

**Diseño e implementación de software un software de cálculo y visualización de estados del vapor bajo la plataforma Android**

**MIGUEL SANTIAGO CAICEDO GARCÍA**

**Proyecto de Grado Para Optar Al Título De Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

**FACULTAD TECNOLÓGICA**

**TECNOLOGÍA MECÁNICA**

**BOGOTÁ**

**SEPTIEMBRE DE 2016**

# CONTENIDO

0. INTRODUCCIÓN .....	3
1. TÍTULO DEL PROYECTO .....	3
2. RESUMEN .....	3
3. INFORMACIÓN GENERAL.....	3
4. ÁREA TEMÁTICA .....	4
5. PROBLEMA.....	4
5.1. Descripción del problema.....	4
5.2. Planteamiento del problema.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. Objetivo General .....	4
6.2. Objetivos Específicos.....	5
7. ALCANCE .....	5
8. JUSTIFICACIÓN .....	5
9. ESTADO DEL ARTE.....	6
10. SOLUCIÓN TECNOLÓGICA.....	6
11. METODOLOGÍA.....	7
12. MARCO TEÓRICO.....	8
13. CRONOGRAMA.....	12
14. RECURSOS Y FUENTES DE FINANCIACIÓN .....	12
14.1. HUMANOS .....	12
14.2. TÉCNICOS.....	13
14.3. FINANCIEROS.....	13
15. BIBLIOGRAFÍA.....	13
16. INFOGRAFÍA.....	14

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de solución del proyecto .....	7
Figura 2. Diagrama T-s en SI (CENGEL, Y. y BOLES, M. ) .....	10
Figura 3. Diagrama de Mollier en SI(CENGEL, Y. y BOLES, M.) .....	11
Tabla 1. Propiedades Térmicas del vapor (Autor).....	9
Tabla 3. Presupuesto del proyecto.....	13
Tabla 2. Cronograma de actividades.....	12

## 0. INTRODUCCIÓN

Dentro de mi vida académica he podido observar que pese al desarrollo de los diferentes sistemas de información móviles, esto ha influido muy poco en el campo de la enseñanza de la ingeniería mecánica. Es por esto que espero que este proyecto inflencie a la academia para la búsqueda de nuevos entornos de enseñanza, por esto tome como caso, un caso de proceso de cálculo que me parece un poco dispendioso y a partir de éste encontrar una forma de automatizar su proceso de cálculo utilizando como plataforma el sistema operativo Android

## 1. TÍTULO DEL PROYECTO

Diseño e implementación de un software de cálculo y visualización de estados del vapor bajo la plataforma Android

## 2. RESUMEN

El presente trabajo propone como objetivo el desarrollo e implementación de un software que permita hallar y visualizar las propiedades termodinámicas del vapor de agua y poder guardar los resultados, en forma gráfica y de texto, de tal forma que puedan ser visualizadas en otros programas

## 3. INFORMACIÓN GENERAL

<b>Fecha de Inscripción:</b>	Septiembre de 2016
<b>Estudiante:</b>	MIGUEL SANTIAGO CAICEDO GARCÍA
<b>Código:</b>	20141375064
<b>Modalidad:</b>	Proyecto de investigación
<b>Director:</b>	LUIS FELIPE WANUMEN SILVA

## **4. ÁREA TEMÁTICA**

Las áreas en las cuales me voy a desempeñar para la realización de este proyecto son:

- ✦ Termodinámica
- ✦ Programación orientada a objetos
- ✦ Programación en dispositivos móviles

## **5. PROBLEMA**

### **5.1. Descripción del problema**

No hay un programa dentro del mercado de Android, que desarrolle y grafique los estados del vapor permitiendo su exportación gráfica y en forma de datos a otros programas.

### **5.2. Planteamiento del problema**

Es de conocimiento general el incremento en el uso de dispositivos móviles en un amplio sector de la población y su integración a la forma de vida de las personas. Sin embargo, según datos proporcionados por google, se puede ver que las aplicaciones más utilizadas están en tres sectores específicos, la comunicación, el entretenimiento y los servicios de comercialización de productos (Tiendas virtuales). Sin embargo, el sector de la educación y de aplicaciones industriales tiene una clara disparidad con estos.

Según datos suministrados por la tienda virtual de Android, al día 13 de septiembre de 2016 la aplicación más descargada es WhatsApp con más de 43 millones de descargas, mientras la aplicación educativa más descargada es Duolingo con cerca de 3 millones de descargas, y nada que decir de las aplicaciones de carácter industrial, que ni siquiera están listadas y que son desarrolladas en mayor manera de forma casi exclusiva por encargo.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

Implementar una aplicación que calcule y grafique los resultados de los estados del vapor de agua, de manera visual y numérica en la plataforma móvil Android.

## 6.2. Objetivos Específicos

- ◆ Desarrollar un sistema de cálculo de propiedades del vapor en sus diferentes estados con exactitud.
- ◆ Desarrollar un sistema de interfaz que sea accesible desde la plataforma Android.
- ◆ Generar un subsistema de reportes o visualización que permita mostrar los resultados del sistema mediante un plano cartesiano
- ◆ Implementar un sistema de exportación de datos, tanto gráficamente como en forma de texto plano
- ◆ Implementar un subsistema de captura de datos que reciba los datos entregados por el usuario del sistema y permite posteriormente su visualización

## 7. ALCANCE

El proyecto está enfocado en el desarrollo de la aplicación en el sistema operativo Android, ya que actualmente es el más importante dentro del mercado de los móviles y por eso se puede considerar el sistema más atrayente a la hora de desarrollar este software. Además que presenta otras ventajas como una abundante documentación, compatibilidad con variadas plataformas de hardware, y que es un sistema operativo “open source”.

Como versión de desarrollo se utilizara como versión mínima del sistema la versión 4.1 Jelly Bean, ya que así se puede abarcar más de un 95% de los dispositivos, según las fuentes oficiales para desarrolladores proporcionadas por Android y se pretende que el sistema funcione inicialmente para dispositivos Android avalados para la versión de Android seleccionada para el proyecto.

## 8. JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo de las tecnologías móviles es posible la ejecución de programas cada vez más complejos con autonomía y comodidad, además el uso de plataformas móviles se ha extendido de manera sin precedentes. Es por esto que es uno de los sectores de más auge en la informática (GOOGLE, 2016).

El uso de un software de apoyo para los cálculos y la visualización de gráficos, nos permite reducir el tiempo utilizado y los errores al presentar los datos. Así mismo se presenta como una herramienta útil en el sector industrial, ya que al ser una tecnología móvil permite que sea portátil e independiente.

Las curvas de vapor presentan un comportamiento característico, que puede ser aplicado a otras sustancias termodinámicas, como a los refrigerantes. Es por esto que

se presenta como una buena opción de desarrollo, ya que el mismo motor computacional puede ser modificado para calcular el comportamiento de otras sustancias similares. Así mismo facilita el cálculo y presentación de los resultados, ya que es común encontrar varias unidades, ya sean unidades internacionales, francesas o inglesas, y en términos absolutos o no (Con respecto a la temperatura y la presión).

Se espera que la aplicación se convierta en una herramienta que permita a los estudiantes la reducción de tiempo al resolver ejercicios relacionados con las propiedades del vapor, así como servir de apoyo al presentar los resultados de forma gráfica, mejorando la comprensión de los datos.

## **9. ESTADO DEL ARTE**

Podemos encontrar en el mercado varias aplicaciones que son utilizadas para encontrar las propiedades del vapor las más destacadas dentro de la tienda virtual de android (Consultada en: <https://play.google.com/>) son las siguientes: Steam Property(ADLS), International Steam Tables(Hans-Joachim Kretzschmar), Steam Tables(Chemical Applications) y Steam Tools Mobile App(Spirax Sarco()). Sin embargo dichas aplicaciones tienen deficiencias a la hora de presentar gráficamente los resultados y la importación de los datos para que puedan ser leídos por otros programas.

## **10. SOLUCIÓN TECNOLÓGICA**

Se propone la creación de una herramienta desarrollada en Android Studio, que permita a los estudiantes de las ciencias térmicas el cálculo y visualización de estados de vapor. Este cálculo tomaría en consideración algunas variables de entrada como son: La Entalpía, entropía, temperatura, presión, calidad y densidad, las cuales serían ingresadas por el estudiante. La innovación en el proyecto propuesto radica en la posibilidad que tienen estos de navegar en forma gráfica por los resultados. Adicionalmente como muestra la figura 1, la herramienta desarrollada será potencialmente vista como un graficador que permite el filtrado de las variables que se desean visualizar. Dicha visualización se hará usando las tablas de vapor y generando diagramas de Mollier y diagramas T-s. A nivel técnico el sistema captura unas variables de entrada digitadas por el usuario y las procesa para graficar los estados de vapor. A mediano plazo las plantas térmicas podrían potencialmente usar el sistema como herramienta de diagnóstico para ver si hay errores dentro del ciclo de generación de energía. El proyecto abre nuevas posibilidades de investigación entre las que se cuentan con la posibilidad de generar sistemas que sean capaces de entregar una gráfica de estados de vapor a partir de la información entregada directamente por los medidores de temperatura y presión de las plantas. A largo plazo el proyecto abre nuevas alternativas que apoyan la Green IT.

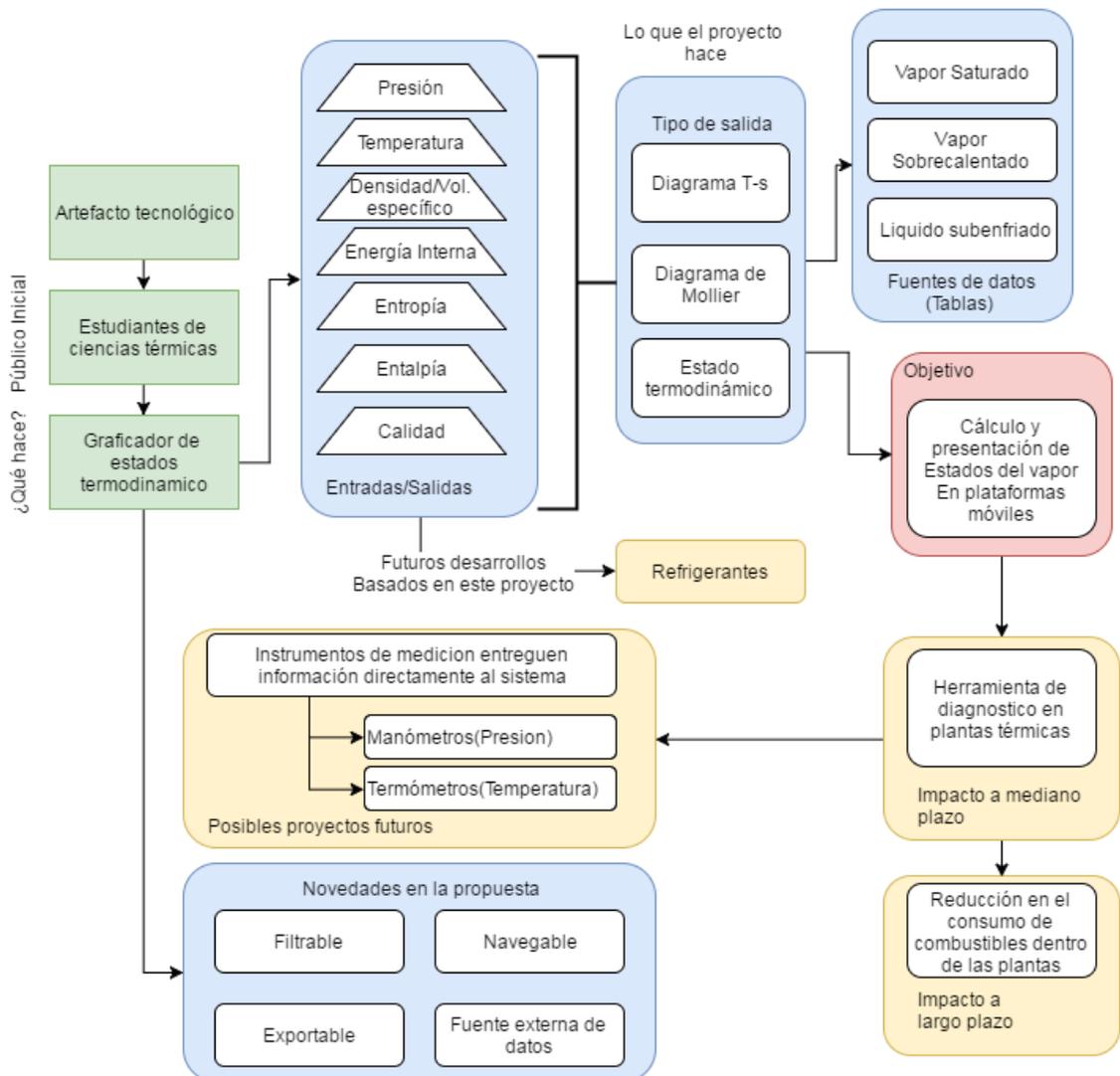


Figura 1. Esquema de solución del proyecto

## 11. METODOLOGÍA

Para el presente proyecto se utilizara un enfoque metodológico basado en el paradigma de la *computación extrema* (XP por sus siglas en inglés). El cual se enfoca en un desarrollo y prueba continuos, presentando versiones consecutivas del software, de tal manera que el desarrollo pueda ser flexible y eficiente.

Las fases de desarrollo del proyecto y el ciclo de vida de la aplicación son las siguientes: Exploración, planeación, Iteración hacia la primera entrega, producción y mantenimiento. “En la fase de *Exploración* se hace una estimación con base en las

historias de usuario requeridas para la primera entrega; en la de *Planeación*, el cliente y los programadores definen las historias de usuario que se van a implementar y sus fechas; *Iteraciones hacia la Primera Entrega*, por su parte, se transforma en el calendario acordado con el cliente, expresado en iteraciones, donde cada una de ellas representa historias de usuario implementadas y probadas; en *Producción* se afina el funcionamiento del programa y se despliega; y en *Mantenimiento* se continúan realizando mejoras y arreglos, e implementando nuevas funcionalidades” (CADAVID, A. FERNÁNDEZ, J. y MORALES, J, 2013).

## 12. MARCO TEÓRICO

Las tablas termodinámicas de propiedad del vapor, son representaciones de las propiedades energéticas del agua en diferentes estados termodinámicos, dentro de las fases líquida y gaseosa. Estas propiedades, son estimaciones basadas en las observaciones y son muy difíciles de definir por medio de ecuaciones simples. Las propiedades del vapor son utilizadas comúnmente para el análisis energético de procesos de generación en plantas térmicas.

Dentro de las propiedades que podemos encontrar en las tablas de vapor están las siguientes:

- ♦ **Presión (P).** La presión es definida como “la fuerza normal que ejerce un fluido por unidad de área” (CENGEL, y otros, 2012). La unidad de medida oficial en unidades internacionales es el Newton sobre metro cuadrado ( $N/m^2$ ) también llamado Pascal (Pa), aunque se utilizan otras unidades, como la atmósfera (atm), los bares (ba). Así mismo en las unidades inglesas la unidad de presión es la libra fuerza por pulgada cuadrada (psi). Al leer las tablas de vapor se debe entender que la presión que se utiliza es absoluta, eso quiere decir que su cero de referencia es el vacío.
- ♦ **Temperatura (T).** Es una manifestación palpable de la energía interna de una sustancia. La unidad de medida de temperatura en el sistema internacional es el kelvin (K), ésta es una medida absoluta y adimensional (escalar), aunque es de uso más extendido el grado centígrado ( $^{\circ}C$ ), el cual utiliza la misma magnitud, pero un cero diferente (el punto de congelación del agua a una determinada presión). En unidades inglesas se encuentran el Rankine ( $^{\circ}R$ ) y Fahrenheit ( $^{\circ}F$ ). Es importante aclarar que una diferencia de temperatura no varía si pasamos dicha diferencia de  $^{\circ}C$  a k y viceversa.
- ♦ **Volumen específico (v).** Es la relación entre el volumen y la masa, es una unidad intrínseca (que no varía con la cantidad de materia) y escalar. La unidad de referencia en el sistema internacional el metro cúbico sobre kilogramo ( $m^3/kg$ ), mientras que en unidades inglesas se mide en pies cúbicos sobre libra ( $ft^3/lb$ ). Es importante aclarar que volumen específico es la unidad inversa a la densidad, y es por esto que dicha propiedad no se encuentra dentro de las propiedades tabuladas del vapor.

- ♦ **Energía Interna ( $u$ ).** “La energía interna se define como la suma de todas las formas microscópicas de energía de un sistema. Se relaciona con la estructura molecular y el grado de actividad molecular y se puede considerar como la suma de las energías cinética y potencial de las moléculas” (CENGEL, y otros, 2012). La energía interna se encuentra en las tablas como una propiedad intensiva y sus unidades de medida en el sistema internacional kilojulios sobre kilogramos (kJ/kg) y en el inglés unidades térmicas británicas sobre libra (Btu/lb).
- ♦ **Entropía ( $s$ ).** Es una propiedad que nos ayuda a determinar la reversibilidad de un proceso térmico, y está directamente relacionado con el cambio de la energía interna de una sustancia. En las tablas lo podemos encontrar como kilojulios sobre kilogramos (kJ/kg) para el sistema internacional y en unidades térmicas británicas sobre libra (Btu/lb) para las unidades inglesas.
- ♦ **Entalpía ( $h$ ).** Es la suma de la energía interna de una sustancia y la energía derivada por la presión a la que está sometida una sustancia ( $u + P \cdot v$ ). . En las tablas lo podemos encontrar como kilojulios sobre kilogramos (kJ/kg) para el sistema internacional y en unidades térmicas británicas sobre libra (Btu/lb) para las unidades inglesas.
- ♦ **Calidad.** Al cambiar la fase de una sustancia pura, toda ella no cambia de golpe, sino que cambia poco a poco, en el caso del agua, la proporción de vapor, con respecto al líquido (en valores de masa), lo llamamos calidad. Y este valor es muy importante, ya que en el cambio de fase hay también un cambio significativo de propiedades, como el volumen y la energía interna. La calidad es una medida adimensional, que se mide de cero a cien por ciento (líquido a vapor).

	SI	Sistema Inglés
<b>Presión(P)</b>	Pa	psi
<b>Temperatura (T)</b>	K, °C	°R, °F
<b>Volumen específico (<math>v</math>)</b>	m <sup>3</sup> /kg	ft <sup>3</sup> /lb
<b>Energía interna(<math>u</math>)</b>	kJ/kg	Btu/lb
<b>Entropía(<math>s</math>)</b>	kJ/kg	Btu/lb
<b>Entalpía(<math>h</math>)</b>	kJ/kg	Btu/lb
<b>Calidad</b>	%	%

Tabla 1. Propiedades Térmicas del vapor (Autor)

Lo usual es, entonces, trabajar con diagramas termodinámicos. Estos representan en forma gráfica las propiedades termodinámicas de sustancias reales.

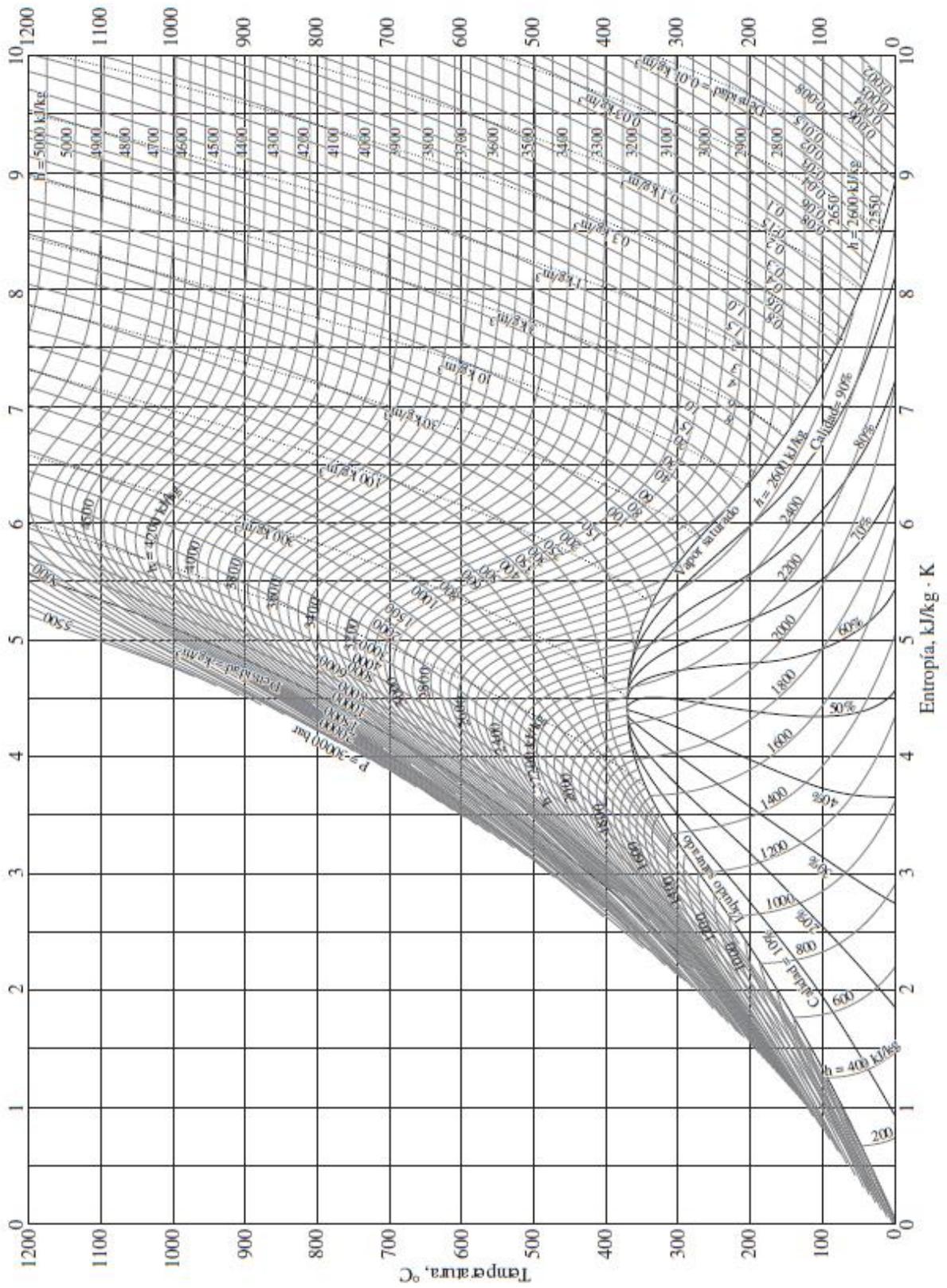


Figura 2. Diagrama T-s en SI (CENGEL, Y. y BOLES, M. )

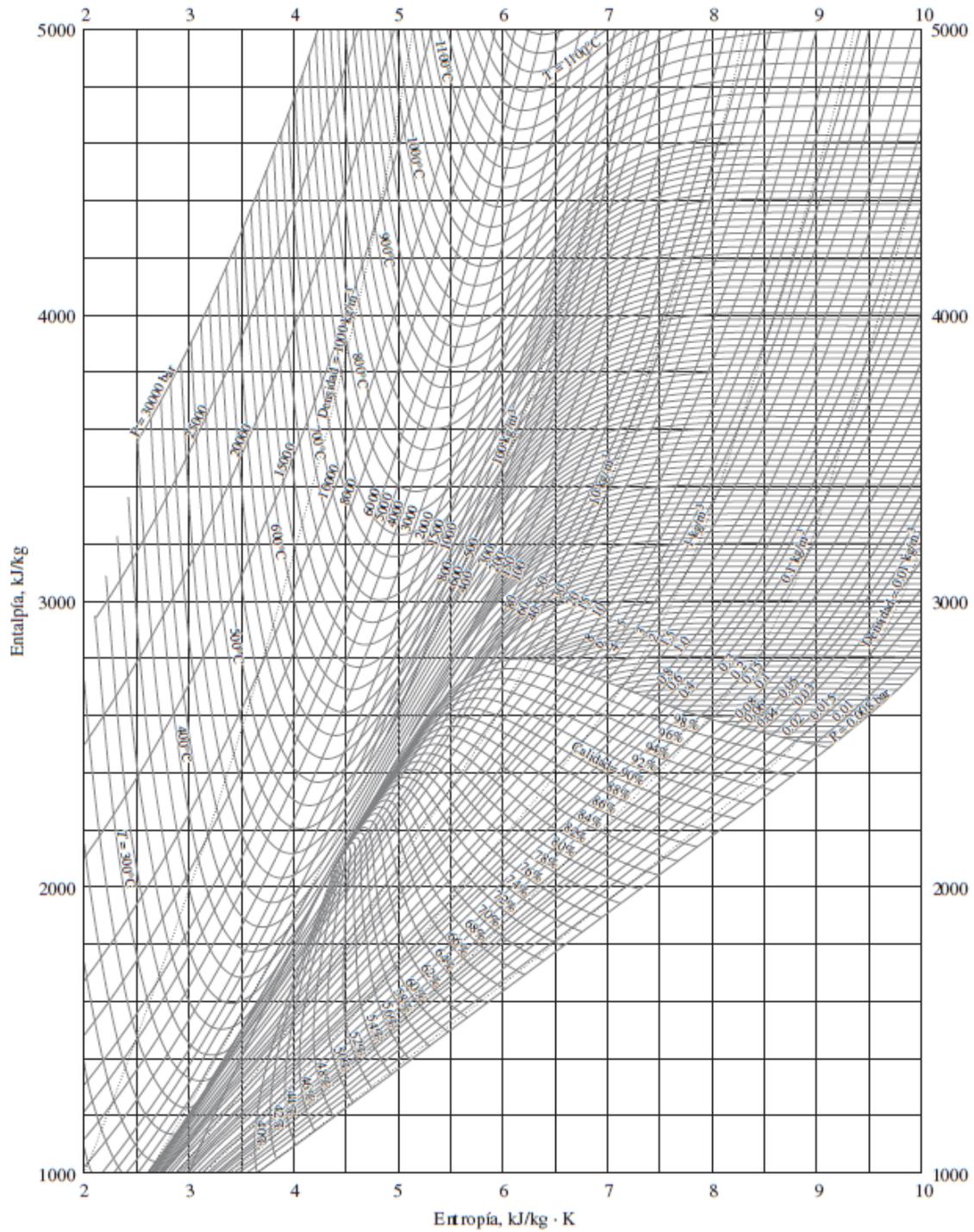


Figura 3. Diagrama de Mollier en SI(CENGEL, Y. y BOLES, M.)

Los diagramas más empleados para la visualización de estados termodinámicos son los T-s (Figura 2.) y los de Mollier (Figura 3.). Ambos diagramas permiten el análisis de los cambios térmicos de una sustancia (en este caso el agua) ya que nos permiten visualizar de manera clara las transformaciones energéticas por las que pasa un fluido dentro de un ciclo térmico:

Diagrama T-S (temperatura-entropía o Diagrama Entrópico): es muy empleado, pues (si las evoluciones son reversibles) el área encerrada por el ciclo o bajo la curva representa los calores intercambiados.

Diagrama H-S (entalpía-entropía o Diagrama de Mollier): También es diagrama común, pues permite representar con facilidad evoluciones reales y estudiar las variaciones de entalpía. Esto último es clave al momento de estudiar intercambios de calor y trabajo basándose en el primer principio.

### 13. CRONOGRAMA

Las actividades principales relacionadas con la ejecución del proyecto son las siguientes:

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Relevamiento Bibliográfico y Antecedentes					
Estudio de Necesidad					
Programación e implementación					
Presentación de versiones previas					
Corrección de errores					
Creación de documentación para el usuario					
Publicación de la versión definitiva					
Redacción del informe final					

Tabla 2. Cronograma de actividades

### 14. RECURSOS Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

#### 14.1. HUMANOS

Este proyecto está hecho por el estudiante Miguel Santiago Caicedo, diseñado para analizar bajo un método científico y de afianzamiento de conocimientos.

## 14.2. TÉCNICOS

Dentro de los recursos técnicos necesarios para la consecución del proyecto se resaltan los siguientes, terminal móvil con sistema operativo Android, computador para programación, plataforma de distribución del software (Tienda de aplicaciones de Android).

## 14.3. FINANCIEROS

Para llevar a cabo el proyecto se necesita aproximadamente un presupuesto de \$20'100.000 (Veinte millones cien mil pesos M.L.C) por concepto de los siguientes ítems que se describen en la Tabla3, dichos gastos estarán plenamente cubiertos por el estudiante mediante sus propios recursos.

CONCEPTO	VALOR
Honorarios	\$ 15'000.000
Transporte e imprevistos	\$ 1'000.000
Servicio de internet	\$ 400.000
Fotocopias	\$ 150.000
Materiales digitales	\$ 250.000
Dispositivo Movil para ensayos	\$ 1'100.000
Equipo para programación	\$ 2'000.000
Empaste de tesis	\$ 100.000
Pago derechos de grado	\$ 100.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 20'100.000</b>

Tabla 3. Presupuesto de costos del proyecto de grado (Autor)

## 15. BIBLIOGRAFÍA

CENGEL, Yunus A and BOLES, Michael A. *Termodinámica*. New York : McGraw-Hill. 2011

ÇENGEL, Yunus A. *Heat and mass transfer*. Boston: McGraw-Hill. 2007

INCROPERA, Frank P and DEWITT, David P, *Introduction to heat transfer*. New York : Wiley. 1996

CRUZ ZAPATA, B. (2015). *Android Studio essentials*. Packt Publishing

FRIESEN, Jeff. *Learn Java for Android development*. Berkeley, Calif. : Apress. 2010

## 16. INFOGRAFÍA

GOOGLE.Android developers {En línea}. {10 Septiembre de 2016}. Disponible en: (<https://developer.android.com/>)

GOOGLE. Tienda virtual de android. {En línea}. {10 Septiembre de 2016}. Disponible en: (<https://play.google.com>)

ALONSO DE CASTRO, M. G. (2014). Educational projects based on mobile learning. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 15(1), 10-19 [. {En línea}. {10 Septiembre de 2016}. Disponible en: ([http://campus.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/11650/12065](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/11650/12065)).

CORTIZO, J., EXPOSITO, D. y RUIZ M. eXtreme Programming {En línea}. {10 Septiembre de 2016}. Disponible en: (<http://www.josek.net/publicaciones/xp.pdf>)

CADAVID, A. FERNÁNDEZ, J. y MORALES, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. {En línea}. {1 de Octubre de 2016}.}. Disponible en: (<http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/viewFile/36/21>)