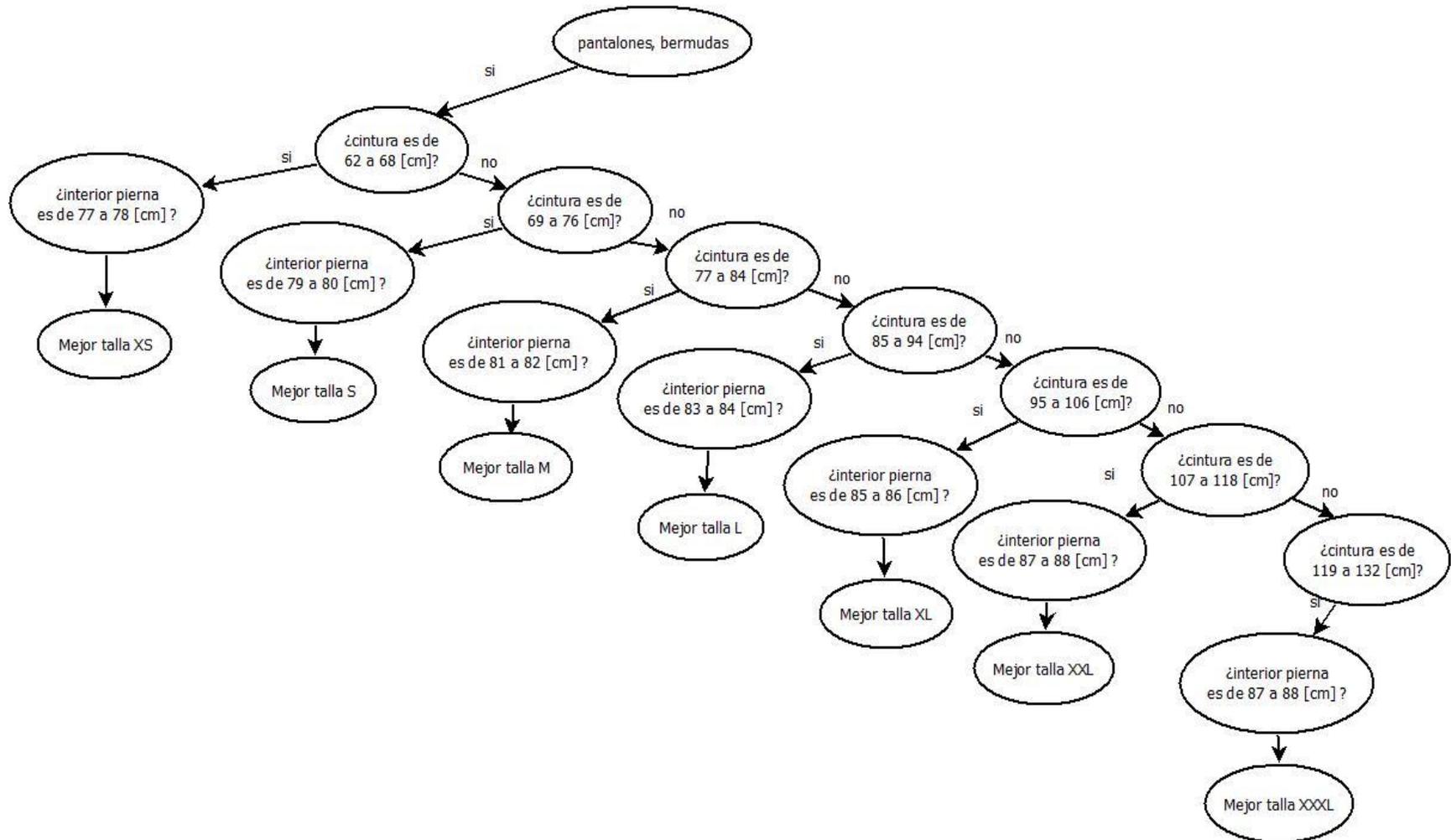


Figura 3.9: Árbol de decisión talla letra, pantalones, bermudas (Varón)

En la figura 3.8 se observa el árbol de decisión para identificar la talla letra en camisas para el caso del varón.

Finalmente para identificar la talla letra en pantalones y short para el varón se observa en la figura 3.9 su árbol de decisión.

3.3.2 Motor de inferencia

Representación de la base de reglas

La base de reglas es la forma más extendida de representar el conocimiento, representan la forma de razonar. A continuación se muestra algunos ejemplos del conjunto de reglas existentes. En la regla uno se muestra la regla que nos indica que si es mujer, quiere saber la talla de ropa de vestidos y camisas, tiene la medida del pecho en el intervalo de 80[cm] a 85[cm], como también tiene la medida de la cintura entre 62[cm] a 68[cm], y finalmente su contorno cadera oscila entre 86[cm] y 92 [cm], entonces esta persona pertenece a la talla letra XS.

R1: Si: (Es mujer) Y
 (Vestidos, camisas) Y
 (Contorno pecho es de 80[cm] a 85[cm]) Y
 (Contorno cintura es de 62[cm] a 68[cm]) Y
 (Contorno cadera es de 86[cm] a 92[cm]).
 ENTONCES (Talla XS).

R2: Si: (Es mujer) Y
 (Vestidos, camisas) Y
 (Contorno pecho es de 86[cm] a 93[cm]) Y
 (Contorno cintura es de 69[cm] a 76[cm]) Y
 (Contorno cadera es de 93[cm] a 100[cm]).
 ENTONCES (Talla S).

R3: Si: (Es mujer) Y
 (Vestidos, camisas) Y
 (Contorno pecho es de 94[cm] a 101[cm]) Y

(Contorno cintura es de 77[cm] a 84[cm]) Y
 (Contorno cadera es de 101[cm] a 108[cm]).

ENTONCES (Talla M).

En el Anexo B se encuentra completo el conjunto de las reglas.

3.4 Fase IV: Implementación

En la figura 3.10 se muestra la pantalla “Encuentra tu talla”, se visualiza las opciones que nos muestra, si el usuario es mujer ingresa a “Talla para Mujer” si el usuario es Varón ingresa “Talla varón”.

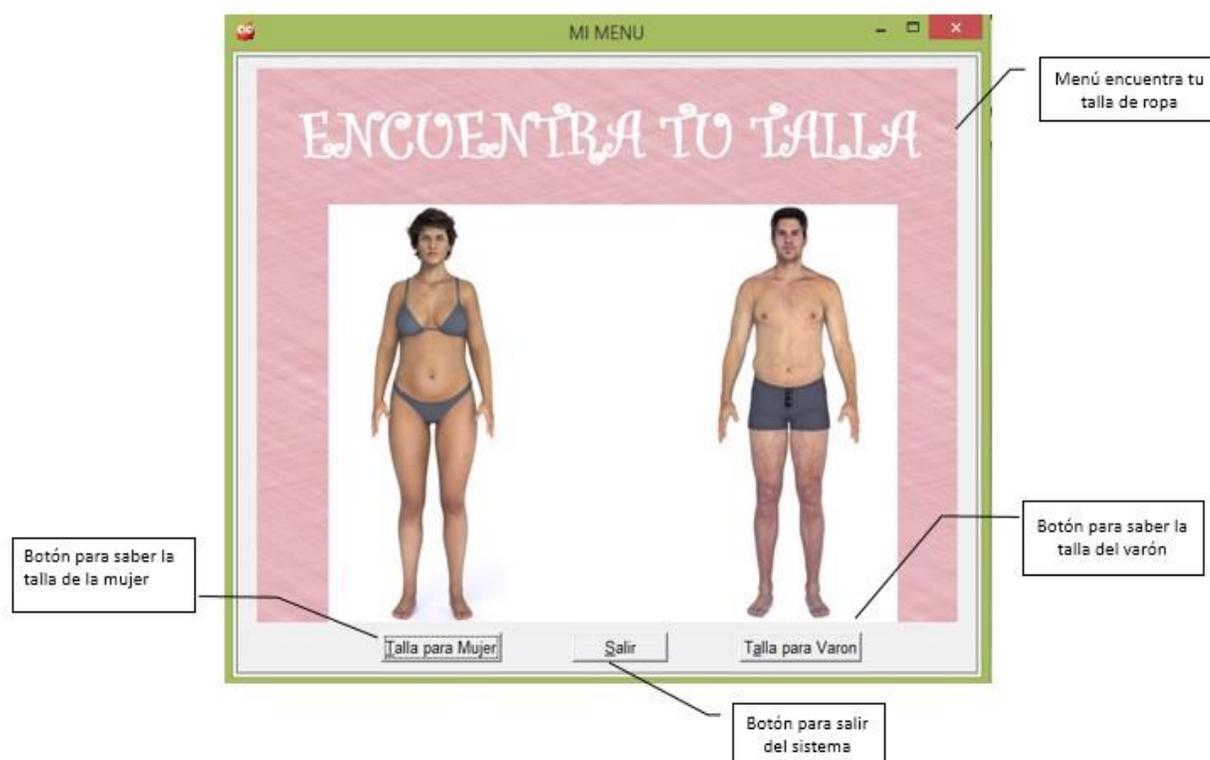


Figura 3.10: Pantalla Menú

En la figura 3.11 se observa la pantalla opciones que existe para saber la talla de ropa de la mujer como ser vestidos y camisas en un lado y faldas y pantalones por el otro lado.



Figura 3.11: Pantalla opciones de ropa (Mujer)

En la figura 3.12 se muestra la pantalla para saber la talla de ropa de la mujer, en la que están las opciones “Realizar consulta” y “Salir”. Para el caso del varón se muestra las mismas opciones que la figura 3.12.

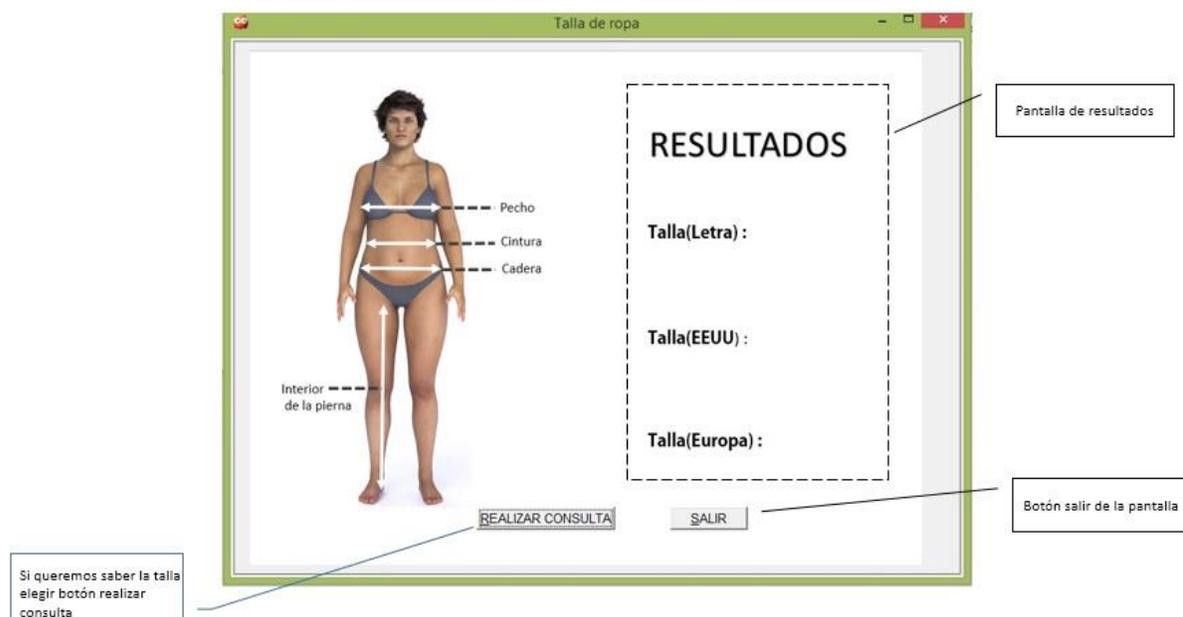


Figura 3.12: Pantalla de talla de ropa (Mujer)

3.5 Fase V: Validación

Existente el prototipo se realiza las respectivas pruebas de funcionamiento observando cómo se generan las secuencias de preguntas por parte del sistema experto, dando así el resultado final de la identificación de talla de ropa. A continuación elegimos la regla dos, que se observa en el anexo B para saber la talla de camisas para el varón, como un ejemplo para observar el resultado que da el sistema experto. En el Capítulo 4 se valida 30 casos de prueba para la demostración de prueba de hipótesis.

R2: Si: (Es varón) Y
(Camisas) Y
(Contorno cuello es de 37[cm] a 38[cm]).

ENTONCES (Talla S).

En la siguiente figura 3.13 se observa la ventana opciones de ropa que existe para identificar la talla de ropa para el Varón.



Figura 3.13: Pantalla opciones de ropa para el Varón

En la siguiente pantalla figura 3.14 se muestra la ventana donde nos pregunta si “¿contorno del cuello es de 35 a 36 [cm]?” para nuestro caso no lo es, entonces elegimos la opción que no.

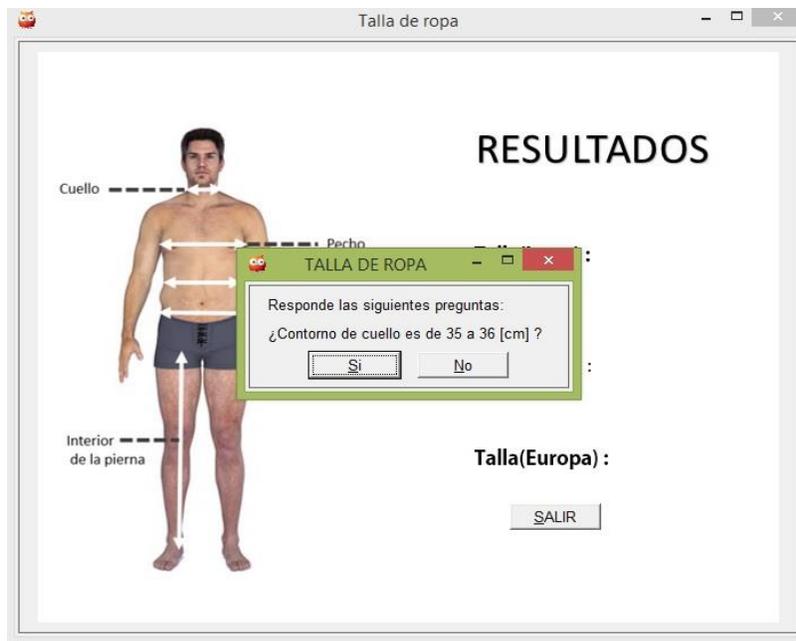


Figura 3.14: Pantalla pregunta contorno cuello opción uno



Figura 3.15: Pantalla pregunta contorno cuello opción dos

En la figura 3.15 nos pregunta ¿Contorno cuello es de 37 a 38?, en nuestro ejemplo si lo es, elegimos la opción sí. Y a continuación en la figura 3.16 observamos el resultado a la talla, junto a las equivalencias de la talla de ropa en EEUU y Europea. Así confirmamos la regla que se puso en ejemplo dando validez al resultado.

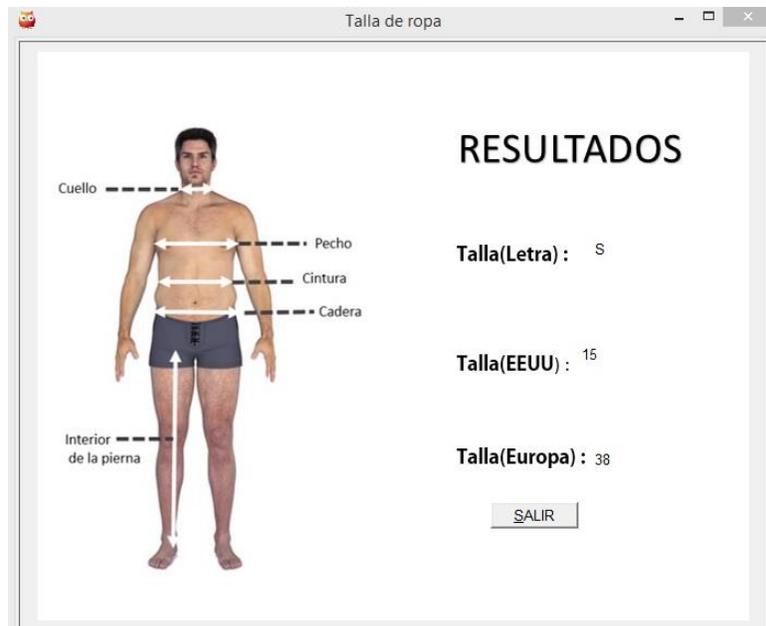


Figura 3.16: Pantalla resultado

4 PRUEBA DE HIPOTESIS

En este capítulo se realiza la evaluación respectiva de la hipótesis planteada del presente trabajo que identifica las tallas de ropa.

4.1 Contraste de rachas de Wald-Wolfowitz

Supongamos una población cuya función de distribución es desconocida y sea X la variable aleatoria asociada a esa población, la cual solo puede tomar dos posibles valores como ejemplo, éxito (A) o fracaso (B).

H_0 : La muestra es aleatoria

H_1 : La muestra no es aleatoria

En general, sea una muestra de tamaño n en la que han aparecido n_1 elementos de tipo A y n_2 elementos del tipo B, siendo $n_1 + n_2 = n$, y sea la variable aleatoria:

R = Número total de rachas en la muestra

Para una muestra grande y bajo la hipótesis H_0 es decir, para muestras aleatorias la distribución de probabilidad de R tiende hacia la normal a medida que n_1 y n_2 se van haciendo grandes. Esta aproximación es bastante buena si $n_1 > 10$ y $n_2 > 10$, de tal manera que:

$$R \rightarrow N \left(E[R], \sqrt{Var[R]} \right)$$

Esperanza:

$$E[R] = \frac{2n_1n_2}{n_1 + n_2} + 1$$

Varianza:

$$Var[R] = \frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)} + 1$$

Como siguiente paso para muestras grandes se verifica:

$$Z = \frac{R - E[R]}{\sqrt{Var[R]}}$$

Y para una muestra concreta el valor del estadístico Z será:

$$Z_{exp} = \frac{R - \left(\frac{2n_1n_2}{n} + 1\right)}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{n^2(n-1)}}}$$

Donde R es el número total de rachas observadas en la muestra.

La región de aceptación para la hipótesis nula será:

$$-Z_{\alpha/2} < Z_{exp} < Z_{\alpha/2}$$

El valor de $Z_{\alpha/2}$ se obtiene de la tabla de N (0,1), entonces:

$$P(Z_1 \leq -Z_{\alpha/2}) = P(Z_1 \geq Z_{\alpha/2}) = \frac{\alpha}{2}$$

4.2 Desarrollo de la prueba de hipótesis

Para el desarrollo de la prueba de hipótesis por medio de contraste de rachas de Wald-Wolfowitz se siguen los siguientes pasos:

Paso 1: Planteamiento de la hipótesis nula y de la investigación

H_i : El sistema experto permite identificar la talla correcta en diferentes tipos de cuerpo

Paso 2: Selección del nivel de confianza

El nivel de confianza o significancia que se elige para 90% es:

$$1 - \alpha = 0,9$$

$$\alpha = 1 - 0,9$$

$$\alpha = 0,1$$

Paso 3: Identificación del estadístico de prueba

En este caso se utiliza la prueba de rachas de Wald-Wolfowitz que utiliza los signos de los residuos y sus variaciones de negativo y positivo o viceversa. Una racha vendrá constituida por la sucesión de signos iguales.

Paso 4: Formalización de la reglas de decisión

Para la prueba se toman 30 casos para la identificación de tallas de ropas, para ver las medidas tomadas de los cuerpos ver el Anexo C, se realiza la comparación de identificación entre el experto en textil y el sistema experto. A continuación se muestra los resultados de la comparación.

Tabla 4.1: Casos de estudios de Sistema Experto

N	Identificación del Ingeniero textil	Identificación del Sistema experto	Aceptación por rachas
1	Pertenece a la talla S en vestidos y camisas (Mujer)	Pertenece a la talla S en vestidos y camisas (Mujer)	+
2	Pertenece a la talla XL en vestidos y camisas (Mujer)	Una talla desconocida	-
3	Pertenece a la talla M en vestidos y camisas (Mujer)	Pertenece a la talla M en vestidos y camisas (Mujer)	+

4	Pertenece a la talla S en camisas (Varón)	Pertenece a la talla S en camisas (Varón)	+
5	Pertenece a la talla M en faldas, pantalones, shorts(Mujer)	Una talla desconocida	-
6	Pertenece a la talla S en faldas, pantalones, shorts(Mujer)	Una talla desconocida	-
7	Pertenece a la talla L en pantalón, bermudas (Varón)	Pertenece a la talla L en pantalón, bermudas (Varón)	+
8	Pertenece a la talla S en camisas (Varón)	Pertenece a la talla S en camisas (Varón)	+
9	Pertenece a la talla M en camisas (Varón)	Pertenece a la talla M en camisas (Varón)	+
10	Pertenece a la talla XL en faldas, pantalones, shorts (Mujer)	Una talla desconocida	-
11	Pertenece a la talla L en camisas (Varón)	Pertenece a la talla L en camisas (Varón)	+
12	Pertenece a la talla XS en pantalón, bermudas (Varón)	Una talla desconocida	-
13	Pertenece a la talla M en pantalón, bermudas (Varón)	Una talla desconocida	-
14	Pertenece a la talla L en faldas, pantalones, shorts(Mujer)	Una talla desconocida	-
15	Pertenece a la talla L en camisas (Varón)	Una talla desconocida	-
16	Pertenece a la talla XL en vestidos y camisas (Mujer)	Pertenece a la talla XL en vestidos y camisas (Mujer)	+
17	Pertenece a la talla L en pantalón, bermudas (Varón)	Pertenece a la talla L en pantalón, bermudas (Varón)	+

18	Pertenece a la talla M en faldas, pantalones, shorts (Mujer)	Pertenece a la talla M en faldas, pantalones, shorts (Mujer)	+
19	Pertenece a la talla XXL en faldas, pantalones, shorts(Mujer)	Pertenece a la talla XXL en faldas, pantalones, shorts(Mujer)	+
20	Pertenece a la talla S en vestidos y camisas (Mujer)	Pertenece a la talla S en vestidos y camisas (Mujer)	+
21	Pertenece a la talla XL en faldas, pantalones, shorts(Mujer)	Una talla desconocida	-
22	Pertenece a la talla L en pantalón, bermudas (Varón)	Una talla desconocida	-
23	Pertenece a la talla S en camisas (Varón)	Pertenece a la talla S en camisas (Varón)	+
24	Pertenece a la talla XXXL en pantalón, bermudas (Varón)	Una talla desconocida	-
25	Pertenece a la talla M en faldas, pantalones, shorts (Mujer)	Pertenece a la talla M en faldas, pantalones, shorts (Mujer)	+
26	Pertenece a la talla S en faldas, pantalones, shorts (Mujer)	Pertenece a la talla S en faldas, pantalones, shorts (Mujer)	+
27	Pertenece a la talla XL en camisas (Varón)	Pertenece a la talla XL en camisas (Varón)	+
28	Pertenece a la talla XXL en pantalón, bermudas (Varón)	Pertenece a la talla XXL en pantalón, bermudas (Varón)	+
29	Pertenece a la talla XS en faldas, pantalones, shorts (Mujer)	Una talla desconocida	-
30	Pertenece a la talla L en camisas (Varón)	Pertenece a la talla L en camisas (Varón)	+

Al hacer la evaluación con el sistema experto dieron los siguientes resultados:

(+)(-)(++)(- -)(+++)(-)(+)(- - -)(+++++)(- -)(+)(-)(++++)(-)(+)

Donde:

(+) Representa los casos que reconoce el sistema experto

(-) Representa los casos que no reconoce el sistema experto

Siendo racha construida por la sucesión de signos iguales se tiene que:

Total de Rachas: $R_{exp} = 15$

Numero de observaciones: $N = 30$

Numero de residuos positivos: $n_1 = 18$

Numero de residuos negativos: $n_2 = 12$

Reemplazando datos para calcular la Esperanza y Varianza se tiene

Esperanza:

$$E[k] = \frac{2n_1n_2}{n_1+n_2} + 1 = \frac{2 \cdot 18 \cdot 12}{18+12} + 1 = \frac{432}{30} + 1 = \boxed{15,4}$$

Varianza:

$$S^2[k] = \frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)} + 1 = \frac{2 \cdot 18 \cdot 12 (2 \cdot 18 \cdot 12 - 18 - 12)}{(18 + 12)^2(18 + 12 - 1)} + 1$$

$$S^2[k] = \frac{432 \cdot 402}{900 \cdot 29} + 1 = \frac{173664}{26100} + 1 = 7,654 \rightarrow S(k) = \sqrt{7,654} = \boxed{2,77}$$

Paso 5: Toma de decisión

Y para una muestra concreta el valor del estadístico Z_{exp} reemplazando datos se tiene:

$$Z_{exp} = \frac{R - E[R]}{\sqrt{Var[R]}} = \frac{15 - 15,4}{\sqrt{2,77}} = \frac{-0,4}{1,66} = \boxed{-0,24}$$

Calculando la región de aceptación de hipótesis, hallamos $Z_{\alpha/2}$ que se muestra a continuación:

$$p(Z_1 \leq -Z_{\alpha/2}) = p(Z_1 \geq Z_{\alpha/2}) = \frac{\alpha}{2}$$

$$p(Z_1 \leq -Z_{\alpha/2}) = \frac{\alpha}{2} \qquad p(Z_1 \geq Z_{\alpha/2}) = \frac{\alpha}{2}$$

$$p(Z_1 \leq Z_{\alpha/2}) = 1 - 0,05 \qquad p(Z_1 \geq Z_{\alpha/2}) = 0,05$$

$$p(Z_1 \leq Z_{\alpha/2}) = 0,95 \qquad Z_{\alpha/2} = 1,65$$

$$Z_{\alpha/2} = 1,65$$

Por tanto la región de aceptación para la hipótesis nula es:

$$-Z_{\alpha/2} < Z_{exp} < Z_{\alpha/2}$$

$$-1,65 < Z_{exp} < 1,65$$

Se puede ver que el estadístico $Z_{exp} = -0,24$

Cae en el intervalo de aceptación, por lo tanto se puede afirmar que la H_0 : El sistema experto permite identificar la talla correcta en diferentes tipos de cuerpo con una confiabilidad del 90%. Lo que demuestra que la tesis es un trabajo válido, además muestra que los datos de la muestra son aleatorios.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Teniendo como hipótesis “El sistema experto permite identificar la talla correcta en diferentes tipos de cuerpo”. Se concluye que el sistema experto logra identificar la talla de ropa del sexo femenino y masculino que estén en el intervalo de la edad joven y adulta, el sistema ayuda a que la respuesta sea de manera inmediata al momento de querer identificar la talla de ropa de distintas prendas.

Haciendo la prueba de hipótesis en el Capítulo 4 se obtiene el valor estadístico $-0,24$ que esta, cae dentro del intervalo de $-1,65$ a $1,65$. Así se tiene una confiabilidad del 90 %. A su vez haciendo las pruebas se detectó casos en que el sistema experto no identifica a la talla que corresponde una persona, según las medidas que tiene, esto es porque las medidas de la persona no se encuentran en el rango de la tabla antropométrica para identificar la talla.

El objetivo general se cumple, puesto que se logró desarrollar un sistema experto que identifique la talla de ropa de una persona en diferentes tipos de cuerpo.

Acerca de los objetivos específicos se tiene que:

- Se diseñó la base de conocimientos identificando hechos para hallar una talla, y también construyendo los arboles de decisión, donde se almaceno el conocimiento del experto.
- Así mismo se formalizó el conocimiento del experto usando reglas de producción, teniendo así el motor de inferencia

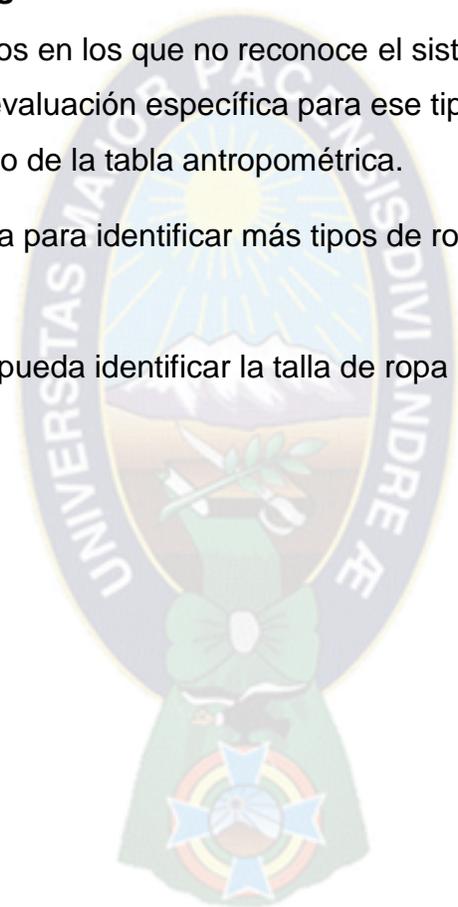
- Se diseñó un prototipo de diálogos que son las pantallas del sistema experto en donde está la pantalla menú, seguidamente la pantalla de opciones para saber de qué prenda de vestir se quiere identificar la talla, y la pantalla de preguntas.
- Se identificó las equivalencias de las tallas de ropa con otros países para la talla de EEUU y Europa.

5.2 Recomendaciones

Se debe mejorar los casos en los que no reconoce el sistema experto la talla de una persona, haciendo una evaluación específica para ese tipo de mediciones que no se encuentran en el intervalo de la tabla antropométrica.

Posteriormente hace falta para identificar más tipos de ropa, zapatos, brassiers en el caso de la mujer.

Que el sistema experto pueda identificar la talla de ropa de los niños, y como así también recién nacidos.



6 BIBLIOGRAFIA

- Altahoma, M. (2006). *Arquitectura del vestido*. Obtenido de <http://www.palermo.edu/dyc/congreso-latino/pdf/altahona.pdf>
- Aparicio, M., Estrada, L., Fernandez, C., Hernandez, R., Ruiz, M., Ramos, D., . . . Angeles, E. (2004). *Manual de Antropometria*. Obtenido de <file:///C:/Users/Blanca/Downloads/Manual%20Antropometra.pdf>
- Castillo , E., Gutierrez , E., & Ali, S. (2001). Sistemas expertos y modelos de redes probalisticas. *Sistemas expertos y modelos de redes probalisticas*. Universidad de Cantabria, España.
- Cristobal, P. (s.f.). Escalar el patron modelo . *Escalar el patron modelo*. MInisterio de Educacion, Cultura , España.
- Feigenbaum, E., & Gary, R. (1982). *Knowledge Eingingering in the 1980s*. Dept, of Computer Science, Stanford University, Stanford, CA.
- Galindo, R. (2009). *Criterios proyectuales para la creacion de un sistema indumentario relativos a la imagen corporativa*. (Tesis de Maestria).Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Gamez, J. A., & Puerta, J. (1998). *Sistemas expertos probabilisticos*. Obtenido de Sistemas expertos probabilisticos: https://books.google.com.bo/books?id=G--eJ1LsAwIC&pg=PA3&dq=componentes+de+un+sistema+experto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi_9r-tupvTAhXGCMAKHac8CBgQ6AEIGDAA#v=onepage&q=componentes%20de%20un%20sistema%20experto&f=false
- Garcia, R., & Britos, P. (2004). *Ingenieria de sistemas expertos*. Buenos Aires, Argentina: Nueva Libreria S.R.L.
- Giarratano , J. (1991). *An Intelligent SQL Tutor*. Conference on Intelligent Computer-Aided Training.
- Giarratano, J. (2001). *Sistemas Expertos*. Mexico: International Thomson Editores, S.A. de C.V.
- Giarratano, J. (2001). *Sistemas expertos, Principios y programacion*. Mexico: Thomson Learning.
- Gomez, A., Juristo, N., Montes, C., & Pazos, J. (1997). *Ingenieria del conocimiento*. Madrid: Ramon Areces.

- Gotta, G. (2010). *Las tallas de siguen influyendo en la salud de las personas*. Obtenido de <http://www.vitonica.com/anatomia/las-tallas-de-ropa-siguen-influyendo-en-la-salud-de-las-personas>.
- Harmon, P., & King, D. (1985). *Expert Systems*. John Wiley and Sons.
- Haugeland, J. (1988). *La Inteligencia Artificial*. Obtenido de https://books.google.com.bo/books?id=BcKGEg_HBvYC&printsec=frontcover&dq=inteligenci+artificial&hl=es&sa=X&ei=FrqBVd7cE4iAsQS574DYDw&ved=0CCIQ6AEwAQ#v=onepage&q=inteligenci%20artificial&f=false
- Huakes, B. (1988). *Dibujo y diseño*. Barcelona: La hoguera.
- Hug, D. (1982). *Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities*. USA.
- Kennedy, L. (1986). *Fabricacion Asistida por un computador CAM*. Marcombo-Barcelona: Luz.
- Kerschberg, L. (1986). *Expert Database System*. Cumming Publishing.
- Lando, L. (2009). *Diseño de modas*. Canada: E. Cambridge BrickHouse, Inc.
- Lurie, A. (1994). *El lenguaje de la moda*. Barcelona, España: Paidos Iberica, S.A.
- Palma, J. (2000). *Ingenieria del conocimiento. De la extraccion al Modelado de Conocimiento*. Dpto. Ingenieria de la informacion y las comunicaciones. Universidad de Murcia, España.
- Pino, R., & Abajo, N. (2001). *Introduccion a la Inteligencia Artificial*. Obtenido de <https://books.google.com.bo/books?id=RKqLMCw3IUkC&printsec=frontcover&dq=inteligenci+artificial&hl=es&sa=X&ei=FrqBVd7cE4iAsQS574DYDw&ved=0CC0Q6AEwAw#v=onepage&q=inteligenci%20artificial&f=false>
- Rauch, W. (1989). *Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria*. Madrid: LAVEL.
- Rich, E., & Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence*. New York: Second Edition.
- Soto, C. (2015). *Tecnicas aplicadas a sistemas expertos*.
- Toledo, F., Pacheco, J., & Escrig, T. (2001). *El lenguaje de programacion Prolog*.
- Valero, M., Ballester, A., Nacher, B., Pierola, A., Alemany, S., Gonzales, J., . . . Caprara, G. (2015). *La Antropometria garantia para un correcto ajuste de la ropa*. Obtenido de <http://www.biomecanicamente.org/item/270-rb-sizing-sudoe.html>

- Venditelli, M., & Griotto, S. (2013). *El libro de la moda*. Obtenido de http://www.anayainfantilyjuvenil.com/catalogos/capitulos_promocion/IJ00393601_9999980237.pdf.



ANEXOS



ANEXO A

Observamos la talla de ropa EEUU para la mujer.

Tabla 2: Talla EEUU, vestidos, camisas (Mujer)

VESTIDOS, CAMISAS (MUJER)												
Talla	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Contorno pecho	80-82	83- 85	86-89	90-93	94-97	98-101	102-105	106-110	111-115	116-120	121-125	126-130
Contorno cintura	62-64	65-68	69-72	73-76	77-80	81-84	85-88	89-94	95-100	101-106	107-112	113-118
Contorno cadera	86-88	89-92	93-96	97-100	101-104	105-108	109-112	113-116	117-120	121-124	125-129	130-134

Tabla 3: Talla EEUU, faldas, pantalones, shorts (Mujer)

FALDAS, PANTALONES, SHORTS (MUJER)												
Talla	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Contorno cintura	62 - 64	65-68	69-72	73 – 76	77 - 80	81 – 84	85-88	89-94	95-100	101-106	107-117	113-118
Contorno cadera	86 - 88	89 - 92	93 - 96	97 - 100	101-104	105-108	109-112	113-116	117-120	121-124	125-129	130-134
Interior pierna	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88

A continuación observamos la talla de ropa EEUU para el varón.

Tabla 4: Talla EEUU, camisas (Varón)

CAMISAS (VARON)							
Talla	14	16	16	17	18	19	20
Contorno cuello	35 - 36	37 - 38	39 - 40	41 - 42	43 - 44	45 - 46	47 - 48

Tabla 5: Talla EEUU, pantalón, bermudas (Varón)

Talla	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
Contorno de la cintura	68-71	72-75	76-79	80-83	84-87	88-91	92-95	96-99	100-103	104-107	108-111	112-115
Interior de la pierna	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87

A continuación observaremos la talla de ropa Europea para la mujer.

Tabla 6: Talla Europea, vestidos, camisas para Mujer

VESTIDOS, CAMISAS (MUJER)														
Talla	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
Contorno pecho	80-82	83-85	86-89	90-93	94-97	98-101	102-105	106-110	111-115	116-120	121-125	126-130	131-135	136-140
Contorno cintura	62-64	65-68	69-72	73-76	77-80	81-84	85-88	89-94	95-100	101-106	107-112	113-118	119-125	126-132
Contorno cadera	86-88	89-92	93-96	97-100	101-104	105-108	109-112	113-116	117-120	121-124	125-129	130-134	135-139	140-144

Tabla 7: Talla Europea, faldas, pantalones, shorts para Mujer

FALDAS, PANTALONES, SHORTS(MUJER)														
Talla	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
Contorno cintura	62-64	65-68	69-72	73 – 76	77 - 80	81 – 84	85-88	89-94	95-100	101-106	107-112	113-118	119-125	126-132
Contorno cadera	86-88	89-92	93-96	97-100	101 - 104	105 - 108	109-112	113-116	117-120	121-124	125-129	130-134	135-139	140-144
Interior pierna	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

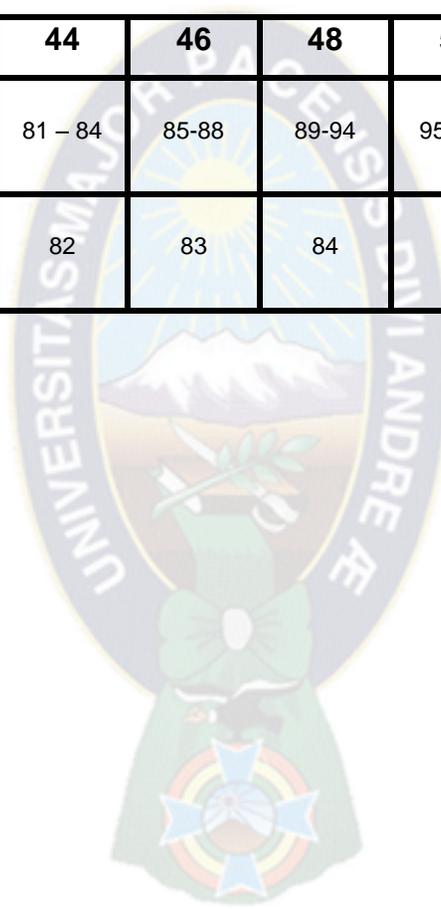
Observamos la talla de ropa Europea para el varón.

Tabla 8: Talla Europea, camisas para varón

CAMISAS (VARON)							
Talla	36	38	40	42	44	46	48
Contorno cuello	35 - 36	37 - 38	39 - 40	41 - 42	43 - 44	45 - 46	47 - 48

Tabla 9: Talla Europea, pantalón, bermudas para Varón

PANTALON, BERMUDAS (VARON)														
Talla	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
Contorno cintura	62-64	65-68	69-72	73 – 76	77 - 80	81 – 84	85-88	89-94	95-100	101-106	107-112	113-118	119-125	126-132
Interior pierna	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90



ANEXO B

Tabla 10: Reglas para la talla letra, vestidos camisas (Mujer)

N°	REGLAS PARA VESTIDOS CAMISAS (MUJER) TALLA LETRA
2	Si (es Mujer contorno de pecho es de 86-93 y contorno de cintura es 69-76 y contorno de cadera es 93-100) Entonces(La talla de ropa es S)
3	Si (es Mujer y contorno de pecho es de 94-101 y contorno de cintura es 77-84 y contorno de cadera es 101-108) Entonces(La talla de ropa es M)
4	Si (es Mujer y contorno de pecho es de 102-110 y contorno de cintura es 85-94 y contorno de cadera es 109-116) Entonces(La talla de ropa es L)
5	Si (es Mujer y contorno de pecho es de 111-120 y contorno de cintura es 95-106 y contorno de cadera es 117-124) Entonces(La talla de ropa es XL)
6	Si (es Mujer y contorno de pecho es de 121-130 y contorno de cintura es 107-118 y contorno de cadera es 125-134) Entonces(La talla de ropa es XXL)
7	Si (es Mujer y contorno de pecho es de 131-140 y contorno de cintura es 119-132 y contorno de cadera es 135-144) Entonces(La talla de ropa es XXXL)

Tabla 11: Reglas para la talla letra, faldas, pantalones, shorts (Mujer)

N°	REGLAS PARA FALDAS, PANTALONES, SHORTS (MUJER) TALLA LETRA
1	Si(es Mujer y contorno de cintura es 62-68 y contorno de cadera es 86-92 e interior pierna es 77-78)

	Entonces(La talla de ropa es XS)
2	Si(es Mujer y contorno de cintura es 69-76 y contorno de cadera es 93-100 e interior pierna es 79-80) Entonces(La talla de ropa es S)
3	Si(es Mujer y contorno de cintura es 77-84 y contorno de cadera es 101-108 e interior pierna es 81-82) Entonces(La talla de ropa es M)
4	Si(es Mujer y contorno de cintura es 85-94 y contorno de cadera es 109-116 e interior pierna es 83-84) Entonces(La talla de ropa es L)
5	Si(es Mujer y contorno de cintura es 95-106 y contorno de cadera es 117-124 e interior pierna es 85-86) Entonces(La talla de ropa es XL)
6	Si(es Mujer y contorno de cintura es 107-118 y contorno de cadera es 125-134 e interior pierna es 87-88) Entonces(La talla de ropa es XXL)
7	Si(es Mujer y contorno de cintura es 119-132 y contorno de cadera es 135-144 e interior pierna es 89-90) Entonces(La talla de ropa es XXXL)

Tabla 12: Reglas talla letra, camisas (Varón)

N°	REGLAS PARA CAMISAS (VARON) TALLA LETRA
1	Si (es Varón y contorno de cuello es 35-36) Entonces(La talla de ropa XS)
2	Si (es Varón y contorno de cuello es 37-38) Entonces(La talla de ropa S)
3	Si (es Varón y contorno de cuello es 39-40) Entonces(La talla de ropa M)
4	Si (es Varón y contorno de cuello es 41-42)

	Entonces(La talla de ropa L)
5	Si (es Varón y contorno de cuello es 43-44) Entonces(La talla de ropa XL)
6	Si (es Varón y contorno de cuello es 45-46) Entonces(La talla de ropa XXL)
7	Si (es Varón y contorno de cuello es 47-48) Entonces(La talla de ropa XXXL)

Tabla 13: Reglas talla letra, pantalón, bermudas (Varón)

N°	REGLAS PARA PANTALON, BERMUDAS (VARON) TALLA LETRA
1	Si (es Varón y contorno de la cintura 72-78 e interior de la pierna 77-78) Entonces (La talla de ropa XS)
2	Si (es Varón y contorno de la cintura 79-84 e interior de la pierna 79-80) Entonces (La talla de ropa S)
3	Si (es Varón y contorno de la cintura 85-92 e interior de la pierna 81-82) Entonces (La talla de ropa M)
4	Si (es Varón y contorno de la cintura 93-96 e interior de la pierna 83-84) Entonces (La talla de ropa L)
5	Si (es Varón y contorno de la cintura 97-104 e interior de la pierna 85-86) Entonces (La talla de ropa XL)
6	Si (es Varón y contorno de la cintura 105-112 e interior de la pierna 87-88) Entonces (La talla de ropa XXL)
7	Si (es Varón y contorno de la cintura 113-116 e interior de la pierna 89-90) Entonces (La talla de ropa XXXL)

ANEXO C

A continuación se toma las cuatro primeras mediciones que se hizo a una persona como ejemplo para nuestra prueba de hipótesis.

1	La talla que se desea saber es para vestidos (Mujer) Las medidas de la persona es: Contorno pecho: 89 Contorno cintura:76 Contorno cadera: 100
2	La talla que desea saber es para vestidos(Mujer) Las medidas de la persona es: Contorno pecho: 110 Contorno cintura:95 Contorno cadera: 117
3	La talla que se desea saber es para vestidos (Mujer) Las medidas de la persona es: Contorno pecho: 96 Contorno cintura:80 Contorno cadera: 101
4	La talla que desea saber es para camisas (Varón) La medida es: Contorno cuello: 37

Caso 1.

Identificación del ingeniero textil: El ingeniero textil teniendo los datos, procede a ver en su tabla antropométrica para ver a la que corresponde. En este caso según la tabla que se muestra en el capítulo dos pagina 32 pertenece a la talla S. Ver figura 1.

ER)		
	S	
5	86 – 93	94
3	69 – 76	77
2	93 – 100	101

Figura 17: Tabla equivalente a las medidas caso 1

Identificación del sistema experto:

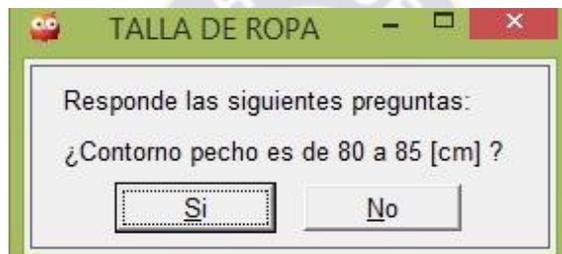


Figura 30: Pantalla pregunta uno, caso 1

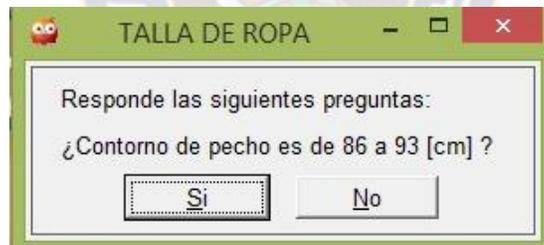


Figura 31: Pantalla pregunta dos, caso 1

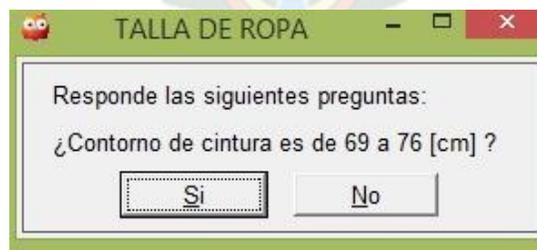


Figura 32: Pantalla pregunta tres, caso 1

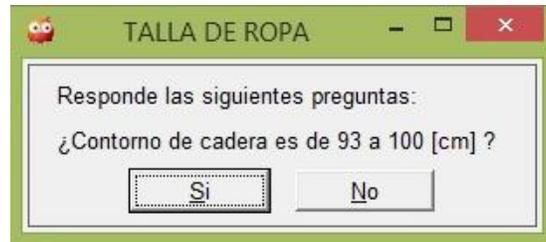


Figura 33: Pantalla pregunta cuatro, caso 1



Figura 34: Pantalla resultado, caso 1

Caso 2.

Identificación del ingeniero textil: El ingeniero textil teniendo los datos, procede a ver en su tabla antropométrica para ver a la que corresponde. En este caso los datos no pertenecen a ninguna talla de la tabla, entonces lo que el ingeniero procede a realizar es identificarla como una talla más de acuerdo a las medidas que coinciden más en una columna de la tabla. En este caso identifiqué que pertenece a la talla XL. A continuación se observa en la figura 7.

	XL	
10	111 - 120	
4	95 - 106	
16	117 - 124	

Figura 23: Tabla equivalente de medidas caso 2

Identificación del sistema experto:

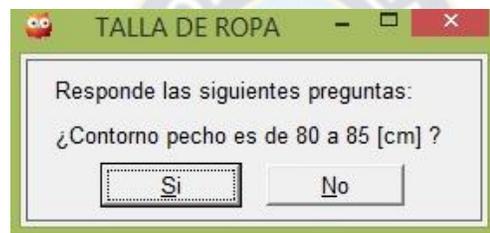


Figura 36: Pantalla pregunta uno, caso 2

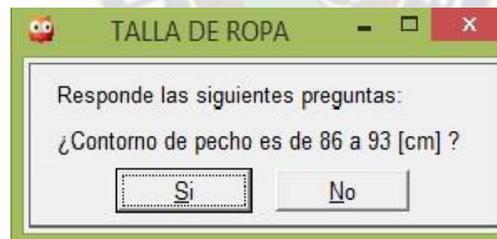


Figura 37: Pantalla pregunta dos, caso 2

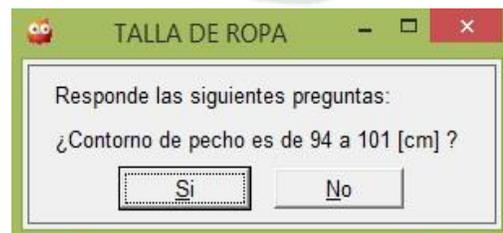


Figura 38: Pantalla pregunta tres, caso 2

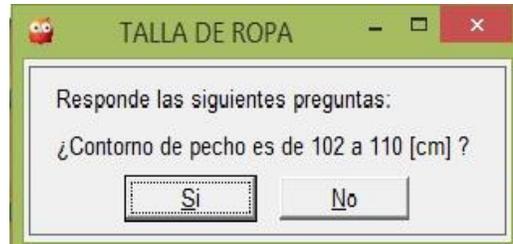


Figura 39: Pantalla pregunta cuatro, caso 2

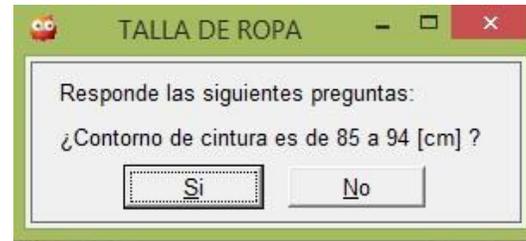


Figura 40: Pantalla pregunta cinco, caso 3

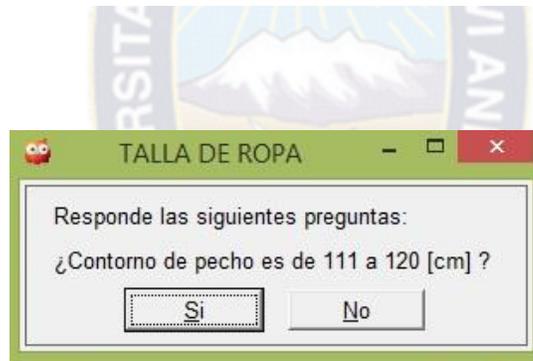


Figura 41: Pantalla pregunta seis, caso 2

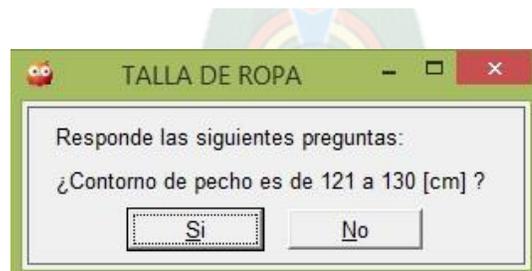


Figura 42: Pantalla pregunta siete, caso 2



Figura 43: Pantalla resultado, caso 2

Caso 3.

Identificación del ingeniero textil: El ingeniero textil teniendo los datos, procede a ver en su tabla antropométrica para ver a la que corresponde. En este caso según la tabla antropométrica pertenece a la talla M, ver figura 16.

M	
94 - 101	10
77 - 84	8
101 - 108	10

Figura 32: Tabla equivalente a medidas caso 3

Identificación del sistema experto:

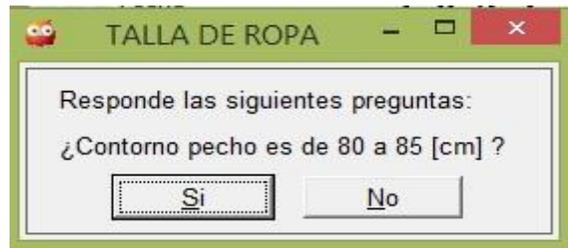


Figura 45: Pantalla pregunta uno, caso 3

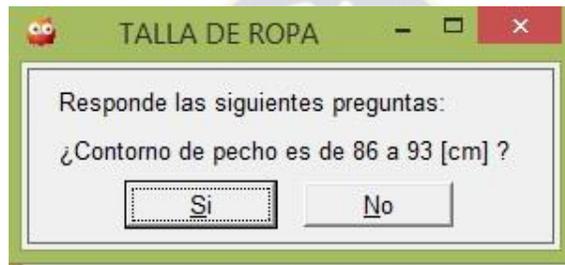


Figura 46: Pantalla pregunta dos, caso 3

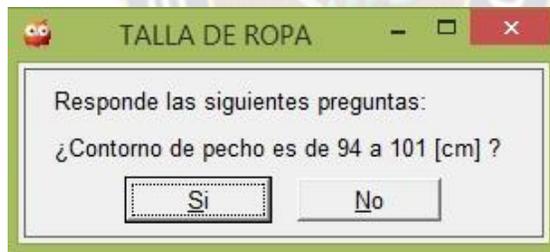


Figura 47: Pantalla pregunta tres, caso 3

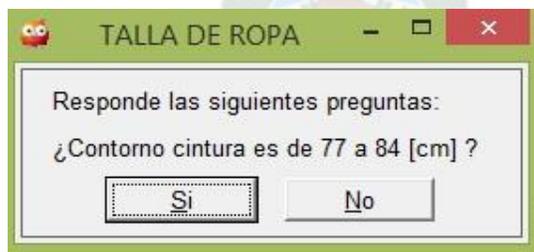


Figura 48: Pantalla pregunta cuatro, caso 3

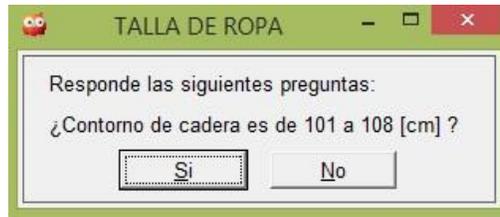


Figura 49: Pantalla pregunta cinco, caso 3



Figura 50: Pantalla resultado, caso 3

Caso 4.

Identificación del ingeniero textil: El ingeniero textil teniendo los datos, procede a ver en su tabla antropométrica para ver a la que corresponde. En este caso según la tabla para camisas varón pertenece a la talla S, se observa en la figura 23.

S
37 - 38

Figura 39: Tabla equivalente a las medidas caso 4

Identificación del sistema experto:

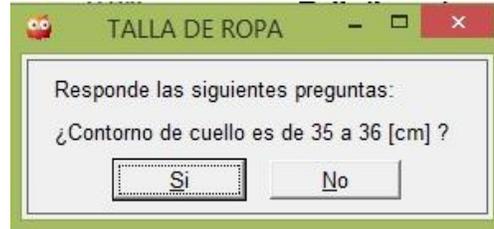


Figura 52: Pantalla pregunta uno, caso 4

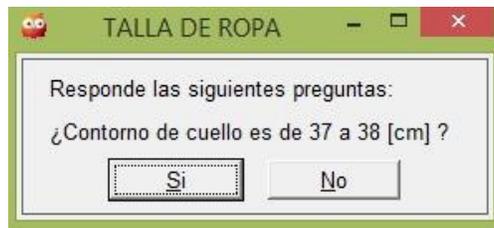


Figura 53: Pantalla pregunta dos, caso 4



Figura 54: Pantalla resultado, caso 4