UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Universidad Nacional de Loja

TITULO: Diseño de la red eléctrica externa y la red hidráulica del Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja

TESIS DE GRADO PREVIO A OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECÁNICO

AUTOR:

Holger Jesús Jumbo Ramírez

DIRECTOR:

Ing. Marco Vinicio Rojas Moncayo

Loja- Ecuador

2012

CERTIFICACIÓN

Ing. Mg. Sc. Marco Vinicio Rojas Moncayo.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación, bajo el tema "Diseño de la red eléctrica externa y la red hidráulica del Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja", previa la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, realizado por el señor egresado: Holger Jesús Jumbo Ramírez, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, Diciembre de 2012.

Ing. Mg. Sc. Marco Vinicio Rojas Moncayo.

DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, es de exclusiva responsabilidad del autor que firma a continuación, quien a su vez, autoriza al Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables; hacer uso del presente documento en lo conveniente.

Holger Jesús Jumbo Ramírez

Egdo. Ingeniería Electromecánica

PENSAMIENTO

“La forma menos engorrosa de lograr la grandeza tanto material como espiritual es aceptar hasta el más mínimo detalle de cada una de las variables, para engrosar un proyecto serio y sustentable; con humildad, orden e imparcialidad”

EL AUTOR

DEDICATORIA

A mis Padres, que gracias a su sacrificio y abnegación, velaron incondicionalmente para culminar la carrera universitaria pese a todas las adversidades. A mis hermanos (as) por su afecto y constante sentimiento de unión. A mi esposa e hijos, quienes supieron comprenderme y alentarme.

A todas las personas que de una u otra manera supieron apoyarme en esta etapa, difícil pero satisfactoria.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud eterna para con Dios; así mismo dejo constancia de mi sincero agradecimiento al Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, personalizada en cada uno de los docentes, empleados y trabajadores que me brindaron sus conocimientos y/o apoyo para la formación como profesional. De manera especial:

A los ingenieros: Marco Rojas, Director de Tesis; Darwin Tapia, Jorge Maldonado y Milton León, miembros del Tribunal de grado y al Ing. Manuel Ayala, asesor de Tesis.

A mis familiares, compañeros y amigos que con su aliento me impulsaron a la culminación de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

a. TÍTULO 10
b. RESUMEN 11
c. INTRODUCCIÓN 13
o Objetivo General 16
o Objetivos Específicos 16
d. REVISIÓN DE LITERATURA 17
d.1 CAPÍTULO I: Fundamentos teóricos para el diseño hidráulico. 17
d.1.1. Introducción. 17
d.1.2 Fuerzas que actúan sobre el líquido. 17
d.1.2.1 Presión en el líquido 17
d.1.2.2 Propiedades de la presión hidrostática. 20
d.1.3 Propiedades fundamentales de los líquidos de gotas. 21
d.1.3.1 Densidad. 21
donde G es peso del líquido y V es el volumen del líquido 21
d.1.3.2 Viscosidad. 21
d.1.3.3 Reología. 22
d.1.4 Número de Reynolds. 23
d.1.5 Radio hidráulico. 24
d.1.6 Gasto o caudal. 25
d.1.7 Factor de fricción. 25
d.1.8 Cálculo de pérdidas por fricción o primarias. 26
d.1.9 Cálculo de pérdidas locales o secundarias. 27
d.1.10 Aplicación de la ecuación de Bernoulli para el cálculo de las perdidas hidráulicas en la tubería de alimentación (H_a) 27
d.1.11 Cálculo de la presión total (ΔP_{TO}). 28
d.1.12 Cálculo del caudal circulante. 29
d.1.13 Cálculo del diámetro de la tubería. 29
d.1.14. Diagrama de Moody 30
d.2 CAPÍTULO II: Instalaciones eléctricas lumínicas. 32

d.2.1. Conceptos. 32
-Flujo Luminoso. 32
-Flujo Luminoso de lámparas. 32
-Intensidad Luminosa. 33
-Densidad Lumínica o Iluminancia. 33
-Densidad Lumínica media. 33
-Luminancia. 33
-Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa 33
-Factor de utilización de lámparas. 34
-Distancia entre luminarias. 34
-Tipo de iluminación. 34
d.2.2 Conductores eléctricos 35
d.2.2.1. Concepto de Conductor Eléctrico. 35
d.2.2.2 Tipos de conductores de cobre 36
d.2.2.3 Partes que componen los conductores eléctricos 37
d.2.2.4 Criterios para el dimensionamiento de un conductor eléctrico: 38
d.2.2.5 Dimensionamiento del conductor para iluminación 39
d.2.2.6 Selección de conductores y criterios empleados. 40
d.2.2.7 Protecciones: 40
d.2.3 Criterios de diseño para la iluminación artificial de las zonas verdes 41
d.2.3.1 Intensidad y Seguridad 43
d.2.3.2 Necesidad de la Luz. 44
e.- MATERIALES Y MÉTODOS 49
e.1 Materiales y Software 49
e.2 Métodos 49
e.2.1. Diseño eléctrico. 50

e.2.1.1.Parámetros de diseño 50

e.2.1.2. Cálculo de la iluminación 51

e.2.1.3. Verificación de resultados obtenidos 54

e.2.1.4. Cálculo del conductor para luminarias. 55

e.2.1.5. Selección de la protección para el circuito de iluminación (Breaker). 56

e.2.2. Diseño Hidráulico 58

e.2.2.1. Descripción. 58

e.2.2.2. Cálculo del Tiempo de llenado del Tanque 58

e.2.2.3. Cálculo de la tubería. 59

e.2.2.4. Cálculo de la velocidad de flujo. 63

e.2.2.5. Cálculo de Presión a la entrada de tanque reservorio 63

f.- RESULTADOS 67

g.- DISCUSIÓN 76

h.- CONCLUSIONES 78

i.- RECOMENDACIONES 79

j.- BIBLIOGRAFÍA. 80

k. ANEXOS 81

a. TÍTULO

"Diseño de la red eléctrica externa y la red hidráulica del Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja"

b. RESUMEN

El presente trabajo de tesis propone el diseño eléctrico externo y el diseño hidráulico para la correcta instalación de luminarias y tuberías para abastecer de agua al Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética, para lo que se utiliza diferentes métodos y técnicas de investigación disponibles en la actualidad. Se ha llevado como consigna tomar en cuenta cada una de las variables presentes y que van apareciendo en el transcurso del diseño.

Con el diseño para el funcionamiento de estos sistemas se conseguirá de alguna manera garantizar la adecuada construcción e instalación de redes tanto eléctricas como hidráulicas que permitan aprovechar de la mejor manera estos recursos, gracias a un óptimo funcionamiento.

SUMARY

This thesis proposes the design external electrical and hydraulic design for the correct installation of fittings and pipes to supply water to the Research Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, which is used for various research methods and techniques available today. As a slogan has been taken into account each of the variables present and that appear in the course design.

With the design for the operation of these systems will be achieved somehow en sure proper construction and installation of both electrical and hydraulic net works to take advantage of these resources better, thanks to optimum performance.

c. INTRODUCCIÓN

- **Situación Problémica**

El enfoque primordial que se le puede dar a este centro de eficiencia energética es el "Didáctico" ya que estará formado en su mayoría por bancos y máquinas de laboratorio diseñado para la enseñanza a los alumnos de las distintas carreras del Área

El empeño de siempre de la Universidad es el de desarrollar planes e infraestructura que permitan potenciar la investigación a toda escala; y, así lograr un crecimiento prolijo de la ciencia y tecnología. La creación del Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética conlleva a la construcción de la infraestructura física; tanto en su edificio operacional principal, como de los "stands" externos que albergan los distintos Programas que desarrollan las líneas de Investigación planificadas.

El Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja para su funcionalidad y operatividad en condiciones pre establecidas cuenta con todos los servicios básicos e implementación técnica de maquinaria, equipos, materiales e insumos de las diferentes áreas agrupadas en su respectivo espacio físico.

Dentro de este campo el servicio básico de energía eléctrica, suministrado por la Empresa Eléctrica Regional del Sur será eficientemente administrado y distribuido para el uso y aprovechamiento al interior del Centro de Investigación; en sus diferentes aplicaciones, tanto en maquinaria como en equipo que utilizan electricidad; así como para el alumbrado externo de sus instalaciones.

El correcto diseño de la instalación eléctrica determina el óptimo aprovechamiento de la energía, además de evitar "colisiones" y posibles desperfectos en los equipos a causa de una mala organización de la distribución del fluido eléctrico.

Otra forma de energía que merece ser adecuadamente organizada, es la referente al recurso hidráulico que también está programada ser referente dentro de esta Planta de eficiencia energética; y, tiene que ver con una óptima distribución de tuberías y demás accesorios que forman una red hidráulica eficientemente aprovechada por las diferentes aplicaciones dentro del edificio como para el posterior aprovechamiento de los recursos excedentes.

- **Problema General de investigación**

Carencia del diseño eléctrico externo e hidráulico del Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja

- **Problemas específicos de investigación**

Falta de estudios técnicos de la red hidráulica del Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja

Falta de estudios sobre la red eléctrica del Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja, que permita abastecer de manera eficiente las solicitaciones de carga eléctrica.

Necesidad de socializar los resultados de la investigación a los estudiantes de la carrera de ingeniería para comprendan las características y el funcionamiento del centro de energías renovables

- **Espacio**

Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética, dentro de sus instalaciones, donde funcionarán distintas formas de Investigación, mediante maquinaria y equipos que requieren de la red de energía hidráulica y red eléctrica, sin tener aún el debido análisis y estudios que permitan establecer su eficaz funcionamiento; y establezcan los modelos idóneos que serán seguidos por los estudiantes y público en general que accedan a la Planta.

- **Tiempo**

  El tiempo adecuado para desarrollar el presente proyecto será de 6 meses aproximadamente, pues ira creciendo de forma proporcional al diseño y construcción civil del Centro.

- **Unidades de Observación**

  Equipo eléctrico

  Equipo hidráulico

  Diseño civil de la obra

  Manuales con características de equipamiento

  Dimensiones e infraestructura de la Planta

  Informes y Recomendaciones de personal afín.

  Guías de aprovechamiento eficaz de Recursos

- **Justificación**

  El presente trabajo se realiza en circunstancias en que el Centro de Eficiencia Energética está en pleno proceso de construcción y necesita de estudios y diseños afines que establezcan su óptima operatividad; así como garanticen la aprobación de planos eléctricos en la EERSSA, siendo, de suma conveniencia que el diseño eléctrico e hidráulico se efectúe como un complemento obligatorio al proyecto civil.

  Por otra parte será un aporte crucial que lleve a estudiantes a tomar normas y principios esenciales para el diseño y aplicarlos a sus prácticas estudiantiles.

  En la actualidad, todas las industrias se encuentran en un proceso de automatización, en todas sus áreas, con el fin de optimizar su producción y de estar manera ser más eficientes.

- **Objetivo General**

  Diseñar la red eléctrica externa e hidráulica del Centro de Energías renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja.

- **Objetivos Específicos**

  Analizar la forma más eficiente de aprovechar al máximo el recurso hidráulico abastecedor del Centro de Investigación de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad Nacional de Loja

  Elaborar el diseño de la red eléctrica del centro de investigaciones de energías renovables y eficiencia energética de la UNL.

  Socializar los resultados a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica

d. REVISIÓN DE LITERATURA

d.1 CAPÍTULO I: Fundamentos teóricos para el diseño hidráulico.

d.1.1. Introducción.

Es incuestionable en la actualidad el papel en ascenso de las tecnologías en energías renovables; en Ecuador se vienen realizando programas de investigación y diseño de diferentes tipos de equipos hidráulicos los cuales ayudan de forma considerable al ahorro en instalaciones hidráulicas con el objetivo de aminorar las pérdidas y no crear ningún tipo de contaminación.

La Hidromecánica es la parte de la mecánica que estudia el equilibrio y movimiento de los líquidos, así como la acción reciproca de las fuerzas del líquido y de los cuerpos sumergidos en él o las superficies que lo limitan.

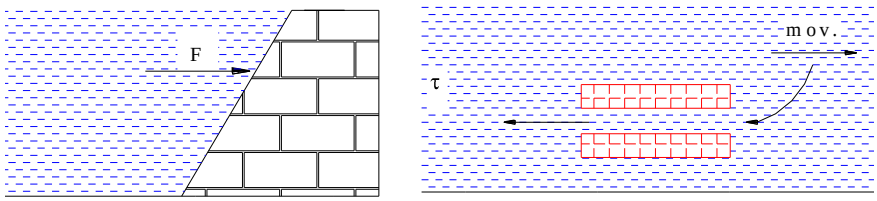
Un fluido es un medio material continuo, deformable, desprovisto de rigidez, capaz de "fluir", es decir de sufrir grandes variaciones de forma, bajo la acción de fuerzas. La solución de cualquier problema de flujo de fluidos requiere un conocimiento previo de las propiedades físicas del fluido en cuestión, analizaremos las más importantes.

d.1.2 Fuerzas que actúan sobre el líquido.

d.1.2.1 Presión en el líquido

En hidráulica, igual que en toda la hidromecánica, se hace abstracción de la estructura molecular de la substancia y el líquido se considera como un medio que llena el espacio sin vacíos e intersticios, es decir, como una continuidad. Por lo tanto, las fuerzas que actúan sobre los volúmenes dados del líquido y que son respecto a éstos exteriores se subdividen en de masa y superficiales, (Nekrasov B., 1968)

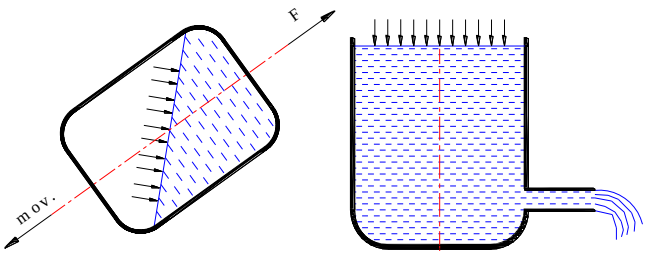
Fuerzas superficiales: Las fuerzas superficiales son aquellas que están distribuidas sobre la superficie del líquido y son proporcionales al área de la misma. (Fig.1)



(a) (b)

Fig. 1- Ejemplos de fuerzas superficiales: a- hidrostática, b- tensión tangencial.

Fuerzas de masa: Las fuerzas de masa, son proporcionales a la masa del cuerpo líquido o, para líquidos homogéneos, a su volumen (Fig. 2).



(a) (b)

Fig. 2- Ejemplos de fuerzas de masa: a- inercia, b- gravedad.

En Hidromecánica tanto las fuerzas de masa como las superficiales se estudian generalmente como fuerzas relacionadas con unidades correspondientes. Las fuerzas de masa se relacionan con la unidad de masa, y las superficiales, con la unidad de superficie.

En la Fig. 3, se aprecia un flujo donde actúa una fuerza ΔR con una cierta inclinación. La fuerza ΔR se puede descomponer en sus componentes rectangulares ΔF y ΔT. Donde ΔF es la normal se denomina fuerza de presión y ΔT es la tangencial denominada fuerza de rozamiento.

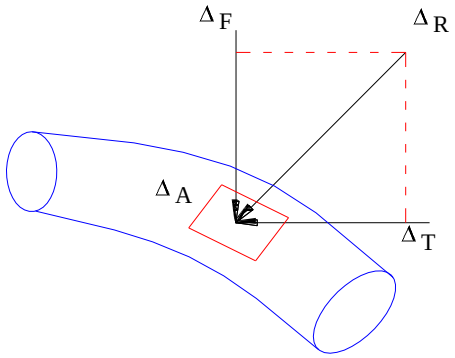


Fig. 3- Descomposición de la fuerza resultante en componentes rectangulares.

La tensión normal, o sea, la de la fuerza de presión, se denomina presión hidromecánica (y en reposo hidrostática), o bien simplemente presión y se designa con la letra P.

Si la fuerza de presión ΔF esta uniformemente distribuida por la superficie ΔA o si se quiere determinar el valor medio de la presión hidromecánica, se emplea la fórmula:

$$p = \frac{\Delta F}{\Delta A} \tag{1}$$

En el caso general, la presión hidromecánica en un punto dado es igual al límite, la relación fuerza-superficie tiende a cero, es decir, al contraerse ésta a un punto.

$$P = \lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} \tag{2}$$

Tensión tangencial o tensión de rozamiento en el líquido es:

$$\tau = \lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta T}{\Delta A} \tag{3}$$

Donde ΔT es la fuerza tangencial y ΔA el área.

En el sistema internacional de unidades (S.I.), la unidad de presión es el Pascal y se determina por la relación entre la fuerza y el área. Las unidades son newton sobre metro cuadrado (N/ m^2) (Nekrasov B., 1968)

$$p = \frac{F}{A} \tag{4}$$

d.1.2.2 Propiedades de la presión hidrostática.

Dentro de los líquidos en reposo es posible solamente una forma de tensión: la compresión, es decir, la presión hidrostática.

1. La presión hidrostática en la superficie exterior del líquido está siempre dirigida según la normal al interior del volumen del líquido que se examina.

2. La presión hidrostática en cualquier punto interior del líquido es igual en todas las direcciones, es decir, la presión no depende del ángulo de inclinación de la superficie sobre la que actúa en dado punto. Fig.4

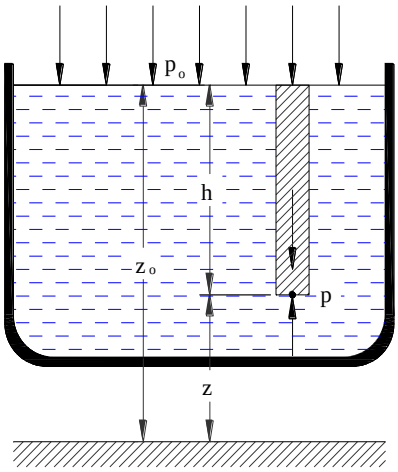


Fig.4. Deducción de la ecuación hidrostática fundamental.

La ecuación fundamental de la hidrostática consta de dos magnitudes: la presión en la superficie exterior del líquido P_o y la condicionada por el peso de las capas del líquido.

$$P = P_o + h\gamma \tag{5}$$

sustituyendo en la ecuación h por $z_o - z$ tendremos:

$$z + \frac{p}{\gamma} = z_o + \frac{p_o}{\gamma} = \text{const.} \tag{6}$$

d.1.3 Propiedades fundamentales de los líquidos de gotas.

Examinaremos las propiedades físicas fundamentales de los líquidos de gotas de las cuales trata principalmente la hidráulica (Nekrasov B., 1968)

d.1.3.1 Densidad.

La principal característica de un fluido es su densidad, que es la masa comprendida en la unidad de volumen (para un líquido homogéneo).

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \frac{kg}{m^3}. \tag{7}$$

Denominaremos peso específico al peso comprendido a la unidad de volumen del líquido, o sea,

$$\gamma = \frac{G}{V}; \quad \frac{kgf}{m^3}. \tag{8}$$

donde G es peso del líquido y V es el volumen del líquido.

d.1.3.2 Viscosidad.

Es la propiedad del líquido de oponerse al desplazamiento o resbalamiento de sus capas. Esta a su vez es inversa a la fluidez, los líquidos con mayor viscosidad (aceites lubricantes y otros) son menos fluidos y viceversa. Expresa la facilidad que tiene un fluido para fluir cuando se le aplica una fuerza externa (Street J. K.- VennarR. L., 1993)

Al fluir un líquido por una tubería la mayor velocidad se encuentra en el centro del tubo y en las paredes es cero (Fig. 5)

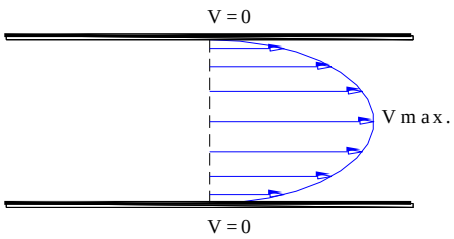


Fig. 5. Distribución de la velocidad en la sección transversal de la tubería.

Conforme a la hipótesis enunciada por primera vez por Newton en 1686, y más tarde demostrada experimentalmente por el profesor N. Petrov en 1883. La tensión tangencial en los líquidos depende de la clase de éste y del carácter de la corriente. Si la corriente se efectúa en el régimen laminar, cambia en proporción directa al gradiente transversal de la velocidad. Ley de Newton es:

$$\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dy}, \qquad (9)$$

donde:

τ= tensión tangencial $\frac{N}{m^2}$.

μ= coeficiente dinámico de viscosidad.

$\frac{dv}{dy} = \dot{\gamma} \rightarrow$gradiente de velocidad.

Para determinar el coeficiente de viscosidad resolvamos la ecuación anterior respecto a μ ($Pa.s$). Tendremos:

$$\mu = \tau \cdot \frac{dy}{dv}, \qquad (10)$$

También se caracteriza la viscosidad a través del coeficiente cinemático de viscosidad ν en m^2/s.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \qquad (11)$$

La viscosidad de los líquidos se determina mediante viscosímetros, y la ciencia dedicada a esta parte de la hidráulica se conoce como Reología.

d.1.3.3 Reología.

La Reología es la ciencia del flujo y la deformación de los materiales.

De acuerdo al comportamiento reológico, los líquidos se clasifican en Newtonianos y no Newtonianos. (Fig. 6)

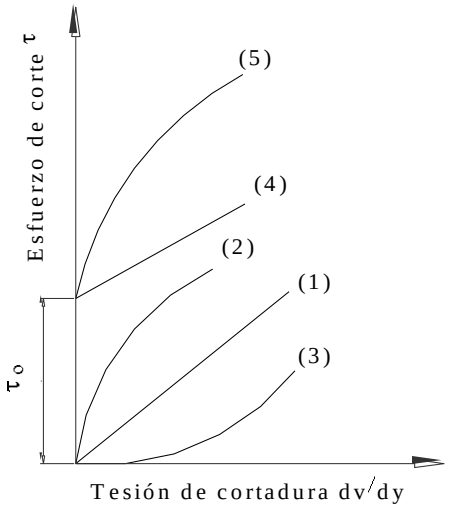


Fig.6. Curvas de flujo típicas

1.- Newtonianos → $\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dy}$

2.- Pseudoplásticos → $\tau = K \cdot \gamma^n$; n<1

3.- Dilatantes → $\tau = K \cdot \gamma^n$

4.- Plástico ideal → $\tau = \tau_0 + n \cdot \gamma$, τ_0 – esfuerzo cortante inicial.

5.- Plástico real → $\tau = \tau_0 + K \cdot \gamma$

d.1.4 Número de Reynolds.

La frontera entre el régimen laminar y turbulento puede establecerse analíticamente a partir del valor del número de Reynolds, cuyo valor es:

$$Re = \frac{vD}{\nu} \tag{12}$$

siendo ν la viscosidad cinemática del fluido en cuestión. En el caso de una tubería de sección circular, la expresión del número de Reynolds es:

$$Re = \frac{4Q}{\pi \nu D} \tag{13}$$

En la Empresa G.U.N.T. de Hamburgo-Alemania[1] se ha diseñado un equipo para efectuar ensayos de Osborne Reynolds y visualizarlos. Este equipo permite representar la corriente laminar y turbulenta. La corriente se puede ver gracias a un trazado en tinta en un fragmento de tubo transparente (Fig.7)

El cambio de régimen laminar a turbulento se produce cuando: Re ≈ 2300

Relam. ≤ 2300 corresponde a un régimen laminar.

Retur. ≥ 2300 corresponde a un régimen turbulento.

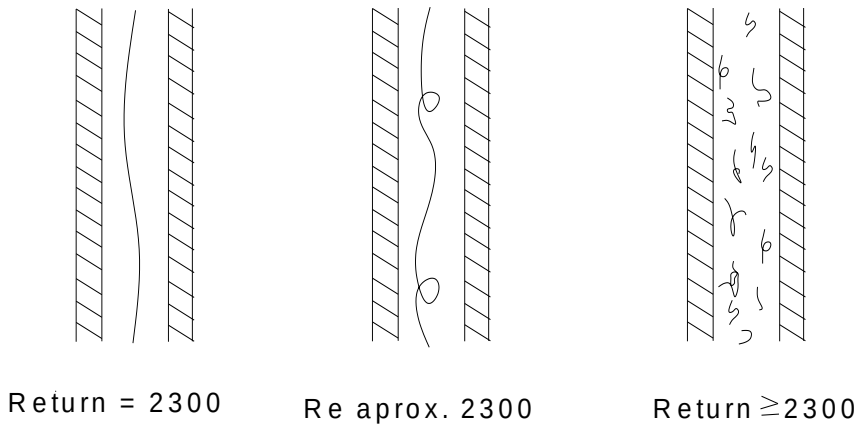


Fig.7. Experimento de Reynolds.

d.1.5 Radio hidráulico.

A veces se tienen conductos con sección transversal que no es circular. Para calcular el número de Reynolds en estas condiciones el diámetro circular es sustituido por el diámetro equivalente $D \rightarrow D_{equ} = 4 \cdot R_h$ - que a su vez es igual a cuatro veces el radio hidráulico, siendo este a su vez igual a:

[1] **G.U.N.T.**GerätebauGmbH Fahrenberg 14

$$R_h = \frac{\text{Superficie de la sección transversal de la vena líquida}}{\text{Perímetro mojado}} \qquad (14)$$

d.1.6 Gasto o caudal.

Se denomina caudal Q a la cantidad de fluido que a traviesa a través de una superficie A (ver figura 8), en un tiempo t. (Fig. 8)

$$L = V \cdot t \rightarrow \quad V = \frac{L}{t} \rightarrow \quad Q = \frac{L}{t} \cdot A \rightarrow \quad Q = V \cdot A \qquad (15)$$

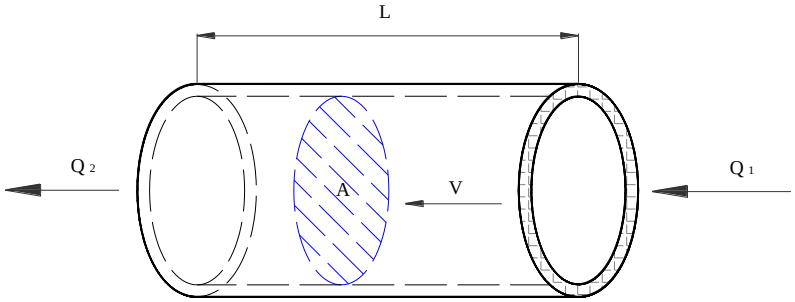


Fig. 8. Demostración de Caudal = Velocidad x Área.

$Q_1 = Q_2$, luego, la ecuación de continuidad queda definida por:

$$A1 \,.\, V1 = A2 \,.\, V2 \qquad (16)$$

d.1.7 Factor de fricción.

En régimen laminar ($Re \leq 2300$), el factor de fricción λ depende únicamente del número de Reynolds y puede calcularse mediante la expresión:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \qquad (17)$$

En el caso del régimen turbulento ($Re \geq 2300$), el factor de fricción depende, en general, del número de Reynolds Re, y de la rugosidad relativa εr, siendo ésta última el cociente entre la rugosidad equivalente de la tubería ε y el diámetro D:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} \qquad (18)$$

La rugosidad equivalente absoluta ε cuantifica el estado superficial de la tubería y su incidencia sobre las pérdidas por fricción.

En el caso del régimen turbulento, puede calcularse el factor de fricción mediante la expresión de Colebrook-White (1938):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log_{10}\left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \qquad (19)$$

La fórmula anterior permite un cálculo bastante preciso del valor del factor de fricción en régimen turbulento, aunque presenta el inconveniente de que no se puede extraer el valor de λ de forma explícita.

Hay que tener en cuenta que la corrosión, incrustaciones, etc. aumentan la rugosidad en las tuberías, modificando el factor de fricción y aumentando las pérdidas de carga. Es conveniente prever está situación pues los ábacos están realizados con valores obtenidos con tuberías nuevas y limpias.

d.1.8 Cálculo de pérdidas por fricción o primarias.

Existe una gran variedad de expresiones para el cálculo de la pérdida de carga en tuberías, entre las que se encuentra la que usualmente se denomina ecuación de Darcy- Weisbach (en adelante DW), que fue inicialmente propuesta por Weisbach en 1855 y posteriormente por Darcy en 1875, y cuya expresión es:

$$h_{fp} = \lambda \frac{L}{D}\frac{v^2}{2g} \qquad (20)$$

siendo v la velocidad media del flujo y λ el llamado factor de fricción. La expresión en función del caudal es:

$$h_{fp} = \frac{8\lambda L}{\pi^2 g D^5} Q^2 \qquad (21)$$

La fórmula de DW es completamente general y sirve para el cálculo de pérdidas de carga tanto para un flujo laminar como turbulento. Las características del flujo influyen decisivamente en el cálculo del factor de fricción λ sin afectar al resto de términos de la fórmula de DW.

d.1.9 Cálculo de pérdidas locales o secundarias.

Algunos elementos y complementos especiales de las tuberías, como cuadrantes de tubo o codos, ramificaciones de tubos, modificaciones de la sección transversal o incluso válvulas generan pérdidas de presión adicionales además de las pérdidas por fricción de la pared, (ver anexo 4 y 9) los coeficientes de pérdida $\zeta_{loc.}$ (k) para los casos típicos. (Gibson, 1912)

$$h_{fs} = \zeta_{loc.} \frac{v^2}{2g} \qquad (22)$$

Cuando se modifica la sección transversal y las velocidades asociadas, en la pérdida de presión total también se debe tener en cuenta porcentajes de la pérdida de presión de Bernoulli (presión dinámica).

d.1.10 Aplicación de la ecuación de Bernoulli para el cálculo de las perdidas hidráulicas en la tubería de alimentación (H_a).

Para calcular las pérdidas hidráulicas aplicamos la ecuación de Bernoulli para corriente de líquido real.

$$z_o + \frac{p_o}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_T \qquad (23)$$

$$h_T = h_{fp.} + \Sigma\, h_{fs.}$$

dónde:

p_o= presión atmosférica a la entrada (Kg/m^2).

p_1 = presión atmosférica a la salida (Kg/m^2).

v_o = velocidad inicial (m/s).

v_1 = velocidad en la salida (m/s).

z_o = H_a = Altura de alimentación (m), (ver figura 4).

$h_{fp.}$ = pérdidas por rozamiento (m).

$h_{fs.}$ = pérdidas locales (m).

h_T = pérdida total (m).

$p_o = p_1$

$$H_a = \frac{v^2}{2g} + \Sigma h_T$$

$$H_a = \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{L}{D}\frac{v^2}{2g} + \Sigma \zeta \frac{v^2}{2g}$$

$$H_a = \frac{v^2}{2g}\left(1 + \lambda \frac{L}{D} + \Sigma \zeta\right) \tag{24}$$

Despejando la velocidad obtenemos:

$$v = \sqrt{\frac{2gH_a}{1 + \lambda \frac{L}{D} + \Sigma \zeta}} \tag{25}$$

d.1.11 Cálculo de la presión total (ΔP_{TO}).

Al multiplicar toda la expresión (22) por el peso específico $\gamma = \rho g$ obtenemos unidades de presión ($\Delta p = h\gamma$).

$$\rho g z_o + p_o + \frac{\rho v_0^2}{2} = \rho g z_1 + p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \Delta p_T \tag{26}$$

ρgz = presión de peso.

p = presión hidromecánica o simplemente presión.

$\rho v^2/2$ = presión dinámica.

$$\Delta p_T = \Delta p_{fp.} + \Sigma \Delta p_{fs}$$

$$\Delta p_{fs} = \zeta_{loc.} \frac{v^2}{2g}\gamma$$

$$\Delta p_{fp.} = \lambda_{roz.} \frac{L}{D}\frac{v^2}{2g}\gamma$$

$$\Delta p_T = \lambda_{roz.} \rho \frac{L}{D}\frac{v^2}{2} + \Sigma \zeta_{loc.} \rho \frac{v^2}{2} \tag{27}$$

d.1.12 Cálculo del caudal circulante.

Para obtener el caudal circulante por la tubería tomamos como datos: el diámetro D, la pérdida de carga h_{fp} y la rugosidad absoluta ε. En el problema presente, desconocemos si el régimen es laminar o turbulento puesto que la incógnita es el caudal.

En el caso de que el régimen sea laminar, podemos sustituir el valor del factor de fricción λ de modo que:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \rightarrow Re = \frac{4Q}{\pi \nu D} \rightarrow \lambda = \frac{16\,\pi \nu D}{Q}$$

$$h_{roz.} = \frac{128\,\nu LQ}{\pi g D^4} \rightarrow Q = \frac{\pi g D^4 h_{fp.}}{128\,\nu L} \qquad (28)$$

En el caso de que el régimen sea turbulento, calcularemos el caudal circulante suponiendo que el régimen es turbulento. (Grupo de mecánica de fluidos Politécnica de Valencia 2000).

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log_{10}\left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}\right)$$

$$h_{roz.} = \frac{8\lambda L}{\pi^2 g D^5} Q^2 \rightarrow \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \frac{Q}{\pi}\sqrt{\frac{8L}{gD^5 h_{roz.}}}$$

$$\frac{Q}{\pi}\sqrt{\frac{8L}{gD^5 h_{fp.}}} = -2\log_{10}\left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{2,51\,\nu}{4D^{1.5}}\sqrt{\frac{8L}{gh_{fp}}}\right)$$

$$Q = -6,958\sqrt{D^5 h_{fp.}}\log_{10}\left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{0,5667\,\nu}{D^{1.5}}\sqrt{\frac{L}{h_{fp}}}\right) \qquad (29)$$

d.1.13 Cálculo del diámetro de la tubería.

Para dimensionar la tubería, los datos a considerar son el caudal circulante Q, la pérdida de carga h_{fp} y la rugosidad absoluta ε. Desconocemos si el régimen es laminar o turbulento puesto que la incógnita es ahora el diámetro de la tubería.

Supongamos en un primer cálculo que el régimen es laminar. En tal caso podríamos despejar el valor del diámetro de la siguiente relación:

$$h_{fp.} = \frac{128\ \nu LQ}{\pi g D^{4}} \rightarrow D = \sqrt[4]{\frac{128\ \nu LQ}{\pi g h_{fp}}} \qquad (30)$$

Una vez obtenido D, habrá que verificar la hipótesis de régimen laminar.

Supongamos que, por el contrario, el régimen es turbulento. En tal caso podemos obtener la siguiente relación:

$$\frac{1}{D^{2.5}} = -6{,}958\sqrt{\frac{h_{fp}}{Q^{2}L}}\log_{10}\left(\frac{\varepsilon_{r}}{3{,}7} + \frac{0{,}5667\ \nu}{D^{1.5}}\sqrt{\frac{L}{h_{fp}}}\right) \qquad (31)$$

En este caso, combinando las ecuaciones de Darcy-Weisbach y Colebrook-White, obtenemos una expresión para el cálculo del diámetro en régimen turbulento, aunque no en forma explícita. El diámetro se calcula en este caso siguiendo un proceso iterativo, tomando un primer valor de referencia para D como por ejemplo, el diámetro que corresponde a una velocidad de 1 m/s. Finalmente sería necesario calcular el número de Reynolds para comprobar que la hipótesis de régimen turbulento era cierta.

En cualquier caso, una vez obtenido el diámetro de la tubería, encontraremos que el valor obtenido raramente corresponde con un diámetro comercialmente disponible.

Por defecto, se contemplan los valores de la viscosidad cinemática del agua a distintas temperaturas, en el rango de 0 a 100 grados centígrados, aunque el valor que figura por defecto corresponde a una temperatura de 17 ºC, esto es $\nu = 1{,}14.10^{-6}\ m^2/s$.

d.1.14. Diagrama de Moody

El diagrama de Moody es la representación gráfica en escala doblemente logarítmica del factor de fricción en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa de una tubería.

En la ecuación de Darcy-Weisbach aparece el término lambda que representa el factor de fricción de Darcy, conocido también como coeficiente de fricción.

El cálculo de este coeficiente no es inmediato y no existe una única fórmula para calcularlo en todas las situaciones posibles.

Se pueden distinguir dos situaciones diferentes, el caso en que el flujo sea laminar y el caso en que el flujo sea turbulento. En el caso de flujo laminar se usa una de las expresiones de la ecuación de Poiseuille; en el caso de flujo turbulento se puede usar la ecuación de Colebrook-White además de algunas otras cómo ecuación de Barr, ecuación de Miller, ecuación de Haaland.

En el caso de flujo laminar el factor de fricción depende únicamente del número de Reynolds. Para flujo turbulento, el factor de fricción depende tanto del número de Reynolds como de la rugosidad relativa de la tubería, por eso en este caso se representa mediante una familia de curvas, una para cada valor del parámetro k/D, donde k es el valor de la rugosidad absoluta, es decir la longitud (habitualmente en milímetros) de la rugosidad directamente medible en la tubería. (Anexo 5)

d.2 CAPÍTULO II: Instalaciones eléctricas lumínicas.

La luz, al igual que las ondas de radio, los rayos X o los gamma es una forma de energía. Si la energía se mide en joule (J) en el Sistema Internacional, para qué necesitamos nuevas unidades. La razón es más simple de lo que parece. No toda la luz emitida por una fuente llega al ojo y produce sensación luminosa, ni toda la energía que consume, por ejemplo, una bombilla se convierte en luz. Todo esto se ha de evaluar de alguna manera y para ello definiremos nuevas magnitudes: el flujo luminoso, la intensidad luminosa, la iluminancia, la luminancia, el rendimiento o eficiencia luminosa, la cantidad de luz, etc.

d.2.1. Conceptos.

-Flujo Luminoso.

Se define como la cantidad de energía luminosa emitida por una fuente de luz por unidad de tiempo, en todas las direcciones.

Se representa por la letra griega φ y su unidad es el lumen (lm).

Su expresión viene dada por:

$$\varphi = \frac{dQL}{dt} \tag{32}$$

dónde:

φ = Flujo luminoso (lm).

dQL/dt = Cantidad de energía luminosa radiada por unidad de tiempo.

-Flujo Luminoso de lámparas.

El flujo luminoso de determinada lámpara viene dado a través de la expresión siguiente:

$$\varphi_l = \frac{\varphi_u}{f_m C_d} \tag{33}$$

En donde:

φ_l = Flujo luminoso de la lámpara

f_m = Factor de mantenimiento

C_d = Coeficiente de depreciación

-Intensidad Luminosa.

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta.

Se representa por la letra I y su unidad es la candela (cd).

Su expresión viene dada por:

$$I = \frac{\varphi}{\omega} \tag{34}$$

-Densidad Lumínica o Iluminancia.

La iluminación se define como el flujo luminoso por unidad de superficie o área a iluminarse. Su unidad es el lux, que es un lm/m^2.

$$E = \frac{\varphi}{ds} \tag{35}$$

-Densidad Lumínica media.

La iluminancia media en una vía, viene dada por:

$$E_m = \frac{\eta f_m \varphi_l}{Ad} \tag{36}$$

-Luminancia.

Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada.

Se representa por la letra L y su unidad es cd/m^2.

Su expresión viene dada por:

$$L = \frac{I}{Saparente} \tag{37}$$

-Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa

Para hacernos una idea de la porción de energía útil definimos el rendimiento luminoso como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia

eléctrica consumida, que viene con las características de las lámparas (25 W, 60 W...). Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará.

La unidad es el lumen por watt (lm/W).

Su expresión viene dada por:

$$\eta = \frac{\varphi}{W} \tag{38}$$

donde:

W = Potencia de la luminaria

-Factor de utilización de lámparas.

El factor de utilización de la lámpara viene dado a través de la expresión:

$$\eta = \frac{\varphi_u}{\varphi_{Io}} \tag{39}$$

En dónde:

η = Factor de utilización

φ_{Io} = Flujo luminoso inicial de la lámpara

-Distancia entre luminarias.

La distancia de separación entre luminarias, se determina mediante la expresión:

$$d = \frac{\varphi_l \eta f_m C_d}{E_m a} \tag{40}$$

En donde:

d = distancia entre luminarias

α = ancho de la vía

-Tipo de iluminación.

Los tipos de iluminación se clasifican según la distribución del flujo luminoso por encima o por debajo de la horizontal.

Iluminación Directa.− El flujo lumínico es distribuido de la siguiente manera:

90% a 100% flujo hacia abajo

10% a 0% flujo hacia arriba

Iluminación Semidirecta.−

60% a 90% flujo hacia abajo

40% a 10% flujo hacia arriba

Iluminación Difusa.−

40% a 60% flujo hacia abajo

60% a 40% flujo hacia arriba

Iluminación Semi−Indirecta.−

10% a 40% flujo hacia abajo

90% a 60% flujo hacia arriba

Iluminación Indirecta.−

0% a 10% flujo hacia abajo

100% a 90% flujo hacia arriba

-Flujo luminoso Total.− Es la potencia lumínica requerida para cubrir el área a iluminar.

-Flujo luminoso por lámpara.− El flujo lumínico de las lámparas fluorescentes esta tabulado en el código o tablas de cada fabricante.

d.2.2 Conductores eléctricos

d.2.2.1. Concepto de Conductor Eléctrico.

Los conductores eléctricos son cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad. Un conductor eléctrico está formado por un conductor usualmente cobre y recubierto por un aislante.

Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno u otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo.

Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%.

Dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semi duro y blando o recocido.

d.2.2.2 Tipos de conductores de cobre

- Cobre de temple duro:

- ✓ Conductividad del 97% respecto a la del cobre puro.
- ✓ Resistividad de 0,018 a 20 °C de temperatura.
- ✓ Capacidad de ruptura a la carga, oscila entre 37 a 45 Kg/mm2.

Por esta razón se utiliza en la fabricación de conductores desnudos, para líneas aéreas de transporte de energía eléctrica, donde se exige una buena resistencia mecánica.

- Cobre recocido o de temple blando:

- ✓ Conductividad del 100%
- ✓ Resistividad de 0,01724 a 20° C de temperatura.
- ✓ Carga de ruptura media de 25 kg/mm2.

Como es dúctil y flexible se utiliza en la fabricación de conductores aislados.

El conductor está identificado en cuanto a su tamaño por un calibre, que puede ser milimétrico y expresarse en mm^2 o americano y expresarse en AWG o MCM con una equivalencia en mm^2.

d.2.2.3 Partes que componen los conductores eléctricos

Los conductores eléctricos se componen de tres partes muy diferenciadas:

- ✓ El alma o elemento conductor.
- ✓ El aislamiento.
- ✓ Las cubiertas protectoras.

El alma o elemento conductor se fabrica en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las Centrales Generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).

El objetivo de la aislación en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, ya sean éstos ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de una instalación.

Del mismo modo, la aislación debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí.

Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido polímeros, es decir, lo que en química se define como un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Antiguamente los aislantes fueron de origen natural, gutapercha y papel. Posteriormente la tecnología los cambió por aislantes artificiales actuales de uso común en la fabricación de conductores eléctricos.

Los diferentes tipos de aislación de los conductores están dados por su comportamiento térmico y mecánico, consideran do el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para la aislación de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el caucho, la goma, el neoprén y el nylon.

Si el diseño del conductor no considera otro tipo de protección se le denomina aislación integral, porque el aislamiento cumple su función y la de revestimiento a la vez.

Cuando los conductores tienen una protección adicional de un polímero sobre la aislación, esta última se llama revestimiento, chaqueta o cubierta, cuyo objetivo fundamental de esta parte de un conductor, es proteger la integridad de la aislación y del alma con ductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc.

d.2.2.4 Criterios para el dimensionamiento de un conductor eléctrico:

Para un correcto dimensionamiento del conductor eléctrico, se deben cumplir los siguientes principios:

- Criterio térmico:

Todo conductor eléctrico que es recorrido por la corriente eléctrica a causa de su propia resistencia, Está sometida a un calentamiento por efecto joule este calentamiento es el que limita la capacidad, de conducción en los conductores eléctricos.

Sobrepasar la capacidad eléctrica de un conductor ocasiona grandes problemas como ser: Deformaciones en el conductor, generalmente

dilataciones lineales, o también pueden haber rotura del conductor por la fusión del mismo.

En los conductores aislados, existen los mismos problemas, pero además hay un envejecimiento de acuerdo al tipo de aislante. Cada tipo de aislamiento soporta una corriente máxima, si un circuito no cumple con esa condición para un número de cable, se elimina el cable y se prueba el siguiente, es decir con el más grueso.

- Criterio de caída de tensión

Al circular la corriente eléctrica por un conductor, debido a su resistencia interna, provoca una caída de tensión, la cual debe ser delimitada para los equipos y artefactos eléctricos aislados puedan trabajar correctamente. Este criterio consiste en datos estandarizados en porcentajes desde la lámpara de tablero seccional, de esta forma al tablero general y luego al tablero o transformador. La caída de tensión no debe pasar los siguientes porcentajes:

- ✓ para el sistema de iluminación se toma un 4%
- ✓ para el sistema de fuerza se toma un 8% (Tiravanti)

d.2.2.5 Dimensionamiento del conductor para iluminación

Para el criterio de iluminación y de caída de tensión, se establecen nomás del 4% desde las lámparas hasta el transformador:

Sobre la base del número de circuitos de determina la cantidad de tableros que se instalarán, en nuestro caso se recomienda usar tableros seccionales, para cada sector de fábrica. Lo que significa que se emplearán 3 tableros seccionales para cada sección de luz, cada uno de los cuales se distribuirán dela siguiente forma: sección comedor, sección administración, sección fábrica.

La ubicación de tableros se hará en los lugares más adecuados, tomando en cuenta la menor distancia al tablero general y la menor utilización de materiales. Para el cálculo del dimensionamiento del conductor eléctrico

para la iluminación, se emplea el método pesimista el cual consiste en ubicar la carga total en el extremo del circuito y considerando la longitud desde el tablero seccional hasta la lámpara más alejada.

d.2.2.6 Selección de conductores y criterios empleados.

Los conductores eléctricos, más utilizados son el cobre y el aluminio debido a las cualidades conductoras y los bajos precios.

De acuerdo a su empleo los conductores pueden ser aislados o desnudos y se emplean en instalaciones secundarias de baja tensión, como se trata de una instalación eléctrica se utiliza conductores aislados de cobre con su respectiva aislamiento de PVC, elemento de aislamiento de gran duración y que soporta de 80 a 130°C de temperatura, además es un elemento de bajo costo y de gran oferta en el mercado. El tipo de aislamiento según la norma NEC.

El cobre tiene una resistencia interna menor que la del aluminio por esta razón es el elegido y además es un material natural.

Los conductores eléctricos empotrados en la pared. Los conductores eléctricos ya sean aislados o desnudos, pueden ser de tipo cableado o de un solo hilo.

En nuestro caso se emplearan los cables de tipo unifilar, basándose en normas y códigos en las instalaciones eléctricas monofásicas.

Los conductores de tipo trifilar se utilizan en instalaciones eléctricas trifásicas, las cuales se encuentran en la sección fábrica.

d.2.2.7 Protecciones:

Fusibles.− Es un aparato que sirve para abrir un circuito cuando la capacidad de diseño esta sobrepasada. La abertura es en forma permanente.

Llave Seccionadora.− El equipo para cerrar o abrir un circuito se llama llave seccionadora, pero la abertura o cierre debe hacerse en vacío ya que este equipo no está preparado para hacerlo baja carga.

Interruptor.− Es un aparato destinado al cierre o apertura de circuito bajo carga la conexión o desconexión puede ser manual y/o automática, el interruptor es un aparato de potencia siendo ilimitado en número de maniobrar que se puede hacer.

Disyuntor.− Es un interruptor automático de acción térmica y/o magnética, actúa si la corriente toma un valor inadecuado y actúa por un cierto tiempo, protegiendo en caso de sobrecarga que pueden producir daños

d.2.3 Criterios de diseño para la iluminación artificial de las zonas verdes

Si durante el día el jardín invita a que sus usuarios paseen y descansen en su verde ámbito, es en buena medida por la riqueza y variedad del colorido de sus espacios. Vencido el sol, los cromatismos del parque y la claridad, o lo tenue de sus luces, son importantes factores que animan a las gentes a visitarlo. Esta continuidad en la apetencia por penetrar en el parque tras el atardecer estará marcada por la luz artificial, su distribución, su intensidad y su efecto sobre las plantas y elementos del jardín. Debe tenerse en cuenta que en nuestras ciudades mediterráneas los usuarios de los jardines acuden a ellos más frecuentemente a partir de unas horas en que la atardecida hace que los colores resulten más vagos. Más tarde, la débil luz de la luna hace imposible distinguirlos, por lo que la iluminación diurna tiene que ser sustituida por la luz eléctrica, para que ésta conserve algunos de los atractivos estéticos del jardín y agudice otros, proveyendo a la vez de seguridad al movimiento y al descanso de la gente.

El diseño de los jardines es realizado generalmente pensando en la percepción de las zonas verdes a la luz del día, pero, dado el horario normal de utilización de los parques, se hace también necesario concebir esas creaciones jardineras para que puedan ser contempladas bajo la luz proporcionada por un sistema de iluminación artificial.

Es de destacar el potencial estético que tiene la iluminación artificial como herramienta en el diseño de parques y jardines, creando y acentuando siluetas; estableciéndose planos de iluminación y penumbra; poniendo en valor cuantos

elementos sean de interés, y acentuando la perspectiva y el efecto tridimensional.

Es importante asimismo determinar a priori los efectos que se quiere conseguir, ya que es evidente que no requerirá la misma solución luminotécnica una zona que se desea constituya un entorno

Una buena iluminación puede llegar a conseguir que los lugares en los que vivimos y trabajamos se conviertan en algo más que un simple lugar de trabajo u ocio. Gracias a un buen diseño lumínico se pueden crear ambientes más que agradables, casi mágicos, sin por ello nunca olvidar que las instalaciones lumínicas sean energéticamente sostenibles.

Los parámetros que definen la calidad de una iluminación dependen de la finalidad de la misma (iglesias, teatros, sala de conciertos, aulas, museos, etc.) pero en todo caso han de responder a ciertas exigenciascomunes1 como son las siguientes:

1) Nivel de iluminación: iluminancias que se necesitan (niveles de flujo luminoso (lux) que inciden en una superficie)
2) Distribución de luminancias en el campo visual.
3) Limitación del deslumbramiento.
4) Modelado: limitación del contraste de luces y sombras creado por el sistema de iluminación.
5) Color: color de la luz y la reproducción cromática
6) Estética: selección del tipo de iluminación, de las lámparas y de las luminarias.

Como puedes ver, el color de la luz y la reproducción cromática están dentro de estos parámetros fundamentales. Ambos se relacionan directamente con el tipo de lámparas que elijas. Por lo tanto, saber qué tipo de lámpara tienes que utilizar se convierte en una tarea fundamental para ti como ingeniero si quieres conseguir espacios grandiosos lumínicamente hablando.

d.2.3.1 Intensidad y Seguridad

No se pretende alcanzar con iluminación artificial el grado de luminosidad que se consigue con la luz natural y, por otra parte, es de tener en cuenta el hecho de que el ojo humano percibe de una forma modificada la expresión de los colores a consecuencia de los diferentes tonos e intensidades de la iluminación artificial. En ocasiones se intenta erróneamente reducir los efectos diurnos en ciertos lugares mediante la instalación de una iluminación de gran intensidad, olvidando que la propia existencia de la luz artificial conlleva la aportación a ese lugar de una sensación visual completamente diferente a la que proporciona la luz solar, no sólo en el aspecto cuantitativo, sino también y especialmente en el cualitativo. (Fig. 9)

Fig. 9 Iluminación exterior

En virtud de lo dicho, más que instalar una excesiva iluminación que intente recrear la percepción diurna del jardín, es recomendable dosificar los puntos que conviene iluminar, haciéndolo de manera que la luz emitida posea una tonalidad que ayude a dar viveza a los colores naturales y matice los diferentes tonos de verde, consiguiendo al mismo tiempo que queden perfectamente identificables los colores de las masas de flor sobre el fondo de césped.

Es necesario que el diseño de la instalación esté pensado para evitar la contaminación luminosa. A tal efecto, debe impedirse la distribución de luz hacia arriba, para lo cual se apantallarán las luminarias que deban dirigirse hacia arriba para que limiten su proyección de luz hacia estrictamente el objeto a iluminar.

d.2.3.2 Necesidad de la Luz.

En la práctica luminotécnica, el nivel de iluminancia se mide con el luxómetro, que básicamente consiste en una célula fotoeléctrica acoplada a un miliamperímetro que da una medida cuya unidad es el lux. Para que el lector pueda hacerse una idea de estas magnitudes, le será útil saber que en un día soleado de verano ofrece 100.000 lux a pleno sol y 10.000 lux a la sombra; con el cielo cubierto el valor luxo métrico está en torno a 20.000 lux, mientras que en una noche de luna llena la medida sería tan sólo de 0.2 lux. Para percibir el efecto de un rostro humano y poder reconocerlo sin esfuerzo hace falta una iluminación de 200 lux, y con 20 lux los rasgos son apenas visibles.

Antes de recomendar los distintos niveles de iluminación que estimamos adecuados para las distintas partes de un jardín, es necesario recordar que no todas las partes de un parque poseen el mismo valor estético, ni la misma utilidad, ni requieren la misma seguridad; consecuentemente, es necesario fijar la atención en unos lugares concretos para destacarlos, proporcionándoles un nivel luminoso que prepondere sobre la luminosidad general del jardín.

Los criterios para el diseño de la iluminación de parques públicos y jardines privados deben estar guiados hacia la consecución de utilidad y de seguridad, pero sin olvidar que no siempre es mejor proveer al conjunto jardinero de grandes niveles de iluminación, ya que el exceso de luz puede ocasionar efectos contrarios a los perseguidos, pues se pueden crear contrastes luz-sombra excesivos, dando lugar a deslumbramientos y alterando el aspecto de las zonas con predominio vegetal, perdiéndose también la riqueza visual que ofrecen las matizaciones de claro-oscuro,

sin hablar del aspecto económico, ya que debe tenerse en cuenta que la iluminación es uno de los capítulos más importantes en los gastos y mantenimiento de parques y jardines. (Fig. 10)

Las condiciones humanas de visión imponen la exigencia de un mínimo contraste entre las luminosidades de los objetos si se quieren apreciar como diferenciados. La relación de 10 a 1 significa un contraste mínimo, una visión homogénea de luminosidad, mientras que diferencias de 100 a 1 dan una visión extremada que nos obliga a fijar la mirada en las partes más luminosas.

La iluminación de un parque no debe alcanzar los niveles que se recomiendan para interiores, cuyo mínimo recomendado es de 200 lux para locales donde la gente permanece mucho tiempo y 750 lux para salas de lectura, siendo el nivel adecuado de 1.000 a 2.000 lux para lugares de trabajo, por encima de lo cual ya se considera como un grado de alta luxometría que se aplica a lugares donde se realizan tareas visuales finas.

Fig.10 La iluminación nocturna puede atraer la atención de los usuarios y dirigir sus visuales.

El alumbrado general o de fondo de un parque debería conllevar una iluminación mínima de 5 lux, desechando la recomendación minimalista de algún autor que ha recomendado de 1 a 2 lux para el fondo. No obstante, si existen zonas inmediatas con alto nivel luminoso, como son calles muy iluminadas, edificios oficiales o monumentales con potentes focos, o establecimientos comerciales con intensa iluminación de ornato, el ojo humano se acomodará a ese fondo luminoso, apareciendo más oscuro el campo cercano. En estos casos concretos será necesario suplementar el mínimo recomendado hasta alcanzar un 1/10 de la intensidad del fondo luminoso.

Algunos autores establecen 5-10 lux como intensidad mínima a lograr en paseos peatonales, senderos, etc., pero en general se considera que 201ux es el valor mínimo aconsejable para todas las zonas por donde circulan personas, incluyendo caminos, escaleras y cambios de nivel, debiéndose aumentar a unos 100 lux en los puntos importantes de confluencia de la red viaria del parque.

Los fondos decorativos y puntos compositivamente interesantes del jardín, constituidos por árboles, arbustos, macizos florales, cerramientos, setos, etc., requieren 20 a 100 lux para crear unas zonas visuales generales, siendo suficientes 30 lux en la mayoría de los casos, al tiempo que su iluminación debe ser diez veces más intensa que la del fondo. Es evidente que un oscuro ciprés necesitará un mayor nivel de alumbrado que un sauce, de color claro, para que en ambos casos se consigan luminancias equivalentes. La vegetación es en su conjunto bastante oscura y poco reflectante, debido a su color y a los numerosos huecos que existen entre las hojas. Se puede estimar un coeficiente de reflexión de entre un 10% y un 30%, lo que hace que las necesidades lumínicas sean elevadas, sobre todo si las comparamos con la iluminación urbana y de edificios.

Los objetos interesantes y los elementos que debemos destacar del fondo como más relevantes de la escena prevista deben disponer de 50 a 100 lux.

Para destacar suficientemente los elementos esculturales del jardín es suficiente con 35 lux si están realizadas con piedra blanca, mientras que si el material es granito o roca de color y reflectancia similar se requiere una iluminación de 150 lux.

Si el monumento es de gran tamaño, es aconsejable lograr una iluminación de fondo del mismo, con unos niveles mitad de los indicados y haciendo resaltar sus partes más importantes con iluminancia hasta diez veces mayor.

Las recomendaciones precisas para edificios y monumentos son:

a) Con los alrededores iluminados.

Superficies claras	150 lux.
Superficies medio claras	200 lux.
Superficies medio oscuras	300 lux.
Superficies oscuras	500 lux.

b) Con los alrededores oscuros.

Superficies claras	50 lux.
Superficies medio claras	100 lux.
Superficies medio oscuras	150 lux.
Superficies oscuras	200 lux.

Las zonas deportivas tendrán una intensidad luminosa en función de que la actividad realizada en ellas sea entrenamiento, competición de clubs o competición federativa. Para entrenamiento, los campos de fútbol, las piscinas, las canchas de tenis, los frontones y las canchas de baloncesto y balonvolea requieren 100 lux. Las instalaciones de club deben tener 200-

3001ux para frontón y tenis. Los aparcamientos requieren una iluminación de 10 a 20 lux.

Las calles y carreteras de acceso a un parque también tienen unos niveles de iluminancia recomendado. En las autopistas, autovías y carreteras nacionales se requiere una iluminancia media de 35 lux; en los cinturones de circunvalación, carreteras radiales y vías urbanas de tráfico rápido 30 lux; en las vías provinciales, comarcales y travesías de poblaciones, así como en las vías urbanas y calles comerciales 28 lux; en vías de unión de zonas residenciales y calles locales 25 lux, y en vías interiores de polígonos industriales 18 lux. En todos los casos la uniformidad global requerida es de140%, menos en el último caso, que se recomienda un 35%.

e.- MATERIALES Y MÉTODOS

e.1 Materiales y Software

Para poder analizar y posteriormente diseñar los esquemas de funcionamiento eléctrico externo e hidráulico se requirió la revisión de libros, planos, otros estudios relacionados y de páginas web, para lograr obtener los fundamentos suficientes que me permitan proceder al esbozo del sistema.

Enfocándome en los planos y características del Centro se procedió al diseño, utilizando materiales de oficina, software, computador portátil y de escritorio, así como instrumentos de medición que se aplicaron en el campo. Fue de gran ayuda estudios y análisis de otros trabajos de tesis.

Ha sido significativo el uso de programas informáticos dirigidos al cálculo de valores de variables necesarios para este proyecto, como son:

- AutoCAD.- Para diseño, trazo y dibujo de planos

- Pipe Flow Expert.- Es una potente aplicación diseñada para resolver redes de tubería complejas, y gracias a su interfaz se logró crear nuestra propia estructura de tubería.

- Ulysse.- Ayuda técnica para cálculo de variables en el diseño lumínico

e.2 Métodos

La metodología a utilizar, como ideal y única para realizar un diseño, es indeterminada; pues muchos métodos se complementan y relacionan entre sí. En el presente trabajo el método más usado es el método hipotético-deductivo ya que en él se plantea una hipótesis que se puede analizar deductiva o inductivamente y posteriormente comprobar en la ejecución del diseño, es decir que se busca que la parte teórica no pierda su sentido, por ello la teoría se relaciona posteriormente con la realidad. Como notamos una de las características de este método es que incluye otros métodos, el inductivo o el deductivo y el experimental, que también incluye la Observación Científica.

Precisamente vamos a partir de la Observación de la infraestructura que es motivo de Estudio; así, apoyados en los anexos 1 y 2, se hará una breve descripción del terreno y sus características.

El lugar está ubicado al sur del Área de Energía las Industrias y Recursos Naturales no Renovables, en el espacio entre este y oeste comprendido entre el Taller Mecánico y la vía que conduce a Malacatos; y de norte a sur entre la Avenida transversal de la vía a Malacatos y la toma de agua contigua al Jardín Botánico. El terreno es de relieve irregular; sin embargo en las proyecciones arquitectónicas se consigue encubrir esta característica, tal como lo apreciamos en el anexo 2.

e.2.1. Diseño eléctrico.

Establecer un procedimiento sistemático para diseñar un sistema de iluminación es bastante complejo, ya que cualquier proyecto puede tener diferentes puntos de factores y criterios a considerar.

Sin embargo, considerando algunos parámetros, se ha llegado al plano equivalente al correcto diseño, propuesto en la presente tesis.

e.2.1.1.Parámetros de diseño

- Objetivos

En primer lugar resulta imprescindible al realizar este diseño, tomar en cuenta y cumplir los objetivos planteados; y, según el plano arquitectónico (Anexo 1) saber qué es lo que se va a iluminar se ha determinado el tipo de iluminación que se va a emplear. Después se determina la aplicación necesaria, como veremos con el fin de obtener los cálculos requeridos

- Las demandas visuales

Son aquellas que se determinan a partir de una evaluación de las necesidades de ambientación. Por lo general se refiere a la apariencia de color del ambiente.

- La demanda estética

Se refiere a la posibilidad de poder destacar el área a iluminar (apariencia de objetos).

- Documentación

Por lo general, la mayoría de los datos necesarios para establecer un análisis del proyecto se obtuvo de la documentación técnica inmersa en los estudios civiles y arquitectónicos. Pero también depende del diseñador, realizar una inspección visual de la obra, ya que permitió completar y verificar los detalles y datos técnicos.

e.2.1.2. Cálculo de la iluminación

Un factor importante a considerar es el nivel mínimo de iluminación, para este proyecto se consideró la normativa de la International Commission on Illumination (comisión internacional en iluminación CIE) para zonas abiertas, con acceso al público, y, con alrededores obscuros. Para vías de circulación de uso habitual, las normas establecen un nivel mínimo de iluminación de entre 7,5 a 20 luxes. (Sandoval, 2008)

El cálculo del sistema de iluminación exterior para vías de circulación, considera la geometría y los parámetros mostrados en la Fig. 11. El método empleado fue el denominado método de factor de utilización, cuya finalidad es calcular la distancia de separación adecuada entre las luminarias tal que, garantice un nivel de iluminancia medio determinado.

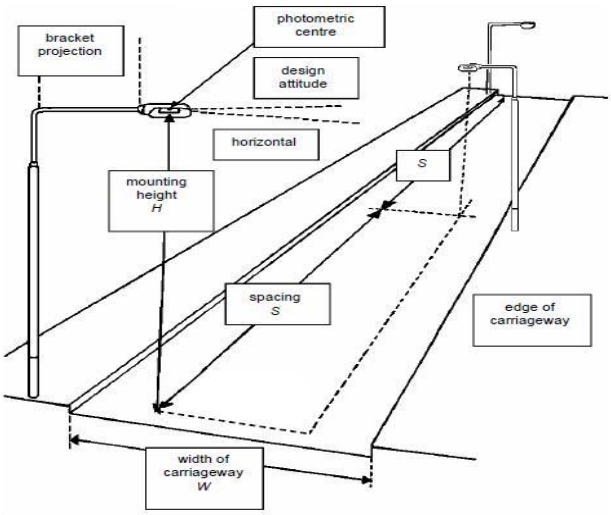


Fig. 11. Definición de términos usados en la iluminación de vías.

- Ancho de la vía (W).
- Altura de montaje (H). Cuanto mayor sea la altura del mástil, mayor potencia será necesaria para lograr la iluminación requerida, pero el resultado será más uniforme.
- Disposición de las luminarias. Los postes pueden estar colocados de un solo lado de la calle o de ambos, de forma escalonada o bilateral.
- Distancia entre luminarias (S). Cuanto más larga sea la distancia, menor será el nivel de iluminación, y. mayor la desigualdad en la misma.
- Tipo de lámpara. Estas pueden ser de tungsteno, tungsteno halógeno, o, de tipo LED.
- Tipo de luminaria.

Para efectos de cálculo, la vía se catalogó como tipo E con clase de alumbrado P1 (vías con tráfico mixto con presencia de peatones). Para este tipo de vías, la iluminación media requerida es de 20 luxes, y, la luminancia media es de 1 cd/m2.

Se seleccionó una disposición unilateral de las luminarias, con lámparas de flujo luminoso comprendido entre 3.000 y 10.000 lúmenes. La altura de montaje de las lámparas se fijó en 6 m de tal manera que, considerando un ancho de la vía estimado de 7 m, se cumpla la relación:

$$W_H < 1$$

Se consideró un factor de mantenimiento medio (f_m) igual a 0,75. Al trabajar con luminarias ornamentales con una descripción (CITEA MIDE de Schréder, con lámpara metal halide de 70 W, 240 V, IP 65), el coeficiente de depreciación se ubicó en 0,85h

El flujo luminoso útil, se calculó a partir de la ecuación (35):

$$\varphi_u = E_m S$$

dónde:

φ_u = Flujo luminoso útil (lm).

Para efectos de este proyecto, se determinó que el área a iluminar sea de 8,5 m x 30 m, es decir 255 m2. Con esto, la expresión anterior adoptó el valor de:

$$\varphi_u = 20\ (8.5 x 30)$$

$$\varphi_u = 5100\ lm$$

Obtenido el flujo luminoso útil, se calculó el flujo luminoso de la lámpara requerida, a través de la ecuación (33), con un factor de mantenimiento de 0,85:

$$\varphi_l = \frac{\varphi_u}{f_m C_d}$$

$$\varphi_l = \frac{5100}{0.85\ x 0.75}$$

$$\varphi_l = 8000\ lm$$

Sobre la base del flujo luminoso requerido en la lámpara, se seleccionó el uso de lámparas con la siguiente descripción CITEA MIDE de Schréder, con lámpara metal, cuyo flujo luminoso es de 9.707 lm. El factor de utilización de la lámpara se determinó a través de la ecuación (39):

$$\eta = \frac{\varphi_u}{\varphi_{lo}}$$

$$\eta = \frac{9707}{10000} \qquad \eta = 0.9707$$

La distancia de separación entre luminarias, se aproximó mediante la ecuación (40):

$$d = \frac{\varphi_l \eta f_m C_d}{E_m a}$$

$$d = \frac{9.707\ (0.97)0.85\ (0.75)}{20\ (8.5)}$$

$$d = 35\ m$$

e.2.1.3. Verificación de resultados obtenidos

Mediante la ecuación (36), se obtuvo la iluminancia media en la vía en el momento de puesta en marcha de la instalación:

$$E_m = \frac{\eta f_m \varphi_l}{Ad}$$

$$E_m = \frac{0.97\ (0.85)(9707)}{8.5(35)}$$

$$E_m = 26.9\,lux$$

La iluminancia media obtenida (26,9 lux) es mayor a lo establecido por la norma (20 lux), con lo que se garantiza la calidad de iluminación. La CIE establece los siguientes parámetros que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles recomendados por CIE

ILUMINANCIA	OBSERVACIÓN
0.2 LUX	Mínimo para seguridad de movimientos
5 LUX	Media para seguro reconocimiento facial
20 LUX	Alumbrado atractivo

La tabla 2, muestra los parámetros de calidad del sistema de iluminación. Los resultados muestran que en promedio la luminancia media es mayor a 1 cd/m2, que establece la norma.

Tabla 2. Datos de Eficiencia del sitema de iluminación

CÁLCULO	UNIDAD	MEDIA	MIN/MED	MIN/MAX
Carretera de 1 cal (01)	candela / m2	2.02	0.52	0.29
Carretera de 1 cal (02)	candela / m2	2.04	0.53	0.30
E Calzada	lux	22.60	0.39	0.19

Postes para vías

Como una solución óptima, para la iluminación de las vías de circulación, se optó por los postes de iluminación de 7 m de altura**,** que cumplen con los requerimientos necesarios establecidos para este tipo de proyecto.

Puntos de Iluminación

Las luminarias de alumbrado serán controladas y protegidas por medio de un tablero de control ubicado en el laboratorio de máquinas hidráulicas. Para determinar el consumo de kW/h que representa la instalación del circuito de iluminación se procedió a realizar los siguientes cálculos técnicos, considerando que se controlaran 31 luminarias de alumbrado de exteriores.

La descripción técnica de la luminaria a utilizar se la puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3.Descripción técnica de la Luminaria

Descripción de la luminaria						
Nombre	Numero de luminarias	Potencia (kW/h)	Tensión	Frecuencia (Hz)	Fp	Grado de protección
Schréder, halide	31	70	220	60	0.92	IP 65

e.2.1.4. Cálculo del conductor para luminarias.

En la tabla 4 se puede apreciar que el número de luminarias a colocar en este proyecto considerando que el número de luminarias presentes en el exterior del Centro es de 31 luminarias, las cuales operan a un nivel de tensión de 220 V y un factor de potencia de 0.92

Es de recalcar que para el control del encendido y apagado del circuito de iluminación exterior se utilizara Programador horario tipo electrónico TB-370 con contactor ABB 3P-A26-30/230V

Tabla 4. Número de luminarias recomendado

$P_T = \#lamp.P_{lum}$
$P_T = 31\ \ 70$
$P_T = 2170\,W$
Donde
 	
Pt= potencia total
#Lamp= Numero de lámparas
Plum= Potencia luminarias (kW)
	$I_{lam} = \frac{P_T}{V.\ \ Fp}$
	$I_{lam} = \frac{2170}{220\ \ \ 0.92}$
	$I_{lam} = 10.72\ \ Amp \rightarrow 15\,Amp$
	
	Ilamp= Intensidad
	V= nivel de tensión
	Fp= factor de potencia

Utilizando la intensidad obtenida (15 A), al aplicar las expresiones de cálculo correspondientes a este momento de cálculo, se selecciona según la tabla 5 que se presenta, el conductor de calibre 12AWG.

Tabla 5: Capacidades de corriente permisibles a través de conductores de cobre recubiertos con los tipos de aislamientos más utilizados, en Ampere.

Sección transversal del		Tipos de aislamientos:
mm^2	No. En	Goma tipo R, RU,
2.1	14	15
3.3	12	20
5.2	10	30
8.4	8	40
13.3	6	55
21.2	4	70
26.6	3	80
33.6	2	95
42.4	1	110
53.1	0	125
67.7	00	145
85.2	000	165
107.5	0000	195

e.2.1.5. Selección de la protección para el circuito de iluminación (Breaker).

Para seleccionar el breaker se multiplica la intensidad de corriente de las luminarias por un factor de seguridad 1.2 (CEN, 1999)

Luego se elige en la tabla 6 el inmediato superior al valor calculado.

$I_{break} = 1.2 I_{lam}$

$I_{break} = 1.2 \ \ 10.72$

$I_{break} = 12.86 \ Amp \rightarrow \ 15 Amp$

Dónde:

$\mathrm{I_{break}} = \text{Intensidad del breker}$

I= Intensidad de lámpara

1.2= Factor de seguridad

Según el resultado obtenido en este momento de cálculo, el valor de la protección a ubicar utilizando la tabla 6, es un breaker bipolar de 15 A.

Tabla 6: Valores de corriente de operación con que se fabrican las protecciones convencionales contra cortocircuitos de circuitos eléctricos, en ampare referencia

Fusibles	**Breakers**
10	10
15	15
20	20
25	30
30	40
35	50
40	70
45	100
50	125
60	150
70	175
80	200
90	225
100	250
110	300

Fusibles	**Breakers**
125	350
150	400
175	500
200	600
225	700
250	800
300	
400	
450	
500	
600	
800	
1000	
1200	
1600	

Pozos y Zanjas

Se utilizó la normativa establecida por la EERSSA en lo referente al aspecto constructivo para pozos de baja tensión.

e.2.2. Diseño Hidráulico

e.2.2.1. Descripción.

El circuito hidráulico que abastecerá principalmente al Laboratorio de Máquinas Hidráulicas, tiene su origen con la captación en la quebrada "Los Nogales", que tiene su cauce adjunto al Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Loja, esto es en la vía a Malacatos. Desde dicha captación se llevará el recurso hídrico por una red de tubería hasta el tanque reservorio.

El objeto principal de diseñar dicha red es dimensionar la tubería, así como el tiempo de llenado del tanque adjunto al laboratorio de máquinas hidráulicas.

El caudal suministrado de la quebrada, medido a través del método gravimétrico, es:

$Q = 0.0013\ m^3/s$

e.2.2.2. Cálculo del Tiempo de llenado del Tanque

Para el cálculo del tiempo de llenado, se inicia por determinar el volumen del tanque:

Del plano hidráulico (Anexo 2), se constata que el área del tanque es de 68.1226 m^2. Así mismo el tanque tiene una profundidad de 1.4 m. Por tanto el volumen de llenado es de:

$$Vt = A \times h$$

, donde

Vt = Volumen del Tanque

A = Área de llenado del tanque

h = Altura del Tanque

$$Vt = 68.1226\ m^2 \times 1.4\,m$$

$$Vt = 95.372\ m^2$$

Por otro lado a partir de la fórmula del Caudal Q:

$$Q = \frac{Vt}{t}$$

Donde, t representa el tiempo, despejando se obtiene:

$$t = \frac{Vt}{Q} = \frac{95.372\ m^3}{0.0013\ m^3/s}$$

$$t = 73363.15\ s = 20.4\,horas$$

En conclusión el tanque se llenaría en un tiempo de 20. 4 horas.

e.2.2.3. Cálculo de la tubería.

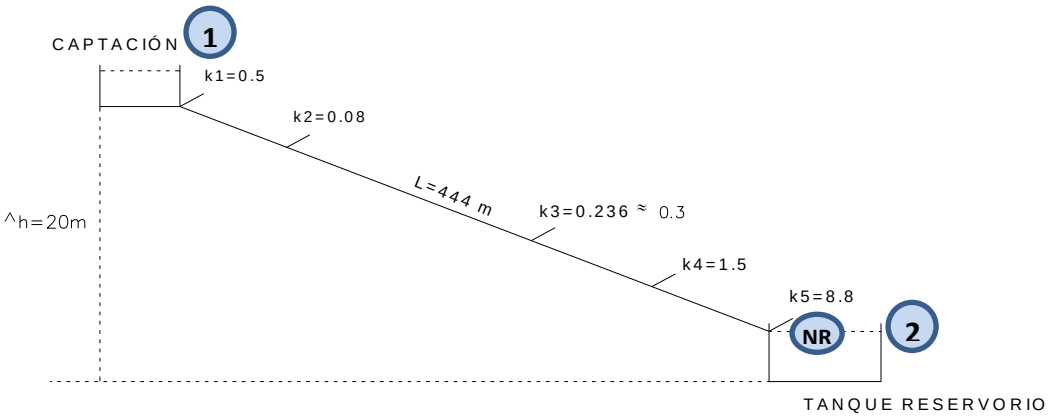


Fig. 12 Esquematización de la Red Hidráulica

En la Fig. 12 observamos el diagrama hidráulico de la red, en donde se estima como nivel de referencia NR = 0m el punto de entrada en el tanque de almacenamiento; así como los coeficientes k de los accesorios del trayecto de la tubería, calculados y establecidos a partir de (Mataix, 1986), así:

Tabla 14. Resumen de valores de pérdidas k

Nº	Accesorio	Coeficiente k
k1	SALIDA BRUSCA desde CAPTACION A TUBERÍA	0.5
k2	UNIÓN ENSANCHADORA ROSCADA	0.08
k3	CODO ANGULAR DE 45º	0.236
k4	T (Te)	1.5
k5	VÁLVULA A LA ENTRADA AL TANQUE	8.8

También se determinó la longitud total desde tanque de almacenamiento hasta punto de captación = 444 m

Ahora, aplicando la ecuación de Bernoulli (Ec. 23) entre puntos 1 y 2, tenemos:

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{\upsilon_2^2}{2g} + h_f$$

Cómo con *P* nos referimos a presión relativa abierta a la atmósfera, tanto en 1 como en 2, tenemos que *P = 0*

υ_1 y υ_2 representan la toma de agua y la descarga en el tanque, respectivamente, valores que aproximadamente son 0.

La altura z_2, es el NR igual a 0;

La altura z_1, es Λh igual a 20 m

Por lo que la ecuación de Bernoulli simplificada quedaría:

$$z_1 = h_f = 20\ m$$

Ecuación de h_f

h_f representa las pérdidas totales de la instalación:

$h_f = h_{fp} + h_{fs}$

Pérdidas primarias o por fricción h_{fp}, según Ec. 20

$$h_{fp} = \lambda \frac{L}{D} \frac{\upsilon^2}{2g}$$; Pero según Ec. 15

$Q = \upsilon \cdot A$; además :

$A = \frac{\pi D^2}{4}$; entonces:

$\upsilon = \frac{4Q}{\pi D^2}$ por lo tanto se puede expresar :

$$h_{fp} = \frac{\lambda}{D}\frac{L}{2g}\left(\frac{4Q}{\pi D^2}\right)^2 = \lambda L \frac{8Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

$$h_{fp} = \lambda L \frac{8Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

Pérdidas secundarias o locales h_{fs}, según Ec. 22

$$h_{fs} = \Sigma k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{fs} = \Sigma k \frac{8Q^2}{\pi^2 g D^4}$$

Σk , se obtiene a partir de la tabla 14:

$\Sigma K = K1 + K2 + K3 + K4 + K5$

$\Sigma K = 0.5 + 5.92 + 0.3 + 1.5 + 8.8$

$\Sigma K = 17.02$

Reemplazando las ecuaciones de las pérdidas primarias y secundarias en la ecuación de Pérdidas Totales h_f:

$h_f = h_{fp} + h_{fs}$

$$hf = \lambda L \frac{8Q^2}{\pi^2 g D^5} + \Sigma k \frac{8Q^2}{\pi^2 g D^4}$$

$$20 = \lambda (444) \frac{8(0.0013)^2}{\pi^2 (9.81) D^5} + 17.02 \frac{(8)(0.0013)^2}{\pi^2 (9.81) D^4}$$

$$20 = 6.2x10^{-5}\frac{\lambda}{D^5} + \frac{2.4x10^{-6}}{D^4}$$ (Ecuación a.)

Según Ec. 12

$$Re = \frac{\upsilon D}{\nu}$$

$$Re = \frac{4QD}{\pi D^2 \nu}$$

$$Re = \frac{4Q}{\pi D \nu}$$ (Ecuación b.)

La rugosidad absoluta del PVC (Material estandarizado para tuberías en nuestro medio), según el anexo 5, es:

ε = 0.0015 mm; pero

$\varepsilon_r = \varepsilon/D$ (Ecuación c.)

Resolución por Iteraciones:

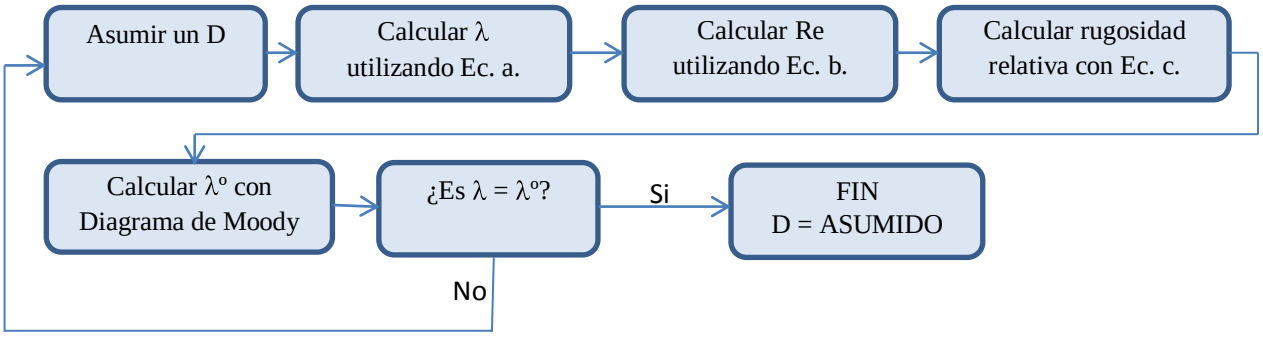


Tabla 15. Resultados de Iteraciones

D (m)	λ	Re	εr	λº	λ=λº
0.0762	0.826	19071	2x10-5	0.0235	NO
0.0508	0.107	28606	3x10-5	0.024	NO
0.0254	0.0024	57213	6x10-5	0.021	NO
0.0381	0.024	38142	4x10-5	0.024	SI

Por tanto, en primera instancia acogemos el valor de diámetro arrojado por este método, el mismo que es de 0.0381 m, o sea 1 pulgada y media (1.5''), este diámetro sería el elegido siempre y cuando el caudal

permanezca constante y el flujo dentro de la tubería no se altere, sin embargo prediciendo el aumento considerable del caudal en la quebrada los Nogales especialmente en épocas lluviosas, además de aprovechar al máximo el recurso hídrico para épocas de estiaje; y por otro lado, por motivos de seguridad, precautelando el funcionamiento de la red, se sugiere acoger un diámetro doble del calculado, es decir uno de 6 pulgadas.

e.2.2.4. Cálculo de la velocidad de flujo.

Para el caudal normal de 0.0013 m^3/s, y despejando velocidad de la ecuación 15 y reemplazando el área transversal de la tubería:

$$\upsilon = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4(0.0013)}{\pi(0.0762)^2}$$

$$\upsilon = 0.3\ m/s$$

Según (Mott, 2006) se establece una velocidad máxima de circulación de 2.5 m/s que es mayor al valor obtenido en el diseño de 0.3 m/s, por lo cual las condiciones de funcionamiento son normales.

e.2.2.5. Cálculo de Presión a la entrada de tanque reservorio

El objetivo de éste cálculo es evidenciar la presión originada en el tramo final de la tubería, para contrastar si ésta presión sobrepasa el límite máximo admisible de la tubería.

La presión admisible obtenida de datos de placa de la tubería instalada es de

$$p_{adm} = 1.25\ MPa = 127.5\ mca$$

Según Ec.22, el valor de pérdidas locales: donde $\zeta_{loc.} = \Sigma K$

$$h_{fs} = \zeta_{loc.} \frac{\upsilon^2}{2g}$$

$$h_{fs} = 17.02 \frac{\upsilon^2}{2g}$$

$$h_{fs} = 17.02 \frac{(0.3 \quad m/s)^2}{2(9.81 m/s)}$$

$$h_{fs} = 0.0781 \quad m$$

Ahora establecemos el valor de pérdidas por fricción: Según Ec. 20

$$h_{fp} = \lambda \frac{L}{D} \frac{\upsilon^2}{2g}$$

En donde, para conocer el valor del coeficiente de fricción λ primeramente debemos establecer el número de Reynolds que, según Ec. 12 viene dado por:

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

según el anexo 8 es: $\nu = 1.139 \times 10^{-6}$ m^2/s

$$Re = \frac{(0.3 m/s)(0.0762 \quad m)}{(1.139)10^{-6} m^2/s}$$

$$Re = 2x10^4$$

En segundo lugar, para determinar λ, necesitamos la relación entre el valor de rugosidad absoluta K y el diámetro:

$$\varepsilon_r = \varepsilon/D$$

donde:

$\varepsilon = 0.0015$ Anexo 5

$$\varepsilon_r = \frac{0.0015 \quad mm}{762 \quad mm}$$

$$\varepsilon_r = 1.96 \ x10^{-5}$$

$$\varepsilon_r = 0.0000196$$

Por tanto el coeficiente de fricción, según anexo 6 y 7 de Diagrama de Moody es:

= 0.023

Ahora si procedemos a calcular el valor de las pérdidas por rozamiento o fricción:

$$h_{fp} = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{fp.} = (0.023) \frac{444m \quad (0.3m/s)^2}{0.0762 \quad m \ (2x9.81 \quad m/s^2)}$$

$$h_{fp} = 0.615 \quad m$$

Por tanto las pérdidas totales en la instalación incluidas las primarias y secundarias son:

$h_f = h_{fp} + h_{fs}$

$h_f = 0.615 + 0.0781$

$h_f = 0.6931$ m

A partir de la figura 12 se aplica Bernoulli, con la única diferencia que el punto 2 se encuentra dentro de la tubería en el tramo final de descarga.

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{\upsilon_2^2}{2g} + h_f$$

Cómo P_1 se refiere a presión relativa abierta a la atmósfera, entonces *igual a 0*

P_2 es el valor de la presión a calcular (no se elimina ya que está dentro de la tubería, tramo final)

υ_1 representan la toma de agua que aproximadamente es igual a 0.

υ_2 representa la velocidad de circulación dentro de la tubería

La altura z_2, es el NR igual a 0;

La altura z_1, es Λh igual a 20 m

Por tanto la ecuación resultante de Bernoulli quedaría:

$$z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\upsilon_2^{\ 2}}{2g} + h_f$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = z_1 - \frac{\upsilon_2^{\ 2}}{2g} - h_f$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 20 - \frac{0.3^2}{2x9.81} - 0.6931$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 19.3\,mca < 127.5\,mca = p_{adm}$$

La presión calculada es inferior a la admisible por tanto la tubería trabajará en condiciones normales.

f.- RESULTADOS

- Los planos correspondientes al diseño propiamente dicho, tanto eléctrico como hidráulico; así como la Memoria Técnica Descriptiva (Anexo 3) requerida en la actualidad por la Empresa Eléctrica Regional del Sur para la ejecución de la construcción eléctrica.

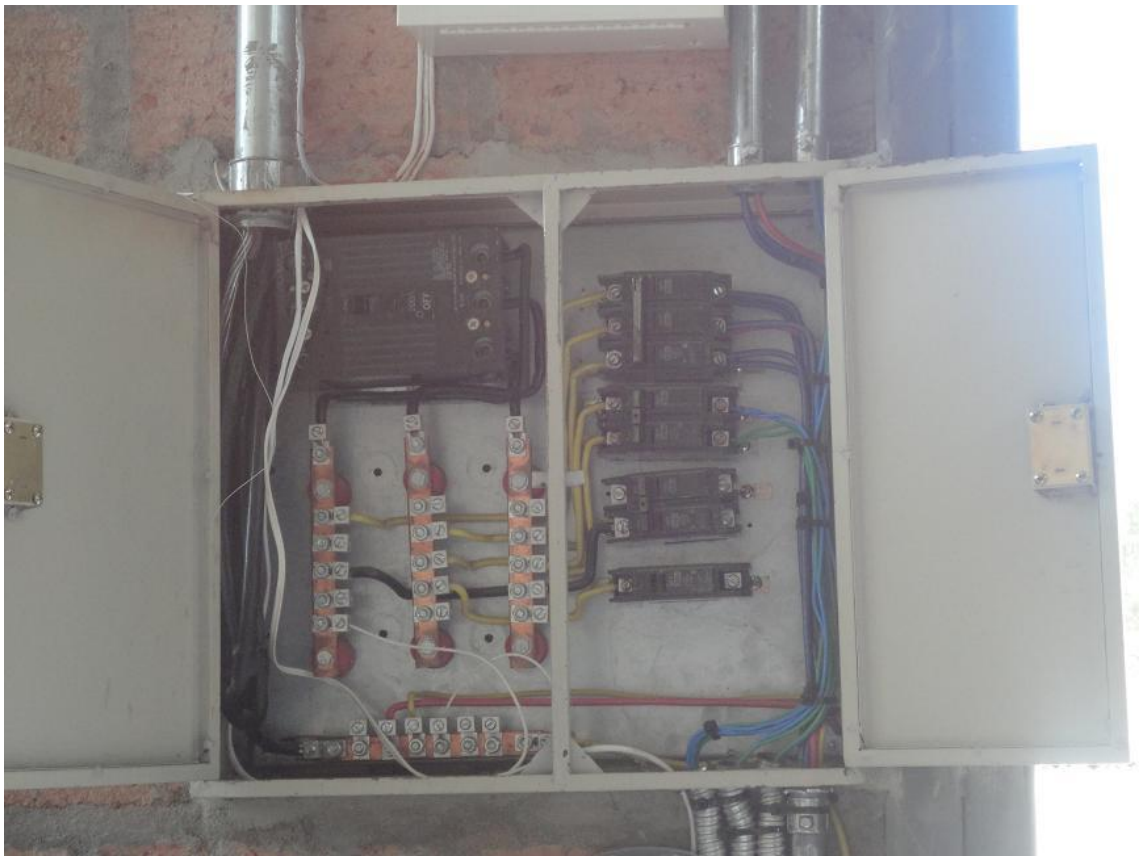
- La adopción del presente diseño hidráulico por parte de la Universidad Nacional de Loja, mediante el cual se ha conseguido iniciar la construcción de la red de agua, la misma que se compone de:

  - Captación en la quebrada "Los Nogales" e inicio del circuito hidráulico en esta toma:

- Red de tuberías subterráneas de 3 pulgadas de diámetro, que consta de 74 tubos de PVC acoplados y equipados con sus respectivos accesorios descritos anteriormente.

- Obtención de un fluido de agua capaz de llenar el tanque reservorio en un tiempo de 20.4 horas, para posteriormente abastecer al laboratorio de máquinas hidráulicas.

- Instalación de una caja de breakers precedida de su respectiva acometida trifásica, que alimentará a las diversas máquinas hidráulicas y demás aplicaciones que requieran para su funcionamiento energía eléctrica, ya sea monofásica, bifásica o trifásica. La selección de los breakers se realizó tomando en cuenta las especificaciones en los datos de placa de algunos de los equipos que van instalados en el Laboratorio, así:
  - 1 Toma trifásica con un breaker de 50 Amperios
  - 2 Tomas bifásicas para instalación de equipos con breakers de 50 y 100 Amperios
  - 1 Toma monofásica para aplicaciones con breaker de 20 Amperios



NetworX NX-4

- Acometida con especificaciones técnicas dadas por la Empresa Eléctrica, misma que fue acogida desde Transformador Trifásico existente de 75 KVA, Nº 1466 que abastece al Taller Mecánico y cuyo medidor es el Nº 100305

g.- DISCUSIÓN

Es conocido por todos que la energía hidráulica se basa en aprovechar el movimiento del agua para hacer funcionar cientos de aplicaciones, mientras que la energía eléctrica tiene como principal objeto dar vida a los innumerables inventos del hombre

Desde este punto de vista nos planteamos la interrogante ¿hasta qué punto se debe asumir los resultados de un cálculo o de un problema, como definitivos?, y es que para un estudio o diseño siempre habrá un margen que estamos obligados a tomar en cuenta, ya sea por disponibilidad de los recursos materiales en el mercado, por costo de financiamiento en el desarrollo de un proyecto, por seguridad personal o industrial o por cualquier otro motivo que haga respaldar de manera profesional un sobredimensionamiento.

En el presente trabajo de Tesis nos encontramos frente a una situación que propicia un análisis de esta naturaleza, y es el referente al diseño de la red hidráulica, específicamente relacionado al resultado del diámetro de la tubería; ya que, un valor es el arrojado por los cálculos tomando en cuenta los valores nominales de las variables inmersas en la red, y otro es el valor asumido o sugerido para ser tomado en cuenta como el diámetro práctico al momento de la construcción e instalación de la obra.

Sin duda, como en toda decisión técnica ingenieril, habrán ventajas y desventajas de tomar una decisión de esta magnitud, ya que si bien es cierto la parte técnica tiende a imponerse sobre la parte logística, no es desconocido que esta última es la que permite ejecutar y poner en funcionamiento un proyecto.

El valor del diámetro de la tubería a instalarse, según los cálculos técnicos es de 1.5 pulgadas, dato que resulta por demás justificado y sustentable siempre y cuando no cambien otras variables resumidas en el valor del caudal generado por la cantidad de agua en la quebrada “Los Nogales”; por lo tanto no habría necesidad de acrecentar un presupuesto inicial ya que es obvio que una tubería de 2 pulgadas es de menor costo que otra de un diámetro superior; sin embargo el valor asumido

para efectos de construcción es de 3 pulgadas, es decir el doble del generado inicialmente, ya que por factores pluviales el aforo de la quebrada no será siempre el mismo.

La gran oportunidad que nace con el hecho de tener una crecentada en la quebrada "Los Nogales" es la de principalmente, con un mayor diámetro en la tubería aprovechar el excedente del recurso hídrico y favorecer el llenado del tanque para los días de escases de lluvias, con lo cual se garantizará además de los requerimientos del laboratorio de maquinaria hidráulica, otras necesidades como contribuir en el proceso de riego en los sistemas agrícolas adjuntos a nuestra Área.

El dimensionamiento de la tubería también garantiza que la presión generada durante el flujo de agua en el tramo final del conducto, esté dentro de los parámetros de la presión admisible de la tubería dada por el fabricante.

El tanque tiene un área efectiva de planta de 68.1226 m^2, y una altura de 1.4 m, con lo cual el tanque puede almacenar 95.372 m^3 de agua, recurso que se servirá de abastecimiento, por un lado para las prácticas estudiantiles sobre maquinaria hidráulica, y por otro para sistemas de riego.

En cuanto al diseño eléctrico, mediante la Normalización Técnica de la Empresa Eléctrica Regional del Sur SA, permitió definir las características para la instalación de la acometida eléctrica trifásica que abastece al laboratorio de maquinaria hidráulica.

Respecto al circuito eléctrico interno del laboratorio, en lo que concierne a la selección de breakers, ésta se determinó como proyección a las necesidades de las máquinas y bancos de pruebas que posteriormente serán emplazados en dicho laboratorio.

Es decir, al momento aún no se tiene un registro pleno de la cantidad de bancos que van a ir ubicados, por ello se realizó una posible proyección de la carga a ser instalada, cuyos datos fueron proporcionados por los responsables del laboratorio.

En conclusión la caja de breakers quedó instalada conforme se indica en el diagrama unifilar (Anexo 10)

h.- CONCLUSIONES

- Se ha diseñado la red hidráulica para un caudal de 0.0013 m3/s, captado a partir del flujo que se dispone en la quebrada “Los Nogales”, en dicha red se incluyen accesorios y tubería que ocasionaran pérdidas hidráulicas de 0.6931 mca.

- Debido a condiciones climatológicas se instaló tubería de 3’’ de diámetro, para garantizar el aprovechamiento del recurso hídrico, sin que esta sobre proyección altere el normal y eficiente funcionamiento de la red hidráulica, sin embargo para condiciones normales de un caudal de 0.0013 m^3/s, según los cálculos se justifica una tubería PVC de 1.5” de diámetro.

- El tanque garantiza un volumen de 95.372 m^3 de agua, cuyo recurso hídrico se abastece desde la quebrada, siendo el tiempo de llenado de 20. 4 horas para un caudal de 0.0013 m^3/s, sien embargo este tiempo puede disminuir para las épocas lluviosas.

- Se diseñó una Memoria Técnica Descriptiva con los respectivos planos eléctricos que permite la instalación y puesta en marcha del circuito eléctrico

- En base al estudio eléctrico y atendiendo las necesidades del Laboratorio de máquinas hidráulicas, se instaló la acometida y caja de breakers trifásica, que garantiza la instalación y posterior funcionamiento de equipos trifásicos, bifásicos y monofásicos asentados en dicho Laboratorio.

i.- RECOMENDACIONES

Gracias a la experiencia obtenida en el presente trabajo y con el objeto de conseguir un permanente progreso en todo ámbito se recomienda:

- Realizar un exhaustivo y permanente trabajo de mantenimiento a la red hidráulica, conformada por todos sus elementos, para evitar principalmente obstrucciones o fugas del fluido.

- Debido a que la caja de breakers se determinó a partir de una carga proyectada, se recomienda tener precaución al momento de instalar un equipo o banco de pruebas, verificando su placa y que esté acorde a las prestaciones del circuito eléctrico del laboratorio.

- Realizar un plan de manejo del recurso hídrico almacenado en el tanque, para efectivizar al máximo su recolección y no se vea afectada por mal uso o exagerados tiempos de almacenamiento.

- Realizar un plan de mantenimiento al tanque para contrarrestar los sedimentos o suciedades que caen en la superficie, ya que al estar expuesta al ambiente está sujeta a estos problemas.

- Realizar un aislamiento del tanque de manera que garantice seguridad al caminar cerca de él y evitar posibles caídas del personal que labora en dicho centro.

j.- BIBLIOGRAFÍA.

- Libros:

ALVARADO, José y ROMERO, Edgar. 2009. *Energías Renovables.* Bogotá : CEAC, 2009.

CARRIÓN, Carlos. 2008. *Máquinas eléctricas.* México : Mc Graw-Hill, 2008.

CEN. 1999. *Comite Europeo de Normas Estandarizadas.* 1999.

Gibson, A H. 1912. *LA HIDRÁULICA Y SUS APLICACIONES.* Londres : London, A. Constable & Co., ltd., 1912.

Mataix, Claudio. 1986. *MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRÁULICAS.* Madrid : Ediciones del Castillo S.A., 1986.

Mott, Roberth. 2006. *Mecánica de Fluidos.* 2006.

Nekrasov B. 1968. *Hidráulica.* Moscú : Editorial MIR, 1968. II Ed..

RAMÍREZ, Patricio. 2012. *Transferencia de Calor.* Loja : UNL, 2012.

Sandoval, J. 2008. *Iluminación de Espacios públicos y privados.* Buenos Aires : s.n., 2008.

Street J. K.- VennarR. L. 1993. *Elementos de Mecánica de Fluidos.* México : CECSA, 1993. III Ed..

- Sitios Web

Tiravanti, ING, CIP Eduardo. Conceptos Basicos de iluminacion y ahorro de Energia. [En línea] [Citado el: 01 de Abril de 2010.] http://www.meissa.com.mx/docs/Conceptos_basicos_de_iluminacion_y_ahorro_de_energia.pdf.

k. ANEXOS

ANEXO 1.

PLANO DE DISEÑO ELÉCTRICO AutoCAD

ANEXO 2.

PLANO DE DISEÑO HIDRÁULICO AutoCAD

ANEXO 3.

MEMORIA DESCRIPTIVA DISEÑO ELÉCTRICO

CENTRO DE ENERGÌAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA U.N.L.

MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA

1. DATOS GENERALES

1.1. PROYECTO: Alumbrado exterior del Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la U.N.L.

1.2. UBICACIÓN: Ciudadela Universitaria

1.3. PROPIETARIO: Universidad Nacional de Loja

1.4. DISEÑO: Egdo. Holger Jumbo Ramírez

1.5. FECHA: 30 de Noviembre 2010

2. ANTECEDENTES.

La Universidad Nacional de Loja, ha previsto dentro de la planificación de obras para el presente año, la construcción de un Centro de Investigación de energías Renovables y Eficiencia Energética, para la cual se requiere del estudio eléctrico, que incluye la iluminación exterior del centro de investigación, taller de mantenimiento, y los talleres de equipos hidráulicos de caudal y salto.

Con la finalidad de dotar del servicio de energía eléctrica e iluminación Centro de Investigación se ha elaborado el presente estudio conforme a las regulaciones y Normas de la EERSSA.

3. ILUMINACIÓN EXTERIOR DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ZONAS DE TALLER DE MANTENIMIENTO Y TALLERES DE EQUIPOS HIDRÁULICOS DE CAUDAL Y SALTO.

La instalación se realizará en forma subterránea con la utilización de pozos de revisión tipo "D" divididos en tres circuitos; para esta área se ha considerado 33 luminarias ubicadas conforme se indica en el plano, y que se empleará un control de alumbrado ubicado en la pared exterior del Taller de Mantenimiento, y además se empleará fotocélulas independientes para cada circuito conforme se indica en el plano. En este sector se ha considerado la iluminación con 33 luminarias de 70 W/220V con conductor 2x#10-AWG-UF, y además un circuito de 6 tomacorrientes, los mismos que serán alimentados desde el Tablero de distribución secundario (TDS1).

4. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.

De acuerdo al análisis realizado en el cuadro de distribución de fases en los anexos del proyecto se tiene:

FASE A: 1 139W.

FASE B: 539W.

FASE C: 539W.

Además, hemos considerado, un factor de coincidencia entre fases de 0,7, por tanto,

DMp = (FASE A + FASE B+ FASEC) X 0,7 = 2 217 W.

Tomando un factor de potencia de 0,92 para la carga se tiene,

DEMANDA MÁXIMA = 2 217/ (0,92 * 1000) = 1,69 [KVA]

Por lo tanto la demanda máxima necesaria para la iluminación y el circuito de tomacorrientes es de 1,69 [KVA]

5. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS

Las luminarias a utilizar serán de TIPO ORNAMENTALES (RUBI+IOTA), de 75W. /240V.; Hermeticidad bloque óptico: IP 66 (*), Hermeticidad compartimento de auxiliares: IP 66 (*); resistencia a los impactos: IK 08 (**); resistencia aerodinámica (CxS): 0,08 m2, tensión nominal: 220/230V – 50/60Hz; Clase eléctrica: I (*); peso (vacío): 7,1 kg.

(*) Según IEC - EN 60598

(**) Según IEC - EN 62262

Con poste de 6 metros, de acero con metal galvanizado, y luego plástico correado en el exterior, con su cubierta resistente a golpes, apta para parques.

6. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

El transformador que alimenta al contador de energía número 32529, es de 75 KVA (Número de Transformador. 1466) de propiedad de la Universidad, el mismo que esta montado en un poste 11R ubicado en el interior de predio universitario.

7. MEDICIÓN

Para la medición de energía se ha previsto, que la instalación será conectada del contador de energía trifásico con número 32529, propiedad de la Universidad Nacional de Loja,

8. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS.

8.1 CANALIZACIÓN.

La canalización del control de alumbrado será subterránea y se canalizarán en tubería EMT de 1 ½" por el poste y en tubería PVC de 3/4" y 1" de diámetro en el interior del predio según las necesidades. Las zangas y pozos de revisión se realizarán conforme se indica en el plano y se construirán de acuerdo al plano de detalles de la canalización para parques de las normas de la EERSSA y que se adjunta en los planos. Al píe de cada luminaria se construirá un pozo de revisión.

8.2 POZOS DE REVISION Y DUCTOS PARA CABLES.

Los pozos de revisión, así como las zanjas y ductos, seguirán estrictamente las normas recomendadas por la EERSSA. Los detalles se aprecian en las láminas de los planos respectivos.

8.3 EMPALMES Y CONEXIONES.

Los empalmes de los conductores para la conexión desde el circuito alimentador hasta la luminaria se realizarán en los pozos de revisión con conectores perno hendido rango # 14-8 protegidos con cintas 3M: autofundente # 23 y de vinilo # 33.

Para la conexión desde el pozo de revisión hasta el equipo de la luminaria se utilizará conductor concéntrico tipo ST-THHN 2x12 AWG que irá por la parte interior del tubo.

9. PUESTA A TIERRA

Con la intención de evitar descargas eléctricas riesgosas y llevar al mínimo la diferencia de potencial entre el neutro y la tierra se ha previsto instalar una varilla copperweld 5/8" de diámetro y 1.8 m. de longitud como puesta a tierra, enterrada 50 cm. bajo el piso, justo debajo del sitio donde se ubica el tablero Principal y de Medición y a finales de circuitos, mediante conductor de cobre, forrado, cableado, calibre # 4 AWG. Cabe indicar que la resistencia deberá ser menor a o igual 10 ohmios.

Holger Jumbo			Universidad Nacional de Loja			ANEXO	1
			PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA CALIFICADA			HOJA No.	1 DE 1
			Paseo eolico			FECHA	Julio 1, 2010
#	CANT.	RUBRO		DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	UNIDAD	P. TOTAL
1	40	Instalación de Acometida Principal		TTU #6	3,00	US$/Metr	120,00
2	33	Instalación de luminaria ornamental tipo G		150-70W	26,00	$/Tier	858,00
3	464	Instalación de acometida subterránea par		2#8TTU (8) Cu TH	1,00	US$/Metr	464,00
	33	Ereccion de poste de 6m metalico			20,00	U	660,00
4	4	Instalación de puesta a tierra		Tierra	8,30	$/Punto	33,20
			TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				**2.135,20**

Holger Jumbo		Universidad Nacional de Loja			ANEXO	3
		MANO DE OBRA NO CALIFICADA			HOJA No	1 DE 1
		Paseo eolico			FECHA	Julio 1, 2010
TEM	**CANT.**	**DESCRIPCIÓN**		**P. UNITARIO**	**UNIDAD**	**P. TOTAL**
1	41,76	Excavación de zanja, pozos y bases	Terreno normal	4,38	US$/m³	182,91
2	41,76	Tendido de Tubería y Relleno	Terreno normal	2,27	US$/m³	94,80
3	33	Base de zapata metalica para tubo poste	Terreno normal	35,00	US$/unid	1.155,00
		TOTAL MANO DE OBRA NO CALIFICADA				**1.432,70**

Holger Jumbo		PRESUPUESTO		ANEXO	3
		GENERAL DE OBRA		HOJA No	1 DE 1
		Paseo eolico		FECHA	Julio 1, 2010
1	TOTAL PRESUPUESTO DE MATERIALES: US$				32.727,73
2	TOTAL PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA CALIFICADA: US$				2.135,20
3	TOTAL PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA NO CALIFICADA: US$				1.432,70
4	TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES: US$				327,28
			TOTAL COSTOS DIRECTOS		**36.622,91**
5	ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN TÉCNICA 10%				3.662,29
6	IMPREVISTOS 5%				1.831,15
7	UTILIDADES 10%				2.563,60
			TOTAL COSTOS INDIRECTOS		**8.057,04**
		SUBTOTAL DE LA OBRA: US$			**44.679,95**
		IVA 12%: US$			**5.361,59**
		VALOR TOTAL DE LA OBRA: US$			**50.041,54**

Holger Jumbo	Universidad Nacional de Loja PRESUPUESTO DE MATERIALES Paseo eolico	ANEXO 2 HOJA No. 1 DE 1 FECHA Nov-08

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	P. TOTAL US$
1	42	Conductor de cobre tipo TTU, aislado para 2000 V, con aislamiento de polietileno natural y chaqueta de PVC, calibre # 6 AWG	2,47	103,698
2	520	Conductor de cobre tipo UF, aislado para 2000 V, con aislamiento de polietileno natural y chaqueta de PVC, calibre #2x10 AWG	1,69	876,72
3	418	Conductor de cobre, tipo THHN, aislado para 600 V, con aislamiento de PVC, calibre # 14	0,34	140,45
4	5	Metros de conductor de Cu desnudo # 4 AWG - cableado	3,20	15,99
5	33	Luminaria ornamental similar a tipo CITEA MIDE de Schréder, con lámpara metal halide de	870,00	28.710,00
6	1	Programador horario tipo electrónico TB-370 con contactor ABB 3P-A26-30/230V	91,45	91,45
7	3	Interruptor termomagnético tipo sobrepuesto, de 10 A, 2 polos, con capacidad de corte de	15,00	45,00
8	3	Interruptor termomagnético tipo sobrepuesto, de 10 A, 1 polos, con capacidad de corte de	15,00	45,00
9	1	Interruptor termomagnético tipo empotrable, de 10 A, 3 polos, con capacidad de corte de	40,00	40,00
10	1	Tablero de Distribución trifásico	45,00	45,00
11	41	Material para Pozo de revisión tipo D	45,00	1.845,00
12	2	Hebilla Eriband de 3/4"	0,65	1,30
13	1	Metros de cinta Eriband de 3/4"	2,11	2,11
14	2	Tubo metálico tipo EMT, de 1 1/4" x 3 m.	10,02	20,04
15	2	Unión metálica tipo EMT, de 1 1/4".	1,20	2,40
16	1	Conector metálica tipo EMT, de 1 1/4".	1,30	1,30
17	1	Reversible tipo EMT, de 1 1/4".	6,00	6,00
18	1	Codo reversible metálico tipo EMT, de 1 1/4"	3,90	3,90
19	4	Varilla coperweld 5/8"x1.8 m con conector	8,16	32,64
20	16	Tubería de polietileno PVC de 1,5"	1,20	19,20
21	147	Tubería de polietileno PVC de 1"	0,35	51,45
22	301	Tubería de polietileno PVC de 3/4"	0,30	90,39
23	1	Relé-contactor 30A-2P con base para fotocélula	45,00	45,00
24	1	Fotocelula normalmente cerrada. 110/220 V, 1000 VA, 10 A.	7,69	7,69
25	20	Cinta de caucho aislante eléctrico y contra la humedad (autofundente) #23 -3M	7,50	150,00
26	20	Cinta aislante super 33+ de 3M	1,55	31,00
27	62	Conector perno hendido Cu-Al 10-4AWG similer BURDNY KSU20	2,50	155,00
28	1	Materiales menores	150,00	150,00
		TOTAL PRESUPUESTO DE MATERIALES: US$		**32.727,73**

ANEXO 4.

Nº de diámetros (L/D) y coeficientes K para diferentes accesorios

Accesorios			**Diámetro nominal** (en pulgadas)											
			1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24
		L/D	**Valores de K**											
Válv.de compuerta(abierta)		8	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.1	0.1
Válv.de globo(abierta)		340	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4	4.1
Válv.de retención horizontal(check)		100	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2
Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)		50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.75	0.7	0.65	0.6
Válv.de pie de disco(de huso)con colador		420	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	8.0	7.6	7.1	6.3	5.9	5.5	5.0
Válv.de pie de disco con bisagra		75	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9
Codos estándar	90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	45°	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	90° radio largo	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	180°	50	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.9	0.85	0.75	0.7	0.65	0.6
Curvas de 90°		20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24
T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada)		20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24
T en línea (con circulación por derivación)		60	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.9	0.84	0.78	0.72

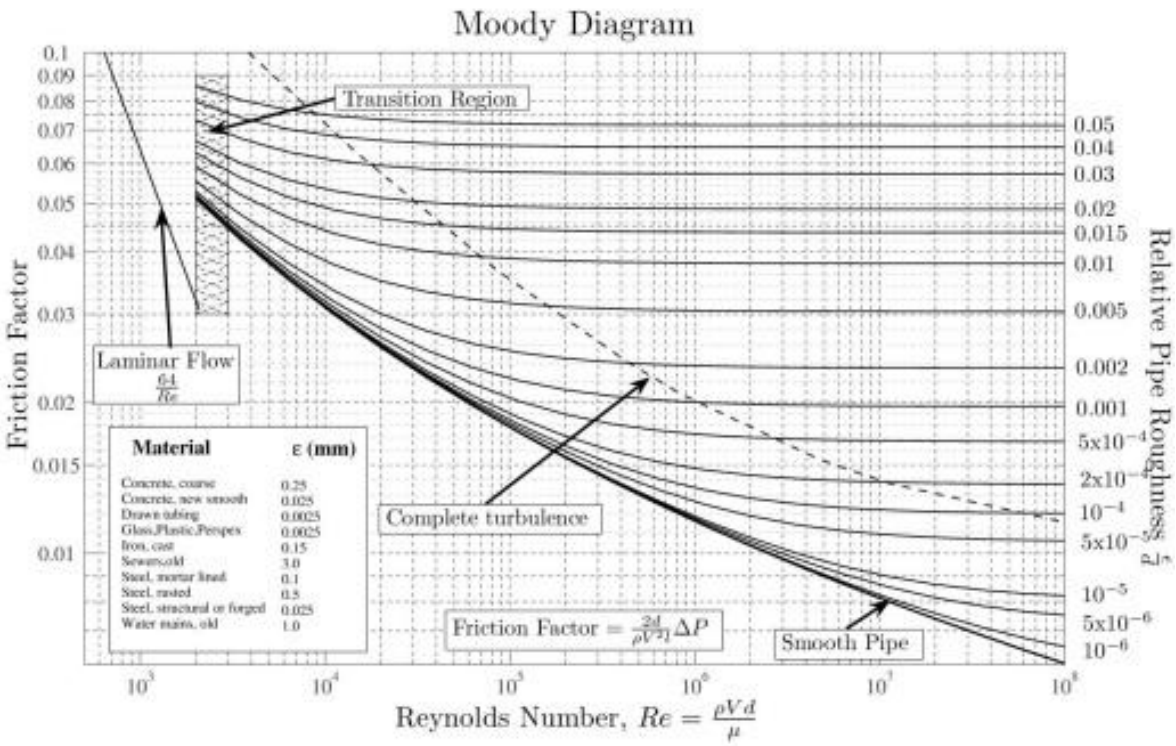
Adaptación de: Cameron Hydraulic data

Longitud equivalente = L/D x D

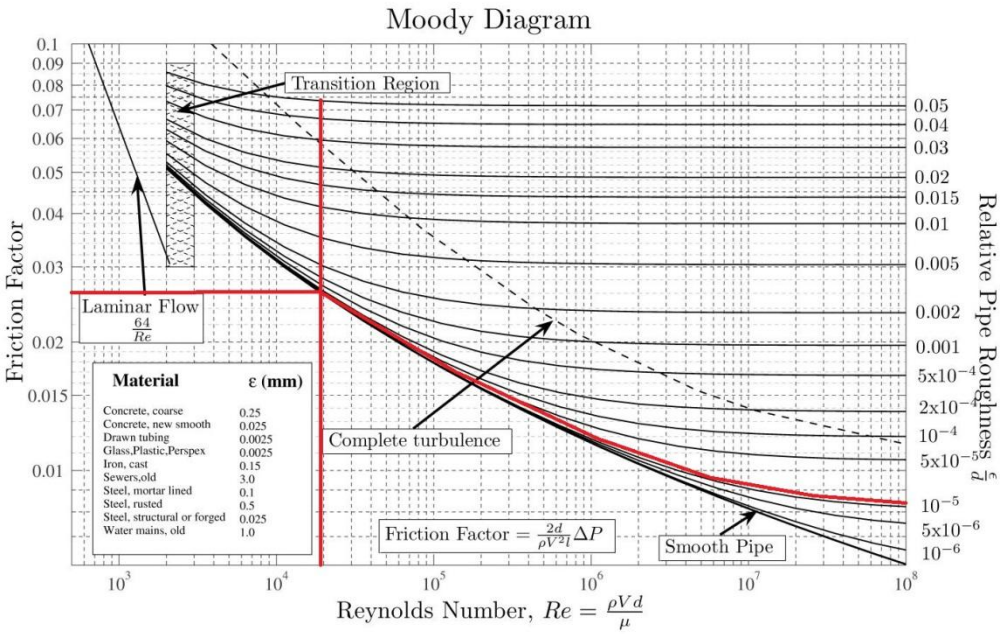
ANEXO 5.

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES				
Material	**ε (mm)**		**Material**	**ε (mm)**
Plástico (PE, PVC)	0,0015		Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01		Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024		Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015		Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024		Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024		Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003		Hormigón	0,3-3,0

ANEXO 6.


Moody Diagram
Transition Region
Laminar Flow
64/Re
Complete turbulence
Friction Factor = 2d/(ρV²l) ΔP
Smooth Pipe
Material
ε (mm)
Concrete, coarse 0.25
Concrete, new smooth 0.025
Drawn tubing 0.0025
Glass,Plastic,Perspex 0.0025
Iron, cast 0.15
Sewers,old 3.0
Steel, mortar lined 0.1
Steel, rusted 0.5
Steel, structural or forged 0.025
Water mains, old 1.0
Friction Factor
Relative Pipe Roughness ε/d
Reynolds Number, Re = ρVd/μ

ANEXO 7.


Moody Diagram
Transition Region
Laminar Flow
$\frac{64}{Re}$
Complete turbulence
Friction Factor $= \frac{2d}{\rho V^2 l}\Delta P$
Smooth Pipe
Friction Factor
Relative Pipe Roughness $\frac{\varepsilon}{d}$
Reynolds Number, $Re = \frac{\rho V d}{\mu}$
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.015
0.01
0.05
0.04
0.03
0.02
0.015
0.01
0.005
0.002
0.001
5x10^{-4}
2x10^{-4}
10^{-4}
5x10^{-5}
10^{-5}
5x10^{-6}
10^{-6}
10^3
10^4
10^5
10^6
10^7
10^8
Material ε (mm)
Concrete, coarse 0.25
Concrete, new smooth 0.025
Drawn tubing 0.0025
Glass,Plastic,Perspex 0.0025
Iron, cast 0.15
Sewers,old 3.0
Steel, mortar lined 0.1
Steel, rusted 0.5
Steel, structural or forged 0.025
Water mains, old 1.0

ANEXO 8.

DENSIDAD, VISCOSIDAD *DINAMICA Y CINEMATICA DEL AGUA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA*

Temperatura (°C)	*Densidad* (kg/m³)	*Viscosidad dinámica η* (10^3 kg/m · s)	*Viscosidad cinemática ν* $10^6 \frac{m^2}{s}$ = cSt
0	999,8	178,7	1,787
2	999,9	167,1	1,671
4	1.000	156,2	1,562
6	999,9	146,4	1,464
8	999,8	137,6	1,375
10	999,7	130,5	1,307
12	999,4	122,6	1,227
14	999,2	116,1	1,163
16	998,9	110,4	1,106
18	998,5	105,2	1,053
20	998,2	100,2	1,0038
22	997,7	95,5	0,957
24	997,2	91,1	0,914
26	996,6	87,2	0,875
28	996,1	83,4	0,837
30	995,7	79,7	0,801
32	994,9	76,4	0,768
34	994,2	74,1	0,745
36	993,4	70	0,705
38	992,8	68	0,685
40	992,2	65,3	0,658
45	990,2	59,8	0,604
50	988	54,8	0,554
55	985,7	50,5	0,512
60	983,2	46,7	0,475
65	980,6	43,4	0,443
70	977,8	40,4	0,413
75	974,8	37,8	0,388
80	971,8	35,5	0,365
85	968,6	33,4	0,345
90	965,3	31,5	0,326
95	961,8	29,8	0,310
100	958,4	28,2	0,295
150	916,9	18,6	0,205
200	864,6	13,6	0,161
250	799,2	10,9	0,14
300	712,4	8,91	0,132

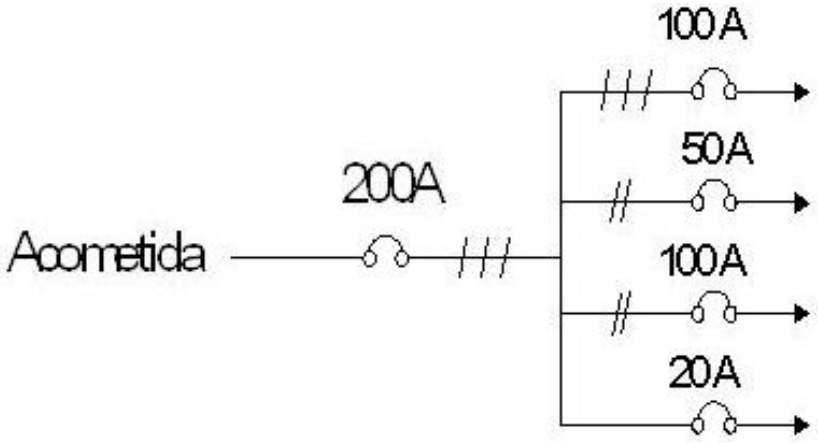
ANEXO 9

COEFICIENTES k DE PÉRDIDAS EN ALGUNOS ACCESORIOS

Accesorios y Componentes	Coeficiente de Pérdida de Carga - K
Codos:	
Ensanchado Regular 90°	0.3
Roscado Regular 90°	1.5
Roscado Regular 45°	0.4
Ensanchado Radio Largo 90°	0.2
Roscado Radio Largo 90°	0.7
Ensanchado Radio Largo 45°	0.2
Curvas de Retorno de 180°:	
Ensanchado	0.2
Roscado	1.5
Tees:	
Ensanchado, Línea de Flujo	0.2
Roscado, Línea de Flujo	0.9
Ensanchado, Flujo de Ramal	1.0
Roscado, Flujo del Ramal	2.0
Unión Roscada	0.08
Válvulas:	
Globo Completamente Abierta	10
Ángulo Completamente Abierta	2
Compuerta Completamente Abierta	0.15
Compuerta 1/4 Cerrada	0.26
Compuerta1/2 Cerrada	2.1
Compuerta 3/4 Cerrada	17
Retención, flujo hacia adelante	2
Bola Completamente Abierta	0.05
Bola 1/3 Cerrada	5.5
Bola 2/3 Cerrada	200
Entrada a Tubería (Del depósito a la tubería):	
Conexión Cuadrada	0.5
Conexión Redondeada	0.2
Reentrante	1.0
Salida de la tubería (De la tubería al depósito):	

ANEXO 10

DIAGRAMA UNIFILAR DE CAJA DE BREAKERS INSTALADA EN EL LABORATOTIO DE ÁAQUINAS HIDRÁULICAS



ANEXO 11

ANTEPROYECTO DE TESIS